



Universidade de Brasília
Faculdade de Administração, Economia e Ciências Contábeis
Departamento de Economia

Maria Luísa Guimarães de Barros

Capital Humano e Crescimento Econômico nos Estados brasileiros (2012-2019)

Trabalho de Conclusão de Curso

Brasília
2024

Maria Luísa Guimarães de Barros

Capital Humano e Crescimento Econômico nos Estados brasileiros (2012-2019)

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Economia da Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão Pública, Departamento de Economia, da Universidade de Brasília, como requisito para obtenção do grau de bacharel em Economia

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Ramos

Brasília

2024

Resumo

O objetivo do presente trabalho é trazer uma análise do crescimento econômico nos estados brasileiros sob a perspectiva do capital humano - em especial pela aplicação do modelo MRW. Para isso, foram realizadas exposições das principais teorias que norteiam o tema, bem como análises descritivas e econométricas de dados referentes ao período de 2012 a 2019. Os resultados encontrados indicam que o capital humano apresenta impacto significativo na constituição do PIB per capita dos estados. Além disso, há fortes indícios de convergência - tanto condicional quanto incondicional para o período observado.

Palavras-chave: Capital humano. Modelo MRW. Crescimento econômico.

Abstract

The objective of this study is to analyze economic growth in Brazilian states from the perspective of human capital, specifically through the application of the MRW model. To this end, an overview of key theories on the subject was provided, along with descriptive and econometric analyses of data from 2012 to 2019. The findings indicate that human capital has a significant impact on the formation of states' per capita GDP. Additionally, there is strong evidence of both conditional and unconditional convergence for the period observed.

Keywords: Human capital. MRW model. Economic growth.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Evolução do PIB per Capita Relativo	25
Figura 2 – Taxa de variação média do PIB per Capita	26
Figura 3 – Relação entre PIB per Capita (2012) e Taxa de Variação do PIB per Capita .	27
Figura 4 – Relação entre PIB per Capita e Rendimento per Capita para o ano de 2019 .	28
Figura 5 – Relação entre Capital Humano e PIB per Capita para o ano de 2019	31
Figura 6 – Relação entre Capital Humano e Rendimento per Capita para o ano de 2019	32
Figura 7 – Consumo de Energia Industria per Capita em 2019	33

Lista de tabelas

Tabela 1 – Variáveis utilizadas na análise	20
Tabela 2 – PIB per Capita nas Unidades Federativas	24
Tabela 3 – PIB per Capita e Renda per Capita regionais em 2019 em relação à média nacional	28
Tabela 4 – Capital Humano nas Unidades Federativas	30
Tabela 5 – Regressões	35
Tabela 6 – Convergência Beta	37

Sumário

1	Introdução	7
2	Fundamentação Conceitual	8
2.1	Referencial Teórico	8
2.2	Revisão de Literatura	11
2.2.1	Teoria do Capital Humano	11
2.2.2	Teorias do Crescimento Econômico	14
2.2.2.1	Modelo de Solow	14
2.2.2.2	Modelo de Romer	16
2.2.2.3	Modelo de Solow com capital humano	18
3	Metodologia	20
3.1	Base de Dados	20
3.2	Regressões	21
4	Análise e Resultados	23
4.1	Análise Descritiva	23
4.2	Resultados	34
5	Conclusão	39
6	Referências Bibliográficas	40

1 Introdução

As teorias de crescimento econômico têm como objetivo explicar os fatores que permitem o desenvolvimento sustentável das economias ao longo do tempo. Desde as primeiras formulações, economistas têm investigado os elementos fundamentais que impulsionam o crescimento, como o capital físico, o trabalho e o progresso tecnológico.

Nessa direção, o conceito de capital humano desempenha um papel crucial nas teorias modernas de crescimento econômico e tem destaque devido à sua importância para a produtividade, inovação e competitividade de uma economia. Aqui, a ideia de capital humano refere-se ao conjunto de habilidades, conhecimentos e competências que os indivíduos adquirem e acumulam ao longo da vida, contribuindo para sua capacidade produtiva.

Dessa maneira, a inclusão do capital humano nas teorias de crescimento representa uma mudança importante no entendimento sobre como as economias crescem e se desenvolvem. Enquanto Solow (1956) estabeleceu uma base sólida ao tratar o progresso tecnológico como fator fundamental do crescimento, Romer (1990) e Mankiw, Romer e Weil (1994) avançaram ao mostrar que o capital humano é essencial nesse processo.

Dada esta contextualização, o presente trabalho tem como objetivo central analisar a relação entre capital humano e crescimento econômico nos estados brasileiros entre 2012 e 2019, utilizando o modelo MRW (1992) como estrutura analítica. O estudo busca entender como a variável capital humano influencia o PIB per capita e o crescimento econômico.

O trabalho é estruturado em cinco capítulos. Logo após esta introdução, o segundo capítulo traz um panorama geral das teorias que embasam o trabalho. Assim, serão introduzidos os principais conceitos sobre capital humano, crescimento econômico e a relação entre estes dois elementos. Também será apresentada uma revisão aprofundada da literatura sobre capital humano e crescimento econômico, destacando estudos relevantes para o contexto brasileiro e internacional.

O terceiro capítulo apresenta a base de dados e variáveis a serem utilizadas na análise. Além disso, a metodologia de análise será descrita, destacando o modelo de regressão escolhido, bem como outras ferramentas econométricas adotadas.

No quarto capítulo, incia-se apresentando uma análise descritiva da base de dados usadas, destacando alguns aspectos do trabalho. Essa análise preliminar permitirá uma compreensão das possíveis relações e padrões existentes nos dados antes da aplicação dos modelos de regressão. Em seguida, serão indicados os resultados das regressões realizadas - o foco estará em examinar a significância da relação entre o capital humano e o crescimento econômico, considerando os achados do modelo MRW.

Por fim, segue-se a conclusão, onde será feita uma síntese dos achados e será realizada uma comparação entre os resultados obtidos e as previsões teóricas, discutindo em que medida os dados observados estão alinhados com a literatura sobre o tema.

2 Fundamentação Conceitual

O presente capítulo proporciona uma análise abrangente das principais teorias que fundamentam a pesquisa, oferecendo uma base teórica para discussões posteriores. Inicialmente, serão explorados os conceitos essenciais de capital humano e crescimento econômico, com ênfase na interconexão entre esses dois elementos e como sua interação pode influenciar o desenvolvimento de uma economia. Em seguida, serão apresentados os diferentes modelos teóricos que associam a acumulação de habilidades, conhecimentos e capacidades da força de trabalho ao crescimento econômico de longo prazo.

2.1 Referencial Teórico

A teoria do capital humano centra-se na noção de que indivíduos podem melhorar sua produtividade a partir da aquisição de habilidades e conhecimentos incorporados por meio da educação. Nesse sentido, o baixo capital humano seria responsável por gerar baixa produtividade e, seguindo a lógica da escola neoclássica, baixos rendimentos (RAMOS, 2012), de forma que o investimento em educação seria capaz de aumentar a renda individual.

De fato, Adam Smith, em 1776, já percebia a educação como um dos fatores responsáveis pelos diferenciais de rendimentos. O autor argumenta que, sendo a formação de trabalhadores qualificados mais cara e prolongada, é natural que a remuneração destes fosse superior à de trabalhadores não qualificados.

Da mesma forma, as primeiras tentativas de formalizar uma teoria do crescimento econômico também remontam ao século XVIII, destacando-se novamente as formulações de Smith em “A Riqueza das Nações”. Para o autor, a acumulação de capital, aliada à divisão do trabalho, era a chave para o desenvolvimento.

A divisão do trabalho permitiria uma produção mais especializada e, conseqüentemente, mais produtiva. Esse aumento de produtividade geraria uma acumulação de capital, que seria, em parte, reinvestida no processo produtivo. Assim, segundo Smith, esse ciclo levaria as economias a um estágio mais desenvolvido.

Nessa direção, apesar da relação entre educação e aumento de renda já estar implícita em textos centrais da economia, é a partir dos anos 1960 que tem início com maior força a formalização da teoria do capital humano.

Autores como Schultz (1961), Becker (1964) e Mincer (1974) foram os principais responsáveis pelas formulações teóricas conhecidas atualmente - o trabalho desses economistas se deu na direção de aprofundar e sistematizar as noções de capital humano dispersas no campo da economia.

Assim, Schultz (1961) discute sobre a omissão do capital humano nas teorias econômicas e como essa exclusão resulta em uma lacuna nas análises de desenvolvimento. De fato, Schultz (1961) destaca que a acumulação de capital físico não seria suficiente para explicar os aumentos

de renda nos países.

Conseqüentemente, Becker (1964) argumenta que esse cenário foi responsável pelo enfoque maior dos economistas em “fatores intangíveis”, a exemplo do capital humano. A atribuição de maior importância ao capital humano seria resultado de inferências empíricas observadas na quase totalidade dos países, de maneira que “provavelmente, a evidência mais impressionante é que pessoas mais altamente educadas e qualificadas quase sempre tendem a ganhar mais do que as outras.” (Becker, 1964, p. 12)

Por fim, para Mincer (1974), apesar da relação entre educação e renda existir e ser positiva, a ligação entre esses dois fatores não se dá de forma direta. Portanto, seu trabalho tem como enfoque a compreensão entre como a distribuição de renda e investimento em capital humano estão relacionados.

Não obstante, é relevante destacar a discussão sobre capital no contexto brasileiro. Nesse sentido, destaca-se o trabalho de Barros (2011) - o autor discute o impacto do capital humano no desenvolvimento brasileiro e na manutenção de disparidades regionais.

Dado que “no Brasil, o retorno da educação é muito elevado, sendo um dos mais altos do mundo.” (Barros, 2011, p. 82), se determinada região concentra quantidade menor de capital humano em relação às outras, esse diferencial pode acabar por acirrar desigualdades já existentes.

As diferentes abordagens explicitadas acima podem ser sintetizadas na importância do capital humano na teoria econômica. Com base nesse arcabouço, a qualificação dos trabalhadores está diretamente ligada à elevação de produtividade, o que deve afetar não só a utilidade individual, via aumento de renda, como também o crescimento sustentável, em um nível macro.

No entanto, para entender os mecanismos que guiam as economias nessa direção, é interessante trazer para a análise os modelos de crescimento.

É interessante iniciar destacando que “na teoria econômica moderna, um modelo é uma representação matemática de algum aspecto da economia.” (Jones, 2000, p. 18). Nesse sentido, a modelagem do crescimento econômico neste trabalho pode ser dividida em duas vertentes - teorias de crescimento exógeno e endógeno.

Contudo, ainda que o crescimento econômico persistisse como um tópico relevante nas ciências econômicas, é a partir de meados do século XX que o tema volta a ganhar destaque com o desenvolvimento de teorias modernas do crescimento. Assim, durante a década de 1940, a principal referência de crescimento utilizada consistia no modelo Harrod-Domar. No modelo em questão, investimento tem papel crucial no crescimento por meio de dois mecanismos.

