Gabriel Domingues Justo

A qualidade da educação nas escolas e o crescimento econômico no Brasil

Maringá

2023

Gabriel Domingues Justo

A qualidade da educação nas escolas e o crescimento econômico no Brasil

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Econômicas da Universidade Estadual de Maringá, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Teoria Econômica.

Universidade Estadual de Maringá – UEM

Programa de Pós-Graduação em Ciências Econômicas

Orientadora: Profª. Drª. Marina Silva da Cunha

Maringá

2023

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

Justo, Gabriel Domingues

J96q A qualidade da educação nas escolas e o crescimento econômico no Brasil / Gabriel Domingues Justo. -- Maringá, PR, 2023.
84 f.: il. color., figs., tabs., maps.

Orientadora: Profa. Dra. Marina Silva da Cunha.
Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Departamento de Economia, Programa de Pós-Graduação em Economia, 2023.

1. Qualidade da educação. 2. Crescimento econômico - Brasil. 3. Capital humano. I. Cunha, Marina Silva da, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Sociais Aplicadas. Departamento de Economia. Programa de Pós-Graduação em Economia. III. Título.

CDD 23.ed. 330.981

Márcia Regina Paiva - CRB-9/1267

Gabriel Domingues Justo

A qualidade da educação nas escolas e o crescimento econômico no Brasil

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Econômicas da Universidade Estadual de Maringá, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Teoria Econômica.

COMISSÃO EXAMINADORA:

Profª. Drª. Marina Silva da Cunha
Universidade Estadual de Maringá - UEM

Prof. Dr. Ednaldo Michellon
Universidade Estadual de Maringá - UEM

Prof. Dr. José Luiz Parré
Universidade Estadual de Maringá - UEM

Profª. Drª. Solange de Cássia Inforzato de Souza
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Profª. Drª. Michele Aparecida Nepomuceno Pinto
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS

Maringá
2023

Universidade Estadual de Maringá

Programa de Pós-Graduação em Ciências Econômicas
Área de concentração: Teoria Econômica

PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO

ATA DE DEFESA PÚBLICA DE TESE

Aos vinte e sete dias do mês de fevereiro do ano de dois mil e vinte e três às cartorze horas, em sessão pública, realizou-se a defesa da tese intitulada **"A qualidade da educação nas escolas e o crescimento econômico no Brasil"**, de autoria do(a) doutorando(a) **Gabriel Domingues Justo**. A Banca Examinadora, constituída pelo Edital de Homologação nº 005/2023-PCE, foi composta pelos professores Marina Silva da Cunha (orientadora/UEM), Solange de Cássia Inforzato de Souza (examinadora/UEL), Michele Aparecida Nepomuceno Pinto (examinadora/UFMS), Ednaldo Michellon (examinador/UEM) e José Luiz Parré (examinador/UEM), sob a presidência do(a) primeiro(a). A abertura foi feita pelo(a) Presidente que presidiu a sessão. Após breve referência ao(a) candidato(a) e à tese, a palavra foi passada para o(a) doutorando(a), que teve 40 minutos para a exposição de seu trabalho. Em seguida, cada integrante da Banca Examinadora dispôs do tempo estipulado pela Presidente da sessão para arguição sobre o trabalho do(a) aluno(a), que teve o mesmo tempo de resposta. Concluidos os trabalhos de apresentação e arguição; a Banca Examinadora, em sessão reservada, procedeu ao julgamento da Tese; concluindo por:

I - (X) Aprovação, devendo a versão final da tese, ser entregue no prazo máximo de 30 dias.

II - ( ) *****Aprovação, desde que incorporada sugestão de reformulação da tese, a ser apresentada no prazo máximo de 60 (sessenta) dias ao orientador, ficando a critério da banca estipular a necessidade de nova defesa pública.

III - ( ) Reprovação.

Se houver alteração, informar abaixo o novo título:

_____

_____

_____

este documento não deve conter rasuras e deve ser preenchido de forma legível

E, para constar, foi lavrada a presente ata que vai assinada pelos membros da Banca Examinadora. Maringá, 27 de fevereiro de 2023.

Profª. Drª. Marina Silva da Cunha	Orientadora/Presidente	
Profª. Drª. Solange de Cássia Inforzato de Souza	Examinadora/UEL	
Profª. Drª. Michele Aparecida Nepomuceno Pinto	Examinadora/UFMS	
Prof. Dr. Endaldo Michellon	Examinador/UEM	
Prof. Dr. José Luiz Parré	Examinador/UEM	

⇨ **HOMOLOGAÇÃO** da **ATA-Resultado de Avaliação** por Edital de Homologação Assinatura/Coordenador do Programa de Pós-graduação em Ciências Econômicas	*****Confirmo que o(a) aluno(a) efetuou as reformulações sugeridas. Assinatura Professor(a) Orientador(a)

Agradecimentos

Aos meus pais e minha família pelo apoio irrestrito que sempre me deram ao longo de toda a vida. Amo-os muito.

Em especial, a tia Maria, ao tio Dario, a vó Dalva, a vó Marina e ao meu vô Reinaldo. Há pessoas que não estão entre nós, mas nos afetam positivamente de tal forma que se tornam parte de quem somos.

À minha namorada pelo companheirismo e por seu apoio neste período acadêmico.

À professora Marina por seus ensinamentos e por seu empenho em sempre ajudar a melhorar o trabalho.

Agradeço à CAPES pelo apoio financeiro.

"Take our 20 best people away, and I tell you that Microsoft would become an unimportant company."

(Bill Gates)

Resumo

O objetivo desta tese consiste em investigar a relação entre a qualidade da educação recebida nas escolas e o crescimento econômico no Brasil. A qualidade foi aferida com base nas notas obtidas pelos alunos no Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB). A metodologia empregada na pesquisa do SAEB permite realizar uma análise intertemporal de como o conhecimento agregado pelos alunos tem evoluído nas disciplinas de português e matemática no ensino fundamental e médio dentro do território nacional. Primeiramente, foi realizada uma análise da evolução da qualidade da educação no Brasil, em suas unidades federativas e suas regiões entre os anos de 1995 e 2019. Posteriormente, examinou-se a associação entre aquela qualidade e o crescimento econômico no Brasil. Para isto foram adotadas duas estratégias empíricas. Na primeira foi investigada a relação entre a qualidade da educação e o PIB *per capita* utilizando o modelo de Solow estendido proposto por Mankiw, Romer e Weil (1992) com um painel envolvendo dados de 1995 a 2019. E, na outra, estuda-se a relação entre níveis inicias de qualidade de educação sobre a taxa de crescimento econômico posterior. Os dados nestas análises foram obtidos com informações para cada unidade federativa e assume-se como *proxies* para qualidade da educação as notas médias obtidas pelos alunos no ensino médio no SAEB. A literatura nacional tem focado na importância de medidas quantitativas de capital humano (principalmente os anos de escolaridade) para explicar o efeito da educação no crescimento econômico do Brasil. Porém, a literatura internacional tem mostrado que medidas qualitativas de educação são fundamentais para determinar o crescimento. Todavia, a utilização de medidas qualitativas de educação para explicar o crescimento no Brasil, além de serem incipientes na literatura nacional, possuem horizontes de análise curtos. Os dados neste trabalho, com medidas qualitativas de educação, constituem um painel com informações a cada dois anos de 1995 a 2019, o mais longo encontrado até o momento. Quanto a evolução da qualidade de ensino, houve melhorias no ensino fundamental, porém o ensino médio piorou ao longo do período em quase todas as unidades federativas. Em relação aos resultados econométricos, as duas abordagens adotadas indicam que a qualidade da educação nas escolas tem uma relação tão importante quanto medidas quantitativas de capital humano para explicar o crescimento no país. Entretanto, ao analisar-se a relação entre os níveis inicias de qualidade de educação sobre a taxa de crescimento evidenciou-se em muitas estimações que medidas quantitativas tradicionais de capital humano perdem a significância.

Palavras-chave: Qualidade da educação. Crescimento econômico. Capital humano.

Abstract

The aim of this thesis is to investigate the relationship between the quality of education received in schools and economic growth in Brazil. Quality was measured based on the grades obtained by students in the Basic Education Assessment System (SAEB). The methodology used in the SAEB survey allows for an intertemporal analysis of how the knowledge aggregated by students has evolved in the subjects of portuguese and mathematics in primary and secondary education within the national territory. First, an analysis of the evolution of the quality of education in Brazil, in its federative units and regions between the years 1995 and 2019, was carried out. Subsequently, the association between that quality and economic growth in Brazil was examined. For this, two empirical strategies were adopted. In the first, the relationship between the quality of education and GDP per capita was investigated using the extended Solow model proposed by Mankiw, Romer e Weil (1992) with a panel involving data from 1995 to 2019. And, in the other, the relationship between initial levels of education quality and the subsequent economic growth rate is studied. The data in these analyzes were obtained with information for each federative unit and the average grades obtained by students in secondary education at SAEB are assumed as proxies for quality of education. The national literature has focused on the importance of quantitative measures of human capital (mainly years of schooling) to explain the effect of education on economic growth in Brazil. However, international literature has shown that qualitative measures of education are key to determining growth. However, the use of qualitative measures of education to explain growth in Brazil, in addition to being incipient in the national literature, have short horizons of analysis. The data in this work, with qualitative measures of education, constitute a panel with information every two years from 1995 to 2019, the longest found so far. As for the evolution of the quality of education, there were improvements in elementary education, but secondary education worsened over the period in almost all federal units. Regarding the econometric results, the two approaches adopted indicate that the quality of education in schools is as important as quantitative measures of human capital to explain growth in the country. However, when analyzing the relationship between the initial levels of quality of education on the growth rate, many estimates show that traditional quantitative measures of human capital lose their significance.

Keywords: Quality of education. Economic growth. Human capital.

Lista de ilustrações

Gráfico 1 – Trajetória temporal das notas médias do Brasil no SAEB por série nas disciplinas de português e matemática de 1995 a 2019 40
Figura 1 – Mapa com a evolução das médias das notas em matemática no SAEB da 4/5ª série do ensino fundamental por UF ao longo do tempo 45
Figura 2 – Distribuição das notas de matemática da 8ª/9ª série do ensino fundamental (EF) para os anos de 1995 e 2019 por rede de ensino (pública e privada) para diferentes níveis de escolaridade da mãe do aluno. 46
Gráfico 2 – Trajetória temporal das notas médias do Brasil no SAEB para a 4/5ª série do ensino fundamental e médio em matemática entre 1995 e 2019 em instituições privadas e públicas 47
Figura 3 – Correlações das notas do SAEB considerando todos os anos 54
Figura 4 – Mapa com a evolução das médias das notas em português no SAEB da 4ª série do ensino fundamental por UF ao longo do tempo 78
Figura 5 – Mapa com a evolução das médias das notas em matemática no SAEB da 8ª série do ensino fundamental por UF ao longo do tempo 79
Figura 6 – Mapa com a evolução das médias das notas em português no SAEB da 8ª série do ensino fundamental por UF ao longo do tempo 80
Figura 7 – Mapa com a evolução das médias das notas em matemática no SAEB da 3ª série do ensino médio por UF ao longo do tempo 81
Figura 8 – Mapa com a evolução das médias das notas em português no SAEB da 3ª série do ensino médio por UF ao longo do tempo 82

Lista de tabelas

Tabela 1 – Anos de escolaridade versus habilidades cognitivas em regressões de crescimento 32
Tabela 2 – Variação (em %) das notas médias do SAEB por UFs e Regiões entre os anos de 1995 e 2019 para as disciplinas de matemática e português para cada uma das séries juntamente com as respectivas notas médias em 1995 41
Tabela 3 – Diferença entre os níveis de proficiência dentro da escala do SAEB em 1995 e 2019 nas disciplinas de matemática e português para cada uma das séries nas UFs, Brasil e suas regiões 43
Tabela 4 – Estatísticas descritivas das variáveis usadas no modelo do PIB *per capita* em 1995 e 2019 e a variação percentual entre os períodos 53
Tabela 5 – Estimando a relação entre as notas do SAEB de diferentes séries e as variáveis de interesse do trabalho 55
Tabela 6 – Resultados das estimações relacionando qualidade da educação nas escolas com o nível do PIB *per capita* no Brasil 56
Tabela 7 – Estimando a relação entre qualidade da educação com o PIB *per capita* no Brasil para subamostras considerando como variável de interesse a nota média conjunta de português e matemática no ensino médio 58
Tabela 8 – Estimando a relação entre qualidade da educação com o PIB *per capita* no Brasil para subamostras considerando como variável de interesse a nota média individual de português e matemática no ensino médio 59
Tabela 9 – Estatísticas descritivas das variáveis usadas nas estimações considerando informações de todas UFs 63
Tabela 10 – Resultados das estimações em que as variáveis de interesse são notaM3 e notaP3 64
Tabela 11 – Resultados das estimações em que a variável de interesse é mediaNota3 . . 65
Tabela 12 – Resultados das estimações da qualidade inicial da educação sobre a taxa média de crescimento anual do PIB real *per capita* em subamostras de UFs 66
Tabela 13 – Quantidade de alunos considerados no SAEB para cada uma das edições usadas após as exclusões realizadas e sua divisão entre escolas públicas e privadas 77

Sumário

1 INTRODUÇÃO . . . 13

2 TEORIA E EVIDÊNCIAS . . . 18
2.1 Modelo de Solow . . . 18
2.2 Capital humano, tecnologia e crescimento econômico . . . 21
2.3 Modelo de Solow estendido com capital humano e contabilidade do crescimento . . . 24
2.4 Crescimento econômico e medidas quantitativas da educação . . . 27
2.5 Recentes abordagens sobre crescimento: ênfase na qualidade da educação . . . 29

3 EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DA EDUCAÇÃO NO BRASIL: EVIDÊNCIAS A PARTIR DO SAEB . . . 35
3.1 O SAEB . . . 35
3.2 Processo de amostragem do SAEB . . . 36
3.3 Evolução da qualidade da educação básica no Brasil e em suas UFs de 1995 a 2019 . . . 39
3.4 Considerações finais . . . 47

4 ASSOCIAÇÃO DA QUALIDADE DA EDUCAÇÃO NAS ESCOLAS COM CRESCIMENTO ECONÔMICO NO BRASIL . . . 49
4.1 Qualidade da educação e PIB *per capita* no Brasil . . . 49
4.1.1 Estratégia empírica . . . 49
4.1.2 Dados . . . 51
4.1.3 *Proxy* para a qualidade da educação nas escolas . . . 53
4.1.4 Principais resultados . . . 56
4.1.5 Resultados considerando subamostras . . . 57
4.1.6 Considerações finais . . . 60
4.2 Qualidade da educação e crescimento econômico no Brasil . . . 61
4.2.1 Estratégia empírica . . . 61
4.2.2 Dados . . . 63
4.2.3 Resultados . . . 64
4.2.4 Considerações finais . . . 67

5 CONCLUSÃO . . . 69

REFERÊNCIAS 71

APÊNDICES 76

APÊNDICE A – AMOSTRA DO SAEB 77

APÊNDICE B – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA QUALIDADE DA EDUCAÇÃO NAS UFS COM BASE NOS DADOS DO SAEB 78

ANEXO A – ESCALA DE PROFICIÊNCIA DO SAEB 83

1 Introdução

Umas das questões mais instigantes na literatura econômica mundial consiste em saber quais os determinantes da melhoria do padrão de vida entre regiões e países. Neste sentido, uma das variáveis econômicas mais importantes para determinar aquele padrão consiste no PIB (Produto Interno Bruto) *per capita*. Sendo assim, a pergunta fundamental a que os economistas buscam responder é por que há países em que a renda *per capita* é bem mais elevada do que em outros? Uma das principais contribuições para essa temática iniciou, principalmente, a partir do trabalho seminal de Solow (1956), fundamentado sobre a importância do capital fixo.

Após a teoria econômica ter dado ênfase ao capital físico para explicar as diferenças de renda *per capita* entre os países, a literatura passou a enfatizar o capital humano, principalmente a partir do trabalho de Mankiw, Romer e Weil (1992) que incluíram no modelo inicial de Solow o capital humano como um fator de produção que pode ser acumulado ao longo do tempo. Desde então, a literatura empírica nacional e internacional passou a incluir, dentre as variáveis para explicar a renda *per capita* e crescimento econômico, medidas quantitativas de capital humano como anos médio de estudo da população com 25 anos ou mais (BARRO, 1996; BARRO, 2013; NAKABASHI; SALVATO, 2007).

As diferenças de PIB *per capita* entre os países no mundo são alarmantes. Em 2017, segundo dados do Banco mundial[1], enquanto um país africano como Uganda possuía um PIB *per capita* de pouco mais de US$ 2 mil, países da União Europeia tinham um PIB *per capita* médio de mais de US$ 42 mil. Já para os Estados Unidos aquela medida estava próxima aos US$ 60 mil. O Brasil se situava, em 2017, entre os países considerados em desenvolvimento com um PIB *per capita* próximo aos US$ 14,5 mil. Duas vezes maior que Angola e quase três vezes menor que do Japão. Dentro do país, também há grandes diferenças de renda entre os estados. Segundo dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) no ano de 2019, enquanto no estado de Santa Catarina o PIB *per capita* é um pouco mais que R$ 48 mil [2] no Maranhão tal cifra não atinge R$16 mil[3].

Apesar dos resultados empíricos terem apontado em vários trabalhos a importância de variáveis que servem de *proxy* para medidas quantitativas de educação, avanços empíricos mostraram que medidas qualitativas de capital humano são ainda mais importantes (HANUSHEK; WOESSMANN, 2008; HANUSHEK; WOESSMANN, 2012a; HANUSHEK; WOESSMANN, 2012b). Em termos simples, a ideia destes autores é que em um país mais desenvolvido um ano de escolaridade gera mais conhecimento e capital humano do que em um país menos desenvol-

[1] Disponível em: https://databank.worldbank.org. Acesso em: 10 jan. 2022. O cálculo do PIB *per capita* dos países são baseados na Paridade do poder de compra.
[2] Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/pesquisa/10060/60147. Acesso em: 20 jan. 2022.
[3] Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/pesquisa/10060/60147. Acesso em: 20 jan. 2022.

vido. Portanto, além de anos de escolaridade da população, aquela literatura passou a incluir medidas que refletem a qualidade de ensino nos países mensurada através de testes internacionais envolvendo disciplinas clássicas como matemática e ciências. Tais estudos mostraram que a qualidade da educação, mensurada através de testes internacionais, como o PISA (Programme for International Student Assessment) que testa o conhecimento de jovens de 15 anos nas disciplinas de matemática e ciências, é mais relevante que medidas quantitativas de educação para explicar o crescimento econômico.

Além de seus efeitos sobre a renda dos indivíduos, Oreopoulos e Salvanes (2011) mostram que há evidências usando várias abordagens metodológicas relevantes que a educação tem, de fato, efeitos causais substancialmente importantes em uma ampla variedade de aspectos extremamente importante para melhoria da qualidade de vida. Tais como, estar em um emprego que não apenas paga mais, mas também oferece mais oportunidades de autorrealização, interação social e independência. Habilidades de tomada de decisão aprendidas na escola também conduzem a uma saúde melhor, casamentos mais felizes e filhos mais bem-sucedidos. A escolaridade incentiva a paciência e o pensamento de longo prazo. Comportamentos de risco como a gravidez na adolescência, a atividade criminosa e outros reduzem-se. A escolarização promove a confiança, a participação cívica, ensina os alunos a desfrutar de um bom livro e administrar o dinheiro.

Para Woessmann (2016) o aspecto econômico crucial da educação não significa que a defesa da educação deva ser feita apenas a partir de uma perspectiva de resultados puramente econômicos. Mas, é irresponsável pensar na educação sem levar em consideração sua dimensão econômica, pois isto provavelmente colocaria em risco a prosperidade das gerações futuras, com repercussões para a pobreza, exclusão social e sustentabilidade financeira dos sistemas de seguridade social. Se os *policy-makers* almejam promover a prosperidade econômica para a geração futura, um forte foco de agenda política na importância da educação, conhecimento e habilidades é necessário.

Haddad, Freguglia e Gomes (2017) usando um painel de dados de 2003 a 2009, com informações de município e escolas no Brasil, investigaram se os gastos com educação em escolas públicas resultaram em melhorias da qualidade da educação no ensino fundamental. Apesar dos resultados terem sido positivos, o impacto do gasto no aumento da qualidade é considerado baixo e, como possíveis explicações citam fatores políticos, corrupção, falta de eficiência e qualidade dos investimentos na área. Monteiro (2015) também em uma investigação sobre a relação entre aumentos de despesa em educação e desempenho educacional mostraram que municípios que mais investiram em educação conseguiram aumentar a expectativa de anos de estudo, reduzir o atraso escolar e a taxa de analfabetismo entre jovens, porém não encontraram associação com medidas de qualidade de ensino.

Ferraz, Finan e Moreira (2012) mostram que há gastos significativos com a educação primária por aluno, porém o desempenho dos alunos brasileiros no PISA está entre os piores do

mundo. Além disso, destacam que no Brasil há uma associação fraca entre o gasto por aluno e o seu desempenho acadêmico entre as crianças do ensino fundamental de escolas públicas. Entretanto, ao investigarem a relação entre a corrupção e qualidade da educação no ensino fundamental verificam que municípios em que a corrupção foi maior seus alunos obtiveram notas na prova Brasil e taxas de aprovação menores juntamente com taxas de evasão maiores. Tais municípios também tinham menos infraestrutura escolar e professores capacitados. Ou seja, menores gastos com educação implicam em redução de sua qualidade. Assim, os autores sugerem que as políticas públicas que visem elevar a qualidade da educação no Brasil deveriam incluir políticas que reduzam desvios ilícitos de recursos das escolas.

Mesmo quando se compara o desempenho acadêmico de estudantes do Brasil com outros de nível de desenvolvimento similar, ou até pior, os resultados são desanimadores. Em 2018, segundo INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira)[4], 78 países participaram da avaliação do PISA, dentre estes o Brasil, e verificou-se que 68,1% dos estudantes brasileiros, com 15 anos de idade, não possuíam nível básico de matemática, o mínimo para o exercício pleno da cidadania. Em ciências, o número chegava a 55% e, em leitura, 50%. Os índices estão estagnados desde 2009. E comparado a países da América do Sul, o Brasil é o pior país em matemática, empatado estatisticamente com a Argentina.

Hanushek e Woessmann (2012b), por exemplo, chamam atenção para o fato de que se nos basearmos apenas nos níveis de renda e escolaridade dos países latino americanos no início da década de 1960, bem à frente dos países do Leste Asiático, esperaríamos que os primeiros teriam um crescimento econômico mais significativo que os últimos. Entretanto, em 2000, o crescimento no Leste Asiático colocou essa região muito à frente da América Latina. Tal resultado, inicialmente, constitui-se em um enigma para muitos estudiosos. A despeito da literatura ter indicado outros fatores para equacionar tal enigma, os autores mostram que apesar de seu relativo sucesso em alcançar altos níveis de escolaridade, o conhecimento que os alunos da América Latina adquiriram na metade da adolescência é incrivelmente baixo. Em países como Brasil e Peru apenas cerca de uma em cada dez crianças de cada coorte pode ser denominada alfabetizada funcionalmente no final da adolescência. Assim, os autores mostram que o insucesso no desempenho educacional nos países latino americanos tem sido um fator fundamental no fraco desempenho econômico de longo prazo. Ao ignorar as diferenças no que os alunos realmente sabem entre os países, a literatura existente perde de forma muito significativa a verdadeira importância do capital humano para o crescimento econômico na América Latina.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho consiste em verificar a relação da qualidade da educação nas escolas no crescimento econômico do Brasil. Para testar tal associação foram utilizadas duas estratégias empíricas. Em uma delas, a variável dependente consiste no PIB *per capita*. Neste caso, constituiu-se um painel bianual com dados do ano de 1995 a 2019, o mais longo encontrado até o momento, envolvendo tanto medidas quantitativas quanto qualitativas

[4] Disponível em:<https://www.gov.br/inep/>. Acesso em: 20 jan. 2022.

de capital humano e foi aplicado o modelo de Solow estendido proposto por Mankiw, Romer e Weil (1992). Em outra análise, foi investigado o efeito de maiores níveis iniciais de qualidade de ensino nas escolas na taxa de crescimento econômico. Para isto, elabora-se um painel envolvendo dados do ano de 1995 até 2015. Todas informações são coletadas a nível das unidades federativas. É assumido que quanto maior a qualidade de ensino nas escolas maiores serão os níveis de capital humano em uma localidade o que resulta em maior crescimento econômico. As *proxies* para medir a qualidade da educação foram calculadas a partir das proficiências média em matemática e português no ensino médio obtidas no SAEB. A literatura nacional que investiga a relação entre educação e crescimento econômico no Brasil e utiliza medidas qualitativas de capital humano ainda é incipiente e, em geral, com horizontes de análises mais curtos.

Em uma análise adicional, realiza-se uma investigação de como os indicadores de qualidade da educação escolar, considerados no trabalho, tem evoluído de 1995 a 2019, principalmente, no Brasil e em suas unidades federativas para o ensino fundamental e médio. Para quantificar a qualidade de ensino nas escolas, a base de dados usada consiste no SAEB o qual trata-se de um conjunto de avaliações desenvolvidas pelo INEP com intuito, principalmente, de avaliar a qualidade de ensino nas instituições escolares mediante a aplicação de provas de português e matemática para três níveis de ensino, quais sejam, 4/5ª e 8/9ª série do ensino fundamental e 3ª série do ensino médio. A metodologia de amostragem permite a análise intertemporal das estimativas de médias de desempenho dos alunos por unidades da federação, para o país, regiões, e por redes de ensino (público ou privado).

Os resultados encontrados revelam que há uma relação forte entre a qualidade do ensino nas escolas e o produto *per capita* no Brasil. As duas estratégias empíricas utilizadas apontam evidências em favor daquela associação e as conclusões não se alteram muito quando são estimadas especificações considerando subamostras de UFs para verificar a robustez dos resultados principais. Entretanto, na estratégica empírica em que se investiga a relação da qualidade inicial da educação sobre a taxa de crescimento econômico encontra-se em muitas estimações que medidas quantitativa de educação perdem a significância ao levar-se em consideração as medidas qualitativas para explicar as taxas de crescimento.

Em relação a análise da evolução dos indicadores considerados como *proxies* da qualidade da educação nas escolas, constatou-se que, de forma geral, as melhorias da qualidade da educação básica no Brasil foram pequenas, dado o período de 25 anos analisados. Em especial, para o ensino médio os resultados são preocupantes, visto que o país e algumas unidades federativas reduziram tanto as suas notas médias quanto seus níveis de proficiências. Todavia, o ensino fundamental foi o que mais melhorou, principalmente, os anos inciais do ensino fundamental.

O restante do trabalho é organizado da seguinte forma. O próximo capítulo aborda algumas teorias econômicas do crescimento juntamente com trabalhos empíricos nacionais e internacionais. No capítulo três avalia-se a evolução da qualidade da educação no Brasil com base nos dados do SAEB. O capítulo quatro é dividido em duas partes. Na primeira foi investigada a

relação entre qualidade da educação nas escolas e o PIB *per capita* no Brasil. Na segunda parte, examina-se a associação entre a taxa de crescimento econômico e aquela qualidade no país. E, no último capítulo, são apresentadas as considerações finais.

2 Teoria e evidências

2.1 Modelo de Solow

Os modelos teóricos desenvolvidos sobre crescimento econômico[1] buscam em última análise responder uma das questões mais importantes da Ciência Econômica: Por que há no mundo nações pobres e nações ricas? As evidências empíricas constatam que quanto mais desenvolvido é um país maior tende a ser seu PIB *per capita*[2]. Assim, apesar do prisma sobre desenvolvimento econômico ter sido alterado ao longo do tempo, passando a incorporar além de aspectos econômicos, questões sociais e do meio ambiente, uma condição necessária, porém não suficiente, para alcançá-lo consiste que os indivíduos tenham uma maior quantidade de bens e serviços disponíveis. Notavelmente, em países cuja população não tem acesso ao mínimo necessário de bens materiais para viver com dignidade. Logo, entender as causas que levam ao crescimento econômico consiste em um tema fundamental em economia.

Apesar de não terem sido os primeiros artigos a abordar a respeito do crescimento econômico, os trabalhos de Solow (1956) e Swan (1956) introduziram o que ficou conhecido como o modelo de Solow e se tornou por muito tempo um dos mais influentes para explicar o crescimento econômico. No modelo a única fonte possível de crescimento é a acumulação de capital físico. O modelo assume a seguinte função de produção neoclássica agregada para um único bem final:

$$Y(t) = F(K(t), A(t)L(t)) \tag{2.1}$$

Em que $Y(t)$ é a quantidade total de produção do bem final, $K(t)$ é o estoque de capital, $L(t)$ é o emprego total e $A(t)$ é a tecnologia no tempo t. A função de produção apresenta produtos marginais positivos e decrescentes juntamente com retornos constantes de escala nos fatores capital e trabalho. Além disso, a função 2.1 satisfaz as condições de Inada[3]. Todas estas propriedades daquela função são necessárias para que o modelo tenha estado estacionário.

[1] Solow (1956), Swan (1956), Mankiw, Romer e Weil (1992), Lucas (1988), Nelson e Phelps (1966), Romer (1990).

[2] Calculou-se as correlações entre o IDH e o PIB *per capita* para 111 países para cada um dos anos entre 2000 e 2020, com dados obtidos em UNDP (2022), e a partir disto obteve-se que a menor correlação foi 0,75, no ano de 2000, com uma média de 0,81 e desvio padrão 0,03. Ou seja, há uma forte correlação entre o desenvolvimento de um país e seu PIB *per capita*.

