



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO ECONÔMICA DA INOVAÇÃO
TECNOLÓGICA

Neilson Moura da Silva

**O papel da qualidade da educação básica na formação do capital humano, na
inovação e no desenvolvimento econômico:
Evidências do Brasil**

Brasília
2026

Neilson Moura da Silva

**O papel da qualidade da educação básica na formação do capital humano, na
inovação e no desenvolvimento econômico:
Evidências do Brasil**

Dissertação apresentada como requisito
para a obtenção do título de Mestre em
Economia - Gestão Econômica da Ino-
vação Tecnológica - do Programa de
Pós-Graduação em Economia do Depar-
tamento de Economia da Faculdade de
Economia, Administração, Contabilidade e
Gestão de Políticas Públicas da Universi-
dade de Brasília (UnB)

Orientadora
Prof^a. Dr^a. Daniela Freddo

Brasília
2026

Neilson Moura da Silva

**O papel da qualidade da educação básica na formação do capital humano, na
inovação e no desenvolvimento econômico:
Evidências do Brasil**

Dissertação apresentada como requisito
para a obtenção do título de Mestre em
Economia - Gestão Econômica da Ino-
vação Tecnológica - do Programa de
Pós-Graduação em Economia do Depar-
tamento de Economia da Faculdade de
Economia, Administração, Contabilidade e
Gestão de Políticas Públicas da Universi-
dade de Brasília (UnB)

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Daniela Freddo (Orientadora)
ECO/UnB

Prof. Dr. Roberto de Góes Ellery Júnior
ECO/UnB

Prof. Dr. Juliano Vargas
DECON/UFPI

Brasília, 17 de abril de 2026

Aos meus pais, Luiz e Liduína, à minha
companheira de vida, Fernanda, e aos
meus filhos, Pedro e Miguel, com todo meu
amor e carinho

AGRADECIMENTOS

A produção desta dissertação representa o resultado de um processo que exigiu não apenas esforço individual, mas o apoio, a colaboração e o incentivo de diversas pessoas e instituições.

Em primeiro lugar, agradeço à minha esposa, Fernanda, e aos meus filhos, Pedro e Miguel, pelo carinho, paciência e compreensão durante os períodos mais exigentes e extenuantes do curso de mestrado. O apoio de vocês foi o principal combustível para que este trabalho fosse realizado.

Agradeço à minha orientadora, Daniela Freddo, pelas sugestões valiosas e pela confiança depositada no desenvolvimento desta pesquisa. Suas contribuições foram essenciais para o enriquecimento das ideias apresentadas.

Registro também meu agradecimento aos professores do Programa, cujas disciplinas, debates e reflexões contribuíram significativamente para a construção deste estudo. Estendo os agradecimentos à equipe administrativa do Programa, além dos profissionais que mantêm a estrutura física e a segurança da FACE.

Agradeço aos colegas de mestrado, pelas trocas de ideias, pelas discussões enriquecedoras e pelo ambiente de colaboração que marcou essa etapa da minha formação acadêmica.

Manifesto também minha gratidão às instituições públicas e às equipes técnicas responsáveis pela produção e disponibilização das bases de dados utilizadas nesta pesquisa. O acesso a essas informações foi fundamental para o desenvolvimento desta pesquisa.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

"A educação é o grande motor do desenvolvimento pessoal. É através da educação que a filha de um camponês pode se tornar médica, que o filho de um mineiro pode se tornar chefe da mina, que o filho de trabalhadores rurais pode se tornar presidente de uma grande nação."
Nelson Mandela, autobiografia *"Long Walk to Freedom"*, 1994.

RESUMO

Este trabalho investiga a associação empírica entre a qualidade da educação básica e os indicadores de renda, crescimento econômico e inovação nos estados brasileiros. Fundamentado na Teoria do Capital Humano, parte do pressuposto de que a qualidade educacional, aproximada por habilidades cognitivas, constitui um determinante mais robusto do desenvolvimento econômico do que medidas baseadas apenas em anos de escolaridade. A análise combina dados de desempenho dos alunos no SAEB como *proxy* para a qualidade educacional, com indicadores macroeconômicos e com o Índice Brasil de Inovação e Desenvolvimento (IBID), abrangendo o período de 2003 a 2023. Os métodos e técnicas aplicadas incluem análises exploratórias, testes de correlação e modelos de regressão com dados em painel, incorporando defasagens temporais para capturar a natureza dinâmica do capital humano. Os resultados revelam uma associação positiva e estatisticamente significativa entre a proficiência escolar e os indicadores de renda e inovação. As evidências sugerem que os efeitos da educação sobre o desempenho econômico se manifestam de forma cumulativa ao longo do tempo. Adicionalmente, observam-se diferenças nos padrões de associação entre áreas do conhecimento, com competências em matemática mais relacionadas à renda e habilidades em linguagem associadas de forma mais equilibrada à inovação. O estudo também identifica fragilidades estruturais do sistema educacional brasileiro, como a persistente desigualdade entre redes pública e privada, a forte influência do nível socioeconômico no desempenho acadêmico e na evolução da qualidade no ensino médio. Embora se observe um padrão de convergência educacional parcial, com maiores taxas de crescimento entre grupos mais vulneráveis, as desigualdades absolutas permanecem elevadas. Os resultados devem ser interpretados como evidências de associação robusta, e não de causalidade, dada a presença de possíveis problemas de endogeneidade e variáveis omitidas. Conclui-se que o avanço sustentável do país depende não apenas da expansão do acesso à educação, mas da capacidade de promover qualidade, equidade e eficiência na formação de capital humano, bem como de compreender os mecanismos que conectam educação, produtividade e inovação.

Palavras-chave: Educação Básica, Capital Humano, Inovação, Qualidade da Educação, Desenvolvimento Econômico, SAEB.

ABSTRACT

This study investigates the empirical association between the quality of basic education and indicators of income, economic growth, and innovation across Brazilian states. Grounded in Human Capital Theory, it assumes that educational quality, proxied by cognitive skills, constitutes a more robust determinant of economic development than measures based solely on years of schooling. The analysis combines student performance data from SAEB as a proxy for educational quality with macroeconomic indicators and the Brazil Innovation and Development Index (IBID), covering the period from 2003 to 2023. The methodological approach includes exploratory data analysis, correlation tests, and panel data regression models, incorporating time lags to capture the dynamic nature of human capital. The results reveal a positive and statistically significant association between school proficiency and indicators of income and innovation. The evidence suggests that the effects of education on economic performance manifest cumulatively over time. Additionally, differences are observed in the patterns of association across areas of knowledge, with mathematical skills more closely related to income, while language skills show a more balanced association with innovation. The study also identifies structural weaknesses in the Brazilian educational system, such as persistent inequalities between public and private school systems, the strong influence of socioeconomic status on academic performance, and challenges in the evolution of quality at the secondary education level. Although a pattern of partial educational convergence is observed, with higher growth rates among more vulnerable groups, absolute inequalities remain substantial. The results should be interpreted as evidence of robust association rather than causality, given the presence of potential endogeneity issues and omitted variable bias. It is concluded that the country's sustainable development depends not only on expanding access to education, but also on its ability to promote quality, equity, and efficiency in human capital formation, as well as to better understand the mechanisms linking education, productivity, and innovation.

Keywords: Basic Education, Human Capital, Innovation, Educational Quality, Economic Development, SAEB.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

1	Modelo teórico da relação entre qualidade da educação, capital humano, inovação e crescimento econômico. Fonte: Elaboração própria	33
2	Correlação de Pearson - Brasil	52
3	Correlação de Pearson - DF	53
4	Modelo hierárquico dos fatores condicionantes para explicar o nível das habilidades cognitivas dos alunos da educação básica	64

LISTA DE GRÁFICOS

1	Proficiência em Língua Portuguesa e Matemática - Rede privada - Brasil	44
2	Proficiência em Língua Portuguesa e Matemática - Rede pública - Brasil	44
3	UFs com melhores e piores resultados em Língua Portuguesa e Matemática - Rede privada	45
4	UFs com melhores e piores resultados em Língua Portuguesa e Matemática - Rede pública	45
5	Proficiência em Língua Portuguesa e Matemática - Rede privada - DF .	46
6	Proficiência em Língua Portuguesa e Matemática - Rede pública - DF .	47
7	Variação do IDEB entre 2013 e 2023 - Brasil	47
8	Maiores e menores IDEBs médios do período 2013 a 2023 - por UF . .	48
9	Variação do IDEB entre 2013 e 2023 - Distrito Federal	48
10	Variação do investimento por estudante entre 2013 e 2021 - Brasil . . .	49
11	Variação da remuneração média dos docentes entre 2014 e 2021 - Brasil	50
12	Maiores e menores remunerações médias dos docentes	50
13	Variação da remuneração média dos docentes entre 2014 e 2021 - Distrito Federal	51
14	Níveis de proficiência - Brasil	62
15	Níveis de proficiência - DF	63
16	Maiores e menores taxas de variação de proficiência - Brasil	65
17	Acesso domiciliar às TICs - Brasil	67
18	Acesso domiciliar às TICs - Melhores e piores níveis de acesso	67
19	Acesso domiciliar às TIC - DF	68

LISTA DE TABELAS

1	Coeficientes da regressão linear simples (Pooling, FE e RE)- Variável dependente: PIB _{PM}	55
2	Coeficientes da regressão linear múltipla (Pooling, FE e RE) - Variável dependente: PIB _{PM} ; Variável de controle: PIB per capita	56
3	Coeficientes da regressão linear múltipla (Pooling, FE e RE) - Variável dependente: PIB _{PM} ; Variável de controle: IBID	56
4	Coeficientes da regressão linear múltipla (Pooling, FE e RE) - Variável dependente: PIB _{PM} ; Variáveis dependentes: PIB per capita e IBID . . .	57
5	Coeficientes da regressão linear simples (Pooling, FE e RE) - Variável dependente: PIB per capita	58
6	Coeficientes da regressão linear múltipla (Pooling, FE e RE) - Variável dependente: PIB per capita; Variável de Controle: IBID	58
7	Coeficientes da regressão linear simples (Pooling, FE e RE) - Variável dependente: IBID	59
8	Coeficientes da regressão linear múltipla (Pooling, FE e RE)- Variável dependente: IBID; Variável de controle: PIB per capita	60
9	Ranking de desempenho em Língua Portuguesa - Rede Privada	109
10	Ranking de desempenho em Língua Portuguesa - Rede Pública	110
11	Ranking de desempenho em Matemática - Rede Privada	111
12	Ranking de desempenho em Matemática - Rede Pública	112
13	Melhores desempenhos em Língua Portuguesa - Brasil	113
14	Piores desempenhos em Língua Portuguesa - Brasil	113
15	Melhores desempenhos em Matemática - Brasil	114
16	Piores desempenhos em Matemática - Brasil	114
17	Melhores desempenhos em Língua Portuguesa - por UF	115
18	Piores desempenhos em Língua Portuguesa - por UF	115
19	Melhores desempenhos em Matemática - por UF	116
20	Piores desempenhos em Matemática - por UF	116
21	Melhores desempenhos em Língua Portuguesa - DF	117
22	Piores desempenhos em Língua Portuguesa - DF	117
23	Melhores desempenhos em Matemática - DF	118
24	Piores desempenhos em Matemática - DF	118
25	Maiores evoluções no desempenho em Língua Portuguesa - Brasil . . .	119
26	Piores evoluções no desempenho em Língua Portuguesa - Brasil	119
27	Maiores evoluções no desempenho em Matemática - Brasil	120
28	Piores evoluções no desempenho em Matemática - Brasil	120
29	Maiores evoluções no desempenho em Língua Portuguesa - Por UF . .	121

30	Piores evoluções no desempenho em Língua Portuguesa - Por UF . . .	121
31	Maiores evoluções no desempenho em Matemática - Por UF	122
32	Piores evoluções no desempenho em Matemática - Por UF	122
33	Maiores evoluções no desempenho em Língua Portuguesa - DF	123
34	Piores evoluções no desempenho em Língua Portuguesa DF	123
35	Maiores evoluções no desempenho em Matemática - DF	124
36	Piores evoluções no desempenho em Matemática - DF	124

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

C&T Ciência e Tecnologia

DF Distrito Federal

ENADE Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes

EUA Estados Unidos da América

IA Inteligência Artificial

IBID Índice Brasil de Inovação e Desenvolvimento

IDEB Indicador de Qualidade da Educação Básica

IES Instituições de Ensino Superior

INEP Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

INPI Instituto Nacional da Propriedade Industrial

IPEA Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

ISATs *International Student Achievement Tests*

LAYS *Learning-Adjusted Years of Schooling*

NSE Nível Socioeconômico

OCDE *Organization for Economic Co-operation and Development*

ODS Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

P&D Pesquisa e Desenvolvimento

PDA Plano de Dados Abertos

PIB Produto Interno Bruto

PISA *Programme for International Student Assessment*

PISA *Programme for International Student Assessment*

RSATs *Regional Student Achievement Tests*

SAEB Sistema de Avaliação da Educação Básica

SNI Sistema Nacional de Inovação

SRI Sistemas Regionais de Inovação

STEM *Science, Technology, Engineering and Mathematics*

TEMAC Teoria do Enfoque Meta-Analítico Consolidado

TIC Tecnologia da Informação e Comunicação

UE União Europeia

UF Unidade Federativa

VIF *Variance Inflation Factor*

WIPO *World Intellectual Property Organization*

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
CAPÍTULO 1- REVISÃO DA LITERATURA	21
1.1 Inovação e desenvolvimento econômico	21
1.2 Teoria do capital humano	22
1.3 Qualidade da educação na formação de habilidades cognitivas	23
1.4 Educação, tecnologias digitais, IA e sustentabilidade	25
1.5 Formação em áreas STEM e inovação	26
1.6 Fatores determinantes da eficiência educacional	28
1.7 Educação, inovação e crescimento econômico no Brasil	30
1.8 Modelo teórico da pesquisa	32
1.9 Lacunas e direções de pesquisa	33
CAPÍTULO 2- MÉTODOS E TÉCNICAS	34
2.1 Coleta dos dados	34
2.2 Definição das variáveis de interesse	35
2.3 Tratamento dos dados	36
2.4 Análise exploratória dos dados educacionais	39
2.5 Testes de correlação e regressão	40
2.6 Análise dos resultados do SAEB a partir de estratos	41
CAPÍTULO 3- ANÁLISE DOS DADOS	43
3.1 Análise exploratória dos dados e indicadores educacionais	43
3.1.1 Níveis de proficiência no período	43
3.1.2 Indicador de Qualidade da Educação Básica - IDEB	47
3.1.3 Investimento por estudante	49
3.1.4 Remuneração Média dos Docentes	49
3.2 Testes econométricos	51
3.2.1 Testes de Correlação	51
3.2.2 Testes de Regressão	54
3.3 Destaques nos níveis e na evolução temporal de proficiência	61
3.3.1 Destaques nos níveis de proficiência	61
3.3.2 Destaques na evolução temporal de desempenho educacional	64
3.4 Condições de Acesso domiciliar às TICs	66
CAPÍTULO 4- DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	69
CONCLUSÃO	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
APÊNDICE A - BIBLIOMETRIA	83
ANEXO A	109
ANEXO B	113
ANEXO C	119

INTRODUÇÃO

Contextualização do Problema

O desenvolvimento econômico baseado na inovação tecnológica requer um sistema educacional capaz de formar indivíduos aptos a atuar em áreas de alta especialização. Embora a inovação ocupe posição central na agenda de crescimento econômico no Brasil, ainda persistem lacunas entre as estratégias voltadas ao setor produtivo e a base educacional que sustenta a formação de capital humano. Nesse contexto, a valorização da educação precisa ultrapassar o campo retórico e se materializar em ações concretas que fortaleçam, de fato, a qualificação da força de trabalho.

A educação básica constitui uma etapa decisiva na trajetória educacional dos indivíduos, pois é nesse período que habilidades fundamentais são desenvolvidas e que se consolidam predisposições que influenciam escolhas acadêmicas e profissionais. Dessa forma, desequilíbrios educacionais em regiões que buscam se consolidar como polos tecnológicos de inovação tornam-se um obstáculo e demandam respostas rápidas e eficazes.

A série histórica do Indicador de Qualidade da Educação Básica (IDEB), divulgada pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), revela um quadro preocupante: notas abaixo das metas estabelecidas, desempenho em declínio ao longo das etapas da educação básica e diferenças expressivas entre os resultados das redes pública e privada.

No Distrito Federal (DF), embora os indicadores acompanhem, em termos gerais, a média nacional, os dados mais recentes, referentes a 2023, evidenciam disparidades significativas entre estudantes de escolas públicas e privadas. No ensino médio, por exemplo, observa-se a diferença de 3,7 para 5,9 pontos; nos anos finais do ensino fundamental, 4,6 contra 6,3; e, nos anos iniciais, 5,9 frente a 7,7. Esses resultados são particularmente preocupantes, considerando que a capital federal apresenta uma das maiores rendas *per capita* do país, além de infraestrutura relativamente mais desenvolvida em comparação às demais unidades da federação.

Esse cenário impõe desafios adicionais à consolidação de um ecossistema favorável à inovação, que depende da disponibilidade de capital humano qualificado para atuar em setores estratégicos e sustentar um processo de desenvolvimento econômico mais eficiente e inclusivo.

Objetivos

O objetivo principal deste trabalho consiste em investigar evidências empíricas da associação entre a qualidade da educação básica e os indicadores de renda, desempenho econômico e inovação nos estados brasileiros. Para isso, a análise examina

se o desempenho dos alunos em testes padronizados, utilizado como *proxy* de qualidade educacional e de habilidades cognitivas, está relacionado a indicadores de renda, produção e inovação.

Como objetivo complementar, o estudo analisa, a partir da construção de estratos, de que forma fatores sociodemográficos, socioeconômicos e educacionais influenciam o desempenho acadêmico. Adicionalmente, são examinadas as condições de acesso domiciliar às Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), considerando seu potencial como ferramenta didática extra-classe e possíveis efeitos sobre o aprendizado.

Especificamente, o trabalho se propõe a:

1. Testar, por meio de métodos estatísticos, a hipótese de que as habilidades cognitivas dos alunos da educação básica, mensuradas pelo desempenho no SAEB, estão associadas ao desempenho econômico e à inovação no Brasil, considerando a defasagem temporal entre os indicadores educacionais e macroeconômicos;
2. Identificar grupos com diferentes níveis de desempenho, a partir da segmentação por fatores sociodemográficos, socioeconômicos e educacionais, tanto em termos de níveis quanto de variação temporal de proficiência, evidenciando desigualdades estruturais e possíveis padrões relevantes para o desenho de políticas públicas;
3. Caracterizar o cenário recente de acesso domiciliar às TICs, analisando tanto seu potencial como recurso educacional quanto possíveis efeitos adversos associados ao uso excessivo e inadequado dessas tecnologias.

Justificativa

As principais contribuições da literatura sobre a relação entre qualidade da educação básica, formação de capital humano e crescimento econômico orientado à inovação foram sistematizadas por meio da Teoria do Enfoque Meta-Analítico Consolidado (TEMAC), proposto por Mariano e Rocha (2017). A bibliometria resultante, apresentada no Apêndice A, evidencia a existência de estudos que relacionam resultados de Testes Internacionais de Desempenho de Estudantes (*International Student Achievement Tests* - ISATs) e Testes Regionais (*Regional Student Achievement Tests* - RSATs) a variáveis macroeconômicas.

Apesar desse avanço, observa-se uma lacuna relevante na literatura: são escassos os estudos que exploram dados educacionais padronizados em nível regional, dentro de países com base curricular comum, articulando-os a indicadores de crescimento econômico e inovação. No caso brasileiro, não foram identificadas pesquisas com esse enfoque específico.

Diante disso, esta pesquisa contribui ao fornecer evidências empíricas que podem

subsidiar políticas públicas voltadas à melhoria da educação básica e ao fortalecimento da formação de capital humano. Sob a perspectiva do desenvolvimento regional, os resultados permitem reforçar o papel da educação básica como elemento estruturante na construção de ambientes propícios à inovação.

Além disso, a análise possibilita identificar caminhos para ampliar a participação de estudantes oriundos de contextos socioeconômicos menos favorecidos em áreas estratégicas para a inovação tecnológica, ampliando suas oportunidades de inserção em setores de maior dinamismo econômico.

Um diferencial importante do estudo reside na segmentação dos dados por tipo de rede, gênero, cor/raça e condição socioeconômica, o que permite identificar desigualdades estruturais e seus efeitos sobre a formação de capital humano em áreas estratégicas.

A relevância da pesquisa também se justifica pela ausência de estudos que integrem, de forma sistemática, dados de desempenho educacional com indicadores de crescimento econômico e inovação no contexto brasileiro.

A análise estatística desenvolvida permite examinar hipóteses relevantes para os campos da economia e da educação, com implicações diretas para gestores públicos, formuladores de políticas e instituições de ensino comprometidas com a promoção da qualidade, equidade e eficiência educacional.

Nesse contexto, o estudo avalia se as competências cognitivas, mensuradas pelos resultados do SAEB, estão associadas aos indicadores econômicos e de inovação nos estados brasileiros, representados pelo PIB, PIB *per capita* e pelo Índice Brasil de Inovação e Desenvolvimento (IBID). Adicionalmente, investiga fatores determinantes da eficiência educacional e elementos que contribuem para a ampliação das desigualdades.

Embora o trabalho explore múltiplas dimensões, o foco principal da análise está na relação entre qualidade da educação básica e desenvolvimento econômico, sendo as demais variáveis analisadas como desdobramentos complementares. Ao examinar empiricamente essas relações, a pesquisa contribui para a identificação de vulnerabilidades educacionais e para o delineamento de políticas públicas mais eficazes, voltadas à formação de recursos humanos qualificados.

Dessa forma, o estudo contribui para a literatura ao investigar empiricamente a relação entre qualidade da educação básica e os resultados na inovação e do desenvolvimento econômico brasileiro. Em oposição aos estudos anteriores, que analisam cada dimensão de forma isolada, este trabalho propõe uma abordagem integrada, combinando análise quantitativa e evidências empíricas para explorar as relações entre variáveis. Assim, o debate oferece subsídios para o aprimoramento das políticas educacionais no contexto do nacional e distrital.

Os objetivos desta pesquisa estão alinhados os termos do Convênio nº 02/2023 ¹, celebrado entre a Fundação de Pesquisa do Distrito Federal (FAPDF), a Secretaria de Estado de Economia do Distrito Federal (SEEC) e a Universidade de Brasília (UnB) e a Fundação de Empreendimentos Científicos e Tecnológicos (Finatec), que entre outras finalidades prevê "desenvolver estudos sobre relações entre inovação e crescimento econômico e como essas relações podem ser usadas para subsidiar políticas públicas". Estão em consonância, ainda, com o interesse da Universidade de Brasília em apoiar a consolidação da expansão dos estudos e pesquisas no Setor Público no Distrito, previsto no Edital nº 02/2024 ².

Estrutura do Trabalho

A dissertação está organizada da seguinte forma:

- A introdução apresenta o tema da pesquisa, sua relevância, objetivos e justificativa;
- O Capítulo 1 discute a revisão da literatura e fundamenta teoricamente o estudo;
- O Capítulo 2 descreve os métodos e técnicas empregados, incluindo dados, variáveis e procedimentos analíticos;
- O Capítulo 3 apresenta os resultados da análise empírica;
- O Capítulo 4 discute os principais achados à luz da literatura;
- A conclusão sintetiza os resultados e aponta implicações e possibilidades para pesquisas futuras.

