



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA, CONTABILIDADE
DEPARTAMENTO DE TEORIA ECONÔMICA
PROGRAMA DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

HALLAN ROBERT APOLINÁRIO FREIRE

IMPACTO DA EDUCAÇÃO NO CRESCIMENTO DO PRODUTO DOS ESTADOS E
DAS REGIÕES BRASILEIRAS

FORTALEZA

2022

HALLAN ROBERT APOLINÁRIO FREIRE

IMPACTO DA EDUCAÇÃO NO CRESCIMENTO DO PRODUTO DOS ESTADOS E
DAS REGIÕES BRASILEIRAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Econômicas da Faculdade de Economia, Administração, Atuária, Contabilidade da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Paulo de Melo Jorge Neto

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F933i Freire, Hallan Robert Apolinário.
Impacto da educação no crescimento do produto dos estados e regiões brasileiras /
Hallan Robert Apolinário Freire. – 2022.
68 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará,
Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Curso de Ciências
Econômicas, Fortaleza, 2022.

Orientação: Prof. Dr. Paulo de Melo Jorge Neto.

1. Crescimento econômico. 2. Capital humano. 3. Capital físico. I. Título.

CDD 330

HALLAN ROBERT APOLINÁRIO FREIRE

IMPACTO DA EDUCAÇÃO NO CRESCIMENTO DO PRODUTO DOS ESTADOS E
DAS REGIÕES BRASILEIRAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Econômicas da Faculdade de Economia, Administração, Atuária, Contabilidade da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Economia.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo de Melo Jorge Neto (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Alfredo José Pessoa de Oliveira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Christiano Modesto Penna
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Aos meus pais, Necilda e José.

AGRADECIMENTOS

À minha família pelo suporte e confiança depositados.

Ao Professor Dr. Paulo de Melo Jorge Neto, por ter ajudado com seu conhecimento, paciência e orientação para este trabalho.

Aos professores que passaram seus conhecimentos durante a graduação, assim como aos professores participantes da banca examinadora Alfredo José Pessoa de Oliveira e Christiano Modesto Penna pelo tempo, pelas colaborações e sugestões, em especial ao Professor Dr. Alfredo pela ajuda e paciência anterior a defesa deste trabalho.

Aos amigos pelo apoio durante essa jornada.

Aos funcionários da universidade que a mantiveram funcionando em segurança e bom estado, desta forma contribuindo para o aprendizado dos alunos.

“Stay hungry. Stay foolish”. Stewart Brand.

RESUMO

O Brasil tem reduzido seus investimentos em diversas áreas, incluindo a educação, cuja redução foi de 57% para o período de 2014 a 2018. Diante disso, este trabalho tem como objetivo principal investigar a influência do capital humano na determinação do produto interno bruto dos estados e regiões brasileiras durante o período de 2001 e 2019, exceto 2010 e 2015. Além disso, busca-se estudar como o capital físico e a força de trabalho afetam o crescimento do produto. Para alcançar os objetivos, uma base contendo os dados de renda, capital físico, capital humano e população de todos os estados e o Distrito Federal foi regredida com o modelo de Efeitos Fixos. Com isso, chegou-se ao resultado de que o acréscimo de 1 ano a mais de escolaridade para as pessoas acima de 25 anos impacta o PIB positivamente em cerca de 11,37%. Além disso, o capital físico também atua positivamente sobre a renda, sendo que um incremento de 1% dessa variável aumentava o PIB em 0,14%. Por fim, um aumento populacional de 1% expande esse PIB cerca de 0,28%.

Palavras-chave: Crescimento econômico. Capital humano. Capital físico.

ABSTRACT

Brazil has reduced its investments in several areas, including education, whose reduction was 57% for the period 2014 to 2018. Given this, this work has as its main objective to investigate the influence of human capital in determining the gross domestic product of Brazilian states and regions during the period 2001 and 2019, except 2010 and 2015. In addition, it seeks to study how physical capital and labor force affect output growth. To achieve the objectives, a base containing income, physical capital, human capital and population data for all states and the Federal District was regressed with the Fixed Effects model. With this, the result is that the addition of 1 more year of schooling for those above 25 years of age impacts the GDP positively by about 11.37%. In addition, physical capital also acts positively on income, with a 1% increase in this variable increasing the GDP by 0.14%. Finally, a 1% increase in population expands the GDP by about 0.28%.

Keywords: Economic Growth. Human Capital. Physical Capital.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Dispersão log(PIB) versus log(eletricidade industrial)	36
Gráfico 2 – Dispersão log(PIB) versus escolaridade	37
Gráfico 3 – PIB per capita das regiões e Brasil em 2001 e 2019	39
Gráfico 4 – Eletricidade industrial média das regiões e Brasil em 2001 e 2019 ..	43
Gráfico 5 – Média de escolaridade para pessoas com 25 anos ou mais nas regiões em 2001 e 2019	44
Gráfico 6 – População com 15 anos ou mais nas regiões em 2001 e 2019	46

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resumo sobre as variáveis	28
Quadro 2 – Resultados dos testes para o modelo dos estados	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Variáveis para regiões em 2001	38
Tabela 2 – Variáveis para as regiões em 2019	40
Tabela 3 – Diferenças em porcentagem entre os anos de 2001 e 2019	41
Tabela 4 – Resultados para base completa para o Modelo de Efeitos Fixos	48
Tabela 5 – Resultados dos teste dos modelos para as regiões	50
Tabela 6 – Resultados para as regiões para modelo de efeitos fixos	51
Tabela 7 – Resultados para as regiões para modelo de efeitos aleatórios	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
MQG	Mínimos Quadrados Generalizados
MQO	Mínimos Quadrados Ordinários
PEA	População Economicamente Ativa
PIB	Produto Interno Bruto
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNADCA	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua Anual
RAIS	Relação Anual de Informações Sociais

LISTA DE SÍMBOLOS

R\$ Real

% Porcentagem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	19
3	METODOLOGIA	26
3.1	Dados	26
3.2	Estatística descritiva	28
3.3	Modelo Econométrico	30
3.3.1	<i>Modelo de dados empilhados</i>	32
3.3.2	<i>Modelo de efeitos fixos</i>	33
3.3.3	<i>Modelo de efeitos aleatórios</i>	34
3.3.4	<i>Teste F, Teste de Hausman e o Teste Breusch-Pagan</i>	35
4	RESULTADOS	37
4.1	Correlação entre PIB estadual com capital físico e capital humano	37
4.2	Análise de dados	38
4.3	Modelos estimados	48
4.3.1	<i>Regressão</i>	48
4.3.2	<i>Regressões para cada base regional</i>	51
5	CONCLUSÃO	56
	REFERÊNCIAS	59
	ANEXO A - RESULTADO DA REGRESSÃO DA BASE COM TODOS OS ESTADOS	63

ANEXO B - RESULTADO DA REGRESSÃO COM BASE DO CENTRO OESTE	64
ANEXO C - RESULTADO DA REGRESSÃO COM BASE DO NORDESTE	65
ANEXO D - RESULTADO DA REGRESSÃO COM BASE DO NORTE	66
ANEXO E - RESULTADO DA REGRESSÃO COM BASE DO SUDESTE	67
ANEXO F - RESULTADO DA REGRESSÃO COM BASE DO SUL ...	68

1 INTRODUÇÃO

Há tempos, os economistas buscam entender o crescimento econômico. Nesse sentido, Robert Solow criou um modelo que seria conhecido pelo seu próprio nome, o Modelo de Solow. Esse modelo busca explicar o crescimento econômico, principalmente, pelo acúmulo de capital físico e pelo trabalho disponível, tendo também a tecnologia que explicaria o conhecimento acumulado, porém de forma exógena (VIANA; LIMA, 2010).

Entretanto, Theodore W. Schultz (1961) buscou dar mais ênfase a esse conhecimento acumulado, estudando o capital humano, sendo este tratado como investimento pelo autor que era feito pelas pessoas, em si mesmas, para aumentarem suas rendas. Os gastos com capital humano influenciavam a educação, saúde, movimento migratório do trabalho, treinamento no trabalho e informações sobre oportunidades de emprego.

Como os países desenvolvidos apresentam melhores condições de capital humano do que os países pobres, esse tipo de capital tornou-se uma fonte importante para explicar o crescimento econômico. A partir disso, economistas começaram a dar mais atenção à qualidade da mão de obra e não somente à quantidade de trabalho e capital físico disponíveis. (LINS, 2012).

Apesar de inúmeros trabalhos mostrarem a importância da educação para o crescimento econômico, seja este *per capita* ou não, outras pesquisas não conseguiram encontrar significância para variáveis educacionais em seus modelos, demonstrando assim controvérsias sobre esse assunto. Benhabib e Spiegel (1994), rodaram alguns modelos contendo diferentes variáveis para educação e na maioria desses modelos rodados, a educação apareceu com sinal negativo, o que não é esperado. Entretanto, no mesmo trabalho os autores encontram uma relação positiva da educação com a produtividade, ou seja, maiores estoques de capital fariam os países terem maior habilidade para criar novas tecnologias e também para capturar e entender novas tecnologias advindas do exterior. Além disso, Bondezan e Dias (2016) encontraram controvérsia de que dependendo da escolha da variável educação e de como ela é tratada, pode-se chegar a resultados diferentes com alguns tendo a o capital humano como variáveis estatisticamente não significante, enquanto outros com significância estatística.

O Brasil apresenta desigualdades regionais, tendo a região sudeste os maiores índices de produtividade (Produto Interno Bruto (PIB) dos estados dividido pela população maior de 15 anos) do país entre 2004 e 2015, enquanto o Nordeste é a região menos produtiva (BARBOSA; LEMOS, 2019). Desta forma, o presente trabalho terá um foco nessas diferenças entre as regiões e estados.

O Brasil, como um país em desenvolvimento, vinha buscando melhorar a educação de sua população, com isso o país apresentou aumento nos gastos com educação nas instituições públicas. O Nordeste que é a região brasileira mais pobre seguiu essa linha de crescimento de gastos com educação, tendo apresentado crescimento entre os anos de 2004 e 2013 (ALMEIDA; CUNHA, 2017). Entretanto, um informativo técnico da Câmara dos Deputados apontou que para o período de 2014 a 2018, o Ministério da Educação reduziu os investimentos na área em aproximadamente 57% (Ministério da Educação, 2019, apud BRASIL, 2019).

Diante desse contexto de aumentos e reduções dos gastos com a educação e das controvérsias existentes sobre o papel do capital humano no crescimento do produto, tem como questão de pesquisa se a educação impacta o crescimento do produto das regiões e estados brasileiros.

Então, este trabalho tem como objetivo geral analisar o impacto da educação no crescimento do produto das regiões e estados brasileiros. Tem se como objetivos específicos: a) examinar a importância do capital físico para o crescimento do produto do país; b) examinar a relevância da força de trabalho no crescimento do produto; c) comparar os impactos dessas variáveis em cada região.

Esse estudo apresentará natureza explicativa e quantitativa. De acordo com Gil (2016), uma pesquisa é considerada explicativa quando o objetivo é identificar fatores que determinam a ocorrência de fenômenos, no caso deste estudo, busca-se constatar se a educação é importante para o crescimento dos PIBs das regiões brasileiras. Além disso, é considerada quantitativa, pois irá usar métodos econométricos para chegar aos objetivos propostos.

Esse é um tema importante, visto que, ao analisar a importância do capital físico, humano e da força de trabalho para o aumento do PIB, pode-se orientar futuras políticas públicas que visem a ampliação de investimentos nesses setores e consequentemente maiores rendas para a população.

Este trabalho está dividido em introdução apresentado nesta seção, na segunda se encontra o referencial teórico, sendo este subdividido em duas partes, a

primeira apresentando a literatura de como o capital humano influencia o crescimento econômico e a segunda a respeito das controvérsias sobre a importância da educação. Na terceira seção será retratada a metodologia, que é subdividida em: dados; estatística descritiva; modelo econométrico. Na quarta parte os resultados serão apresentados em: correlação entre PIB estadual com capital físico e capital humano; análise dos dados; modelos estimados. Por fim, na quinta seção é exibida a conclusão da pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O primeiro modelo da modernidade criado para explicar o crescimento econômico foi elaborado por Robert Solow na década de 50, apontando a importância do capital físico e progresso tecnológico (JONES, 2000). Entretanto, este último foi tratado de maneira exógena, ou seja, era definido fora do modelo. Alguns estudos surgiram durante as décadas de 1960 e 1970, entre eles, o de Schultz (1962), no qual buscava esclarecer a parte do crescimento econômico que não era explicada pelo capital físico. A partir disso, há um enfoque no capital humano que era a escolaridade, saúde, movimento migratório do trabalho, treinamento no trabalho e informações sobre oportunidades de emprego, visto que, para Schultz (1962), essas poderiam ser as causas para explicar boa parte das diferenças de renda dos países.

Com isso, novos estudos foram realizados por Paul Romer e Robert Lucas no começo dos anos 80 contendo o progresso tecnológico e o capital humano dentro do próprio modelo e assim o crescimento econômico podia ser quantificado, como foi demonstrado por Robert Barro. (JONES, 2000).

Mankiw, Romer e Weil (1992) expandiram o modelo de Solow adicionando a variável capital humano para tentar ajustar o modelo a algo mais próximo do que é visto na realidade. A base utilizada continha 98 países com informações entre os anos de 1960 a 1985 sobre taxa de crescimento da população com idade para trabalhar (15 a 64 anos) e a média da parcela do investimento real do PIB, dentre esses países haviam três amostras, este trabalho irá apresentar os resultados para a primeira amostra contendo os 98 países. Na primeira regressão, sem uma variável de capital humano, o capital físico representava 60% para o crescimento econômico desses países. Em uma segunda regressão, os autores pegaram a fração de matriculados na escola secundária que tinham idade entre 12 a 17 anos e pegaram essa taxa de matrículas e multiplicaram pela fração da população com idade de trabalho entre 15 e 19 anos. Essa variável era vista como imperfeita, porém para uma análise inicial ela serviria bem. Com isso, ao regressar a função adicionando essa variável foi encontrado resultados mais próximos à realidade, com a educação tendo participação de 28% no crescimento econômico, enquanto que o capital físico apresentou 31%. Enquanto o modelo sem capital humano possuía R^2 de 59%, o segundo apresentou 78%, mostrando que este último conseguia explicar mais o

comportamento do crescimento econômico, assim mostrando a influência da educação.

No trabalho apresentado por Lau *et al.* (1993), busca-se quantificar a importância das variáveis capital físico e humano, força de trabalho e progresso tecnológico no crescimento do produto interno (PIB) do Brasil. Em estimativas anteriores, os autores abordam que para um país em desenvolvimento cujo a força de trabalho impacta o crescimento do produto em cerca de 2%, qualquer crescimento além desse valor, pelo menos 50% estaria ligado ao capital físico, humano e progresso tecnológico. Para entender a participação dessas quatro variáveis, utilizaram a seguinte função de produção:

$$Y = F(K, L, ED, t) \quad (1)$$

Na função acima, Y representa o produto interno bruto, K, L, ED e t, são capital físico, força de trabalho, capital humano e tempo, respectivamente. A taxa de crescimento do produto é encontrada através da próxima equação:

$$\frac{d \ln Y}{dt} = \frac{\partial \ln F}{\partial \ln k} * \frac{d \ln K}{dt} + \frac{\partial \ln F}{\partial \ln L} * \frac{d \ln L}{dt} + \frac{\partial \ln F}{\partial ED} * \frac{d ED}{dt} + \frac{\partial \ln F}{\partial t} \quad (2)$$

Os quatro termos localizados no lado direito da equação são consideradas as contribuições do capital físico, força de trabalho, capital humano e progresso tecnológico, respectivamente para o crescimento da renda.