Em primeiro lugar, o aumento de investimentos seria responsável por aumentar a renda, atuando no lado da demanda através do multiplicador. Não obstante, haveria aumento da produtividade via aumento de estoque do capital, entrando pelo lado da oferta.

Para um crescimento equilibrado, as taxas de poupança e a razão entre renda e capital devem se manter constantes ao longo do tempo. O crescimento seria estável se, e somente se, o produto esperado correspondesse ao produto realizado.

Nesse contexto, como paradigma concorrente, surgem as teorias de crescimento exógeno,

tendo como marco central o modelo de Solow (1956). Os modelos baseados nessa teoria postulam que o produto de uma economia é resultado de uma função de produção com os fatores mão de obra, tecnologia e capital. O crescimento econômico, portanto, seria resultado da acumulação de capital.

Destaca-se que o capital está sujeito à produtividade marginal decrescente. Por essa lógica, à medida que o seu estoque aumenta, a produção aumenta em taxas cada vez menores, de forma que eventualmente a economia atingiria um estado estacionário.

Assim, elementos exógenos, como taxa de crescimento populacional e nível de poupança seriam responsáveis por determinar a trajetória de crescimento de uma economia em direção a esse estado estacionário.

Um pressuposto importante das teorias dentro deste arcabouço é a exogeneidade da tecnologia - o progresso tecnológico é dado por um fator externo, comparado por Jones (2000) a um “maná que cai do céu”. Em outras palavras, o desenvolvimento de novas tecnologias independe de ações tomadas por agentes dentro do modelo.

A partir do modelo de Solow, conclui-se que o crescimento econômico de longo prazo seria resultado do fator tecnologia, dado de forma exógena. Em outras palavras, “o progresso tecnológico é a fonte do crescimento per capita sustentado.” (JONES, 2000, p. 31).

Ainda dentro da teoria neoclássica, MANKIW, ROMER, WEIL (1992) adicionam mais um fator de produção ao modelo de Solow - o capital humano. Os autores argumentam que, apesar do modelo de Solow ser corroborado por pesquisas empíricas, o impacto estimado da poupança e crescimento populacional no crescimento é demasiadamente alto.

Para abordar a sobrevalorização dessas variáveis, os autores expandem o modelo de Solow para incluir a acumulação de capital humano como um fator de produção, observando que a exclusão dessa variável do modelo original pode explicar as discrepâncias na renda dos países.

O modelo MRW (1992) confirma as previsões de Solow, no sentido de que o crescimento de longo prazo é dependente da taxa exógena de desenvolvimento tecnológico. Os resultados encontrados pelos autores ressaltam que “(. . .) o modelo de Solow é consistente com a evidência internacional, desde que se reconheça a importância do capital humano, além do capital físico.” (MANKIW; ROMER; WEIL, 1992, p. 433, tradução nossa).

Em contraste aos modelos de crescimento exógeno, os modelos de crescimento endógeno começaram a ganhar força a partir da década de 1980, como uma alternativa à visão de retornos decrescentes ao capital. O contexto em que foram apresentados é consequência de um cenário em que não se observava a convergência de renda entre os países.

Esses modelos, dessa forma, abandonam a visão de crescimento centrada exclusivamente na acumulação de capital físico e passam a abordar fatores como capital humano, investimento em pesquisa e desenvolvimento (R&D) e consequentes externalidades.

É interessante destacar que as externalidades são consequência de características intrínsecas ao mercado de ideias - a não-rivalidade e a baixa exclusibilidade:

Os bens que são excludíveis permitem a seus produtores captar os benefícios que geram;

bens não-excluíveis envolvem substanciais “transbordamentos” de benefícios que não são captados por seus produtores. Tais transbordamentos denominam-se externalidades. (Jones, 2000, p.69)

Não obstante, os spillovers também são dependentes do nível médio de inovação das firmas de modo geral. Esse fato se dá justamente pela não rivalidade das descobertas, haja vista que “uma vez criada a ideia, qualquer um que a conheça pode tirar proveito dela.” (Jones, 2000, p. 66).

Não obstante, a economia estaria dividida entre o setor de R&D e o setor de produção de bens. O setor de R&D faria uso do capital humano disponível e do estoque de conhecimento já existente para a produção de inovações tecnológicas, que por sua vez seriam aplicadas no setor de produção de bens, gerando novos produtos. Assim, a inovação seria responsável por possibilitar o constante crescimento do produto.

Assim, ao internalizar a variável de tecnologia e inovação, os modelos endógenos permitem a previsão de um crescimento contínuo e sustentável no longo prazo.

Nesse sentido, a acumulação de capital humano seria um fator essencial para o desenvolvimento econômico. Entende-se que trabalhadores mais educados estariam mais propensos a inovar, contribuindo para o crescimento.

Ao invés de depender de fatores externos, o crescimento poderia ser fomentado dentro do próprio modelo. De acordo com Romer (1990), a endogeneidade da tecnologia se dá pelo fato de que a mudança tecnológica surgiria em grande parte devido a ações intencionais tomadas por agentes que respondem a incentivos de mercado. Em outros termos, segundo Jones:

Em vez de supor que o crescimento se dá em decorrência de melhorias tecnológicas automáticas e não-modeladas (exógenas), a teoria busca entender as forças econômicas que estão por trás do progresso tecnológico. Uma contribuição importante a esse trabalho é o reconhecimento de que o progresso tecnológico ocorre quando empresas ou inventores maximizadores de lucro procuram obter novas e melhores ratoeiras. (Jones, 2000, p.80)

Visto que o acúmulo de capital humano é central para o aumento da renda per capita, o modelo permite explicar por que países mais pobres não conseguem alcançar os níveis de crescimento previstos pelo modelo de Solow. Apesar da vasta mão de obra disponível, esses países carecem do estoque de capital humano necessário.

2.2 Revisão de Literatura

2.2.1 Teoria do Capital Humano

Em 1961, Theodore W. Schultz publica o artigo *Investment in Human Capital*, considerado um dos marcos fundadores da teoria do capital humano. Em seu texto, o autor argumenta que a aquisição de conhecimento e habilidades decorre, em grande medida, de investimentos realizados deliberadamente pelos indivíduos, na forma de capital. Ainda de acordo com Schultz:

Tem sido amplamente observado que os aumentos da produção nacional têm sido grandes em comparação com os aumentos de terra, horas-homem e capacidade física

reprodutível. O investimento em capital humano é provavelmente a principal explicação para esta diferença (Schultz, 1961, p. 1, tradução nossa).

Nesse sentido, Schultz destaca que parte considerável dos gastos tidos como consumo - como dispêndios em saúde e educação - são, na verdade, investimento em capital humano e dessa maneira são parcialmente responsáveis pelo aumento da renda real dos trabalhadores.

Ainda nessa direção, haveria uma dificuldade por parte dos economistas em compreender os indivíduos como capital - ao ignorar o capital humano como uma forma de capital, a teoria teria subestimado o papel do investimento em conhecimento para o aumento da produtividade e rendimentos.

Sendo assim, o investimento na aquisição de capital humano, aliado a investimentos em outros fatores, contribuiria para a explicação da diferença de produtividade observada nos países tecnologicamente desenvolvidos em comparação com os demais.

Nesse sentido, Schultz argumenta que a dificuldade dos países pobres em absorver capital físico seria resultado da escassez de capital humano - o investimento de recursos seria direcionado, em regra, majoritariamente à composição de capital físico. Conseqüentemente, se as habilidades dos trabalhadores não acompanham esse nível de investimento, os países carecem de capital humano para internalizar o aumento de capital. Portanto, o capital humano pode se tornar um fator limitante no crescimento econômico.

Já Becker (1964) argumenta que se o crescimento da renda per capita fosse resultado exclusivo da acumulação de capital, os retornos decrescentes implicariam em eventual estagnação das economias - o que não era observado empiricamente. Pelo contrário, “o enigma, portanto, não é a falta de crescimento, mas o fato de que os Estados Unidos, o Japão e muitos países europeus tiveram um crescimento contínuo na renda per capita durante os últimos cem anos e mais.” (Becker, 1964, p. 24, tradução nossa).

Por conseguinte, Becker (1964) argumenta que o crescimento sustentável observado nessas regiões seria consequência do investimento em conhecimento, o que aumentaria a produtividade do trabalho. É relevante mencionar que o autor define os investimentos em capital humano como atividades que influenciam o rendimento real futuro através da incorporação de recursos nas pessoas - aqui, o conceito de capital humano engloba não só os conhecimentos adquiridos mediante a educação formal, como também habilidades resultantes, por exemplo, do exercício de uma profissão.

Essa análise abre espaço ainda para a diferenciação entre o capital humano específico e geral - o primeiro está relacionado ao treinamento que aumenta mais a produtividade nas empresas que o oferecem (BECKER, 1964). Quanto mais específico o treinamento recebido em determinada firma, menor é o reflexo desse investimento nos rendimentos recebidos em outras firmas.

Já o capital geral refere-se às capacidades básicas que permitem a realização de quase todas as atividades (RAMOS, 2012). Em outras palavras, são as habilidades que podem ser reaproveitadas em qualquer firma.

Por sua vez, Jacob A. Mincer (1974) foi responsável por contribuir com um viés mais empírico à teoria, a partir do desenvolvimento da equação minceriana.

$$\ln w = \beta_0 + \beta_1 \cdot educ + \beta_2 \cdot exp + \beta_3 \cdot exp^2 + \epsilon \quad (2.1)$$

O modelo, apresentado em 1974, possibilita a estimação dos retornos associados à educação e experiência. Segundo Mincer (1974), o investimento em capital humano divide-se, tipicamente, em dois períodos. O primeiro consiste na educação escolar formal e realiza-se antes da entrada no mercado de trabalho.

O segundo consiste no *on the job training*, e se realiza ao longo da inserção no mercado de trabalho. Dessa maneira, espera-se que os investimentos em capital humano caiam ao longo da vida dos indivíduos, uma vez que quanto mais idade, menor o horizonte de tempo para que o retorno do investimento se realize.

Além disso, a análise Mincer está ligada a uma noção de custo de oportunidade - cada período destinado à aquisição de conhecimento corresponde a um período a menos de trabalho e, conseqüentemente, gera um custo. Esses custos, por sua vez, devem aumentar a renda esperada para os períodos futuros. Dessa maneira, indivíduos racionais devem investir em educação até que o custo marginal de um ano a mais de estudo se iguale aos benefícios.

Dado esse contexto, para Ramos (2012) entende-se que pelo lado da oferta de trabalho, educar-se implica em elevar sua produtividade; já pelo lado da demanda de trabalho, a maior produtividade seria “paga” por meio de maiores salários. Dessa maneira, diferenciais de rendimento estariam, ao menos parcialmente, atrelados à diferença de estoque capital humano do qual dispõe um indivíduo.