Desde de 1990, o PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento) divulga dados do IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) que busca mensurar o nível de desenvolvimento de um país incorporando variáveis relacionadas a renda, a longevidade e a educação. Tal índice desponta como o mais conhecido e destacado substituto do PIB *per capita* como indicador de bem-estar de uma população (GUIMARÃES; JANNUZZI, 2005).

[3] Dadas por: $\lim_{K\to 0} F_K(.) = \infty$, $\lim_{K\to\infty} F_K(.) = 0$, $\lim_{L\to\infty} F_L(.) = 0$ e $\lim_{L\to\infty} F_L(.) = 0\ \forall A$ e $L > 0$ e $K > 0$.

A forma como a tecnologia afeta a produção da economia é chamado de progresso tecnológico *Harrod-Neutal* (ou aumentadora de trabalho), pois à medida que a tecnologia melhora ao longo do tempo uma unidade do insumo trabalho se torna mais produtivo. Neste modelo, a tecnologia é assumida ser um bem não excludente e não rival, ou seja, qualquer firma pode utilizá-la e o uso por uma empresa não impede a utilização por outras empresas. Portanto, uma vez descoberto algum método produtivo que eleve a produtividade de uma dada quantidade de fatores de produção, qualquer outra empresa poderá adotar aquele método inovador. O aumento líquido no estoque de capital ao longo do tempo é dado por:

$$\dot{K} = sY - \delta K \tag{2.2}$$

Em que $\delta \in (0,1)$ é a taxa de depreciação do capital físico e $s \in (0,1)$ é a fração do produto que é investida a cada ponto do tempo. Já as taxas de crescimento do trabalho e tecnologia ao longo do tempo são dadas, respectivamente, por:

$$\frac{\dot{L}}{L} = n \tag{2.3}$$

$$\frac{\dot{A}}{A} = g \tag{2.4}$$

Pode-se fazer a análise do comportamento desta economia, no curto prazo, por meio da dinâmica de transição da economia até atingir o Estado Estacionário ou, no longo prazo, analisando o comportamento das variáveis endógenas ao longo da trajetória de crescimento equilibrado. Para tais análises é conveniente reescrever as equações 2.1 e 2.2 em termos de variáveis que permanecem constantes no Estado Estacionário, ou seja, em termos de $\hat{y} = \frac{Y}{AL}$ e $k = \frac{K}{AL}$. Fazendo isto, encontra-se as seguintes equações:

$$\hat{y} = f(k) \tag{2.5}$$

$$\dot{k} = s\hat{y} - (n + g + \delta)k \tag{2.6}$$

No estado estacionário, $\dot{k} = 0$ na equação 2.6. E assumindo a forma funcional $Y = (AL)^{\alpha}(K)^{1-\alpha}$, então $y = f(k) = k^{\alpha}$ com $\alpha \in (0,1)$. Assim, o produto *per capita* no longo prazo $\frac{Y}{L} = y(t)^{lp}$ é dado por:

$$y(t)^{lp} = (\frac{s}{n + g + \delta})^{\frac{\alpha}{\alpha-1}} A(t) \tag{2.7}$$

Resolvendo a equação diferencial 2.4, encontra-se que $A(t) = A(0)e^{gt}$, em que $A(0)$ é o nível de tecnologia inicial. Sem progresso tecnológico ($g = 0$) e tomando $A(0) = 1$, a

equação 2.7 torna-se $y(t)^{lp} = (\frac{s}{n+\delta})^{\frac{\alpha}{\alpha-1}}$, ou seja, não haverá crescimento econômico do produto *per capita* no longo prazo.

Assim sendo, um dos principais resultados do modelo consiste que a taxa de crescimento de longo prazo da renda *per capita* da economia é dada pela taxa de crescimento da tecnologia, exógena no modelo. Portanto, o principal causador do crescimento econômico sustentado não é modelado. E isto consiste em uma das principais críticas ao modelo de Solow. Trabalhos posteriores buscaram cobrir esta lacuna do modelo. As políticas econômicas podem afetar a taxa de crescimento da economia apenas no curto prazo (tornando-a maior ou menor que g) através da dinâmica de transição dada pela equação 2.7 alterando apenas o nível de renda *per capita* no longo prazo, mas jamais afetam a taxa de crescimento daquela variável.

Há dois conceitos extremamente importantes na análise do crescimento econômico e este consiste no momento oportuno para introduzi-los. Trata-se do conceito de convergência absoluta e condicional. A hipótese de que economias mais pobres tem uma tendência a crescer mais rápido que economia mais ricas é chamada de convergência absoluta. Porém, se há heterogeneidade entre os países, ou seja, cada um possui diferentes valores dos parâmetros do modelo, logo cada economia tem um valor diferente de estado estacionário e, assim, tem-se o conceito de convergência condicional a qual consiste na ideia de que quanto mais distante uma economia está de seu próprio valor de estado estacionário mais rápido ela crescerá (BARRO; SALA-I-MARTIN, 2004).

Através da dinâmica de transição pode-se explicar porque há diferenças nas taxas de crescimento entre os países ao longo do tempo juntamente com o conceito de convergência condicional. No estado estacionário, a equação 2.6 fica:

$$\begin{aligned} sf(k^{lp}) &= (n+g+\delta)f(k^{lp}) \\ s &= (n+g+\delta)\frac{k^{lp}}{f(k^{lp})} \end{aligned} \tag{2.8}$$

Dividindo ambos os lados da equação 2.6 por k e substituindo a equação 2.8 na equação resultante encontra-se que:

$$\begin{aligned} \frac{\dot{k}}{k} &= (n+g+\delta)\frac{k^{lp}}{f(k^{lp})}\frac{f(k)}{k} - (n+g+\delta) \\ \frac{\dot{k}}{k} &= (n+g+\delta)[\frac{\frac{f(k)}{k}}{\frac{f(k^{lp})}{k^{lp}}} - 1] \end{aligned} \tag{2.9}$$

A implicação da equação 2.9 consiste que quanto mais distante (mais próximo) está o valor corrente do capital por unidade de trabalho efetivo de uma economia de seu próprio nível de estado estacionário, então o crescimento desta economia será mais rápido (mais lento).

Note que quando $\frac{f(k)}{k} = \frac{f(k^{lp})}{k^{lp}}$ estamos no estado estacionário em que $\frac{\dot{k}}{k} = 0$. Logo, as economias convergem para seu próprio valor de estado estacionário e a velocidade da convergência depende do quão distante a economia está de seu próprio valor de estado estacionário.

2.2 Capital humano, tecnologia e crescimento econômico

Segundo Barbosa Filho e Pessôa (2010), no fim dos anos 1950 e primeira metade dos anos 1960, os economistas passam a considerar como objeto de investigação de forma sistemática o papel da educação. Um dos motivos foi de natureza macroeconômica. Os trabalhos de Solow, na década de 50, indicaram uma diferença muito grande entre o crescimento do produto americano observado e o crescimento do produto 'explicado' pelo aumento da dotação de fatores de produção tradicionais, como capital e trabalho. Tal diferença foi denominada de resíduo de Solow. Este resíduo poderia ser atribuído a dois fatores: progresso técnico ou a acumulação de outros fatores que não estavam sendo considerados nos estudos de Solow. O candidato óbvio para esta segunda linha de argumentação era a melhoria da qualidade do trabalho medida pela elevação da escolaridade média da população economicamente ativa.

Assim, antes de abordar-se a extensão do modelo de Solow, deve-se discorrer sobre o termo cunhado como capital humano. A teoria do capital humano começou a ser formulada nas décadas de 1950 e 1960 tendo como protagonistas os pesquisadores Schultz, Mincer e Becker. A abordagem do capital humano afetou principalmente três campos de investigação acadêmica na economia: modificou a análise do mercado de trabalho, as explicações dos determinantes do crescimento econômico e os benefícios econômicos de melhorias da saúde, de uma vida mais longeva e da melhor qualidade de vida.

Nessa literatura, a educação passa a ser tratada como um investimento no homem e suas implicações passam a ser vistas como uma forma de formação de capital. A principal hipótese para este tratamento da educação é que alguns aumentos importantes na renda nacional são consequência de acréscimos ao estoque daquela forma de capital. E há muitos indícios de que alguns, e talvez uma parte substancial, dos aumentos inexplicados da renda nacional nos Estados Unidos sejam atribuíveis à formação desse tipo de capital (SCHULTZ, 1960). Segundo Becker (1962) o investimento em capital humano constitui-se de atividades que influenciam a renda real futura por meio da incorporação de recursos nas pessoas. Além da aquisição de escolaridade, tais formas de investir incluem, por exemplo, treinamento no trabalho, cuidados médicos e aquisição de informações sobre o sistema econômico. Todos estes investimentos aperfeiçoam as habilidades físicas e mentais aumentando, assim, as perspectivas de renda real.

Schultz (1961) enuncia que tem sido amplamente observado que os aumentos na produção nacional foram elevados em comparação com os aumentos de terra, horas-homem e capital físico, sendo que o investimento em capital humano é provavelmente a principal explicação para essa diferença. Além disso, dado que a qualidade do esforço humano pode ser grande-

mente melhorada e sua produtividade aumentada, o investimento em capital humano deve contabilizar pela maior parte do aumento impressionante nos rendimentos reais por trabalhador. O autor também enfatiza que as diferenças de salários entre grupos, raças e estados americanos poderiam ser explicada pela diferença dos anos de educação, na medida em que indivíduos com mais educação tendem a receber salários superiores.

Além disso, ao relacionar educação e crescimento econômico nos países pobres, Schultz (1961) atribuí a escassez de capital humano um limitador para que tais países obtenham uma melhor utilização do investimento em capital físico o que resultaria em um maior crescimento econômico naquelas localidades. Anteriormente ao trabalho de Schultz sobre capital humano, a literatura de desenvolvimento econômico enfatizava a acumulação de capital físico, tal qual o modelo básico de crescimento neoclássico. Mas, a partir da análise de Schultz a literatura passou a incluir nos modelos de crescimento a acumulação de capital humano, dentre eles modelos enfatizando a acumulação daquele capital por meio da escolaridade (LUCAS, 1988).

Em relação à importância empírica do capital humano, em especial anos de escolaridade, sobre os rendimentos do trabalhador foi mostrada no trabalho seminal de Mincer (1974). Este autor estimou um modelo em que a variável dependente é o logaritmo dos salários e tem como variáveis independentes anos de educação e anos de experiência potencial no mercado de trabalho. Esta equação ficou conhecida como a equação minceriana de determinação de salários. Segundo Lemieux (2006), tal modelo tem sido usado extensivamente em pesquisas empíricas de determinação de salários e foi estimado em milhares de conjuntos de dados para um grande número de países e períodos de tempo, o que o torna um dos modelos mais amplamente utilizados na economia empírica, sendo que um dos motivos de sua popularidade é por ser parcimonioso e se ajustar aos dados notavelmente bem na maioria dos contextos.

Outra forma pela qual o acúmulo de capital humano contribuiria para o aumento da produção de uma região dá-se devido ao fato que quanto maior o investimento naquele capital maior será a facilidade de adoção, e difusão de novas tecnologias na respectiva região. Em modelos econômicos, como o modelo de Solow (1956), a tecnologia consiste no motor do crescimento de longo prazo. Assim, ela é uma variável chave para entender o crescimento econômico. No entanto, é tratada como uma variável exógena e por isto tais modelos são chamados de modelos de crescimento exógenos.

Na literatura do crescimento a tecnologia tem um significado muito específico o qual consiste na forma como os insumos utilizados no processo produtivo são transformados em produtos. E ideias melhoram a tecnologia de produção. Uma nova ideia pode permitir que com uma dada cesta de insumos (capital, trabalho, terra e outros) seja possível produzir mais produto. A variável $A(t)$ da equação 2.1 é um índice de tecnologia (JONES; VOLLRATH, 2013).

Quanto maior for o estoque de capital humano em um país mais fácil torna-se a implementação de novas tecnologias e produtos criados ao redor do mundo. E, *ceteris paribus*, isto faz com que um país cresça de forma mais acelerada. Nelson e Phelps (1966) relatam de forma

bem compreensível o mecanismo mediante o qual a educação afeta o crescimento econômico por meio do processo de intensificação da criação e difusão de novas tecnologias através do seguinte trecho:

> *Its clear that the farmer with a relatively high level of education has tended to adopt productive innovations earlier than the farmer with relatively little education. [..] the greater education of the more educated farmer has increased his ability to understand and evaluate the information on new product and processes disseminated by the department of agriculture. [..] The less educated farmer, for whom the infromation in technical journals means less, is prudent to delay the introduction of the a new techniques until he has concrete evidence of its profitability, like the fact that his more educated friends have adopted the technique with sucess (NELSON; PHELPS, 1966, p. 70).*

Os autores supracitados descrevem a taxa de crescimento da tecnologia pela seguinte equação:

$$\frac{\dot{A(t)}}{A(t)} = \phi(H)[\frac{T(t) - A(t)}{A(t)}] \tag{2.10}$$

Assim, o progresso tecnológico dependeria da diferença entre o nível de tecnologia teórico ($T(t)$) e o nível de tecnologia prático ($A(t)$). Além disso, a taxa a qual aquele *gap* é fechado dependerá do nível de capital humano (H) da localidade, uma vez que se assume $\phi'(H) > 0$, ou seja, quanto maior o capital humano em uma região mais rápido será adotada a implementação de novas tecnologias. O nível de conhecimento teórico é assumido crescer de forma exógena por meio da seguinte equação $T(t) = T(0)e^{\lambda t}$ com $\lambda > 0$.

Romer (1990) a partir da criação de um modelo de crescimento investiga a relação entre capital humano e inovação tecnológica e seus efeitos sobre a taxa de crescimento econômico. O desenvolvimento tecnológico e de novos conhecimentos utilizados na produção de bens da economia são funções da mão de obra qualificada e do estoque de conhecimento. Portanto, uma economia com um estoque maior de capital humano experimentará um crescimento mais rápido.

Outra via pela qual níveis maiores de capital humano em uma região potencializam o crescimento econômico se dá na medida em que aumenta as habilidades dos indivíduos de se ajustar mais eficaz e eficientemente a situações de desequilíbrios nos mercados. Neste sentido, segundo Schultz (1975) há evidências suficientes para validar à hipótese de que a capacidade de lidar com êxito em cenários de desequilíbrios econômicos é aprimorada pela educação e que essa capacidade é um dos principais benefícios da educação para as pessoas em uma economia em modernização. Em outras palavras, pessoas mais instruídas, implicando em maior capital humano, quando se deparam com situações de desequilíbrios na economia teriam mais capacidade de estimar custos e benefícios esperados das possíveis decisões a serem feitas e, assim, tendem a se adaptar melhor às novas circunstâncias do mercado.

2.3 Modelo de Solow estendido com capital humano e contabilidade do crescimento

Os autores Mankiw, Romer e Weil (1992) contribuem de forma teórica e empírica para a literatura sobre crescimento econômico. Estes autores enfatizam a importância da acumulação da capital humano (através da educação) como fonte de crescimento. Isto é realizado adicionando ao modelo de Solow, além da acumulação de capital físico, a possibilidade que as economias acumulem capital humano ao longo do tempo. Eles assumem a seguinte função de produção Cobb-Douglas:

$$Y(t) = K(t)^{\alpha} H(t)^{\beta} (A(t)L(t))^{1-\alpha-\beta} \tag{2.11}$$

Em que H é o estoque de capital humano e $\alpha + \beta < 1$ o que implica que há retornos decrescentes a escala para todos os capitais. As variáveis restantes são definidas da mesma forma que na função de produção dada por 2.1. Assume-se que a quantidade de trabalho e tecnologia inicial na economia são dadas, respectivamente, por $L(0)$ e $A(0)$ e que L e A crescem a taxa n e g, da mesma forma que nas equações 2.3 e 2.4.

A forma como capital humano e físico, ambos por unidade de trabalho efetivo, evoluem ao longo do tempo são dados por:

$$\dot{k} = s_k \hat{y}(t) - (n + g + \delta)k(t) \tag{2.12}$$

$$\dot{h} = s_h \hat{y}(t) - (n + g + \delta)h(t) \tag{2.13}$$

É assumido que a taxa de depreciação (δ) é igual para ambos tipos de capitais e $\hat{y} = \frac{Y}{AL}$, $k = \frac{K}{AL}$, $h = \frac{H}{AL}$ são as quantidades de produto, capital físico e capital humano por unidade de trabalho efetivo, respectivamente. Já s_h e s_k são as frações do produto investida em capital humano e físico, respectivamente.

Ao assumir que $\dot{k}$=$\dot{h}$=0, nas equações 2.12 e 2.13, obtêm-se os valores de k e h no estado estacionário e substituindo tais valores na equação 2.11, após transformar a função de produção em unidades de trabalho efetivo, encontra-se o nível de renda *per capita* de longo prazo desta economia dada por:

$$y(t)^{lp} = A(t)\left(\frac{s_k^{1-\beta} s_h^{\beta}}{n + g + \delta}\right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta}} \left(\frac{s_k^{\alpha} s_h^{1-\alpha}}{n + g + \delta}\right)^{\frac{\beta}{1-\alpha-\beta}} \tag{2.14}$$

Comparando a equação 2.14 com a equação 2.7, verifica-se que, assim como no modelo de Solow, no presente modelo a taxa de crescimento da renda *per capita* no longo prazo

depende apenas da taxa de progresso tecnológico, uma variável exógena. Agora aplicando o ln na equação 2.14 obtém-se a seguinte equação da renda *per capita* ($y = \frac{Y}{L}$) no longo prazo:

$$\begin{aligned} ln(y) = \quad & lnA(0) + gt + \tfrac{\alpha}{1-(\alpha+\beta)} ln(s_k) - \tfrac{\alpha+\beta}{1-(\alpha+\beta)} ln(n+g+\delta) + \\ & + \tfrac{\beta}{1-(\alpha+\beta)} ln(s_h) \end{aligned} \tag{2.15}$$

Aqui $A(0)$ representa variáveis como o clima, a dotação de recursos, a tecnologia, etc. Duas implicações do modelo de Solow consiste que quanto maior o investimento em capital físico e menor a taxa de crescimento populacional maior o nível de renda *per capita* de longo prazo. Para o presente modelo, pela equação 2.15, vê-se que as conclusões anteriores se mantêm. Mas, além disso, nota-se que economias que investem mais em capital humano terão maiores níveis de renda *per capita* no longo prazo. Outra forma de constatar como o capital humano afeta a renda consiste em tomar o nível de capital humano por unidade de trabalho efetivo no longo prazo, obtido isolando a variável h após assumir $\dot{h} = 0$ na equação 2.13, e o substituindo na equação 2.15 e obtém-se:

$$\begin{aligned} ln(y) = \quad & lnA(0) + gt + \tfrac{\alpha}{1-\alpha} ln(s_k) - \tfrac{\alpha}{1-\alpha} ln(n+g+\delta) + \\ & + \tfrac{\beta}{1-\alpha} ln(h) \end{aligned} \tag{2.16}$$

Agora, de forma explícita, visualiza-se que quanto maior o nível de capital humano (h) maior será o produto *per capita* de longo prazo de uma economia. Com base no modelo desenvolvido, os autores também realizam uma análise empírica *cross-section* de países com dados que cobrem o período de 1960-1985 utilizando como taxa de acumulação do capital humano (s_h) a porcentagem da população em idade de trabalho que está no segundo grau. Tal análise mostrou que, aproximadamente, 80% das variações na renda entre os países, não produtores de petróleo, é explicada pelo modelo. Evidenciando que as diferenças na renda *per capita* entre países são melhor compreendidas adicionando ao modelo de Solow a acumulação do capital humano.

Uma outra abordagem utilizada na literatura para verificar o efeito da educação sobre o crescimento se dá por meio do exercício da contabilidade de crescimento. Há situações em que o interesse reside nos determinantes aproximados do crescimento, ou seja, frequentemente deseja-se saber quanto do crescimento em determinado período se deve a aumentos nos fatores de produção e quanto se deve a outras variáveis. Dentre os precursores da contabilidade do crescimento temos Solow (1957) (ROMER, 2018).

Seguindo Stevens e Weale (2004), considere a função de produção dada por:

$$Y(t) = A(t)f(K(t), L(t)) \tag{2.17}$$

Esta função enuncia que o produto agregado (PIB real) no tempo t depende do nível de tecnologia disponível na economia no tempo t ($A(t)$), da quantidade de capital físico no tempo

t ($K(t)$) e da quantidade de trabalho ($L(t)$) no tempo t. Assuma que os fatores de produção são remunerados por seu produto marginal e a função de produção agregada é homotética. Aplicando ln na equação 2.17 e diferenciando em relação ao tempo encontra-se que:

$$\frac{\dot{Y}(t)}{Y(t)} = \alpha\frac{\dot{K}(t)}{K(t)} + (1-\alpha)\frac{\dot{Y}(t)}{Y(t)} + \frac{\dot{A}(t)}{A(t)} \tag{2.18}$$

Em que $\alpha = \frac{f_k K}{Y}$ e $1-\alpha = \frac{f_L L}{Y}$ as participações dos lucros e renda do trabalho na economia, respectivamente. Imagine que haja diferentes tipos de trabalhos, cada um associado a um nível de escolaridade e seja L_t o insumo trabalho com t anos de estudo os quais combinados resultam na seguinte função trabalho agregado:

$$L = L(L_0, L_1, \ldots, L_T) \tag{2.19}$$

Substituindo a equação 2.19 em 2.17, aplicando ln e derivando em relação ao tempo tem-se (omitimos o símbolo (t)):

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = f_K\frac{K}{Y}\frac{\dot{K}}{K} + f_L\sum_{t=1}^{T}\frac{\partial L}{\partial L_t}\frac{L_t}{Y}\frac{\dot{L}_t}{L_t} + \frac{\dot{A}}{A} \tag{2.20}$$

Se cada trabalho com uma dada escolaridade recebe seu produto marginal e a função trabalho agregado é uma função homotética temos que o produto marginal de cada tipo de trabalho é dado por $f_L\frac{\partial L}{\partial L_t} = w_t$. Logo,

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = f_K\frac{K}{Y}\frac{\dot{K}}{K} + \sum_{t=1}^{T} w_t\frac{L_t}{Y}\frac{\dot{L}_t}{L_t} + \frac{\dot{A}}{A} \tag{2.21}$$

Portanto, a taxa de crescimento do produto ($\frac{\dot{Y}}{Y}$) depende da participação dos rendimentos de cada tipo de trabalho em relação ao produto total ($w_t\frac{L_t}{Y}$) e de sua taxa de crescimento ($\frac{\dot{L}_t}{L_t}$).

Para entender como pode-se utilizar a contabilidade do crescimento, assuma que o retorno Minceriano de um ano extra de educação seja 10.1%. Agora imagine que os anos médios de estudo da força de trabalho de um país aumentem em um ano (assumindo que qualificados e não qualificados sejam substitutos perfeitos) assim a oferta de trabalho efetiva se eleva pela mesma quantidade. Então, se a participação da força de trabalho no produto é $\frac{1}{3}$, o ano extra de educação contribuirá com 3.36% com o crescimento do PIB e o restante será devido a outros fatores. Uma deficiência no modelo acima é que se a produtividade total dos fatores (A) depende da educação, então a contribuição da educação ao crescimento é subestimada.

2.4 Crescimento econômico e medidas quantitativas da educação

Nesta seção realiza-se uma revisão da literatura nacional e internacional sobre crescimento econômico focando, principalmente, em como os trabalhos tem incluído medidas quantitativas do(a) capital humano (educação) e quais são seus principais resultados, dada sua importância fundamental no processo de crescimento econômico. É necessário frisar que pelo termo "medidas quantitativas de capital humano" referem-se a variáveis que captam de alguma forma o tempo e/ou níveis de escolaridade de uma população de um país ou região.

No trabalho de Barro (1991), o autor evidencia para 98 países, no período de 1960 a 1985, que a taxa de crescimento do PIB real *per capita* estava positivamente relacionada ao capital humano inicial (mensurado pela taxa de matrícula escolar, em 1960) e negativamente relacionada ao nível inicial do PIB real *per capita*. Além disso, evidenciou-se que países com maior capital humano possuíam taxas de fertilidade mais baixas e proporções mais altas de investimento físico em relação ao PIB.

Benhabib e Spiegel (1994) mostram efeitos insignificantes do capital humano sobre o crescimento do PIB *per capita* entre países nas estimações em que usam aquele capital como fator de produção em uma função tipo Cobb-Douglas. Por outro lado, verificam que o capital humano tem efeito sobre a produtividade total dos fatores. Isto decorre por dois mecanismos. Um deles consiste que os níveis de capital humano influenciam diretamente a taxa de inovação tecnológica produzida domesticamente como em Romer (1990). Em segundo lugar, o estoque de capital humano afeta a velocidade de adoção de tecnologia do exterior, conforme Nelson e Phelps (1966). A medida de capital humano dos países é obtida com base em dados de anos de escolaridade e taxas de matrículas em vários níveis de ensino.

Motivados pelo fato da literatura empírica sobre crescimento econômico ter identificado um número substancial de variáveis que estão parcialmente correlacionadas com a taxa de crescimento econômico, os autores Sala-I-Martin, Doppelhofer e Miller (2004) examinam a robustez daquelas variáveis usando uma abordagem bayesiana. Os autores mostram que das 67 possíveis variáveis explicativas analisadas foi constatado que as variáveis econômicas que tem correlação parcial mais robusta com o crescimento de longo prazo, em 88 países, são o preço relativo do investimento, matrículas na escola primária e o nível inicial do PIB real *per capita*. Isto mostra a relevância da educação no crescimento econômico.

Bruns e Ioannidis (2020), também utilizando uma análise bayesiana, investigam os determinantes do crescimento anual do PIB *per capita* para países para os anos de 1960 a 2010 e utilizam 37 variáveis explicativas relacionadas a religião, indicadores macroeconômicos, educação, demografia, instituições e recursos naturais. Os autores constatam que variáveis relacionadas a demografia e a educação foram importantes para explicar as diferenças de crescimento entre os países, principalmente, em períodos recentes (de 1990 a 2010). O capital humano foi

medido pela proporção da população, com mais de 15 anos, que está matriculada ou concluiu o ensino fundamental e superior e um índice calculado com base em anos de escolaridade e retornos à educação.

Pelinescu (2015) com base em dados anuais de 2000 a 2012 para países europeus verificam uma relação positiva de medidas de capital humano dadas pelo número de empregados com segundo grau (considerada como a qualificação dos empregados de um país) e número de patentes (considerada como capacidade inovativa do capital humano de um país) com a variável dependente dada pelo PIB *per capita*. Outra medida que os autores consideraram como *proxy* para o capital humano foram os gastos com educação a qual encontram uma relação negativa com a variável dependente.

Grande parte da literatura brasileira que analisa o crescimento econômico com dados do território brasileiro (seja municipal, estadual, microrregiões e áreas mínimas comparáveis (AMCs[4]) utilizam medidas quantitativas de educação para mensurar capital humano. Trabalhos acerca do tema que utilizam medidas qualitativas da educação na construção de medidas de capital humano ainda são incipientes.

Lima e Neto (2016) usando dados do Censo do IBGE e do IPEA, considerando o período de 1970-2010, investigam os determinantes do crescimento econômico e analisam a dinâmica da renda usando um painel espacial com dados de 522 microrregiões brasileiras. Como *proxy* para capital humano, os autores usam a média de anos de escolaridade da população com mais de 25 anos que residia em determinada microrregião. Os autores encontram evidências de que os investimentos em capital físico e humano são importantes para o crescimento econômico daquelas regiões. Também a partir de um modelo de dados em painel espacial e usando a mesma *proxy* para capital humano, Montenegro et al. (2014) analisam o processo de crescimento econômico dos estados brasileiros de 1992 a 2006. Evidenciam que a variável anos médios de estudos da população acima de 25 anos (*proxy* para capital humano) afeta positivamente a taxa de crescimento do produto *per capita*. Além disso, a principal conclusão do trabalho foi que a taxa de crescimento dos estados brasileiros não é significativamente afetada pelo crescimento dos seus estados vizinhos.

Uhr et al. (2020) com dados entre 1996 e 2015 para as unidades federativas do Brasil estudaram os canais pelos quais o capital humano afeta o crescimento econômico no país. Como *proxy* do capital humano tomam o salário médio mensal auferido na ocupação principal dos concluintes do ensino fundamental e médio, chamado de capital humano básico, e superior, considerado pelos autores como o capital humano avançado. Resultados indicam que o capital humano afeta o crescimento tanto via acumulação de fatores como via produtividade total dos fatores. Além disso, as evidências encontradas apontam que o capital humano considerado

[4] Devido as mudanças ocorridas ao longo do tempo no número de municípios no Brasil (criação de novos e desaparecimento de outros) alguns trabalhos utilizam as AMCS como unidade territorial de análise. Tal metodologia cria áreas dentro do país cujas fronteiras não se alteram ao longo de um dado período de análise permitindo comparações intertemporais.

básico tem maior impacto no crescimento e, assim, sugerem que políticas públicas voltadas à acumulação daquele tipo de capital devem ser estimuladas. Ou seja, políticas públicas voltadas a melhoria do ensino fundamental e médio devem ser incentivadas.