A partir da função de produção, toma-se as primeiras diferenças e chega ao seguinte modelo:

$$\begin{aligned} \ln Y_{i,t} - \ln Y_{i,t-1} = c_{i,0}^* + \alpha_K (\ln K_{i,t} - \ln K_{i,t-1}) + \alpha_L (\ln L_{i,t} - \ln L_{i,t-1}) \\ + \alpha_{ED} (ED_{i,t} - ED_{i,t-1}) \end{aligned} \quad (3)$$

Onde i, é um índice para os estados.

Os autores utilizam um corte transversal contendo os dados dos anos de 1970 e 1980 para os estados brasileiros, exceto Acre, por dados incompletos, o Tocantins que foi formado em 1988 e tomam Mato Grosso e Mato Grosso do Sul como um estado só. Portanto a base contou com 24 observações. O PIB dos estados foi a variável dependente, enquanto que o consumo de energia industrial foi utilizado como proxy para capital físico, a população economicamente ativa (PEA) para medir a força de trabalho e a idade média de estudos dessa população para capturar o capital humano. Além disso, ao analisar a base, os autores resolveram

excluir da estimação os estados de Roraima e Rondônia, por serem considerados *outliers*, ou seja, dados discrepantes comparados a amostra.

Os resultados desse estudo mostraram que com um ano a mais de escolaridade média da PEA o crescimento do PIB era influenciado positivamente em cerca de 21% com o progresso tecnológico no modelo, sendo que este progresso explicaria mais do que 40% do crescimento da economia brasileira durante os anos 70. Já sem o progresso tecnológico, a educação tinha impacto de aproximadamente 48%. Os autores também estimaram assumindo algumas taxas de progresso tecnológico com a escolaridade tendo efeito positivo de 17,7%, quando assumindo uma taxa de progresso técnico de 5%, ou 41,9%, com uma taxa de progresso técnico de 1%, ou seja, quanto maior a taxa de progresso técnico, menor era o impacto da educação. Além disso, o capital físico apresentou elasticidade da produção em torno de 0,1, enquanto que a força de trabalho mostrou elasticidade próxima a 0,4. Desta forma, essas variáveis tiveram impacto positivo no país, mostrando também que uma maior média de anos de estudo é uma importante ferramenta para o crescimento da renda brasileira.

Na literatura se encontra o trabalho de Souza (1999) que se baseia em Lau *et al* (1993), desta forma, o autor buscou examinar a influência do capital humano no crescimento do PIB brasileiro. Ao ter como base o trabalho de Lau *et al* (1993), o autor fez uso do modelo (3), portanto o PIB dos estados foi a variável dependente, ao passo que o consumo de energia industrial foi utilizado como proxy para capital físico, a população economicamente ativa para medir a força de trabalho e a idade média de estudos dessa população para capturar o capital, entretanto para esta última o autor preferiu utilizar de forma logaritmizada. Foi escolhido o método de mínimos quadrados ordinários (MQO) para uma base *cross section*, mas este trabalho cobriu um período maior, de 1970 a 1995. Chegou-se a confirmação de resultados anteriores obtidos por Lau *et al.* (1993) que indicaram o capital humano como um fator importante para o crescimento do produto. Além disso, em um segundo modelo, sendo este de crescimento endógeno, Souza (1999) também deduziu a hipótese de convergência de rendas.

Martin e Herrans (2004) buscaram demonstrar a importância do capital humano no processo de crescimento do PIB *per capita* de 19 regiões espanholas. Além disso, também mostraram a influência do investimento público e privado para a renda *per capita*. Os pesquisadores usaram o modelo de efeitos fixos e assim

conseguiram estimar as diferenças regionais através da inclusão de *dummies* para as mesmas. Alcançaram a conclusão de que o capital humano, de fato, é importante para aumento da renda, sendo que um incremento de 1% do capital humano impactaria positivamente na renda em 0,05%. Além disso, os autores concluíram que para as regiões que possuíam rendas maiores do que a média, o capital humano contribui mais, demonstrando que as regiões com rendas *per capita* menores que a média necessitam criar um ambiente favorável para potencializar os ganhos do capital humano.

Pereira (2004), baseado nos trabalhos de Lau *et al.* (1993), Benhabib e Spiegel (1994), replica os métodos utilizados nesses artigos para uma base de dados que cobrisse o período de 1970 a 2001. O autor utilizou produto interno bruto, este como variável dependente, e como regressores o capital físico, como consumo de energia elétrica dos estados, a força de trabalho, representada como a população economicamente ativa e o capital humano, sendo este último os anos médios de estudo. Em sua tese, usou o *cross section*, como nos trabalhos em que ele se baseou e também fez uso de dados em painel para as equações (3) e a do trabalho de Benhabib e Spiegel (1994), para capturar as heterogeneidades existentes. Como resultado para as regressões de dados em painel baseado em Lau *et al.* (1993), as variáveis mantiveram o mesmo comportamento, ou seja, impactaram positivamente o PIB, tendo o capital humano influencia de 21% em uma regressão sem pesos para os anos e ao adicionar pesos, a sua participação cresceu para 26%. Ao utilizar os painéis de dados para o trabalho de Benhabib e Spiegel (1994), o capital humano teve sinal negativo, assim como a força de trabalho.

Viana e Lima (2011) também baseados no trabalho de Lau *et al.* (1993), além de Barro e Lee (1993) e Martin e Herrans (2004), buscaram estimar a importância do capital humano no crescimento do PIB das mesorregiões do Paraná. Desta forma, os autores realizaram regressões para o estado paranaense e também para suas mesorregiões para capturar a influência de cada variável nas mesorregiões. Além do capital humano, eles analisaram capital físico, capital natural, capital social e investimento em capital social-humano. Nessa pesquisa o método escolhido foi o de dados em painel abrangendo o período de 1999 a 2006 para 399 municípios quando regredido para o estado paranaense ou a quantidade de municípios correspondente com cada mesorregião. Com esses dados eles estimaram o seguinte modelo:

$$\ln PIB = b_0i + b_1\ln(CF) + b_2\ln(CN) + b_3\ln(CH) + b_4\ln(CS)$$

$$+ b5\ln(I - CSH) + ait + ui \quad (4)$$

onde, PIB é o produto interno bruto, CF como capital físico representado pelo consumo da eletricidade industrial, CN é o capital natural capturado pelo valor adicionado na agropecuária, CH representa o capital humano que teve como *proxy* a média de anos de estudo da população com 25 anos ou mais, CS como o capital social expressado pelo somatório do número de cooperativas e outras formas de organizações sem fins lucrativos e por fim CSH que é o capital social-humano que teve como *proxy* o somatório dos gastos municipais em educação e cultura bem como em saúde e saneamento per capita.

Como resultados, Viana e Lima (2011) encontraram que o capital humano foi a variável que mais influenciou o crescimento da renda do Paraná, sendo que um aumento de 1% da escolaridade média das pessoas com 25 anos ou mais, interferia positivamente no PIB em 1,28%, ou seja, mais do que proporcionalmente. A segunda variável que mais influenciou o PIB, com 0,47% de melhoria, foi o capital natural quando este tivesse acréscimo de 1%. Foi demonstrado que o capital humano obteve importância em quase todas as mesorregiões, sendo assim esta pode ser combinada com outras variáveis - como capital físico, natural ou social, dependendo das características da região - para aumentar o crescimento da renda regional.

Cunha e Nunes (2016) investigaram como a educação impactava no crescimento econômico na região Campos Gerais do Paraná, do estado do Paraná. Para isso, contaram com uma base de dados formada por 180 observações, composta por 18 cidades do estado do Paraná no período de 2001 a 2010. Além disso, contou com o PIB *per capita* das cidades que compõem a região como regressando. Como *proxy* educacional, os autores utilizaram a base da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) que possui a escolaridade dos trabalhadores dessa região e as classifica de analfabeto até doutorado. A partir disso, os autores encontraram a média de anos de estudos dos trabalhadores de cada cidade da região. Como *proxy* para capital físico, o consumo de energia elétrica não residencial dos municípios foi o escolhido, assim como o número de trabalhadores das cidades da região retirados da RAIS como *proxy* para a força de trabalho. Além disso, todas as variáveis empregadas foram logaritmizadas, sendo assim o trabalho analisa mudanças percentuais. Essa pesquisa emprega o modelo de dados em painel, sendo que o modelo de efeitos aleatórios foi o mais indicado. Após a regressão,

chegou-se ao resultado de que todas as variáveis independentes impactaram positivamente o produto *per capita*, sendo que um aumento de 1% na escolaridade média dos trabalhadores aumentaria cerca de 0,14% o PIB *per capita* médio da região, enquanto que o incremento de 1% do capital físico impactaria a renda em 0,03% e o crescimento populacional de 1% faria a renda subir cerca de 0,26%.

Como foi visto, a educação é um dos componentes do capital humano, todavia essa variável possui diversos significados:

1) Processo que visa ao desenvolvimento físico, intelectual e moral do ser humano, através da aplicação de métodos próprios, com o intuito de assegurar-lhe a integração social e a formação da cidadania; 2) Conjunto de métodos próprios a fim de assegurar a instrução e a formação do indivíduo; ensino; 3) Conhecimento, aptidão e desenvolvimento em consequência desse processo; formação, preparo; 4) Nível ou tipo específico de ensino (DICIONÁRIO MICHAELIS, 2015).

Para Demo (2007), a educação não trata somente do conhecimento, sendo este o saber fazer, inovar etc., mas a educação contempla algo mais abrangente, pois forma cidadãos com consciência política, cultura, humanismo etc., ou seja, a educação carrega externalidades positivas. De acordo com ele, os anos de estudo se encontram no conceito de quantidade, sendo que este indica a extensão, enquanto a qualidade aponta para a intensidade. Como exemplo o autor cita que uma pessoa pode ter muitos anos de vida, entretanto, vivendo mal, enquanto também pode viver pouco e bem. Assim, a quantidade é base e condição para qualidade, pois sem quantidade não há como alcançar a qualidade.

Desta forma, há diferentes meios de tentar capturar o conhecimento, seja por sua extensão ou intensidade, sendo que a maioria da literatura utiliza como *proxy* variáveis educacionais quantitativas, como a escolaridade média medida em anos, taxa de analfabetismo etc. para entender como a educação influencia o crescimento da economia, porém Hanushek e Wößmann (2007) criticam essa abordagem, pois ela estaria negligenciando a qualidade da educação, ou seja, comparando apenas anos de escolaridade as pesquisas não estariam considerando que um ano de aprendizagem em alguma escola de Gana seria diferente do que um ano de aprendizagem na Finlândia, sendo que teoricamente se espera que nesta última o conhecimento adquirido seja maior e conseqüentemente a produtividade do capital humano também seja superior. Além disso, há os fatores externos à escola que

influenciam no desempenho escolar dos estudantes, como o ambiente familiar em que vive, a infraestrutura da escola etc. Com isso, a inobservância de tais fatores poderia contribuir para uma análise equivocada ao mensurar o impacto da educação no crescimento econômico. Diante disso, para esses autores há necessidade de empregar *proxy* que possa captar a qualidade da educação.

Apesar da crítica de Hanushek e Wößmann (2007), este trabalho visará analisar a educação de forma quantitativa, pois como exposto por Demo (2007), a quantidade é base para qualidade.

Segundo Cadaval (2010), o Brasil possui alguns estudos sobre educação e crescimento econômico, sendo que o autor dividiu essas pesquisas dentro de três grupos principais:

No primeiro grupo encontram-se trabalhos que investigam a influência da educação sobre a renda e o nível de desigualdade. No segundo grupo encontram-se os estudos sobre a relação entre educação e o crescimento econômico e, no terceiro, os trabalhos sobre os determinantes das variáveis educacionais. (CADAVAL, 2010).

Nota-se que no primeiro grupo exposto por Cadaval (2010) há uma preocupação de como a educação repercute no desenvolvimento econômico, ou seja, na qualidade de vida das pessoas, sendo este um conceito mais recente criado porque alguns países apresentam PIB elevado, porém isso não é refletido no bem estar da população, enquanto que outros obtêm PIB menor, mas os habitantes possuem melhores condições de vida. A renda média da população, assim como aumentos de produtividade são alguns indicadores que podem quantificar o desenvolvimento econômico, enquanto que a variação da renda total indica o crescimento econômico (SOUZA, N. 2007). Este trabalho terá como foco a variação total, ou seja, investigará a relação entre educação e o crescimento do PIB, apesar de utilizar a renda *per capita* em alguns momentos.

3 METODOLOGIA

O estudo é de natureza explicativa e quantitativa. De acordo com Gil (2016), uma pesquisa é considerada explicativa quando o objetivo é identificar fatores que determinam a ocorrência de fenômenos, no caso deste estudo, busca-se constatar se a educação é importante para o crescimento do PIB das regiões e estados brasileiros. Além da educação, pretende-se analisar como capital físico e população contribuem com o crescimento do PIB.

Esse trabalho será quantitativo, pois utilizará ferramentas estatísticas e econométricas, ou seja, métodos quantitativos para chegar aos seus objetivos. No campo estatístico, será feito uso de médias e gráficos para comparar as situações regionais, assim como coeficientes de correlação para medir o grau de associação das variáveis deste estudo. Na parte econométrica, a ferramenta que será utilizada é conhecida como Modelo de Regressão. Este Modelo possui uma variável dependente e uma ou mais variáveis independentes. Neste trabalho, o PIB dos estados será a variável dependente, isto quer dizer que essa variável possui relações com as variáveis independentes e com isso podemos estimar o seu comportamento. Esse estudo possui três variáveis independentes: o capital físico, a força de trabalho e o capital humano, sendo este último o foco principal deste estudo. Essas variáveis são conhecidas como independentes pelo fato de serem exógenas ao modelo, ou seja, são dadas e permitem estimar o valor médio da variável dependente (GUJARATI; PORTER, 2011). Conforme Michel (2009) expõe, o método econométrico pode ser baseado na teoria econômica, matemática e estatística, sendo que esta pesquisa possui enfoque na primeira base.

A próxima seção será a de dados que apresentará as bases de dados, variáveis e suas fontes. Após esta, terá uma explicação sobre a estatística descritiva a ser utilizada. Por fim, a parte que expõe a função que será regredida e as ferramentas que serão utilizadas, assim como testes para indicar qual o modelo adequado.

3.1 Dados

A base de dados foi montada com informações do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) através do IPEAdata e Instituto Brasileiro de Geografia e

Estatística (IBGE), além de algumas adições feitas pelo autor com base nesses dados que serão descritas nesta seção. O período analisado corresponde aos anos de 2001 até 2019, excluindo os anos de 2010 e 2015 devido a falta de dados para a variável do capital humano. A base contém os 26 estados brasileiros, além do Distrito Federal, multiplicando 27 e 17 (número de anos observados), contabilizando-se 459 observações.