Ademais, Mincer (1984) destaca que o efeito do capital humano em rendimentos individuais podem ser refletidos em um nível macro. Assim como Schultz (1961), Mincer (1984) ressalta que para que a absorção de investimentos em capital físico seja possível, é necessário um estoque de habilidades que forneça estrutura para tanto. O capital humano, dessa forma, seria um fator crucial para entender o processo de crescimento econômico.

(...) mesmo que níveis substanciais de capital humano possam não ser um requisito prévio para uma aceleração do crescimento econômico em determinado momento e lugar, o crescimento e a difusão simultâneos do capital humano parecem ser necessários para garantir um desenvolvimento econômico sustentado (Mincer, 1984, p. 24, tradução nossa).

No caso brasileiro, Barros (2011) buscou encontrar os principais fatores explicativos para a persistência de desigualdade entre as regiões, chegando a três variáveis centrais, que vão de encontro ao estipulado pela Teoria Clássica - disponibilidade de capital humano, esforço produtivo e níveis de preços e custo de vida nas regiões.

Segundo o autor, quando controladas por esses fatores, as desigualdades regionais tendem a desaparecer. É interessante destacar também que dentre os parâmetros observados, o capital humano é justamente o que tem maior efeito explicativo para a variação de renda.

A partir desse contexto, nota-se a existência de um problema regional possivelmente associado à educação.

Uma vez que indivíduos enfrentam restrições orçamentárias diferenciadas, aqueles que dispõem de menos recursos estão menos propensos a sacrificar o consumo presente para investir em formação - conseqüentemente, estes tendem a aproveitar do ensino ofertado pelo Estado.

Se uma região tem um ensino público de pior qualidade, indivíduos formados pelas escolas públicas terão pior expectativa de renda e padrão de vida do que os indivíduos educados nas regiões de melhor qualidade da educação pública (Barros, 2011, p. 245)

Do mesmo modo, a acumulação de capital humano, diferente dos demais fatores de produção, não depende apenas do investimento intencionalmente realizado. De fato, é intuitivo acreditar que há uma relação entre educação dos pais e performance dos filhos. Assumindo que pais com nível de educação mais elevados estão associados a rendimentos maiores, entende-se que estes dispõem de mais recursos para investir na educação dos filhos - assim, crianças que crescem nesse ambiente contam com mais incentivos para avançar academicamente.

Em uma outra perspectiva, isso implica que “essa diferença tenderá a se perpetuar por gerações, caso não haja outras forças na economia que a eliminem, pois a otimização das utilidades das famílias cria persistência para essas desigualdades na dotação de capital humano.” (BARROS, 2011, p. 309).

A análise do aspecto intergeracional, portanto, implica que uma proporção maior de pessoas mais bem-educadas (BARROS, 2011) em determinada região também atua como fator contrário à convergência de renda, que será vista com mais detalhes a seguir.

2.2.2 Teorias do Crescimento Econômico

2.2.2.1 Modelo de Solow

Segundo o modelo de Solow, o produto seria resultado de dois fatores de produção - trabalho e capital, dados pela função $Y = f(A, K, L) = AK^\alpha L^{1-\alpha}$. A corresponde a uma variável de tecnologia exógena que “surge na economia automaticamente, sem levar em consideração outros acontecimentos que estejam afetando a economia.” (JONES, 2000, p. 30).

É interessante destacar que o modelo assume retornos marginais positivos e decrescentes, bem como retornos constantes de escala - $f(\lambda K, \lambda AL) = \lambda f(K, AL)$ - para os fatores de produção.

Além disso, a taxa de crescimento da população e a taxa de progresso tecnológico são constantes e dadas por:

$$\frac{\partial L}{L} = n \quad (2.2)$$

$$\frac{\partial A}{A} = g \quad (2.3)$$

Estabelecidos esses pressupostos, a primeira parte da equação de Solow pode ser obtida pela função de produção em termos per capita.

$$\frac{Y}{L} = y = \frac{AK^\alpha}{L^\alpha} \quad (2.4)$$

$$y = f(k) = Ak^\alpha \quad (2.5)$$

A segunda parte da equação origina-se da acumulação de capital. Inicialmente, deve-se lembrar da equação poupança e da identidade poupança-investimento.

$$S = sY \quad (2.6)$$

$$S \equiv I \quad (2.7)$$

Nesse sentido, a formação de capital é resultado do investimento em dado período, menos a depreciação do capital já existente.

$$\frac{\partial K}{K} = I - \delta \cdot K \quad (2.8)$$

Substituindo 2.5 em 2.7:

$$\frac{\partial K}{K} = sY - K \quad (2.9)$$

Para obter os resultados em termos per capita, são necessárias algumas manipulações algébricas, das quais obtém-se, no modelo básico:

$$k = \frac{K}{L}$$

$$\partial k = \frac{\partial K}{L} - \frac{K}{L} \frac{\partial L}{L} \quad (2.10)$$

$$\partial k = \frac{sY - \delta K}{L} - nk \quad (2.11)$$

$$\partial k = sy - (\delta + n)k \quad (2.12)$$

$$\partial k = sf(k) - (\delta + n)k \quad (2.13)$$

A equação 2.13 corresponde à equação fundamental do modelo de Solow. Desse resultado, entende-se que a taxa de crescimento de uma economia depende da poupança por trabalhador, bem como da depreciação do capital, acrescido o fato de que a população cresce a uma taxa n .

Além disso, dados os retornos marginais decrescentes dos fatores, a equação fundamental implica que no longo prazo não há crescimento econômico - as economias atingem, portanto, um steady-state em que $\partial k = 0$. Nesse ponto, os dois termos do modelo seriam iguais, de modo que:

$$sAk^\alpha = (\delta + n)k \quad (2.14)$$

Incluindo a taxa de progresso tecnológico no modelo, o capital e produto por trabalhador nesse ponto seriam dados por, respectivamente:

$$k^* = A \cdot \left(\frac{s}{\delta + n + g} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (2.15)$$

$$y^* = A \cdot \left(\frac{s}{\delta + n + g} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \quad (2.16)$$

Dessa forma, países com a mesma taxa de crescimento populacional, poupança e depreciação devem convergir para um mesmo y^* . Por sua vez, é esperado que países pobres cresçam a uma taxa superior que países ricos, uma vez que apresentam maior potencial para desenvolvimento.

Nesse sentido, uma vez atingido o steady-state, aumentos na taxa de crescimento só seriam possíveis por meio de interferências exógenas. A tecnologia, A , portanto, é vista como o fator central que contribui para o aumento da produtividade da economia.

Nas palavras de Solow, a taxa de crescimento da produção por trabalhador seria independente da taxa de poupança (investimento) e dependeria inteiramente da taxa de progresso tecnológico.

2.2.2.2 Modelo de Romer

O modelo apresentado por Romer (1990) assemelha-se ao desenvolvido por Solow, incorporando a mudança tecnológica como endógena. Romer entende que a mudança tecnológica é um dos fatores centrais para a explicação do desenvolvimento econômico.

$$Y = f(K, L, A) = K^\alpha (AL)^{1-\alpha} \quad (2.17)$$

Aqui, é interessante mencionar que Romer separa o produto do capital humano, como um bem rival, do seu aspecto tecnológico e não rival, A - implicando que seu acúmulo é ilimitado e passível de externalidades positivas. Ademais, os fatores de trabalho e capital seguem os mesmos preceitos estabelecidos no modelo de Solow.

Contudo, haveria uma divisão entre a proporção da mão de obra empregada na produção de bens (L_Y) e na produção de conhecimento (L_A). Esses supostos levam à formulação de uma equação essencial para a compreensão do modelo:

$$\partial A = \delta L_A \quad (2.18)$$

A equação acima implica que a quantidade de novas ideias descobertas em dado momento é dependente de uma taxa de descobertas. Seguindo o raciocínio desenvolvido em JONES

(2000), é válido assumir que o conhecimento gerado no presente pode surgir como uma função dependente das descobertas realizadas no passado, resultando no modelo:

$$\bar{\delta} = \delta A^\phi \quad (2.19)$$

A constante ϕ , dessa forma seria indicativo da produtividade da pesquisa, onde $\phi > 0$ indica um impacto positivo na produtividade mediante um aumento no estoque de A; $\phi < 0$ representa perda de produtividade mediante dificuldade de obter novas descobertas; $\phi = 0$ equivale à independência entre A e a produtividade.

Unindo as duas equações acima, é possível chegar na expressão

$$\partial A = \delta L^\lambda A^\phi \quad (2.20)$$

que, por sua vez, pode ser dividida por A para a obtenção da taxa de crescimento tecnológico, dada por:

$$\frac{\partial A}{A} = \frac{\delta L^\lambda}{A^{1-\phi}} \quad (2.21)$$

Para obter a taxa de crescimento tecnológico de equilíbrio, observa-se que:

$$\ln g_A = \left(\frac{\delta L^\lambda}{A^{1-\phi}} \right) \quad (2.22)$$

$$\ln g_A = \ln \delta + \lambda \ln L - (1 - \phi) \ln A \quad (2.23)$$

$$0 = \lambda \frac{\partial L_A}{L_A} - (1 - \phi) \frac{\partial A}{A} \quad (2.24)$$

O termo $\frac{\partial L_A}{L_A}$ corresponde à taxa de crescimento dos trabalhadores dedicados à pesquisa, de forma que pode ser aproximada pela taxa de crescimento populacional n , de modo que:

$$0 = \lambda n - (1 - \phi) g_A \quad (2.25)$$

$$g_A = \frac{\lambda n}{1 - \phi} \quad (2.26)$$

O resultado encontrado implica na importância dos fatores de produção de conhecimento e da taxa de pesquisadores para explicar o crescimento econômico.

A fim de gerar crescimento, o número de novas ideias deve crescer ao longo do tempo. Isto ocorre se o número de pesquisadores aumentar - em decorrência, por exemplo, do crescimento da população mundial. Mais pesquisadores significam mais ideias sustentando o crescimento no modelo (Jones, 2000).

Assim, entende-se que é possível atingir um nível de crescimento constante e equilibrado frente a uma taxa de aumento populacional constante. Para tanto, seria essencial o aumento de investimento em atividades de pesquisa e formação de capital humano.

2.2.2.3 Modelo de Solow com capital humano

Nesse sentido, em “A contribution to the empirics of economic growth”, Mankiw, Romer e Weil reavaliam o modelo de crescimento econômico proposto por Solow em 1956. Como já mencionado, os achados de MRW (1992) corroboram, até certo ponto, com as previsões de Solow.

O principal problema encontrado pelos autores se dá no valor estimado de α - para que o modelo de Solow se adeque as previsões, seria necessário que $\alpha = \frac{2}{3}$. Esse valor estimado, contudo, seria consideravelmente elevado e não refletiria a parcela de capital efetivamente observada nos países. Assim, MRW (1992) expandem o modelo de Solow para incluir mais um fator de produção.