Na literatura nacional também são encontrados estudos que investigam a relação do capital humano com o crescimento com informações de municípios. Cunha e Nunes (2016), com dados de 2001 a 2010, investigam a relação entre educação e crescimento econômico com dados para municípios que fazem parte da Associação dos Municípios dos Campos Gerais (AMCG) do Paraná. Como *proxy* para o capital humano foi tomado a média de anos de estudo por trabalhador formal para cada município. Foi mostrado que o capital humano impacta positivamente o crescimento do PIB *per capita*. Pereira, Nakabashi e Salvato (2012) com dados para 285 municípios do Paraná para o ano de 2000 encontram relação significativa entre indicadores de qualidade de instituições municipais e seu PIB *per capita*, sendo que foi mostrado que o capital humano, medido pela média de anos de estudo da população acima de 25 anos, tem um impacto na melhoria da qualidade daquelas instituições municipais.

2.5 Recentes abordagens sobre crescimento: ênfase na qualidade da educação

Stevens e Weale (2004) destaca que é intuitivamente plausível que, em termos gerais, o padrão de vida tem se elevado muito ao longo do último milênio, em particular desde 1800, em consequência da educação, visto que progressos como os ocorridos na Europa não foram evidenciados em sociedades iletradas que gradualmente se fundiram na economia mundial nos últimos duzentos anos. Para o observador mais casual, deve parecer que há uma ligação entre o avanço científico e a maneira como a educação facilitou o desenvolvimento do conhecimento. Pessoas com educação limitada tem dificuldades para operar em sociedades avançadas, pois ela é necessária para que os indivíduos se beneficiem e contribuam com os avanços científicos. Além disso, estudos indicam que as rendas que os indivíduos podem obter dependem do seu nível de educação. Se pessoas com mais educação ganham mais, então o mesmo não deveria ocorrer entre países? No mínimo, o nível de produção por hora trabalhada em um país deve depender do nível de escolaridade da população. Se gastos com educação geram algum tipo de retorno, da mesma forma que os gastos com capital fixo, então é sensato falar em investir em capital humano.

Motivados pela constatação de que haviam dúvidas quanta à importância da educação no desenvolvimento econômico, Hanushek e Woessmann (2008) constatam que a melhoria das habilidades cognitivas as quais são afetadas em boa parte pela qualidade da educação recebida pelos alunos nas escolas o que, por sua vez, afeta a habilidade dos trabalhadores, tem um papel relevante na melhoria dos rendimentos individuais, distribuição de renda e crescimento econômico. Os autores enfatizam que a educação consiste em uma ampla combinação de insumos

e processos que conduzem ao conhecimento individual fornecidos pelas escolas, famílias, pela cultura dentre outras. Não obstante, enfatizam que há ampla evidência de que sistemas escolares de maior qualidade podem conduzir a melhores níveis de habilidades cognitivas.

Com base em testes internacionais, como o *Programme for International Student Assessment* (PISA) e o *Third International Mathematics and Science Study* (TIMSS), aqueles autores constatam que, mesmo dentre aqueles indivíduos que alcançam o ensino médio, as taxas de alfabetização são muito baixas em países em desenvolvimento. Mostram que menos de 10% dos jovens alcançam níveis mínimos de alfabetização e proficiência em matemática. Portanto, sugerem que a política pública deve voltar-se mais para melhoria da qualidade da educação nas escolas, pois impacta diretamente na habilidade cognitiva dos estudantes.

Todos os trabalhos que se utilizam de anos médios de escolaridade para mensurar o capital humano assumem, implicitamente, que um ano de escolaridade proporciona o mesmo aumento em conhecimentos e habilidades, independentemente do sistema educacional. Implicitamente, é assumido, por exemplo, que um ano de escolaridade no Peru acrescente o mesmo aumento de conhecimento e, por sua vez, de capital humano que um ano de ensino no Japão (HANUSHEK; WOESSMANN, 2012a).

Conforme Hanushek e Woessmann (2008), do ponto de vista teórico, há pelo menos três canais pelos quais a educação pode afetar o crescimento econômico. A educação aumenta o capital humano da força de trabalho, o que eleva sua produtividade e, portanto, o crescimento transicional em direção a um nível de produção de equilíbrio maior (como nas teorias de crescimento neoclássico aumentado). Segundo, a educação pode aumentar a capacidade de inovação na economia, conhecimentos sobre novas tecnologias, produtos e processos promovem o crescimento (como nas teorias de crescimento endógeno). E, por fim, a educação pode facilitar a difusão e transmissão do conhecimento necessário para compreender e processar novas informações e implementar com sucesso novas tecnologias concebidas por outros, o que permite maior crescimento.

Para entender como a qualidade da escola pode afetar o crescimento econômico será seguido a partir de agora a abordagem do trabalho de Hanushek e Woessmann (2008). Os autores enunciam um modelo abstrato que pode ser dado pela equação 2.22, amplamente utilizada na literatura que investiga determinação de salários e produtividade do trabalhador. Em que o rendimento de um trabalhador (w) é função do seu capital humano (CH) mais um termo estocástico (ϵ) ortogonal a CH.

$$w = \alpha CH + \epsilon \tag{2.22}$$

Neste modelo, o capital humano é afetado por vários fatores, tais como, insumos familiares (F), qualidade e quantidade dos insumos fornecidos pelas escolas (dada pela função $Q(S)$, em que S é a escolaridade atingida), habilidades individuais (H) além de outros fatores (X), dentre estes, a experiência no mercado de trabalho. A importância das influências não escolares

nas habilidades cognitivas, particularmente da família, foi bem documentada dentro a literatura sobre funções de produção da educação. Assim, tem-se que:

$$CH = \alpha_1 F + \alpha_2 Q(S) + \alpha_3 H + \alpha_3 X + \eta \tag{2.23}$$

Entretanto, a variável CH não é diretamente observável. Uma proposta para mensurá-la, utilizada vastamente na literatura teórica e empírica, consiste nos anos de estudo como medida direta de CH e, então, tentando lidar de uma forma ou de outra com as complicações de não medir completamente o capital humano e seus determinantes. Impulsionados por dados prontamente disponíveis sobre anos de estudo dentro e entre os países, os economistas têm se dedicado em estimar os retornos de anos adicionais de escolaridade. O grande debate tem sido em como estimar α de forma não viesada.

Quanto à qualidade da escola, a mais simples versão pode ser dada por:

$$Q(S) = qS \tag{2.24}$$

Em que q é um índice de qualidade. Se as variações em q são pequenas isto não é um problema na estimação. Porém, em um contexto internacional e mesmo em termos de países individuais há evidências substanciais de que a qualidade da escola varia significativamente e mudanças, ao longo do tempo, nesta qualidade dentro de cada país podem ser relevantes.

Conforme Hanushek e Woessmann (2008), aspectos relevantes da modelagem do crescimento dos países podem ser colocados no contexto das equações 2.23 e 2.24, cujo resultado de interesse é a renda agregada e não a individual (w), pois destacam as habilidades da força de trabalho do país. Porém, segundo os autores supracitados, a grande maioria da modelagem de crescimento simplesmente toma medidas de anos de estudo para caracterizar as habilidades (CH), sendo que as habilidades agregadas dos indivíduos em um país irão variar de acordo com as contribuições da família, qualidade da escola, diferenças de habilidade e outros fatores.

Em uma análise empírica Hanushek e Woessmann (2012a) utilizaram dados de testes internacionais realizados nos países entre os anos de 1964 e 2003[5] para mensurar a habilidade cognitiva (CH) da mão de obra de cada país. A amostra é composta por 50 países, entretanto, nem todos estes países participam dos testes internacionais realizados ao longo daquele período, assim os autores constroem uma métrica através da qual tais dados são imputados. O principal resultado é obtido a partir da estimação do seguinte modelo:

$$g = \alpha_1 CH + \alpha_2 X + \eta \tag{2.25}$$

Em que g é a taxa média anual de crescimento do PIB real *per capita* sobre o período 1960–2000, η é o termo de erro e assume-se que $E[CH, X|\eta] = 0$ (para testar isto são utilizados

[5] Estes testes são o FIMS (*First International Mathematics Study*), FISS (*First International Science Study*), TIMSS (*Third International Mathematics and Science Study*), PISA (*Programme for International Student Assessment*) e outros.

vários teste de sensibilidade juntamente com outras abordagem). O parâmetro de interesse é α_1. A variável CH é mensurada pela média de todas as notas observadas em matemática e ciências do ensino primário (9/10 anos) até o final do ensino secundário (final do ensino médio) entre 1964 e 2003 para cada país nos testes internacionais e o vetor X é constituído das variáveis PIB *per capita* e anos de escolaridade em 1960. Em outras estimações, cujo intuito é verificar a robustez das estimativas, são incluídos outros controles, tais como, a média dos anos de escolaridade entre 1960 e 2000, fertilidade, localização tropical, *dummies* para diferentes regiões e variáveis institucionais como o grau de abertura e direitos de propriedade de um dado país.

O principal resultado dos autores é exibido na Tabela 1. Note que no modelo estimado na coluna (1) explica um quarto da variação nas taxas de crescimento. Todavia, quando os autores adicionaram a medida das habilidades cognitivas na estimação, na coluna (2), além dos anos de escolaridade perderem a significância o R^2 ajustado passa de 25,2% para 73,3% elevando significativamente o poder explicativo do modelo. Os resultados sugerem que o aumento de um desvio padrão nas habilidades cognitivas da força de trabalho de um país está associado a um crescimento anual de aproximadamente dois pontos percentuais maior do PIB *per capita*.

Tabela 1 – Anos de escolaridade versus habilidades cognitivas em regressões de crescimento

	(1)	(2)	(3)	(4)[a]	(5)[b]	(6)[c]	(7)[d]	(8)[e]	(9)[f]
Habilidades cognitivas		2,015	1,980	1,975	1,933	1,666	1,265	1,239	1,985
		(10,68)	(9,12)	(8,28)	(8,29)	(5,09)	(4,06)	(4,12)	(7,83)
Anos de escolaridade em 1960	0,369		0,026	0,024	0,025	0,047	0,004	-0,049	-0,090
	(3,23)		(0,34)	(0,78)	(0,29)	(0,54)	(0,05)	(0,66)	(1,02)
PIB *per capita* em 1960	-0,379	-0,287	-0,302	-0,298	-0,298	-0,255	-0,351	-0,310	-0,879
	(4,24)	(9,15)	(5,54)	(6,02)	(5,04)	(3,12)	(6,01)	(5,73)	(3,39)
Número de países	50	50	50	50	52	50	47	45	50
R^2 (ajustado)	0,252	0,733	0,728	0,728		0,706	0,784	0,797	0,637

Fonte: Traduzido de Hanushek e Woessmann (2012a).
Notas Variável dependente: taxa média anual de crescimento do PIB *per capita*, 1960–2000. Regressões incluem uma constante. As pontuações dos testes são a média de matemática e ciências, do ensino fundamental até o final do ensino médio, todos os anos. Estatística t absoluta em parênteses
[a] Medida dos anos de escolaridade refere-se à média entre 1960 e 2000.
[b] Regressão robusta incluindo os dois *outliers* de Botswana e Nigéria (usando o comando de estimação *rreg robust* implementado no *Stata*)
[c] Especificação inclui *dummies* para as oito regiões do mundo representadas na Fig. 1
[d] Especificação inclui controles adicionais para abertura e direitos de propriedade
[e] Especificação inclui controles adicionais para abertura, direitos de propriedade, fertilidade e localização tropical
[f] PIB *per capita* em 1960 medido em logs

Apesar das alterações nas habilidades cognitivas surgirem de várias influências, tais como, familiares e relacionadas a saúde, Hanushek e Woessmann (2012a) a partir de resultados de estimações utilizando técnicas de variáveis instrumentais e diferença em diferenças (a última usando dados de imigrantes de diversos países que atuavam no mercado de trabalho dos EUA) apontam evidências de que as escolas e as estruturas institucionais dos sistemas escolares consistem em uma forma através da qual os formuladores de políticas podem melhorar as habilidades cognitivas das crianças.

Hanushek e Woessmann (2012b) investigam porque a América Latina, apesar de ter um nível de renda e uma população com mais anos de escolaridade, em 1960, do que a maioria das outras regiões do mundo, surpreendentemente, apresentou uma taxa de crescimento da

renda *per capita*, entre 1960 e 2000, apenas maior que da região da África Subsaariana. Os autores encontram como evidências da causa de tal resultado, aparentemente surpreendente, a baixa qualidade da educação naqueles países. Eles constatam que, apesar dos elevados níveis de anos de estudo da população latino-americana, a qualidade da educação mensurada por meio do aproveitamento médio dos alunos da América Latina em testes internacionais é substancialmente mais baixa do que no Leste Asiático e quase tão baixo quanto na África Subsaariana.

Em um trabalho mais recente Hanushek, Ruhose e Woessmann (2017) motivados pelas desigualdades substanciais de renda entre os estados americanos e ao papel das diferenças no capital humano estadual como uma possível causa daquelas desigualdades, adotam a abordagem da contabilidade do crescimento com intuito de entender as razões de tais diferenças. Os autores quantificam o que intitulam "capital do conhecimento" da população em idade de trabalho de cada estado dos EUA no qual incluem testes de habilidades cognitivas e anos de estudo dos trabalhadores, ou seja, englobam aspectos qualitativos e quantitativos na formação do capital humano estadual. Eles verificam que as diferenças no capital do conhecimento respondem por 20-30% das variações no PIB *per capita* entre os estados.

Para o Brasil, trabalhos que analisam a relação entre a qualidade da educação e crescimento econômico ainda são incipientes. Um dos primeiros trabalhos consiste no artigo de Nakabashi e Salvato (2007). Estes autores criam uma *proxy* a qual mencionam incluir aspectos qualitativos e quantitativos do capital humano e seu impacto direto sobre o nível e o crescimento da renda por trabalhador nos estados brasileiros com dados para os anos de 1970, 1980, 1991 e 2000. Todavia, a *proxy* construída inclui apenas medidas quantitativas de educação, quais sejam, anos médios de escolaridade da população acima de 25 anos, a porcentagem de professores com graduação, o número de alunos por sala de aula e a taxa de aprovação dos alunos. As três últimas variáveis incluídas no índice estão disponíveis apenas para o ano 2000, assim os autores assumem que as diferenças de tais variáveis entre os estados brasileiros ao longo do tempo sejam constantes. Os resultados indicam que aquela *proxy* é muito importante para explicar as diferenças estaduais de nível e taxa de crescimento da renda por trabalhador. Entretanto, a hipótese assumida de que a diferença no valor da variável considerada *proxy* para qualidade da educação entre os estados se mantenha constante ao longo do tempo pode ser uma grande limitação do trabalho.

Trabalhos na literatura brasileira que buscam analisar como a qualidade da educação a qual, por sua vez, está relacionada as habilidades cognitivas do capital humano e testar sua relação com o crescimento no Brasil ainda são incipientes e os horizontes de análises são curtos. Pelizza (2016) investigam aquela relação com informações bianuais para as unidades federativas do Brasil, no período que se estende de 1995 a 2005, das variáveis PIB, PIB da indústria de transformação ($PIBT$), *proxy* para capital físico, ambas em termos *per capita*, os microdados com as notas de matemática do SAEB para os alunos da 4ª série do ensino fundamental e para o 3º série do ensino médio (consideradas como medidas de habilidades cognitivas) e os anos

médios de estudo para pessoas de 25 anos ou mais (S) obtidos da PNAD. Com as notas do SAEB foi criado um índice em que os piores resultados individuais anuais assumiam valor 0 e os melhores valor 100. Assim, todas as notas foram recalculadas como uma proporção das melhores notas.

Na análise descritiva dos dados os autores percebem que, em geral, UFs com melhor desempenho na 4ª série apresentam também melhor desempenho no terceiro ano. Ou seja, UFs com melhor qualidade da educação básica permitem aos estudantes que, em geral, estão próximo aos 18 anos atingir maiores níveis de proficiências e capacidade de aprendizado. Sugerindo que o processo de acumulação de conhecimento é contínuo e o sucesso em etapas posteriores do aprendizado dependem crucialmente da qualidade de ensino recebido em etapas prévias. O autor destaca também que as regiões com melhor desempenho nas provas e com maior média de anos de estudo também são as que possuem maior renda média.

A especificação básica usando a técnica econométrica de painel com efeitos fixos estimado foi a seguinte:

$$log(\text{PIB}_{it}) = \beta_1 log(\text{PIBT}_{it}) + \beta_2 log(\text{nota}_{it}) + \beta_3 log(\text{S}) + \eta_i + \epsilon_{it} \tag{2.26}$$

Em que i indexa a UF e t o ano sendo nota_{it} a variável índice criada como base nas notas de matemática da 4ª série e/ou do 3ª série do ensino médio no SAEB. Sete especificações são estimadas em todas inclusas a *proxy* para capital físico (não significativa em nenhuma das estimações) e os sinais são conforme o esperado (todos positivos). Os resultados principais são que anos de estudos são significativos em todas as estimações. Na especificação mais completa, o qual inclui o índice calculado com base nas notas de cada uma das séries, o coeficiente do ínidce calculado com base na nota da 4ª série perde a significância, apesar de ser significativo em todas estimações que não inclui anos de estudo. Segundo o autor um dos motivos para isto consiste no fato de que os alunos da 4ª série ainda irão demorar para ingressar no mercado de trabalho e os efeitos de produtividade sobre o PIB podem ainda não estar presentes na amostra. Já a significância estatística do coeficiente da variável criada com base nas notas de matemática do ensino médio (em todas estimações) indica que a proximidade dos alunos desta idade com seu ingresso no mercado de trabalho pode fazer com que a amostra capture diferenças na produtividade observadas pelas habilidades cognitivas.

Em seu trabalho, Gama (2014) analisa o efeito da qualidade da educação sobre o crescimento econômico no Brasil, no período de 1995 até 2005, para os estados brasileiros. As especificações estimadas são baseadas nos modelos de Mankiw, Romer e Weil (1992) e em uma especificação de Mincer. Para mensurar a qualidade da educação estadual são utilizadas as notas médias de quarta e oitava série do ensino fundamental e terceira série do ensino médio estimados com base nos dados do SAEB. Apesar dos resultados encontrados indicarem a importância da qualidade da educação para explicar o produto por trabalhador, medidas quantitativas de educação foram mais importantes.

3 Evolução da qualidade da educação no Brasil: evidências a partir do SAEB

Neste capítulo, primeiramente será abordado sobre a base de dados utilizada para mensurar a qualidade da educação nas escolas no Brasil e em suas unidades federativas a qual consiste nas avaliações em larga escala do SAEB. Discorre-se um pouco a respeito da evolução histórica daquelas avaliações, aspectos técnicos relacionados a amostragem e os procedimentos realizados para uniformização das amostras ao longo dos anos. Logo em seguida, realiza-se a análise estatística dos dados com foco em como os indicadores considerados como *proxies* da qualidade da educação tem evoluído de 1995 a 2019.

3.1 O SAEB

O SAEB consiste em um conjunto de avaliações desenvolvidas pelo INEP, em larga escala, o qual permite realizar uma avaliação geral da educação básica brasileira (ensino fundamental e médio). Esta avaliação começou a ser desenvolvida no final de 1980 e foi aplicado pela primeira vez em 1990. Contudo, somente a partir de 1995, com a adoção de uma nova metodologia de construção do teste e análise de resultados, chamada a Teoria de Resposta ao Item (TRI), foi então que passou ser possível comparar os resultados das avaliações ao longo do tempo[1].

Aquele sistema de avaliação constitui-se de questionários socieconômicos aplicados em cada escola para alunos, professores e diretores. Alunos respondem questões relacionadas ao ambiente familiar em geral e suas características, tais como, o grau de instrução de seus pais, se exerce atividade remunerada e aspectos do ambiente escolar. O diretor é questionado sobre a infraestrutura física da escola, suas qualificações, sua experiência, salário, aspectos da gestão administrativa e financeira da escola dentre outros aspectos.

Já os professores respondem questões relacionadas ao seu grau de instrução, qualificações, experiência profissional e aspectos ligados diretamente ao processo de ensino nas turmas em que ministram aulas. Ocorreram alterações nas perguntas dos questionários nas edições do SAEB, mas os aspectos gerais abordados são os citados anteriormente. Após o processo amostral ter selecionado a turma, sendo que podem ser selecionadas mais de uma turma em uma

[1] Esta teoria propõe modelos para quantificar traços latentes de indivíduos. No caso do SAEB, isto consiste em mensurar a proficiência em matemática e português dos alunos. Ela permite a comparação entre populações, desde que submetidas a provas que tenham alguns itens comuns, ou ainda, permite comparar indivíduos da mesma população que tenham sido submetidos a provas totalmente diferentes. Assim, pode-se, por exemplo, avaliar o desenvolvimento de uma determinada série de um ano para outro (ANDRADE; TAVARES; VALLE, 2000).

escola, de uma determinada escola que participará da pesquisa, o professor da respectiva turma é selecionado automaticamente para participar do estudo.

Além dos questionários socioeconômicos, são aplicadas provas de português e matemática[2] em turmas de escolas selecionadas na amostra. Estas provas são aplicadas em instituições de ensino privadas e públicas (municipais, estaduais e federais). Entre os anos de 1995 e 2005 o exame foi realizado de forma bianual o mesmo ocorrendo entre 2011 e 2019[3]. As provas são aplicadas para alunos de turmas do 4/5ª e 8/9ª série do ensino fundamental e para turmas da 3ª série do ensino médio.

Deve-se salientar que desde de 2006 o ensino fundamental passou de oito para nove anos de duração. Isto foi imposto mediante a criação da Lei nº 11.274/06 (BRASIL, 2006) a qual estabeleceu que os municípios, os estados e o Distrito Federal teriam o prazo até 2010 para implementar tal medida. Por isto, em algumas partes do texto, escreve-se 4/5ª série do ensino fundamental (ou anos iniciais do ensino fundamental) e 8/9ª série do ensino fundamental (ou anos finais do ensino fundamental). E o leitor saberá qual série estará sendo considerada dependendo de qual ano está sob análise.

3.2 Processo de amostragem do SAEB

A adequada análise dos dados exige que seja abordado em pormenores aspectos puramente técnicos do processo de amostragem do SAEB. É preciso frisar que houve ao longo dos anos alterações neste processo, mas aqui será ressaltada apenas as modificações mais relevantes juntamente com os aspectos gerais mais importantes para cada uma de suas edições. O levantamento estatístico utiliza uma amostra complexa para selecionar os elementos participantes da pesquisa tendo o Censo Escolar como sistema de referência. A população de referência[4] é estratificada em várias subpopulações de interesse, chamadas de estratos para os quais a amostragem pretende obter estimativas dos parâmetros populacionais de interesse.

A definição daqueles estratos consiste na primeira etapa na construção da amostra do SAEB. No plano amostral de 2001, por exemplo, o primeiro grande critério de estratificação consistiu na série em que o aluno estava matriculado, a saber: 4ª e 8ª séries do ensino fundamental e 3ª série do ensino médio. O segundo critério importante é a unidade da federação. Além disso, a população é estratificada por dependência administrativa da escola: estadual, municipal e particular. O quarto critério é o da localização da escola (capital ou no interior) (BRASIL, 2001). No geral, a metodologia de amostragem permite a obtenção de estimativas de desempe-

[2] Em algumas edições do SAEB foram aplicados testes relacionados a outras áreas do conhecimento. No entanto, apenas provas das disciplinas de matemática e português estão presentes em todas edições.

[3] A Prova Brasil foi aplicada em 2007 e 2009, mas consiste em uma avaliação censitária e considerou apenas alunos do ensino fundamental público. Por isto, não foi incluída na análise.

[4] A população de referência consiste na população a qual a pesquisa vai efetivamente cobrir se baseando em um sistema de referência bem documentado permitindo localizar os seus membros.

nho dos alunos por série, por dependência administrativa da escola, por unidades da federação, para o Brasil e suas regiões e para todas as disciplinas investigadas.

Entretanto, para que sejam realizadas comparações intertemporais dos dados precisa-se levar em consideração as alterações feitas na população de referência das diferentes edições do SAEB. Na edição de 1997, aquela população consistiu de todos os alunos matriculados na 4ª e na 8ª série do Ensino Fundamental e 3ª série do Ensino Médio em todo o Brasil. Mas, em relação a 1995, foram feitas as seguintes exclusões do marco da amostragem: as escolas federais (por serem número reduzido), as escolas rurais da região Norte (pela dificuldade de acesso), as escolas profissionalizantes e turmas multisseriadas (INEP, 2006a).

Em 1999 foram mantidas as mesmas exclusões. Porém, também não foram considerados no desenho amostral os alunos das escolas rurais da 8ª série do Ensino Fundamental e da 3ª série do Ensino Médio. Mas, para a 4ª série do Ensino Fundamental, nos estados onde a matrícula nas escolas da zona rural representava uma parcela significativa da matrícula total (Região Nordeste e os estados de Minas Gerais e Mato Grosso do Sul), os alunos dessas escolas foram incluídos na amostra. Nas demais regiões e estados, alunos da 4ª série do ensino fundamental de escolas rurais foram excluídas do SAEB/99, sob o argumento de não causarem impacto nas médias finais observadas para os estados correspondentes (INEP, 2006b). Assim, no SAEB de 1999, trabalhou-se com as populações da 4ª série do Ensino Fundamental de escolas urbanas e para escolas rurais foram apenas considerados aqueles situados nos estados do NE , MG e MS. E para a 8ª série do Ensino Fundamental e 3ª série do ensino médio considerou-se apenas os alunos de escolas urbanas.

Nas edições do SAEB de 2001 e 2003, decidiu-se manter as mesmas exclusões realizadas nos levantamentos de 1997 e 1999. Porém, em 2003, ampliou-se a cobertura da população de alunos das séries de interesse através da inclusão dos alunos da 4ª série do ensino fundamental de escolas rurais e de alunos das escolas federais das três séries. A novidade para 2003 foi a inclusão de um estrato para escolas federais e a amostra passou a produzir estimativas confiáveis para a média da habilidade dos alunos nas disciplinas de português e Matemática naquelas escolas (INEP, 2006c).

Para o SAEB 2005, no universo da 4ª série do Ensino Fundamental foram incluídos os alunos das escolas rurais não federais com 10 ou mais alunos na série. A definição de população de referência desta edição permite obter resultados com cobertura um pouco mais ampla do que os proporcionados pelos levantamentos de 2001 e 1999. Ao mesmo tempo, é possível obter resultados comparáveis aos daqueles dois estudos, limitando-se a parte da amostra usada para comparação àquela que fornece cobertura para a população de referência equivalente à utilizada em 1999 e 2001. Para isto, deve-se excluir os alunos de escolas federais e da 4ª série do ensino fundamental de escolas rurais de todas unidades da federação, exceto as situadas na Região NE, em MG e no MS. A comparação com o SAEB de 2003 é direta (INEP, 2006d).

Em 2011, o SAEB passou a incorporar outras duas avaliações nacionais. A Avaliação

Nacional da Educação Básica (Anbe) a qual por meio amostral abrange os estudantes das redes públicas e particulares do país, localizados na área rural e urbana e matriculados no 5º e 9º anos do Ensino Fundamental e na 3ª série do Ensino Médio em escolas com 10 ou mais alunos. Já a segunda é chamada Avaliação Nacional do Rendimento Escolar (Anresc ou Prova Brasil[5]). O planejamento amostral proposto acompanhou os planos adotados desde o SAEB 2003, para permitir a comparabilidade entre as edições (INEP, 2013).

A Aneb manteve as características, os objetivos e os procedimentos da avaliação da educação básica efetuada até aquele momento pelo SAEB, e a Anresc objetivava avaliar a qualidade do ensino fundamental ministrado nas escolas da rede pública. O planejamento amostral da Aneb 2013 acompanha bem de perto o plano adotado desde o SAEB 2003. Porém, foram incluídos nas populações de referência escolas e turmas que possuem a 3ª série do ensino médio integrado. A nova definição de população de referência permite obter resultados com cobertura mais ampla daquelas proporcionadas pelos levantamentos realizados até o ano de 2011 (INEP, 2015).

O plano amostral da edição do SAEB de 2015 teve um desenho similar aos adotados nas edições de 1999, 2001, 2003, 2005, 2011 e 2013. Foram mantidas as modificações referentes aos novos critérios de estratificação introduzidos em 2013 e as semelhanças dos planos amostrais anteriores, o que permite aos usuários daquelas edições refazerem as suas análises sem muitas dificuldades. Todavia, não foi repetido o estudo das escolas e turmas que possuem a 3ª série do ensino médio integrado (INEP, 2017).

Desde o SAEB de 2011 a pesquisa era realizada de forma censitária em escolas públicas com 20 ou mais alunos do 5º e 9º ano do Ensino Fundamental para atender os objetivos da Prova Brasil. Além disso, para que o universo fosse o mesmo das demais edições do SAEB, era extraída uma amostra formada por escolas particulares do 5º e 9º ano do Ensino Fundamental com 10 ou mais alunos em turmas regulares, e também por escolas públicas e particulares da 3ª série do Ensino Médio com 10 ou mais alunos em turmas regulares juntamente com uma amostra complementar de escolas públicas de 5º e 9º ano do Ensino Fundamental com 10 a 19 alunos, respectivamente.