¹Convênio nº 02/2023, disponível em <https://www.fap.df.gov.br/convenios-2023/>

²Edital de Seleção de candidatos às vagas do Programa de Pós-Graduação em Economia para o Curso de Mestrado Profissional - Área de Concentração em Gestão Econômica de Inovação Tecnológica, disponível em <https://ppgeco.unb.br/wp-content/uploads/2024/01/EDITAL-FAP-DF-INOVACAOexterno-.pdf>

CAPÍTULO 1 - REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo tem como objetivo apresentar e integrar os principais fundamentos teóricos e evidências empíricas que sustentam a relação entre educação, capital humano, inovação e desenvolvimento econômico. Dada a natureza multifacetada do tema, optou-se por uma revisão bibliográfica abrangente, organizada em diferentes eixos, incluindo teoria do capital humano, qualidade da educação, formação de habilidades cognitivas, inovação tecnológica, áreas STEM e eficiência educacional. Essa abordagem busca não apenas sistematizar a literatura existente, mas também construir uma base analítica consistente para a investigação empírica proposta, permitindo compreender os mecanismos por meio dos quais a educação influencia o crescimento econômico e a capacidade de inovação, especialmente no contexto brasileiro.

1.1 Inovação e desenvolvimento econômico

A inovação tecnológica é reconhecida como um dos principais propulsores do desenvolvimento econômico, capaz de transformar estruturas produtivas, gerar empregos e aumentar a competitividade entre as nações. Assume a posição de elemento central do processo de "destruição criativa", no qual novas tecnologias e modelos de negócio substituem os antigos, reconfigurando mercados e impulsionando o crescimento econômico (SCHUMPETER, 1984). Nessa perspectiva, o empreendedor assume papel de agente de mudança, responsável por identificar oportunidades e assumir riscos para introduzir inovações no mercado.

Embora a educação formal não seja condição necessária para o ingresso no empreendedorismo, ela exerce influência positiva sobre o desempenho e a taxa de sobrevivência dos empreendedores, sendo que níveis mais altos de escolaridade se associam a retornos econômicos mais elevados (SLUIS; PRAAG; VIJVERBERG, 2008). Entretanto, fatores institucionais modulam esses resultados, como se observa nos Estados Unidos (EUA), onde a cultura empreendedora é mais consolidada, em comparação a de países europeus.

Contudo, o processo de inovação transcende o indivíduo. Ele depende de um ecossistema que inclui empresas, universidades, governos e instituições, que compõem os sistemas de inovação (FREEMAN, 1995). Essa abordagem enfatiza a relevância das políticas públicas na criação de ambientes institucionais favoráveis à inovação e ao empreendedorismo.

Em contextos locais, os Sistemas Regionais de Inovação (SRI) se destacam, especialmente em países com grandes disparidades econômicas, como o Brasil. A proximidade geográfica e as interações frequentes entre atores locais facilitam a troca de conhecimento e a aprendizagem coletiva, criando um ambiente propício à inovação (ASHEIM, 1996). Esse conjunto de fatores intangíveis, incluindo cultura, convenções

sociais, instituições e redes de interação, caracterizam o ambiente inovador de uma região.

Em um exame mais amplo da América Latina e do Caribe, Trucco (2023) enfatiza que a melhoria na educação é fundamental para o desenvolvimento econômico sustentável. A autora argumenta que a formação de capital humano qualificado constitui um dos pilares para o fortalecimento da produtividade e da inovação nas economias da região.

1.2 Teoria do capital humano

A teoria do capital humano, consolidada na década de 1960 (SCHULTZ, 1961; BECKER, 1962), fornece a base conceitual para compreender a relação entre educação, produtividade e crescimento. Schultz (1961) postula que as habilidades e conhecimentos humanos são uma forma de capital, resultado de investimentos deliberados em educação, saúde, treinamento e migração. O resultado central de sua pesquisa indica que o crescimento da renda nos países desenvolvidos superou drasticamente o crescimento de insumos físicos. A explicação para esse fenômeno é creditada ao aumento de produtividade motivada pelo acúmulo de capital humano. Dessa forma, conclui que o investimento em pessoas é o motor real do progresso econômico e que deixar de investir em pessoas é o que impede países pobres de desenvolverem e absorverem novas tecnologias e crescerem de forma sustentada.

Becker (1962) refinou essa abordagem, formulando modelos que mensuram o retorno da educação e destacando que a acumulação de capital humano explica fenômenos diversos, desde a desigualdade de renda até a divisão do trabalho, tornando-se um conceito vital para análises econômicas. A concepção de Becker (1993), ao revisar suas ideias iniciais, reforça que investir em pessoas é análogo a investir em capital físico, com a diferença de que o capital humano é inseparável de seu portador. Evidências empíricas demonstram que a educação universitária eleva substancialmente os rendimentos, impulsionando, inclusive, o crescimento de economias sem recursos naturais, como as dos “Tigres Asiáticos”.

Durante décadas, as pesquisas científicas ampliaram o entendimento da relação entre educação e renda. Esse efeito fica evidente ao se explorar variações institucionais no sistema educacional norte-americano na década de 1990, em que fica demonstrado que a expansão educacional eleva o capital humano e reduz desigualdades de renda (ANGRIST; KRUEGER, 1991). Ainda, observa-se que a qualidade das escolas, medida por fatores como o tamanho das turmas e o salário dos professores, influencia diretamente o retorno dos investimento em educação, sugerindo que o capital humano é tanto quantitativo quanto qualitativo (CARD; KRUEGER, 1992). Evidências sugerem que o retorno financeiro devido à escolaridade, ajustado por variáveis instrumentais,

tende a ser de 20 a 40% superior às estimativas obtidas pelos modelos tradicionais (CARD, 1999). Tal resultado revela que a educação tem um efeito causal robusto na renda e que as estimativas de retorno variam conforme fatores observáveis, como qualidade escolar e origem familiar.

Um conjunto de dados sobre a escolaridade da população em 146 países, cobrindo o período de 1960 a 2000, indica que, embora os níveis de educação tenham aumentado globalmente, persistem disparidades significativas entre economias avançadas e em desenvolvimento, além de melhorias notáveis na educação de estudantes do sexo feminino (BARRO; LEE, 2001). Os autores concluem que esses dados são essenciais para entender as ligações entre capital humano e variáveis econômicas e sociais, como o crescimento econômico, a fertilidade e a desigualdade de renda.

Numa atualização, que cobriu a mesma quantidade de países, entre 1950 e 2010, os resultados demonstram que a escolaridade tem um efeito positivo significativo sobre a renda, com taxas de retorno estimadas entre 5% e 12% por ano adicional de estudo (BARRO; LEE, 2013). Os refinamentos metodológicos aplicados a esse estudo, como o ajuste de taxas de mortalidade e conclusão por faixa etária, aumentaram a precisão das estimativas de estoque de capital humano, e reafirmaram a importância da educação para o aumento de renda dos indivíduos.

1.3 Qualidade da educação na formação de habilidades cognitivas

A literatura sobre capital humano evoluiu de uma ênfase inicial na ampliação do acesso escolar para análises que incorporam a qualidade da educação como fator determinante do crescimento econômico. Evidências empíricas mostram que habilidades cognitivas constituem preditores mais robustos do crescimento econômico do que indicadores tradicionais baseados apenas em anos de escolaridade (HANUSHEK; WOESSMANN, 2008; HANUSHEK; WOESSMANN, 2012). Nesse contexto, a qualidade da educação passa a ser interpretada como um elemento central para a formação de capital humano efetivo, capaz de impulsionar o progresso tecnológico e a produtividade das economias.

A despeito de possíveis questionamentos acerca do uso de resultados em testes padronizados como métrica de qualidade de educação, como a crítica de Bailey et al. (2023) à medidas de competência global introduzida pelo Programa Internacional de Avaliação de Alunos (*Programme for International Student Assessment* - PISA) 2018 da OCDE (BAILEY et al., 2023), esses tipos de dados têm sido frequentemente utilizados para mensurar qualidade da educação e competências cognitivas.

A partir da análise de dados de testes padronizados, vários estudos corroboram a existência de uma ligação entre a qualidade da educação e resultados econômicos: Jamison, Jamison e Hanushek (2007) encontram evidências de que a qualidade da

educação tem um impacto mais forte em nações com economias abertas ao comércio e à concorrência; Hanushek e Woessmann (2008) apontam que modelos que incluem medidas diretas de habilidades cognitivas explicam até três vezes mais a variação do crescimento econômico do que modelos baseados apenas em anos de estudo; Hanushek e Woessmann (2012) "decifram o enigma" latino americano, de como a região ficou atrás da maioria das outras regiões do mundo na segunda metade do século passado, apesar dos níveis iniciais relativamente altos de desenvolvimento e escolaridade", atribuindo o decepcionante crescimento econômico da região à baixa qualidade da educação; Tastan e Erdogan (2018) defendem que o componente de habilidades cognitivas do capital humano tem um forte efeito positivo sobre o desempenho do crescimento, enquanto o impacto da média de anos de escolaridade é estatisticamente insignificante; Lee e Lee (2024) evidenciam retornos significativos da qualidade e a quantidade da educação na renda; Ansari (2024) afirma que o capital humano afeta positivamente o crescimento econômico em países desenvolvidos; Bacovic, Andrijasevic e Pejovic (2022) encontram uma correlação positiva entre a proporção de graduados em área de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (*Science, Technology, Engineering and Mathematics* - STEM) e o PIB, PIB per capita, emprego, produtividade do trabalho e gastos com P&D.

Imprescindível destacar que nos resultados do estudo de Valente, Salavisa e Lagoa (2014), as pontuações do PISA não tiveram um impacto significativo direto no crescimento a curto prazo, sugerindo que a qualidade da educação básica pode ter um efeito retardado, afetando a força de trabalho apenas anos depois. Tal achado é consistente com a literatura de crescimento econômico baseada em capital humano, que enfatiza a natureza dinâmica e cumulativa desses efeitos, e que a relação entre educação e desempenho econômico não se manifesta de forma imediata, mas sim ao longo do tempo (JAMISON; JAMISON; HANUSHEK, 2007; HANUSHEK; WOESSMANN, 2008; HANUSHEK; WOESSMANN, 2012; BARRO; LEE, 2013; ANSARI, 2024). Nesse sentido, a utilização de defasagens temporais entre variáveis educacionais e econômicas é comum em estudos empíricos. Valente, Salavisa e Lagoa (2014) apontam correlações positivas e estatisticamente significativas do PIB per capita com o ensino superior, e indicam que graduações em áreas STEM têm maior impacto no desempenho inovador, pois facilitam a adoção de novas tecnologias superiores e a inovação regional. Neste campo, da inovação, Londar et al. (2025) sugerem que a qualidade do capital humano básico é o pilar fundamental para a eficácia da inovação.

Em outra pesquisa, Barro e Lee (2013) encontram uma relação direta e significativa entre escolaridade e PIB. As taxas de retorno foram estimadas entre 5% e 12% por ano adicional de estudo. Importante frisar que foram aplicados refinamentos metodológicos, como o ajuste de taxas de mortalidade e conclusão por faixa etária, que aumentaram a precisão das estimativas de estoque de capital humano. Ainda que a

literatura indique que a qualidade da educação seja mais efetiva para explicar resultados de desempenho econômico, as conclusões dos autores reafirmam a importância da escolaridade para o progresso econômico.

O amplo uso de dados de testes padronizados, como os ISATs e RSATs, evidenciam que podem ser adotados como medidas consistentes da qualidade da educação. Eventuais críticas quanto aos possíveis vieses culturais, curriculares ou metodológicos podem ser levantadas, porém tais instrumentos oferecem uma métrica empiricamente robusta das habilidades cognitivas que compõem o capital humano. A literatura revisada evidencia que as habilidades cognitivas, captadas por indicadores de desempenho em testes padronizados, possuem relação sistemática com o crescimento econômico, a produtividade e a capacidade de inovação. Neste contexto, é inequívoco que tais dados permitem não só avaliar a efetividade de sistemas educacionais de forma direta, mas também fornecem subsídios para a investigação empírica do nexo entre qualidade da educação e desenvolvimento econômico.

1.4 Educação, tecnologias digitais, IA e sustentabilidade

As transformações tecnológicas introduzem nova complexidade à relação entre educação e economia. O modelo de Goldin e Katz, que explicava as desigualdades salariais norte-americanas até os anos 1980, mostrou-se limitado diante da automação e da substituição de tarefas rotineiras por sistemas digitais (ACEMOGLU; AUTOR, 2012). Na década seguinte, a insuficiência na formação de trabalhadores altamente qualificados resultou na polarização entre empregos de baixa e alta complexidade e na estagnação das rendas intermediárias. Nesse cenário, ao tentar explicar as desigualdades entre a população estadunidense, o modelo de Goldin e Katz passou a falhar. Acemoglu e Autor (2012) indicam que a perda da liderança educacional e a falta de investimentos na formação de capital humano, direcionada às pessoas menos favorecidas, ameaçam o crescimento econômico equitativo e a mobilidade social americana.

A difusão das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) também apresenta efeitos que merecem destaque. Alfaro-Ponce et al. (2023) alertam que o sucesso da implementação tecnológica depende de condições mínimas de infraestrutura, sugerindo que as políticas públicas devem priorizar investimentos em conectividade e serviços básicos antes da aquisição de equipamentos para garantir a eficiência dos gastos educacionais. Zhang et al. (2022) observam que, embora a expansão digital contribua para a eficiência econômica e ambiental, também aumenta o consumo e as emissões, configurando um paradoxo entre crescimento e sustentabilidade. Bota-Avram et al. (2024) demonstram que a educação é um fator crucial para reduzir a perda de recursos em países de renda média-alta, porém, para promover a eficiência energética, as

políticas públicas devem ser personalizadas conforme a realidade financeira de cada nação. Courtney et al. (2022) mostram que o uso excessivo de dispositivos digitais por alunos pode associar-se a um menor desempenho acadêmico, embora a motivação e a percepção positiva do uso tecnológico tenham correlação favorável com o sucesso escolar.

Pesquisas recentes apontam para a necessidade de integrar a inteligência artificial e outras tecnologias digitais à gestão educacional, priorizando a avaliação de eficácia e o impacto sobre o desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais (GEORGE; WOODEN, 2023; MAIA; BUENO; SATO, 2023; MEI; FENG; CAVALLARO, 2023). Essa integração configura o núcleo do que se denomina Educação 4.0, essencial para sustentar a inovação em economias baseadas no conhecimento. A adoção estratégica de IA no desenvolvimento das chamadas "universidades inteligentes" é um caminho para remodelar processos acadêmicos e administrativos. A integração da IA permite a personalização de trilhas de aprendizagem, a automação de serviços administrativos e a melhoria na gestão de recursos e segurança (GEORGE; WOODEN, 2023). Em outra frente, modelos de IA têm sido aplicados para avaliar o desempenho escolar em diversos contextos globais, oferecendo um potencial superior para detectar padrões complexos de aprendizado, alocação eficiente de recursos e o desenvolvimento de intervenções personalizadas (MAIA; BUENO; SATO, 2023).

1.5 Formação em áreas STEM e inovação

Entre os fatores que configuram um ambiente inovador, destaca-se a formação de capital humano em áreas específicas. A aplicação de conhecimento científico à produção elevou o valor da educação, do ensino técnico e do treinamento, uma vez que mais conhecimento foi incorporado ao capital humano (BECKER, 1993). A importância estratégica das áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (*Science, Technology, Engineering and Mathematics* - STEM) tem sido expandida em diversos países como estratégia para desenvolver competências relacionadas à inovação e preparar os estudantes para carreiras de maior impacto econômico (MAASS et al., 2019; BACOVIC; ANDRIJASEVIC; PEJOVIC, 2022).

Contudo, observa-se a diminuição do interesse e da motivação dos alunos pelas carreiras científicas e tecnológicas (BACOVIC; ANDRIJASEVIC; PEJOVIC, 2022). A análise dos 24 sistemas educacionais de alto desempenho do PISA, entre 2000 e 2018, revela que o interesse por carreiras da área de saúde subiu consideravelmente mais do que o interesse em áreas STEM (GUO; HAU, 2023). No mesmo período, economias asiáticas de alto desempenho mostraram maior interesse em carreiras ligadas à tecnologia do que nações ocidentais como EUA e Reino Unido. Outro achado indica que carreiras em STEM e Medicina atraem estudantes com alta habilidade em mate-

mática, enquanto o Direito atrai aqueles alunos com desempenho superior em leitura. Fatores de gênero nas escolhas acadêmicas podem explicar, em parte, as disparidades salariais e a inserção em áreas STEM (ALTONJI; BLOM; MEGHIR, 2012). Embora rapazes continuem preferindo áreas STEM e moças estejam mais inclinadas ao Direito e à docência, as disparidades de gênero diminuíram nas últimas décadas (GUO; HAU, 2024).

O baixo desempenho em matemática em determinadas regiões pode ajudar a explicar a diminuição da procura por carreiras científicas e tecnológicas. Os resultados de pesquisas internacionais mostram que os estudantes europeus frequentemente possuem competências matemáticas abaixo da média da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (*Organisation for Economic Co-operation and Development* - OECD), enquanto os países asiáticos lideram o ranking (TRAMONTI; PANEVA-MARINOVA; PAVLOV, 2017). Importante realçar que a inaptidão em matemática pode limitar o desenvolvimento do pensamento crítico e das habilidades de modelagem necessárias à resolução de problemas complexos. Por outro lado, cursos avançados de matemática no ensino médio ampliam o acesso a carreiras técnicas mais lucrativas e ligadas à inovação (ALTONJI; BLOM; MEGHIR, 2012). Grande parte desse cenário de baixo desempenho em matemática é atribuído ao uso de métodos tradicionais de ensino que não acompanham a evolução tecnológica, o que torna indispensável desenvolver habilidades digitais diante das rápidas mudanças no mercado de trabalho (TRAMONTI; PANEVA-MARINOVA; PAVLOV, 2017; TRAMONTI, 2018).

Em outro aspecto, é inevitável destacar que a consolidação de uma economia orientada pela inovação depende da integração entre competências técnicas, digitais e empreendedoras. Esses elementos reforçam o papel estratégico da educação nas áreas STEM e a necessidade da constante absorção das novas tecnologias, que não apenas melhora o desempenho organizacional, mas também atua na integração entre conhecimento técnico e inovação. A capacidade de absorver e utilizar ferramentas de TIC, aliada a estratégias empreendedoras, torna-se um fator decisivo para transformar ideias em produtos e serviços competitivos, elevando a eficiência e a adaptabilidade das organizações (NUGROHO; PRIJADI; KUSUMASTUTI, 2022). Essa relação demonstra que a inovação não se limita à criação de novos produtos, mas envolve o desenvolvimento de competências capazes de compreender, adaptar, explorar e acompanhar o avanço tecnológico.

No mesmo sentido, estudos sobre comportamento empreendedor apontam que as novas gerações tendem a incorporar práticas de aprendizagem mais autônomas e digitais. A Geração Z, por exemplo, manifesta maior preferência por metodologias de ensino baseadas em experimentação, nas quais o aprendizado ocorre pela prática e pela resolução de problemas reais, diferentemente de modelos tradicionais centrados na instrução (HAMDI et al., 2023). Essa mudança impõe às instituições de ensino o de-

safio de redesenhar currículos que combinem conhecimentos técnicos, criatividade e habilidades socioemocionais, preparando os estudantes não apenas para o mercado, mas para a criação de novas oportunidades em ambientes dinâmicos e cada vez mais digitais. A ênfase na aprendizagem experiencial e na cultura de compartilhamento de conhecimento constitui, portanto, uma ponte natural entre a educação e empreendedorismo.

Além disso, o fortalecimento do capital intelectual desponta como fator determinante para o sucesso de empreendimentos. Evidências recentes mostram que *startups* com fundadores mais qualificados e com maior volume de propriedade intelectual tendem a atrair profissionais mais capacitados e a se consolidar mais rapidamente no mercado, reduzindo as assimetrias de informação e ampliando sua legitimidade (ZANE, 2023). Esse processo reforça o valor estratégico da formação avançada e do investimento contínuo em capital humano capacitado. Ao mesmo tempo, a crescente digitalização dos mercados demanda a integração de práticas de *marketing* digital e empreendedorismo, o que evidencia a necessidade de adaptação acadêmica para incluir disciplinas de *Digital Entrepreneurial Marketing*, capazes de conectar inovação tecnológica, comportamento do consumidor e estratégias de mercado (AMJAD, 2022). Nesse contexto, é fundamental atualizar currículos acadêmicos e métodos pedagógicos voltados à inovação, que estimulem a criatividade e o aprendizado interdisciplinar (ANUBHAV; DWIVEDI; AASHISH, 2024).

A incorporação desses elementos às políticas públicas educacionais amplia a capacidade de formação de capital humano qualificado e fomenta ecossistemas de inovação mais inclusivos. Assim, ao integrar formação científica, conhecimento tecnológico e cultura empreendedora, a educação reforça seu papel na criação de ambientes favoráveis à inovação. Esse é um objetivo particularmente relevante para o Distrito Federal, cuja consolidação como polo de inovação depende da qualidade de seu capital humano.

1.6 Fatores determinantes da eficiência educacional

Ao comparar o desempenho de alunos em testes padronizados com os recursos empregados, identifica-se forte ligação entre eficiência educacional e fatores ambientais, como PIB *per capita* e nível educacional dos pais (AFONSO; AUBYN, 2006). Resultados recentes evidenciam que o desempenho escolar é fortemente influenciado pelo Nível Socioeconômico (NSE) das famílias, e variáveis como renda e escolaridade dos pais têm correlação estatisticamente mais significativa com o desempenho dos filhos do que as ocupações profissionais dos genitores (LIU et al., 2022). Esse resultado reforça a importância de políticas voltadas à equidade e à compensação de desvantagens estruturais.

O fortalecimento da gestão pública é essencial para que os investimentos públicos atinjam melhores resultados. Nações com maior qualidade de governança apresentam melhor aproveitamento escolar enquanto países com altos índices de corrupção e com gestão ineficiente têm pouco ou nenhum retorno dos investimentos públicos direcionados para a educação. Governança determina a eficácia educacional (RAJ-KUMAR; SWAROOP, 2008). A análise entre qualidade institucional e educacional em 82 países em desenvolvimento, evidencia o impacto positivo de instituições fortes no desempenho e na taxa de conclusão escolar (FOMBA; TALLA; NINGAYE, 2023). Os resultados dessa análise indicam que a corrupção e a instabilidade política prejudicam a qualidade da educação.

A eficiência do gasto público também emerge como fator crítico. Os resultados da correlação entre desempenho de alunos da União Europeia (UE), no PISA, e investimento por aluno, revelam que a simples ampliação do orçamento educacional não garante melhores resultados (AGASISTI, 2014; BACOVIC; ANDRIJASEVIC; PEJOVIC, 2022). Alguns países destacam-se não por investir mais, mas por alocar recursos com maior racionalidade, priorizando a formação docente e o suporte pedagógico. Essa visão pode ser ampliada ao nivelar a comparação entre países baseada em cada contexto socioeconômico, revelando uma alteração no *ranking*, em que outros países se destacam pela eficiência educacional em cenários mais adversos (AFONSO; AUBYN, 2006). Importante esclarecer que há um ponto de saturação, presente em países desenvolvidos, na qual investimentos adicionais não resultam em melhorias na qualidade da educação (LONDAR et al., 2025; TANG et al., 2025).