Este trabalho fará uso da base completa relatada acima e também do recorte dessa base em regiões para analisar os impactos das variáveis em cada região como feito no trabalho de Viana e Lima (2011). Como exemplo, a base para a região Sul terá todos os dados das variáveis de seus estados - Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina - totalizando 51 observações. Sendo assim, cada região terá diferentes números de observações, pois elas diferem em quantidades de unidades federativas. Como o Nordeste possui mais estados, este terá o maior número de observações, totalizando 153 observações. O Norte apresenta 119, o Sudeste com 68 e o Centro Oeste com 51 observações.

Os dados utilizados para o PIB dos estados foram coletados do IPEAdata, sendo o PIB a preços constantes com valor tendo como base o ano de 2010, no qual foi utilizado o deflator implícito do PIB nacional, segundo o próprio IPEAdata, ou seja, utiliza-se o PIB real que mede a mudança na produção e é o ideal para estudar o crescimento econômico (VASCONCELLOS *et al.*, 2008). O PIB foi escolhido como medida para mensurar o crescimento econômico, pois segundo Mankiw (2015), este é o melhor indicador para o desempenho econômico. Além disso, pode-se comparar esse desempenho ano após ano. Esses produtos foram divididos pela população de 15 anos ou mais de idade para encontrar os PIBs *per capita*, sendo que esta variável é utilizada na parte da análise estatística. Essa é a idade considerada pelo IBGE para o cálculo da população economicamente ativa (PEA) (BARBOSA; LEMOS, 2019), por isso a escolha deste grupo de idade para o presente trabalho.

Como *proxy* para o capital físico, emprega-se o consumo de energia elétrica final das indústrias também retirado do IPEAdata, sendo este dado medido em Megawatt hora (MWh). Esta proxy foi utilizada no trabalho de Lau *et al.* (1993), Souza (1999) e Viana e Lima (2011).

Já como *proxy* para o capital humano será utilizada a escolaridade média das pessoas com 25 anos e mais, sendo que para o período entre 2001 e 2014, também foi retirada do IPEAdata, enquanto que para 2016 a 2019, este dado é coletado da

Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua Anual (PNADCA) do IBGE. Essa variável foi usada em Dias e Lima (2005), Viana e Lima (2011) e Bondezan e Dias (2016) e com isso, também será utilizada neste trabalho, embora haja na literatura outras formas de capturar o capital humano, inclusive com essa mesma variável, como foi feito no trabalho de Penna et al. (2020) em que realizaram uma transformação baseada em Hall e Jones. (HALL e JONES, 1999, apud PENNA et al., 2020)

Como foi visto acima, este trabalho utiliza a população com idade de 15 anos ou mais, sendo retirado do IBGE. Para o período entre 2001 e 2011, os dados são retirados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), enquanto que para os anos de 2012 a 2019 foi retirado da PNADCA.

A seguir, um quadro com o resumo dos dados:

Quadro 1 - Resumo sobre as variáveis

Variável	Descrição	Fonte
PIB	PIBs estaduais a preços constantes (preços de 2010)	IPEA
PIB <i>per capita</i>	PIBs estaduais a preços constantes (preços de 2010) dividido pela população de 15 anos ou mais	IPEA para o PIB IBGE para a população
Capital físico	Consumo estadual de energia elétrica final das indústrias - MWh	IPEA
Força de trabalho	População com 15 anos ou mais de idade	IBGE (PNAD para 2001 e 2011 e PNADCA para 2012 a 2019)
Capital humano	Escolaridade média das pessoas com 25 anos ou mais	IPEA para o período 2001 a 2014) IBGE para 2016 a 2019

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

3.2 Estatística descritiva

A análise de dados exploratória ajuda a interpretar dados para que se possa extrair informações que possam ser utilizadas para dar sustentação a modelos

posteriormente (BUSSAB; MORETTIN, 2010). Para esse propósito, serão analisadas médias e coeficientes de correlação, ambos de forma calculada e gráfica.

A média é uma medida de posição central que resume dados em um único valor. Existem alguns tipos de médias como a aritmética, ponderada, geométrica e harmônica. A sua forma mais usual é a aritmética que é dada pela soma das observações dividida pela quantidade de observações (FREUND, 2006). Esta será utilizada neste trabalho, então a palavra média estará se referindo a média aritmética cuja fórmula é dada como:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Esse trabalho possui variáveis quantitativas, ou seja, variáveis que expressam valores. Para analisar a associação linear entre variáveis quantitativas, utiliza-se gráficos de dispersão para uma forma visual e como medida de resumo, o coeficiente de correlação (BUSSAB; MORETTIN, 2010). Nesse tipo de análise as variáveis escolhidas não possuem relação de variável dependente ou independente, ou seja, a relação entre PIB e anos de estudo é a mesma que anos de estudo e PIB (GUJARATI; PORTER, 2011). Além disso, o valor do coeficiente de correlação se situa entre -1 e 1, sendo que quanto mais próximos desses valores, mais forte é a associação linear que se enfraquece à medida que se aproxima de zero. Quando o valor se situa exatamente em 1 ou -1, é dito que há um ajuste perfeito. Pode-se ter uma correlação positiva, negativa ou inexistente. A primeira ocorre quando uma variável y e a variável x se movem na mesma direção, ou seja, quanto maior y maior será x , nesse caso o coeficiente estará entre 0 e 1. Já para a correlação negativa a relação é inversa, ou seja, quanto maior y menor será x e vice versa. Além disso, o valor do coeficiente estará entre -1 e 0. Quando não é encontrado um comportamento comum para as variáveis, ou seja, com um crescimento ou decréscimo da variável y não se pode concluir que x irá crescer ou diminuir, diz-se que não há uma correlação entre elas, nessa situação o coeficiente está próximo de 0 (FREUND, 2006).

Nesta pesquisa serão examinadas as correlações entre PIB e escolaridade, além do produto e capital físico. O grau de associação dessas variáveis ajuda como uma análise preliminar para prosseguir com a pesquisa, pois exhibe as relações existentes.

3.3 Modelo Econométrico

A equação a ser estimada será baseada no trabalho de Lau *et al.* (1993) e Viana e Lima (2011), sendo este último por causa do modelo de dados em painel e uso da variável anos de estudos para pessoas com 25 anos e mais. A equação ficou assim:

$$\log(\text{pib}) = \text{const} + \log(\text{elet}) + \log(\text{pop}) + \text{escol} \quad (5)$$

onde,

const: é a constante

log(pib): logaritmo do PIB dos estados;

log(elet): logaritmo do capital físico, dado pela eletricidade industrial;

log(pop): logaritmo da força de trabalho com mais de 15 anos;

escol: capital humano dado pela média de escolaridade das pessoas com 25 anos e mais.

Cabe destacar que apesar de a regressão tratar da dependência da variável dependente perante as variáveis independentes, isso não necessariamente implica uma relação de causa entre elas. Este estudo se baseia nessa possível causação devido a Teoria do Capital Humano que implicaria que maior média de anos de estudo aumentaria o PIB e Modelo de Solow que acarretaria em maiores rendas quanto maior o capital físico. Embora essas teorias fortaleçam essas relações, não há como prever exatamente o valor da renda, pois erros na medição das variáveis e outros fatores que não constam no modelo podem interferir nas relações. Portanto, a dependência do PIB com as variáveis independentes da equação é uma relação estatística.

Diante das teorias, a equação tem o logaritmo do PIB dos estados como variável dependente. Essa variável também é conhecida na literatura como variável explicada, variável prevista, regressando, resposta, variável endógena, saída ou variável controlada. Já como variáveis independentes a equação conta com: log(elet), log(pop) e escol. Assim como o regressando, as variáveis independentes possuem outras notações, são elas: variável explicativa, previsor, regressor, estímulo, variável exógena, entrada e variável controle (GUJARATI; PORTER, 2011). Para evitar a repetição, ao longo deste trabalho deverá ser vista algumas dessas nomenclaturas para ambos os tipos de variáveis.

A análise de regressão pode ser simples ou múltipla, no primeiro caso, estuda-se a relação do regressando com um regressor, enquanto que a segunda análise é feita através da relação entre a variável explicada com mais de uma variável exógena. Diante das equações vistas anteriormente, este trabalho se encaixa na análise de regressão múltipla.

Ao estimar a equação acima, a análise entre renda, capital físico e população será da forma log-log, sendo que este mede a elasticidade do regressando em relação aos regressores (GUJARATI; PORTER, 2011). A elasticidade mede a variação de uma variável quando outra varia em 1%, mantida a condição de *ceteris paribus* (PINDYCK; RUBINFELD, 2013). Quando o valor da variação é maior do que 1 em número absoluto, a relação entre as variáveis é elástica, ou seja, varia mais do que proporcionalmente, enquanto que quando é menor do que 1 em valor absoluto, a relação é inelástica, isto é, varia de forma abaixo do que a proporcional.

Já a relação entre a variável dependente e a educação será semilogarítmica, que neste caso, será log-lin, pois o regressando está logaritimizado. Se fosse a variável independente na forma de log e a dependente não estivesse em log, seria um modelo lin-log (GUJARATI; PORTER, 2011). Desta forma, para essa análise, o coeficiente da educação será uma semielasticidade e sua variação absoluta multiplicada por 100, indicará o quanto o PIB varia de forma percentual.

Os tipos de dados são classificados em: séries temporais, cortes transversais e dados em painel. Os dados de séries temporais acompanham uma ou mais variáveis de um indivíduo para mais de um período de tempo. Por exemplo, ao observar os dados do PIB, média de escolaridade, eletricidade utilizada nas indústrias e população somente para um estado para diversos períodos de tempo, tem-se uma série temporal. Já os cortes transversais contam com dados de variáveis para mais de um indivíduo em algum momento específico. Como exemplo, uma base com dados para o ano de 2001 das variáveis citadas anteriormente para todos os estados brasileiros é considerada do tipo corte transversal. Por fim, o painel de dados é uma junção desses dois tipos de dados, ou seja, há mais de um período de tempo analisado e também existe mais de um indivíduo na base. Esse tipo de dados possui a vantagem de aumentar o número de observações quando comparado a dados de cortes transversais e séries temporais, e com isso aumenta os graus de liberdade e fornece maiores informações entre os dados. Para esse tipo de dados são utilizados modelos de regressão com dados em painel (GUJARATI;

PORTER, 2011). Este trabalho dispõe de dados em painel, pois possui as variáveis para o período entre 2001 e 2019, salvo 2010 e 2015, além disso possui os 26 estados brasileiros e o Distrito Federal. Enquanto que para as bases regionais haverá todos os estados para suas respectivas regiões e o mesmo período comentado anteriormente é abrangido. Portanto, devido a este tipo de base conter mais informações, foi escolhido esse método no lugar do *cross section* de Lau *et al.* (1993).

Os dados em painel são classificados como balanceados e desbalanceados. No primeiro caso, as unidades de corte transversal possuem o mesmo número de observações, enquanto que o desbalanceado as unidades contém diferentes números de observações. Além dessa classificação, o painel de dados pode ser curto ou longo. Na primeira situação, o número de sujeitos do corte transversal é maior do que a quantidade de períodos analisados, enquanto que para um painel longo o inverso é o que ocorre, ou seja, há mais períodos de tempo do que sujeitos (GUJARATI; PORTER, 2011). Desta forma, essa pesquisa tem um painel balanceado e como explicitado na seção sobre dados, a base dispõe de 27 sujeitos e 17 períodos de tempo, portanto é um painel curto, entretanto quando a base é dividida para cada região, forma-se painéis longos.

A equação (5), será regredida de duas formas: a primeira, pega-se a base original de 459 observações e regride; a segunda compreende no uso das bases para cada região e na realização de regressões de painel para cada uma delas.

Como em todas as bases e regressões citadas há um painel de dados os Modelos de Dados Empilhados, Modelos de Efeitos Fixos e Modelos Aleatórios são os indicados. Cada um desses modelos e o método utilizado para escolher entre eles serão explicados a seguir:

3.3.1 Modelo de dados empilhados

O Modelo de Dados Empilhados, como o nome sugere, empilha os dados e estima a regressão. Entretanto, esse modelo possui o problema de não capturar a heterogeneidade dos indivíduos, ou seja, estes teriam o mesmo intercepto. Então, as características de cada sujeito estariam no termo de erro e isso indicaria que o termo de erro está correlacionado com as variáveis explicativas, tornando o modelo inconsistente e tendencioso.

$$y_{i,t} = B_1 + B_2 x_{i,t} + u \quad (6)$$

Em um modelo com um regressor como o (6), $y_{i,t}$ indica a variável dependente com i para cada indivíduo e t para cada período do tempo. O B_1 é o intercepto, enquanto o B_2 é o coeficiente angular de uma variável explicativa. O u representa os erros contidos no Modelo. Abaixo o modelo dessa pesquisa em dados empilhados:

$$\log(pib)_{i,t} = B_1 + B_2 \log(elet)_{i,t} + B_3 \log(pop)_{i,t} + escol_{i,t} + u \quad (7)$$

No caso deste trabalho, não parece plausível que não exista heterogeneidade, pois as regiões e estados brasileiros possuem características diferentes que não são observadas no modelo. Como exemplo, toma-se um estado que poderá ter mais capital físico devido a isenções fiscais que oferece, desta forma, a questão fiscal estaria correlacionada com a eletricidade utilizada pelas indústrias. Outras características que podem influenciar são o clima, solo, parceiros comerciais etc. Desta forma, espera-se que esse modelo não seja o ideal para essa pesquisa.

3.3.2 Modelo de efeitos fixos

Observe o modelo simples abaixo:

$$y_{i,t} = B_{1,i} + B_2 x_{i,t} + \alpha_i + u_{i,t} \quad (8)$$

O termo α_i é um fator não observado que não varia no tempo. Para essa pesquisa, pode-se supor que o tamanho das terras não varia com o tempo. Ao supor que essa variável está correlacionada com os regressores, faz-se uma transformação para retirar esses efeitos e estimar o modelo.

Ao calcular sua média ao longo do tempo, tem-se:

$$\bar{y}_i = B_1 \bar{x}_i + \alpha_i + \bar{u}_i \quad (9)$$

Esse modelo irá subtrair a primeira equação (8) pela segunda (9) para que o efeito não observado seja excluído da estimação. Segue abaixo:

$$y_{i,t} - \bar{y}_i = B_1 (x_{i,t} - \bar{x}_i) + (\alpha_i - \alpha_i) + u_{i,t} - \bar{u}_i \quad (10)$$

Após a subtração, tem-se:

$$\ddot{y}_{it} = B_1 \ddot{x}_{it} + \ddot{u}_{it} \quad (11)$$

Essa equação acima são os dados centrados na média. Agora será estimado por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), pois o α_i não está mais na equação. Além disso, assume-se que o erro u não é correlacionado com os regressores para que o estimador seja não enviesado. Desta forma, o Modelo de Efeitos Fixos corrige o problema de falta de heterogeneidade do Modelo de Dados Empilhados. Entretanto, nesse modelo as variáveis necessitam de uma variação ao longo do tempo, pois se não variam, elas serão excluídas do modelo (WOOLDRIDGE, 2010).