A nova função de produção, incluindo o capital humano, é dada por:

$$Y(t) = K(t)^\alpha H(t)^\beta (A(t)L(t))^{1-\alpha-\beta} \quad (2.27)$$

A variação de L segue a mesma notação de 2.2. A dinâmica do capital humano segue a mesma lógica da derivação do capital em Solow, de forma que:

$$\partial k = s_k y - (n + g + \delta)k \quad (2.28)$$

$$\partial h = s_h y - (n + g + \delta)h \quad (2.29)$$

A única diferença observada se dá nos recursos destinadas a cada fator, onde os valores de s_k e s_h correspondem à proporção dos produtos investidos, respectivamente, no capital e capital humano e g equivale à taxa de depreciação da tecnologia A.

O modelo assume que $\alpha + \beta < 1$, implicando em retornos decrescentes para todas as formas de capital.

Dessa maneira, seguindo o mesmo raciocínio empregado no modelo de Solow, os valores de steady-state para k^* e h^* seriam, portanto:

$$k^* = \left(\frac{s_k^{1-\beta} \cdot s_h^\beta}{n + g + \delta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}} \quad (2.30)$$

$$h^* = \left(\frac{s_k^{1-\alpha} \cdot s_h^\alpha}{n + g + \delta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}} \quad (2.31)$$

A equação para estimação log-linear da renda per capita, por sua vez, é:

$$\ln \left[\frac{Y(t)}{L(t)} \right] = \ln A(0) + gt + \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln s_k - \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(n + g + \delta) + \frac{\beta}{1-\beta} \ln h^* \quad (2.32)$$

O modelo estimado por MRW valida os resultados gerais encontrados pelo modelo de Solow, implicando que países que compartilham de parâmetros similares devem convergir ao mesmo nível de renda per capita. Contudo, de acordo com os próprios autores:

(. . .) essa convergência ocorre mais lentamente do que o modelo tradicional de Solow sugere. O modelo clássico de Solow implica que a economia atinge a metade do caminho para o estado estacionário em cerca de 17 anos, enquanto nosso Solow aumentado modelo implica que a economia atingirá metade do caminho em cerca de 35 anos (MANKIW; ROMER; WEIL, 1992, p. 433, tradução nossa).

Desse contexto depreende-se que a incorporação do capital humano no modelo de Solow possibilita uma visão mais aprofundada do processo de convergência das economias. Da mesma forma, a nova variável pode ser um dos fatores causais do diferencial no nível de renda entre países, preenchendo, ao menos em partes, a lacuna deixada pelo modelo original. Aqui, entende-se que a reserva de capital humano implica em maior facilidade para alcançar as inovações tecnológicas que, por sua vez, impulsionam o crescimento econômico.

3 Metodologia

O presente capítulo visa estabelecer a fundamentação empírica da pesquisa, detalhando a base de dados e as variáveis que serão utilizadas na análise, além de apresentar a metodologia adotada. O objetivo é conectar a teoria exposta no capítulo anterior com a aplicação prática, permitindo que as hipóteses teóricas sobre a relação entre capital humano e crescimento econômico sejam testadas e avaliadas utilizando-se de dados reais.

3.1 Base de Dados

Como base de dados, foi utilizada a PNAD Contínua do ano de 2012 até 2019, bem como dados disponibilizados pelo IBGE por meio do IpeaData.

Tabela 1 – Variáveis utilizadas na análise

Variável	Descrição	Fonte
PIB per Capita	PIB estadual per Capita	IBGE/PNAD
Rendimento per Capita	Rendimento mensal habitual do trabalho principal	PNAD Contínua PNAD
Capital Humano	Média estadual de anos de estudo	Contínua
Capital Físico	Consumo final de energia em unidades que desenvolvem atividade industrial	IBGE/PNAD
População	População de 25 anos ou mais de idade	IBGE/PNAD

Considerando os modelos a serem trabalhados posteriormente, as variáveis escolhidas como proxies do produto (Y) foram o PIB estadual per Capita e o Rendimento mensal habitual do trabalho principal¹. Como proxies para o capital humano (H) e capital físico (K) foram escolhidas, respectivamente, a média estadual de anos de estudo, filtrada para indivíduos que fazem parte da PEA, e o consumo final de energia em unidades que desenvolvem atividade industrial, medido em MWh.

Além disso, o Distrito Federal foi excluído da base de dados devido a sua posição atípica em relação às demais unidades federativas. O Distrito Federal apresenta indicadores econômicos - PIB per capita e rendimento individual médio - muito superiores aos das demais UFs. Esta discrepância ocorre principalmente devido ao fato de sediar a capital do país, Brasília, que possui uma elevada concentração de serviços públicos e atividades econômicas vinculadas ao Governo Federal.

Dessa forma, a inclusão do DF poderia elevar artificialmente a média nacional, distorcendo as verdadeiras disparidades regionais e dificultando uma análise mais precisa das condições econômicas nas demais regiões. Assim, para garantir uma análise mais coerente e homogênea, optou-se por excluir o DF, focando apenas em estados que compartilham uma estrutura econômica mais similar entre si.

3.2 Regressões

Em um primeiro momento, estimou-se as regressões com base nas especificações de MRW (1992), tomando como base o modelo de Solow com capital humano, já exposto anteriormente.

Assim, retomando a equação 2.32, para estimações log-linear, temos:

$$\ln \left[\frac{Y(t)}{L(t)} \right] = \ln A(0) + gt + \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln s_k - \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(n + g + \delta) + \frac{\beta}{1-\beta} \ln h^*$$

O modelo assume que g e δ são constantes ao longo de todas as observações. Em primeiro lugar, g expressa o avanço do conhecimento, o que, de acordo com MRW (1992) não é um fator específico de determinada região. Já em relação à depreciação, assume-se que não há razões evidentes para esperar variações consideráveis entre as observações.

O termo $A(0)$, por sua vez, é associado a fatores como clima, recursos naturais e instituições, de modo que pode variar ao longo das observações. Assim, de acordo com o modelo:

$$\ln A(0) = a + \epsilon \quad (3.1)$$

sendo a uma constante e ϵ um choque específico. Uma suposição importante, nesse sentido, é que as taxas de crescimento populacional e poupança (n e g) são independentes dos choques específicos. MRW (1992) justificam esse pressuposto argumentando que:

Essa suposição é feita não apenas no modelo de Solow, mas também em muitos modelos padrão de crescimento econômico. Em qualquer modelo em que a poupança e o crescimento populacional são endógenos, mas as preferências são isoelásticas, s e n não são afetados por ϵ . Em outras palavras, sob utilidade isoelástica, diferenças permanentes no nível de tecnologia não afetam as taxas de poupança ou crescimento populacional. (MANKIW; ROMER; WEIL, 1992, p. 411, tradução nossa).

A premissa levantada acima é importante uma vez que, aceita a independência de s , n e ϵ , a estimação da equação 2.32 pode ser feita pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), como é o caso em MRW (1992).

Por outro lado, se essa premissa é negada, o método MQO deixa de ser adequado, abrindo espaço para o uso de regressões em painel. De acordo com NAKABASHI e SALVATO (2007):

Esse modelo oferece uma ferramenta melhor para lidar com as diferenças nas preferências e na tecnologia entre os Estados, que são difíceis de medir. Além disso, como a especificação dessas unidades de análise não está mais no termo de erro, é menos provável que haja correlação com algumas das variáveis independentes. (NAKABASHI; SALVATO, 2007, p. 219, tradução nossa).

Dessa maneira, utilizando-se das proxies apresentadas anteriormente, serão realizadas as duas formas de regressão, na forma a seguir:

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln CapHumano + \beta_2 \ln CapFsico + \beta_3 \ln(n + g + \delta) + \epsilon_{it} \quad (3.2)$$

Aqui, cabe destacar que para a variável para construir a variável $(n + g + \delta)$, foram utilizados a taxa de crescimento populacional para n . Para g , segue-se o trabalho feito em MRW

(1992), assumindo-se uma taxa de 2% e, por fim, para a taxa de depreciação δ considera-se o valor de 10%¹.

Será realizado, ainda, um teste de convergência beta. Este teste será utilizado para avaliar a hipótese de que estados mais pobres - ou com menor PIB per capita - tendem a crescer mais rapidamente do que os mais ricos ao longo do tempo, resultando em uma redução das disparidades econômicas. Dessa forma, ele indica se há uma tendência de convergência nas rendas per capita, como já foi discutido anteriormente no Modelo de Solow.

Aqui, é cabível diferenciar dois tipos de convergência - a absoluta e a condicional. A beta-convergência absoluta assume que as economias convergem para o mesmo nível de renda per capita em estado estacionário, independentemente de suas condições iniciais.

$$\ln Y_{i,t} - \ln Y_{i,t-\tau} = \alpha + \beta \ln Y_{i,t-\tau} + \epsilon_{i,t} \quad (3.3)$$

Esse modelo de convergência sugere que estados mais pobres crescem mais rapidamente do que estados ricos, até que eventualmente as disparidades de renda desapareçam.

Já a beta-convergência condicional testa se as economias estão convergindo para seus próprios estados estacionários, em vez de para o mesmo nível, como na convergência absoluta.

$$\ln Y_{i,t} - \ln Y_{i,t-\tau} = \alpha + \beta \ln Y_{i,t-\tau} + \gamma X_{i,t} + \epsilon_{i,t} \quad (3.4)$$

Neste caso, o resultado esperado é que estados com níveis de PIB per capita inicial mais baixos cresçam mais rapidamente, mas somente quando se levam em consideração suas diferenças estruturais, como taxas de poupança, capital humano e capital físico. Neste contexto, as economias não necessariamente atingirão o mesmo nível de produto per capita, pois cada uma convergirá para um estado estacionário distinto, definido pelas suas características próprias.

Por fim, seguindo Barro e Sala-i-Martin (2004), será calculado o período de meia-vida:

$$mv = \frac{\log(2)}{\beta} \quad (3.5)$$

O resultado encontrado deve indicar a metade do tempo necessário para que os estados alcancem o steady-state.

¹ Taxa utilizada pela Receita Federal para maquinário e equipamentos.

4 Análise e Resultados

Dando continuidade à análise empírica do trabalho, este capítulo começa com uma análise descritiva detalhada da base de dados utilizada, que é crucial para entender a estrutura e as características dos dados antes de aplicar os modelos de regressão.

Primeiramente, será realizada uma exploração dos dados de forma a destacar os principais padrões de crescimento econômico e distribuição do capital humano nos estados brasileiros. Em seguida, o capítulo avançará para a aplicação dos modelos de regressão escolhidos, descritos anteriormente. Por fim, o capítulo buscará conectar os resultados da regressão com os achados da análise descritiva, proporcionando uma compreensão mais profunda de como o capital humano está relacionado ao crescimento econômico.