Mudanças estruturais também podem influenciar a qualidade e a eficiência educacional. A reforma do sistema Hukou na China sobre o investimento em capital humano de crianças migrantes, resultou em um aumento de 82,4% nos gastos educacionais totais das famílias (YE et al., 2024). Embora o governo não tenha ampliado os gastos públicos diretos após a reforma, a mudança institucional elevou as expectativas e a renda das famílias migrantes, incentivando o investimento privado em educação para garantir qualidade e mobilidade social. Por outro lado, a reforma alemã "G-8", que encurtou o ensino secundário em um ano mantendo o currículo inalterado, agravou significativamente a desigualdade de oportunidades (GARCIA, 2022). Essa reforma exigiu o aumento de recursos familiares, como o apoio acadêmico dos pais e o financiamento de aulas particulares. Ambas as reformas convergem para a conclusão de que o ambiente institucional é determinante para a qualidade e eficiência educacional.

Numa visão voltada diretamente à gestão educacional, as variáveis mais significativas para predizer a eficiência educacional incluem: liderança pedagógica ativa, clima escolar positivo, uso de metodologias ativas e estímulo ao buscar por alto desempenho acadêmico (MARTÍNEZ-ABAD, 2019). Agasisti (2014) encontra evidências de que o nível salarial dos professores exerce um efeito positivo no desempenho educacional.

A interação entre estratégias pedagógicas e percepção dos alunos sobre seu processo de aprendizagem indica que a autoeficácia e o engajamento são reforçados quando a escola promove um ambiente que valoriza o protagonismo estudantil (MARTÍNEZ-ABAD; GAMAZO; RODRÍGUEZ-CONDE, 2020).

Não há solução única ou pontual capaz de transformar a educação, porém os casos de sucesso compartilham características comuns: ações coordenadas entre os diferentes níveis de governo, formação docente contínua e estruturada, planejamento de longo prazo e gestão eficiente dos recursos (BARRENECHEA; BEECH; RIVAS, 2023). Essa abordagem sistêmica e sustentada por evidências é essencial para melhorar os resultados educacionais de forma perene e reforça a necessidade de que as políticas públicas sejam elaboradas de forma a buscar uma integração eficiente de recursos e ações governamentais.

1.7 Educação, inovação e crescimento econômico no Brasil

A escolarização em massa na América Latina, inclusive no Brasil, ocorreu de forma impressionante ao longo do século XX, embora tardia em relação aos países desenvolvidos (FRANKEMA, 2009). Contudo, altos índices de repetência e evasão revelam um sistema educacional pouco eficaz. O legado histórico de concentração de renda, exclusão social, desigualdade de acesso e a influência de elites afetaram o financiamento e a priorização da educação básica em detrimento da superior.

Uma grande diferença de desempenho foi identificada em escolas de municípios do Nordeste do Brasil (Harbison e Hanushek, 1992, apud HANUSHEK, 1995). As descobertas sugerem que melhorias na infraestrutura escolar e nos recursos educacionais tendem a se refletir em melhor desempenho dos alunos. A magnitude dos efeitos indica que cada unidade monetária investida em livros didáticos ou na melhoria das instalações pode gerar uma economia de até dez unidades, estimadas com base no tempo economizado na conclusão da educação básica.

Por outro lado, todas as pesquisas sobre o Brasil apontam para o papel central do professor (HANUSHEK, 1995). As variações na qualidade dos educadores têm maior potencial de impacto que as variações estruturais, ainda que o custo de contratação de profissionais mais eficazes seja de difícil mensuração. O autor destaca que os retornos dos investimentos em qualidade docente superam os de infraestrutura e material didático, reforçando que a qualidade da escola afeta diretamente o acesso e o desempenho educacional, efeitos estes complementares, não substitutos, como muitas vezes sugerem análises orçamentárias simplistas. A persistente ineficiência do sistema e a falta de conhecimento sobre sua função de produção indicam a necessidade de abordagens inovadoras para o aprimoramento da qualidade educacional.

Análises recentes sobre os investimentos em educação nas capitais brasileiras,

exceto o Distrito Federal, mostram que a aplicação do mínimo de 25% da receita resultante de impostos não tem sido plenamente destinada à manutenção e ao desenvolvimento do ensino, conforme determinação legal (MAGRO; SILVA, 2016). O mesmo estudo aponta que os baixos Índices de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) podem estar associados à ineficiência dos gastos públicos. Tal ineficiência preocupa, uma vez que a literatura demonstra a ligação direta entre qualidade educacional, formação de capital humano e crescimento econômico. Resultados de análises mais amplas, abrangendo todas as unidades da federação, reforçam essa visão: a região do país é um fator determinante no desempenho educacional (BIZZO et al., 2022), e as disparidades socioeconômicas nas regiões Norte e Nordeste constituem barreiras significativas à eficiência educacional e, conseqüentemente, ao crescimento nacional. Ademais, observou-se correlação positiva entre o PIB e os escores educacionais.

Os dados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE), ambos aplicados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), também foram utilizados para investigar dependências espaciais na qualidade educacional (FUJITA; BAGOLIN; FOCHEZATTO, 2021). Os resultados indicam que o desempenho escolar de um município está positivamente associado ao de seus vizinhos: municípios com Instituições de Ensino Superior (IES) de melhor qualidade apresentam, em geral, escolas básicas que obtêm melhores resultados em testes padronizados. Entretanto, esse efeito positivo é local e não ultrapassa os limites municipais.

No campo dos investimentos públicos, a priorização da educação no Brasil ganhou força a partir dos anos 2000, com aumento de 27% dos gastos entre 2006 e 2010. A análise das médias da Prova Brasil revelou correlação positiva entre gastos e qualidade educacional, embora o impacto das despesas sobre as notas tenha se mostrado limitado (HADDAD; FREGUGLIA; GOMES, 2017).

Inúmeras lacunas de infraestrutura tecnológica persistem em mais de 90% das escolas públicas brasileiras (Maia, Bueno e Sato, 2021, apud MAIA; BUENO; SATO, 2023), comprometendo a aplicação de modelos de inteligência artificial (IA) voltados à compreensão da dinâmica educacional e à detecção de padrões (MAIA; BUENO; SATO, 2023). Ainda assim, a literatura recente destaca o potencial da IA para aprimorar processos de ensino, aprendizagem e gestão nas IESs, contribuindo para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 4 (Educação de Qualidade) e o ODS 10 (Redução das Desigualdades) (CAVALCANTI; TAVARES, 2025).

Evidências empíricas também apontam que o ambiente escolar e características individuais, como autoeficácia e capacidade de inovação, influenciam significativamente a intenção empreendedora de estudantes do ensino médio e técnico no Brasil (IIZUKA; MORAES; SOUZA, 2024).

O panorama brasileiro revela avanços expressivos em acesso e expansão educacional, mas persistem desafios estruturais e qualitativos que limitam o potencial transformador da educação sobre o desenvolvimento econômico e a inovação. O país apresenta uma combinação de ineficiência nos gastos públicos, desigualdade regional e carências tecnológicas que comprometem o retorno dos investimentos em capital humano. Nesse contexto, políticas educacionais orientadas por evidências, focadas na valorização docente, na eficiência do gasto e na integração tecnológica, emergem como caminhos estratégicos para alavancar a qualidade da educação e, por consequência, impulsionar o desenvolvimento econômico e a capacidade inovadora do Brasil.

1.8 Modelo teórico da pesquisa

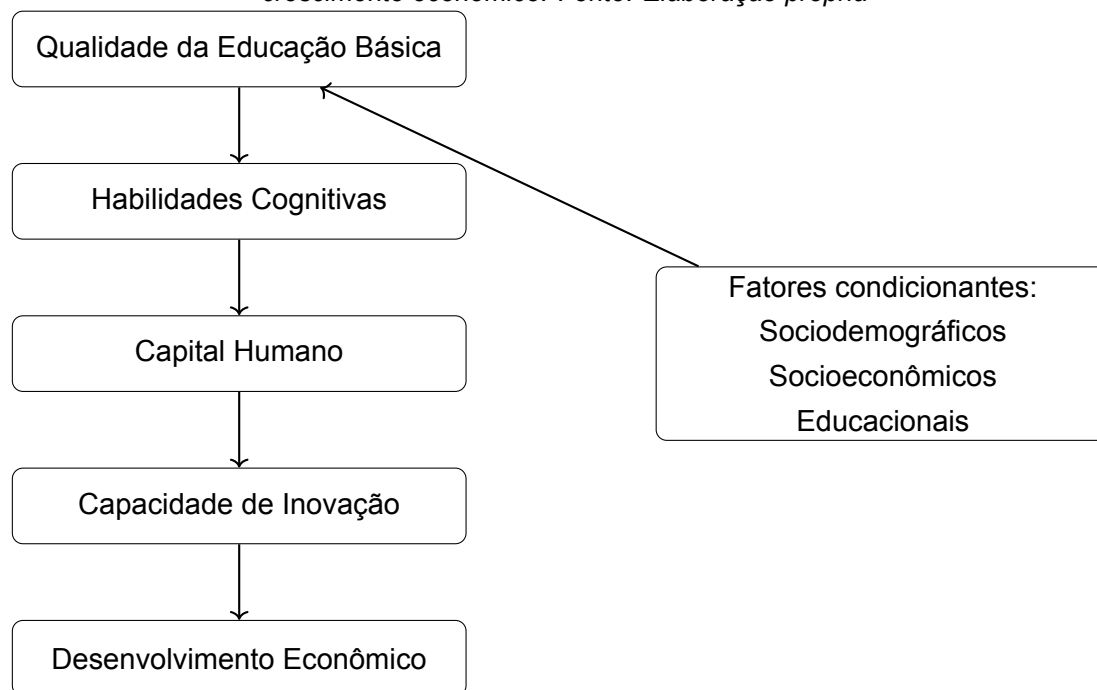
A literatura revisada indica que a relação entre educação, inovação e crescimento econômico ocorre por meio da formação de capital humano. A qualidade da educação básica desempenha papel central nesse processo ao influenciar o desenvolvimento de habilidades cognitivas dos estudantes, as quais constituem um dos principais componentes do capital humano.

Nesse contexto, para além da escolaridade, os resultados em ISATs e RSATs, como o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), podem ser utilizados como indicadores das habilidades cognitivas adquiridas pelos estudantes ao longo da educação básica. Essas habilidades influenciam a capacidade de absorção de conhecimento, o desenvolvimento tecnológico e o potencial de atuação em ambientes de inovação.

O modelo teórico adotado nesta pesquisa parte do pressuposto de que melhorias na qualidade da educação básica contribuem para o fortalecimento do capital humano, o que, por sua vez, amplia a capacidade de inovação e favorece o crescimento econômico. Esse processo é condicionado por fatores institucionais, sociodemográficos, socioeconômicos e educacionais.

A Figura 1 apresenta, em forma de diagrama, as relações conceituais que orientam a análise empírica desenvolvida nesta pesquisa.

Figura 1: Modelo teórico da relação entre qualidade da educação, capital humano, inovação e crescimento econômico. Fonte: Elaboração própria



Fonte: Elaboração própria

1.9 Lacunas e direções de pesquisa

Apesar do amplo corpo teórico sobre capital humano e inovação, há carência de estudos empíricos que investiguem de forma articulada os efeitos da educação básica sobre a inovação tecnológica e o crescimento econômico em contextos regionais brasileiros. Essa lacuna justifica a relevância da presente pesquisa, que propõe analisar como a qualidade da educação básica no Brasil, mensurada pelo desempenho no SAEB, se relaciona com o PIB, o PIB *per capita*, e o IBID. As séries históricas que serão utilizadas como referência para esta pesquisa compreendem o período entre **2003 e 2023**.

Essa abordagem busca oferecer evidências quantitativas que subsidiem políticas públicas voltadas à melhoria do desempenho educacional e à formação de capital humano voltado principalmente às áreas com maior potencial de gerar inovação.

Diante disso, a pergunta de pesquisa é: **Qual a relação entre qualidade da educação básica, inovação e crescimento econômico e quais fatores são determinantes para a eficiência educacional no Brasil?**

CAPÍTULO 2 - MÉTODOS E TÉCNICAS

Este capítulo apresenta as estratégias metodológicas adotadas no trabalho. Em continuidade à discussão teórica tratada no capítulo anterior, busca-se métodos e técnicas para avaliar as relações entre qualidade da educação, capital humano e desenvolvimento econômico. Para isso, são descritos os dados utilizados, as variáveis selecionadas e os modelos econométricos empregados.

A partir de uma abordagem empírica, com ênfase em análises estatísticas aplicada em dados secundários, este estudo examina se o desempenho dos alunos no SAEB pode ser utilizado como preditor da inovação e do crescimento econômico, e como fatores sociodemográficos, socioeconômicas e escolares influenciam as habilidades cognitivas de alunos da educação básica no Brasil.

As pressuposições da presente pesquisa foram construídas a partir da análise de estudos empíricos que relacionam desempenho educacional à formação de capital humano e desenvolvimento econômico. Alguns desses estudos identificam correlação entre fatores escolares e escolhas profissionais, mas são escassos os que estabelecem vínculos regionais e estratificam os dados por características sociodemográficas, socioeconômicas e escolares. Esse aspecto justifica o ineditismo e a pertinência desta pesquisa para o contexto educacional nacional e distrital.

O estudo está dividido nas etapas a seguir.

2.1 Coleta dos dados

Não foram aplicados testes ou questionários próprios nesta pesquisa, sendo utilizados exclusivamente dados públicos, relacionados a seguir:

- Indicadores educacionais e microdados. disponíveis no portal do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP):
 - Microdados do SAEB ¹.
 - * Tamanho da amostra para avaliar habilidades cognitivas: 53.507.401 observações, dos testes aplicados no ensino médio, anos finais e anos iniciais da educação fundamental, em 2003, 2005, 2007, 2011, 2011, 2013, 2015, 2017, 2019, 2021 e 2023. Censitária das escolas públicas, a partir de 2007, e amostral de escolas privadas;
 - * Tamanho da amostra para avaliar acesso domiciliar às TIC: 7.036.387 observações, dos testes aplicados no ensino médio, anos finais e anos iniciais da educação fundamental, em 2023. Censitária das escolas

¹Microdados do Sistema de Avaliação da Educação Básica. Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/microdados/saeb>>. Acesso em: 19 jan. 2026.

públicas e amostral de escolas privadas.

– Indicadores educacionais da educação básica:

- * IDEB ². 1.854 observações, de 2013 a 2013, com classificação por UF ou geral, do Brasil; tipo de rede; e etapa/segmento da educação básica;
- * Investimento público direto em educação por estudante ³. 9 observações, de 2013 a 2021, dos valores médios gerais e por etapa/segmento da educação básica;
- * Remuneração Média dos Docentes ⁴. 178 observações, de 2014 a 2021, com classificação por UF e tipo de rede.

• Indicadores de produção e renda:

- PIB regional ⁵. 297 observações, de 2013 a 2023;
- Renda regional, estimada pelo PIB *per capita*. 297 observações, de 2013 a 2023;
- Despesas públicas dos Estados, por setor ⁶. 297 observações, de 2013 a 2023;
- Indicador de inovação:
 - IBID ⁷. 324 observações, de 2014 a 2025.

2.2 Definição das variáveis de interesse

A pesquisa utilizará como variáveis de interesse:

- Desempenho no SAEB: notas em Matemática e Língua Portuguesa;
- Etapa/segmento da educação básica, indicada nos testes do SAEB: Anos Iniciais da Educação Fundamental, Anos Finais da Educação Fundamental ou Ensino Médio;
- Indicadores de nível socioeconômico, unificando as escalas SAEB em: Nível Superior, Nível Intermediário ou Nível Inferior;

²Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB). Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/ideb/resultados>>. Acesso em: 19 jan. 2026.

³Indicadores Financeiros Educacionais. Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br/area-de-atuacao/informacao/dados-abertos/indicadores-educacionais/indicadores-financeiros-educacionais>>. Acesso em: 19 jan. 2026.

⁴Indicadores Financeiros Educacionais. Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br/area-de-atuacao/informacao/dados-abertos/indicadores-educacionais/indicadores-financeiros-educacionais>>. Acesso em: 19 jan. 2026.

⁵Contas regionais. Disponível em: <<https://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>>. Acesso em: 21 jan. 2026.

⁶Finanças públicas regional. Disponível em: <<https://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>>. Acesso em: 21 jan. 2026.

⁷Índice Brasil de Inovação e Desenvolvimento (IBID) - Série Histórica 2014-2025. Disponível em: <<https://www.gov.br/inpi/pt-br/inpi-data/indice-brasil-de-inovacao-e-desenvolvimento-ibid>>. Acesso em: 21 jan. 2026.

- Rede de origem indicada nos testes do SAEB: escolas públicas ou privadas.
- Gênero indicado nos testes do SAEB: Masculino ou Feminino;
- Raça/cor indicada nos testes do SAEB: Amarela, Branca, Indígena; Parda ou Preta;
- Indicadores Educacionais: IDEB por UF; Remuneração média dos docentes, por UF, em R\$, convertidos pelo INPC a preços de 2010; Investimento por Aluno agregado, em R\$, convertido pelo INPC a preços de 2010;
- Variáveis macroeconômicas: valor do PIB, dos resultados por Unidade da Federação. Em R\$ a preços de 2010;
- Variáveis de renda: PIB per capita, por Estado. Em R\$ a preços de 2010;
- Variáveis financeiras: valor da receita e das despesas públicas empenhadas, por UF, nas áreas de meio ambiente e agricultura, educação e cultura, ciência e tecnologia e indústria, comércio e serviços. Em R\$ a preços de 2010;
- Inovação: índices do IBID, por UF.

Importante registrar que o SAEB aplicou testes de proficiência em ciências humanas e ciências da natureza, de forma amostral, em alunos de escolas públicas nas edições de 2023, nos anos iniciais e anos finais da educação fundamental, e de 2021 e 2019, unicamente nos anos finais da educação fundamental. Considerando que os referidos testes cobrem somente um curto período, que dificulta a aplicação de testes de correlação e regressão. dada a pouca variabilidade temporal, seus resultados não fizeram parte do escopo desta pesquisa.

2.3 Tratamento dos dados

Os dados coletados estão dispersos em três níveis hierárquicos e três dimensões temporais.

Quanto ao nível hierárquico:

- Microdados: Nos dados do SAEB, cada observação representa informações de um único aluno, sem um tratamento estatístico prévio;
- Dados agregados: Indicadores de contas e finanças públicas regionais, divulgados pelo IPEA; e o IBID, divulgado pelo INPI. Dados agregados em nível estadual.

Quanto à temporalidade:

- Dados bianuais: O exame do SAEB é realizado a cada dois anos. Como parte do IDEB é calculado com base em informações do SAEB, seus dados também são bianuais;
- Danos anuais: Exceto pelo IDEB, os demais indicadores educacionais são anuais. O indicador de inovação, IBID, e os indicadores de despesas públicas empenhadas, e de PIB regional, também são anuais.

Observa-se que nem todas as variáveis têm a mesma frequência ou granularidade, caracterizando um desbalanceamento hierárquico e temporal. Para não provocar incompatibilidades, foi necessário adotar uma estratégia de modelagem para integrar os diferentes níveis e temporalidade dos dados. Os dados foram agrupados, sempre que possível, por condição socioeconômica, gênero, raça/cor, tipo de escola de origem e ciclo da educação básica. Quanto ao nível hierárquico, as variáveis de interesse foram calculadas a partir da média aritmética dos resultados individuais, agrupando os dados por UF e pela características sociodemográficas, socioeconômicas e educacionais. Embora a maior parte dos indicadores econômicos e de inovação utilizados neste estudo estejam disponíveis em base anual, foi mantida a periodicidade bienal na construção do painel de dados. Essa decisão metodológica busca preservar a integridade das informações observadas, evitando a utilização de procedimentos de que possam gerar observações artificiais e introduzir dependências temporais adicionais nas estimativas econométricas. Dessa forma, os testes de correlação e regressão foram conduzidos considerando apenas os anos de realização das avaliações do SAEB. Tal procedimento permite manter a consistência entre as séries utilizadas e garantir maior robustez às inferências estatísticas.

Na construção da base de dados para o estudo de correlação e do painel para os testes de hipóteses, foi aplicada defasagem temporal entre as variáveis educacionais e as variáveis econômicas. Para os dados econômicos foi considerada a defasagem entre de 10 e para os indicadores de inovação, 11 anos. A escolha dessas defasagens levou em conta a disponibilidade de dados públicos: Nos microdados do SAEB, os resultados de proficiência foram extraídos a partir de 2003; o IPEA disponibilizava, até a data da pesquisa, os resultados até 2023; e o INPI os resultados entre 2014 e 2025. Nesse cenário, a defasagem temporal aplicada nos testes foi baseada nesse conjunto de parâmetros, associado à intenção de incluir a maior variação temporal possível, e ainda que a literatura defende que impacto das habilidades cognitivas sobre o crescimento econômico ocorre no longo prazo. Outro aspecto a ser destacado é que o nível de granularidade considerado foi até o tipo de rede de ensino, sem desagregação por características sociodemográficas e socioeconômicas. Tal medida foi motivada pela ausência de informações para classificar os NSEs dos alunos no período de 2003 a 2011, além na impossibilidade de segmentar as variáveis econômicas em níveis equivalentes.

Importante registrar que o INEP não disponibiliza os dados do SAEB com tratamento estatístico, como média por UF, com nível de granularidade que permita todas as segmentações proposta nesta dissertação. Assim, foram utilizados os microdados, que permitiram os agrupamentos desejados. Alguns dados precisaram ser complementados aos resultados individuais dos alunos: Nos exames de 2003 a 2011 não foram apontados os os níveis socioeconômicos dos alunos ou das escolas. Assim,

neste período não foi possível incluir essa variável; Nos exames de 2013 a 2019 o nível socioeconômico dos alunos não foi indicado por aluno, por outro lado, os resultados por escola foram divulgados nos microdados. Dessa forma, foi realizado o cruzamento de dados para atribuir a cada aluno, nos referidos anos, o nível socioeconômico correspondente ao de sua escola.

Outro ajuste necessário está relacionado à classificação do *status* socioeconômico, divulgado desde a edição 2013 do SAEB. As técnicas psicométricas utilizadas para o cálculo do Indicador de Nível Socioeconômico (Inse) em cada edição do exame nacional resultou em classificações variadas: seis níveis, no exame de 2017; sete níveis, nos exames de 2013 e 2015; e oito níveis, nos exames de 2019, 2021 e 2023. Dessa forma, para simplificar a análise e compatibilizar os dados que cobrem o período objeto desta pesquisa, os resultados foram reclassificados em três Níveis Socioeconômicos (NSE): Superior, Intermediário e Inferior. As conversões realizadas em cada edição foram as seguintes:

- **SAEB 2013**

- Grupos 1 e 2 → Inferior;
- Grupos 3, 4 e 5 → Intermediário;
- Grupos 6 e 7 → Superior.

- **SAEB 2015**

- Muito alto e alto → Inferior;
- Médio alto, médio e médio baixo → Intermediário;
- Médio baixo, baixo e muito baixo → Superior.

- **SAEB 2017**

- Grupos 1 e 2 → Inferior;
- Grupos 3 e 4 → Intermediário;
- Grupos 5 e 6 → Superior.

- **SAEB 2019**

- Níveis I, II e III → Inferior;
- Níveis IV e V → Intermediário;
- Níveis VI, VII e VIII → Superior.

- **SAEB 2021 e 2023**

- Níveis 1, 2 e 3 → Inferior;
- Níveis 4 e 5 → Intermediário;
- Níveis 6, 7 e 8 → Superior.

Após esses ajustes, as médias agregadas foram calculadas para um conjunto de agru-

pamentos, resultantes da combinação de uma ou mais variáveis de interesse, sendo elas o ano de realização do teste, a cada dois anos entre 2003 e 2023, a unidade da federação do aluno, além das variáveis a seguir:

- **Ciclo da educação básica:** Nível médio, anos finais e anos iniciais da educação fundamental;
- **Tipo de escola:** Pública e privada;
- **Gênero:** Feminino e masculino;
- **Raça/cor:** Amarela, branca, indígena, parda e preta;
- **Nível socioeconômico:** Inferior, intermediário e superior. A partir de 2013.