Outra forma de estimar o Modelo de Efeitos Fixos para corrigir o problema de falta de heterogeneidade do Modelo de Dados Empilhados é fazendo com que cada sujeito possua seu próprio intercepto:

$$y_{i,t} = B_{1,i} + B_2 x_{i,t} + \alpha_i + u_{i,t} \quad (12)$$

No Modelo acima, observa-se que o intercepto varia de indivíduo para indivíduo, além disso, há o termo α_i que faz parte do erro, porém esse erro não varia com o tempo e está correlacionado com os regressores.

Com isso, cada intercepto capta as diferentes características existentes entre os indivíduos, que nesse trabalho seriam as diferenças entre estados e regiões. Entretanto, os interceptos não variam no tempo, ou seja, são constantes. Além disso, os coeficientes são os mesmos para os indivíduos.

3.3.3 Modelo de efeitos aleatórios

Como visto anteriormente, o Modelo de Efeitos Fixos busca excluir o termo α_i , pois o considera correlacionado com as variáveis explicativas. Já o Modelo de Efeitos Aleatórios não considera α_i correlacionado com os regressores e com isso não necessita excluir esse termo (WOOLDRIDGE, 2010). Desta forma, termos que não estão nesse modelo, como o tamanho das terras, não seria correlacionado com nenhuma das variáveis explicativas e estaria no termo de erro.

$$y_{i,t} = B_1 + B_2 x_{i,t} + \alpha_i + u_{i,t} \quad (13)$$

Os termos de erro da equação acima (13) podem ser definidas como um termo de erro composto $v_{i,t} = \alpha_i + u_{i,t}$ e assim a equação se torna:

$$y_{i,t} = B_1 + B_2 x_{i,t} + v_{i,t} \quad (14)$$

O termo $v_{i,t}$ é serialmente correlacionado ao longo do tempo, ou seja, o termo $v_{i,t-1}$ afeta $x_{i,t}$. Com isso, utiliza-se os Mínimos Quadrados Generalizados (MQG) que transforma a equação em:

$$y_{i,t} - \lambda \bar{y}_i = B_1(1 - \lambda) + B_2(x_{i,t} - \lambda \bar{x}_i) + (v_{i,t} - \lambda \bar{v}_i) \quad (15)$$

Sendo que λ :

$$\lambda = 1 - \left[\frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + \sigma_\alpha^2} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (16)$$

Esse termo pondera a média temporal e com isso, para os efeitos aleatórios, pode-se incluir variáveis que não se alteram ao longo do tempo. Note-se que λ não é conhecido na prática, entretanto há estimações para ele denominadas $\hat{\lambda}$, que é o estimador de efeitos aleatórios. Esse estimador possui valor entre 0 e 1, assim quando $\hat{\lambda}$ é mais próximo de 1, o modelo será mais similar aos efeitos fixos, enquanto que para $\hat{\lambda}$ tendendo a 0 está mais aproximado aos dados empilhados.

3.3.4 Teste F, Teste de Hausman e o Teste Breusch-Pagan

Para escolher o modelo mais adequado serão analisados o Teste F, Teste de Hausman e o Teste Breusch-Pagan. O primeiro, é um teste para indicar qual modelo entre Dados Empilhados e Efeitos Fixos deve ser preferido. No Teste F, testa-se a hipótese nula de que “os interceptos diferenciais são iguais a zero”(GUJARATI; PORTER, 2011, p.594), com isso, se o resultado for estatisticamente significativo, rejeita-se essa hipótese nula e se escolhe o Modelo de Efeitos Fixos.

O Teste de Hausman, aponta qual modelo deve ser selecionado entre Efeitos Fixos e Aleatórios. Para isso, testa-se a hipótese nula de que “o efeito não observado α_i é não correlacionado com cada variável explicativa” (WOOLDRIDGE, 2010, p.457), assim se o resultado for estatisticamente significativo, rejeita-se a hipótese nula e é indicado o Modelo de Efeitos Fixos.

Por fim, o terceiro testa a hipótese de que não há efeitos aleatórios, ou seja, a variância de erro igual a zero. Desta forma, quando a hipótese nula não é rejeitada, descarta-se o Modelo de Efeitos Aleatórios, então o Teste de Breusch-Pagan pode ajudar a reforçar o Teste de Hausman.

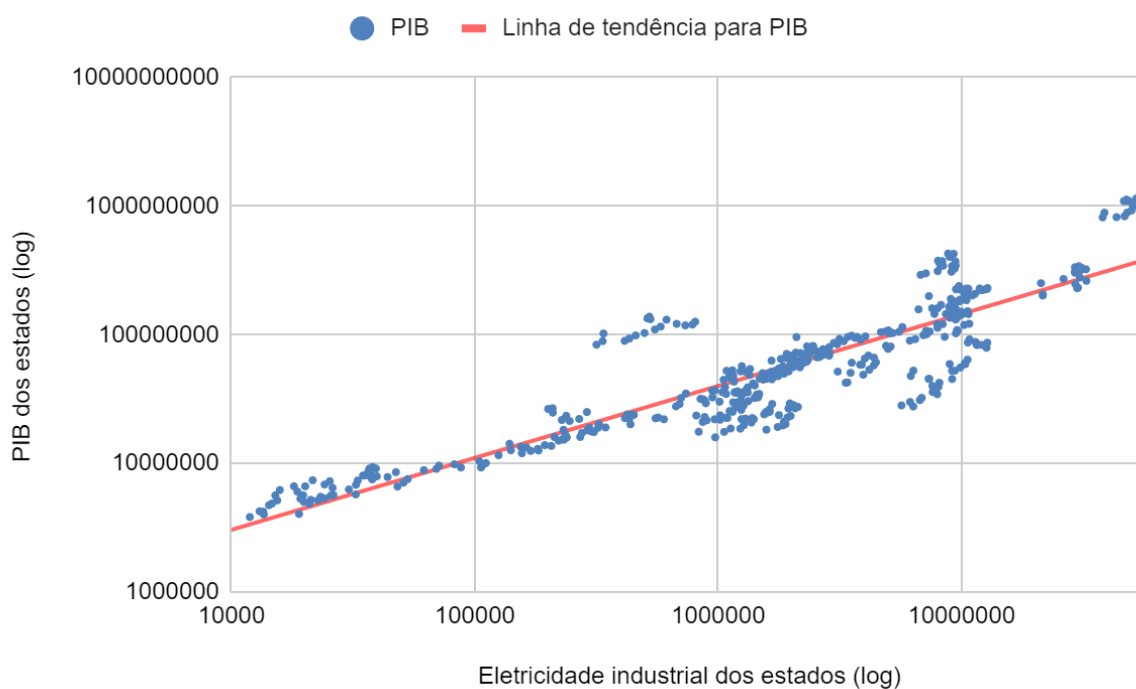
4 RESULTADOS

Nessa seção é apresentado os resultados encontrados pelas análises estatísticas e econométricas, seguindo essa ordem.

4.1 Correlação entre PIB estadual com capital físico e capital humano

Examinar gráficos visualmente ajuda a entender o comportamento entre variáveis. Por exemplo, pela teoria do Modelo de Solow, espera-se que ocorra uma relação positiva entre a renda e o capital físico, ao olhar o gráfico de dispersão abaixo, confirmamos essa relação:

Gráfico 1 - Dispersão log(PIB) versus log(eletricidade industrial)

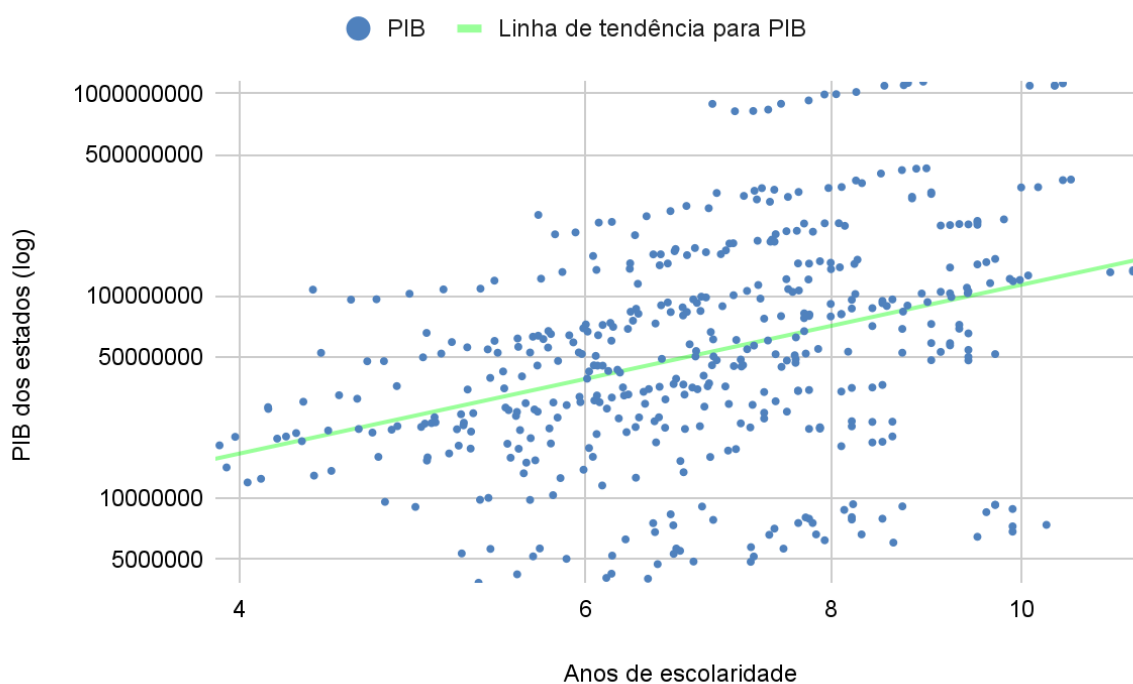


Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

O gráfico acima mostra que a relação entre o PIB dos estados e a eletricidade industrial estadual é positiva, como se espera pelo Modelo de Solow. Além disso, possui coeficiente de correlação de 0,92. Esse coeficiente mede a associação linear entre duas variáveis (GUJARATI; PORTER, 2011) e varia entre -1 e 1. Então ao apresentar 0,92 a correlação entre essas variáveis é forte.

Pela teoria do capital humano, a previsão é de que o aumento de anos estudados pelas pessoas com 25 anos e mais incremente o PIB. Isso pode ser observado pela tendência positiva no gráfico abaixo:

Gráfico 2 - Dispersão log(PIB) versus escolaridade



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Para essa relação, o coeficiente de correlação dessa base de dados apresentou 0,34 e esse valor demonstra que há uma correlação não tão forte entre educação e PIB. Entretanto, como a correlação é positiva, encontra-se ajustada a teoria. Desta forma uma análise mais profunda possui sentido e este trabalho irá focar em quantificar a relação do PIB com o capital físico e o capital humano.

4.2 Análise dos dados

A seguir, duas tabelas com dados e algumas médias do PIB, PIB *per capita*, consumo de eletricidade industrial, média dos anos de estudo da população com 25 anos ou mais e a população acima de 15 anos (por mil) dos estados e regiões para os anos de 2001 e 2019:

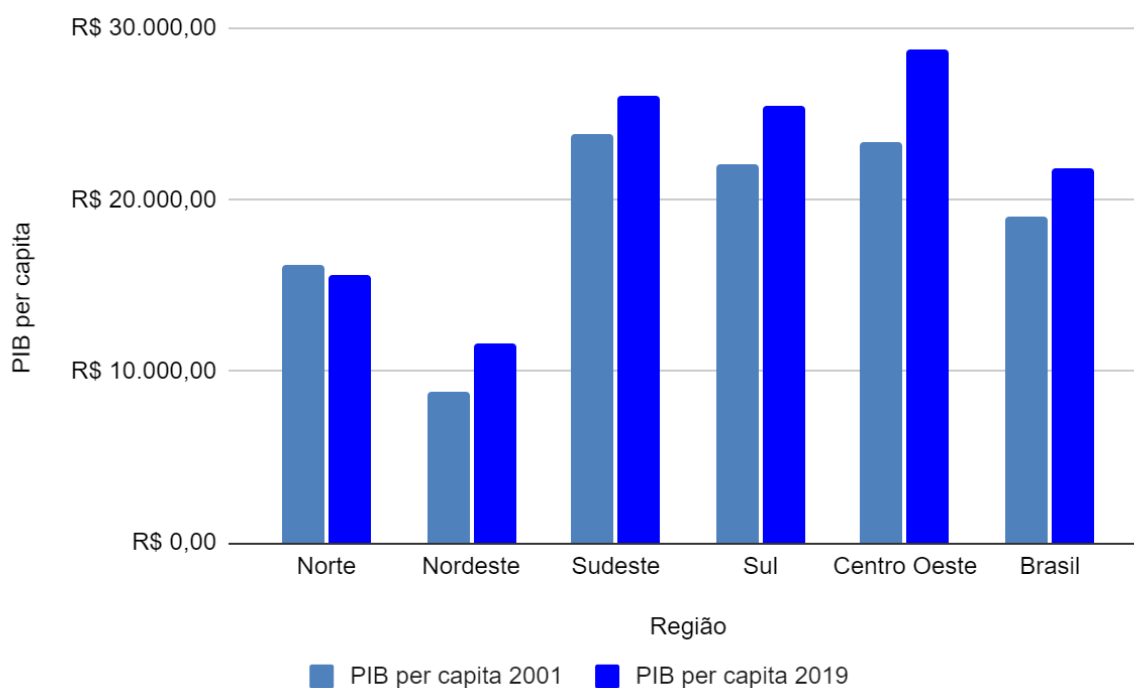
Tabela 1 - Variáveis para regiões em 2001

Estados	PIB (R\$)	PIB <i>per capita</i> (R\$)	Eletricidade industrial	População acima de 15 anos (por mil)	Média de anos de estudos das pessoas 25 anos ou mais
Rondônia	13.295.771.016,91	18.114,13	163138	734	5,58
Acre	5.024.465.346,93	16.473,66	19803	305	5,87
Amazonas	36.702.346.701,97	21.166,29	946371	1734	6,66
Roraima	3.826.762.782,75	17.553,96	11896	218	5,30
Pará	52.599.758.589,36	15.348,63	6345144,4	3427	5,96
Amapá	4.855.995.317,36	12.914,88	20908	376	7,28
Tocantins	9.606.201.223,31	10.037,83	71265,19	957	4,75
Norte (média)	17.987.328.711,23	16.244,52	1082646,513	1107,285714	5,91
Maranhão	28.224.839.922,71	6.283,36	5671063	4492	4,14
Piauí	14.213.591.445,03	6.166,42	138931,68	2305	3,94
Ceará	52.361.072.598,85	8.722,48	1711235,11	6003	4,40
Rio Grande do Norte	23.539.171.589,57	10.076,70	813479,58	2336	5,01
Paraíba	21.012.629.583,91	7.491,13	864517,15	2805	4,28
Pernambuco	65.681.553.729,00	9.974,42	1903341,36	6585	4,98
Alagoas	18.275.260.208,74	8.015,47	1578510,05	2280	3,91
Sergipe	15.938.369.942,00	10.924,17	972796,91	1459	4,99
Bahia	107.458.224.051,32	9.795,64	7158234,15	10970	4,36
Nordeste (média)	38.522.745.896,79	8.836,62	2312456,554	4359,444444	4,45
Minas Gerais	251.503.270.713,98	16.531,04	21227975,19	15214	5,68
Espírito Santo	51.704.098.487,34	19.696,80	3099976,87	2625	5,98
Rio de Janeiro	312.276.808.603,82	24.723,05	7984271,9	12631	7,23
São Paulo	889.762.802.552,70	27.319,32	38680771,97	32569	6,96
Sudeste (média)	376.311.745.089,46	23.878,03	17748248,98	15759,75	6,46
Paraná	157.596.624.116,64	19.633,32	6662750,11	8027	6,06
Santa Catarina	114.847.146.364,08	24.645,31	5718611,58	4660	6,38
Rio Grande do Sul	199.719.719.194,60	23.067,65	7347048,72	8658	6,36
Sul (média)	157.387.829.891,77	22.120,57	6576136,803	7115	6,27
Mato Grosso do Sul	28.879.309.712,86	16.549,75	693751,02	1745	5,87
Mato Grosso	34.949.328.783,91	16.770,31	737440,03	2084	5,46
Goiás	62.901.157.405,45	14.842,18	1657581,45	4238	5,64
Distrito Federal	102.237.091.460,92	58.454,60	337997,83	1749	8,23
Centro Oeste (média)	57.241.721.840,78	23.325,89	856692,5825	2454	6,30
Brasil (média)	99.221.976.720,22	18.974,92	4538474,491	5229,111111	5,60