4.1 Análise Descritiva

Para dar início à análise dos dados, a Tabela 2 oferece uma visão detalhada das disparidades entre o PIB per Capita dos estados.

Tabela 2 – PIB per Capita nas Unidades Federativas

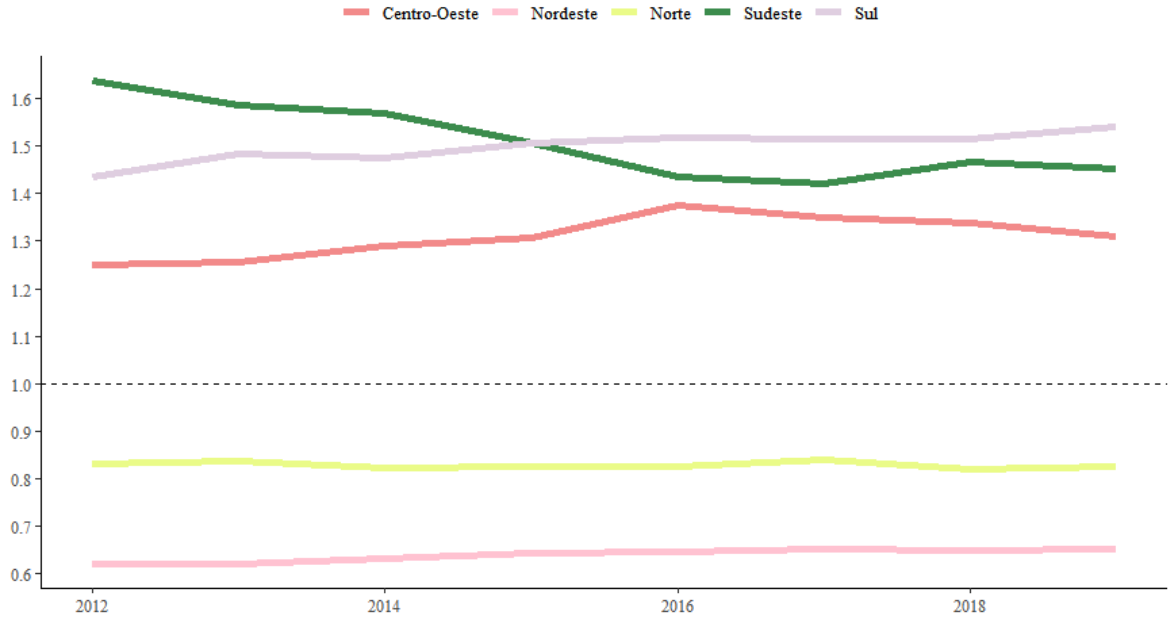
Unidade Federativa	PIB per Capita 2012	PIB per Capita 2019	PIBpc _i /PIBpc _{Br} (2012)	PIBpc _i /PIBpc _{Br} (2019)
São Paulo	37.21	51.14	1.91	1.84
Rio de Janeiro	35.42	47.17	1.82	1.63
Santa Catarina	30.14	45.12	1.55	1.63
Rio Grande do Sul	26.71	42.41	1.37	1.53
Mato Grosso	25.57	40.79	1.31	1.47
Paraná	27.00	40.79	1.39	1.47
Mato Grosso do Sul	24.80	38.48	1.27	1.39
Espírito Santo	32.66	34.18	1.68	1.23
Minas Gerais	22.28	30.79	1.14	1.11
Goiás	22.54	29.73	1.16	1.07
Brasil	19.46	27.75	1.00	1.00
Rondônia	18.94	26.50	0.97	0.95
Amazonas	20.12	26.10	1.03	0.94
Tocantins	14.59	25.02	0.75	0.90
Roraima	16.42	23.59	0.84	0.85
Pará	13.77	20.73	0.71	0.75
Pernambuco	14.33	20.70	0.74	0.75
Amapá	15.93	20.69	0.82	0.75
Rio Grande do Norte	14.38	20.34	0.74	0.73
Bahia	12.88	19.72	0.66	0.71
Sergipe	15.56	19.44	0.80	0.70
Ceará	11.27	17.91	0.58	0.65
Acre	13.36	17.72	0.69	0.64
Alagoas	10.95	17.67	0.56	0.64
Paraíba	11.14	16.92	0.57	0.61
Piauí	9.06	16.12	0.47	0.58
Maranhão	9.01	13.76	0.46	0.50

Fonte: PNAD Contínua/IBGE; Elaboração: Própria

É interessante notar que todos os estados das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste apresentam PIB per Capita acima da média do Brasil, ao passo que as demais UFs encontram-se abaixo do resultado nacional, com destaque para o Maranhão que, apesar de apresentar melhora

em relação a 2012, apresenta resultado per capita de apenas 50% em relação à média do país.

Figura 1 – Evolução do PIB per Capita Relativo

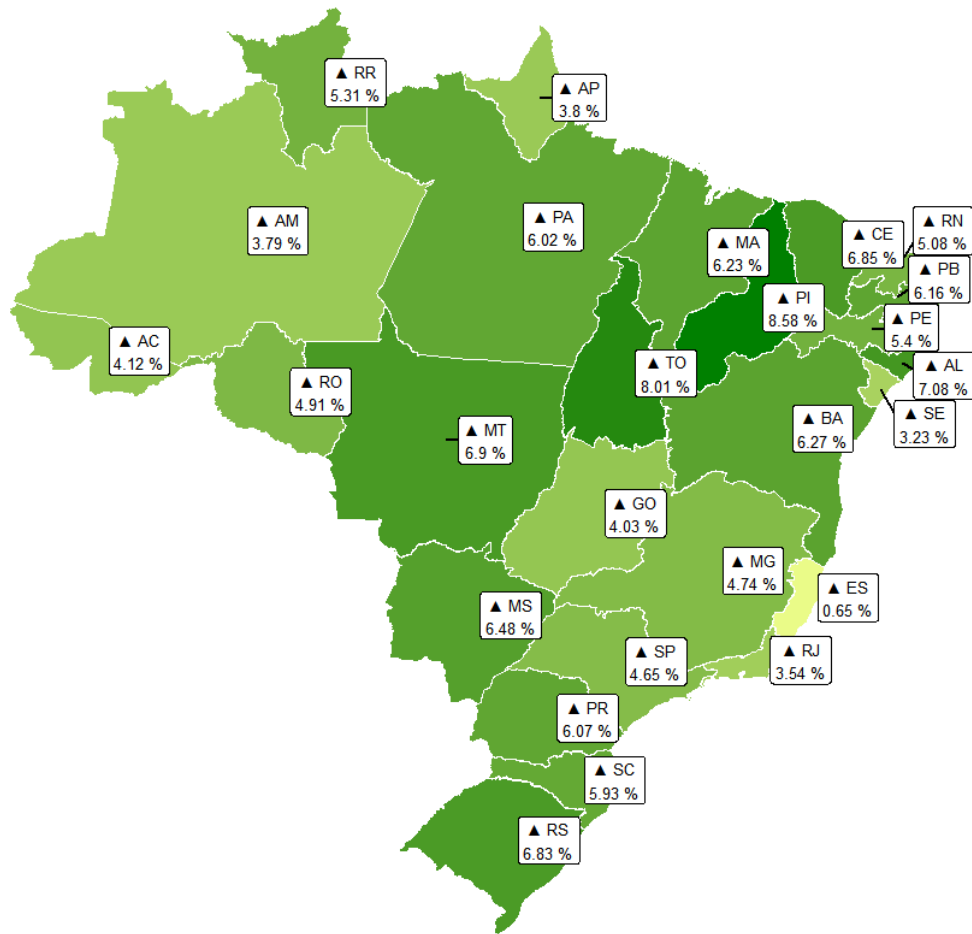


Fonte: PNAD Contínua/IBGE; Elaboração: Própria

O resultado apontado corresponde a uma tendência consistente ao longo do período analisado. Como evidenciado pela Figura 1, o PIB per Capita nas regiões Norte e Nordeste manteve-se em níveis bastante inferiores ao das demais regiões, apresentando também quase nenhuma mudança na posição relativa à média nacional.

Outro ponto de destaque é a queda da posição relativa da região Sudeste. Uma explicação para o fenômeno se dá devido ao fato de que para o período analisado, de 2012 a 2019, a taxa de crescimento média do PIB per Capita da região foi de 3,19%, bem inferior à média nacional de 5,41%; a única outra região com resultado inferior à média foi o Norte, com crescimento médio de 5,14%.

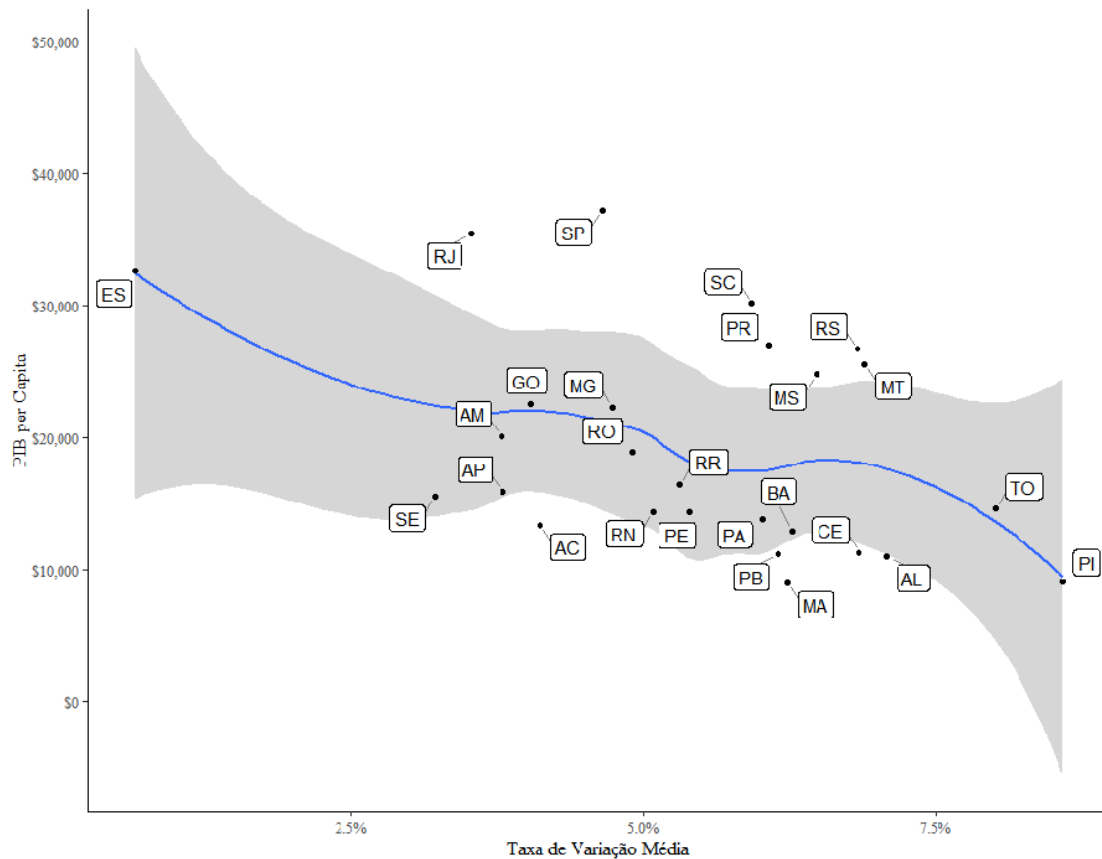
Figura 2 – Taxa de variação média do PIB per Capita



Fonte: PNAD Contínua/IBGE; Elaboração: Própria

É interessante notar que, como expresso na Figura 2, apesar de fazerem parte dos estados com menor PIB per Capita, Piauí, Tocantins e Alagoas figuram como as UFs com maior taxa de crescimento médio para o período. Notadamente, estados menos desenvolvidos, no período analisado, tendem a crescer a taxas mais elevadas do que estados mais ricos, como São Paulo e Rio de Janeiro - ainda assim, isso não aparente ser o suficiente para fechar a *gap* entre as UFs.