O número de combinações possíveis equivale a 2^n , onde n é o número de variáveis de interesse. No caso das médias agregadas, n equivale a sete, portanto o número de combinações possíveis é 128. Para cada grupo de variáveis, foram calculadas além da média, o desvio padrão, o erro padrão e o intervalo de confiança para as notas em Língua Portuguesa e Matemática. Tal medida tem objetivo de facilitar a identificação de prováveis padrões entre agrupamentos e se fatores isolados, ou em conjunto, podem ser usados para inferir impactos positivos ou negativos nos resultados das habilidades cognitivas mensuradas pelo SAEB.

Em vista da significativa diferença entre os resultados médios entre alunos de escola pública e privada, o nível de proficiência nacional, de todas as unidades da federação, e do Distrito Federal foram incluídas na seção de análise exploratória dos dados.

Os demais conjunto de dados, relacionados à indicadores da educação básica, renda, produção, gastos públicos e índices de inovação, já estavam disponíveis de forma agregada e com o devido tratamento estatístico. Desta forma não foi necessário realizar tratamentos adicionais, a não ser os ajustes de nível e temporalidade, já mencionados, e unificar as informações que muitas vezes foram disponibilizadas de forma dispersa.

2.4 Análise exploratória dos dados educacionais

Antes da elaboração dos modelos econométricos, utilizando testes de correlação e regressão, e da análise de estratos em busca de fatores que podem favorecer ou dificultar as habilidades cognitivas dos alunos, foi feita uma análise exploratória dos dados do SAEB e indicadores educacionais. O objetivo desta etapa é identificar padrões temporais, heterogeneidades regionais e possíveis associações entre as variáveis. A análise é conduzida em nível nacional e estadual, em função da granularidade dos dados selecionados. Para um alinhamento mais direcionando ao objetivos deste Programa de Mestrado Profissional, os resultados do DF também foram destacados.

A primeira perspectiva para análise dos dados do SAEB, que considerou a distribu-

ição anual dos níveis de proficiência dos estudantes foi apresentada nesta etapa. Para tanto, foram utilizados diagramas do tipo *boxplot*, que permitem representar a dispersão dos dados e identificar simultaneamente medidas de posição e variabilidade. Em avaliações educacionais em larga escala, como o SAEB, a análise da dispersão do desempenho é particularmente relevante, uma vez que permite observar desigualdades internas que não são captadas apenas por medidas de tendência central.

As demais perspectivas aplicadas na análise dos dados do SAEB, foram apresentadas após a aplicação dos testes de correlação e regressão com os dados de desempenho econômico e de inovação. São elas: a identificação dos agrupamentos com maiores e menores níveis de desempenho no período analisado; a identificação dos agrupamentos com maiores e menores taxas de evolução nas proficiências; e a verificação das condições mínimas de acesso domiciliar às TIC.

2.5 Testes de correlação e regressão

As séries temporais dos indicadores da educação básica, indicadores econômicos e de inovação foram integrados aos dados aglutinados do SAEB, em formato de painel balanceado. **Foi considerado a defasagem temporal de onze anos para indicadores de inovação, de 2014 a 2024, e dez anos para os indicadores macroeconômicos regionais, de 2013 a 2023, com os indicadores educacionais, de 2003 a 2013.** O produto desta etapa é a base de dados para os testes de correlação e regressão para examinar as relações entre desempenho educacional, indicadores econômicos e medidas de inovação.

Inicialmente, foram aplicados testes de correlação para identificar a intensidade e a direção das associações entre as variáveis analisadas. Esses testes permitem avaliar se existe relação estatisticamente significativa entre os indicadores educacionais provenientes do SAEB e os indicadores econômicos e de inovação considerados no estudo. Além disso, é possível evitar multicolinearidade entre as variáveis independentes que compõem os modelos de regressão múltipla testados na sequência deste trabalho.

Os modelos de regressão testados permitem avaliar a magnitude do efeito das variáveis educacionais sobre os indicadores econômicos e de inovação, controlando a variação temporal presente no período analisado. A utilização de dados em painel possibilita explorar simultaneamente a dimensão temporal e a dimensão transversal das unidades analisadas, contribuindo para uma análise mais robusta das relações investigadas. A estrutura dos modelos testados segue a relação:

$$Y_{it} = \beta_1 X_{it} + \beta_2 Z_{it} + \alpha_i + \lambda_t + \epsilon_{it} \quad (2.1)$$

onde:

- Y = variável dependente;
- X = variável de interesse principal;
- Z = variáveis de controle;
- α_i = efeito fixo da unidade;
- λ_t = efeito fixo do tempo;
- ϵ_{it} = erro.

Os modelos econométricos foram especificados de modo a testar as hipóteses de pesquisa formuladas a partir da revisão de literatura, que aponta a qualidade da educação como fator relevante para o desenvolvimento econômico e para a capacidade de inovação. Dessa forma, os testes empíricos buscaram evidências sobre a associação dos resultados educacionais com indicadores econômicos e de inovação.

As hipóteses testadas nesta pesquisa são:

- **H1** – Melhor desempenho educacional está associado a melhores indicadores econômicos regionais.
- **H2** – Melhor desempenho educacional está associado a maior capacidade de inovação regional.

2.6 Análise dos resultados do SAEB a partir de estratos

Uma vez apontada a correlação e estimado modelos econométricos para descrever os resultados econômico e de inovação em função das habilidades cognitivas dos alunos da educação básica, é primordial identificar fatores, ou conjunto de fatores, que podem favorecer ou dificultar a formação de capital humano robusto e inclusivo. Nessa busca, foram incluídas seções que evidenciam os níveis e taxas de variação de proficiência, onde os vinte melhores e piores resultados, em cada um das disciplinas, fundamentam as análises apresentadas. A utilização dos os níveis de proficiência e das taxas de evolução permite separar dois fenômenos diferentes: os estratos que estão no topo ou na base da distribuição; os estratos que estão melhorando ou piorando mais rapidamente. O objetivo desses apontamentos é possibilitar o direcionamento de investigações em busca de linhas de ação e de referências de práticas pedagógicas possam ser utilizadas como modelo para políticas públicas.

Os níveis de proficiência foram estimados pela médias das notas em Língua Portuguesa e Matemática em cada estrato. Para estimar as taxas de variação nos níveis de proficiência, foi realizado o cálculo o coeficiente angular do modelo linear ajustado a partir da razão entre a covariância entre as variáveis e a variância da variável explicativa, em vez de estimar o modelo completo por meio de procedimentos iterativos de regressão. Esse procedimento corresponde à solução analítica do estimador de mínimos quadrados ordinários para o coeficiente angular em regressões lineares simples, que segue a relação:

$$\beta = \frac{\text{Cov}(X, Y)}{\text{Var}(X)} \quad (2.2)$$

Onde X representa a variável explicativa e Y a variável dependente. A expressão apresentada corresponde exatamente ao estimador obtido pelo método dos mínimos quadrados ordinários, sendo matematicamente equivalente ao coeficiente angular estimado por rotinas tradicionais de regressão linear.

A adoção desse procedimento foi motivada principalmente pelo elevado volume de observações presentes na base de dados utilizada nesta pesquisa. Como o objetivo dessa etapa da análise é exclusivamente avaliar a variação de desempenho dos alunos durante o período de 2003 a 2023, e não realizar inferência estatística completa sobre os parâmetros do modelo, o cálculo direto do coeficiente angular demonstrou ser computacionalmente mais eficiente, permitindo a obtenção rápida de estimativas equivalentes às produzidas por métodos de regressão convencionais.

Adicionalmente, as condições mínimas de acesso domiciliar às TICs pelos estudantes foram avaliadas. Para tanto, foi estabelecido como parâmetro mínimo de acesso a presença, no ambiente domiciliar do estudante, de pelo menos um computador ou *smartphone* associado ao acesso à internet por meio de rede sem fio. Tais informações foram extraídas nos microdados do SAEB 2023.

Para fins de organização da apresentação dos resultados, as análises foram estruturadas em três níveis de agregação. O primeiro corresponde ao nível nacional, considerando o Brasil como unidade de referência. O segundo corresponde ao nível estadual, com destaque para os três estados com melhores e piores resultados em cada perspectiva analisada. Por fim, é apresentado o nível distrital.

As análises em nível nacional e estadual possuem caráter comparativo, permitindo situar o desempenho educacional do Distrito Federal no contexto brasileiro e identificar possíveis heterogeneidades regionais que possam influenciar os resultados observados.

CAPÍTULO 3 - ANÁLISE DOS DADOS

Este capítulo busca, de forma estruturada, apresentar e discutir os resultados empíricos obtidos em quatro camadas: análise exploratória dos dados e indicadores educacionais, para buscar compreender o contexto da educação brasileira na última década; testes de correlação e regressão, para buscar evidência de associação da qualidade da educação com desempenho econômico e de inovação; destaques nos níveis e na evolução temporal dos níveis de proficiência, para buscar os fatores que estão mais associados à qualidade educacional; e análise das condições de acesso domiciliar às TICs, para compreender qual o cenário atual associado ao acesso à tecnologias que podem tanto ser utilizadas como ferramenta pedagógica quanto indicar potenciais malefícios por uso excessivo .

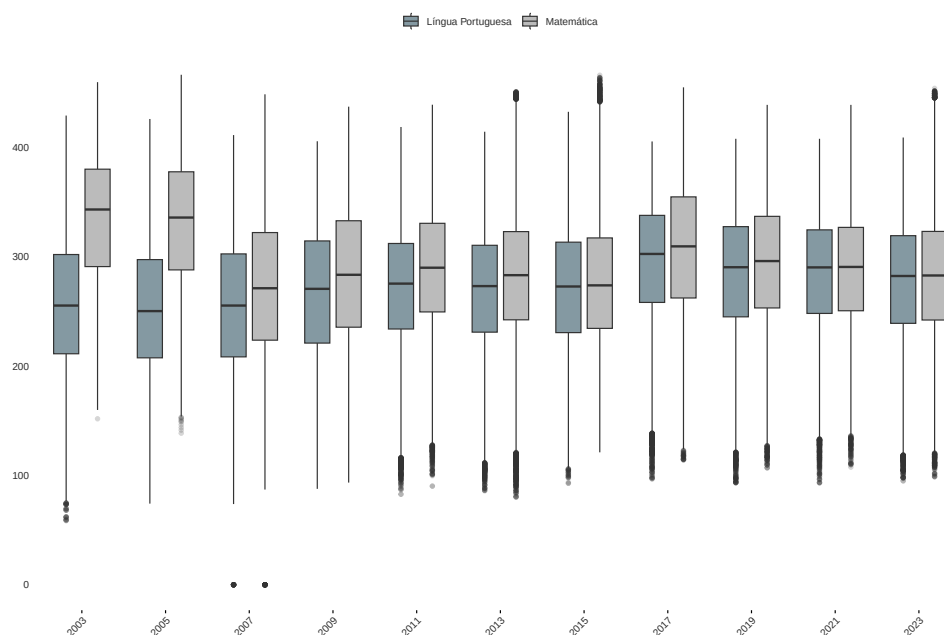
3.1 Análise exploratória dos dados e indicadores educacionais

3.1.1 Níveis de proficiência no período

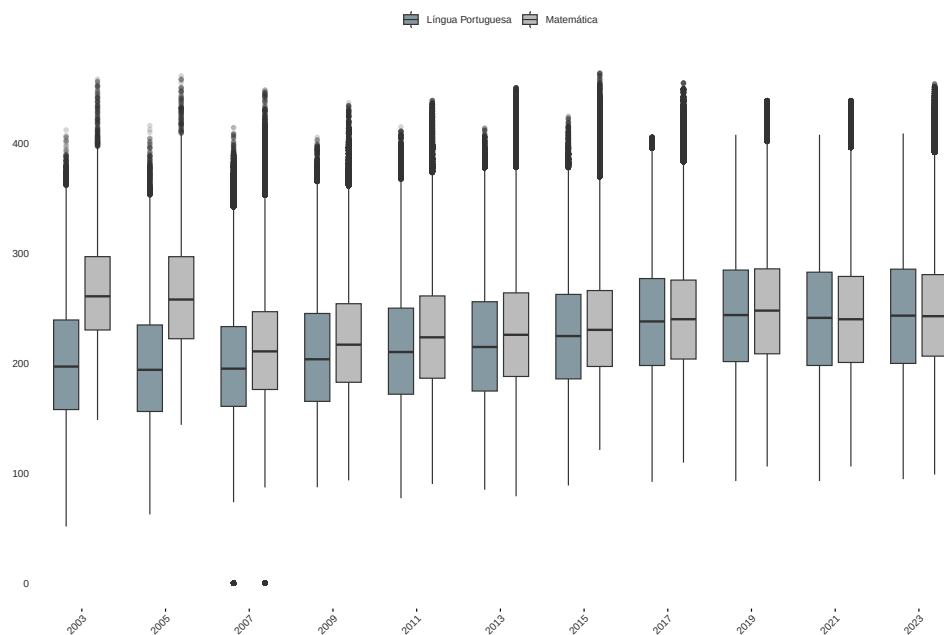
Os resultados apresentados nos Gráficos 1 e 2, evidenciam diferenças estruturais entre as redes privada e pública. Em todo o período analisado, os níveis médios de proficiência em Língua Portuguesa e Matemática permanecem mais elevados na rede privada. Essa diferença sugere a persistência de desigualdades educacionais, que podem estar associadas ao contexto socioeconômico dos estudantes e à disponibilidade de recursos pedagógicos.

Além disso, observa-se oscilação das médias na rede particular e uma leve tendência de crescimento das notas a partir da edição 2007. Importante frisar que após a edição da Portaria Ministerial n.º 931, de 21 de março de 2005, o SAEB passou por reformulação a partir de 2005¹, o que pode explicar a maior variação dos resultados nas edições 2003 e 2005. Embora existam oscilações pontuais e a leve tendência de melhoras de notas na rede pública, não há indícios de mudanças estruturais expressivas que tenham afetado a qualidade da educação básica brasileira no período analisado.

¹Histórico SAEB, disponível em <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/saeb/historico>

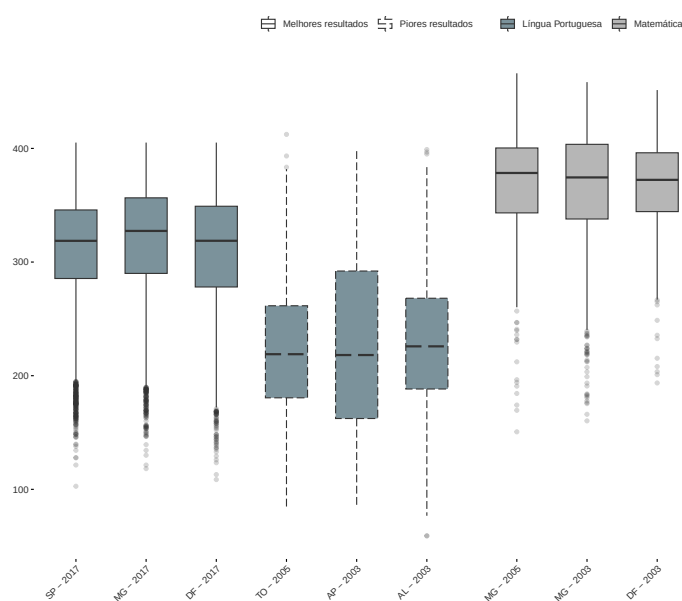
Gráfico 1: Proficiência em Língua Portuguesa e Matemática - Rede privada - Brasil

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003-2023

Gráfico 2: Proficiência em Língua Portuguesa e Matemática - Rede pública - Brasil

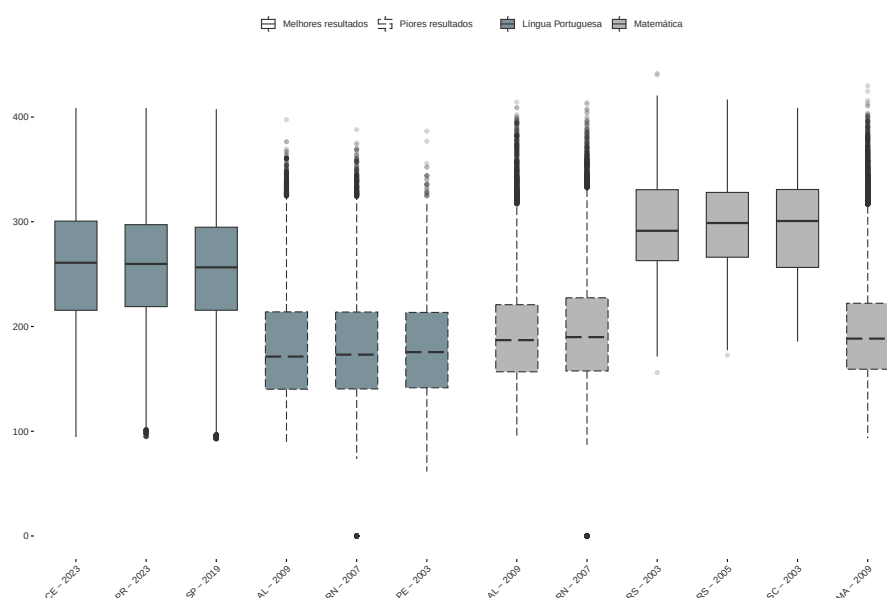
Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do SAEB 2003-2023

O Gráfico 3 destaca que os melhores resultados da rede privada foram alcançados por São Paulo, em Língua Portuguesa, e Minas Gerais e Distrito Federal em ambas disciplinas, com pontuações acima de trezentos pontos. Os resultados menos expressivos em Língua Portuguesa ocorreram em Tocantins e Alagoas, em Matemática em Roraima e no Amapá em ambas disciplinas, inclusive em mais de uma edição dos testes, com pontuações pouco acima dos duzentos pontos.

Gráfico 3: UFs com melhores e piores resultados em Língua Portuguesa e Matemática - Rede privada

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados do SAEB 2003-2023

O Gráfico 4 destaca que os melhores resultados da rede pública foram alcançados por São Paulo, Paraná e Ceará, em Língua Portuguesa, e Santa Catarina e Rio Grande do Sul, em mais de uma edição, em Matemática. Os piores resultados aconteceram exclusivamente em estado da região nordeste: Pernambuco em Língua Portuguesa, Maranhão em Matemática; e Alagoas e Rio Grande do Norte em ambas disciplinas.

Gráfico 4: UFs com melhores e piores resultados em Língua Portuguesa e Matemática - Rede pública

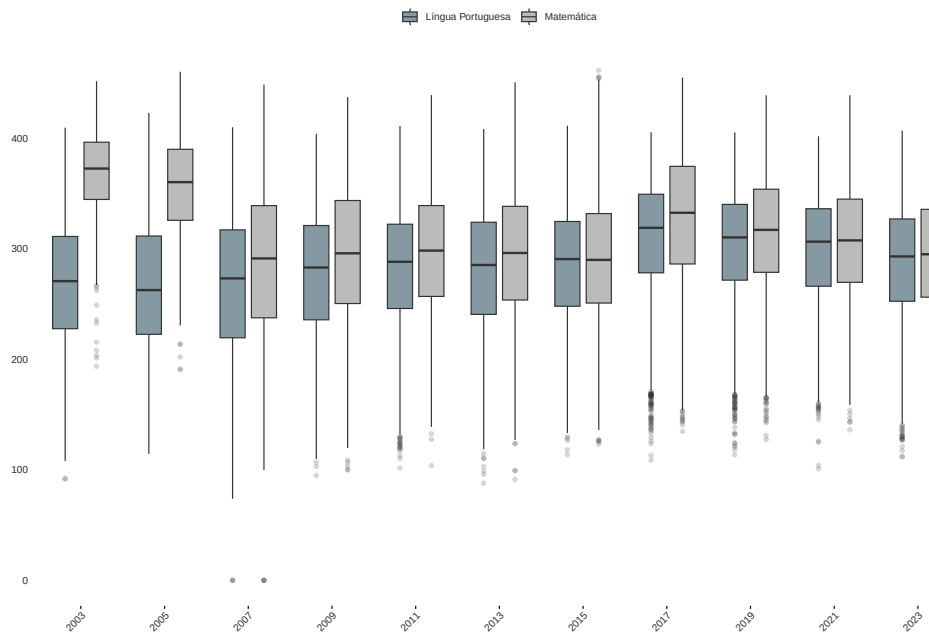
Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003-2023

Uma avaliação conjunta evidencia que, exceto por São Paulo, há uma elevada mobilidade entre os estados que figuram nos extremos de desempenho em cada uma das redes de ensino. Este fato revela a necessidade de ações para alavancar os

resultados da rede pública e equilibrar as diferenças entre as redes de ensino, de forma fortalecer o capital humano em cada região.

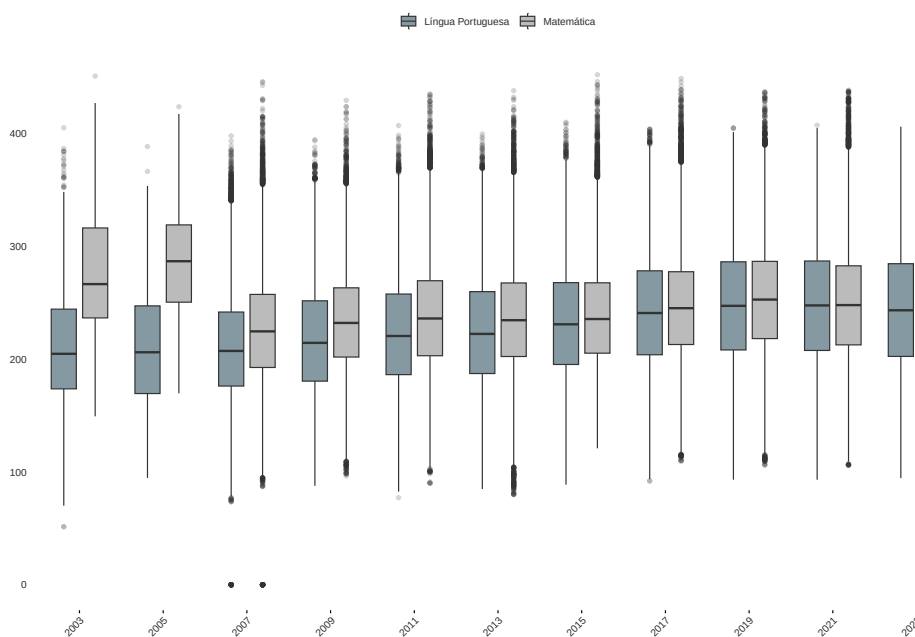
Os Gráficos 5 e 6 revelam que os níveis de proficiência no Distrito Federal foram compatíveis com os resultados nacionais. Por outro lado, o Gráfico 5 aponta um comportamento diferente do nacional, na rede pública: Uma leve tendência de crescimento entre 2007 e 2017 e uma tendência de declínio nas edições seguinte.