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Para o ano de 2001 há desigualdades no PIB das regiões e dos estados, com destaque para a região Nordeste que é a única a não alcançar uma renda média de pelo menos R\$ 10.000,00, apontando uma diferença de R\$ 15.041,41 para o Sudeste que é o primeiro neste ranking. Além disso, somente as regiões do Centro Sul superaram a marca de R\$ 18.974,92, que é a média brasileira, enquanto o Norte faz companhia ao Nordeste abaixo desse ponto, apesar de apresentar quase o dobro da renda nordestina. Dentro das regiões também há desigualdades entre os estados, como exemplo, no Norte, que se encontram o Tocantins com R\$ 10.037,83 e o Amazonas com R\$ 21.166,29, ou seja, este último tem mais do que o dobro de renda *per capita* que o primeiro. Outro exemplo semelhante é observado no Centro Oeste, com o Distrito Federal tendo R\$ 58.454,60, ou seja, mais de três vezes a renda do estado de Goiás que apresentou R\$ 14.842,18. Além disso, ao observar o Brasil, a disparidade é ainda maior, pois o líder Distrito Federal ostenta cerca de nove vezes a renda do Piauí (R\$ 6.166,42). Abaixo, um gráfico de colunas para o PIB *per capita* de 2001 e 2019 e a tabela com a situação para o ano de 2019:

Gráfico 3 - PIB *per capita* das regiões e Brasil em 2001 e 2019



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Tabela 2 - Variáveis para as regiões em 2019

Estados	PIB (R\$)	PIB <i>per capita</i> (R\$)	Eletricidade	População acima de 15 anos (por mil)	Média de anos de estudos das pessoas 25 anos ou mais
Rondônia	23.919.672.904,51	17.370,86	446963,51	1377	8,6
Acre	7.931.591.814,95	12.510,40	37141,12	634	8,5
Amazonas	51.623.545.298,59	17.685,35	1653878,47	2919	9,7
Roraima	7.395.173.563,65	19.258,26	21564,85	384	10,3
Pará	92.127.900.568,79	14.204,12	10792274,12	6486	8,5
Amapá	9.288.627.624,81	15.302,52	106093	607	9,7
Tocantins	20.221.708.711,21	16.712,16	323998,44	1210	8,6
Norte (média)	30.358.317.212,36	15.606,10	1911701,93	1945,285714	9,13
Maranhão	47.961.462.584,56	9.111,22	1548463,15	5264	7,6
Piauí	26.818.865.958,55	10.423,19	208793,24	2573	7,6
Ceará	81.441.354.531,82	11.245,70	2447049,61	7242	8,1
Rio Grande do Norte	36.340.920.512,02	13.176,55	1201183	2758	8,5
Paraíba	34.298.321.757,01	10.923,03	1440982,74	3140	7,8
Pernambuco	96.136.007.387,74	12.616,27	3717552,19	7620	8,6
Alagoas	30.175.889.276,37	11.650,92	1013859,9	2590	7,5
Sergipe	22.687.136.311,39	12.653,17	1078142,14	1793	8,2
Bahia	145.933.087.226,41	12.397,68	9218776,93	11771	8
Nordeste (média)	57.977.005.060,65	11.659,92	2430533,656	4972,333333	7,99
Minas Gerais	325.169.112.182,29	18.868,98	29648973,26	17233	9
Espírito Santo	65.329.611.070,70	20.295,00	4006936,3	3219	9,4
Rio de Janeiro	376.146.266.735,13	26.023,68	8009529,03	14454	10,6
São Paulo	1.123.970.811.083,57	29.958,97	47635199,6	37517	10,5
Sudeste (média)	472.653.950.267,92	26.105,18	22325159,55	18105,75	9,88
Paraná	230.806.711.187,86	25.112,25	12791442,02	9191	9,5
Santa Catarina	152.432.738.759,80	26.177,70	10614745,13	5823	9,7
Rio Grande do Sul	239.068.341.902,39	25.397,68	9768228,23	9413	9,8
Sul (média)	207.435.930.616,68	25.476,23	11058138,46	8142,333333	9,67
Mato Grosso do Sul	54.136.129.494,80	25.656,93	1351593,9	2110	9,4
Mato Grosso	72.047.099.702,80	27.280,23	2180213,25	2641	9,3
Goiás	105.378.842.925,13	18.714,05	5535825,9	5631	9,4
Distrito Federal	138.227.876.632,70	56.327,58	521454,44	2454	11,5
Centro Oeste (média)	92.447.487.188,86	28.808,81	2397271,873	3209	9,90
Brasil (média)	141.465.806.802,17	21.794,29	6614399,712	6490,958141	9,05

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

A média do PIB *per capita* das regiões continua apontando desigualdades, tendo o Nordeste ainda com o menor PIB *per capita* médio, mas dessa vez com R\$

11.659,92 por ano, enquanto que o Centro Oeste, que assumiu a liderança, apresentou um PIB *per capita* de R\$ 28.808,81, uma diferença de R\$ 17.148,89, ou seja, aumentou a distância do Nordeste para o primeiro colocado. Essa discrepância é maior do que o PIB *per capita* do Norte (R\$ 15.606,10). Além disso, há três regiões com mais do que o dobro do PIB *per capita* nordestino. O Norte foi a única região a apresentar uma redução da renda *per capita*, com uma queda de 3,93%.

Com relação aos estados, em 2019 o Maranhão apresentou o pior PIB *per capita* (R\$ 9.111,22), sendo o único estado a não ultrapassar a barreira de R\$ 10.000,00, enquanto o Distrito Federal continua na liderança (R\$ 56.327,58), observando que este tem renda *per capita* seis vezes maior que o Maranhão, ou seja, houve uma redução de diferença entre o primeiro e último colocado nesse quesito de 2001 para 2019. Além disso, ainda ocorre desigualdades dentro das regiões, como por exemplo, o Acre que teve a menor renda do Norte, com uma diferença de R\$ 6.747,86 para Roraima, estado com maior PIB *per capita* dentro dessa região. A seguir a uma tabela com as diferenças em porcentual:

Tabela 3 - Diferenças em porcentagem entre os anos de 2001 e 2019

Estados	PIB (R\$)	PIB <i>per capita</i> (R\$)	Eleticidade	População acima de 15 anos (por mil)	Média de anos de estudos das pessoas 25 anos ou mais
Rondônia	79,90	-4,10	173,98	87,60	54,02
Acre	57,86	-24,06	87,55	107,87	44,79
Amazonas	40,65	-16,45	74,76	68,34	45,75
Roraima	93,25	9,71	81,28	76,15	94,49
Pará	75,15	-7,46	70,09	89,26	42,72
Amapá	91,28	18,49	407,43	61,44	33,16
Tocantins	110,51	66,49	354,64	26,44	81,19
Norte (média)	68,78	-3,93	76,58	75,68	54,38
Maranhão	69,93	45,01	-72,70	17,19	83,64
Piauí	88,68	69,03	50,28	11,63	92,78
Ceará	55,54	28,93	43,00	20,64	83,93
Rio Grande do Norte	54,38	30,76	47,66	18,07	69,59
Paraíba	63,23	45,81	66,68	11,94	82,36
Pernambuco	46,37	26,49	95,32	15,72	72,58
Alagoas	65,12	45,36	-35,77	13,60	91,82
Sergipe	42,34	15,83	10,83	22,89	64,36
Bahia	35,80	26,56	28,79	7,30	83,40

(Continua)

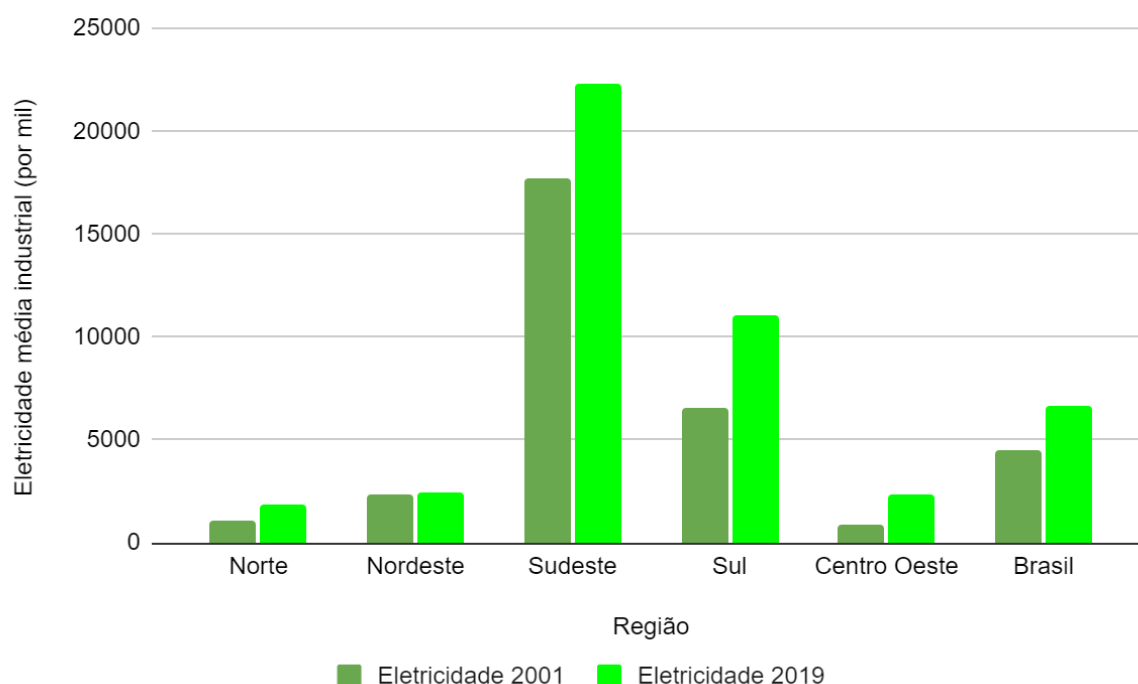
Estados	PIB (R\$)	PIB <i>per capita</i> (R\$)	Eletricidade	População acima de 15 anos (por mil)	Média de anos de estudos das pessoas 25 anos ou mais
Nordeste (média)	50,50	31,95	5,11	14,06	79,67
Minas Gerais	29,29	14,14	39,67	13,27	58,45
Espírito Santo	26,35	3,04	29,26	22,63	57,27
Rio de Janeiro	20,45	5,26	0,32	14,43	46,69
São Paulo	26,32	9,66	23,15	15,19	50,75
Sudeste (média)	25,60	9,33	25,79	14,89	52,82
Paraná	46,45	27,91	91,98	14,50	56,86
Santa Catarina	32,73	6,22	85,62	24,96	51,98
Rio Grande do Sul	19,70	10,10	32,95	8,72	54,06
Sul (média)	31,80	15,17	68,16	14,44	54,26
Mato Grosso do Sul	87,46	55,03	94,82	20,92	60,09
Mato Grosso	106,15	62,67	195,65	26,73	70,40
Goiás	67,53	26,09	233,97	32,87	66,54
Distrito Federal	35,20	-3,64	54,28	40,31	39,67
Centro Oeste (média)	61,50	23,51	179,83	30,77	57,10
Brasil (média)	42,58	14,86	45,74	24,13	61,54

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Acima se nota que apesar de o Nordeste ainda possuir a menor renda *per capita*, apresentou o maior crescimento entre as regiões para o período, cerca de 31,95%, tendo o Centro Oeste na segunda colocação com 23,51%. O Sudeste, mesmo caindo para a segunda colocação em renda *per capita*, teve um crescimento de 9,33%, enquanto o Sul, que manteve sua colocação, obteve 15,17% de incremento na sua renda. Desta forma, Sudeste e Norte tiveram crescimento menor do que a média brasileira. Entre os estados, como visto, o Piauí deixou a última colocação e isso se deve ao fato de ter apresentado o maior crescimento entre os estados (69,03%). O Maranhão, embora em 2019 se apresente na pior colocação, obteve 45,01% de crescimento da renda *per capita*, cerca de três vezes a média nacional. O desempenho negativo da região Norte se deve ao fato da região ter apresentado quatro estados com redução da renda, Acre (-24,06%), Amazonas (-16,45%), Pará (-7,46%) e Rondônia (-4,10%).