Entretanto, na edição do SAEB de 2017 há uma alteração importante. A parte amostral da pesquisa foi limitada às escolas particulares, pois ocorreu a ampliação da Prova Brasil, a qual passou a incluir na avaliação censitária também as instituições públicas de ensino médio e as instituições públicas que ofereciam o 5º ou o 9º ano do ensino fundamental a um número de 10 a 19 alunos. Porém, dadas as semelhanças com os planos amostrais anteriores é possível obter

[5] Em 2007 foi a primeira aplicação da Prova Brasil. É aplicada censitariamente a alunos do 5º e 9º anos da área urbana, em escolas públicas que tenham, no mínimo, 20 alunos matriculados na série avaliada. Seu foco é a avaliação do ensino fundamental público. Da edição de 2009 em diante foram incluídos os alunos de escolas públicas rurais para aquelas mesmas séries. Com suas informações, pode-se estimar a proficiência dos alunos em português e matemática apenas do ensino público por escola, município, UF, Região e país. Com dados da Prova Brasil é calculado o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb).

resultados comparáveis aos dos estudos de anos anteriores (INEP, 2018).

Em 2019, a principal novidade é que foram incluídas a avaliação do 2º ano do ensino fundamental e as avaliações de ciências humanas e ciências da natureza para o 9º ano do ensino fundamental, com aplicação amostral tanto para alunos da rede pública quanto da rede privada, bem como a estratificação da amostra de alunos do 3º ano do ensino médio da rede privada por modalidade de ensino, a fim de permitir que os resultados sejam calculados para o ensino médio tradicional e o integrado, separadamente e em conjunto (INEP, 2021).

3.3 Evolução da qualidade da educação básica no Brasil e em suas UFs de 1995 a 2019

Nesta seção será feita uma investigação sobre os dados do SAEB ao longo do tempo para o Brasil e suas unidades federativas. A qualidade da educação será medida pelas proficiências médias dos alunos obtidas em português e matemática no ensino fundamental e médio. Todavia, foi visto na seção anterior que ao longo das diferentes edições do SAEB houve algumas alterações no processo de amostragem e na população de referência. Assim sendo, para realizar a análise da evolução intertemporal daquelas proficiências é necessário levar tais alterações em consideração. Neste sentido, deve-se realizar um processo de uniformização da população de referência das bases de dados de todos anos analisados.

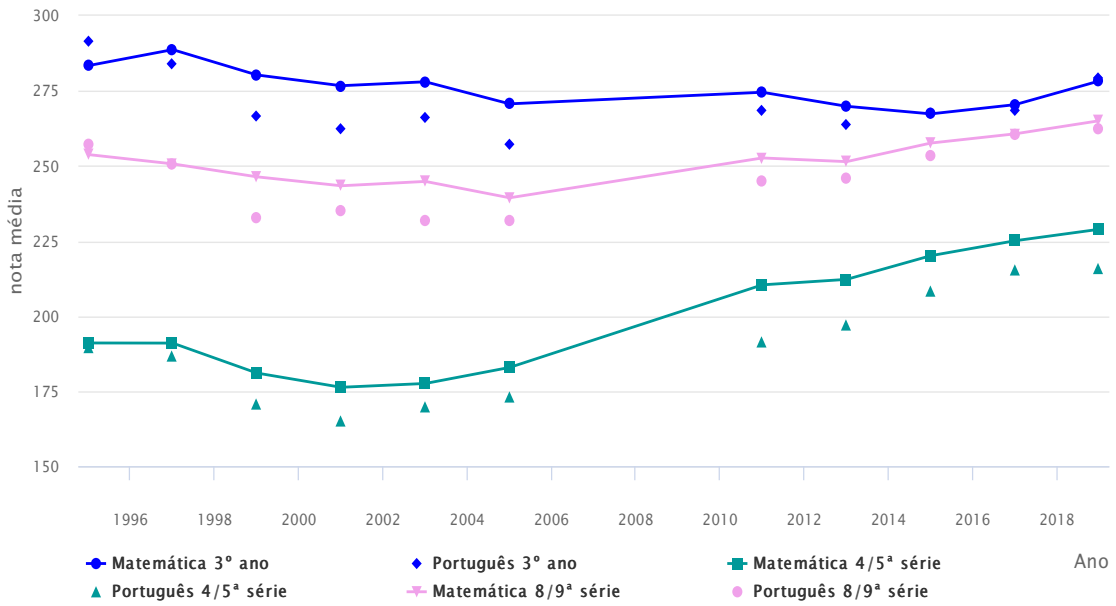
As edições do SAEB consideradas nesta seção são para os anos de 1995, 1997, 1999, 2001, 2003, 2005, 2011, 2013, 2015, 2017 e 2019. Portanto, para realizar a uniformização das bases de dados são excluídos os alunos de escolas federais, pois não estão inclusos na amostra para os anos de 1997, 1999 e 2001, os alunos do 3º ano do ensino médio integrado, dado que somente foram considerados nas edições de 2013 e 2019. E, entre os alunos das escolas rurais, apenas são considerados os estudantes da 4/5ª série do ensino fundamental dos estados do NE, MG e MS, uma vez que a edição do SAEB de 1999 restringiu a amostra de alunos de escolas rurais àqueles estados. Em apêndice, na Tabela 13, exibe-se a quantidade total de alunos na amostra para cada uma das edições juntamente com as respectivas porcentagens de alunos provenientes de escolas privadas e públicas, após realizada a uniformização das bases de dados.

Antes da análise dos dados, é preciso destacar que os valores das notas médias em português e matemática no SAEB representam escalas de proficiência as quais permitem a interpretação pedagógica das habilidades e das competências dos alunos associadas a diversos pontos da escala. A escala varia de 0 a 500 e dentro deste intervalo de variação foram fixados níveis de pontuação. Apenas para exemplificar, nos Quadros 3 e 4 , em anexo, apresenta-se as escalas interpretadas de matemática e língua portuguesa, respectivamente, para a 5° série do ensino fundamental para alguns níveis e as respectivas habilidades desenvolvidas em um dado nível. Como exemplo, são considerados no nível zero os estudantes com nota menor que 125 e isto implica que tais estudantes não demonstram habilidades muito elementares. Em geral,

pode-se dizer que o foco da avaliação em língua portuguesa consiste na leitura e nos testes de matemática a ênfase é dada na resolução de problemas.

No Gráfico 1 exibem-se as proficiências médias em português e matemática para cada uma das séries avaliadas no SAEB ao longo do tempo para todo o Brasil. Verifica-se que tanto a nota de matemática como de português tem comportamento similar para cada uma das séries. Além disso, nota-se de uma forma muito nítida que houve melhoria significativa ao longo do tempo na qualidade nos anos iniciais do ensino fundamental, apesar da queda inicial entre 1995 e 2001. Em relação à qualidade dos anos finais do ensino fundamental há uma queda contínua até 2005 seguido por um aumento contínuo, porém as taxas de crescimento são bem mais baixas quando comparada a da 4/5ª série.

Gráfico 1 – Trajetória temporal das notas médias do Brasil no SAEB por série nas disciplinas de português e matemática de 1995 a 2019



Fonte: Elaboração própria.
Nota: Dados obtidos do SAEB dos anos de 1995, 1997, 1999, 2001, 2003, 2005, 2011, 2013, 2015, 2017 e 2019 sem considerar alunos de escolas federais e, dentre os alunos das escolas rurais, apenas são considerados os alunos da 4/5ª série ensino fundamental dos estados do Nordeste, MG e MS. Para 2013 e 2019, são retirados os alunos do 3º ano do ensino médio integrado.

Por outro lado, de forma geral, observa-se que há uma queda contínua na qualidade do ensino médio de tal forma que a proficiência média obtida para o Brasil em 1995, para ambas disciplinas, são maiores que as obtida em 2019. Tais constatações também podem ser observadas na Tabela 2. Nela, apresenta-se a nota média em 1995 para cada uma das disciplinas das três séries juntamente com a variação percentual entre 1995 e 2019 de cada uma das notas para o Brasil, suas UFs e suas regiões. Destaca-se que o maior crescimento nas notas médias ocorreu na 4/5ª série do ensino fundamental, com notoriedade para matemática cuja nota média do Brasil aumentou quase 20% entre 1995 e 2019. Por outro lado, no ensino médio a nota média da prova de português para o país, por exemplo, caiu 4.23% entre aqueles anos. Em 1995, o DF se destaca com as maiores proficiências médias do ensino médio, mais de 316 pontos em

português e matemática, e no ensino fundamental tem nota apenas menor que a do estado de MG na 4/5ª série em matemática.

Tabela 2 – Variação (em %) das notas médias do SAEB por UFs e Regiões entre os anos de 1995 e 2019 para as disciplinas de matemática e português para cada uma das séries juntamente com as respectivas notas médias em 1995

UF/BR	M4		P4		M8		P8		M3		P3		Média
	%	1995	%	1995	%	1995	%	1995	%	1995	%	1995	%
AC	36,81	169,98	29,28	167,95	15,19	225,09	12,27	229,86	4,09	259,22	3,45	262,80	16,85
AL	23,49	174,79	16,33	172,03	14,77	223,39	15,69	217,69	-4,84	277,24	-5,92	284,81	9,92
AM	21,83	178,50	15,65	178,34	6,46	236,73	7,50	236,38	-6,08	267,50	-7,25	278,46	6,35
AP	19,30	170,02	15,83	167,90	4,89	227,73	3,87	234,62	-5,33	268,61	-7,18	281,37	5,23
BA	17,27	179,40	9,27	181,98	7,47	234,13	7,61	232,78	-1,40	265,03	-3,07	272,23	6,19
CE	30,66	178,68	23,42	179,76	13,89	236,76	13,04	238,35	-0,15	273,12	1,69	271,07	13,76
DF	22,05	198,17	11,81	205,93	-2,19	277,45	-2,83	274,27	-7,18	318,52	-7,61	316,13	2,34
ES	26,08	185,33	19,68	184,21	9,49	247,80	6,74	248,02	10,67	269,73	5,24	278,53	12,98
GO	16,34	198,84	11,14	198,63	8,03	248,75	4,87	255,18	0,92	289,11	-2,83	299,40	6,41
MA	13,92	174,18	13,04	164,94	10,67	218,91	11,12	219,78	-0,84	255,55	0,84	257,50	8,13
MG	16,71	203,36	14,91	194,80	0,76	266,97	-1,81	268,50	-2,42	294,36	-3,61	294,70	4,09
MS	16,66	192,62	11,57	191,03	7,60	246,76	3,64	251,21	3,89	274,31	-0,18	284,95	7,20
MT	21,00	183,42	18,95	176,87	4,03	245,33	1,81	248,05	2,14	265,66	-3,00	280,14	7,49
PA	19,69	172,99	12,98	174,52	2,54	239,93	-1,01	250,17	-2,06	259,62	-4,66	272,48	4,58
PB	19,44	179,12	13,27	178,17	7,66	237,93	7,18	237,00	5,63	259,95	3,67	266,31	9,47
PE	19,05	181,70	13,98	177,49	10,61	233,81	10,66	231,44	6,57	262,90	7,25	262,76	11,35
PI	15,91	189,36	9,79	187,97	15,43	231,85	15,72	226,58	3,75	263,00	4,17	261,15	10,79
PR	23,39	198,93	13,85	200,42	7,33	256,15	3,34	259,49	1,68	288,34	-0,23	291,43	8,23
RJ	17,06	195,36	11,64	194,66	3,49	258,44	-0,75	265,20	0,17	279,07	-2,52	287,41	4,85
RN	13,57	180,88	10,03	177,64	6,04	238,53	4,40	240,50	1,79	257,94	-2,37	271,90	5,58
RO	23,19	179,87	18,56	175,28	10,00	236,79	8,76	236,45	3,64	269,03	-5,17	293,43	9,83
RR	22,63	181,58	15,32	181,71	2,32	239,41	-0,53	243,94	1,92	259,56	0,12	266,81	6,96
RS	23,07	188,66	15,75	191,65	2,05	265,09	-0,10	268,76	-2,79	299,46	-5,32	305,71	5,44
SC	22,01	197,00	17,80	193,43	8,57	253,80	5,20	256,48	2,61	282,12	-3,89	295,79	8,72
SE	12,73	183,76	5,77	183,72	7,97	237,83	7,61	235,50	-9,79	301,19	-8,34	297,24	2,66
SP	23,55	198,71	16,46	196,94	2,90	263,64	-0,33	269,79	-2,73	291,91	-6,36	305,99	5,58
TO	24,51	177,29	18,09	174,32	13,99	226,26	13,64	221,98	2,14	263,54	2,73	259,62	12,52
BRASIL	19,83	191,02	13,94	189,30	4,44	253,77	2,00	257,07	-1,81	283,41	-4,23	291,69	5,70
REGIÕES:													
CO	17,98	194,94	12,29	194,90	4,82	253,53	2,28	257,06	-1,13	290,36	-4,03	298,00	5,37
NE	19,15	179,59	13,24	178,03	10,24	232,64	10,00	231,80	0,88	264,98	0,50	268,75	9,00
N	21,93	175,37	15,71	174,96	6,42	235,44	5,09	238,71	-2,13	263,04	-4,42	274,21	7,10
SE	20,84	198,58	15,37	195,42	2,76	262,84	-0,52	267,94	-1,61	289,11	-4,67	299,13	5,36
Sul	23,07	194,63	15,33	195,85	5,56	259,18	2,35	262,53	0,37	290,47	-2,91	297,32	7,29

Fonte: Elaboração própria.
Nota: Dados obtidos do SAEB nos anos de 1995 e 2019 sem considerar alunos de escolas federais e do 3º ano do ensino médio integrado. E, dentre os alunos das escolas rurais, apenas são considerados os alunos da 4/5ª série do ensino fundamental dos estados do Nordeste, MG e MS. M4, M8 e M3 se referem a nota média de matemática, respectivamente, na 4/5ª série, na 8/9ª série e no 3º ano do ensino médio. Já P4, P8 e P3 se referem, respectivamente, a nota média de português na 4/5ª série, na 8/9ª série e no 3º ano do ensino médio.

Há uma heterogeneidade relevante nos resultados quando se analisa a evolução ao longo do tempo da proficiência média nas unidades federativas do Brasil. Na Tabela 2, calcula-se o quanto cresceram (decresceram) as médias das notas entre as edições do SAEB de 1995 e 2019 em português e matemática para todas as séries em cada UF. Todas unidades federativas lograram melhorias na qualidade do ensino da 4/5ª série do ensino fundamental. Nesta etapa de ensino foi também onde ocorreram as maiores evoluções das notas médias considerando regiões, todas com aumentos acima de 12%, com destaque para a nota de matemática com aumentos entre 17,98% e 23,07%.

O estado do Acre, seguido do Ceará, tiveram as maiores variações percentuais nas notas

de matemática da 4/5ª série do ensino fundamental. Para a mesma série, as mesmas duas unidades da federação foram também as que obtiveram os maiores aumentos na proficiência média de português, 29,28% e 23,42%, respectivamente. Com relação aos anos finais do ensino fundamental, entre 1995 e 2019, há uma elevação da proficiência média de matemática em todas UFs com exceção do Distrito Federal. Já para língua portuguesa algumas UFs apresentaram variações negativas nas notas e, dentre as localidades onde a nota média de português se reduziu, o DF teve a maior queda da ordem de -2.83%. Considerando as regiões e as notas médias obtidas na 8/9ª série do ensino fundamental tivemos queda apenas na nota de português na região Sudeste.

Quanto ao ensino médio, da mesma forma que para o país, os resultados para as unidades da federação são extremamente desanimadores. Ao longo dos 25 anos de estudos do SAEB, conforme a Tabela 2, quase 80% das unidades da federação tiveram queda da qualidade neste nível de ensino em, no mínimo, uma das disciplinas. Para dez UFs o crescimento da proficiência média em ambas disciplinas diminuiu. As maiores quedas ocorreram no estado de Sergipe em que as proficiências médias de português e matemática caíram -8.34% e -9.79%, respectivamente. Apesar disto, os destaques positivos foram o estado do Espírito Santo e Pernambuco, ambos tiveram um crescimento positivo em ambas disciplinas sendo que no primeiro ocorreu o maior aumento na nota média em matemática e no segundo teve o maior aumento na proficiência de português. No que diz respeito às regiões quanto à evolução do ensino médio de 1995 a 2019, apenas o Nordeste teve um aumento, menor que 1%, na proficiência média das duas disciplinas e a região Sul com um aumento de 0,37% apenas na disciplina de matemática.

Silva et al. (2016) avaliaram a evolução da educação no ensino médio com base nos dados do INEP ao longo de 16 anos (entre 1995 e 2011). Constataram que, ao longo do período, as proficiências médias nas avaliações do SAEB pioraram, as taxas de reprovação se elevaram, porém as taxas de abandono se reduziram. Dado tudo isto, parafraseando os autores, eles concluem que, ao que parece o aluno "permaneceu mais na escola", mas o conhecimento não "permaneceu nele". Tal situação precária constatada no ensino médio no país como um todo vem estimulando a discussão de políticas públicas que busquem sua reestruturação como a reforma do ensino médio de 2017 (BRASIL, 2017), em fase de implementação.

Na última coluna da Tabela 2 foi calculada a média das variações percentuais nas notas médias entre os anos de 1995 e 2019 ocorridas em todas as séries para as duas disciplinas para cada unidade federativa, região e país. Considerando esta medida, dois estados se destacam, quais sejam, Acre e, em segundo lugar, Ceará. Já o estado que menos cresceu neste quesito foi o Distrito Federal devido ao seu desempenho negativo nas fases finais do ensino fundamental e, principalmente, no ensino médio.

Conforme já mencionado, a escala das notas do SAEB podem ser representadas por níveis[6] os quais refletem as respectivas habilidade desenvolvidas pelos estudantes que atingiram

[6] Cada nível com as respectivas habilidades associadas para cada série e cada disciplina podem ser encontrados

um dado nível. Assim, pode-se também realizar a análise da evolução da qualidade da educação em termos de variações nestes níveis de proficiência e não apenas nas alterações nas notas médias em matemática e português ao longo do tempo.

Tabela 3 – Diferença entre os níveis de proficiência dentro da escala do SAEB em 1995 e 2019 nas disciplinas de matemática e português para cada uma das séries nas UFs, Brasil e suas regiões

UF/BR/Regiões	ΔM4	ΔP4	ΔP8	ΔM8	ΔM3	ΔP3
AC	3	2	1	1	0	0
AL	2	2	2	2	-1	-1
AM	1	1	1	1	0	-1
AP	2	1	0	0	0	-1
BA	1	0	1	1	0	0
CE	2	1	1	1	0	1
DF	2	1	0	-1	-1	-1
ES	2	1	1	1	1	0
GO	2	1	0	1	0	0
MA	1	1	1	1	0	0
MG	1	1	0	0	0	0
MS	1	1	0	1	1	0
MT	1	1	1	1	0	-1
PA	2	1	-1	0	0	0
PB	1	1	1	1	0	1
PE	1	1	1	1	1	1
PI	1	1	1	1	0	0
PR	2	1	0	0	0	0
RJ	2	1	0	0	0	0
RN	1	0	1	1	0	0
RO	1	1	1	1	1	0
RR	1	1	0	0	0	0
RS	2	1	0	0	0	-1
SC	2	2	0	1	0	0
SE	1	0	1	1	-2	-1
SP	2	2	0	0	0	-1
TO	1	2	2	1	0	0
BR	2	1	0	0	0	0
Regiões:						
CO	2	1	0	0	0	0
NE	1	1	1	1	0	0
N	1	2	1	1	0	0
SE	2	2	0	0	0	0
S	2	2	0	0	0	0

Fonte: Elaboração própria.
Nota: Dados obtidos do SAEB em 1995 e 2019 sem considerar alunos de escolas federais e do 3º ano do ensino médio integrado. E, dentre os alunos das escolas rurais, apenas são considerados os alunos da 4/5ª série ensino fundamental dos estados do Nordeste, MG e MS. ΔDS é a diferença do nível de proficiência entre 2019 e 1995 na D-ésima disciplina ($D \in \{M, P\}$, em que M = Matemática e P = Português) e na S-ésima série ($S \in \{3, 4, 8\}$, em que 3 corresponde ao 3º ano do ensino médio, 4 corresponde a 4/5ª série do ensino fundamental e 8 corresponde a 8/9ª série do ensino fundamental).

Assim, na Tabela 3 apresenta-se o que representaram as alterações nas notas médias entre 2019 e 1995 em termos de níveis de proficiência na escala do SAEB. Para isto, foi calculada a diferença entre o nível na escala do SAEB em 2019 e em 1995 para português e matemática em cada uma das séries para as unidades federativas, o Brasil e suas regiões. Variações positivas (negativas) indicam elevação (redução) nos níveis de habilidades desenvolvidas e zeros indicam ausência de alterações nas habilidades desenvolvidas pelos alunos em uma dada localidade. As principais conclusões anteriores baseadas apenas na nota média são mantidas.

em INEP (2018).

Pela Tabela 3 corrobora-se novamente os resultados muitos preocupantes para o ensino médio. Considerando este nível de ensino, as regiões não registraram alterações nos níveis de proficiência. Para as UFs, apenas PE aumentou 1 ponto no nível da escala em ambas as disciplinas. E somente mais cinco estados tiveram aumento de 1 ponto no nível de proficiência em apenas uma das disciplinas. Nas UFs restantes o nível permaneceu inalterado ou se reduziu, no mínimo, em 1 ponto. Mais uma vez destaque negativo para o estado de SE e o DF. O primeiro apresentou queda de dois níveis em matemática e um nível em português e o segundo teve diminuição de um nível em ambas disciplinas.

Novamente, destaca-se a 4/5ª série em que os maiores aumentos nos níveis de habilidades foram registrados tanto para as UFs, como para o país e suas regiões. Para o país foi apenas naquela série que o nível se elevou. O AC se destaca nitidamente como o único estado que aumentou três níveis na escala do SAEB. Em 1995, o AC estava no nível de proficiência 2 e passou para o nível 5, em 2019, em matemática nos anos iniciais do ensino fundamental. Outros estados de destaque na 4/5ª série são SC, SP e AL todos com aumentos de dois níveis em ambas disciplinas.

Da mesma forma de quando a análise da evolução da qualidade da educação foi realizada em termos das notas médias, ao considerar-se os níveis de proficiência também se evidencia que os resultados para os anos finais do ensino fundamental não são tão bons quando comparados ao da 4/5ª série do ensino fundamental. Dado que, na 8/9ª série, em sete estados o nível não se alterou em ambas disciplinas e observou-se variações negativas no nível de proficiência. Já na 4/5ª série, aumentos nos níveis não ocorreram apenas em português para os estados da BA, RN e SE e nenhuma UF apresentou variação negativa no nível.

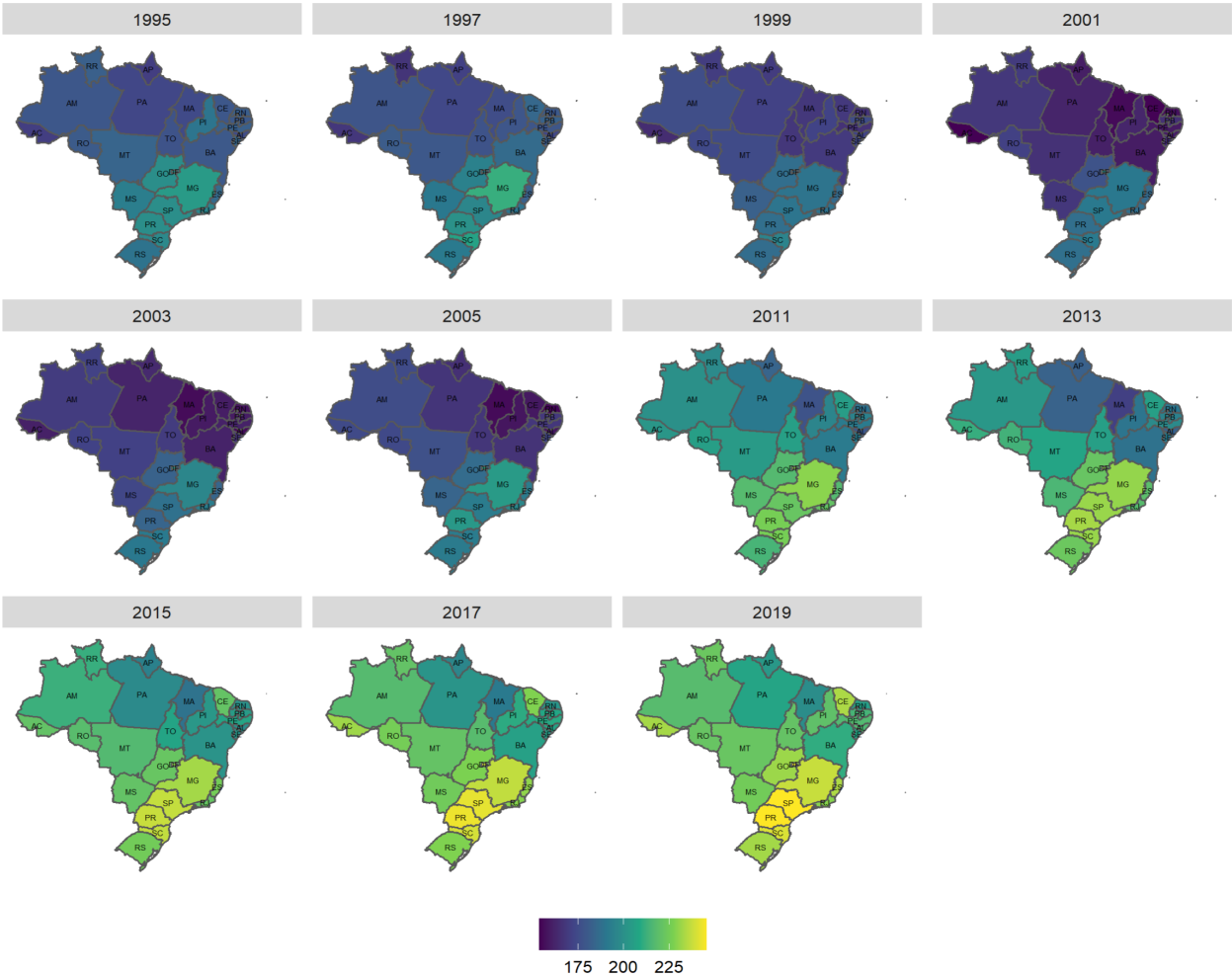
Constatou-se que o estado do Ceará apresentou significativa melhoria na qualidade de educação no ensino fundamental. Tais resultados tem sido objeto de estudos. Bezerra et al. (2018) e Rocha, Menezes-Filho e Komatsu (2018) investigam o impacto de políticas públicas realizadas no início de 2000 no município cearense de Sobral, no qual mesmo não ocorrendo um aumento significativo de gastos públicos nos anos iniciais do ensino fundamental se tornou referência na educação básica. Vieira, Plank e Vidal (2019) analisam as políticas educacionais adotadas no estado de 1995 até 2015 e ressaltam mudanças institucionais e de orientação de políticas públicas que contribuíram para melhorar os resultados educacionais. Tais como, a busca permanente por equilíbrio fiscal estimulando um gerenciamento eficiente da máquina pública e permitindo o aumento da capacidade de endividamento do estado, a presença de princípios meritocráticos de recrutamento e ocupação de cargos na burocracia estatal e mecanismos de monitoramento associados à gestão por resultados. Estes autores também destacam a criação do Spaece[7] permitindo acompanhar a performance de escolas públicas do estado com estabelecimento de metas para o desempenho escolar e a criação de um modelo de premiação de escolas. Além disso, desde de 2007, uma cota-parte dos municípios no ICMS (Imposto sobre

[7] Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica.

Circulação de Mercadorias e Serviços) passou a depender da qualidade de sua educação. Além disso, houve um maior estímulo à participação da comunidade escolar, inclusive na escolha de gestores cujos critérios de seleção passaram a atender critérios técnicos.

Em relação ao Acre, segundo Cabral (2021) há um consenso, entre os gestores da educação básica no estado, que a melhoria considerável dos resultados se deve à ampla política deflagrada a partir de 1999, em especial, a exigência e garantia da formação inicial e continuada dos professores. Segundo o autor, entre 1999 a 2010 foi implementada no Acre uma ampla política educacional. Houve intenso investimento na estrutura e funcionamento das escolas, com reformas, ampliação, novas construções com toda infraestrutura necessária e adequação de prédios escolares mais antigos, o aumento significativo no salário a partir da implantação do Plano de Cargos, Carreira e Remuneração dos Profissionais do Ensino Público Estadual o qual passou a privilegiar a melhoria da formação dos docentes. Até aquele momento no Acre mais de 69% dos professores da educação básica não tinham ensino superior. Já em 2012, 99% dos professores possuíam aquela formação.