Gráfico 5: *Proficiência em Língua Portuguesa e Matemática - Rede privada - DF*



Fonte: *Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2013-2023*

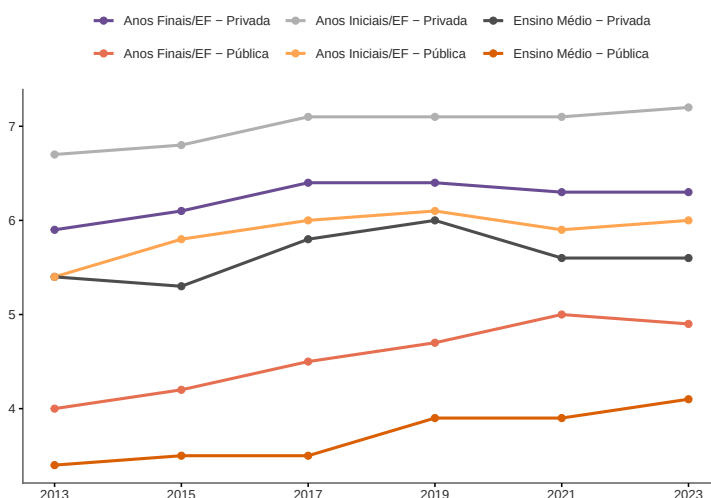
No Gráfico 6, apesar da aparente tendência de evolução das notas a partir de 2007, esta tende a ocorrer em taxa menor do que a nacional. Neste contexto, é primordial adotar medidas para melhorar os resultados distritais.

Gráfico 6: Proficiência em Língua Portuguesa e Matemática - Rede pública - DF

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2013-2023

3.1.2 Indicador de Qualidade da Educação Básica - IDEB

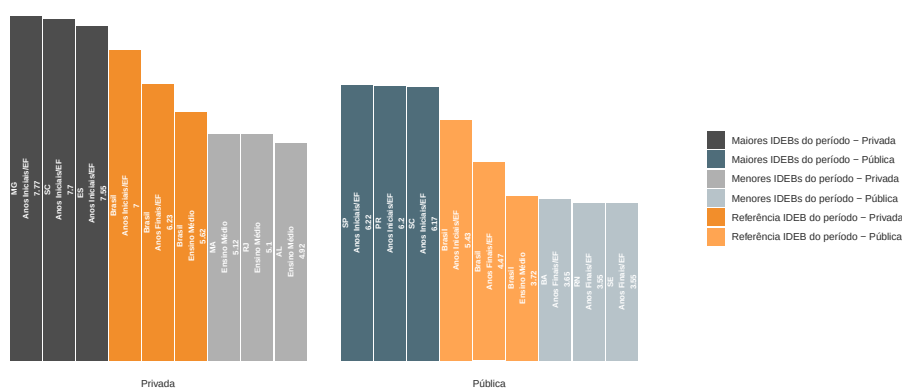
No Gráfico 7 fica evidente que os índices são sempre favoráveis à rede privada, exceto pela linha de evolução do IDEB do ensino médio das escolas privadas, que está abaixo da linha do IDEB para os anos iniciais da educação fundamental da rede pública. O comportamento geral desses índices também apresentam tendência de evolução, porém em taxa aparentemente maior para as escolas públicas. Neste quesito, o comportamento dos índices do ensino médio da rede privada diverge dos demais, pela evidente oscilação durante os anos.

Gráfico 7: Variação do IDEB entre 2013 e 2023 - Brasil

Fonte: Elaboração própria a partir de indicadores da educação básica - 2013 a 2023 (INEP)

Resultado do recorte até o segmento da educação básica, o Gráfico 8 evidencia a complexidade da identificação dos fatores relevantes para o desempenho acadêmico, quando os resultados são comparados com aqueles apresentados no Gráficos 3 e 4. Diferentes *rankings* entre os estados são formado quando o quesito são somente dos resultados dos testes de Língua Portuguesa e Matemática, ou quando de avalia esses mesmos resultados associados a aspectos socioeconômicos, resultando no IDEB. Esse comportamento reforça que a eficiência educacional não está, necessariamente ligada à quantidade de recursos disponíveis, mas à capacidade de otimizá-los para alcançar melhores resultados.

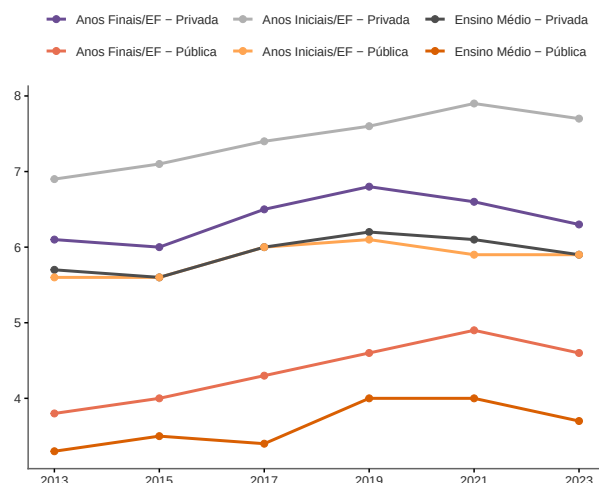
Gráfico 8: Maiores e menores IDEBs médios do período 2013 a 2023 - por UF



Fonte: Elaboração própria a partir de indicadores da educação básica - 2013 a 2023 (INEP)

Os resultados históricos do DF, apresentados no Gráfico 9, demonstram uma queda do IDEB em todos segmentos e em ambas rede de ensino, a partir de 2021 e 2023. Este achado, assim como os resultados isolados nos níveis de proficiência em Língua Portuguesa e Matemática, reforçam a necessidade da adoção de ações para melhorar os resultados localmente.

Gráfico 9: Variação do IDEB entre 2013 e 2023 - Distrito Federal

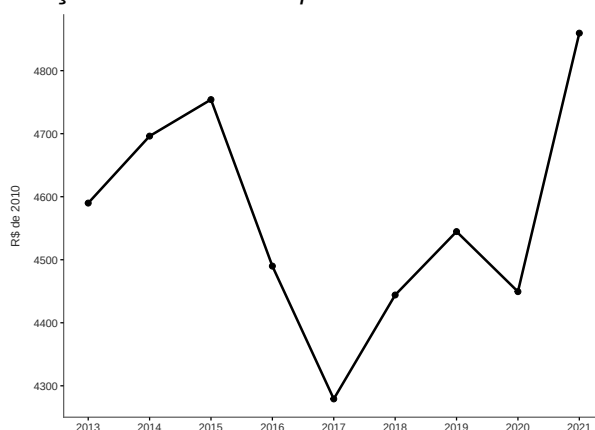


Fonte: Elaboração própria a partir de indicadores da educação básica - 2013 a 2023 (INEP)

3.1.3 Investimento por estudante

Gráfico 10 revela uma forte oscilação do investimento por estudante entre 2013 e 2021. Nesta análise comparativa, os valores anuais divulgados pelo INEP foram equalizados, utilizando o Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC), ano base 2010. Sem necessidade de fazer uma conversão para dólares, é possível afirmar com segurança que os valores investidos são significativamente inferiores à média dos países membro da OCDE, de U\$ 11.735 por ano, apontado em relatório recente dessa entidade ².

Gráfico 10: Variação do investimento por estudante entre 2013 e 2021 - Brasil



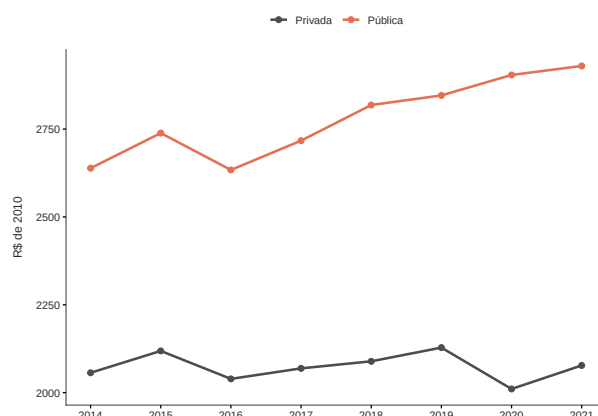
Fonte: Elaboração própria a partir de indicadores da educação básica - 2013 a 2021 (INEP)

Essas evidências são preocupantes, pois revelam uma inconsistência dos investimento que podem prejudicar a continuidade de políticas educacionais de longo prazo.

3.1.4 Remuneração Média dos Docentes

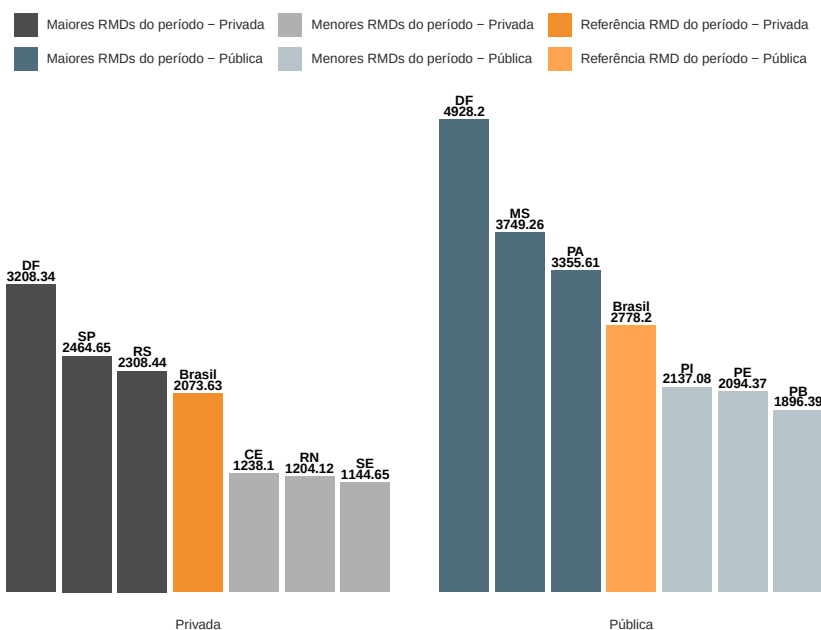
Apesar dos dados do INEP não deixarem claro se benefícios diretos e indiretos são computados nos valores divulgados, o Gráfico 11 revela uma diferença no patamar de remuneração dos docentes da rede pública a rede particular. Há um aumento das remunerações durante o período analisado, a preços de 2010, em favor dos docentes da rede pública. Ao contrário, a remuneração dos docentes da rede privada se manteve num patamar de pouca variação.

²Chapter C1. How much is spent per student on educational institutions? *Education at a Glance 2024*, disponível em https://www.oecd.org/en/publications/education-at-a-glance-2024_c00cad36-en/full-report/how-much-is-spent-per-student-on-educational-institutions_5351aa21.html?

Gráfico 11: Variação da remuneração média dos docentes entre 2014 e 2021 - Brasil

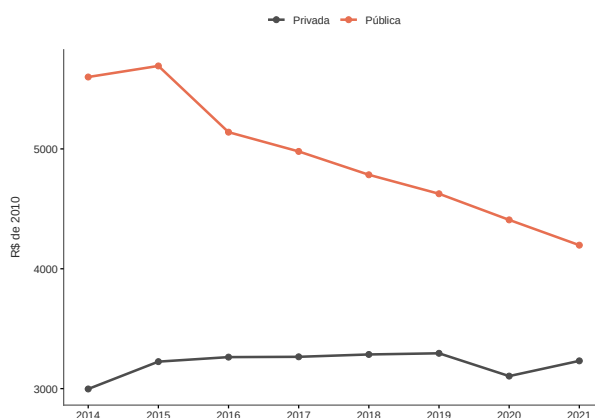
Fonte: Elaboração própria a partir de indicadores da educação básica - 2014 a 2021 (INEP)

Quando analisados os resultados nacionais com maiores e menores remunerações, o DF se destaca em ambas redes. Conforme pode ser observado no Gráfico 12, os estados com menores remunerações fazem parte da região que apresentam os menores níveis de proficiência: a região nordeste.

Gráfico 12: Maiores e menores remunerações médias dos docentes

Fonte: Elaboração própria a partir de indicadores da educação básica - 2014 a 2021 (INEP)

Em que pese o destaque pela melhor remuneração de docentes no país, o Gráfico 13 demonstra uma queda acentuada dos valores, a preços de 2010, para os professores da rede pública do DF.

Gráfico 13: Variação da remuneração média dos docentes entre 2014 e 2021 - Distrito Federal

Fonte: Elaboração própria a partir de indicadores da educação básica - 2014 a 2021 (INEP)

Ainda que a remuneração dos professores da rede pública de ensino do DF se destaque no cenário nacional, esta é historicamente inferior à remuneração dos demais servidores públicos distritais, o que associado à percepção na queda de seu poder aquisitivo ao longo da última década, pode influenciar a motivação da execução do trabalho diário no magistério. Esse conjunto de fatores pode ser analisado em estudo posterior, para avaliar se há evidências associadas à queda do desempenho distrital desde 2017.

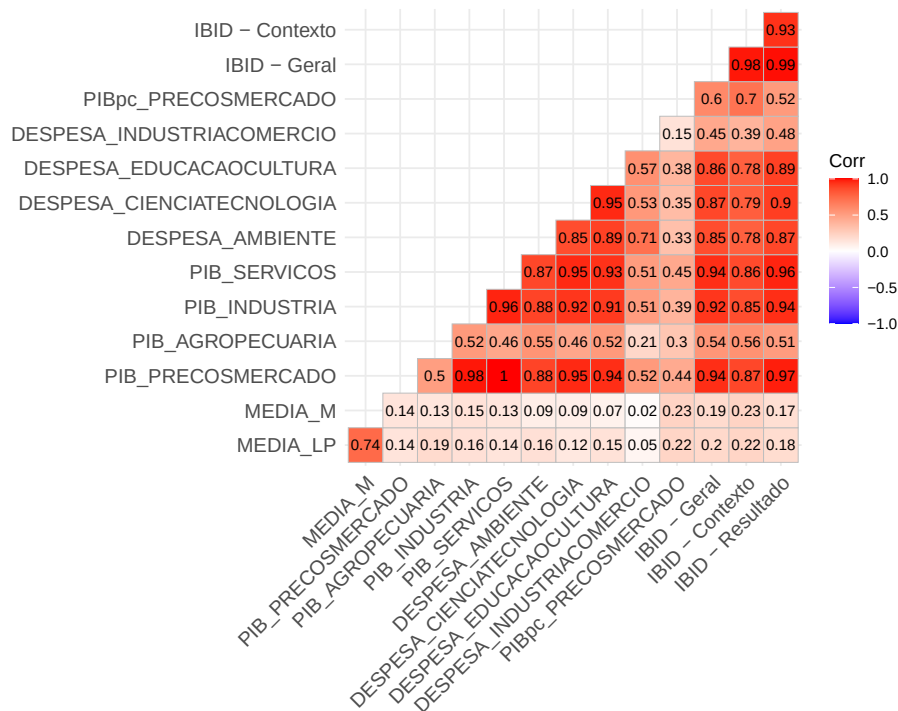
3.2 Testes econométricos

3.2.1 Testes de Correlação

Nos testes de correlação que são apresentados nesta seção, foram aplicadas as notas médias agregadas do SAEB e variáveis de desempenho econômico, renda, despesas públicas e inovação. Os dados considerado estão agregados por ano, UF, rede de ensino e segmento/etapa da educação básica. A defasagem temporal entre as habilidades cognitivas, mensuradas pelos níveis de proficiência em Língua Portuguesa e Matemática, e os resultados macroeconômicos também foi aplicada.

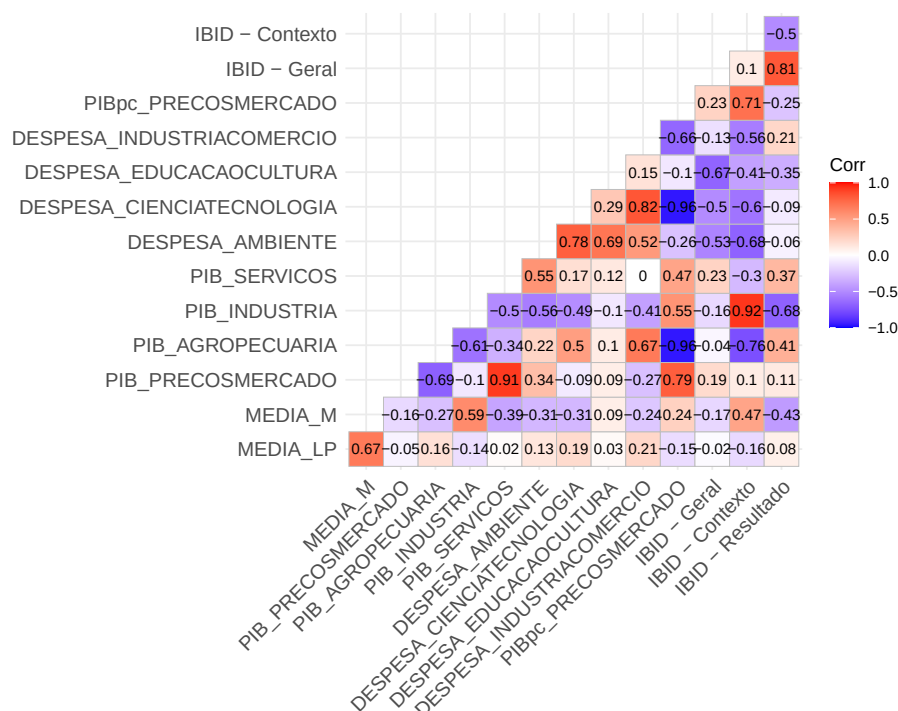
A Figura 2 apresenta um mapa de correlações de Pearson entre as notas médias agregadas do SAEB e variáveis de desempenho econômico, renda, despesas públicas e inovação. As correlações variam entre 0,02 e 1. As correlações mais altas ocorrem entre resultados econômicos, despesas públicas e indicadores de inovação.

Em relação às correlações das variáveis econômicas com os níveis de proficiência em Língua Portuguesa e Matemática, observa-se baixa correlação, com coeficientes não superiores a 0,22. Em que pese parte dos coeficientes indicarem baixa correlação, o fato de serem positivos demonstra a compatibilidade com o modelo teórico que orienta a análise empírica desenvolvida nesta pesquisa.

Figura 2: Correlação de Pearson - Brasil

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003-2013, dados macroeconômicos do IPEA e dados do INPI

Por outro lado, quando considerados apenas os resultados do DF, o mapa de correlações de Pearson, Figura 3, apresenta tanto correlações positivas quanto negativas, com variação de -0,96, que indica correlação inversa quase perfeita, e 0,91, que indica alta correlação positiva.

Figura 3: Correlação de Pearson - DF

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003-2013 e dados macroeconômicos IPEA e dados do INPI

A comparação entre os mapas, Figuras 2 e 3, evidencia como os resultados estatísticos mudam em função do nível de agregação dos dados. No caso da agregação que considera os resultados de todas as UF's, os coeficientes refletem variações associadas às diferenças estruturais das economias regionais. Nesse recorte, variáveis como produto interno bruto, despesas públicas setoriais e indicadores de inovação tendem a apresentar maior correlação positiva, não necessariamente por relações causais diretas, mas por compartilharem trajetórias semelhantes.

Parte dessas correlações pode ser atribuída a efeitos de composição e à presença de tendências comuns, o que eleva os coeficientes e sugere um grau de associação mais forte do que aquele que se observaria em análises mais desagregadas ou controladas.

Por outro lado, ao direcionar a análise exclusivamente aos resultados do DF, a variação é limitada às oscilações no tempo dentro de uma mesma economia. Essa mudança pode reduzir a variabilidade dos dados e conduzir a flutuações pontuais. Nesse cenário, as correlações, negativas ou positivas, apresentadas no teste realizado não devem ser interpretadas, necessariamente, como evidência de dependência entre variáveis.

Outra questão que pode afetar os coeficientes de correlação entre as variáveis do DF, está relacionada às suas particularidades: estrutura e organização administrativa, assim como disponibilidade de recursos públicos, diferente dos demais entes federativos. Tais especificidades exigem o aprofundamento das pesquisas para entender

como essa dinâmica própria afeta os resultados econômicos e educacionais.

3.2.2 Testes de Regressão

A fim de testar empiricamente se melhores resultados educacionais estão associados a melhores indicadores econômicos e a maior desempenho inovador, foram testados modelos alternativos de regressão linear, simples e múltipla, incluindo: *Pooled*; efeitos fixos; e efeitos aleatórios.

Como medida complementar, buscando conferir maior robustez aos modelos testados, foram aplicados erros padrão robustos. A utilização de erros padrão robustos não altera os coeficientes estimados dos modelos, mas impacta diretamente suas medidas de precisão, em especial os erros padrão e p-valores. Dessa forma, a significância estatística dos coeficientes torna-se mais confiável, evitando conclusões potencialmente enviesadas decorrentes da presença de heterocedasticidade ou autocorrelação.

A seleção dentre os modelos testados foi orientada a partir dos testes de Chow, Breusch-Pagan Hausman. Assim, a interpretação dos coeficientes estimados em cada modelo deve ser realizada em função do modelo considerado mais adequado segundo esses critérios. Dessa forma, as conclusões obtidas apresentam maior consistência e confiabilidade, contribuindo para uma análise mais robusta da relação entre desempenho educacional e desempenho econômico. Importante realçar que foram adotados os mesmo pressupostos dos teste de correlação, da seção anterior, tanto em relação à defasagem temporal quanto à granularidade dos dados.

Importante ressaltar que a estimação dos modelos de efeitos aleatórios não convergiu para algumas combinações específicas de variáveis dependentes e de controle, especialmente as variáveis de despesas públicas gerando erro de singularidade computacional da matriz de regressão. Esse tipo de problema está normalmente associado à presença de colinearidade entre as variáveis independentes, ainda que não haja correlações bivariadas elevadas. Em modelos com múltiplos regressores, a colinearidade pode surgir de relações lineares mais complexas entre as variáveis, não captadas por medidas simples como o coeficiente de correlação de Pearson. No contexto de dados em painel, essa situação pode se intensificar devido à forma como o modelo de efeitos aleatórios utiliza simultaneamente a variação ao longo do tempo e entre as unidades. Diante disso, foram apresentados os testes apenas dos modelos que puderam ser estimados de forma adequada.

A Tabela 1 apresenta os resultados das regressões em painel com PIB a preços de mercado como variável dependente, tendo como variáveis independentes, separadamente, as médias de proficiência em Língua Portuguesa e em Matemática. No caso de $MEDIA_{LP}$, observa-se coeficiente positivo em todas as especificações, embora sem significância estatística no modelo *Pooled*. Já nos modelos de efeitos fixos e efeitos aleatórios, o coeficiente se mostra positivo e estatisticamente significativo ao nível de

0,001%, sugerindo que aumento da proficiência em Língua Portuguesa estão associados a elevações do PIB agregado. O teste de Hausman sugere o modelo de efeitos aleatórios como o mais adequado

Por outro lado, para $MEDIA_M$, os coeficientes não apresentam significância estatística, e no modelo de efeitos fixos o valor estimado é praticamente nulo. Esse resultado indica que, na especificação simples, não há evidência consistente de associação entre a proficiência média em Matemática e aumento do PIB.