A seguir, um gráfico para as médias de consumo de eletricidade industrial médio para os anos de 2001 e 2019:

Gráfico 4 - Eletricidade industrial média das regiões e Brasil em 2001 e 2019



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

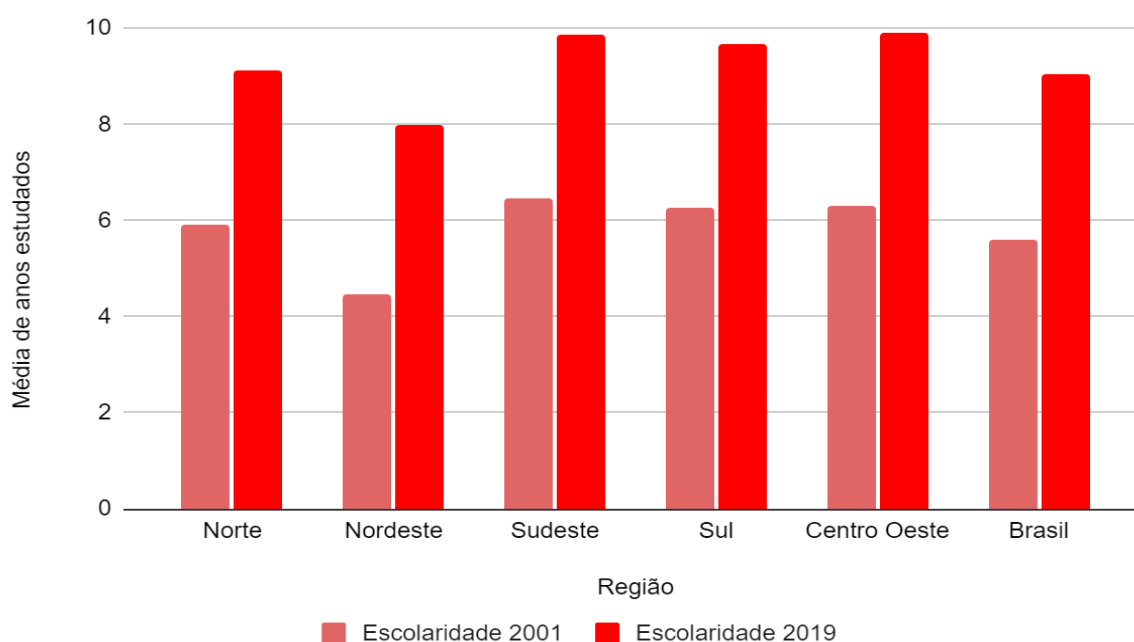
Ao observar a eletricidade industrial de cada região, também se encontram desigualdades, mas desta vez o último nesse ranking em 2001 era a região Centro Oeste e o primeiro à sua frente era o Norte. Além disso, o Sudeste e o Sul lideravam, indicando maiores atividades industriais para essas regiões. Entretanto, para 2019 há algumas mudanças, com destaque para o crescimento do capital físico do Centro Oeste, que atingiu 179,83%, saindo da última posição e alcançando a quarta posição neste ranking. Outro ponto positivo é o Norte, cujo crescimento de capital físico foi cerca de 76,58%, mas mesmo assim, tornou-se o último nesse ranking. Outro destaque é o Sul com crescimento 68,16%, e isso pode explicar como essa região obteve um crescimento maior em sua renda *per capita*, comparada ao Sudeste. O Nordeste obteve crescimento de 5,11%, bem abaixo da média nacional (45,74%), indicando que o aumento de sua renda *per capita* teve origem de outras fontes. Com variação de 25,79%, o Sudeste é a outra região abaixo da média brasileira, entretanto ainda é líder tendo um consumo de eletricidade industrial médio acima da brasileira e duas vezes maior do que a do Sul

que possui o segundo maior consumo, demonstrando assim a força que possui no setor industrial.

Entre os estados, São Paulo é o que mais utiliza eletricidade no setor industrial, seguido de Minas Gerais. Como contraste, Roraima e Acre aparecem nas últimas colocações. Com isso, reforça-se a força do sudeste e a fragilidade do Norte em capital físico, embora o quarto colocado do ranking seja dessa região (Pará). Como melhor estado colocado do Nordeste está a Bahia na sétima colocação geral e da região Centro Oeste é o Mato Grosso na décima terceira colocação. Os três estados do Sul se encontram entre os seis primeiros, estando Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul em terceiro, quinto e sexto, respectivamente.

Os dois estados que obtiveram os maiores crescimentos do consumo industrial no país foram Amapá (407,43%) e Tocantins (354,64%) e eles conseguiram os maiores crescimentos de renda *per capita* da região Norte, com 18,49% e 66,49%, respectivamente. Note que o Tocantins pode ter tido maior evolução devido a menor variação populacional e maior mudança positiva na educação do que o Amapá.

Gráfico 5 - Média de escolaridade para pessoas com 25 anos ou mais nas regiões em 2001 e 2019



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Assim como ocorre com as outras variáveis vistas anteriormente, a escolaridade média das pessoas com 25 anos e mais possui desigualdades, novamente com destaque negativo para região Nordeste, única que estava abaixo da média brasileira e que apresentava em 2001, 4,45 anos de estudo em média, ao passo que o Sudeste possuía 6,46, sendo esta a região de maior escolaridade, superando o Centro Oeste, segundo colocado, por 0,16 ano.

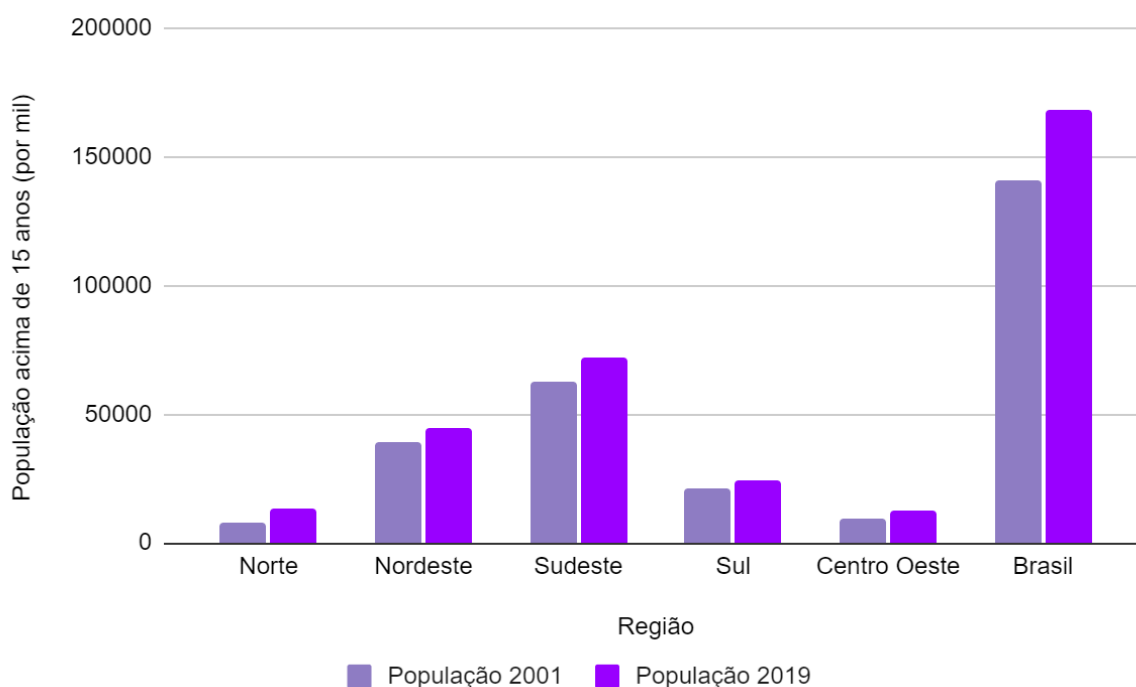
Já para o ano de 2019, o Centro Oeste passa a ter a maior média de escolaridade, tendo 9,90 anos de estudo, enquanto o Sudeste, agora segundo, possui 9,88 anos de escolaridade média. Por outro lado, o Sul e o Norte permanecem em terceiro e quarto, com ambos superando 9 anos de escolaridade média. Observa-se que o Nordeste continua com o pior índice e como a única região que não alcança a média nacional, entretanto a região apresentou o maior crescimento nesse quesito, com incremento de 79,67%, diminuindo a diferença para as demais, pois estas cresceram entre 52% e 58%. Essa maior variação na escolaridade deve ter levado o Nordeste a obter também a maior variação de renda *per capita* dentre as regiões do país.

Entre as unidades federativas, o Distrito Federal é a que possui maior média de escolaridade, 11,5 anos, acompanhando o fato de também possuir o maior produto *per capita* do Brasil. Além disso, fortalecendo a importância da educação, nota-se que Roraima e Piauí apresentaram os maiores crescimentos de anos de estudos, 94,49% e 92,78%, respectivamente. Essa variação, segundo a teoria do capital humano, explica como o Piauí obteve o maior crescimento do produto *per capita* entre os estados. Seguindo essa linha, Roraima obteve crescimento de 93,25% do seu PIB, acima da média de sua região (68,78%) e do país (42,58%), entretanto, o PIB *per capita* cresceu 9,71 %, ou seja, abaixo da média nacional (14,86%) puxado pela variação populacional positiva de 76,15%.

Como visto, o Maranhão apresenta em 2019 o pior produto *per capita* entre os estados. Isso é elucidado pela teoria do capital humano, visto que esse estado possui a segunda pior média de escolaridade, 7,6 anos, acima apenas de Alagoas que apresenta 7,5 anos. O estado alagoano, provavelmente se encontra com melhor renda *per capita* devido ao fato de ser um estado menos populoso que o maranhense.

Abaixo a situação gráfica para força de trabalho para as regiões, representada pela população com 15 anos ou mais:

Gráfico 6 - População com 15 anos ou mais nas regiões em 2001 e 2019



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Na questão populacional o Sudeste aparece como a região com maior número de habitantes acima de 15 anos, enquanto que o Norte é o menos povoado para o período de 2001. Esse cenário para o Norte se mantém em 2019, apesar da região ter apresentado o maior índice de crescimento, cerca de 75,68%, inclusive esse pode ter sido um fator importante para a redução observada do PIB *per capita* Nortista. O Centro Oeste é a segunda região com menor índice de habitantes acima de 15 anos, entretanto o Centro Oeste obteve aumento de 30,77% entre 2001 e 2019, sendo este, o segundo maior aumento. O fato de ser a segunda região menos populosa pode ajudar a explicar a alta renda *per capita* dessa região. As outras três regiões cresceram entre 14% e 15% no período.

Entre 2001 e 2019, o Acre apresentou a maior variação positiva para força de trabalho (107,87%). Isso pode explicar o fato de o Acre ter tido o pior desempenho na renda *per capita* (-24,06%). Além deste estado, Pará e Rondônia obtiveram resultado negativo em suas rendas *per capita*, apresentando (-7,46%) e (-4,10%), nessa ordem. Por outro lado, tiveram o segundo e terceiro maior crescimento populacional, 89,26% para o Pará e 87,60% para Rondônia, reforçando a teoria de

que altas taxas de crescimento da força de trabalho reduzem a renda *per capita*, apesar do aumento do produto total.

4.3 Modelos estimados

Para estimar os Modelos e os testes para ajudar na escolha deles, utilizou-se o programa Gretl, versão 2022a. Os resultados dos testes e das regressões são mostrados nas seções a seguir e de forma mais detalhada nos anexos.

4.3.1 Regressão

Como há dados em painel, têm-se três opções de modelos para utilizar. Com isso, foram realizados testes para indicar qual modelo é o mais adequado para este estudo. A seguir um quadro com os resultados dos testes feitos:

Quadro 2 - Resultados dos testes para o modelo dos estados

Teste F	Teste de Hausman	Teste de Breusch-Pagan
Hipótese nula: Os grupos têm um intercepto comum	Hipótese nula: As estimativas MQG são consistentes	Hipótese nula: Variância do erro de unidade-específica = 0
Estatística de teste: $F(26, 429) = 121,641$	Estatística de teste assintótica: Qui-quadrado(3) = 236,741	Estatística de teste assintótica: Qui-quadrado(1) > 983,1
p-valor = 6,972e-180	p-valor = 4,82322e-51	p-valor = 8,46819e-216

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Analisando os resultados da esquerda para a direita do quadro acima, observa-se que o Teste F rejeita a hipótese nula a uma significância estatística de 1%, pois o p-valor é menor do que 0,01, portanto entre os Modelos de Dados Empilhados e Efeitos Fixos, este último é o escolhido. Depois disso, analisa-se o Teste de Hausman e esse rejeita a hipótese nula a significância de 1%, assim o

Modelo de Efeitos Fixos é o preferido em comparação com o de Efeitos Aleatórios. Por último, o Teste de Breusch-Pagan rejeita que a variância do erro seja igual a zero ao nível de 1% de significância, indicando assim que o modelo de efeitos aleatórios é preferido ao modelo pooled. Entretanto, os efeitos fixos são preferidos nos dois testes anteriores a este e assim, o foco da análise será nos resultados do Modelo de Efeitos Fixos, pois os testes realizados mostram que há heterogeneidade entre os indivíduos, que nesse caso são os estados.

Abaixo, os resultados encontrados para efeitos fixos:

Tabela 4 - Resultados para base completa para o Modelo de Efeitos Fixos

Variável	Efeitos Fixos				
Constante média	17,6653*** (22,01)				
log (Elet. industrial)	0,142005*** (7,767)				
log (População)	0,278063*** (4,802)				
Educação	0,113723*** (22,03)				
R ²	0,993752				
N	459				
Constante para cada unidade					
Rondônia	17,19239	Ceará	17,75008	Rio de Janeiro	18,78207
Acre	16,76075	Rio Grande do Norte	17,30413	São Paulo	19,31341
Amazonas	17,54869	Paraíba	17,24438	Paraná	18,36333
Roraima	16,64087	Pernambuco	17,81722	Santa Catarina	18,06515
Pará	17,57183	Alagoas	17,16476	Rio Grande do Sul	18,39584
Amapá	16,64988	Sergipe	17,06279	Mato Grosso do Sul	17,5748
Tocantins	17,00273	Bahia	18,06707	Mato Grosso	17,73948
Maranhão	17,29541	Minas Gerais	18,47811	Goiás	17,9246
Piauí	17,1745	Espírito Santo	17,67464	Distrito Federal	18,405

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

A regressão desse modelo contém todos os estados mais o Distrito Federal sem diferenciar as regiões, assim esse modelo possui 459 observações (27 unidades de corte multiplicadas pelo comprimento da série temporal, 17). Da tabela

acima, observa-se que para o modelo de efeitos fixos o R^2 é de 0,99, ou seja, esse modelo consegue explicar cerca de 99% do PIB dos estados. Esse modelo também contém variáveis estatisticamente significantes aos nível de 1%, pois o p-valor de cada uma delas é menor do que 0,01. Isso pode ser observado pelos 3 asteriscos ao lado de cada coeficiente.

Nesse modelo, o coeficiente do capital físico e da população mede como uma variação percentual dessas variáveis afetam o PIB dos estados, ou seja, mede a elasticidade, pois tanto as variáveis independentes quanto a variável dependente estão logaritimizadas. O logaritmo da eletricidade industrial tem relação positiva com o logaritmo do PIB, assim um incremento de 1% aumentaria a produtividade em aproximadamente 0,14%. Esse comportamento está de acordo com a teoria de Solow e próximo ao observado no trabalho de Lau *et al* (1993). Aqui, a população possui comportamento positivo com o PIB de cada estado. Sendo assim, um crescimento populacional de 1% aumentaria o produto em cerca de 0,28%.

Por último, os anos de escolaridade da população com 25 anos e mais impactam a renda positivamente, sendo que esta variável varia de forma absoluta, enquanto que o impacto na renda será em percentual, pois para esse caso apenas a variável dependente está em log. Com isso, o aumento de 1 ano de estudos gera uma expansão na produção de aproximadamente 11%. Portanto, se Alagoas, que obteve a pior média de escolaridade (7,5), aumentar em 4 anos essa média, ou seja, alcançar o Distrito Federal (11,5) que tem a maior índice, o estado alagoano teria sua sua renda incrementada em 44%, mantendo os outros fatores fixos. Desta forma, sua renda saltaria de R\$ 11.650,92 para R\$ 16.777,32, ultrapassando o PIB *per capita* médio da região Norte (R\$ 15.606,10). Esse mesmo exercício fazendo o índice nordestino (7,99) alcançar a média nacional (9,05), elevaria a renda média dessa região para R\$ 13.019,47, reduzindo sua diferença para as outras regiões, embora ainda distante. Portanto, nesse modelo a *proxy* para educação se comporta da maneira prevista pela teoria do capital humano.