Figura 3 – Relação entre PIB per Capita (2012) e Taxa de Variação do PIB per Capita



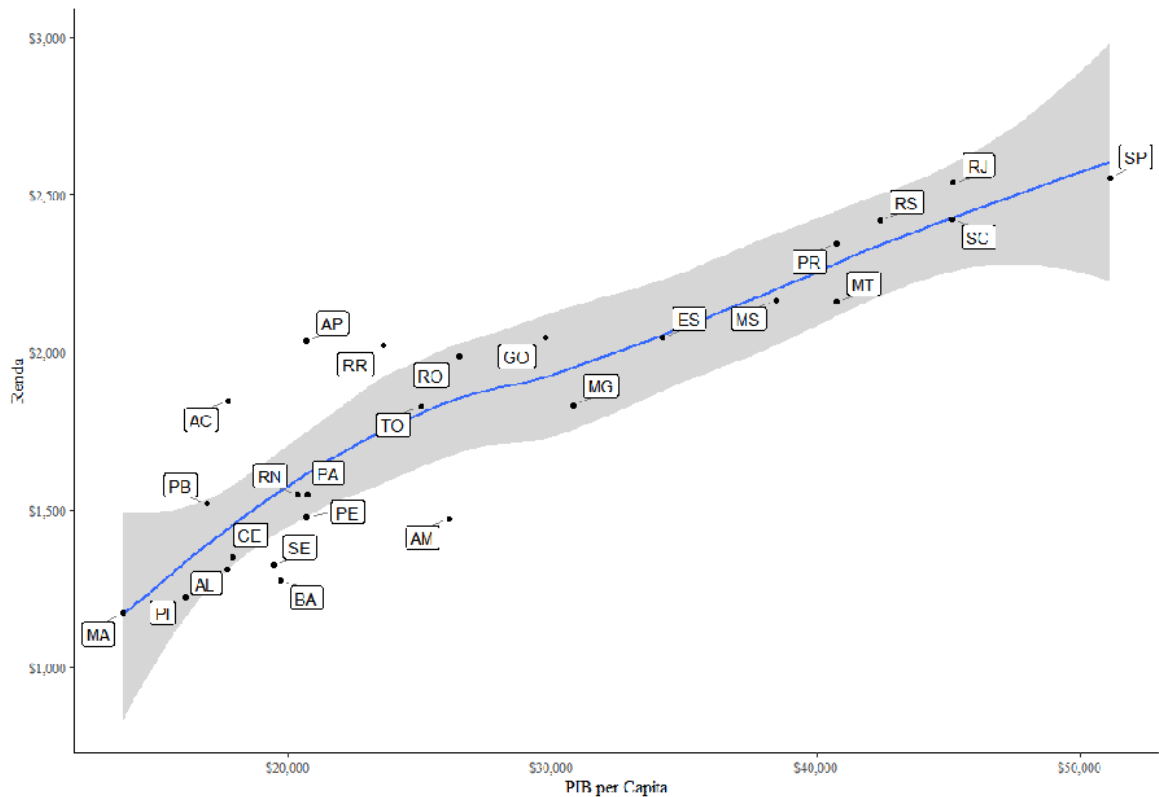
Fonte: PNAD Contínua/IBGE; Elaboração: Própria

Nesse mesmo contexto, nota-se uma relação levemente negativa entre o PIB per Capita de 2012 e a taxa de crescimento média observada nos estados. Assim, a Figura 3 parece corroborar com as ideias dispostas no modelo de Solow - UFs com dotações iniciais de capital menores crescem mais rápido porque estão mais distantes de seu estado estacionário e podem ganhar mais com a acumulação de capital. Contudo, apenas o PIB per Capita inicial parece não ser suficiente para explicar as disparidades existentes entre os estados.

Por sua vez, a Figura 4 implica em uma relação positiva entre PIB per Capita e Renda per Capita. Barros (2011) discute essa relação sob a perspectiva das transferências de renda entre regiões, argumentando sobre seu impacto na análise das desigualdades inter-regionais. Segundo o autor:

A renda pessoal per capita pode diferir do PIB per capita em cada unidade federativa também por causa das transferências de renda, sejam elas do setor público, como aposentadorias e programas de alívio da pobreza, ou do setor privado, como as motivadas pela produção gerada por fatores de produção de indivíduos residentes em outra região. De forma simplificada, podemos chamar essas fontes de diferença de transferências inter-regionais de renda. Elas podem ser geradas por políticas públicas ou por propriedades cruzadas de fatores de produção. (Barros, 2011, p.28)

Figura 4 – Relação entre PIB per Capita e Rendimento per Capita para o ano de 2019



Fonte: PNAD Contínua/IBGE; Elaboração: Própria

Nessa direção, Barros (2011) sugere uma comparação entre as duas variáveis em termos relativos à média nacional como forma de observar o papel das transferências inter-regionais de renda nas desigualdes regionais, como é feito na Tabela 3.

Tabela 3 – PIB per Capita e Renda per Capita regionais em 2019 em relação à média nacional

Região	PIB per Capita	Renda per Capita
Sul	1.54	1.31
Sudeste	1.45	1.23
Centro-Oeste	1.31	1.16
Norte	0.82	0.94
Nordeste	0.65	0.74

O disposto acima vai de encontro com os resultados observados por Barros (2011) - quando analisadas sob o viés da Renda per Capita, as desigualdades regionais tendem a diminuir. Na região Norte, a participação eleva-se de 82%, em relação ao PIB per Capita, para 94% em relação à renda per capita. Já no caso do Nordeste, há um aumento de 65% para 74%. Ainda de acordo com o autor:

(. . .) a forte relação entre a proporção da renda pessoal disponível per capita para o PIB per capita com o próprio PIB per capita revela que há uma tendência clara de transferência de renda dos estados de maior para os de menor produção. Ou seja, esses últimos tendem a produzir menos do que recebem de renda, seja em consequência da ação dos governos ou da própria sociedade. (Barros, 2011, p. 29).

Entretanto, mesmo que haja um sistema de transferência de renda que amenize as desigualdades, ainda há uma clara distorção entre os indicadores observados nas UFs, o que condiz com o arcabouço teórico analisado anteriormente.

A mesma análise exposta anteriormente pode ser feita em relação ao capital humano, como observado na Tabela 3. A disparidade regional em relação ao capital humano assemelha-se ao observado na Tabela 2, com exceção de três estados da Região Norte - Roraima, Amazonas e Amapá.

Tabela 4 – Capital Humano nas Unidades Federativas

Unidade Federativa	Capital Humano			
	2012	2019	$CH_i/CH_{Br(2012)}$	$CH_i/CH_{Br(2019)}$
Rio de Janeiro	9.65	10.76	1.19	1.18
São Paulo	9.77	10.58	1.21	1.16
Roraima	9.59	10.21	1.19	1.12
Santa Catarina	8.95	9.99	1.11	1.10
Rio Grande do Sul	8.97	9.90	1.11	1.09
Amazonas	8.63	9.82	1.07	1.08
Amapá	9.09	9.79	1.13	1.07
Paraná	8.65	9.78	1.07	1.07
Mato Grosso do Sul	8.31	9.70	1.03	1.06
Espírito Santo	8.63	9.66	1.07	1.06
Goiás	8.61	9.50	1.07	1.04
Mato Grosso	8.40	9.45	1.04	1.04
Minas Gerais	8.11	9.17	1.00	1.01
Brasil	8.07	9.11	1.00	1.00
Rondônia	7.76	8.92	0.96	0.98
Tocantins	7.98	8.89	0.99	0.98
Acre	7.72	8.76	0.96	0.96
Rio Grande do Norte	7.44	8.68	0.92	0.95
Pará	7.60	8.66	0.94	0.95
Pernambuco	7.60	8.64	0.94	0.95
Sergipe	7.45	8.39	0.92	0.92
Bahia	7.25	8.38	0.90	0.92
Ceará	7.19	8.31	0.89	0.91
Paraíba	6.72	7.92	0.83	0.87
Maranhão	6.66	7.84	0.82	0.86
Piauí	6.54	7.64	0.81	0.84
Alagoas	6.80	7.60	0.84	0.83

Fonte: PNAD Contínua/IBGE; Elaboração: Própria

Nota-se que de 2012 a 2019 houve uma melhora no patamar geral de escolaridade do Brasil, com aumento na quantidade de anos de estudo em pouco mais de um ano. As regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste continuam a liderar com os maiores índices de capital humano, demonstrando a continuidade de um padrão histórico de desigualdade regional no Brasil. - estados

como Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina figuram entre os primeiros colocados, com índices de capital humano bem acima da média nacional.