Figura 1 – Mapa com a evolução das médias das notas em matemática no SAEB da 4/5ª série do ensino fundamental por UF ao longo do tempo

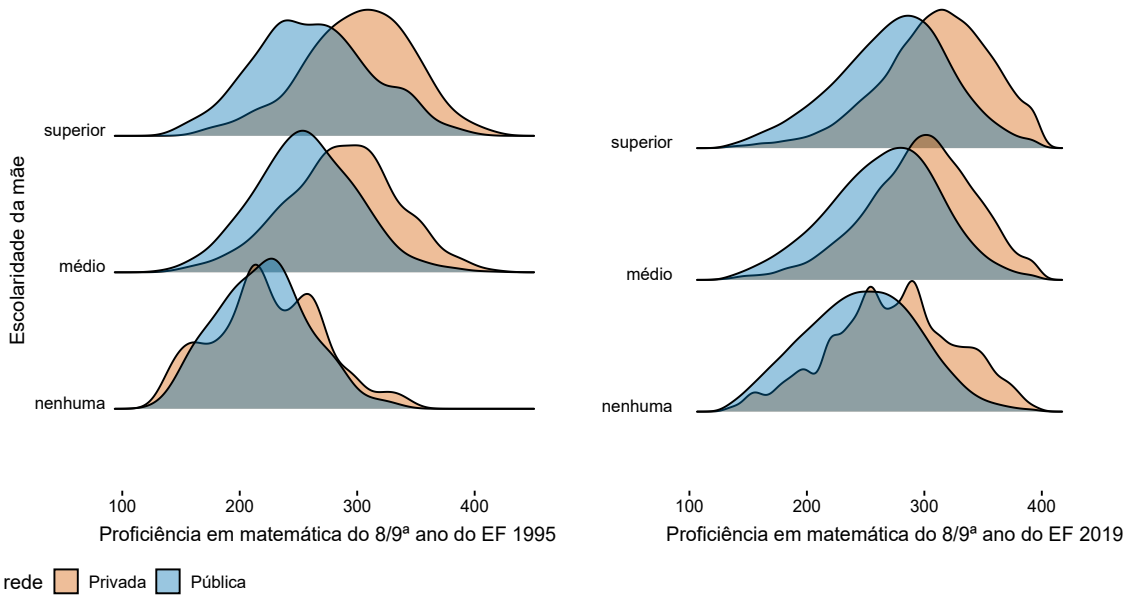


Fonte: Elaboração própria.
Nota: Dados obtidos do SAEB dos anos de 1995, 1997, 1999, 2001, 2003, 2005, 2011, 2013, 2015, 2017 e 2019 sem considerar alunos de escolas federais e, dentre os alunos das escolas rurais, apenas são considerados os alunos da 4/5ª série ensino fundamental dos estados do Nordeste, MG e MS. Para 2013 e 2019, exclui-se os alunos do 3º ano do ensino médio integrado.

Na Figura 1 e, em apêndice, nas Figuras 5, 6, 7 e 8 exibem-se mapas com a distribuição espacial das proficiências médias em português e matemática e sua evolução ao longo do tempo para todos os anos em que há edições do SAEB para as unidades da federação do Brasil. Quanto mais escura a cor, em um local no mapa, menor é a proficiência média e quanto mais clara uma dada região no mapa mais elevada será a proficiência naquela região. Por exemplo, os mapas na Figura 1 exibem a distribuição espacial das notas médias em matemática da 4/5ª série do ensino fundamental por UF. Nota-se claramente que ocorreu uma melhoria ao longo do tempo na distribuição espacial da qualidade da educação naquela etapa de ensino.

A literatura reconhece que o desempenho dos alunos da escola básica no Brasil depende muito do *background* familiar (principalmente, o nível de escolaridade da mãe) e do tipo de rede de ensino (privada ou pública) que o aluno frequenta, neste sentido, estudantes de escolas privadas tem desempenho melhor que àqueles provenientes de escolas públicas (FRANÇA; GONÇALVES, 2010; MORAES; BELLUZZO, 2014; FRANCO; FILHO, 2017). Souza, Oliveira e Annegues (2018) usando dados do Censo escolar e do SAEB para a 5ª e 9ª série do ensino fundamental de escolas das redes pública e privada mostram a relação forte entre aquele *background* e a proficiência escolar. Em especial, os autores encontram que alunos da rede pública cujos pais nunca frequentaram a escola tendem a apresentar um pior desempenho. Para visualizar estes fatos, a Figura 2 exibe a distribuição das notas em matemática obtidas por todos os alunos do 8/9ª ano do ensino fundamental, no SAEB de 1995 e 2019, de acordo com três níveis de escolaridade da mãe e para cada rede de ensino.

Figura 2 – Distribuição das notas de matemática da 8ª/9ª série do ensino fundamental (EF) para os anos de 1995 e 2019 por rede de ensino (pública e privada) para diferentes níveis de escolaridade da mãe do aluno.

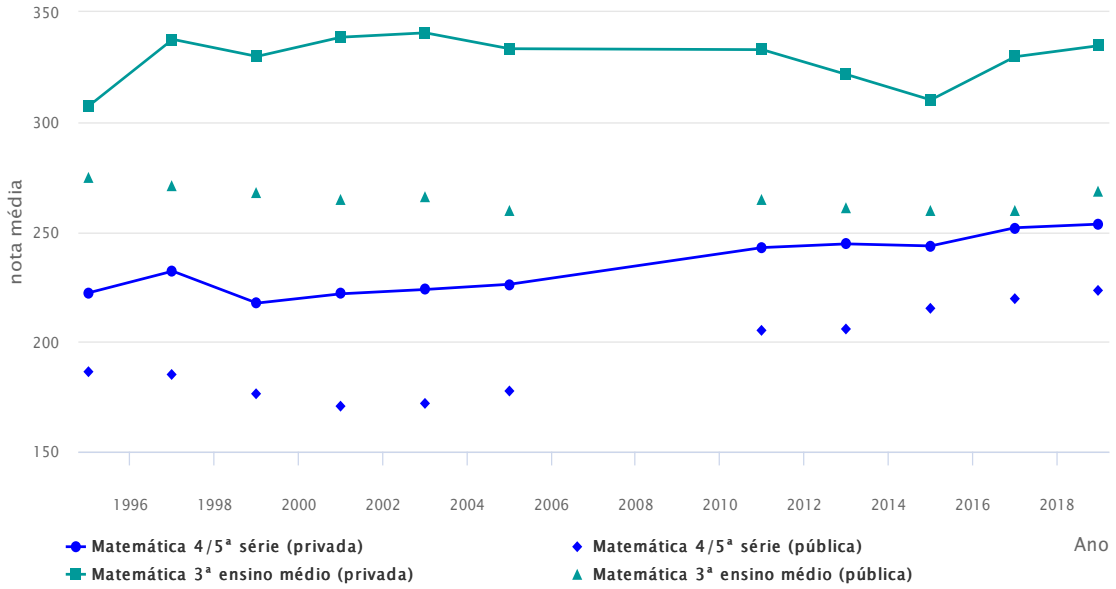


Fonte: Elaboração própria.
Nota: Dados obtidos do SAEB de 1995 e 2019 considerando todos os alunos disponíveis em ambas edições.

Em primeiro lugar, para qualquer que seja a rede de ensino, verifica-se que quanto maior

o nível de escolaridade da mãe melhor o desempenho dos alunos. Note que, considerando exclusivamente instituições públicas ou privadas, a distribuição das notas dos alunos cujas mães possuem ensino superior é claramente mais deslocada para a direita quando comparada à de alunos cujas mães não possuem nenhuma escolaridade ou possuem apenas o ensino médio, ou seja, há uma maior concentração de alunos com notas mais elevadas cujas mães possuem o terceiro grau do que aqueles cujas mães tem níveis de instrução menores.

Gráfico 2 – Trajetória temporal das notas médias do Brasil no SAEB para a 4/5ª série do ensino fundamental e médio em matemática entre 1995 e 2019 em instituições privadas e públicas



Fonte: Elaboração própria.
Nota: Dados obtidos do SAEB dos anos de 1995, 1997, 1999, 2001, 2003, 2005, 2011, 2013, 2015, 2017 e 2019 sem considerar alunos de escolas federais e, dentre os alunos das escolas rurais, apenas são considerados os alunos da 4/5ª série ensino fundamental dos estados do Nordeste, MG e MS. Para 2013 e 2019, exclui-se os alunos do 3º ano do ensino médio integrado.

Quanto às redes de ensino, verifica-se que, para qualquer que seja o nível de escolaridade da mãe, a distribuição das notas dos alunos é melhor na rede privada do que na rede pública. Exceção tem-se, em 1995, em relação a estudantes cujas mães não tem escolaridade e estão no extremo da cauda esquerda da distribuição. No Gráfico 2 considera-se a evolução das notas médias em matemática da 4/5ª série do ensino fundamental e da 3ª série do ensino médio para o Brasil por tipo de dependência administrativa da escola. Nota-se que, ao longo de todo período, os alunos de escolas particulares tem, em média, proficiências maiores.

3.4 Considerações finais

O propósito deste capítulo consistiu em investigar a evolução da qualidade da educação no Brasil de 1995 a 2019 com base nos dados do SAEB. Tanto para o país como para suas unidades federativas e regiões, as mais expressivas melhorias na qualidade de ensino foram obtidas na 8/9ª série e, principalmente, na 4/5ª série do ensino fundamental com avanços mais significativos no Acre (tanto em termos de notas médias quanto níveis de proficiências) e Ceará

(em termos de notas médias). Nestes estados foram apontados estudos indicando mudanças institucionais e na condução de políticas voltadas para a educação que podem ter impactado na melhoria dos indicadores de qualidade de ensino. Nos anos iniciais do ensino fundamental ocorreram aumentos, em ambas as disciplinas, nos níveis de proficiências em todas as regiões e no país, sendo que apenas os estados da BA, RN e SE não registraram aumentos nos níveis de proficiências em uma das disciplinas.

Em relação aos anos finais do ensino fundamental, apesar de ter se destacado de certa forma, o aumento na nota média para o país foi muito menor que o verificado nos anos iniciais e não suficiente para o país aumentar o nível de proficiência. Além disso, em sete UFs ocorreram diminuições em, no mínimo, uma nota média no período e nove UFs não obtiveram êxito em elevar seus níveis de proficiência. No ensino médio os resultados são críticos, dado que no Brasil e suas regiões não registraram alterações nos níveis da escala SAEB e apenas sete UFs tiveram aumento da proficiência média em português e matemática ao longo de todo período em análise. O estado de SE e o DF tiveram os piores resultados, no ensino médio, tanto quando a analise é feita considerando as proficiências médias quanto em termos de alterações nos níveis de proficiências. Houve diminuições nas notas médias no ensino médio para o país, em ambas as disciplina, mas a nota média em português teve uma queda maior.

Portanto, apesar da qualidade da educação, principalmente, nos anos iniciais do ensino fundamental ter melhorado, pode-se dizer, em geral, que a evolução da qualidade da educação básica brasileira foi muito modesta dado o extenso período de análise. Todavia, os casos para certos níveis de ensino nas UFs em que a proficiência e/ou seu nível tiveram quedas entre 1995 e 2019 são ainda mais preocupantes. As constatações deste trabalho exigem que nosso país repense e reformule de forma urgente, principalmente no ensino médio, as políticas públicas na área da educação básica de forma que os recursos sejam alocados de forma mais eficiente e eficaz. A própria heterogeneidade de resultados entre as unidades federativas talvez seja um primeiro caminho para que obtenha-se *insights* na aplicação e aperfeiçoamento das políticas públicas.

4 Associação da qualidade da educação nas escolas com crescimento econômico no Brasil

Este capítulo é subdividido em duas seções. Na primeira delas, discute-se a respeito da metodologia e das bases de dados utilizadas para quantificar a relação entre a qualidade da educação nas escolas e o PIB *per capita* no Brasil. Aqui aborda-se de forma mais cuidadosa sobre as estatísticas utilizadas para mensurar aquela qualidade nas unidades federativas as quais consistem em três medidas que serão as principais variáveis de interesse em todas as especificações estimadas. Na segunda seção, investiga-se a associação entre as medidas de qualidade da educação e a taxa de crescimento econômico apresentando a metodologia e os dados utilizados.

4.1 Qualidade da educação e PIB *per capita* no Brasil

4.1.1 Estratégia empírica

Nesta seção será abordado como será testado estatisticamente se a qualidade da educação tem efeito sobre o nível de renda *per capita* no Brasil. As especificações são baseadas na extensão do modelo de Solow proposto por Mankiw, Romer e Weil (1992) a qual tem sido utilizada na literatura no Brasil em anos recentes para analisar o efeito do capital humano, em especial a qualidade da educação, sobre o crescimento econômico no Brasil (NAKABASHI; SALVATO, 2007; GAMA, 2014; LUCIO; GOMES; PEREIRA, 2019)[1]. Portanto, para mensurar a relação de interesse, as especificações mais completas estimadas foram:

[1] Além disso, Bernardelli e Michellon (2018) utilizaram estratégia empírica similar para verificar a relação entre religião e renda *per capita* nas microrregiões em um painel com dados para os anos de 1991, 2000 e 2010.

$$\begin{aligned}
\text{pib_percapita}_{it} = \beta_{0i} + \beta_1\text{nota_M3}_{it} &+ \beta_2\text{nota_P3}_{it} + \beta_3\text{anos_estudo}_{it} + \beta_4\text{energiaInd_p}_{it} \\
&+ \beta_5\text{tx_abandono}_{it} + \beta_6\text{ngdelta}_{it} + u_{it} \qquad (4.1) \\
\text{pib_percapita}_{it} = \beta_{0i} + \beta_1\text{mediaNota3}_{it} &+ \beta_2\text{anos_estudo}_{it} + \beta_3\text{energiaInd_p}_{it} \\
&+ \beta_4\text{tx_abandono}_{it} + \beta_5\text{ngdelta}_{it} + u_{it} \qquad (4.2) \\
\text{pib_percapita}_{it} = \beta_1\text{nota_M3}_{it} &+ \beta_2\text{nota_P3}_{it} + \beta_3\text{anos_estudo}_{it} + \beta_4\text{energiaInd_p}_{it} \\
&+ \beta_5\text{tx_abandono}_{it} + \beta_6\text{ngdelta}_{it} + \epsilon_i + u_{it} \qquad (4.3) \\
\text{pib_percapita}_{it} = \beta_1\text{nota_M3}_{it} &+ \beta_2\text{nota_P3}_{it} + \beta_3\text{anos_estudo}_{it} + \beta_4\text{energiaInd_p}_{it} \\
&+ \beta_5\text{tx_abandono}_{it} + \beta_6\text{ngdelta}_{it} + \epsilon_i + \delta_t + u_{it} (4.4) \\
\text{pib_percapita}_{it} = \beta_1\text{mediaNota3}_{it} &+ \beta_2\text{anos_estudo}_{it} + \beta_3\text{energiaInd_p}_{it} \\
&+ \beta_4\text{tx_abandono}_{it} + +\beta_5\text{ngdelta}_{it} + \epsilon_i + u_{it} \qquad (4.5) \\
\text{pib_percapita}_{it} = \beta_1\text{mediaNota3}_{it} &+ \beta_2\text{anos_estudo}_{it} + \beta_3\text{energiaInd_p}_{it} \\
&+ \beta_4\text{tx_abandono}_{it} + \beta_5\text{ngdelta}_{it} + \epsilon_i + \delta_t + u_{it} (4.6)
\end{aligned}$$

Em que i indexa a dimensão *cross-section* dos dados, neste caso a *i*-ésima unidade da federação, e t indexa a dimensão temporal dos dados em painel (t = 1995, 1997,...,2019). Em todos os modelos, os parâmetros $\beta's$ não variam ao longo do tempo. Os modelos 4.1 e 4.2 são chamados de modelos de efeitos aleatórios, em que $\beta_{0i} = \beta_0 + \eta_i$ com $\eta_i \sim (0, \sigma^2_\eta)$. Nestes, os principais parâmetros de interesse são β_1 e β_2 no modelo 4.1 e β_1 no modelo 4.2.

Substituindo β_{0i} nos modelos 4.1 e 4.2 novamente obtém-se um novo erro dado por $w_{it} = \eta_i + u_{it}$ em que η_i é o componente do erro *cross-section* e u_{it} é o componente do erro combinado de série temporal e *cross-section* e às vezes é chamado de termo idiossincrático porque varia ao longo das unidades *cross-section*, bem como ao longo do tempo. Neste caso, assume-se que para cada UF o valor do intercepto é uma variável aleatória cujo valor médio comum é β_0 e as diferenças nos valores do intercepto são refletidas no erro η_i.

As especificações 4.3 e 4.5 são chamados de modelos de efeitos fixos. Em que ϵ_i consiste nos efeitos específicos ou fixos de UF. Esta variável controla para fatores observados e não observados, dentro de cada UF, os quais são constantes ao longo do tempo, mas afetam a variável dependente que, neste caso, consiste no PIB *per capita*. Os principais parâmetros de interesse são β_1 e β_2 nas equações 4.1, 4.3 e 4.4 e o parâmetro β_1 nas equações restantes os quais estão relacionadas à medida de qualidade da educação. Espera-se que tais parâmetros sejam positivos e significativos, ou seja, unidades federativas com melhor qualidade de educação, o que implica em maiores níveis de capital humano, tenham níveis mais elevados de PIB *per capita*.

Além disso, nos modelos 4.4 e 4.6 adiciona-se o parâmetro δ_t o qual consiste nos efeitos fixos de tempo. São constituídos de fatores que não variam entre os estados, mas variam ao

longo do tempo e afetam o PIB *per capita* de uma dada UF. Tais fatores incluem mudanças econômicas e institucionais que se alteram ao longo do tempo e afetam a variável dependente em todas as unidades federativas, tais como, mudanças na tecnologia de produção, políticas do governo, alterações nas instituições, tendências nas taxas de desemprego, etc.

Usar o modelo de efeitos fixos implica em maior consumo de graus de liberdade devido as variáveis *dummies*. Por outro lado, a abordagem dos efeitos fixos tem uma virtude considerável. Há pouca justificativa para tratar os efeitos individuais como não correlacionados com os outros regressores, como é assumido no modelo de efeitos aleatórios. Sendo assim, o modelo de efeitos aleatórios pode sofrer de inconsistência devido a esta correlação entre as variáveis incluídas e o efeito aleatório (GREENE, 2018). Assim, para escolher entre os dois modelos aplicou-se o teste de especificação de Hausman (1978).

4.1.2 Dados

Nas principais estimações, os dados consistem em um painel com 351 observações com informações para cada umas das unidades da federação do Brasil. A primeira observação do painel é o ano de 1995 e a última o ano de 2019. Como há apenas observações dos dados do SAEB a cada dois anos, há um intervalo de dois anos entre cada observação. No Quadro 1 são apresentadas as descrições das variáveis utilizadas nas especificações.

Quadro 1 – Descrição das variáveis usadas nas estimações (todas a nível de UF)

Variável	Descrição
pib_percapita	PIB real per capita, ano base 2010
nota_M3	Nota média de matemática dos alunos do 3º ano do ensino médio (medida qualitativa de educação)
nota_P3	Nota média de português dos alunos do 3º ano do ensino médio (medida qualitativa de educação)
mediaNota3	Média das notas de matemática e português dos alunos do 3º ano do ensino médio (medida qualitativa de educação)
anos de estudo	Média de anos de estudos da população com 25 anos ou mais (medida quantitativa de educação)
energiaInd_p	Consumo de energia elétrica industrial per capita
tx_abandono	Taxa de abandono no ensino médio (medida quantitativa de educação)
ngdelta	Taxa de crescimento populacional mais taxa de progresso tecnológico mais depreciação do capital ($n + g + \delta$)

Fonte: Elaboração própria.

A medida do PIB *per capita* real foi calculada utilizando como deflator o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) obtida do IBGE também utilizado como deflator nos trabalhos de Pelizza (2016) e Lucio, Gomes e Pereira (2019). Já o PIB nominal e as estimativas da população estadual tiveram como fonte o IPEADATA. Além disso, assim como no trabalho de Mankiw, Romer e Weil (1992), assume-se a depreciação do capital mais a taxa de progresso tecnológico como sendo 5% ($g + \delta = 0,05$).

Como *proxy* para capital físico *per capita*, utilizou-se o consumo de energia elétrica industrial, em gigawatt-hora (GWh), *per capita* obtido do ano de 1995 até 1999 do Anuário

Estatístico do IBGE e entre os anos de 2004 a 2019 da Empresa de Pesquisa Energética (EPE)[2] . Esta *proxy* é utilizada em vários trabalhos que tratam da relação da qualidade do capital humano e de renda *per capita* nos estados do Brasil (NAKABASHI; SALVATO, 2007; CANGUSSU; SALVATO; NAKABASHI, 2010) e outros que tratam do crescimento econômico (Santos et al. (2012))

Não há informações para o consumo de energia elétrica industrial para os anos de 2001 e 2003. Imputou-se tais valores para o ano de 2001 tomando uma média ponderada com peso 0,6 do valor observado em 1999 e 0,4 para o valor observado em 2005. Já o consumo de energia industrial para 2003 foi obtido tomando uma média ponderada com peso 0,5 do valor imputado para 2001 e 0,5 do valor observado em 2005.

Uma das medidas quantitativas de capital humano utilizadas consiste nos anos médios de estudos da população com 25 anos ou mais nas unidades federativas obtida no IPEADATA e Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNADc), medida a qual é amplamente utilizada na literatura (VIEIRA; ALBERT; BAGOLIN, 2008; MONTENEGRO et al., 2014; LIMA; NETO, 2016; PELIZZA, 2016). Já para aferir a qualidade do capital humano fornecida pelas instituições de ensino nas unidades federativas, utilizou-se a nota média em português (nota_P3) e matemática (nota_M3) do 3º ano do ensino médio obtidas no SAEB e foi criada uma nova variável que consiste em uma média das duas anteriores (mediaNota3)[3]. Consideradas como medidas qualitativas de educação.

Entretanto, não há notas do SAEB para os anos de 2007 e 2009. Sendo assim, imputou-se tais valores para o ano de 2007 tomando uma média ponderada com peso 0.6 do valor observado em 2005 e 0.4 para o valor observado em 2011. Já as notas para o ano de 2009 foram obtidas tomando uma média ponderada com peso 0.5 do valor imputado para 2007 e 0.5 do valor observado em 2011. Assim, realizou-se um procedimento similar ao feito ao se imputar os valores de consumo energia elétrica industrial para o ano de 2001 e 2003.

Além disso, utiliza-se nas estimações uma medida da porcentagem de alunos por UF que abandonam o ensino médio. O que implica que os mesmos deixam de receber aquele nível de proficiência. Esta variável consiste na taxa de abandono do ensino médio, obtida do INEP, a qual não mede diretamente a qualidade de ensino e consiste em mais uma medida quantitativa de educação. Esta estatística pode ser pensada como uma *proxy* para níveis de desinvestimento em capital humano realizados em uma UF. Na medida em que, maiores taxas de abandono implicam em diminuições do investimento em capital humano, espera-se que isto afete negativamente o PIB *per capita*, dado que menos capital humano estaria sendo agregado.

Algumas estatísticas descritivas das variáveis estão na Tabela 4. Da segunda até a quinta

[2] Disponível em: https://www.epe.gov.br/. Acesso em: 06 nov. 2021. A EPE é uma empresa pública federal criada em 2004.

[3] Estas proficiências médias são calculadas sem considerar alunos de escolas federais e do ensino médio integrado. Isto é necessário para realizar a uniformização da população de referência nas diferentes edições do SAEB.

coluna, os valores das estatísticas descritivas são para o ano de 1995 (ano do início do painel) e da sexta até a nona coluna são apresentadas as mesmas medidas para o ano de 2019 e, na última coluna, calcula-se a variação percentual na média das variáveis entre o primeiro e o último ano observado.

Tabela 4 – Estatísticas descritivas das variáveis usadas no modelo do PIB *per capita* em 1995 e 2019 e a variação percentual entre os períodos

	Ano de 1995				Ano de 2019				Variação (%) na média entre 1995 e 2019
Variáveis	Média	Desvio padrão	Mín	Máx	Média	Desvio padrão	Mín	Máx	
pib_percapita	9,82	8,34	3,14	46,01	15,83	8,44	7,16	48,39	61,16
mediaNota3	278,07	15,62	256,53	317,32	275,33	12,42	254,75	295,82	-0,99
notaM3	274,65	16,03	255,55	318,52	274,89	13,88	251,23	298,49	0,09
notaP3	281,49	15,97	257,50	316,13	275,77	11,03	258,27	293,14	-2,03
anos_estudo	4,95	1,09	3,21	7,70	9,20	1,00	7,70	11,60	85,82
energiaInd_p	0,47	0,40	0,03	1,28	0,55	0,43	0,04	1,49	16,99
ngdelta	0,09	0,02	0,06	0,14	0,07	0,03	0,02	0,21	-19,80
tx_abandono	0,11	0,03	0,06	0,17	0,06	0,02	0,01	0,10	-48,67

Fonte: Elaboração própria.

Em relação as variáveis quantitativas da educação, o Brasil tem melhorado muito ao longo de todo período de análise. Os anos médios de estudo da população com 25 anos ou mais nas unidades federativas quase dobrou e o abandono no ensino médio o qual era de 11%, em 1995, diminuiu para 6%, em 2019. Entretanto, em relação a medidas qualitativas da educação praticamente não foram observados avanços. A proficiência média no ensino médio em matemática teve um leve aumento, menor que 1%, e houve queda em português.

4.1.3 *Proxy* para a qualidade da educação nas escolas

Utiliza-se o termo "medidas qualitativas de educação"[4] no caso em que as variáveis consideradas quantifiquem de alguma forma o quanto efetivamente os alunos agregam em conhecimento ao longo do período que estão na escola. No caso em que as variáveis de educação afiram apenas os níveis e/o tempo de escolaridade usa-se o termo "medidas quantitativas de educação" (como, por exemplo, anos de estudo[5]). Na literatura nacional que avalia a relação entre medidas qualitativas da educação com crescimento econômico no Brasil, com dados para as UFs, dentre as *proxies* utilizadas para medir aquela qualidade são as notas médias de português e matemática obtidas a partir do SAEB (PELIZZA, 2016; GAMA, 2014) e o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) (LUCIO; GOMES; PEREIRA, 2019) proposto por Fernandes (2007).

[4] Aqui cabe um esclarecimento importante. Apesar do adjetivo "qualitativas", tanto as variáveis consideradas medidas "qualitativas" de educação quanto as consideradas medidas quantitativas de educação analisadas neste trabalho são, em última análise, quantitativas.

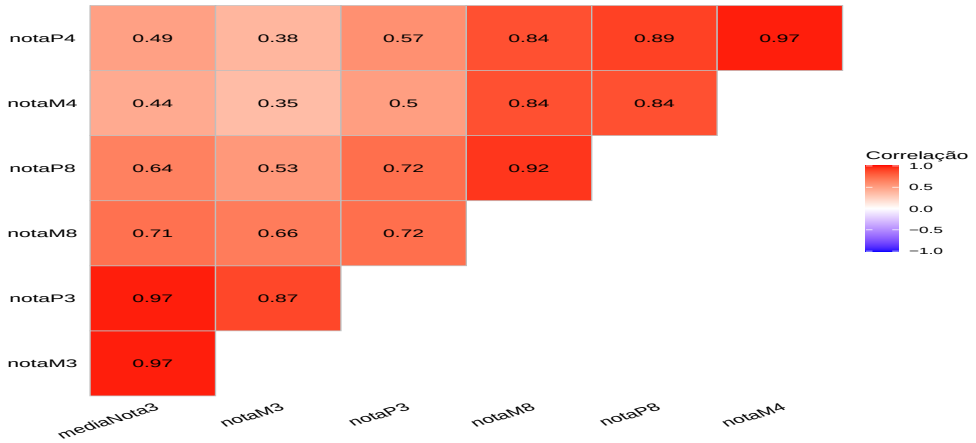
[5] Uma vez que afere apenas o tempo de escolaridade de um indivíduo.

O IDEB[6] é disponibilizado de forma bianual a partir do ano de 2005. Já as notas médias do SAEB também têm frequência bianual[7], mas estão disponíveis por um período mais longo desde 1995. Os trabalhos empíricos que buscam explicar a relação entre o crescimento econômico e a qualidade da educação costumam envolver longos períodos de tempo. Por exemplo, em Hanushek e Woessmann (2012a) o período de análise se estende por 40 anos, em Barro (2013) o horizonte de análise envolve dados por um período que se estende de 1965 a 1995. Gama (2014) menciona, inclusive, que uma das grandes limitações de seu trabalho consiste no curto período de análise de 1995 até 2005. Portanto, foi utilizado como medida de qualidade de educação os dados do SAEB.

Portanto, para analisar a relação entre a qualidade da educação nas escolas com o crescimento econômico no Brasil será usada como *proxies* para aquela qualidade, em cada UF, a nota média de matemática do 3º ano do ensino médio, a nota média de português do 3º ano do ensino médio e uma variável que consiste na média das duas médias anteriores, ambas do SAEB. Além do fato de que a literatura tem utilizado tais estatísticas, estas medidas também tem correlação alta com as proficiências obtidas no ensino fundamental.

Na Figura 3 são apresentadas as correlações das proficiências médias para os três níveis de ensino juntamente com a média das notas de português e matemática conjuntamente, nomeada como mediaNota3. Constata-se que todas as correlações são positivas. Além disso, nota-se que há uma forte correlação entre as notas do SAEB em níveis de ensino anteriores com a nota do ensino médio nas unidades da federação.

Figura 3 – Correlações das notas do SAEB considerando todos os anos



Fonte: Elaboração própria.
Nota: Dados obtidos do SAEB dos anos de 1995, 1997, 1999, 2001, 2003, 2005, 2011, 2013, 2015, 2017 e 2019 sem considerar alunos de escolas federais e, dentre os alunos das escolas rurais, apenas são considerados os alunos da 4/5ª série ensino fundamental dos estados do Nordeste, MG e MS. Para 2013 e 2019, são excluídos os alunos do 3º ano do ensino médio integrado. notaM4 = nota média estadual de matemática da 4/5ª série do ensino fundamental, notaM8 = nota média estadual de matemática da 8/9ª série ensino fundamental, notaP8 = nota média estadual de português da 8/9ª série ensino fundamental, notaM3 = nota média estadual de matemática do 3º ano ensino médio, notaP3 = nota média estadual de português do 3º ano do ensino médio, notaP4 = nota média estadual de português da 4/5ª série ensino fundamental e mediaNota3 consiste em uma média da nota média estadual de português e matemática do 3º ano do ensino médio.