Tabela 1: Coeficientes da regressão linear simples (Pooling, FE e RE)- Variável dependente: PIB_{PM}

	Pooling _{LP}	Efeitos Fixos _{LP}	Efeitos Aleatórios _{LP}	Pooling _M	Efeitos Fixos _M	Efeitos Aleatórios _M
(Intercepto)	-111030666.699 (215712877.533)		73056551.209* (28883938.418)	-62093649.745 (157190558.905)		1.553446e+08*** (30120860.053)
MEDIA_LP	1157392.606 (970535.945)	353851.742*** (91607.289)	358471.211*** (92099.172)			
MEDIA_M				827945.396 (622837.532)	-14.155 (30257.702)	1.192564e+03 (30415.457)
Num.Obs.	324	324	324	323	323	323
R ²	0.021	0.062	0.054	0.019	0.000	0.001
RMSE	253487070.88	12080448.50	13208317.66	253977559.18	12494922.00	13683046.22
Std.Errors	Custom	Custom	Custom	Custom	Custom	Custom
Chow		-			-	
Breusch-Pagan		0.000			0.000	
Hausman		0.498			0.011	

+ p < 0.1; * p < 0.05; ** p < 0.01; *** p < 0.001

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2013 (INEP) e de dados macroeconômicos 2013 a 2023 (IPEA)

A Tabela 2 inclui o PIB per capita como variável de controle, mantendo o PIB agregado como variável dependente. O principal resultado dessa especificação é a associação positiva e estatisticamente significativa do PIB agregado com as variáveis independentes $Nota_{LP}$ e PIB *per capita* nos modelos robustos. O teste de Hausman sugere o modelo de efeitos aleatórios com os mais adequados. Este modelo indica que as UFs com maior renda tendem a apresentar também maior desempenho econômico. A inclusão do PIB *per capita* como variável de controle: A $MEDIA_{LP}$ permanece com sinal positivo e significância estatística no modelo selecionado, embora com magnitude menor do que na regressão simples.

Já a $MEDIA_M$ perde completamente significância estatística, o que sugere que a hipótese de que o PIB agregado pode ser explicado pelo desempenho dos alunos da educação básica em Matemática, em conjunto com o PIB *per capita*, deve ser rejeitada.

Esses resultados sugerem que parte da associação inicialmente observada entre desempenho escolar e PIB agregado pode estar sendo mediada ou absorvida pelo nível de renda. Além disso, o aumento do coeficiente de determinação, R^2 , em relação ao modelo simples, é expressivo. Tais resultados indicam que a renda pode explicar, de forma mais eficiente, o crescimento econômico,

Tabela 2: Coeficientes da regressão linear múltipla (Pooling, FE e RE) - Variável dependente: PIB_{PM} ; Variável de controle: PIB per capita

	Pooling _{LP}	Efeitos Fixos _{LP}	Efeitos Aleatórios _{LP}	Pooling _M	Efeitos Fixos _M	Efeitos Aleatórios _M
(Intercepto)	-144628456.945 (2.047312e+08)		20638901.195 (26150828.382)	-112739026.153 (149336299.618)		55817875.456** (19684003.669)
MEDIA _{LP}	386879.870 (9.165670e+05)	139557.970* (60218.584)	141472.713* (61090.612)			
PIBpc	12259.763* (6.190558e+03)	5795.672*** (1069.442)	5881.865*** (1115.509)	12303.795* (6234.250)	5933.669*** (1037.951)	6025.755*** (1087.962)
MEDIA _M				211317.999 (573852.041)	-19021.136 (20278.009)	-19711.129 (19942.447)
Num.Obs.	270	270	270	269	269	269
R ²	0.194	0.487	0.441	0.192	0.477	0.432
RMSE	227440818.36	7383705.62	8270476.96	227896118.07	7467945.56	8367933.88
Std.Errors	Custom	Custom	Custom	Custom	Custom	Custom
Chow		-			-	
Breusch-Pagan		0.000			0.000	
Hausman		0.049			0.065	

+ p < 0.1; * p < 0.05; ** p < 0.01; *** p < 0.001

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2013 (INEP) e de dados macroeconômicos 2013 a 2023 (IPEA)

Na Tabela 3, a variável de controle passa a ser o IBID, mantendo o PIB agregado como variável dependente. MEDIA_{LP} apresenta significância apenas nos modelos de efeitos fixos e aleatórios, enquanto MEDIA_M é significativa apenas no modelo de efeitos aleatórios. O teste de Hausman sugere o modelo de efeitos fixos como mais adequado. Os coeficientes são positivos e significativos, com níveis de confiança acima de 90%, para o IBID em todos modelos testados, o que revela forte associação entre esse indicador e o desempenho econômico agregado. Nesta configuração, as variáveis de desempenho educacional assumem papel secundário.

O valor de elevado R², próximo de 0,89, comparado ao valor estimado no modelo descrito na Tabela 1, sugere que grande parte da variação do desempenho econômico deve ser melhor explicada pelos níveis de inovação do que pela variação das habilidades cognitivas, mensuradas pelo SAEB.

Tabela 3: Coeficientes da regressão linear múltipla (Pooling, FE e RE) - Variável dependente: PIB_{PM} ; Variável de controle: IBID

	Pooling _{LP}	Efeitos Fixos _{LP}	Efeitos Aleatórios _{LP}	Pooling _M	Efeitos Fixos _M	Efeitos Aleatórios _M
(Intercepto)	-147167921.950+ (77561982.551)		-122060787.618* (52737074.966)	-162516892.846** (58018889.654)		-118192428.122+ (60726596.255)
MEDIA _{LP}	-384363.679 (349098.320)	321849.482*** (82064.920)	217257.561* (89705.561)			
IBID	1575606785.228*** (144934947.524)	211265913.130+ (108740892.147)	916470867.911*** (264379902.107)	1574530988.237*** (144421369.217)	276431968.565* (129031256.716)	990551537.091*** (261681389.475)
MEDIA _M				-276936.756 (219691.573)	29325.305 (36514.409)	105465.038* (43830.160)
Num.Obs.	324	324	324	323	323	323
R ²	0.890	0.087	0.391	0.889	0.039	0.412
RMSE	85123246.82	11923530.45	15834066.91	85312232.07	12248511.43	15920457.02
Std.Errors	Custom	Custom	Custom	Custom	Custom	Custom
Chow		-			-	
Breusch-Pagan		0.000			0.000	
Hausman		0.000			0.000	

+ p < 0.1; * p < 0.05; ** p < 0.01; *** p < 0.001

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2013 (INEP), dados macroeconômicos 2013 a 2023 (IPEA) e IBID 2014 a 2025 (INPI)

A Tabela 4 considera duas variáveis de controle, o PIB per capita e o IBID, para junto com os níveis de proficiência em Língua Portuguesa e Matemática, testar a hipótese

de que podem explicar o PIB agregado. Os resultados mostram que o IBID permanece com coeficiente positivo e estatisticamente significativo, acima de 95%, em todas as especificações, confirmando sua robustez como variável associada ao desempenho econômico.

O PIB per capita também se mostra estatisticamente significativo, com nível de confiança acima de 99,9%, em todos os modelos, mas com um ponto em destaque: seu coeficiente é negativo no modelo *Pooled* e positivo nos modelos de efeitos fixos e aleatórios. Essa inversão de sinal sugere que a heterogeneidade entre as unidades afeta os resultados quando não controlada.

As variáveis de proficiência perdem robustez nessa configuração de variáveis, apresentando significância marginal em alguns modelos: Efeitos fixos para Língua Portuguesa e efeitos aleatórios para Matemática, com nível de confiança acima de 90% para ambas disciplinas. Isso sugere que o efeito das habilidades cognitivas não é claro quando controlado simultaneamente por fatores econômicos.

Tabela 4: Coeficientes da regressão linear múltipla (Pooling, FE e RE) - Variável dependente: PIB_{PM} ; Variáveis dependentes: PIB per capita e IBID

	Pooling _{LP}	Efeitos Fixos _{LP}	Efeitos Aleatórios _{LP}	Pooling _M	Efeitos Fixos _M	Efeitos Aleatórios _M
(Intercepto)	-1.311849e+08+ (6.784005e+07)		-1.052551e+08** (3.333184e+07)	-163094125.735** (5.074626e+07)		-1.392008e+08* (5.421214e+07)
MEDIA _{LP}	-2.429504e+05 (3.054556e+05)	9.949468e+04+ (59680.809)	-2.277933e+04 (9.038455e+04)			
PIBpc	-5.609918e+03*** (1.251126e+03)	5.712467e+03*** (1014.193)	5.439329e+03*** (1.046077e+03)	-5664.540*** (1.257128e+03)	5.688390e+03*** (934.910)	4.949005e+03*** (9.477810e+02)
IBID	1.754346e+09*** (1.271980e+08)	1.643110e+08** (49762787.758)	6.875976e+08** (2.204606e+08)	1750745772.305*** (1.277947e+08)	1.941848e+08** (64810538.854)	7.467906e+08** (2.309760e+08)
MEDIA _M				-82248.419 (1.838284e+05)	7.707312e+03 (26311.489)	8.415980e+04+ (4.561647e+04)
Num.Obs.	270	270	270	269	269	269
R ²	0.915	0.506	0.513	0.914	0.501	0.529
RMSE	73745393.64	7244764.36	11327554.19	74177799.29	7293476.74	11226312.54
Std.Errors	Custom	Custom	Custom	Custom	Custom	Custom
Chow		-			-	
Breusch-Pagan		0.000			0.000	
Hausman		0.000			0.000	

+ p < 0.1; * p < 0.05; ** p < 0.01; *** p < 0.001

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2013 (INEP), dados macroeconômicos 2013 a 2023 (IPEA) e IBID 2014 a 2025 (INPI)

A Tabela 5 altera a variável dependente, passando a utilizar o PIB *per capita*, sem inclusão de variáveis de controle. Nessa configuração, os resultados indicam que a variável MEDIA_{LP} apresenta associação fraca com o PIB per capita, sendo significativa apenas marginalmente no modelo *Pooled*. No caso da variável MEDIA_M apresenta um comportamento mais consistente, com coeficiente positivo e estatisticamente significativo nos três modelos testados.

Esse resultado sugere que o desempenho em Matemática pode estar mais diretamente associado ao nível de renda do que o desempenho em Língua Portuguesa. Por outro lado, os valores do Coeficiente de Determinação são relativamente baixos, menores que 6,1%, indicando que a capacidade explicativa isolada dessas variáveis é limitada, porém razoável, tendo em vista que a renda depende de outros fatores além das capacidades cognitivas. O teste de Hausman favorece o uso do modelo de efeitos

fixos para Matemática.

Tabela 5: Coeficientes da regressão linear simples (Pooling, FE e RE) - Variável dependente: PIB per capita

	Pooling _{LP}	Efeitos Fixos _{LP}	Efeitos Aleatórios _{LP}	Pooling _M	Efeitos Fixos _M	Efeitos Aleatórios _M
(Intercepto)	3548.863 (7244.327)		15453.851*** (2891.964)	4654.576 (5262.401)		13825.286*** (1161.273)
MEDIA _{LP}	59.284+ (32.594)	3.569 (12.111)	7.242 (11.125)			
MEDIA _M				46.793* (20.616)	11.828*** (3.451)	12.316*** (3.478)
Num.Obs.	270	270	270	269	269	269
R ²	0.046	0.001	0.002	0.054	0.061	0.053
RMSE	8612.96	1219.19	1364.51	8591.98	1182.45	1324.26
Std.Errors	Custom	Custom	Custom	Custom	Custom	Custom
Chow		-			-	
Breusch-Pagan		0.000			0.000	
Hausman		0.114			0.016	

+ p < 0.1; * p < 0.05; ** p < 0.01; *** p < 0.001

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2013 (INEP) e dados macroeconômicos 2013 a 2023 (IPEA)

Na Tabela 6, o PIB per capita permanece como variável dependente, mas passa a incluir o IBID como variável de controle. O resultado mais robusto é novamente o do IBID, que apresenta coeficiente positivo e estatisticamente significativo na maior parte dos modelos, indicando associação consistente com melhores resultados econômicos em termos renda.

A variável MEDIA_{LP}, assim como nos modelos testados na Tabela 5, deixa de apresentar significância estatística. Em contrapartida, a MEDIA_M assume coeficientes positivos e estatisticamente significativos nos modelos de efeitos fixos e aleatórios, reforçando a percepção de que a proficiência em Matemática possui relação mais estável com a renda. O teste de Hausman é favorável ao modelo de efeitos fixos em Matemática.

Tabela 6: Coeficientes da regressão linear múltipla (Pooling, FE e RE) - Variável dependente: PIB per capita; Variável de Controle: IBID

	Pooling _{LP}	Efeitos Fixos _{LP}	Efeitos Aleatórios _{LP}	Pooling _M	Efeitos Fixos _M	Efeitos Aleatórios _M
(Intercepto)	2602.210 (6193.466)		10333.954*** (2762.366)	2125.244 (4589.761)		5154.359*** (1271.312)
MEDIA _{LP}	27.285 (28.607)	1.125 (12.261)	0.479 (11.192)			
IBID_Geral	33232.735*** (6949.642)	9948.097 (10775.680)	26801.934*** (4589.344)	33048.844*** (6848.255)	25040.255* (10382.946)	31062.043*** (5065.736)
MEDIA _M				25.380 (18.261)	14.901*** (3.595)	15.860*** (3.247)
Num.Obs.	270	270	270	269	269	269
R ²	0.369	0.006	0.090	0.375	0.091	0.163
RMSE	7005.11	1216.12	1367.40	6984.45	1163.60	1297.04
Std.Errors	Custom	Custom	Custom	Custom	Custom	Custom
Chow		-			-	
Breusch-Pagan		0.000			0.000	
Hausman		0.057			0.681	

+ p < 0.1; * p < 0.05; ** p < 0.01; *** p < 0.001

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2013 (INEP), dados macroeconômicos 2013 a 2023 (IPEA) e IBID 2014 a 2025 (INPI)

A Tabela 7 passa a considerar o IBID como variável dependente, sem uso de variáveis de controle. Para MEDIA_{LP}, os coeficientes são positivos e estatisticamente

significativos, com nível de confiança acima de 90%, no modelo *Pooled*, e acima de 95% nos modelos de efeitos fixos e aleatórios. Para $MEDIA_M$, apesar da significância estatística com nível de confiança acima de 99,9% para os modelos robustos e acima de 90% para o modelo *Pooled*, os resultados são divergentes entre os modelos testados: No *Pooled*, o sinal do coeficiente é positivo; nos modelos de efeitos fixos e aleatórios, o coeficiente se torna negativo.

Como os coeficientes são muito pequenos e o sinal se altera entre especificações, a interpretação deve ser feita com cuidado, preferencialmente com uso de estudos complementares. O coeficiente de determinação nestes modelos é baixo, indicando capacidade explicativa limitada. O teste de Hausman não rejeita os efeitos aleatórios, o que permite considerar esse modelo como melhor escolha dentre os testados.

Tabela 7: Coeficientes da regressão linear simples (Pooling, FE e RE) - Variável dependente: IBID

	Pooling _{LP}	Efeitos Fixos _{LP}	Efeitos Aleatórios _{LP}	Pooling _M	Efeitos Fixos _M	Efeitos Aleatórios _M
(Intercepto)	0.023 (0.126)		0.212*** (0.023)	0.064 (0.091)		0.276*** (0.022)
$MEDIA_{LP}$	0.001+ (0.001)	0.000* (0.000)	0.000* (0.000)			
$MEDIA_M$				0.001+ (0.000)	-0.000*** (0.000)	-0.000*** (0.000)
Num.Obs.	324	324	324	323	323	323
R ²	0.041	0.021	0.019	0.037	0.077	0.062
RMSE	0.15	0.01	0.01	0.15	0.01	0.01
Std.Errors	Custom	Custom	Custom	Custom	Custom	Custom
Chow		-			-	
Breusch-Pagan		0.000			0.000	
Hausman		0.132			0.389	

+ p < 0.1; * p < 0.05; ** p < 0.01; *** p < 0.001

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2013 (INEP); IBID 2014-2025 (INPI)

A última configuração testada, apresentada na Tabela 8 mantém o IBID como variável dependente, mas adiciona o PIB per capita como variável de controle. O PIB per capita apresenta coeficiente positivo e estatisticamente significativo na maior parte das especificações, sugerindo que melhores rendas estão associadas a melhores resultados no indicador de inovação. A variável $MEDIA_{LP}$ continua com sinal positivo e significância estatística nos modelos de efeitos fixos e aleatórios, o que reforça sua associação favorável com o IBID.

Já a $MEDIA_M$ mantém coeficiente negativo e estatisticamente significativo nos modelos de efeitos fixos e aleatórios, reproduzindo o padrão observado na tabela anterior. Como o teste de Hausman aponta p-valores reduzidos em ambas as especificações, o modelo de efeitos fixos é o indicado como mais adequado. Nesse sentido, os resultados sugerem que, controlado o PIB per capita, a proficiência em Língua Portuguesa mantém associação positiva com o IBID, ao passo que o comportamento da proficiência em Matemática permanece instável e exige investigação adicional.

Tabela 8: Coeficientes da regressão linear múltipla (Pooling, FE e RE)- Variável dependente: IBID;
Variável de controle: PIB per capita

	Pooling _{LP}	Efeitos Fixos _{LP}	Efeitos Aleatórios _{LP}	Pooling _M	Efeitos Fixos _M	Efeitos Aleatórios _M
(Intercepto)	-0.008 (0.110)		0.172*** (0.020)	0.029 (0.081)		0.256*** (0.020)
MEDIA _{LP}	0.000 (0.000)	0.000** (0.000)	0.000** (0.000)			
PIBpc	0.000** (0.000)	0.000 (0.000)	0.000+ (0.000)	0.000** (0.000)	0.000* (0.000)	0.000** (0.000)
MEDIA _M				0.000 (0.000)	-0.000*** (0.000)	-0.000*** (0.000)
Num.Obs.	270	270	270	269	269	269
R ²	0.365	0.059	0.062	0.362	0.150	0.133
RMSE	0.12	0.01	0.01	0.12	0.01	0.01
Std.Errors	Custom	Custom	Custom	Custom	Custom	Custom
Chow		-			-	
Breusch-Pagan		0.000			0.000	
Hausman		0.000			0.000	

+ p < 0.1; * p < 0.05; ** p < 0.01; *** p < 0.001

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2013 (INEP), dados macroeconômicos 2013 a 2023 (IPEA) e IBID 2014-2025 (INPI)

De forma complementar, foi realizado o cálculo do Fator de Inflação de Variância (*Variance Inflation Factor* - VIF), para diagnóstico de multicolinearidade nos modelos de regressão múltipla testados. Multicolinearidades entre as variáveis independentes podem provocar efeito de *overfitting*, e potencialmente a estimativas enviesadas. Em todos os modelos, o VIF indica valores entre 1,03 e 1,07, que apontam para a ausência de multicolinearidades significativas.

Do ponto de vista metodológico, os testes de VIF reforçam a robustez dos modelos. Neste cenário, a perda de significância observada nos coeficientes de proficiência novos são incluídas variáveis de controle, deve decorrer de outros fatores que não a alta correlação entre as variáveis explicativas.

Uma avaliação conjunta dos resultados apresentados nesta seção indicam que a relação entre desempenho educacional e indicadores econômicos existe, mas não se apresenta de forma uniforme. O IBID mostrou-se a variável com maior robustez para explicar a renda e o desempenho econômico dos Estados brasileiros. As médias de proficiência em Língua Portuguesa, ainda que de forma limitada, estão mais associadas ao PIB agregado e IBID, enquanto Matemática à renda, ainda que este apresente resultados mais sensíveis à especificação adotada quando controles adicionais são incluídos.

Cabe destacar que os resultados devem ser interpretados com cautela devido à possível presença de endogeneidade. Os modelos de regressão múltipla com PIB como variável dependente e IBID ou IBID e PIB *per capita* como variáveis de controle, apresentaram intercepto negativo quando a variável independente eram as notas médias em matemática, e os modelos de regressão com o IBID como variável dependente, apresentaram coeficientes β negativos para Matemática. Esses resultados ascendem um alerta por serem contraintuitivos, mas possivelmente devem estar sendo afetados por causalidade reversa ou pela omissão de variáveis relevantes.

A relação entre qualidade da educação e renda pode ser marcada por endoge-

neidade, uma vez que regiões com maior renda tendem também a investir mais em educação. Em relação ao efeito da educação sobre a inovação, é provável que haja a presença de endogeneidades, considerando que regiões mais inovadoras demandam maior qualificação educacional, caracterizando possível causalidade reversa. A endogeneidade também pode estar presente na relação entre crescimento econômico e qualidade da educação, dado que economias mais desenvolvidas possuem maior capacidade de investimento educacional. Neste contexto, é fundamental considerar que os resultados desta seção devem ser interpretados como associações, e não como evidência causal direta.

Os achados sugerem que a dimensão educacional afetam o desempenho econômico de forma complexa. Assim, outros indicadores educacionais podem ser mais efetivos do que resultados de proficiência isolados, para explicar resultados econômicos.

Dessa forma, os coeficientes estimados indicam associações estatísticas, não permitindo inferir causalidade de forma definitiva.”

3.3 Destaques nos níveis e na evolução temporal de proficiência

3.3.1 Destaques nos níveis de proficiência

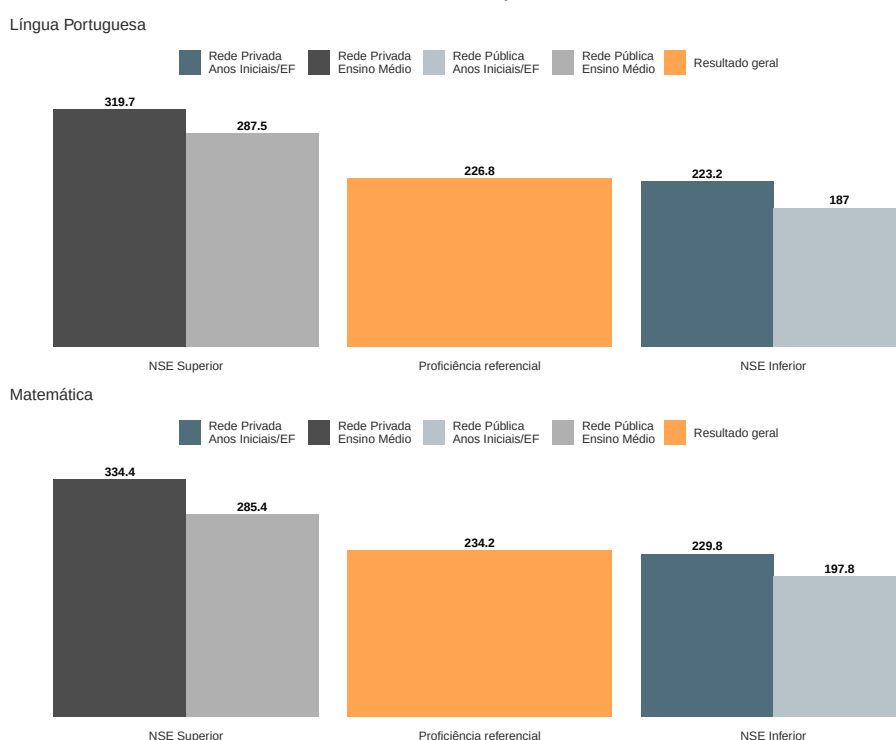
As Tabelas 13, 14, 15 e 16, que compõe o Anexo B, apresentam, os 20 melhores e piores níveis de proficiência para Língua Portuguesa e Matemática, considerando os estratos resultantes de todas as possíveis combinações de variáveis sociodemográficas, socioeconômicas e educacionais. Nessas tabelas, é possível identificar padrões estruturais bastante consistentes. Os maiores níveis de proficiência concentram-se predominantemente entre estudantes da rede privada, matriculados no ensino médio e pertencentes a NSE mais elevados. Em contraste, os menores desempenhos são observados majoritariamente entre estudantes da rede pública, de NSE inferior e matriculados nos anos iniciais do ensino fundamental. Esse padrão sugere uma forte estratificação educacional no sistema de educação básica nacional, na qual o nível socioeconômico e o tipo de instituição escolar se mostram fatores fortemente associados ao desempenho acadêmico.