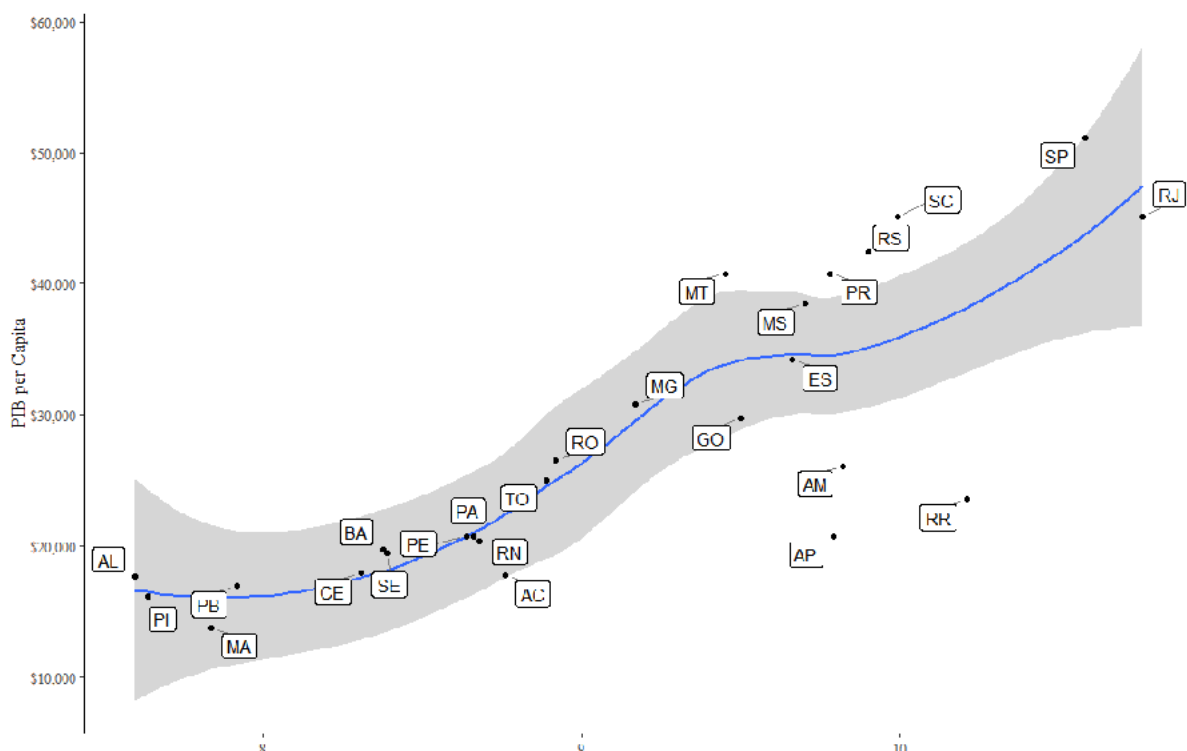
A diferença entre o primeiro e o último colocado, Rio de Janeiro e Alagoas, merece destaque, superando três anos na média de anos de estudo. Isso significa que, em média, um indivíduo no Rio de Janeiro tem três anos a mais de escolaridade formal do que um em Alagoas.

Outro ponto que merece atenção é a leve piora de Alagoas em relação à média nacional. Enquanto o Brasil como um todo conseguiu melhorar seu capital humano, Alagoas não acompanhou esse ritmo, o que resulta em uma evolução que não atinge sequer um ano no período analisado.

Além disso, a priori, percebe-se uma relação aparentemente positiva entre PIB per Capita e anos de estudo. Isso é consistente com as teorias já apresentadas anteriormente, sugerindo que maiores níveis de capital humano tendem a se traduzir em maior produtividade econômica e, por conseguinte, em um PIB per capita mais elevado.

Roraima, Amazonas e Amapá apresentam-se como outliers, como pode ser observado na figura abaixo.

Figura 5 – Relação entre Capital Humano e PIB per Capita para o ano de 2019

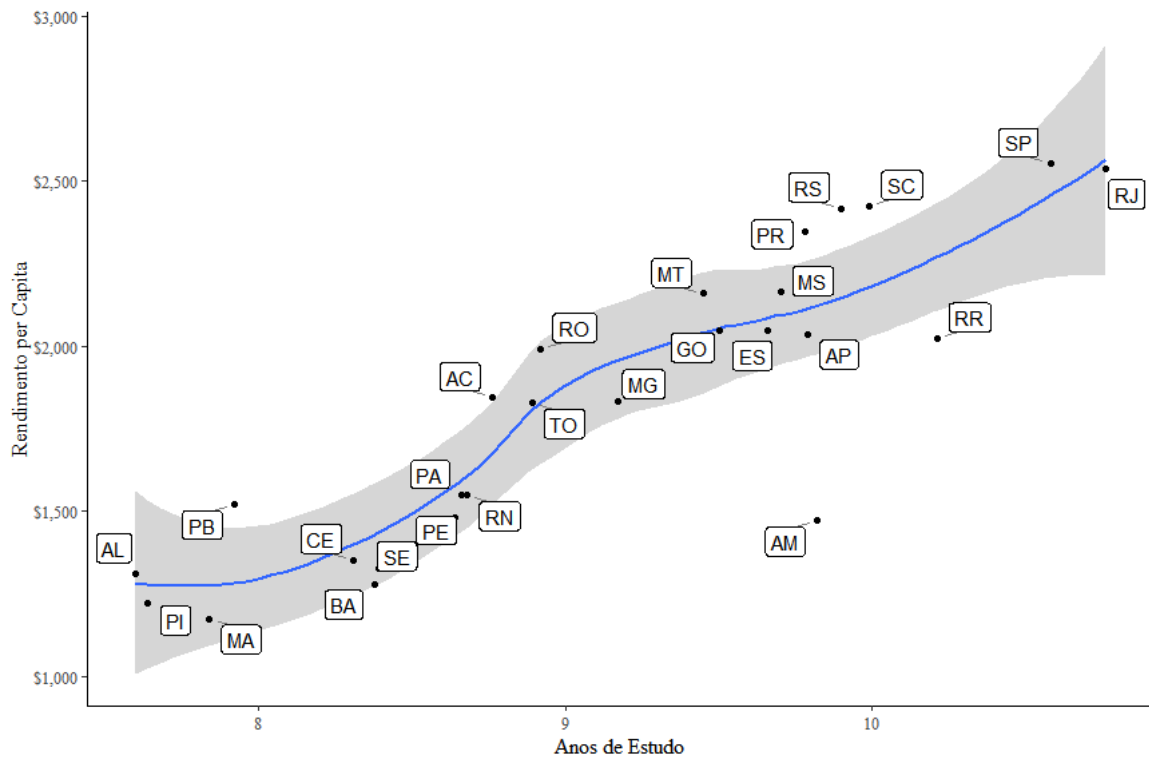


Fonte: PNAD Contínua/IBGE; Elaboração: Própria

No caso dos três estados em questão, a alta escolaridade aparenta não refletir no nível do Produto per Capita. A título de comparação, Amapá e Paraná apresentam níveis quase idênticos

de capita humano - em contrapartida, o estado da região Sul possui PIB quase duas vezes maior do que o estado do Norte.

Figura 6 – Relação entre Capital Humano e Rendimento per Capita para o ano de 2019



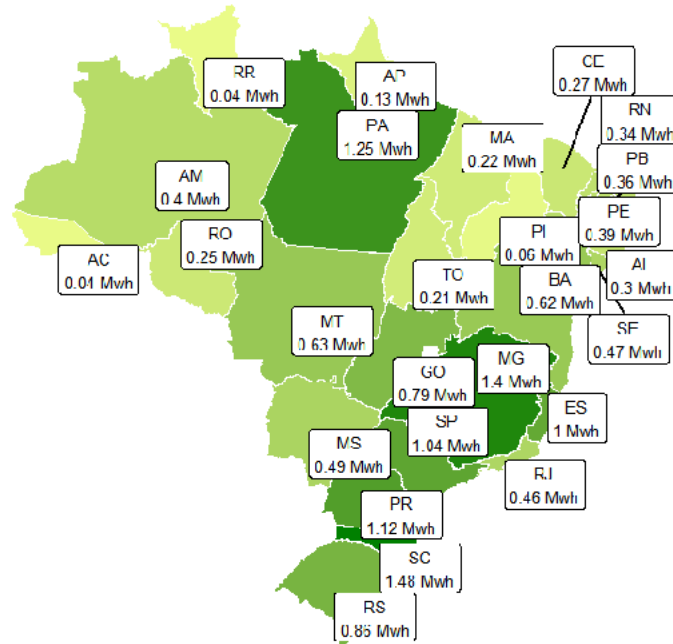
Fonte: Pnad Contínua/IBGE; Elaboração: Própria

Do mesmo modo, há uma relação positiva entre rendimento per capita e escolaridade, apresentando resultados bem semelhantes ao observado em relação ao PIB per capita. O disposto no gráfico corrobora com a percepção mencionada anteriormente em Ramos (2012), no sentido de que maiores níveis de capital humano refletem-se em maior produtividade e, conseqüentemente, maiores salários.

Outro ponto que chama a atenção é que o Amazonas se destaca como o único outlier na análise da relação entre capital humano e rendimento per capita, em contraste com o que foi observado na relação entre capital humano e PIB per capita. Essa discrepância pode estar relacionada ao que já foi discutido anteriormente sobre a distinção entre renda e PIB per capita, ressaltando que a escolha do indicador pode influenciar as interpretações sobre a disparidade econômica entre as regiões.

Ademais, o consumo de energia industrial também abre espaço para algumas observações. Novamente, o eixo Sul-Sudeste se destaca, apresentando um consumo de energia industrial per capita acima do observado nas demais regiões. O estado do Pará apresenta-se como um outlier, apresentando níveis de consumo de energia industrial elevados.

Figura 7 – Consumo de Energia Industrial per Capita em 2019



Fonte: PNAD Contínua/IBGE; Elaboração: Própria

Nesse contexto, vale destacar que a participação do PIB industrial no PIB do Pará é de 46.4%, sendo este o maior valor observado no Brasil - já em termos absolutos, o PIB industrial do Pará ocupa a sexta posição entre as UFs¹. No entanto, quando ajustado para a população do estado, que é menor do que a das grandes UFs do Sudeste, como São Paulo e Minas Gerais, o consumo de energia industrial per capita “explode”, refletindo uma demanda de energia proporcionalmente maior.

Em suma, a análise descritiva das variáveis abordadas neste capítulo fornece uma visão geral das disparidades entre as UFs brasileiras ao longo do período de 2012 a 2019. Utilizando dados da PNAD Contínua e do IBGE, foi possível traçar um panorama inicial das relações entre PIB per capita, rendimento per capita, capital humano e capital físico.

Os resultados evidenciam a continuidade das desigualdades regionais no Brasil, com as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste mantendo-se à frente em termos de PIB per capita e capital humano, enquanto as regiões Norte e Nordeste permanecem em níveis mais baixos.

Ademais, a análise das relações entre as variáveis indica uma relação positiva. No entanto, essa relação não é linear e homogênea, existindo estados que fogem à tendência observada.

Por exemplo, Amazonas, Amapá e Roraima apresentam uma escolaridade média elevada, o que, à primeira vista, deveria refletir em um PIB per capita mais alto, uma vez que trabalhadores mais qualificados tendem a ser mais produtivos - no entanto, essa expectativa não se concretiza. Como demonstrado na Figura 7, essas UFs possuem baixo consumo de energia industrial per

¹ Dados retirados do Portal da Indústria: CNI, SESI, SENAI e IEL.

capita, sugerindo um estoque de capital físico reduzido em comparação aos demais estados. O baixo consumo de energia industrial pode indicar uma limitação à capacidade dessas economias de transformar o capital humano em crescimento econômico efetivo.