[6] Consiste em um indicador de qualidade educacional que é calculado com base no desempenho dos estudantes nos exames do SAEB e Prova Brasil e na taxa média de aprovação dos alunos obtida no Censo Escolar.

[7] Embora, como já frisado, não há edições para 2007 e 2009.

Apesar das correlações não serem muito fortes quando consideramos as notas da 4/5ª série, elas são maiores quando se consideram as notas dos anos finais do ensino fundamental, cujo menor valor é 0,53 que corresponde a correlação entre a nota de português da 8/9ª série e de matemática do 3º ano do ensino médio. Também destaca-se que, para uma dada série qualquer, a correlação entre a nota de português e matemática é muito forte, sendo que a menor delas é para o 3º ano do ensino médio cujo valor é 0,87.

Também foram estimadas algumas especificações na Tabela 5. Aqui busca-se quantificar a relação entre as variáveis de interesse com as proficiências obtidas nas séries anteriores. Realiza-se uma regressão linear simples incluindo *dummies* para as UFs e para os anos cujos coeficientes não são exibidos, pois não interessam à análise. Note que a variável mediaNota3 tem forte correlação com as notas em todas as séries anteriores e em todas disciplinas. Já as notas de português e matemática do ensino médio tem forte correlação com as notas de português e matemática da 4/5ª e 8/9ª série, respectivamente.

Tabela 5 – Estimando a relação entre as notas do SAEB de diferentes séries e as variáveis de interesse do trabalho

	Variável dependente:							
	notaP4	notaM4	notaP8	notaM8	notaP4	notaM4	notaP8	notaM8
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
mediaNota3	0,22***	0,21***	0,23***	0,28***				
	(0,04)	(0,05)	(0,04)	(0,04)				
notaP3					−0,002	−0,07	0,36***	0,18**
					(0,09)	(0,09)	(0,08)	(0,08)
notaM3					0,21***	0,25***	−0,09	0,10
					(0,07)	(0,08)	(0,07)	(0,06)
Constante	120,48***	123,67***	177,41***	159,46***	127,04***	133,62***	163,33***	157,02***
	(12,14)	(13,12)	(11,85)	(10,64)	(13,06)	(14,06)	(12,57)	(11,48)
N	297	297	297	297	297	297	297	297
R^2	0.95	0.95	0.89	0.90	0.95	0.95	0.89	0.90
R^2 ajustado	0.94	0.94	0.87	0.89	0.94	0.94	0.88	0.89
Residual Std. Error	5.22	5.64	5.10	4.58	5.22	5.62	5.02	4.59
Estatística F	129.19***	129.81***	55.77***	65.22***	126.23***	127.75***	56.23***	63.35***

Fonte: Elaboração própria.
Nota: Dados obtidos do SAEB nos anos de 1995, 1997, 1999, 2001, 2003, 2005, 2011, 2013, 2015, 2017 e 2019 sem considerar alunos de escolas federais e, dentre os alunos das escolas rurais, apenas são considerados os alunos da 4/5ª série do ensino fundamental dos estados do Nordeste, MG e MS. Para 2013 e 2019, são excluídos os alunos do 3º ano do ensino médio integrado. Todas as variáveis são notas médias estaduais obtidas pelos estudantes no SAEB. Em que notaM4, notaM8, notaM3 são as notas médias em matemática na 4/5ª séries, 8/9ª séries e 3º do ensino médio, respectivamente. Já notaP4, notaP8, notaP3 são as notas médias em português na 4/5ª série, 8/9ª série e 3º do ensino médio, respectivamente. E mediaNota3 consiste na média calculada com as notas médias de português e matemática do 3º ano do ensino médio. Todos os modelos consideram *dummies* para UFs e ano. *p-valor<0,1; **p-valor<0,05; ***p-valor<0,01.

Portanto, constata-se que as variáveis de interesse do trabalho têm forte correlação com a qualidade do sistema de ensino básico como um todo. Assim, pode-se dizer que a qualidade do ensino médio consiste em um bom preditor para a qualidade da educação básica de uma dada unidade federativa. Assim sendo, ao incluir a proficiência do ensino médio em uma especificação se estará de certa forma captando a qualidade do ensino fundamental e, portanto, a qualidade média do ensino nas escolas de uma unidade federativa.

4.1.4 Principais resultados

Os resultados de todas as estimações baseadas na amostra completa estão na Tabela 6. Primeiramente, é preciso destacar que o teste de Hausman aponta em favor do modelo de efeitos fixos. Desta maneira, inferências baseadas nos modelos de efeitos fixos são mais confiáveis. Mas, mesmo assim, exibe-se os resultados para os modelos de efeitos aleatórios. As especificações são estimadas no formato log-log, sendo que apenas a variável ngdelta está em nível. Portanto, os parâmetros calculados podem ser interpretados como elasticidades.

Tabela 6 – Resultados das estimações relacionando qualidade da educação nas escolas com o nível do PIB *per capita* no Brasil

	Variável dependente:					
	log(pib_percapita)					
	Modelo EA eq. 4.1	Modelo EA eq. 4.2	Modelo EF eq. 4.3	Modelo EF eq. 4.4	Modelo EF eq. 4.5	Modelo EF eq. 4.6
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
log(notaP3)	0,27		0,38	−0,60		
	(0,30)		(0,26)	(0,40)		
log(notaM3)	0,92***		0,08	0,73**		
	(0,33)		(0,30)	(0,35)		
log(mediaNota3)		1,16***			0,48**	0,23
		(0,23)			(0,21)	(0,23)
log(anos_estudo)	1,22***	1,20***	1,06***	0,79***	1,06***	0,77***
	(0,05)	(0,05)	(0,04)	(0,09)	(0,04)	(0,09)
log(energiaInd_p)	0,13***	0,13***	0,18***	0,13***	0,18***	0,13***
	(0,02)	(0,02)	(0,02)	(0,02)	(0,02)	(0,02)
log(tx_abandono)	0,12***	0,13***	0,11***	0,02	0,11***	0,02
	(0,02)	(0,02)	(0,02)	(0,02)	(0,02)	(0,02)
ngdelta	0,65**	0,68**	0,29	0,02	0,28	0,02
	(0,28)	(0,27)	(0,24)	(0,23)	(0,24)	(0,23)
Constante	−6,17***	−5,93***				
	(1,32)	(1,31)				
N	351	351	351	351	351	351
R^2	0,75	0,75	0,79	0,29	0,79	0,28
R^2 ajustado	0,74	0,74	0,76	0,19	0,76	0,18
Estatística F	1,012,10***	1,010,49***	194,38***	20,69***	233,62***	23,95***

Fonte: Elaboração própria.
Nota: EA = Efeito Aleatório. EF = Efeito Fixo. *p-valor<0.1; **p-valor<0.05; ***p-valor<0.01

Com relação as variáveis de interesse, evidencia-se a relevância da qualidade do ensino nas unidades federativas para explicar o PIB *per capita* no Brasil. Em todos as especificações, exceto nas especificações das colunas (3) e (6), pelo menos uma das variáveis que mensuram a qualidade do ensino são positivas e significativas. E nota-se que na especificação de efeitos fixos

(quarta coluna), em que os efeitos fixos de tempo são considerados, constata-se que o coeficiente da nota do ensino médio do terceiro ano de matemática tem um coeficiente levemente inferior aos anos médios de estudo. Logo, observa-se que tanto a qualidade quanto à quantidade de educação medida pela variável anos de estudo tem correlação forte com o PIB *per capita* no país.

Nota-se também que unidades federativas que, em média, possuem uma maior dotação de capital *per capita*, mensurada pela *proxy* consumo de energia industrial *per capita*, contribui para o seu maior nível de renda *per capita* em todas as especificações estimadas. Em todas estimações, a taxa de crescimento populacional mais depreciação está positivamente relacionada com o PIB *per capita* de uma UF. Isto contradiz o modelo proposto por Mankiw, Romer e Weil (1992) e seus achados empíricos. Todavia, usando um modelo similar, Nakabashi e Salvato (2007) obtiveram o mesmo sinal para aquele coeficiente considerando os estados brasileiros. Porém, no presente estudo, a significância estatística foi encontrada apenas nos modelos de efeitos aleatórios.

Quanto às medidas quantitativas de educação, os resultados evidenciam a importância *sine qua non* dos anos de estudo para explicar a renda *per capita* no Brasil. Segundo as estimações, quanto maior a média de anos de estudos da população com 25 anos ou mais de uma dada UF, maior será o seu nível médio esperado de renda *per capita*. Porém, quando não controla-se para os efeitos fixos de unidades federativas, como nas estimações da primeira e segunda coluna, há uma superestimação do efeito daquela variável para explicar a variável dependente. Porém, mesmo as estimativas mais confiáveis apontam que se aquela variável aumenta em 1% espera-se, em média, uma elevação na renda *per capita* de uma dada unidade federativa, entre 0,77% e 1,06%. Todavia, um resultado não esperado consiste que a taxa de abandono do ensino médio tem uma relação positiva com a renda *per capita* na maioria das estimações. Esperava-se um sinal negativo para tal associação entre estas variáveis. Porém, nas especificações mais robustas controlando para os efeitos fixos de UF e de tempo (colunas (4) e (6)) evidencia-se que tal coeficiente não foi significativo.

4.1.5 Resultados considerando subamostras

Esta seção tem como objetivo analisar se os principais resultados da seção anterior são muito afetados ao retirar-se o estado de São Paulo e algumas regiões da amostra. Ou seja, será averiguado se as conclusões relacionadas às variáveis de interesse são sensíveis a certas regiões ou unidades da federação. Para isto, nas Tabelas 7 e 8, estima-se os modelos de efeitos fixos e aleatórios, dados pelas equações 4.1, 4.2, 4.4 e 4.6[8], para certas subamostras. Em ambas Tabelas, nas colunas (1) e (2), retira-se o estado de SP da amostra, nas colunas (3) e (4) retira-se os estados do Sudeste e nas duas últimas colunas são excluídos os estados do sul e do sudeste.

[8] Note que em todos os modelos de efeitos fixos estimados contém os efeitos fixos de tempo.

Tabela 7 – Estimando a relação entre qualidade da educação com o PIB *per capita* no Brasil para subamostras considerando como variável de interesse a nota média conjunta de português e matemática no ensino médio

	Variável dependente:					
	log(pib_percapita)					
	Efeitos aleatórios Sem SP	Efeitos fixos Sem SP	Efeitos aleatórios Sem Sudeste	Efeitos fixos Sem Sudeste	Efeitos aleatórios Sem Sul e Sudeste	Efeitos fixos Sem Sul e Sudeste
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
log(mediaNota3)	1,10***	0,22	1,05***	0,23	1,04***	0,29
	(0,24)	(0,23)	(0,25)	(0,26)	(0,28)	(0,30)
log(anos_estudo)	1,20***	0,74***	1,19***	0,73***	1,20***	0,73***
	(0,05)	(0,09)	(0,05)	(0,09)	(0,06)	(0,10)
log(energiaInd_p)	0,13***	0,12***	0,12***	0,12***	0,11***	0,12***
	(0,02)	(0,02)	(0,02)	(0,02)	(0,02)	(0,02)
log(tx_abandono)	0,12***	0,01	0,11***	0,0004	0,10***	−0,01
	(0,02)	(0,02)	(0,03)	(0,02)	(0,03)	(0,03)
ngdelta	0,66**	0,03	0,66**	0,08	0,70**	0,08
	(0,28)	(0,23)	(0,28)	(0,24)	(0,31)	(0,26)
Constant	−5,65***		−5,38***		−5,41***	
	(1,33)		(1,40)		(1,59)	
N	338	338	299	299	260	260
R^2	0,75	0,27	0,76	0,26	0,74	0,26
R^2 ajustado	0,74	0,16	0,75	0,15	0,74	0,15
Estatística F	982,14***	21,68***	916,03***	18,67***	729,43***	16,01***

Fonte: Elaboração própria.
Nota: Em cada coluna remove-se da amostra alguns estados e a variável dependente é o logaritmo do PIB *per capita*. Nas colunas (1) e (2) retira-se o estado de SP da amostra, em (3) e (4) retira-se os estados do Sudeste da amostra e em (5) e (6) retira-se todos os estados Sul e Sudeste da amostra. *p-valor<0.1; **p-valor<0.05; ***p-valor<0.01.

Pelo teste de Hausman os modelos de efeitos fixos são preferidos em todas as estimações exceto quando compara-se os modelos da coluna (5) e (6) da Tabela 8. Considerando a *proxy* de qualidade da educação dada por mediaNota3, na Tabela 7, em nenhuma das especificações usando o modelo de efeitos fixos a variável é significativa. O mesmo resultado encontrado quando considerada a amostra completa como na sexta coluna da Tabela 6. Nas especificações em que se consideram os modelos de efeitos aleatórios os valores dos coeficientes estimados são menores, porém próximo ao da amostra completa. Mas, dado o teste de Hausman inferências baseadas nestes modelos podem não ser confiáveis.

Já, na Tabela 8, em que as variáveis de interesse são a média por UF em matemática e português do ensino médio, consideradas separadamente, verifica-se que o coeficiente da nota de matemática é, em todas as especificações estimadas, significativo e sempre maior do que quando considera-se as mesmas especificações estimadas utilizando toda amostra (na Tabela

6). Além disso, ao retirar-se da amostra o estado de SP e a região sudeste o coeficiente para a nota de português é negativo, mas não significativo a 5% para os modelos de efeitos fixos. Ao se excluir os estados do Sul e Sudeste, aquele coeficiente permanece negativo e torna-se significativo na especificação de efeitos fixos (colunas (6)). Porém, nesta última estimação, o efeito conjunto das notas é positivo e, além disso, pelo teste de Hausman, verifica-se que apenas nesta subamostra o modelo mais apropriado consiste no de efeitos aleatórios o qual tem o maior coeficiente estimado para a nota média de matemática dentre todas as especificações.

Tabela 8 – Estimando a relação entre qualidade da educação com o PIB *per capita* no Brasil para subamostras considerando como variável de interesse a nota média individual de português e matemática no ensino médio

	Variável dependente:					
	log(pib_percapita)					
	Efeitos aleatórios Sem SP	Efeitos fixos Sem SP	Efeitos aleatórios Sem Sudeste	Efeitos fixos Sem Sudeste	Efeitos aleatórios Sem Sul e Sudeste	Efeitos fixos Sem Sul e Sudeste
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
log(notaP3)	0,21	−0,68*	0,13	−0,78*	−0,17	−1,13**
	(0,31)	(0,41)	(0,33)	(0,45)	(0,40)	(0,50)
log(notaM3)	0,93***	0,79**	0,96***	0,89**	1,49***	1,29***
	(0,34)	(0,36)	(0,36)	(0,39)	(0,45)	(0,46)
log(anos_estudo)	1,22***	0,77***	1,21***	0,77***	1,27***	0,78***
	(0,05)	(0,09)	(0,05)	(0,09)	(0,06)	(0,10)
log(energiaInd_p)	0,12***	0,12***	0,12***	0,11***	0,09***	0,11***
	(0,02)	(0,02)	(0,02)	(0,02)	(0,02)	(0,02)
log(tx_abandono)	0,12***	0,01	0,11***	0,0000	0,10***	−0,01
	(0,02)	(0,02)	(0,03)	(0,02)	(0,03)	(0,03)
ngdelta	0,63**	0,02	0,62**	0,07	0,74**	0,07
	(0,28)	(0,23)	(0,28)	(0,24)	(0,32)	(0,25)
Constante	−5,92***		−5,65***		−7,14***	
	(1,34)		(1,42)		(1,65)	
N	338	338	299	299	260	260
R^2	0,75	0,28	0,76	0,28	0,74	0,29
R^2 ajustado	0,74	0,17	0,75	0,17	0,73	0,17

Fonte: Elaboração própria.
Nota: Em cada coluna são removidas da amostra alguns estados e a variável dependente é o logaritmo do PIB *per capita*. Nas colunas (1) e (2) retira-se o estado de SP da amostra, em (3) e (4) retira-se os estados do Sudeste da amostra e em (5) e (6) retira-se todos os estados Sul e Sudeste da amostra. *p-valor<0.1; **p-valor<0.05; ***p-valor<0.01

Aqui cabe destacar que as variáveis de interesse são vistas como *proxies* para a qualidade média do ensino de uma UF como um todo. Neste sentido, acredita-se que nas especificações em que as variáveis de interesse são as notas de português e matemática, então seus coeficientes devem ser analisados por seu efeito líquido conjunto e não individualmente. Na

Tabela 8, mesmo quando nas estimações de efeito fixo (colunas (2) e (4)) temos o coeficiente da nota de português significativo a 10% encontramos um efeito líquido positivo das notas. O que implica que há uma correlação positiva entre a qualidade do ensino e o produto *per capita* mesmo se fosse considerado aquele nível de significância.

Portanto, pelas estimativas da Tabela 8, evidencia-se que mesmo ao considerar subamostras de unidades federativas os principais resultados obtidos com a amostra completa são pouco afetados. Além disso, nota-se que, no geral, a correlação entre a qualidade da educação, medida pela nota de matemática do ensino médio, e o PIB *per capita* são mais fortes. Dado que nas colunas (2), (4) e (5) o parâmetro estimado para a aquela nota é maior do que o estimado usando a amostra completa[9]. E em todas a colunas supracitadas, o coeficiente estimado para anos de estudo é menor que o coeficiente estimado para a variável de interesse.

4.1.6 Considerações finais

Nos trabalhos que analisam a relação da qualidade da educação com crescimento econômico no Brasil, com informações de UFs ou estados, e utilizam as notas de português e matemática do SAEB como *proxies* para aquela qualidade encontram em geral que medidas quantitativas (principalmente, anos de estudo) tem mais importância que medidas qualitativas de educação (PELIZZA, 2016; GAMA, 2014).

No presente trabalho que envolve um período mais longo de análise para o Brasil considerando medidas de qualitativas de educação, constata-se que variáveis quantitativas de capital humano são relevantes para explicar o crescimento no Brasil, porém medidas qualitativas são tão importantes quanto. E neste sentido, o presente trabalho está mais próximo de uma literatura internacional a qual tem constado a importância de medidas qualitativas de educação (mensurada por testes internacionais como o PISA) para explicar crescimento econômico entre países (HANUSHEK; WOESSMANN, 2012b; HANUSHEK; WOESSMANN, 2021; HANUSHEK; WOESSMANN, 2012a; HANUSHEK; WOESSMANN, 2008; BARRO, 2013). Entretanto, nesta literatura internacional os autores encontram evidências de que as medidas qualitativas de educação são mais importantes que as quantitativas.

Foi verificado que há uma forte correlação entre umas das medidas de qualidade do capital humano dada pela nota de matemática do ensino médio do SAEB, *proxy* para qualidade da educação, e o PIB *per capita* no país. E há indícios de que tal correlação é tão forte quanto medidas quantitativas de capital humano mensurada por anos de escolaridade. Observa-se uma certa robustez nos resultados ao retirar-se algumas regiões ou estados da amostra. Sendo que, em alguns casos, o parâmetro estimado para a variável qualidade da educação é maior que a estimativa obtida para anos de estudo. Porém, deve-se frisar que há limitações nos dados e certos valores de consumo de energia e proficiências no SAEB tiveram que ser imputados.

[9] Coluna (4) da tabela 6.

Espera-se que por envolver apenas dois anos da análise tal forma de imputação não altere muito as principais conclusões.

Entretanto, ao utilizar-se como *proxy* da qualidade de educação a média das notas de português e matemática do ensino médio (dada pela variável mediaNota3) não há evidências de correlação entre a qualidade da educação e o PIB *per capita*. Isto pode indicar que há perdas de informações importantes ao considerar-se a média de ambas disciplinas e estimar seu efeito sobre o PIB *per capita*. Dado que na análise sobre a evolução da qualidade da educação, realizada no capítulo 3, foi visto que, apesar da qualidade do ensino médio ter piorado em boa parte das UFs, há comportamentos diferentes das notas médias de português e matemática. De 1995 a 2019, diminuições maiores ocorreram na proficiência de português. O mesmo pode-se se afirmar ao considerar-se as regiões do país.

4.2 Qualidade da educação e crescimento econômico no Brasil

4.2.1 Estratégia empírica

Agora será investigada a relação da qualidade da educação escolar com a taxa de crescimento econômico no Brasil. Nas teorias de crescimento, as quais não buscam explicar as flutuações dos negócios de curto prazo, o momento exato da resposta - por exemplo, da taxa de crescimento econômico a uma mudança em uma instituição pública - não é tão claramente especificado quanto a resposta de longo prazo. Portanto, a aplicação das teorias a observações anuais ou de mais altas frequências comporia um erro de medição nos dados, por enfatizar os erros ligados ao tempo da relação (BARRO, 2013).

Segundo Barro (2013) pode-se resumir a estrutura empírica de um modelo de crescimento neoclássico estendido da forma que se segue. É assumido que a taxa de crescimento do produto *per capita* depende do seu nível corrente (y) e de longo prazo (y^*). Assumindo os retornos marginais decrescentes à acumulação de capital, isto implica que aquele crescimento é inversamente relacionado a y, para um dado valor de y^*. Este, por sua vez, depende de políticas do governo, instituições e caraterística da população. Uma população mais disposta a trabalhar e poupar e ter menos filhos elevam y^*. Ao incluir-se capital humano e mudanças da tecnologia, deve-se levar em conta os níveis de capital humano e outros bens físicos ao processo de produção. Nestas teorias, a taxa de crescimento econômico é menor quanto maior o nível inicial de capital geral por pessoa, mas se eleva com o aumento da razão capital humano à capital físico. Para um dado valor de y, a taxa de crescimento aumenta com o aumento do y^*.

Neste sentido, o impacto da maior qualidade da educação pode ter efeito maior ao longo do tempo no crescimento econômico e não um efeito tão imediato. Ou seja, será testada empiricamente se um nível inicial maior de qualidade de ensino nas escolas, implicando em maiores

níveis iniciais de capital humano, afeta a taxa de crescimento econômico em períodos subsequentes. Portanto, para testar tal hipótese a especificação estimada será dada pela equação 4.7:

$$\text{gy_mediaAno}_{it} = \beta\text{Qualidade_Educacao}_{it} + \Gamma\text{Controles}_{it} + \epsilon_i + \delta_t + u_{it} \tag{4.7}$$

Em que i indexa a dimensão *cross-section* dos dados, neste caso a *i*-ésima unidade da federação, e t indexa a dimensão temporal dos dados em painel. As variáveis utilizadas nas estimações estão no Quadro 2. Muitas das variáveis utilizadas na seção anterior são reutilizadas aqui. A variável dependente consiste na taxa média anual de crescimento do PIB *per capita* ao longo de 10 anos. Para isto, calculou-se a média anual da taxa de crescimento entre os períodos de 1995 e 2005 e entre 2005 e 2015 para cada uma das UFs. As especificações estimadas incluem efeitos fixos de UFs e de tempo.

Quadro 2 – Descrição das variáveis usadas nas estimações em que a variável dependente é a taxa de crescimento médio anual do PIB *per capita* (todas a nível de UF)

Variável	Descrição
gy_mediaAno	Taxa média anual de crescimento do PIB real *per capita*
nota_M3	Nota média de matemática no 3º ano do ensino médio no período inicial (medida qualitativa de educação)
nota_P3	Nota média de português no 3º ano do ensino médio no período inicial (medida qualitativa de educação)
mediaNota3	Média das notas de matemática e português no 3º ano do ensino médio no período inicial (medida qualitativa de educação)
pib_percapita	PIB *per capita* no período inicial
anos_estudo	Anos médios de estudos da população com 25 anos ou mais no período inicial (medida quantitativa de educação)
ganos_estudomediaAno	Taxa média anual de crescimento dos anos médios de estudos da população com 25 anos ou mais (medida quantitativa de educação)
genergiaInd_pmediaAno	Taxa média anual de crescimento do consumo de energia elétrica industrial per capita
tx_abandono	Taxa de abandono no ensino médio no período inicial (medida quantitativa de educação)
gpop_mediaAno	Taxa média anual de crescimento da população

Fonte: Elaboração própria.
Nota: Período inicial refere-se aos anos de 1995 e 2005. As taxas médias anuais de crescimento são calculadas entre os períodos de 1995 a 2005 e de 2005 a 2015.

Os parâmetros de interesse são representados pela vetor β. As variáveis de interesse que medem a qualidade inicial da educação nas unidades federativas serão dadas tanto pela média das notas de português e matemática do 3º ano do ensino médio quanto por aquelas médias tomadas separadamente medidas tanto em 1995 quanto em 2005. São consideradas como o nível inicial de qualidade da educação. E será testada a relação desta qualidade inicial do sistema educacional com a taxa de crescimento econômico subsequente.

As variáveis controles consistem no PIB *per capita*, nos anos médios de estudo da população com 25 anos ou mais e na taxa de abandono do ensino médio todas mensuradas em 1995 e 2005. Além destas, outros controles incluem as taxas médias anuais de crescimento de 1995 a 2005 e de 2005 a 2015, das seguintes variáveis: consumo de energia elétrica industrial *per capita* como *proxy* para os investimentos realizados no período, anos de escolaridade e o crescimento populacional. A fonte dos dados já foi descrita anteriormente. Entretanto, não há

informação do consumo de energia elétrica industrial de 2000 a 2003. Esta é uma limitação dos dados. Assim, tais valores foram imputados usando interpolação linear.

4.2.2 Dados

Algumas estatísticas descritivas das variáveis utilizadas nas estimações encontram-se na Tabela 9. Verifica-se que do período de 1995 a 2005 a taxa de crescimento médio anual do PIB *per capita* nas unidades da federação foi de 2%, sendo que de 2005 a 2015 aumentou para 4%, ou seja, o crescimento médio anual dobrou entre as duas décadas. Portanto, nota-se que foi um período de relevante prosperidade econômica.

Tabela 9 – Estatísticas descritivas das variáveis usadas nas estimações considerando informações de todas UFs

	Ano de 1995				Ano de 2005			
Variáveis	Média	Desvio padrão	Mín.	Máx.	Média	Desvio padrão	Mín.	Máx.
mediaNota3	278,07	15,62	256,53	317,32	260,87	14,77	234,28	294,30
notaM3	274,65	16,03	255,55	318,52	267,17	16,46	238,22	306,12
notaP3	281,49	15,97	257,50	316,13	254,57	13,34	230,34	282,47
anos_estudo	4,95	1,09	3,21	7,70	6,09	1,12	4,23	8,96
tx_abandono	0,11	0,03	0,06	0,17	0,10	0,03	0,03	0,15
	Taxa de crescimento médio anual entre 1995 e 2005				Taxa de crescimento médio anual entre 2005 e 2015			
	Média	Desvio padrão	Mín.	Máx.	Média	Desvio padrão	Mín.	Máx.
gy_mediaAno	0,02	0,02	−0,03	0,06	0,04	0,01	0,02	0,07
ganos_estudomediaAno	0,03	0,01	−0,01	0,05	0,03	0,01	0,02	0,05
genergiaInd_pmediaAno	0,03	0,05	−0,13	0,11	0,01	0,04	−0,12	0,10
gpop_mediaAno	0,02	0,01	0,01	0,06	0,01	0,01	0,004	0,03

Fonte: Elaboração própria.

Os anos médios de estudo da população também se elevaram, passando de uma média de 4,95, em 1995, para 6,09, em 2005. Sendo que a taxa média anual de crescimento daqueles anos de estudo de 1995 a 2005 foi de 3% e tal taxa se manteve de 2005 a 2015. Quanto as variáveis de interesse, verifica-se que a qualidade do ensino médio como um todo caiu entre 1995 e 2005. Com a maior queda de 9,56% registrada na média de português do 3º ano do ensino médio passando de 281,49 em 1995 para 254,57 em 2005. Por outro lado, a taxa de abandono no ensino médio nas escolas nas unidades federativas que era de 11%, em 1995, caiu para 10%, em 2005. Assim, a qualidade do ensino caiu entre 1995 e 2005, mas, ao mesmo tempo, a evasão escolar diminui. Isto contribuiu para a elevação dos anos médios de estudo ao longo do período.

Por fim, observa-se que há uma acentuada queda na taxa média anual de crescimento da população nos períodos analisados juntamente com a queda da taxa média de investimento

medida pela *proxy* do crescimento médio anual do consumo de energia industrial. Esta última taxa era de 3% de 1995 a 2005 e caiu para 1% de 2005 a 2015.

4.2.3 Resultados

Nesta seção são apresentadas as várias estimações a fim de investigar a relação da qualidade inicial da educação sobre a taxa de crescimento econômico no Brasil. Os resultados estão nas Tabelas 10 e 11. Deve-se destacar que o teste de Hausman aponta evidências em favor do modelo de efeitos fixos. Assim, as estimações são realizadas apenas usando aquele modelo, incluindo os efeitos fixos de tempo. Em ambas Tabelas, considera-se algumas variáveis controle na primeira estimação e as demais variáveis são incluídas progressivamente estimando um total de cinco especificações a fim de verificar como os coeficientes das variáveis de interesse se alteram.