Adicionalmente, nos estratos de maior desempenho, observa-se um padrão diferenciado entre disciplinas: em Língua Portuguesa, os maiores desempenhos, e menores dispersões, concentram-se com maior frequência entre estudantes do gênero feminino, enquanto em Matemática predominam estudantes do gênero masculino, padrão consistente a literatura. Ao contrário, o gênero não apresenta um padrão tão consistente entre os piores desempenhos, indicando que as desigualdades socioeconômicas parecem exercer um peso maior do que as diferenças de gênero nesses estratos. Por fim, a presença de diferentes classificações de cor/raça entre os estratos

de alto desempenho, quando associadas a níveis socioeconômicos elevados, sugere que o efeito dessa variável tende a diminuir quando controlado por condições socioeconômicas.

O Gráfico 14 ilustra os níveis de proficiência nacionais. Os dados foram agrupados em NSE superior e inferior, e em cada um dos níveis, apresentados os dados da rede pública e particular para os segmentos que se destacaram entre aqueles com melhores e piores notas. Os resultados revelam que apesar da rede privada de ensino apresentar melhores resultados que a rede pública, o nível socioeconômico tem forte influência nas habilidades cognitivas mensuradas pelo SAEB.

Gráfico 14: Níveis de proficiência - Brasil



Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2013-2023

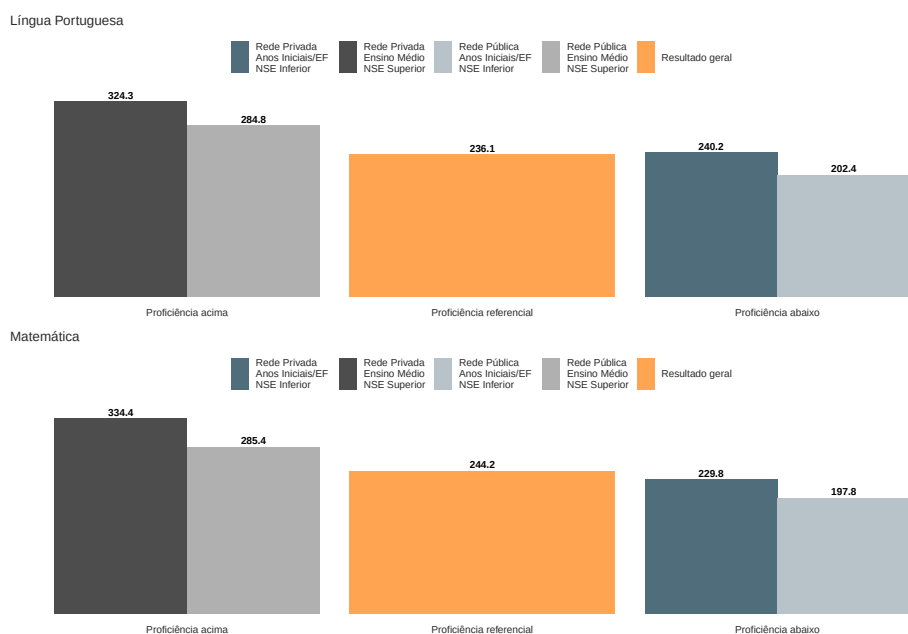
A análise das Tabelas 17, 18, 19 e 20, que considera a dimensão UF nos agrupamentos testados, confirma vários padrões já observados nas tabelas nacionais. Apesar dos fatores gênero e cor/raça variarem entre Estados, a variável rede, segmento e NSE permanecem como boas preditoras dos resultados. Isso indica que esse padrão é estrutural do sistema de educação básica brasileiro. Outro padrão observado refere-se à concentração regional dos resultados: (i) Nos melhores resultados, de alunos da rede privada, ensino médio e NSE Superior, Minas Gerais e Rio de Janeiro aparecem com maior frequência, acompanhados de Piauí, Distrito Federal, SP e Acre. Esse padrão sugere que alguns sistemas educacionais privados apresentam desempenho médio mais elevado que outros; (ii) Nos menores desempenhos, Amapá, Roraima, Amazonas, Mato Grosso do Sul, Maranhão, Alagoas aparecem com maior frequência.

Além do padrão observado nacionalmente, de piores notas de alunos dos anos iniciais da educação fundamental da rede pública e NSE inferior, a cor/raça que aparece com maior frequência é a indígena e amarela. Esses resultados sugerem que o desempenho nas avaliações do SAEB reflete não apenas características individuais dos estudantes, mas também desigualdades socioeconômicas e territoriais presentes no sistema de educação básica brasileiro.

Ao avaliar os resultados do DF no SAEB, por meio das Tabelas 21, 22, 23 e 24, novamente verifica-se que os padrões nacionais se repetem regularmente. Os estratos com maior desempenho em Língua Portuguesa e Matemática continuam concentrando alunos do ensino médio da rede privada e de NSE superior. Porém, alunos de cor/raça branca ou parda destacam-se com maior frequência. O padrão de melhor desempenho em Língua Portuguesa e Matemática, associado ao gênero feminino e masculino, respectivamente, também é observado em nível distrital.

Seguindo o padrão nacional, os estratos com menor desempenho, conforme Gráfico 15, concentram alunos da rede pública de ensino, dos anos iniciais da educação fundamental e de NSE inferior. Além desse padrão, observa-se a presença significativa de estudantes pretos, amarelos e indígenas. Essas diferenças indicam forte heterogeneidade educacional mesmo dentro de uma única Unidade Federativa.

Gráfico 15: Níveis de proficiência - DF



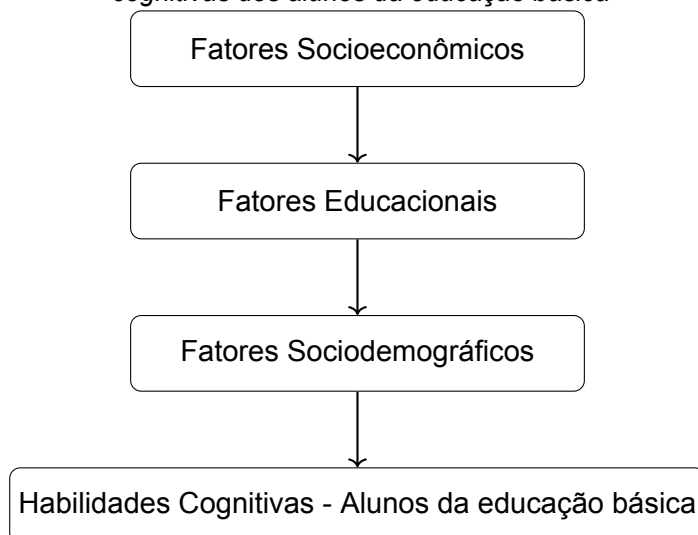
Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2013-2023

Integrando as observações desta seção, observar-se que os dados nacional revelam um padrão estrutural sólido para compreender os fatores determinantes para o desempenho acadêmico, que é complementado pelos dados dos Estados, que revelam desigualdades regionais, e pelo dados do DF, que reproduzem os padrões nacionais.

As tabelas contidas no Anexo B permitem determinar, de forma implícita e sem a utilização de ferramentas estatísticas sofisticadas, a hierarquia dos fatores determinantes para o desempenho educacional.

Quando observados os estratos de maior e menor desempenho no Brasil, nas UFs e no Distrito Federal, fica evidente que algumas variáveis mudam muito pouco entre os extremos, enquanto outras variam consideravelmente. Assim, conclui-se que as evidências empíricas sugerem a seguinte ordem de importância dos fatores para explicar o desempenho dos alunos da educação básica no SAEB: NSE; rede de ensino; etapa escolar; gênero; cor/raça. Aplicada à forma que essas variáveis são tratadas nesta dissertação, o modelo que define explica as habilidades cognitivas dos alunos da educação básica segue a hierarquia apresentada na Figura 4.

Figura 4: *Modelo hierárquico dos fatores condicionantes para explicar o nível das habilidades cognitivas dos alunos da educação básica*



Fonte: Elaboração própria

3.3.2 Destaques na evolução temporal de desempenho educacional

A análise da evolução temporal do desempenho dos estudantes, realizada a partir das Tabelas 25 à 36, inseridas no Anexo C, permite realizar inferências complementares àquelas tratadas na seção anterior. Sob a perspectiva de variação temporal, é possível avaliar a dinâmica de transformação das habilidades cognitivas ao longo do período analisado. Nesse sentido, a investigação das taxas de evolução e involução das proficiências em Língua Portuguesa e Matemática constitui um instrumento importante para avaliar a trajetória do sistema de educação básica brasileiro nas últimas duas décadas.

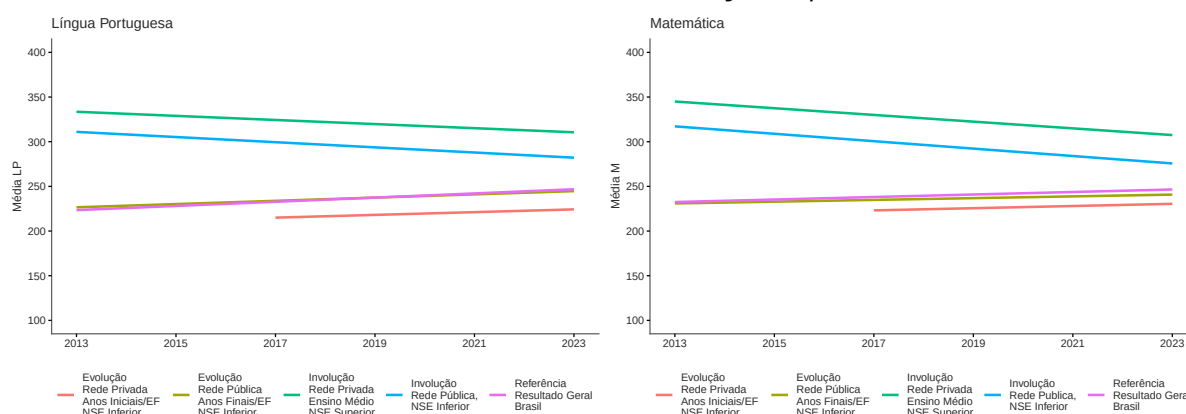
Ao considerar o período de 2003 a 2023, observa-se que o desempenho educacional não evoluiu de forma homogênea entre os diferentes estratos sociodemográficos, socioeconômicos e educacionais, explicitando a presença de padrões estruturais de

desigualdade educacional ou processos de convergência ou divergência entre grupos. A análise dessas trajetórias permite identificar estratos que têm apresentado ganhos consistentes de aprendizagem e quais permanecem em situação de estagnação ou mesmo retrocesso. Essa avaliação tem por objetivo indicar possíveis caminhos para políticas públicas e contribuir para uma compreensão mais aprofundada do papel da educação básica na formação do capital humano no país.

De modo geral, os resultados indicam que os maiores avanços tendem a ocorrer entre estudantes pertencentes aos estratos socioeconômicos mais baixos, especialmente nos anos iniciais do ensino fundamental. Por outro lado, estratos que ainda se destacam por maiores níveis de proficiência, tem apresentado, ao longo do tempo, resultados em declínio. Esse padrão sugere uma tendência à convergência dos níveis de proficiência entre alguns estratos.

Apesar dessa dinâmica observada, os níveis de proficiência permanecem significativamente divergentes, o que evidencia que a convergência ocorre de forma lenta. A análise das taxas de variação notas no SAEB também revela diferenças relevantes entre as disciplinas avaliadas. Em diversos estratos, a evolução em Língua Portuguesa apresentam comportamento distinto daquele observado em Matemática. O Gráfico 16 apresenta o modelo linear para o estrato que apresentou maiores taxas de declínio e maiores evoluções, além de outros modelos referenciais: alunos do ensino médio na rede pública e NSE superior e alunos da rede pública, dos anos final da Educação Fundamental e NSE inferior.

Gráfico 16: Maiores e menores taxas de variação de proficiência - Brasil



Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2013-2023

Outro aspecto observado refere-se às diferenças entre redes de ensino. Frequentemente as escolas públicas apresentam taxas de crescimento superiores às observadas na rede privada, sobretudo entre estudantes de níveis socioeconômicos mais baixos. Entretanto, a diferença de desempenho entre estudantes da rede pública e da rede privada permanece significativa ao longo do período analisado.

Um padrão se destaca dentre aqueles relacionados nas Tabelas 29, 30, 31 e 32: coeficientes de evolução altos aparecem frequentemente em estratos de Goiás e Mato Grosso do Sul, mas em grupos relativamente pequenos. Já altos coeficientes de declínio ficam evidentes principalmente em escolas privadas de estados da região nordeste.

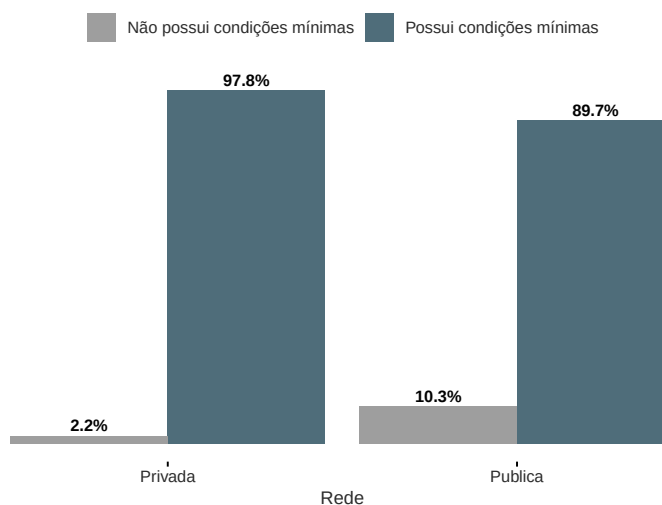
Ao observar os resultados no DF, nas Tabelas 33, 34, 35 e 36, observa-se, além dos padrões já observados no país, a evolução das notas para o estrato de alunos brancos da rede pública e NSE Intermediário. Porém, alunos do ensino médio e NSE superior, independente da rede de ensino têm apresentado alta taxa de declínio nas notas dos testes SAEB; acima da média nacional e principalmente em Matemática.

A análise das taxas de evolução da proficiência revela um padrão assimétrico entre os diferentes segmentos da educação básica. Enquanto os anos iniciais do ensino fundamental apresentam avanços consistentes ao longo do período analisado, o ensino médio mostra sinais de estagnação e, em alguns estratos, regressão no desempenho médio dos estudantes. Esse padrão sugere que as melhorias observadas no sistema educacional brasileiro nas últimas décadas concentraram-se predominantemente nos primeiros anos da trajetória escolar.

3.4 Condições de Acesso domiciliar às TICs

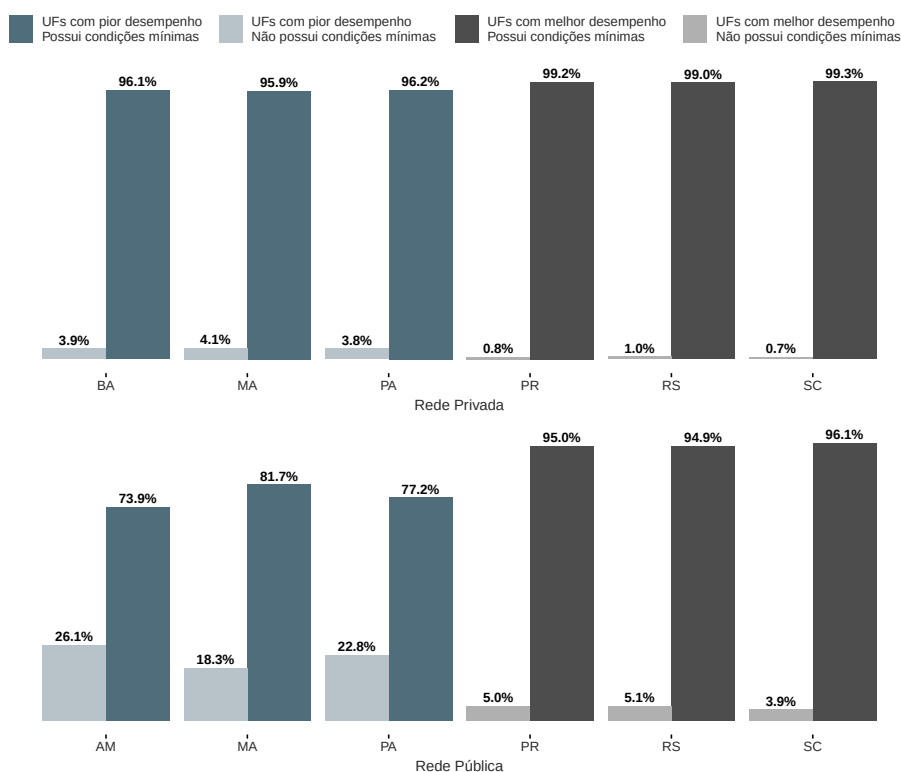
A análise das condições de acesso domiciliar às TICs, apresentada no Gráfico 17, revela desigualdades entre redes de ensino e entre unidades federativas. Na rede privada, o acesso mínimo a dispositivos digitais e internet domiciliar apresenta níveis próximos à universalização. Já na rede pública, observa-se percentuais significativamente inferiores. Importante destacar a presença dos três estados da região sul liderando os maiores níveis de acesso em ambas redes de ensino, assim como Maranhão e Pará dentre os estados com menores níveis de acesso. Amazonas e Bahia aparecem entre os estados com menor nível de acesso, respectivamente na rede pública e privada.

Por outro lado, mesmo com os resultados na rede pública, ainda é possível considerar esses recursos com potencial para serem explorados como ferramentas complementares de aprendizado em ambiente extra classe. Também pode acender um alerta de como uso excessivo dessas tecnologias pode estar afetando o desempenho dos alunos, principalmente aqueles com maior NSE, conforme discutido na seção 3.3.2.

Gráfico 17: Acesso domiciliar às TICs - Brasil

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2023

No recorte das unidades federativas, são apresentados graficamente os três estados com piores níveis e os três estados com melhores níveis de condições mínimas de acesso domiciliar às TICs. Os resultados foram agrupados por tipo de escola, no Gráfico 18.

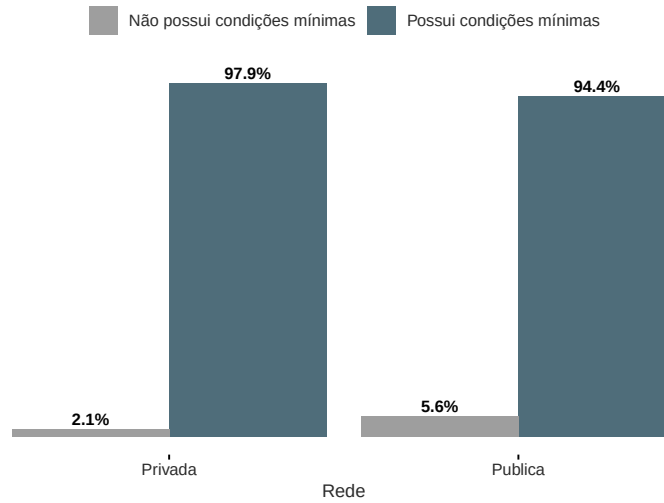
Gráfico 18: Acesso domiciliar às TICs - Melhores e piores níveis de acesso

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2023

No recorte distrital, 69,3% dos questionários dispunham de informações suficientes para avaliar a presença de condições mínimas de Acesso domiciliar às TICs. O resul-

tado das respostas válidas, agrupado por tipo de escola, é apresentado no Gráfico 19.

Gráfico 19: Acesso domiciliar às TIC - DF



Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2023

CAPÍTULO 4 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo tem como objetivo discutir os resultados apresentados no capítulo anterior, apresentando de forma mais direta suas implicações e vinculações com a literatura abordada no Capítulo 1.

Os resultados empíricos desta pesquisa indicam a existência de uma associação estatisticamente significativa entre o desempenho educacional, mensurado pelos resultados do SAEB, e indicadores de crescimento econômico e inovação nos estados brasileiros. A inclusão de defasagens temporais entre desempenho educacional e indicadores econômicos reflete a natureza cumulativa do capital humano, cujo impacto se materializa ao longo da vida dos indivíduos. Esse achado reforça a hipótese de que a qualidade da educação básica, ao influenciar a formação de habilidades cognitivas, exerce papel relevante na constituição do capital humano e, conseqüentemente, no desempenho econômico e na capacidade inovadora.

De forma geral, ainda que de forma relativamente modesta, os coeficientes estimados sugerem que estados com maiores níveis de proficiência em Língua Portuguesa e Matemática tendem a apresentar melhores indicadores de renda, crescimento econômico e inovação, mensurados pelo IBID. Esse resultado está alinhado à literatura internacional, especialmente aos estudos de Hanushek e Woessmann (2008), Hanushek e Woessmann (2012), que demonstram que habilidades cognitivas são preditores mais robustos do crescimento econômico do que medidas tradicionais baseadas apenas em anos de escolaridade.

Do ponto de vista econômico, a evolução do desempenho educacional possui implicações relevantes para o crescimento de longo prazo. A literatura enfatiza que o acúmulo de capital humano influencia diretamente a produtividade do trabalho, a difusão tecnológica e a capacidade inovadora (SCHULTZ, 1961; BECKER, 1993). Nesse sentido, trajetórias positivas de aprendizagem podem ampliar o estoque de capital humano e favorecer o desenvolvimento econômico. Por outro lado, a persistência de baixos níveis de desempenho em determinados segmentos pode limitar esse potencial.

Especificamente no campo da inovação, os resultados indicam associação positiva entre desempenho educacional e o IBID, reforçando a literatura que destaca o papel do capital humano na capacidade inovadora das economias (TRUCCO, 2023; BACOVIC; ANDRIJASEVIC; PEJOVIC, 2022). A formação de habilidades cognitivas contribui para a absorção tecnológica, a produtividade e a geração de conhecimento, elementos centrais dos sistemas de inovação (FREEMAN, 1995).

Outro importante perspectiva que os dados sugerem está associado à forma que diferentes habilidades cognitivas podem impactar a economia: enquanto competências em matemática tenderam a uma associação mais estável com a renda, as habilidades

em linguagem revelaram uma relação mais equilibrada para prever os resultados de inovação. Altonji, Blom e Meghir (2012) sugere que conhecimento aprofundando em matemática no ensino médio amplia o acesso a carreiras melhor remuneradas. No caso brasileiro, a maior associação de Língua Portuguesa com inovação pode estar ligada à contribuição de profissionais de áreas não STEM com o fortalecimento institucional, redução de custos e melhorias em governança, que são características complementares de um ambiente favorável à inovação.

No entanto, a interpretação desses resultados exige cautela. A relação observada não implica causalidade direta, uma vez que fatores não observados, como qualidade institucional, estrutura produtiva e histórico de desenvolvimento regional, podem afetar simultaneamente o desempenho educacional e os indicadores econômicos. Essa limitação é amplamente discutida na literatura de capital humano, que destaca problemas de endogeneidade e viés de variável omitida em análises dessa natureza.

A análise exploratória dos dados educacionais revela um conjunto de fragilidades estruturais do sistema educacional brasileiro. Destacam-se: as diferenças persistentes entre redes pública e privada, a heterogeneidade regional, a recente tendência de estagnação ou queda nos indicadores de qualidade e a inconsistência nos níveis de investimento por aluno. Esses achados dialogam com a literatura nacional, que aponta a ineficiência do gasto público e a importância da gestão e da qualidade institucional como determinantes da eficiência educacional (AFONSO; AUBYN, 2006; AGASISTI, 2014; RAJKUMAR; SWAROOP, 2008). Barrenechea, Beech e Rivas (2023) defende que a eficiência educacional depende de quatro pilares: visão sistêmica; investimentos em pessoas; governança; e uso inteligente de bens e recursos, incluindo tempo, baseando-se em evidências.