Ao trabalhar com o modelo de efeitos fixos, pode-se notar que cada estado possui uma constante para si mesmo, capturando as diferenças existentes entre eles. Roraima, possui a menor constante (16,64), enquanto São Paulo ostenta a maior (19,31), isso indica que outros fatores não captados por este modelo fazem o estado paulista ter uma renda superior à de Roraima.

Todas as variáveis possuem relações positivas com o PIB, ou seja, incrementos nas variáveis aumentam o crescimento da renda. Portanto, o modelo está de acordo com a teoria do capital humano, cujo impacto da educação repercute positivamente na renda. Apesar de utilizar o modelo de efeitos fixos, nota-se que o comportamento das variáveis foi de encontro com o modelo *cross section*, apresentado por Lau *et al* (1993).

4.3.2 Regressões para cada base regional

Nesta subseção é apresentado o resultado para as regressões de cada região utilizando os modelos para dados em painel, assim como Viana e Lima (2011) fizeram para as mesorregiões do Paraná. Desta forma, os autores compararam os efeitos das variáveis em cada mesorregião paranaense. Nesse modelo, a base de dados de cada região contou com seus respectivos estados nas regressões. Para este trabalho, essas regressões são um exercício pelo fato de que as mesorregiões continham mais unidades de corte. A título de comparação, a mesorregião do Paraná com menos unidades tinha 14 municípios, enquanto que neste trabalho, a região com mais indivíduos é a nordestina contendo 9 estados.

Novamente usa testes para indicação do modelo adequado entre os três disponíveis para dados em painel. Na tabela seguinte, os resultados:

Tabela 5 - Resultados dos testes dos modelos para as regiões

Região	Teste					
	Teste F	P-valor	Teste de Hausman	P-valor	Teste de Breusch-Pagan	P-valor
Norte	F(6, 109) = 23,6716	9,28E-18	1,29393	0,730575	261,98	6,35E-59
Nordeste	F(8, 141) = 20,867	1,27E-20	20,3003	0,000147074	223,565	1,51E-50
Sudeste	F(3, 61) = 63,2493	1,04E-18				
Sul	F(2, 45) = 7,65077	0,00138004				
Centro Oeste	F(3, 61) = 70,9491	7,17E-20				

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Nota-se que Sudeste, Sul e Centro Oeste contém apenas o teste F, isto ocorre devido a falta de graus de liberdade para poder estimar o modelo de efeitos aleatórios. Para essas regressões, os testes F rejeitam a hipótese nula a uma significância estatística de 1% em todas as regressões, pois o p-valor é menor do que 0,01, sendo assim os Modelos de Efeitos Fixos são escolhidos perante os de Modelos de Dados Empilhados e Efeitos Fixos. Agora, pelo exame do Teste de Hausman, percebe-se que este rejeita a hipótese nula a significância de 1% para o modelo do Nordeste, assim o Modelo de Efeitos Fixos é o preferido em comparação com o de Efeitos Aleatórios, entretanto, para o Norte o Teste não rejeita a hipótese nula, pois seu p-valor indicou aproximadamente 0,73, então o Modelo de Efeitos Aleatórios é o preferido para este caso. Para as demais regiões, não é possível estimar o Modelo de Efeitos Aleatórios, com isso, utiliza-se o de Efeitos Fixos. Portanto, os testes indicam efeitos fixos para o Nordeste, Sudeste, Sul e Centro Oeste com exceção do Norte, cujo teste apontou para efeitos aleatórios. Sendo assim, esta é a única região que os resultados do Modelo de Efeitos Aleatórios serão analisados, enquanto as outras serão examinados os resultados do Modelo de Efeitos Fixos. Desta forma, optou-se por fazer uma tabela com os resultados de efeitos fixos e outra separada para o Norte contendo os resultados do modelo aleatório. Abaixo as duas tabelas com os resultados:

Tabela 6 - Resultados para as regiões para modelo de efeitos fixos

Variável	Efeitos Fixos			
	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro Oeste
Constante média	21,1023*** (6,587)	19,2409*** (3,075)	23,8158*** (5,417)	26,3907*** (7,573)
Elet. industrial	0,0586705** (7,03)	0,734015*** (7,03)	0,522821*** (4,293)	0,318437*** (5,389)
População	0,104348 (0,4867)	-0,341784 (-0,8166)	-0,438125 (-1,334)	-0,47645* (-1,866)
Educação	0,141291*** (16,37)	0,0720937*** (4,678)	0,0736702*** (4,609)	0,138738*** (7,363)
R	0,978493	0,992476	0,938244	0,970856
N	153	68	51	68

(Continua)

Constante para cada unidade

Maranhão	21,09579	Espírito Santo	18,2103
Piauí	20,60418	Rio de Janeiro	19,87592
Ceará	21,53008	São Paulo	19,96097
Rio Grande do Norte	20,85448	Paraná	23,97153
Paraíba	20,84312	Santa Catarina	23,40242
Pernambuco	21,62466	Rio Grande do Sul	24,0734
Alagoas	20,76711	Mato Grosso do Sul	25,88822
Sergipe	20,54593	Mato Grosso	26,13715
Bahia	22,05569	Goiás	26,71299
Minas Gerais	18,91627	Distrito Federal	26,82444

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Tabela 7 - Resultados para as regiões para modelo de efeitos aleatórios

Região	Efeitos Aleatórios				
	Constante	Eletricidade	População	Educação	N
Norte	15,3105*** (25,49)	0,279306*** (8,006)	0,30516*** (9,503)	0,069532*** (5,153)	119

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

O Norte apresenta todas as variáveis estatisticamente significantes ao nível de 1% para o Modelo de Efeitos Aleatórios e as variáveis possuem os sinais esperados. Os resultados mostram que para essa região, um aumento de 1% do capital físico incrementa 0,28% o produto e um ano a mais de escolaridade média contribuiria positivamente com cerca de 6,95%. Já para a população, um aumento de 1% acarreta em ganho de 0,30% da renda.

Os coeficientes para o Nordeste no Modelo de Efeitos Fixos apresentaram significância estatística para 5% na variável de capital físico, enquanto para a constante e educação nível foi de 1%. A população não se mostrou estatisticamente significativa. Para essa região os sinais são positivos, além de possuir um R quadrado de 0,98, ou seja, 98% da renda *per capita* pode ser explicada por esse modelo. O capital físico para essa região teve o menor coeficiente comparado com as outras regiões, apresentando 0,06, isto é, um aumento de 1% desse capital impacta o PIB *per capita* em 0,06%, mostrando que esse tipo de capital possui uma importância menor para o Nordeste. Por outro lado, o capital humano possui maior

relevância, com o Nordeste ostentando o maior coeficiente comparado com as outras regiões, sendo assim, um ano extra de escolaridade acarreta um impacto positivo de aproximadamente 14,13% para o PIB nordestino, desta forma investir em educação é uma ferramenta a ser considerada para reduzir as diferenças de renda entre o Nordeste e o resto do país. Tomando o exemplo anterior do Alagoas incrementando 4 anos a escolaridade média, o PIB desse estado se elevaria em 56,52%, ou seja, a sua renda *per capita* seria de aproximadamente R\$ 18.236,02, valor superior ao encontrado no outro modelo.

Agora, examinando o Sudeste, observa-se que a população não é estatisticamente significativa e apresenta sinal negativo. As outras variáveis são estatisticamente significantes ao nível de 1% e possuem os sinais esperados. Este modelo obteve um R-quadrado de 0,99, ou seja, consegue explicar a renda em aproximadamente 99%. Como destaque, aparece o capital físico, pois o do Sudeste dispõe do maior coeficiente entre todas as regiões, alcançando cerca de 0,73, logo um aumento de 1% de capital levaria a uma adição de 0,73% do PIB. A educação possui um efeito de elevar a renda em 7,21% para cada ano a mais de estudo.

O Sul detém três variáveis estatisticamente significantes ao nível de 1%, constante, educação e consumo de eletricidade industrial. Já a população não possui significância, inclusive essa apresenta relação negativa com o PIB. Para essa região o modelo apresenta um R-quadrado de 0,94, ou seja, explica cerca de 94% o comportamento do produto. O coeficiente do capital físico se encontra como segundo melhor entre as regiões, tendo 0,52. Diante disso, uma elevação de 1% desse capital, evolui a renda em 0,52%. Para o capital humano, o incremento seria de aproximadamente 7,37% para cada ano extra de escolaridade média.

Por fim, o Centro Oeste contém a população com significância estatística de 10%, enquanto as demais variáveis são estatisticamente significantes ao nível de 1% e o modelo consegue explicar o comportamento do regressando em cerca de 97%, pois o R- quadrado é de 0,97. As variáveis para capital físico e humano reagem de forma esperada impactando o PIB positivamente, mas a população atua de forma negativa. Assim, o Centro Oeste, mesmo possuindo baixo nível populacional, necessita estar atento à questão do aumento de sua população. Agora, observando o capital físico e humano, o primeiro apresenta coeficiente de 0,32, ou seja, aumentando este em 1%, a renda reage positivamente em 0,32%,

enquanto que para o capital humano um ano a mais de estudo acarreta em acréscimo de 13,87% a esta renda, que é o segundo maior impacto entre as regiões.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho buscou investigar a influência do capital humano e físico na determinação da renda dos estados e regiões brasileiras. Pela análise estatística, constatou-se desigualdades entre os estados e regiões. Ao examinar as variações das variáveis de 2001 para 2019, encontra-se que o Nordeste obteve destaque no avanço da melhoria de seu capital humano e com isso, também obteve o maior ganho de renda *per capita* entre as regiões. Isso é um indicativo que os esforços nordestinos para diminuir as desigualdades em capital humano estão dando frutos também na renda.

O Centro Oeste, não apresentou grandes níveis de capital físico, entretanto foi a região que conseguiu mais avançar nessa área, além de alcançar variação positiva para o seu capital humano e como consequência conquistou a segunda maior variação de renda *per capita*, alcançando a primeira colocação entre as regiões. Isso demonstra que o capital físico também possui importância no crescimento do produto das regiões.

Com bons índices para os capitais físico e humano, Sul e Sudeste, assim como o Centro Oeste, também apresentaram rendas *per capita* acima da média brasileira. Isso corrobora que ambos os capitais são importantes para o crescimento da renda.

Há também desigualdades dentro das próprias regiões, como por exemplo, o Acre que apresentou a pior renda *per capita* da região Norte, com diferença de R\$ 6.747,86 para Roraima, estado com maior PIB *per capita* dessa região, além do melhor índice de escolaridade do Norte e menor população do Brasil. Portanto, é essencial que o capital humano esteja em níveis elevados para apresentar bons resultados para as rendas.

Pela parte econométrica, como resultado, o modelo com todos os estados encontrou que um acréscimo de 1 ano a mais de escolaridade para as pessoas com 25 anos e mais impacta o PIB positivamente em cerca de 11,37%. Além disso, o capital físico também atua positivamente sobre a renda, sendo que um incremento de 1% dessa variável aumentava o PIB em 0,14%. Por fim, um aumento populacional de 1% expande esse PIB cerca de 0,28%. Nota-se, desta forma que essas variáveis apresentaram o comportamento esperado pela Teoria - que todas influenciam positivamente no crescimento do produto - e assim também corrobora o

capital humano como fator importante para o acréscimo de renda nos estados, assim como capital físico e aumentos populacionais.

Dentro da perspectiva de regressões para cada região, o Nordeste e Centro Oeste apresentaram os maiores coeficiente para a educação, demonstrando que para essas duas regiões esse é um aspecto que merece atenção, pois pode ser uma forma eficiente de aumentar a renda deles, principalmente para o Nordeste, que apresenta a pior média de escolaridade, sendo a única região abaixo da média nacional e assim possui o maior espaço de crescimento. Já para o Sul e Sudeste o retorno do capital físico se destaca comparado aos demais, o que pode indicar que é interessante para essas regiões, principalmente o Sudeste, investir em capital físico. Pela análise do efeito do crescimento populacional, o Centro Oeste precisa de atenção, pois a população pode impactar negativamente o produto.

Foi visto que em todos os métodos e modelos as variáveis dos capitais se comportaram de acordo com as teorias de Solow e do capital humano, ou seja, capital físico e humano impactam positivamente o PIB.

Conclui-se, então, que todas as regiões devem investir em capital físico e humano. O Nordeste, em especial, necessita de investimentos que façam com que sua população fique mais tempo na escola, pois foi a região com pior média de escolaridade, além de pior PIB *per capita*. Ao reduzir a desigualdade existente na educação entre essa região e as demais, a sua renda deve aumentar, conseqüentemente seu produto *per capita* também, mantendo as outras variáveis constantes. Como o capital humano obteve destaque, a política de redução de gastos em educação pode ser prejudicial, pois esses cortes podem acarretar em menos quantidades de anos de estudo. Um exemplo de como isso pode ocorrer, é que com menos gastos com educação o governo pode suspender políticas como FIES e PROUNI - que aumentam a quantidade de vagas ao ensino superior - diminuindo o acesso das pessoas a faculdade fazendo com que a média de anos estudados caia e isso, de acordo com essa pesquisa, irá impactar o PIB dos estados e regiões negativamente.

Por fim, destaca-se que este trabalho não abordou a questão da qualidade da educação e seria importante outro estudo que trate dessa área, pois a qualidade pode influenciar não somente na renda, mas como também na formação de indivíduos críticos que sabem seus direitos e deveres. Portanto, tais cortes no orçamento educacional podem ser ainda mais nocivos do que apenas redução do

tempo de escolaridade e conseqüentemente na renda, podendo atingir também questões sociais do país.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Aléssio Tony Cavalcanti de; CUNHA, Margarida Noélia de Aguiar. Eficiência dos gastos públicos em educação infantil e ensino fundamental dos municípios nordestinos: 2007 - 2013. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 48, n. 4, p. 55-71, out. 2017. Disponível em: <<https://www.bnb.gov.br/revista/index.php/ren/article/view/433>. Acesso em: 18 jul. 2021>.
- BARBOSA, Vanecilda de Sousa; LEMOS, José Sousa. Diferencial de capital humano induzem desigualdades de produtividade do trabalho entre os estados brasileiros. **Desenvolvimento em Debate**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 11-27, nov. 2019.
- BENHABIB, Jess; SPIEGEL, Mark M.. The role of human capital in economic development evidence from aggregate cross-country data. **Journal Of Monetary Economics**, [S.L.], v. 34, n. 2, p. 143-173, out. 1994. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0304-3932\(94\)90047-7](http://dx.doi.org/10.1016/0304-3932(94)90047-7).
- BONDEZAN, Kezia de Lucas; DIAS, Joilson. CRESCIMENTO ECONÔMICO NO BRASIL: uma abordagem sobre o papel da acumulação de capital físico e humano. **Revista de Economia**, [S.L.], v. 42, n. 3, p. 0-0, 31 dez. 2016. Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/re.v42i3.51619>. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/economia/article/view/51619#:~:text=Resumo,anos%20de%202001%20a%202008>>.. Acesso em: 17 abr. 2022.
- BRASIL. Consultoria de Orçamento e Fiscalização Financeira. Câmara dos Deputados. **Informativo técnico**. 6. ed. Brasília: [S/l], 2019. Disponível em: <https://download.uol.com.br/files/2019/05/2761014292_educacao.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2021.
- BUSSAB, Wilton de O.; MORETTIN, Pedro A.. **Estatística básica**. 6. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.
- CADAVAL, Audrei Fernandes. **Qualidade da educação fundamental e sua relação com o crescimento econômico**. 2010. 2012 f. Tese (Doutorado) - Curso de Economia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/27163>. Acesso em: 27 jul. 2021.
- CUNHA, Aline Francielly; NUNES, Stephano Farias. Educação e Crescimento Econômico: análise dos municípios da região dos campos gerais do paraná. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, [S.L.], v. 17, n. 3, p. 232, 31 ago. 2016. Editora e Distribuidora Educacional. Disponível em: <https://revista.pgsskroton.com/index.php/ensino/article/view/4161>. Acesso em: 20 out. 2022.