Tabela 10 – Resultados das estimações em que as variáveis de interesse são notaM3 e notaP3

	Variável dependente:				
	gy_mediaAno				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
notaM3	0,00003	−0,00002	0,00002	0,00001	0,00001
	(0,0003)	(0,0003)	(0,0002)	(0,0003)	(0,0003)
notaP3	0,001*	0,001**	0,001**	0,001**	0,001**
	(0,0003)	(0,0003)	(0,0002)	(0,0002)	(0,0003)
pib_percapita	−0,005***	−0,005***	−0,004***	−0,004***	−0,004***
	(0,001)	(0,001)	(0,001)	(0,001)	(0,001)
anos_estudo	0,002	0,034	0,047**	0,042**	0,042*
	(0,004)	(0,021)	(0,018)	(0,020)	(0,021)
ganos_estudomediaAno		1,296	1,804**	1,627*	1,618*
		(0,845)	(0,721)	(0,789)	(0,828)
gpop_mediaAno			−0,994***	−0,790	−0,794
			(0,309)	(0,460)	(0,479)
genergiaInd_pmediaAno				0,043	0,042
				(0,070)	(0,073)
tx_abandono					0,004
					(0,085)
N	54	54	54	54	54
R^2	0,655	0,690	0,795	0,799	0,799
R^2 ajustado	0,169	0,217	0,458	0,440	0,409
Estatística F	10,448***	9,340***	12,954***	10,806***	8,959***

Fonte: Elaboração própria.
Nota: *p-valor<0.1; **p-valor<0.05; ***p-valor<0.01

Primeiramente, em geral, pode-se dizer que as evidências indicam que unidades federativas que, em média, possuem uma maior qualidade inicial no sistema de ensino em suas escolas tem, em média, uma taxa média anual de crescimento do PIB *per capita* maior em quase todas

as estimações quando se utiliza como *proxy* da qualidade da educação a nota média de português e a média das duas disciplinas no ensino médio.

A Tabela 10 apresenta os resultados considerando como medida de qualidade inicial de educação as notas médias de português e matemática no ensino médio. Na primeira coluna, a um nível de significância de 5%, nenhum dos parâmetros de interesse foram significativos. Nas demais colunas, conquanto a nota de matemática não ter sido significativa em nenhuma estimação, a nota de português conserva a significância e seu coeficiente permanece desta forma e não se altera à medida que mais variáveis explicativas são adicionadas nas estimações. Além disso, o erro padrão associado àquela variável se altera muito pouco a medida que mais variáveis controle são introduzidas.

Tabela 11 – Resultados das estimações em que a variável de interesse é mediaNota3

	Variável dependente:				
	gy_mediaAno				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
mediaNota3	0,001***	0,001***	0,001***	0,001***	0,001***
	(0,0002)	(0,0002)	(0,0002)	(0,0002)	(0,0002)
pib_percapita	−0,005***	−0,005***	−0,004***	−0,004***	−0,004***
	(0,001)	(0,001)	(0,001)	(0,001)	(0,001)
anos_estudo	0,002	0,030	0,044**	0,040*	0,040*
	(0,004)	(0,021)	(0,018)	(0,020)	(0,021)
ganos_estudomediaAno		1,116	1,668**	1,505*	1,507*
		(0,847)	(0,726)	(0,798)	(0,837)
gpop_mediaAno			−1,024***	−0,840*	−0,839
			(0,314)	(0,467)	(0,485)
genergiaInd_pmediaAno				0,039	0,039
				(0,072)	(0,074)
tx_abandono					−0,001
					(0,087)
N	54	54	54	54	54
R^2	0,638	0,665	0,777	0,781	0,781
R^2 ajustado	0,167	0,193	0,438	0,419	0,388
Estatística F	13,536***	10,911***	14,676***	11,866***	9,662***

Fonte: Elaboração própria.
Nota: *p-valor<0.1; **p-valor<0.05; ***p-valor<0.01.

Já no caso em que se assume que a *proxy* para qualidade inicial do ensino nas escolas é a média de português e matemática do ensino médio, conforme a Tabela 11, a estimativa, assim como o erro padrão, do parâmetro de interesse não se altera à medida que mais variáveis explicativas são introduzidas nas estimações. Além de sempre permanecer significativo a 1%. Nota-se, no resultado na coluna (1), que uma especificação que considera apenas três variáveis, quais sejam, a qualidade inicial do ensino nas escolas, anos de estudo e PIB *per capita* inicial e os efeitos fixos de tempo e UF é capaz de explicar 63,8% da variação nas taxas de crescimento médias anuais, sendo que, neste caso, anos de estudo é não significativo.

Em relação as variáveis quantitativas de educação (capital humano) cabem algumas observações importantes. Considerando um nível de significância de 5%, constata-se que das cinco especificações estimadas envolvendo as notas médias de português e matemática, tomadas separadamente, em apenas duas delas (as quais não incluem todas as variáveis controle) as medidas quantitativas de educação são significativas. Já quando a *proxy* utilizada para a qualidade inicial da educação é a média de ambas disciplinas, tem-se que em apenas uma especificação (a qual não inclui todas as variáveis controle), dentre as cinco estimadas, as medidas quantitativas são significativas, levando em conta o mesmo nível de significância. Isto aponta fortes indícios de que ao levar-se em conta variáveis que captam a qualidade da educação na estimação, as medidas quantitativas de educação passam a ser menos relevantes para explicar a taxa de crescimento.

Tabela 12 – Resultados das estimações da qualidade inicial da educação sobre a taxa média de crescimento anual do PIB real *per capita* em subamostras de UFs

	Variável dependente:					
	gy_mediaAno					
	Sem SP	Sem SP	Sem Sudeste	Sem Sudeste	Sem Sudeste e Sul	Sem Sudeste e Sul
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
notaM3	−0,00002		−0,00002		−0,0004	
	(0,0003)		(0,0003)		(0,0004)	
notaP3	0,001**		0,001**		0,001**	
	(0,0003)		(0,0003)		(0,0003)	
mediaNota3		0,001***		0,001***		0,001**
		(0,0002)		(0,0002)		(0,0003)
pib_percapita	−0,004***	−0,004***	−0,004***	−0,004***	−0,004***	−0,004***
	(0,001)	(0,001)	(0,001)	(0,001)	(0,001)	(0,001)
anos_estudo	0,030	0,030	0,024	0,026	0,019	0,025
	(0,022)	(0,023)	(0,029)	(0,030)	(0,036)	(0,041)
ganos_estudomediaAno	1,188	1,135	0,962	0,993	0,853	0,968
	(0,848)	(0,882)	(1,110)	(1,149)	(1,376)	(1,554)
gpop_mediaAno	−0,772	−0,829	−0,723	−0,791	−0,676	−0,780
	(0,462)	(0,480)	(0,522)	(0,538)	(0,546)	(0,614)
genergiaInd_pmediaAno	0,045	0,040	0,054	0,045	0,070	0,050
	(0,070)	(0,073)	(0,083)	(0,086)	(0,088)	(0,099)
tx_abandono	0,071	0,053	0,095	0,065	0,160	0,075
	(0,093)	(0,097)	(0,123)	(0,125)	(0,166)	(0,182)
N	52	52	46	46	40	40
R^2	0,819	0,793	0,818	0,791	0,849	0,790
R^2 ajustado	0,458	0,413	0,414	0,372	0,466	0,318
Estatística F	9,630***	9,837***	7,852***	8,095***	7,753***	6,456***

Fonte: Elaboração própria.
Nota: Em cada coluna estima-se uma especificação removendo da amostra alguns estados. Nas colunas (1) e (2) retira-se o estado de SP, na (3) e (4) retira-se todos estados do Sudeste e, nas últimas colunas, são excluídos os estados do Sul e Sudeste da amostra. *p-valor<0.1; **p-valor<0.05; ***p-valor<0.01

Da mesma forma que foi feito nas estimações cuja variável dependente era o PIB *per*

capita, aqui também se investiga como as estimativas dos parâmetros de interesse são sensíveis a certas regiões ou estados estimando-se especificações com todas as variáveis controles em subamostras. Os resultados estão na Tabela 12. Observa-se que os coeficientes estimados relacionados à qualidade dos sistemas de ensino de uma UF permanecem os mesmos, inclusive os erros padrões os quais se alteram muito pouco. Portanto, mesmo retirando certas regiões e estados da amostra as inferências sobre a importância da qualidade do ensino nas unidades da federação sobre seu crescimento econômico permanecem as mesmas. Além disso, nestas estimações apenas as medidas qualitativas de educação e o PIB *per capita* inicial são significativos, reforçando os resultados encontrados anteriormente.

Apesar de não ser objeto de investigação deste trabalho, todos os resultados revelam uma relação negativa e significativa entre o nível do PIB *per capita* inicial e a taxa de crescimento econômico subsequente. Cabendo frisar que o erro padrão do coeficiente não se modifica e suas estimativas se alteram muito pouco nas Tabelas 10 e 11[10] à medida que se adiciona mais variáveis à primeira especificação. Isto mostra alguma evidência em favor da hipótese de convergência condicional, ou seja, após serem controladas características heterogêneas das unidades federativas que afetam seu produto no longo prazo, inclusive características fixas no tempo, não há indícios de tendências que as UFs mais pobre estejam convergindo para o mesmo nível de renda de longo prazo das mais ricas.

Segundo Barro (2013), para um determinado nível de PIB *per capita* inicial, um estoque inicial maior de capital humano implica em uma razão mais alta de capital humano em relação a capital físico. Isto tende a propiciar um maior crescimento porque facilita a absorção de tecnologias superiores de outros países. É provável que esse mecanismo seja especialmente importante para a escolaridade nos níveis médio e superior. Além disso, o capital humano tende a ser mais difícil de ajustar do que o capital físico. Portanto, um país que inicie com aquela proporção alta tende crescer mais rapidamente apenas aumentando a utilização do capital físico.

Nos resultados obtidos, após controlar-se para o nível inicial do PIB *per capita*, foi observado que unidades federativas que possuem medidas quantitativa e, principalmente, qualitativas mais elevadas de capital humano, implicando em uma proporção mais elevada de capital humano em relação a capital físico, tem correlação forte e positiva com a taxa de crescimento econômico posterior.

4.2.4 Considerações finais

Nas estimações desta seção também se enfrentou limitações nos dados e valores de consumo de energia industrial tiveram que ser imputados de alguma forma. Cientes disto, as principais conclusões apontam indícios de forte correlação entre o nível inicial de qualidade da educação e o crescimento econômico em períodos subsequentes no Brasil. Foi verificado que

[10] Apesar de não ter sido exibido nos resultados, quando estima-se especificações tendo apenas o PIB *per capita* como variável explicativas os resultados referidos são muito similares.

quando leva-se em conta a qualidade do capital humano, aferida pelas *proxies* de qualidade da educação dadas pela média de português no ensino médio ou a média das notas de matemática e português no ensino médio, as medidas quantitativas de educação tornam-se menos relevantes (ou não relevantes, em muitas especificações) para explicar o crescimento.

Portanto, há indícios fortes de que maiores níveis de qualidade da educação permitem que uma dada unidade federativa tenha maiores níveis de taxas de crescimento econômico em períodos subsequentes. Evidências internacionais vão neste sentido, ou seja, ao considerar medidas qualitativas de capital humano, as medidas quantitativas como anos de escolaridade perdem a relevância para explicar o crescimento (HANUSHEK; WOESSMANN, 2012a; WOESSMANN, 2016).

As principais conclusões desta parte do trabalho corroboram e são complementares às obtidas na seção anterior na qual foi investigada a relação da qualidade da educação no PIB *per capita* do Brasil. No entanto, aqui evidencia-se que há indícios de uma correlação mais forte e robusta entre maiores níveis iniciais de medidas qualitativas de educação, implicando em maiores níveis de capital humano, e a taxa de crescimento econômico em períodos posteriores, sendo que os principais resultados não se alteram quando os cálculos são baseados em subamostras de regiões ou estados. Isto dá indícios de que melhorias nos níveis de qualidade da educação nas escolas no presente terá implicações econômicas maiores no longo prazo.

Além disso, quanto às *proxies* assumidas como medidas qualitativas do capital humano há algo interessante para reflexão. Nos resultados econométricos da seção anterior a única medida de qualidade da educação importante para explicar a renda *per capita* foi a nota de matemática do ensino médio. Já, na presente seção, apenas a nota citada anteriormente não foi relevante para explicar as taxas de crescimento do produto nas unidades federativas. Sendo assim, em última análise, pode-se dizer que todas as medidas utilizadas no trabalho para medir a qualidade da educação são, de alguma forma, relevantes para compreender por que há regiões mais ricas e outras mais pobres no país, uma vez que uma das medidas tem forte correlação com o PIB *per capita* e as outras tem forte associação com sua taxa de crescimento.

5 Conclusão

Conforme vem sendo mostrado em estudos recentes, variáveis que buscam quantificar os conhecimentos e habilidades efetivamente agregados pelos alunos de uma população ao longo do tempo, denominadas neste trabalho de medidas qualitativas de educação, e não somente seu tempo de escolaridade, são chaves para o desenvolvimento econômico. Nesta perspectiva, este trabalho teve como o principal intuito contribuir com a literatura investigando a relação da qualidade da educação nas escolas com o crescimento econômico no Brasil. Adicionalmente, estudou-se como tem evoluído a qualidade da educação básica (ensino fundamental e médio) no país, conforme os indicadores adotados, em que um período de vinte e cinco anos de dados foi considerado, de 1995 a 2019. As *proxies* para aferir a qualidade da educação foram construídas com base nas proficiências nas disciplinas de matemática e português obtidas pelos estudantes brasileiros no SAEB.

Quanto à qualidade de ensino no Brasil como um todo, os indicadores mostram que nos anos iniciais do ensino fundamental obteve-se uma significativa melhoria, apesar de uma queda entre os anos de 1995 e 2001. Com a proficiência média em matemática apresentando os maiores aumentos. Já para a 8/9ª série do ensino fundamental houve melhorias nas notas médias de ambas disciplinas, mas não suficiente para o país ter elevado o nível de proficiência entre 1995 e 2019. Por outro lado, no ensino médio houve uma tendência de queda da qualidade da educação ao longo de todo período. De tal forma que as proficiências médias obtidas para o Brasil em 1995, para ambas disciplinas, são maiores que as obtidas em 2019.

Constata-se uma heterogeneidade relevante nos resultados quando analisou-se a evolução das proficiências médias nas unidades federativas do Brasil. Isto é um indício de que políticas públicas diferentes e, algumas, mais eficientes devem ter sido aplicadas em diferentes regiões. Mas, uma conclusão geral emerge, a de que a qualidade do ensino fundamental nos anos iniciais melhorou em todas unidades da federação, uma vez que, em todas, foi observado crescimento nas notas médias e quase todas UFs elevaram seus níveis de proficiências em ambas as disciplinas. Com destaque para Acre (único estado que aumentou três níveis na proficiência em matemática entre 1995 e 2019) e Ceará, tais estados tiveram os maiores aumentos nas proficiências médias de matemática e português entre 1995 e 2019.

Os resultados para os anos finais não são tão bons quanto para os anos iniciais do ensino fundamental, uma vez que nove UFs não conseguiram aumentar seus níveis de proficiências e algumas tiveram reduções no nível. Para o ensino médio, da mesma forma que para o país, os resultados para as UFs e as regiões são extremamente desanimadores, visto que nos 25 anos de estudos do SAEB quase todas as unidades da federação tiveram queda na qualidade naquele nível de ensino em, no mínimo, uma das disciplinas em termos de notas médias. Além disso, dez

UFs registraram reduções nas proficiências médias de ambas as disciplinas e apenas o estado de PE teve aumento de um nível na proficiência nas duas disciplinas.

Com base nas análises econométricas realizadas, a conclusão central encontrada foi a associação robusta entre as *proxies* utilizadas para mensurar a qualidade do ensino nas escolas e a renda *per capita* no Brasil. As duas estratégias empíricas aplicadas apontam evidências em favor desta constatação. E indicam a importância tanto de medidas quantitativas quanto de medidas qualitativas de educação para explicar o produto. Entretanto, nas especificações em que a variável dependente foi a taxa de crescimento do PIB *per capita* e ao investigar-se como níveis iniciais maiores de qualidade de educação afetam aquela variável constatou-se uma relação ainda mais robusta. Neste último caso, algumas medidas clássicas de capital humano (anos de estudo) deixaram de ser importantes em muitas estimações para explicar a variável dependente conforme vem sendo mostrado recentemente na literatura internacional.

Os resultados encontrados evidenciam a importância de políticas públicas que almejem, não somente o aumento de matrículas de indivíduos e redução da evasão nas instituições de ensino, algo que tem sido realizado de forma muito intensa nas últimas duas décadas e deve ter continuidade, como também a melhoria do conhecimento e habilidade desenvolvidos por aqueles indivíduos que permanecem na escola, como uma política de suma importância para estimular o crescimento econômico no país.

Portanto, este trabalho destaca, no mínimo, dois motivos fundamentais para que as autoridade públicas no Brasil tenham como prioridade pelos próximos anos a educação básica. Primeiramente, não há dúvidas de que a qualidade da educação no Brasil melhorou no ensino fundamental, principalmente, em seus anos iniciais, conforme mensurada pelas proficiências médias do SAEB. Todavia, no geral, pode-se dizer que os avanços foram discretos dado o período longo de análise e, notavelmente, preocupantes no caso do ensino médio. Entretanto, foi visto que há estudos mostrando que estados em que ocorreram profundas mudanças institucionais e de políticas educacionais tiveram impactos relevantes na melhoria dos seus indicadores de qualidade. Isto indica que há espaço para melhoria das políticas públicas aplicadas de forma a obtenção de melhores resultados educacionais. Por fim, as evidências encontradas mostrando a forte correlação da qualidade da educação nas escolas com o crescimento econômico tornam ainda mais urgente a necessidade de que sejam reavaliadas as políticas governamentais que vêm sendo aplicadas na educação básica no Brasil, especialmente no ensino médio, em que as políticas públicas não têm obtido êxito.

Referências

ANDRADE, D. F. de; TAVARES, H. R.; VALLE, R. da C. Teoria da resposta ao item: conceitos e aplicações. *Associação Brasileira de Estatística*, São Paulo, 2000.

BARBOSA FILHO, F. H.; PESSÔA, S. A. Educação e crescimento: o que a evidência empírica e teórica mostra? *Economia (Brasília)*, v. 11, n. 2, p. 265–303, 2010.

BARRO, R. J. Economic growth in a cross section of countries. *The quarterly journal of economics*, MIT Press, v. 106, n. 2, p. 407–443, 1991.

____. *Determinants of Economic Growth: A Cross-Country Empirical Study*. [S.l.], 1996. (Working Paper Series, 5698). Disponível em: <http://www.nber.org/papers/w5698>.

____. Education and economic growth. *Annals of Economics and Finance*, v. 14, p. 301–328, 11 2013.

BARRO, R. J.; SALA-I-MARTIN, X. *Economic Growth*. 2. ed. Cambridge, MA: The MIT Press, 2004.

BECKER, G. S. Investment in human capital: A theoretical analysis. *Journal of political economy*, The University of Chicago Press, v. 70, n. 5, Part 2, p. 9–49, 1962.

BENHABIB, J.; SPIEGEL, M. M. The role of human capital in economic development evidence from aggregate cross-country data. *Journal of Monetary Economics*, v. 34, n. 2, p. 143–173, 1994.

BERNARDELLI, L. V.; MICHELLON, E. O impacto da religião no crescimento econômico: Uma análise empírica para o brasil em 1991, 2000 e 2010. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, SciELO Brasil, v. 48, p. 489–523, 2018.

BEZERRA, V. R. G.; KOMATSU, B. K.; MENEZES-FILHO, N. A.; MANNES, Y. S. Avaliação do impacto das políticas educacionais em sobral sobre evasão escolar. In: *Encontro Nacional de Economia*. Rio de Janeiro: ANPEC, 2018.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. *SAEB 2001: novas perspectivas*, Brasília: INEP, 2001.

____. Lei nº 11.274, de 6 de fevereiro de 2006. altera a redação dos arts. 29, 30, 32 e 87 da lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, dispondo sobre a duração de 9 (nove) anos para o ensino fundamental, com matrícula obrigatória a partir dos 6 (seis) anos de idade. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11274.htm>.

____. Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. altera as leis n º 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o fundo de manutenção e desenvolvimento da educação básica e de valorização dos profissionais da educação, a consolidação das leis do trabalho - clt, aprovada pelo decreto-lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e o decreto-lei nº 236,

de 28 de fevereiro de 1967; revoga a lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a política de fomento à implementação de escolas de ensino médio em tempo integral. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 2017. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm>. Acesso em: 26 dez. 2019.

BRUNS, S. B.; IOANNIDIS, J. P. Determinants of economic growth: Different time different answer? *Journal of Macroeconomics*, v. 63, p. 103185, 2020.

CABRAL, G. G. Políticas de formação de professores e suas repercussões na qualidade da educação básica no Acre: o inédito viável. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, p. 1157–1178, 2021.

CANGUSSU, R. C.; SALVATO, M. A.; NAKABASHI, L. Uma análise do capital humano sobre o nível de renda dos estados brasileiros: Mrw versus mincer. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, SciELO Brasil, v. 40, n. 1, p. 153–183, 2010.

CUNHA, A. F.; NUNES, S. F. Educação e crescimento econômico: Análise dos municípios da região dos campos gerais do paraná. *Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas*, v. 17, n. 3, p. 232–239, 2016.

FERNANDES, R. Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (ideb). *Textos para discussão*, INEP, Brasília, n. 26, 2007.

FERRAZ, C.; FINAN, F.; MOREIRA, D. B. Corrupting learning: Evidence from missing federal education funds in Brazil. *Journal of Public Economics*, Elsevier, v. 96, n. 9-10, p. 712–726, 2012.

FRANÇA, M. T. A.; GONÇALVES, F. d. O. Provisão pública e privada de educação fundamental: diferenças de qualidade medidas por meio de propensity score. *Economia Aplicada*, SciELO Brasil, v. 14, n. 4, p. 373–390, 2010.

FRANCO, A. M. de P.; FILHO, N. A. M. Os determinantes do aprendizado com dados de um painel de escolas do saeb. *Economia Aplicada*, v. 21, n. 3, p. 525–548, 2017.

GAMA, V. A. *Os efeitos da qualidade da educação sobre a acumulação de capital humano e o crescimento econômico no Brasil*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2014.

GREENE, W. *Econometric Analysis*. 8. ed. New York: Pearson, 2018.

GUIMARÃES, J. R. S.; JANNUZZI, P. d. M. IDH, indicadores sintéticos e suas aplicações em políticas públicas: uma análise crítica. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, v. 7, n. 1, p. 73, maio 2005.

HADDAD, M. A.; FREGUGLIA, R.; GOMES, C. Public spending and quality of education in Brazil. *The Journal of Development Studies*, Taylor & Francis, v. 53, n. 10, p. 1679–1696, 2017.

HANUSHEK, E. A.; RUHOSE, J.; WOESSMANN, L. Knowledge capital and aggregate income differences: Development accounting for us states. *American Economic Journal: Macroeconomics*, v. 9, n. 4, p. 184–224, October 2017.

HANUSHEK, E. A.; WOESSMANN, L. The role of cognitive skills in economic development. *Journal of Economic Literature*, v. 46, n. 3, p. 607–68, September 2008.

____. Do better schools lead to more growth? cognitive skills, economic outcomes, and causation. *Journal of economic growth*, Springer, v. 17, n. 4, p. 267–321, 2012.

____. Schooling, educational achievement, and the latin american growth puzzle. *Journal of Development Economics*, Elsevier, v. 99, n. 2, p. 497–512, 2012.

____. *Education and Economic Growth*. Oxford University Press, 2021. Disponível em: <https://oxfordre.com/economics/view/10.1093/acrefore/9780190625979.001.0001/acrefore-9780190625979-e-651>.

HAUSMAN, J. A. Specification tests in econometrics. *Econometrica*, [Wiley, Econometric Society], v. 46, n. 6, p. 1251–1271, 1978.

INEP. Relatório SAEB (ANEB e ANRESC) 2005-2015: panorama da década. *Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira*, Brasília, 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. *Microdados do Saeb 1997*. Brasília: Inep, 2006. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/microdados/saeb>. Acesso em: 26 dez. 2019.

____. *Microdados do Saeb 1999*. Brasília: Inep, 2006. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/microdados/saeb>. Acesso em: 26 dez. 2019.

____. *Microdados do Saeb 2003*. Brasília: Inep, 2006. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/microdados/saeb>. Acesso em: 26 dez. 2019.

____. *Microdados do Saeb 2005*. Brasília: Inep, 2006. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/microdados/saeb>. Acesso em: 26 dez. 2019.

____. *Microdados do Saeb 2011*. Brasília: Inep, 2013. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/microdados/saeb>. Acesso em: 20 fev. 2021.

____. *Microdados da Aneb e da Anresc 2013*. Brasília: Inep, 2015. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/microdados/saeb>. Acesso em: 26 dez. 2019.

____. *RELATÓRIO DA AMOSTRAGEM DA ANEB 2015*. Brasília: Inep, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/microdados/saeb>. Acesso em: 02 jan. 2021.

____. *RELATÓRIO DA AMOSTRAGEM DA ANEB 2017*. Brasília: Inep, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/microdados/saeb>. Acesso em: 26 dez. 2019.

____. *RELATÓRIO DE AMOSTRAGEM DO SAEB 2019*. Brasília: Inep, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/microdados/saeb>. Acesso em: 24 jul. 2021.

JONES, C. I.; VOLLRATH, D. *Introduction to Economic Growth*. 3. ed. New York: W. W. Norton & Company, 2013.

LEMIEUX, T. The "Mincer Equation" Thirty Years After Schooling, Experience, and Earnings. In: ____. *Jacob Mincer A Pioneer of Modern Labor Economics*. Boston, MA: Springer US, 2006. p. 127–145.

LIMA, R. C. D. A.; NETO, R. D. M. S. Physical and human capital and brazilian regional growth: A spatial econometric approach for the period 1970–2010. *Regional Studies*, Routledge, v. 50, n. 10, p. 1688–1701, 2016.

LUCAS, R. E. J. On the mechanics of economic development. *Journal of monetary economics*, Elsevier, v. 22, n. 1, p. 3–42, 1988.

LUCIO, F. G.; GOMES, W.; PEREIRA, R. A. d. C. Educação básica, capital humano e crescimento econômico: uma análise para os estados brasileiros. *Revista Economia Ensaios*, v. 33, 10 2019.

MANKIW, N. G.; ROMER, D.; WEIL, D. N. A Contribution to the Empirics of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 107, n. 2, p. 407–437, 05 1992.

MINCER, J. A. *Schooling, Experience, and Earnings*. [S.l.]: National Bureau of Economic Research, Inc, 1974. (NBER Books, minc74-1).

MONTEIRO, J. Gasto público em educação e desempenho escolar. *Revista Brasileira de Economia*, SciELO Brasil, v. 69, p. 467–488, 2015.

MONTENEGRO, R. L. G.; LOPES, T. H. C. R.; RIBEIRO, L. C. d. S.; CRUZ, Í. S. d.; ALMEIDA, C. P. C. d. Efeitos do crescimento econômico sobre os estados brasileiros (1992-2006). *Economia Aplicada*, v. 18, n. 2, p. 215–241, jun. 2014.

MORAES, A. G. E. d.; BELLUZZO, W. O diferencial de desempenho escolar entre escolas públicas e privadas no brasil. *Nova economia*, SciELO Brasil, v. 24, n. 2, p. 409–430, 2014.

NAKABASHI, L.; SALVATO, M. A. Human capital quality in the brazilian states. *Revista Economia*, v. 8, n. 2, p. 211–229, 2007.

NELSON, R. R.; PHELPS, E. S. Investment in humans, technological diffusion, and economic growth. *The American Economic Review*, American Economic Association, v. 56, n. 1/2, p. 69–75, 1966.

OREOPOULOS, P.; SALVANES, K. G. Priceless: The nonpecuniary benefits of schooling. *Journal of Economic Perspectives*, v. 25, n. 1, p. 159–84, March 2011.

PELINESCU, E. The impact of human capital on economic growth. *Procedia Economics and Finance*, Elsevier, v. 22, p. 184–190, 2015.

PELIZZA, C. R. Crescimento econômico e habilidades cognitivas nos estados brasileiros. *Textos de Economia*, v. 19, n. 2, p. 1–22, 2016.

PEREIRA, A. E. G.; NAKABASHI, L.; SALVATO, M. A. Instituições e nível de renda: uma abordagem empírica para os municípios paranaenses. *Nova Economia*, SciELO Brasil, v. 22, p. 597–620, 2012.

ROCHA, R. H.; MENEZES-FILHO, N.; KOMATSU, B. K. Avaliando o impacto das políticas educacionais em sobral. *Economia Aplicada*, v. 22, n. 4, p. 5–30, 2018.

ROMER, D. *Advanced Macroeconomics*. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2018.

ROMER, P. M. Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, University of Chicago Press, v. 98, n. 5, p. S71–S102, 1990.

SALA-I-MARTIN, X.; DOPPELHOFER, G.; MILLER, R. I. Determinants of long-term growth: A bayesian averaging of classical estimates (bace) approach. *American Economic Review*, v. 94, n. 4, p. 813–835, September 2004.

SANTOS, R. B. N. dos; AMORIM, A. L.; CORONEL, D. A.; BRAGA, M. J. Crescimento econômico e clubes de convergência nos municípios mineiros: uma análise com modelo threshold. *Revista EconomiA*, 2012.

SCHULTZ, T. W. Capital formation by education. *Journal of political economy*, The University of Chicago Press, v. 68, n. 6, p. 571–583, 1960.

____. Investment in human capital. *The American economic review*, JSTOR, v. 51, n. 1, p. 1–17, 1961.

____. The Value of the Ability to Deal with Disequilibria. *Journal of Economic Literature*, v. 13, n. 3, p. 827–846, September 1975.