Por outro lado, o Pará apresenta uma situação oposta - apesar da alta concentração industrial impulsionando um consumo elevado de energia per capita, o estado possui índice de capital humano abaixo da média nacional. Como resultado, seu PIB per Capita encontra-se no mesmo patamar de Amazonas, Amapá e Roraima, mesmo observadas essas disparidades.

Em termos mais amplos, essa análise reforça a ideia de que o investimento em capital humano, sem investimentos correspondentes em capital físico - e vice-versa, pode não ser suficiente para promover o crescimento econômico. Para confirmar essa hipótese, no entanto, faz-se necessário um estudo mais aprofundado, utilizando-se dos modelos explicitados na Revisão de Literatura.

4.2 Resultados

Seguindo o modelo MRW, já apresentado anteriormente, a tabela abaixo apresenta os resultados de três modelos de regressão: Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), Efeitos Aleatórios (RE) e Efeitos Fixos (FE), com o logaritmo do PIB per capita como variável dependente.

As variáveis explicativas são, respectivamente, os logaritmos do crescimento populacional, capital físico e capital humano, correspondentes as variáveis já expostas na Tabela 1.

Tabela 5 – Regressões

	MQO	Efeitos Aleatórios	Efeitos Fixos
	ln_PIBpc	ln_PIBpc	ln_PIBpc
ln_N	-0.288*** (0.102)	-0.313*** (0.104)	-0.334*** (0.099)
ln_CapFísico	0.111*** (0.013)	0.081*** (0.012)	0.040*** (0.011)
ln_CapHumano	2.931*** (0.093)	2.623*** (0.106)	2.091*** (0.114)
Constante	4.003*** (0.205)	4.654*** (0.241)	
R ²	0.865	0.774	0.652
R ² ajustado	0.863	0.770	0.640

*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

No modelo de MQO, observa-se que os coeficientes das variáveis explicativas são, em geral, maiores em comparação com os outros modelos, exceto para ln_N. O coeficiente de ln_CapFísico é de 0.111, indicando que um aumento de 1% no capital físico está associado a um aumento de 0.111% no PIB per capita. Já o capital humano tem o maior impacto, com um coeficiente de 2.931, sugerindo que um aumento de 1% no capital humano leva a um crescimento de 2.931% no PIB per capita. Todas as variáveis são significativas ao nível de 1%.

No modelo de Efeitos Aleatórios, os coeficientes são menores, mas ainda assim significativos. O impacto do capital físico é de 0.081, enquanto o capital humano também apresenta um efeito considerável, com um coeficiente de 2.623.

Já no modelo de Efeitos Fixos, os coeficientes são ainda menores, com ln_CapFísico apresentando um coeficiente de 0.040 e ln_CapHumano de 2.091 - um aumento de 1% nessas variáveis reflete em um aumento no PIB per capita de, respectivamente, 0.04% e 2.09%. Esse

modelo, no entanto, controla as diferenças não observáveis entre os estados, como características regionais fixas, o que pode explicar a redução dos coeficientes.

A escolha entre o modelo de Efeitos Aleatórios e Efeitos Fixos foi realizada utilizando o teste de Hausman. O teste retornou um p-valor significativo, indicando que rejeita-se o uso de Efeitos Aleatórios, sugerindo que o modelo de Efeitos Fixos é mais adequado para a análise - dessa forma, mesmo que o modelo de Efeitos Fixos apresente coeficientes menores, ele é considerado mais robusto.

Todos os resultados encontrados estão de acordo com os modelos apresentados ao longo do trabalho - tanto em relação ao modelo de Solow quanto ao de MRW. Assim, a expectativa de retornos positivos para o capital humano e físico é confirmada pelos coeficientes estimados nas regressões.

O impacto positivo do capital humano, dessa maneira, reflete a importância da educação como forma de impulsionar o desenvolvimento de longo prazo. Não obstante, o coeficiente elevado está em concordância com as hipóteses levantadas por Barros (2011), apresentadas ao longo da Revisão de Literatura - de fato, o capital humano aparenta ser um dos principais fatores explicativos para a discrepância de renda entre os estados brasileiros.

Já o capital físico, embora também seja relevante, tem um impacto menor do que o capital humano, o que está alinhado, inclusive, com os achados de MRW, citados no Referencial Teórico. Além disso, o retorno negativo esperado para o crescimento populacional é outro ponto que valida a consistência dos resultados obtidos.

Na Tabela 6 estão dispostos os resultados dos testes de convergência beta. Para a realização do teste de convergência beta condicional, foram utilizados os logaritmos das médias do capital humano, capital físico e taxa de crescimento populacional como variáveis de controle.

Tabela 6 – Convergência Beta

	Convergência Absoluta	Convergência Condicional
	Taxa de Crescimento do PIB per Capita	Taxa de Crescimento do PIB per Capita
ln_PIB_2012	-0.018*** (0.003)	-0.025*** (0.008)
ln_CrescPop_Médio	-	-0.030** (0.013)
ln_CapHumano_Médio	-	0.022 (0.027)
ln_CapFísico_Médio	-	0.0003 (0.002)
Constante	0.233*** (0.025)	0.276*** (0.032)
R²	0.205	0.235
R² ajustado	0.201	0.220
*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01		

Para o teste de convergência absoluta, foi encontrado um beta de - 0.018. O resultado negativo indica que, de fato, há uma tendência de convergência absoluta entre os estados - as UFs que apresentavam um produto per capita menor no período inicial tendem a crescer mais rápido em comparação àquelas inicialmente mais ricas. Neste caso, o período de meia-vida estimado é

de 38 anos.

Já na convergência condicional o beta encontrado é de - 0.021. Novamente, o resultado implica que as economias estão convergindo para seu próprio estado estacionário. A velocidade de crescimento, neste caso, depende da distância do PIB inicial em relação ao steady-state de cada UF.

Além disso, a velocidade de convergência condicional é significativamente maior que a da convergência absoluta, com um período de meia-vida de 14 anos. Isso sugere que, ao considerar as diferenças específicas entre as UFs, as economias ajustam-se mais rapidamente ao seu estado estacionário. Esse resultado é esperado, uma vez que a convergência condicional leva em conta o impacto de fatores que influenciam o crescimento econômico de maneira diferente entre os estados.

Por fim, ambos os betas encontrados são significativos ao nível de 1%, e corroboram com a hipótese de que há convergência entre os estados brasileiros - tanto condicional quanto incondicional.

5 Conclusão

Em síntese, este trabalho teve como objetivo contribuir para o entendimento da dinâmica do crescimento econômico nos estados brasileiros, destacando a importância do capital humano no processo de desenvolvimento. Por meio da análise empírica e das regressões realizadas, foi possível verificar que, no período analisado, o capital humano exerce uma influência significativa sobre o crescimento econômico, corroborando as hipóteses teóricas discutidas ao longo da pesquisa.

Entretanto, embora todos os estados tenham registrado avançadas melhorias tanto nos indicadores educacionais quanto no PIB per capita, as desigualdades regionais ainda se mantêm de forma acentuada. A região Norte e, de maneira ainda mais expressiva, a região Nordeste, continuam a enfrentar sérios desafios no processo de desenvolvimento. Esses estados apresentam desempenhos significativamente mais baixos em comparação com as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, que demonstram indicadores mais robustos. Esse quadro evidencia a persistência de uma disparidade regional que dificulta a convergência econômica entre as unidades federativas do país.

Além disso, embora o foco principal da análise tenha sido o capital humano, o capital físico também se mostra relevante no processo de crescimento econômico, embora em menor escala. A interação entre capital humano e capital físico — em diferentes contextos regionais — se revela como um fator que potencializa o crescimento econômico sustentável, pois ambos são complementares no fortalecimento das estruturas econômicas regionais.

Não obstante, os resultados das regressões beta, que indicaram valores significativos, sustentam a hipótese de convergência entre os estados brasileiros. Este achado é relevante tanto no contexto de convergência condicional quanto incondicional e reforça a tese de que, ao longo do tempo, os estados mais pobres do Brasil podem alcançar níveis de desenvolvimento semelhantes aos das regiões mais ricas, desde que haja investimentos contínuos em educação.

Ademais, é importante ressaltar que o presente trabalho pode ser aprimorado por meio da aplicação de outras técnicas econométricas. Em particular, modelos que analisem o impacto da migração interna seriam de grande valor, compreendendo este fenômeno que pode afetar a formação de capital humano nas regiões menos desenvolvidas - a migração, por exemplo, pode levar à perda de talentos e dificultar o desenvolvimento econômico das regiões em questão, o que precisaria ser explorado de maneira mais profunda em futuras investigações.

Em conclusão, os resultados obtidos indicam que, além do capital físico, o investimento em educação desempenha um papel crucial no processo de crescimento econômico, confirmando a relevância do capital humano como motor do desenvolvimento regional. O alinhamento dos resultados empíricos com a teoria de crescimento econômico fortalece a tese de que o investimento em capital humano não apenas impulsiona o crescimento econômico, mas também contribui para uma trajetória sustentável de desenvolvimento regional.

6 Referências Bibliográficas

- BARRO, Robert J.; SALA-I-MARTIN, Xavier. **Economic Growth**. 2. ed. [S. l.]: The MIT Press, 2004.
- BARROS, Alexandre Rands Coelho. **Desigualdades Regionais no Brasil**. Brasil: Elsevier, 2011. 368 p.
- BECKER, Gary S. **Human capital a theoretical and empirical analysis, with special reference to education**. New York: National Bureau of Economic Research, 1964.
- JONES, C. I. **Introdução à teoria do crescimento econômico**. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- MANKIW, N. G.; ROMER, D.; WEIL, D. N. **A Contribution to the Empirics of Economic Growth**. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 107, n. 2, pp. 407–437 (1992).
- MINCER, Jacob A. **The Human Capital Earnings Function**. National Bureau of Economic Research, [s. l.], p. 83-96, 1974.
- _____. **Human Capital and Economic Growth**. *Economics of Education Review*, v. 3, n. 3, p. 195–205, 1984.
- NAKABASHI, L.; SALVATO, M. A. **Human Capital Quality in the Brazilian States**. *Revista Economia*, p. 211-229, 2007.
- RAMOS, Carlos Alberto. **Economia do trabalho: Modelos teóricos e o debate no brasil**. Brasil: CRV, 2020. 518 p.
- ROMER, Paul M. **Endogenous Technological Change**. *The Journal of Political Economy*, Chicago, p. 71-102, 1990.
- SCHULTZ, T. W. **Investment in Human Capital**. *The American Economic Review*, v. 51, n. 1, p. 1–17, 1961.
- SOLOW, R. M. **A Contribution to the Theory of Economic Growth**. *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 70, No. 1., pp. 65-94 (Fev., 1956)