DEMO, Pedro. **Educação e qualidade**. 11. ed. Campinas: Papirus Editora, 2007.

DIAS, Joilson; DIAS, Maria Helena Ambrósio; LIMA, Fernandina Fernandes. Crescimento econômico e nível de escolaridade: teoria e estimativas dinâmicas em painel de dados. XXXIII Encontro Nacional de Economia ANPEC, Natal, 2005.

FREUND, John E.. **Estatística aplicada: economia, administração e contabilidade**. 11. ed. São Paulo: Bookman Companhia Editora, 2006.

GIL, Antônio Carlos. Pesquisa Social. In: GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2016. p. 26-32.

GUJARATI, Damodar N.; PORTER, Dawn C.. **Econometria básica**. 5. ed. Porto Alegre: Amgh Editora Ltda, 2011.

HANUSHEK, Eric A.; WÖßMANN, Ludger. The Role of Education Quality in Economic Growth. **World Bank Policy Research Working Paper**, Washington D.C, v. [/], n. 4122, p. 1-94, fev. 2007. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/7154>. Acesso em: 26 ago. 2021.

JONES, Charles I.. **Introdução a teoria do crescimento econômico**. [S/I]: Elsevier, 2000.

LAU, Lawrence J.; JAMISON, Dean T.; LIU, Shu-Cheng; RIVKIN, Steven. Education and economic growth Some cross-sectional evidence from Brazil. **Journal Of Development Economics**, [S.L.], v. 41, n. 1, p. 45-70, jun. 1993. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0304-3878\(93\)90036-m](http://dx.doi.org/10.1016/0304-3878(93)90036-m). Disponível em: <<https://www.sciencedirect.ez11.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/030438789390036M>>. Acesso em: 10 abr. 2022.

LINS, Leonardo Melo. Educação, qualificação, produtividade e crescimento econômico: a harmonia colocada em questão. In: ANAIS DO I CIRCUITO DE DEBATES ACADÊMICOS, 1., 2012, Brasília. **Anais [...]**. Brasília: Ipea, 2012. p. 1-17. Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/code2011/chamada2011/pdf/area3/area3-artigo5.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2021.

MANKIW, N. G.; ROMER, D.; WEIL, D. N.. A Contribution to the Empirics of Economic Growth. **The Quarterly Journal Of Economics**, [S.L.], v. 107, n. 2, p. 407-437, 1 maio 1992. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.2307/2118477>.

MANKIW, N. Gregory. **Macroeconomia**. 8. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2015.

MARTIN, M. A. G.; HERRANS, A. A. Human Capital and Economic Growth in Spanish Regions. **IAER - International Advances in Economic Research**, Saint Louis: International Atlantic Economic Society, v.10, n.4, p.257-264, Nov. 2004.

PENNA, Christiano Modesto *et al.* Decomposição do crescimento da economia do Ceará: análises dos fatores e dos setores (1987-2015). **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 51, n. 4, p. 9-30, out. 2020. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/revista/index.php/ren/article/view/1012>. Acesso em: 15 dez. 2022.

PEREIRA, André da Silva. **Uma análise do capital humano e crescimento econômico brasileiro no período de 1970-2001**. 2004. 148 f. Tese (Doutorado) - Curso de Economia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/4613/000458312.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 05 out. 2022.

PINDYCK, Robert; RUBINFELD, Daniel. **Microeconomia**. 8. ed. São Paulo: Pearson, 2013.

SOUZA, Nali de Jesus de. **Desenvolvimento econômico**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

SOUZA, Mario Romero Pellegrini de. Análise da variável escolaridade como fator determinante do crescimento econômico. **Revista da Fae**, Curitiba, v. 2, n. 3, p. 47-56, set. 1999. <Disponível em: <https://revistafae.fae.edu/revistafae/article/view/520>>. Acesso em: 28 jul. 2021.

SCHULTZ, Theodore W.. Investment in Human Capital. **The American Economic Review**, [S. L.], v. 51, n. 1, p. 1-17, mar. 1961. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/1818907>>. Acesso em: 30 jun. 2021.

SCHULTZ, Theodore W.. Reflections of investment in man. **The Journal Of Political Economy**, Chicago, v. 70, n. 5, p. 1-8, out. 1962. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1829102>. Acesso em: 07 jul. 2021.

TREVISAN, Rosana (ed.). **Michaelis Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa**. [S/l]: Melhoramentos, 2015. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/busca?id=QX0y>. Acesso em: 01 set. 2021.

VASCONCELLOS, Marco Antonio Sandoval de *et al.* **Manual de Macroeconomia: nível básico e nível intermediário**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

VIANA, Giomar; LIMA, Jandir Ferrera de. Capital humano e crescimento econômico. **Interações**, Campo Grande, v. 11, n. 2, p. 137-148, dez. 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/inter/a/srrRFK6rcbj7gwW6GMyVNHK/?lang=pt.>>. Acesso em: 28 jun. 2021.

VIANA, Giomar; LIMA, Jandir Ferreira de. Capital humano e crescimento econômico: o caso da economia paranaense no início do século xxi. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, v. 1, n. 116, p. 139-167, 24 out. 2011. Disponível em: <https://ipardes.emnuvens.com.br/revistaparanaense/article/view/315/345>. Acesso em: 07 out. 2022.

WOOLDRIDGE, Jeffrey M.. **Introdução à econometria**: uma abordagem moderna. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

ANEXO A - RESULTADO DA REGRESSÃO DA BASE COM TODOS OS ESTADOS

Modelo 1: Efeitos-fixos, usando 459 observações

Incluídas 27 unidades de corte transversal

Comprimento da série temporal = 17

Variável dependente: l_PIB

	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor	
const	17,6653	0,802763	22,01	2,18e-072	***
Educacao	0,113723	0,00516199	22,03	1,68e-072	***
l_Eletricidade	0,142005	0,0185213	7,667	1,19e-013	***
l_Populacao	0,278063	0,0579023	4,802	2,17e-06	***
Média var. dependente	24,67140	D.P. var. dependente		1,243948	
Soma resid. quadrados	4,428169	E.P. da regressão		0,101598	
R-quadrado LSDV	0,993752	Dentro de R-quadrado		0,750306	
F(29, 429) LSDV	2352,787	P-valor(F)		0,000000	
Log da verossimilhança	413,8314	Critério de Akaike		-767,6628	
Critério de Schwarz	-643,7913	Critério Hannan-Quinn		-718,8805	
rô	0,628764	Durbin-Watson		0,694396	

Teste conjunto nos regressores designados -

Estatística de teste: $F(3, 429) = 429,702$

com p-valor = $P(F(3, 429) > 429,702) = 7,95851e-129$

Teste para diferenciar interceptos de grupos -

Hipótese nula: Os grupos têm um intercepto comum

Estatística de teste: $F(26, 429) = 121,641$

com p-valor = $P(F(26, 429) > 121,641) = 6,972e-180$

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

ANEXO B - RESULTADO DA REGRESSÃO COM BASE DO CENTRO OESTE

Modelo 1: Efeitos-fixos, usando 68 observações

Incluídas 4 unidades de corte transversal

Comprimento da série temporal = 17

Variável dependente: l_PIB

	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor	
const	26,3907	3,48506	7,573	2,40e-010	***
Educacao	0,138738	0,0188425	7,363	5,50e-010	***
l_Eletricidade	0,318437	0,0590943	5,389	1,21e-06	***
l_Populacao	-0,476450	0,255342	-1,866	0,0669	*
Média var. dependente	24,91809	D.P. var. dependente		0,468580	
Soma resid. quadrados	0,428740	E.P. da regressão		0,083836	
R-quadrado LSDV	0,970856	Dentro de R-quadrado		0,873870	
F(6, 61) LSDV	338,6727	P-valor(F)		7,13e-45	
Log da verossimilhança	75,77016	Critério de Akaike		-137,5403	
Critério de Schwarz	-122,0038	Critério Hannan-Quinn		-131,3843	
rô	0,508129	Durbin-Watson		0,883650	

Teste conjunto nos regressores designados -

Estatística de teste: $F(3, 61) = 140,876$

com p-valor = $P(F(3, 61) > 140,876) = 2,22088e-27$

Teste para diferenciar interceptos de grupos -

Hipótese nula: Os grupos têm um intercepto comum

Estatística de teste: $F(3, 61) = 70,9491$

com p-valor = $P(F(3, 61) > 70,9491) = 7,17264e-20$

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

ANEXO C - RESULTADO DA REGRESSÃO COM BASE DO NORDESTE

Modelo 1: Efeitos-fixos, usando 153 observações

Incluídas 9 unidades de corte transversal

Comprimento da série temporal = 17

Variável dependente: l_PIB

	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor	
const	21,1023	3,20360	6,587	8,26e-010	***
Educacao	0,141291	0,00862975	16,37	2,02e-034	***
l_Eletricidade	0,0586705	0,0233935	2,508	0,0133	**
l_Populacao	0,104348	0,214419	0,4867	0,6273	
Média var. dependente	24,37258	D.P. var. dependente		0,646184	
Soma resid. quadrados	1,364991	E.P. da regressão		0,098391	
R-quadrado LSDV	0,978493	Dentro de R-quadrado		0,759067	
F(11, 141) LSDV	583,1901	P-valor(F)		1,2e-111	
Log da verossimilhança	143,9281	Critério de Akaike		-263,8562	
Critério de Schwarz	-227,4909	Critério Hannan-Quinn		-249,0840	
rô	0,665188	Durbin-Watson		0,646999	

Teste conjunto nos regressores designados -

Estatística de teste: $F(3, 141) = 148,075$

com p-valor = $P(F(3, 141) > 148,075) = 2,20619e-43$

Teste para diferenciar interceptos de grupos -

Hipótese nula: Os grupos têm um intercepto comum

Estatística de teste: $F(8, 141) = 20,867$

com p-valor = $P(F(8, 141) > 20,867) = 1,27064e-20$

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

ANEXO D - RESULTADO DA REGRESSÃO COM BASE DO NORTE

Modelo 1: Efeitos-aleatórios (GLS), usando 119 observações

Incluídas 7 unidades de corte transversal

Comprimento da série temporal = 17

Variável dependente: l_PIB

	coeficiente	erro padrão	z	p-valor	
const	15,3105	0,600743	25,49	2,82e-143	***
Educacao	0,0695320	0,00868545	8,006	1,19e-015	***
l_Eletricidade	0,279306	0,0293900	9,503	2,03e-021	***
l_Populacao	0,305160	0,0592148	5,153	2,56e-07	***
Média var. dependente	23,45568	D.P. var. dependente		0,932841	
Soma resid. quadrados	2,260969	E.P. da regressão		0,139611	
Log da verossimilhança	66,96445	Critério de Akaike		-125,9289	
Critério de Schwarz	-114,8124	Critério Hannan-Quinn		-121,4148	
rô	0,620461	Durbin-Watson		0,740576	

'Por entre' a variância = 0,0208307

'Por dentro' da variância = 0,00857052

teta utilizado para quasi-desmediação = 0,846279

corr(y, yhat)^2 = 0,978995

Teste conjunto nos regressores designados -

Estatística de teste assintótica: Qui-quadrado(3) = 846,294

com p-valor = 3,94281e-183

Teste de Breusch-Pagan -

Hipótese nula: Variância do erro de unidade-específica = 0

Estatística de teste assintótica: Qui-quadrado(1) = 261,98

com p-valor = 6,35089e-59

Teste de Hausman -

Hipótese nula: As estimativas GLS são consistentes

Estatística de teste assintótica: Qui-quadrado(3) = 1,29393

com p-valor = 0,730575

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

ANEXO E - RESULTADO DA REGRESSÃO COM BASE DO SUDESTE

Modelo 1: Efeitos-fixos, usando 68 observações

Incluídas 4 unidades de corte transversal

Comprimento da série temporal = 17

Variável dependente: l_PIB

	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor	
const	19,2409	6,25692	3,075	0,0031	***
Educacao	0,0720937	0,0154104	4,678	1,65e-05	***
l_Eletricidade	0,734015	0,104407	7,030	2,06e-09	***
l_Populacao	-0,341784	0,418542	-0,8166	0,4173	
Média var. dependente	26,35044	D.P. var. dependente		1,018802	
Soma resid. quadrados	0,523216	E.P. da regressão		0,092614	
R-quadrado LSDV	0,992476	Dentro de R-quadrado		0,679310	
F(6, 61) LSDV	1341,135	P-valor(F)		8,59e-63	
Log da verossimilhança	68,99933	Critério de Akaike		-123,9987	
Critério de Schwarz	-108,4621	Critério Hannan-Quinn		-117,8426	
rô	0,538662	Durbin-Watson		0,790987	

Teste conjunto nos regressores designados -

Estatística de teste: $F(3, 61) = 43,0715$

com p-valor = $P(F(3, 61) > 43,0715) = 4,51611e-15$

Teste para diferenciar interceptos de grupos -

Hipótese nula: Os grupos têm um intercepto comum

Estatística de teste: $F(3, 61) = 63,2493$

com p-valor = $P(F(3, 61) > 63,2493) = 1,04082e-18$

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

ANEXO F - RESULTADO DA REGRESSÃO COM BASE DO SUL

Modelo 1: Efeitos-fixos, usando 51 observações

Incluídas 3 unidades de corte transversal

Comprimento da série temporal = 17

Variável dependente: l_PIB

	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor	
const	23,8158	4,39614	5,417	2,27e-06	***
Educacao	0,0736702	0,0159837	4,609	3,34e-05	***
l_Eletricidade	0,522821	0,121774	4,293	9,25e-05	***
l_Populacao	-0,438125	0,328540	-1,334	0,1891	
Média var. dependente	25,83692	D.P. var. dependente		0,269974	
Soma resid. quadrados	0,225057	E.P. da regressão		0,070720	
R-quadrado LSDV	0,938244	Dentro de R-quadrado		0,814914	
F(5, 45) LSDV	136,7350	P-valor(F)		4,90e-26	
Log da verossimilhança	65,92648	Critério de Akaike		-119,8530	
Critério de Schwarz	-108,2620	Critério Hannan-Quinn		-115,4237	
rô	0,224017	Durbin-Watson		1,129760	

Teste conjunto nos regressores designados -

Estatística de teste: $F(3, 45) = 66,0434$

com p-valor = $P(F(3, 45) > 66,0434) = 1,61894e-16$

Teste para diferenciar interceptos de grupos -

Hipótese nula: Os grupos têm um intercepto comum

Estatística de teste: $F(2, 45) = 7,65077$

com p-valor = $P(F(2, 45) > 7,65077) = 0,00138004$

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)