SILVA, P. B. C. d.; REZENDE, N. C.; QUARESMA, T. C. C.; CHRISPINO, A. Sobre o sucesso e o fracasso no ensino médio em 15 anos (1999 e 2014). *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, SciELO Brasil, v. 24, p. 445–476, 2016.

SOLOW, R. M. A contribution to the theory of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, Oxford University Press, v. 70, n. 1, p. 65–94, 1956.

SOUZA, W. P. S. de F.; OLIVEIRA, V. R. de; ANNEGUES, A. C. Background familiar e desempenho escolar: uma abordagem não paramétrica. *Pesquisa e planejamento econômico*, v. 48, n. 2, 2018.

STEVENS, P.; WEALE, M. Education and economic growth. *International handbook on the economics of education*, Edward Elgar Northhampton, v. 27, p. 205–311, 2004.

SWAN, T. W. Economic growth and capital accumulation. *Economic record*, v. 32, n. 2, p. 334–361, 1956.

UHR, D. d. A. P.; PAULA, S. d. R.; FERREIRA, M. F.; PASSOS, M. d. O.; UHR, J. G. Z. Economic growth channels from human capital: a dynamic panel analysis for brazil. *Revista Brasileira de Economia*, SciELO Brasil, v. 74, p. 95–118, 2020.

UNDP. *(United Nations Development Programme). 2022. Human Development Report 2021/2022: Uncertain Times, Unsettled Lives: Shaping our Future in a Transforming World*. New York, 2022.

VIEIRA, C. da R.; ALBERT, C. E.; BAGOLIN, I. P. Crescimento e desenvolvimento econômico no brasil: uma análise comparativa entre o pib per capita e os níveis educacionais. *Análise–Revista de Administração da PUCRS*, v. 19, n. 1, 2008.

VIEIRA, S. L.; PLANK, D. N.; VIDAL, E. M. Política Educacional no Ceará: processos estratégicos. *Educação & Realidade*, SciELO Brasil, v. 44, 2019.

WOESSMANN, L. The economic case for education. *Education Economics*, Routledge, v. 24, n. 1, p. 3–32, 2016.

Apêndices

APÊNDICE A – Amostra do SAEB

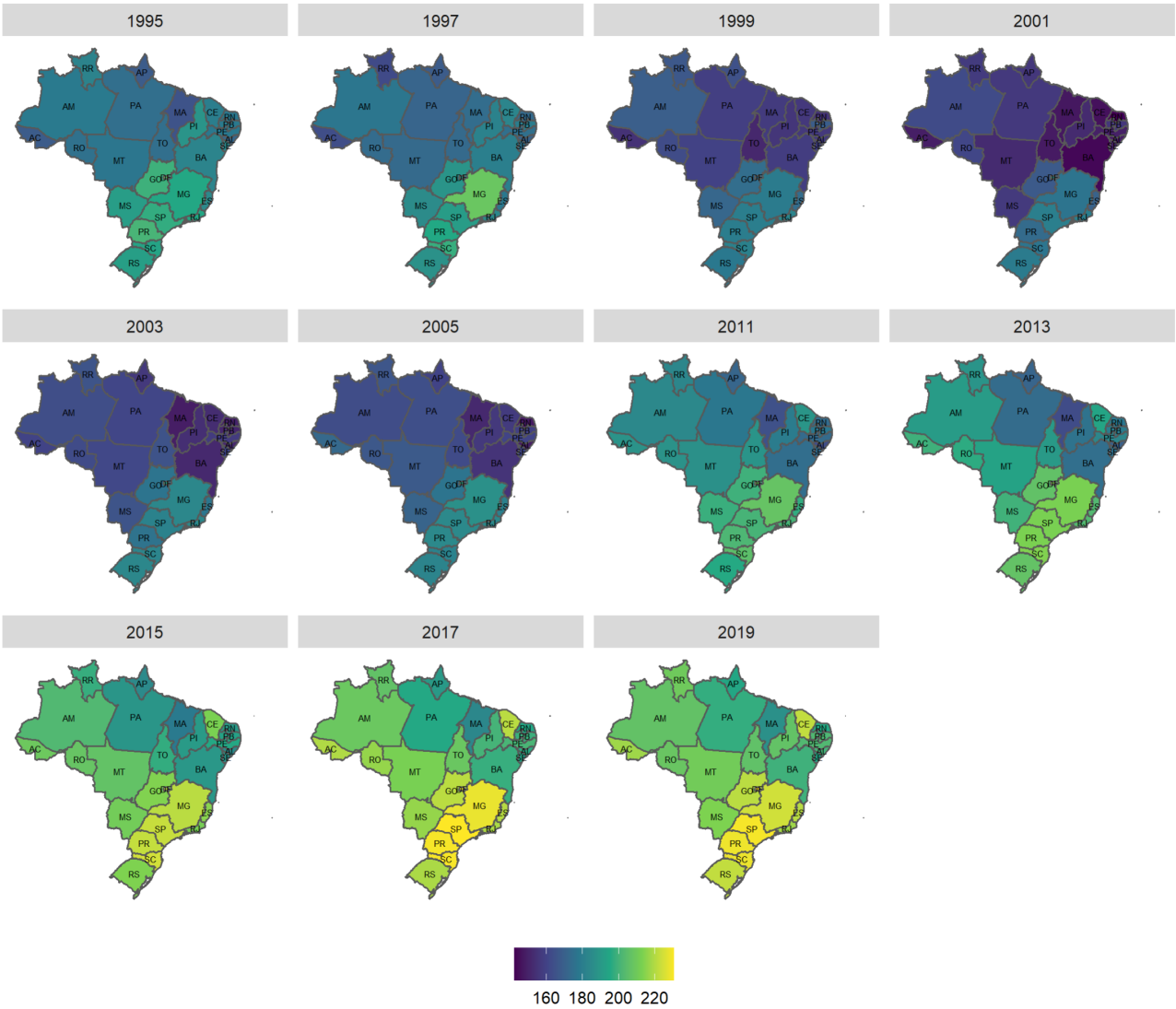
Tabela 13 – Quantidade de alunos considerados no SAEB para cada uma das edições usadas após as exclusões realizadas e sua divisão entre escolas públicas e privadas

Ano	Total de alunos	Alunos de escolas Públicas (%)	Alunos de escolas Privada (%)
1995	67.348	80,20	19,80
1997	93.849	65,70	34,30
1999	102.602	64,60	35,40
2001	287.719	36,20	63,80
2003	213.031	66,20	33,80
2005	189.665	64,10	35,90
2011	5.078.525	97,80	2,17
2013	7.891.262	97,30	2,69
2015	7.490.094	97,90	2,06
2017	9.960.714	98,40	1,60
2019	10.303.046	98.40	1.60

Fonte: Elaboração própria.
Nota: Dados obtidos do SAEB de alunos que realizaram as provas de português e matemática da 4/5ª série ensino fundamental e 3º ano do ensino médio. Excluindo os alunos de escolas federais e, dentre os alunos das escolas rurais, apenas são considerados os alunos da 4/5ª série ensino fundamental dos estados do Nordeste, MG e MS. Para 2013 e 2019, exclui-se os alunos do 3º ano do ensino médio integrado.

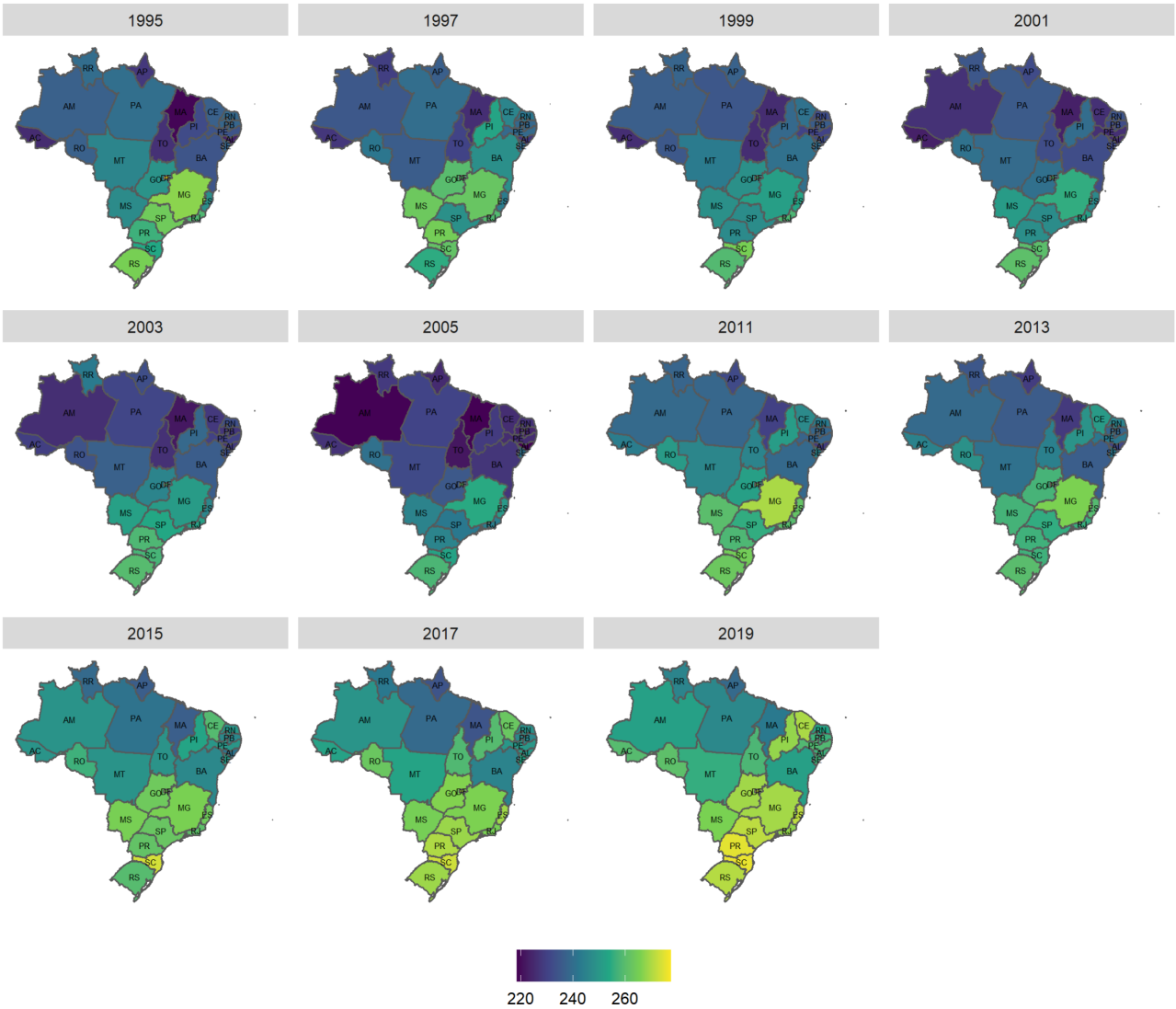
APÊNDICE B – Distribuição espacial da qualidade da educação nas UFs com base nos dados do SAEB

Figura 4 – Mapa com a evolução das médias das notas em português no SAEB da 4ª série do ensino fundamental por UF ao longo do tempo



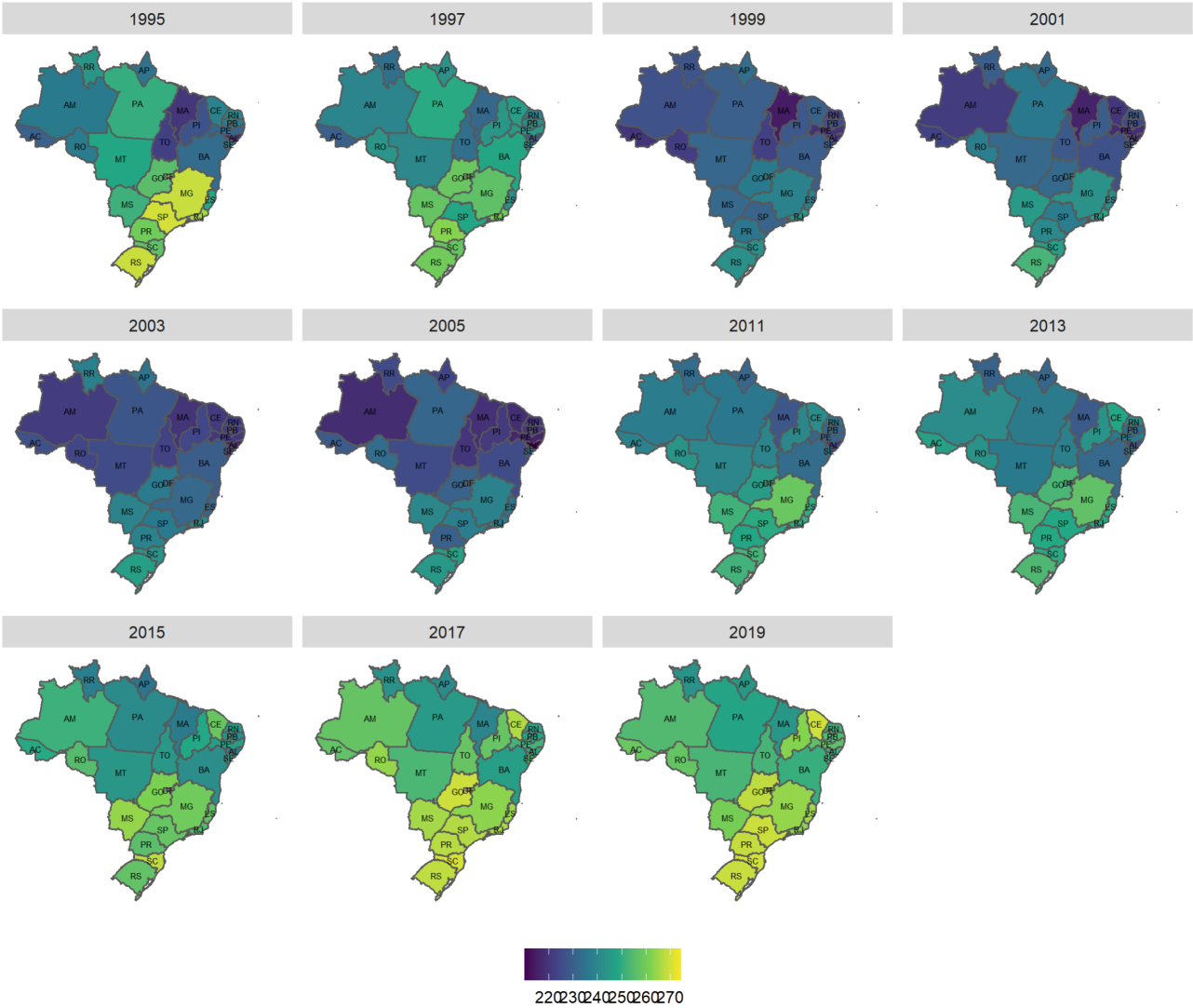
Fonte: Elaboração própria.
Nota: Dados obtidos do SAEB dos anos de 1995, 1997, 1999, 2001, 2003, 2005, 2011, 2013, 2015, 2017 e 2019 sem considerar alunos de escolas federais e, dentre os alunos das escolas rurais, apenas são considerados os alunos da 4/5ª série ensino fundamental dos estados do Nordeste, MG e MS. Para 2013 e 2019, excluímos os alunos do 3º ano do ensino médio integrado.

Figura 5 – Mapa com a evolução das médias das notas em matemática no SAEB da 8ª série do ensino fundamental por UF ao longo do tempo



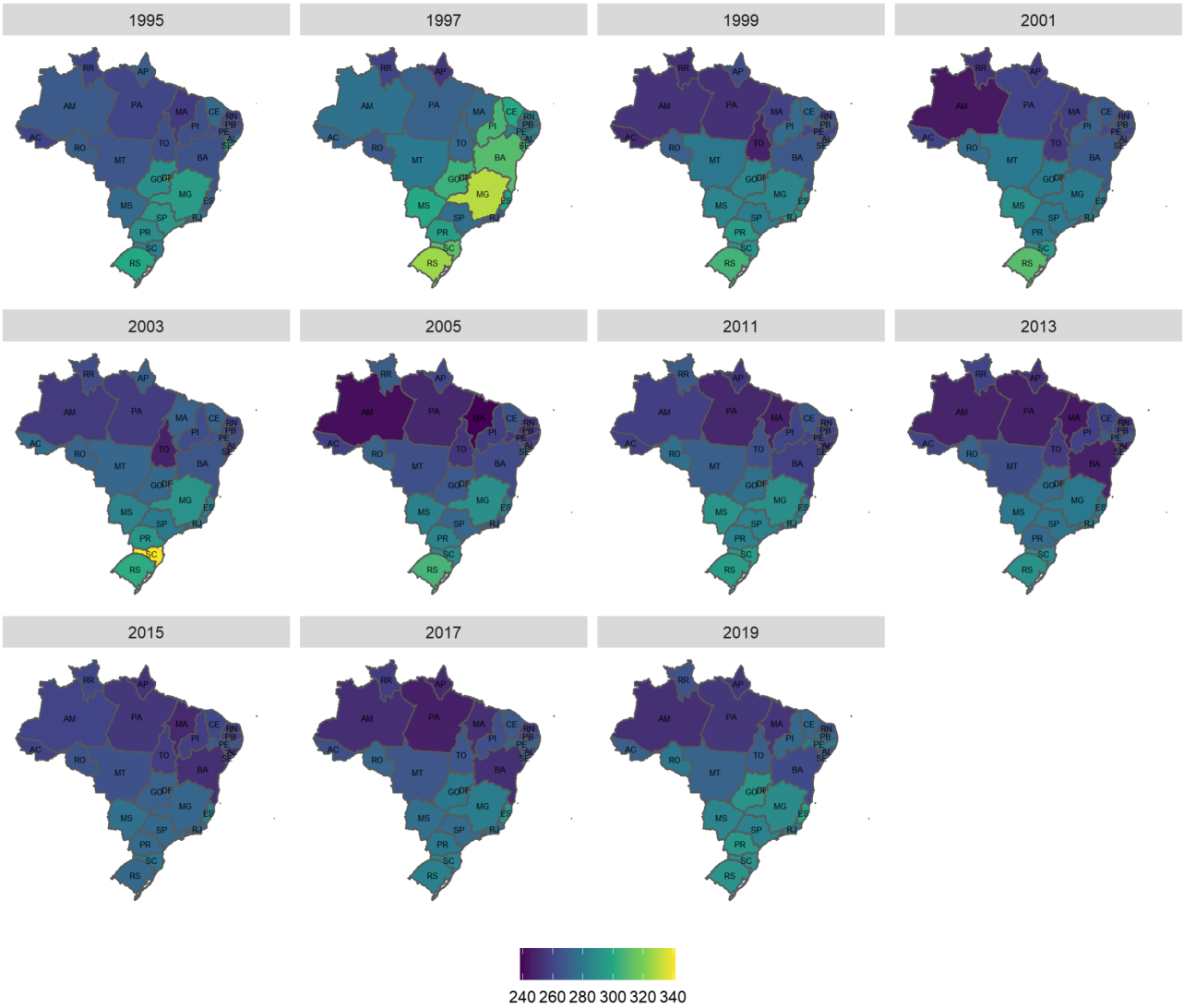
Elaboração própria.
Nota: Dados obtidos do SAEB dos anos de 1995, 1997, 1999, 2001, 2003, 2005, 2011, 2013, 2015, 2017 e 2019 sem considerar estudantes de escolas federais e, dentre àqueles que estudam em escolas rurais, apenas são considerados os alunos da 4/5ª série ensino fundamental dos estados do Nordeste, MG e MS. Para 2013 e 2019, excluímos os alunos do 3º ano do ensino médio integrado.

Figura 6 – Mapa com a evolução das médias das notas em português no SAEB da 8ª série do ensino fundamental por UF ao longo do tempo



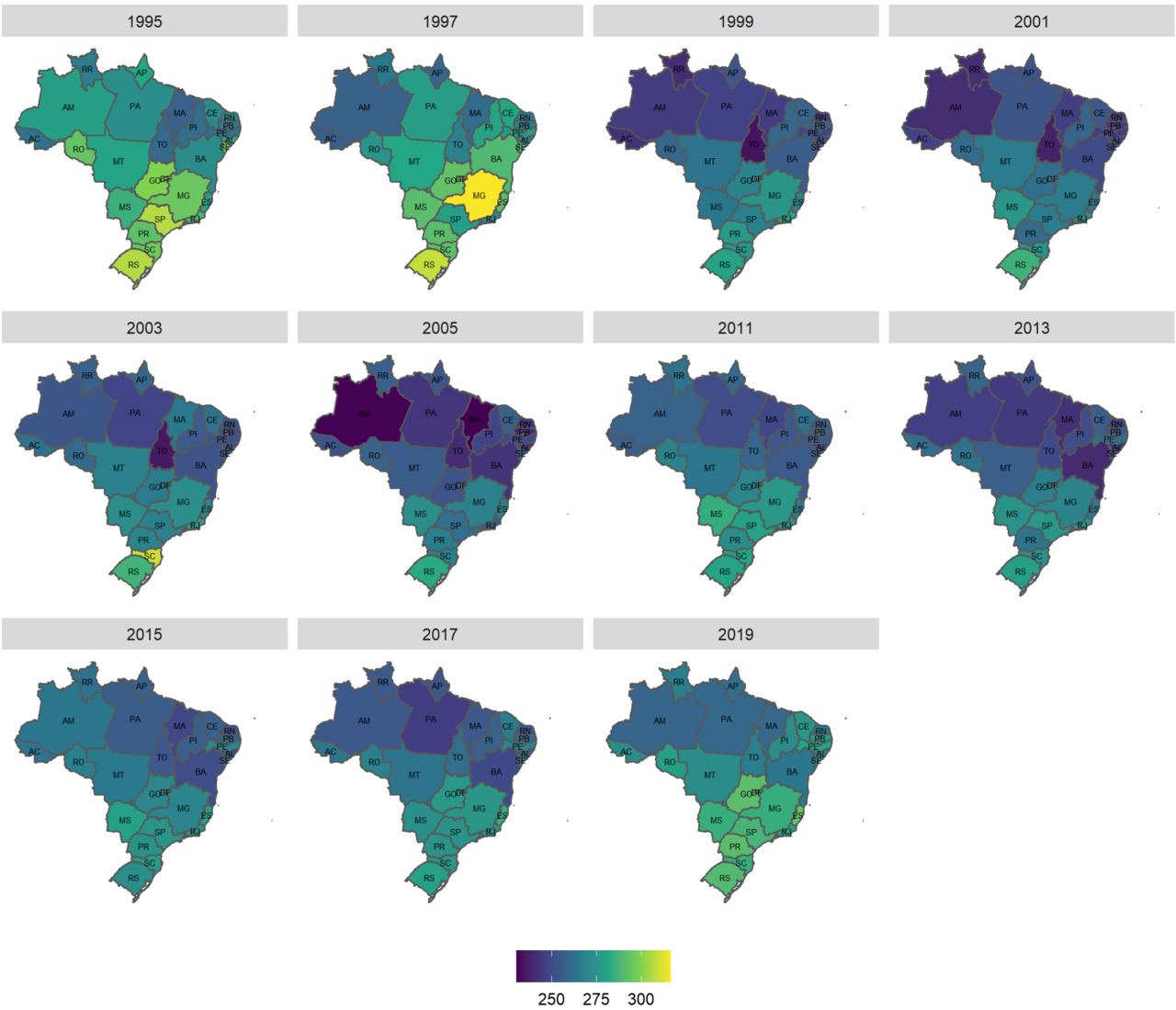
Elaboração própria.
Nota: Dados obtidos do SAEB dos anos de 1995, 1997, 1999, 2001, 2003, 2005, 2011, 2013, 2015, 2017 e 2019 sem considerar alunos de escolas federais e, dentre os alunos das escolas rurais, apenas são considerados os alunos da 4/5ª série ensino fundamental dos estados do Nordeste, MG e MS. Para 2013 e 2019, excluímos os alunos do 3º ano do ensino médio integrado.

Figura 7 – Mapa com a evolução das médias das notas em matemática no SAEB da 3ª série do ensino médio por UF ao longo do tempo



Elaboração própria.
Nota: Dados obtidos do SAEB dos anos de 1995, 1997, 1999, 2001, 2003, 2005, 2011, 2013, 2015, 2017 e 2019 sem considerar alunos de escolas federais e, dentre os alunos das escolas rurais, apenas são considerados os alunos da 4/5ª série ensino fundamental dos estados do Nordeste, MG e MS. Para 2013 e 2019, excluímos os alunos do 3º ano do ensino médio integrado.

Figura 8 – Mapa com a evolução das médias das notas em português no SAEB da 3ª série do ensino médio por UF ao longo do tempo



Elaboração própria.
Nota: Dados obtidos do SAEB dos anos de 1995, 1997, 1999, 2001, 2003, 2005, 2011, 2013, 2015, 2017 e 2019 sem considerar alunos de escolas federais e, dentre os alunos das escolas rurais, apenas são considerados os alunos da 4/5ª série ensino fundamental dos estados do Nordeste, MG e MS. Para 2013 e 2019, excluímos os alunos do 3º ano do ensino médio integrado.

ANEXO A – Escala de proficiência do Saeb

Quadro 3 – Escala do SAEB de Matemática para a 5ª série do ensino fundamental para alguns níveis de proficiência

Nível	Descrição das habilidades desenvolvidas
Nível 0 Desempenho menor que 125	A Prova Brasil não utilizou itens que avaliam as habilidades desse nível. Os estudantes localizados abaixo do nível 125 requerem atenção especial, pois não demonstram habilidades muito elementares.
Nível 1 Desempenho maior ou igual a 125 e menor que 150	Os estudantes provavelmente são capazes de: grandezas e medidas – Determinar a área de figuras desenhadas em malhas quadriculadas por meio de contagem.
Nível 2 Desempenho maior ou igual a 150 e menor que 175	Além das habilidades anteriormente citadas, os estudantes provavelmente são capazes de: Números e operações; álgebra e funções – Resolver problemas do cotidiano envolvendo adição de pequenas quantias de dinheiro. Tratamento de informações – Localizar informações, relativas ao maior ou menor elemento, em tabelas ou gráficos.
Nível 3 Desempenho maior ou igual a 175 e menor que 200	Além das habilidades anteriormente citadas, os estudantes provavelmente são capazes de: Espaço e forma – Localizar um ponto ou objeto em uma malha quadriculada ou croqui, a partir de duas coordenadas ou duas ou mais referências. Reconhecer, entre um conjunto de polígonos, aquele que possui o maior número de ângulos. Associar figuras geométricas elementares (quadrado, triângulo e círculo) a seus respectivos nomes. grandezas e medidas – Converter uma quantia, dada na ordem das unidades de real, em seu equivalente em moedas. Determinar o horário final de um evento a partir de seu horário de início e de um intervalo de tempo dado, todos no formato de horas inteiras. Números e operações; álgebra e funções – Associar a fração ¼ a uma de suas representações gráficas. Determinar o resultado da subtração de números representados na forma decimal, tendo como contexto o sistema monetário. Tratamento de informações – Reconhecer o maior valor em uma tabela de dupla entrada cujos dados possuem até duas ordens. Reconhecer informações em um gráfico de colunas duplas.

Fonte: Adaptado de INEP (2018).
Nota: O quadro completo pode ser encontrado em INEP (2018). Aqui apresentamos apenas alguns níveis. Porém, para a 4/5ª série do ensino fundamental em matemática os níveis variam de 0 a 10. No quadro, apresenta-se apenas os níveis 0, 1, 2 e 3.

Quadro 4 – Escala do SAEB de Língua Portuguesa para a 5ª série do ensino fundamental para alguns níveis de proficiência

Nível	Descrição das habilidades desenvolvidas
Nível 0: Desempenho menor que 125	A Prova Brasil não utilizou itens que avaliam as habilidades desse nível. Os estudantes localizados abaixo do nível 125 requerem atenção especial, pois não demonstram sequer habilidades muito elementares
Nível 1: Desempenho maior ou igual a 125 e menor que 150	Os estudantes provavelmente são capazes de: localizar informações explícitas em textos narrativos curtos, informativos e anúncios. Identificar o tema de um texto. Localizar elementos, como o personagem principal. Estabelecer relação entre partes do texto: personagem e ação; ação e tempo; ação e lugar.
Nível 2: Desempenho maior ou igual a 150 e menor que 175	Além das habilidades anteriormente citadas, os estudantes provavelmente são capazes de: localizar informações explícitas em contos. Identificar o assunto principal e a personagem principal em reportagem e em fábulas. Reconhecer a finalidade de receitas, manuais e regulamentos. Inferir características de personagens em fábulas. Interpretar linguagem verbal e não verbal em tirinhas.
Nível 3: Desempenho maior ou igual a 175 e menor que 200	Além das habilidades anteriormente citadas, os estudantes provavelmente são capazes de: localizar informação explícita em contos e reportagens. Localizar informação explícita em propagandas com ou sem apoio de recursos gráficos. Reconhecer relação de causa e consequência em poemas, contos e tirinhas. Inferir o sentido de palavra, o sentido de expressão ou o assunto em cartas, contos, tirinhas e histórias em quadrinhos, com o apoio de linguagem verbal e não verbal.

Fonte: Adaptado de INEP (2018).
Nota: O quadro completo pode ser encontrado em INEP (2018). Aqui apresentamos apenas alguns níveis. Porém, para a 4/5ª série do ensino fundamental em português os níveis variam de 0 a 9. No quadro, apresenta-se apenas os níveis 0, 1, 2 e 3.