A análise por estratos evidencia o papel do nível socioeconômico no desempenho acadêmico. Estudantes de maior nível socioeconômico e matriculados em escolas privadas apresentam desempenho sistematicamente superior, corroborando evidências empíricas como as de Liu et al. (2022), que identificam forte correlação entre renda familiar, escolaridade dos pais e desempenho escola, e Martínez-Abad (2019), que numa análise em resultados em vários países, conclui que o NSE atua como fator determinante para sucesso escolar. Esse padrão também é consistente com a literatura clássica de capital humano (BECKER, 1993), que associa investimentos individuais e familiares à acumulação de habilidades produtivas.

Por outro lado, a análise das taxas de evolução da proficiência revela um padrão mais complexo e, em certa medida, contraintuitivo. Grupos com menor nível inicial de desempenho, especialmente estudantes de menor nível socioeconômico e dos anos iniciais do ensino fundamental, apresentam taxas de crescimento mais elevadas ao longo do período analisado. Esse resultado sugere um processo de convergência educacional parcial, no qual grupos historicamente desfavorecidos avançam mais ra-

pidamente, ainda que permaneçam distantes dos níveis absolutos de desempenho dos grupos mais favorecidos.

Esse padrão de convergência é compatível com evidências internacionais sobre avaliações educacionais e pode refletir tanto a maior margem de melhoria desses grupos quanto os efeitos de políticas públicas voltadas à ampliação do acesso e à redução de desigualdades educacionais. No contexto brasileiro, reformas estruturais como a ampliação da obrigatoriedade escolar ¹, a implementação do IDEB, a reformulação do SAEB e a expansão de programas como o FUNDEB e o Plano Nacional de Educação contribuíram para ampliar o acesso e fortalecer os mecanismos de monitoramento da qualidade educacional.

Entretanto, a persistência de diferenças absolutas elevadas entre os grupos indica que as desigualdades estruturais permanecem como um desafio. Esse resultado reforça a literatura que aponta que a expansão do acesso, embora necessária, não é suficiente para garantir equidade educacional (BARRO; LEE, 2001; BIZZO et al., 2022).

A análise das diferenças entre disciplinas também aponta para resultados importantes. A evolução da proficiência em Língua Portuguesa tende a ser mais estável, enquanto a Matemática apresenta maior volatilidade e maior incidência de retrocessos. Esse comportamento pode ser explicado pela natureza cumulativa do aprendizado matemático, na qual defasagens iniciais comprometem o progresso nos níveis subsequentes. Esse achado está alinhado à literatura sobre formação de habilidades cognitivas, que enfatiza a importância de bases sólidas para o desenvolvimento de competências mais complexas (HANUSHEK; WOESSMANN, 2008).

No que se refere às etapas da educação básica, os resultados indicam avanços mais consistentes nos anos iniciais do ensino fundamental, contrastando com a estagnação e, em alguns casos, regressão, observada no ensino médio. Esse padrão sugere que os ganhos recentes do sistema educacional brasileiro concentraram-se nas etapas iniciais, possivelmente como reflexo de políticas públicas voltadas à alfabetização e à universalização do acesso. Por outro lado, o desempenho insatisfatório no ensino médio pode estar relacionado a fatores estruturais já documentados, como elevada evasão, rigidez curricular e baixa articulação com o mercado de trabalho.

Adicionalmente, observa-se que grupos de maior nível socioeconômico apresentam menor taxa de crescimento da proficiência, o que pode ser parcialmente explicado pelo chamado efeito teto, no qual ganhos adicionais se tornam mais difíceis à medida que os níveis de desempenho se aproximam dos limites superiores das escalas de avaliação. Ainda assim, a ocorrência de episódios de estagnação ou queda nesses grupos sugere a presença de desafios sistêmicos mais amplos, que afetam diferentes segmentos do sistema educacional.

¹Emenda Constitucional nº 59/2009

Esses resultados indicam que o nível socioeconômico atua não apenas como variável explicativa, mas como um fator estruturante que condiciona o próprio funcionamento do sistema educacional, limitando a efetividade de políticas universais. Entretanto, o fato das outras variáveis como raça/cor e gênero não terem se destacado como determinantes para a eficiência escolar, pode indicar que ambiente escolar é mais democrático e relativamente igualitário em relação ao mercado de trabalho, onde esses fatores frequentemente estão associados ao desemprego, diferenças salariais, entre outros.

Os achados da análise dos fatores determinantes para o sucesso acadêmico na educação básica sugerem que não há uma forma determinística de indicá-los. Desta forma, considerar tratamentos personalizado para cada grupo parece ser fundamental. Essa perspectiva é alinhada à visão de Martínez-Abad (2019), que aponta que os fatores de sucesso educacional são influenciados pelos agrupamentos considerados, e de Barrenechea, Beech e Rivas (2023), que conclui pela necessidade abordagens sistêmicas para melhorar a eficiência educacional.

Em síntese, os resultados indicam a coexistência de dois fenômenos: forte heterogeneidade nos níveis de proficiência entre grupos e regiões; e sinais de convergência parcial decorrentes de maiores taxas de crescimento entre grupos inicialmente mais vulneráveis. Essa dinâmica sugere que, embora avanços tenham sido alcançados, a superação das desigualdades educacionais permanece como condição essencial para que o Brasil amplie seu potencial de crescimento econômico e inovação.

A análise do acesso às Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) revela um cenário alto de disponibilidade de infraestrutura mínima, o que abre espaço para sua utilização como ferramenta pedagógica. No entanto, os resultados também sugerem a necessidade de cautela, uma vez que o uso excessivo ou inadequado dessas tecnologias pode prejudicar o desempenho acadêmico, conforme evidenciado por Courtney et al. (2022) e Agasisti, Gil-Izquierdo e Han (2020). Esse achado reforça a importância de políticas públicas que não apenas ampliem o acesso, mas também promovam o uso qualificado das tecnologias digitais no ambiente educacional.

Apesar das evidências apresentadas, esta pesquisa possui limitações importantes. A utilização de dados agregados pode ocultar desigualdades dentro de cada estado. Além disso, embora amplamente utilizados, os resultados de testes padronizados não capturam todas as dimensões do capital humano. Por fim, a ausência de estratégias econométricas mais robustas para lidar com endogeneidade limita a interpretação causal dos resultados.

Diante dessas limitações, pesquisas futuras podem avançar na aplicação de métodos econométricos mais sofisticados, bem como na utilização de bases de dados mais desagregadas, permitindo uma compreensão mais aprofundada dos mecanismos que conectam educação, inovação e crescimento econômico. Estudos como de

Bořoroga et al. (2022), que aplica o modelo ARDL para painel para separar efeitos de curto prazo com relações de longo prazo, e de Martínez-Abad (2019), Martínez-Abad, Gamazo e Rodríguez-Conde (2020), que usa mineração de dados educacionais (*Education Data Mining- EDM*), algoritmos de árvores de decisão e modelagem multinível e clusterização *K-means* para processar grandes volumes de dados socioeconômicos e pedagógicos são exemplos de uso de técnicas robustas.

CONCLUSÃO

Esta dissertação teve como objetivo investigar a associação entre a qualidade da educação básica, mensurada pelo desempenho no SAEB, e os indicadores de crescimento econômico, renda e inovação nos estados brasileiros, bem como analisar os fatores associados à eficiência educacional no país. Nesta linha, a principal contribuição deste trabalho é evidenciar como a qualidade da educação básica se associa à múltiplas dimensões do desenvolvimento econômico.

Os resultados empíricos indicam a existência de uma associação positiva e estatisticamente significativa entre o desempenho educacional e os indicadores econômicos e de inovação. Quando avaliados isoladamente, os coeficientes de determinação indicam poder explicativo limitado para explicar os resultados econômicos e de inovação. Por outro lado, esses resultados são compatíveis com a dependência da economia regional com diversos fatores além das capacidades cognitivas adquiridas na educação básica. Assim, e em consonância com a literatura de capital humano, especialmente os trabalhos de Hanushek e Woessmann (2008), Hanushek e Woessmann (2012), os achados sugerem que habilidades cognitivas, aproximadas pelos resultados em testes padronizados, constituem um elemento relevante na explicação das diferenças de desempenho econômico entre unidades da federação.

A análise incorporando defasagens temporais reforça a interpretação de que os efeitos da educação sobre o desempenho econômico se manifestam de forma cumulativa ao longo do tempo, especialmente à medida que os indivíduos ingressam no mercado de trabalho e contribuem para a produtividade agregada e a capacidade inovadora. Esse resultado é consistente com a natureza dinâmica do capital humano e com a literatura de crescimento de longo prazo.

Adicionalmente, os resultados sugerem que diferentes dimensões das habilidades cognitivas podem estar associadas a distintos canais de impacto econômico. Enquanto competências em matemática apresentaram associação mais estável com indicadores de renda, as habilidades em linguagem mostraram relação mais equilibrada com indicadores de inovação, possivelmente refletindo a importância de capacidades analíticas e institucionais complementares no funcionamento dos sistemas econômicos.

No entanto, essa relação ocorre em um contexto marcado por forte heterogeneidade estrutural. Diferenças expressivas entre redes de ensino, níveis socioeconômicos e regiões indicam que o sistema educacional brasileiro ainda reproduz desigualdades históricas, limitando o potencial de formação de capital humano de forma igualitária. Nesse sentido, o nível socioeconômico se destaca não apenas como variável explicativa, mas como um fator estruturante que condiciona o próprio funcionamento do sistema educacional.

Por outro lado, a análise das taxas de evolução da proficiência revelou um padrão

de convergência educacional parcial. Grupos historicamente mais vulneráveis apresentaram taxas de crescimento superiores, especialmente nos anos iniciais do ensino fundamental, sugerindo efeitos positivos de políticas públicas voltadas à ampliação do acesso e ao monitoramento da qualidade educacional. Ainda assim, essas melhorias não foram suficientes para eliminar as diferenças absolutas de desempenho. E numa visão mais pragmática, ainda que as diferenças sejam eliminadas, os níveis de proficiência, que estão associados às habilidades cognitivas que formarão o capital humano, tendem a convergir para um patamar intermediário, fato preocupante do ponto de vista econômico.

No campo da inovação, a associação positiva entre desempenho educacional e o IBID reforça a hipótese de que a qualidade da educação básica está relacionada à formação de capital humano capaz de contribuir para a absorção tecnológica e a geração de conhecimento. Entretanto, tais relações devem ser interpretadas como evidências de associação robusta, e não como prova de causalidade, dada a provável presença de endogeneidade e de influência de fatores não observados.

Do ponto de vista das políticas públicas, os resultados sugerem que estratégias de desenvolvimento econômico devem incorporar a melhoria da qualidade da educação básica como elemento central. Destacam-se como prioritárias: a redução das desigualdades educacionais associadas ao nível socioeconômico; o fortalecimento da qualidade do ensino, especialmente no ensino médio; a melhoria da eficiência do gasto público em educação; e a promoção do uso qualificado de tecnologias educacionais, considerando limitações estruturais entre as diversas realidades socioeconômicas.

Apesar das contribuições, esta pesquisa apresenta limitações. A utilização de dados agregados pode ocultar desigualdades entre os estados, enquanto a ausência de estratégias econométricas mais robustas limita a identificação de relações causais. Ademais, o uso de testes padronizados como *proxy* de capital humano não abrange todas as dimensões relevantes das habilidades individuais.

Diante dessas limitações, pesquisas futuras podem avançar na aplicação de métodos capazes de lidar com problemas de endogeneidade, comum em estudos que relacionam educação, capital humano e crescimento econômico. Em particular, a relação entre essas variáveis pode se retroalimentar: enquanto a qualidade da educação pode estar associada ao desempenho econômico, níveis mais elevados de renda podem permitir maiores investimentos em educação. Investigações que explorem os mecanismos de transmissão entre educação, mercado de trabalho e inovação, incluindo a formação em áreas STEM, podem aprofundar a compreensão das relações analisadas nesta pesquisa.

Em síntese, ainda que os resultados apresentados devam ser interpretados como associações estatísticas, e não necessariamente como relações causais, esta dissertação contribui para compreender como múltiplas dimensões do desenvolvimento eco-

nômico podem estar associadas, simultaneamente, com educação, habilidades cognitivas e capital humano. Ainda, sugerem que políticas voltadas à melhoria da qualidade da educação básica podem ter efeitos que vão além do aumento do capital humano, impactando também outras capacidades regionais. Por fim, revela a persistência de desigualdades estruturais que limitam o potencial de inovação e de crescimento econômico brasileiro. Assim, conclui-se que o avanço sustentável do país depende, portanto, não apenas da expansão do acesso à educação, mas da capacidade de promover qualidade, equidade e eficiência na formação de capital humano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEMOGLU, D.; AUTOR, D. What does human capital do? a review of goldin and katz's the race between education and technology. *JOURNAL OF ECONOMIC LITERATURE*, AMER ECONOMIC ASSOC, v. 50, p. 426–463, 6 2012. ISSN 0022-0515.
- AFONSO, A.; AUBYN, M. S. Cross-country efficiency of secondary education provision: A semi-parametric analysis with non-discretionary inputs. *Economic Modelling*, v. 23, 2006. ISSN 02649993.
- AGASISTI, T. The efficiency of public spending on education: An empirical comparison of eu countries. *European Journal of Education*, v. 49, 2014. ISSN 14653435.
- AGASISTI, T.; GIL-IZQUIERDO, M.; HAN, S. W. Ict use at home for school-related tasks: what is the effect on a student's achievement? empirical evidence from oecd pisa data. *Education Economics*, v. 28, 2020. ISSN 14695782.
- ALFARO-PONCE, B. et al. Education in mexico and technological public policy for developing complex thinking in the digital era: A model for technology management. *JOURNAL OF INNOVATION & KNOWLEDGE*, ELSEVIER ESPANA, v. 8, 10 2023. ISSN 2530-7614.
- ALTONJI, J. G.; BLOM, E.; MEGHIR, C. Heterogeneity in human capital investments: High school curriculum, college major, and careers. In: _____. *ANNUAL REVIEW OF ECONOMICS*, VOL 4. [S.l.]: ANNUAL REVIEWS, 2012. v. 4, p. 185–223. ISBN 978-0-8243-4604-1.
- AMJAD, T. Digital entrepreneurial marketing: A bibliometric analysis reveals an inescapable need of business schools. *INTERNATIONAL JOURNAL OF MANAGEMENT EDUCATION*, ELSEVIER SCI LTD, v. 20, 7 2022. ISSN 1472-8117.
- ANGRIST, J. D.; KRUEGER, A. B. Does compulsory school attendance affect schooling and earnings? *The Quarterly Journal of Economics*, v. 106, 1991. ISSN 0033-5533.
- ANSARI, M. A. Tourism and economic growth: Evidence from cross-country data with policy insights. *JOURNAL OF THE KNOWLEDGE ECONOMY*, SPRINGER, 12 2024. ISSN 1868-7865.
- ANUBHAV, K.; DWIVEDI, A. K.; AASHISH, K. Entrepreneurship education in higher education (2002-2022): A technology-empowered systematic literature review. *INTERNATIONAL JOURNAL OF MANAGEMENT EDUCATION*, ELSEVIER SCI LTD, v. 22, 11 2024. ISSN 1472-8117.
- ASHEIM, B. T. Industrial districts as 'learning regions': A condition for prosperity. *European Planning Studies*, v. 4, 1996. ISSN 09654313.
- BACOVIC, M.; ANDRIJASEVIC, Z.; PEJOVIC, B. Stem education and growth in europe. *JOURNAL OF THE KNOWLEDGE ECONOMY*, SPRINGER, v. 13, p. 2348–2371, 9 2022. ISSN 1868-7865.

BAILEY, L. et al. Global competence in pisa 2018: deconstruction of the measure. *Globalisation, Societies and Education*, v. 21, 2023. ISSN 14767732.

BARRENECHEA, I.; BEECH, J.; RIVAS, A. How can education systems improve? a systematic literature review. *Journal of Educational Change*, v. 24, 2023. ISSN 15731812.

BARRO, R. J.; LEE, J. W. International data on educational attainment: Updates and implications. *Oxford Economic Papers*, v. 53, 2001. ISSN 00307653.

BARRO, R. J.; LEE, J. W. A new data set of educational attainment in the world, 1950-2010. *Journal of Development Economics*, v. 104, 2013. ISSN 03043878.

BECKER, G. S. Investment in human capital : A theoretical analysis ' some activities primarily affect. *Journal of Political Economy*, v. 70, 1962. ISSN 0022-3808.

BECKER, G. S. *Human Capital: A Theoretical and Empirical Approach with Special References to Education*. [S.l.: s.n.], 1993. v. 24.

BIZZO, E. et al. State-level educational performance in brazil: A mcdm approach taking a governance perspective. *JOURNAL OF MULTI-CRITERIA DECISION ANALYSIS*, WILEY, v. 29, p. 199–217, 5 2022. ISSN 1057-9214.

BOTA-AVRAM, C. et al. Exploring the impact of macro-determinant factors on energy resource depletion: Evidence from a worldwide cross-country panel data analysis. *ENERGY ECONOMICS*, ELSEVIER, v. 130, 2 2024. ISSN 0140-9883.

BOȚOROGA, C. A. et al. Assessing the nexus between education, economic growth, and innovation: An empirical analysis. *Studies in Business and Economics*, v. 17, 2022. ISSN 23445416.

CARD, D. Chapter 30 the causal effect of education on earnings. In: _____. *Handbook of Labor Economics*. [S.l.: s.n.], 1999. v. 3 PART.

CARD, D.; KRUEGER, A. B. Does school quality matter? returns to education and the characteristics of public schools in the united states. *Journal of Political Economy*, v. 100, 1992. ISSN 0022-3808.

CAVALCANTI, W. M.; TAVARES, E. M. Artificial intelligence affordances in brazilian higher education: supporting the sustainable development goals. *INTERNATIONAL JOURNAL OF EDUCATIONAL MANAGEMENT*, EMERALD GROUP PUBLISHING LTD, 12 2025. ISSN 0951-354X.

COURTNEY, M. et al. The influence of ict use and related attitudes on students' math and science performance: multilevel analyses of the last decade's pisa surveys. *Large-Scale Assessments in Education*, v. 10, 2022. ISSN 21960739.

FOMBA, B. K.; TALLA, D. N. D. F.; NINGAYE, P. Institutional quality and education quality in developing countries: Effects and transmission channels. *JOURNAL OF THE KNOWLEDGE ECONOMY*, SPRINGER, v. 14, p. 86–115, 3 2023. ISSN 1868-7865.

FRANKEMA, E. The expansion of mass education in twentieth century latin america: A global comparative perspective. *REVISTA DE HISTORIA ECONOMICA*, CAMBRIDGE UNIV PRESS, v. 27, p. 359–396, 12 2009. ISSN 0212-6109.

FREEMAN, C. The 'national system of innovation' in historical perspective. *Cambridge Journal of Economics*, v. 19, 1995. ISSN 0309166X.

FUJITA, L. D. V.; BAGOLIN, I. P.; FOCHEZATTO, A. Spatial distribution and dissemination of education in brazilian municipalities. *ANNALS OF REGIONAL SCIENCE*, SPRINGER, v. 66, p. 255–277, 4 2021. ISSN 0570-1864.

GARCIA, S. C. Inequality of educational opportunities and the role of learning intensity. *LABOUR ECONOMICS*, ELSEVIER, v. 74, 1 2022. ISSN 0927-5371.

GEORGE, B.; WOODEN, O. Managing the strategic transformation of higher education through artificial intelligence. *ADMINISTRATIVE SCIENCES*, MDPI, v. 13, 9 2023.

GUO, L.; HAU, K. T. Attracting adolescents to become doctors and nurses: differential importance of personal and environmental factors in 61 economies. *Human Resources for Health*, v. 21, 2023. ISSN 14784491.

GUO, L.; HAU, K. T. Elite career expectations of adolescents: Popularity, gender differences, and social divides. *Journal of Adolescence*, v. 96, 2024. ISSN 10959254.

HADDAD, M. A.; FREGUGLIA, R.; GOMES, C. Public spending and quality of education in brazil. *JOURNAL OF DEVELOPMENT STUDIES*, ROUTLEDGE JOURNALS, TAYLOR & FRANCIS LTD, v. 53, p. 1679–1696, 2017. ISSN 0022-0388.

HAMDI, M. et al. Monkey see, monkey do? examining the effect of entrepreneurial orientation and knowledge sharing on new venture creation for gen y and gen z. *JOURNAL OF ENTREPRENEURSHIP IN EMERGING ECONOMIES*, EMERALD GROUP PUBLISHING LTD, v. 15, p. 786–807, 7 2023. ISSN 2053-4604.

HANUSHEK, E. A. Interpreting recent research on schooling in developing-countries. *WORLD BANK RESEARCH OBSERVER*, WORLD BANK PUBLICATIONS, v. 10, p. 227–246, 8 1995. ISSN 0257-3032. World-Bank Conference on Human Capital and Development, WASHINGTON, DC, MAY, 1994.

HANUSHEK, E. A.; WOESSMANN, L. *The role of cognitive skills in economic development*. 2008.

HANUSHEK, E. A.; WOESSMANN, L. Do better schools lead to more growth? cognitive skills, economic outcomes, and causation. *Journal of Economic Growth*, v. 17, 2012. ISSN 13814338.

IIZUKA, E. S.; MORAES, G. H. S. M. de; SOUZA, M. G. de. College environment and entrepreneurial intention in high school. *REGE-REVISTA DE GESTAO*, EMERALD GROUP PUBLISHING LTD, v. 31, p. 101–114, 1 2024. ISSN 1809-2276.

JAMISON, E. A.; JAMISON, D. T.; HANUSHEK, E. A. The effects of education quality on income growth and mortality decline. *ECONOMICS OF EDUCATION REVIEW*, PERGAMON-ELSEVIER SCIENCE LTD, v. 26, p. 771–788, 12 2007. ISSN 0272-7757. International Conference on Economics of Education, Dijon, FRANCE, JUN, 2006.

LEE, H.; LEE, J.-W. Educational quality and disparities in income and growth across countries. *JOURNAL OF ECONOMIC GROWTH*, SPRINGER, v. 29, p. 361–389, 9 2024. ISSN 1381-4338.

LIU, J. et al. *Socioeconomic Status and Academic Achievement in Primary and Secondary Education: a Meta-analytic Review*. 2022.

LONDAR, S. et al. Education funding as a determinant of and societal performance. *FINANCIAL AND CREDIT ACTIVITY-PROBLEMS OF THEORY AND PRACTICE*, FINTECHALIANCE, v. 2, p. 513–528, 2025. ISSN 2306-4994.

MAASS, K. et al. The role of mathematics in interdisciplinary stem education. *ZDM - Mathematics Education*, v. 51, 2019. ISSN 18639704.

MAGRO, C. B. D.; SILVA, T. P. D. Performance of public spending on education and the law of fiscal responsibility in brazilian state capital cities. *CONTABILIDADE GESTAO E GOVERNANCA*, UNIV BRASILIA, BUS ADM DEPT, v. 19, p. 504–528, 9 2016. ISSN 1984-3925.

MAIA, J. de S. Z.; BUENO, A. P. A.; SATO, J. R. Applications of artificial intelligence models in educational analytics and decision making: A systematic review. *WORLD*, MDPI, v. 4, p. 288–313, 6 2023.

MARIANO, A.; SANTOS, M. Revisão da literatura: Apresentação de uma abordagem integradora. In: . [S.l.: s.n.], 2017.

MARTÍNEZ-ABAD, F. Identification of factors associated with school effectiveness with data mining techniques: Testing a new approach. *Frontiers in Psychology*, v. 10, 2019. ISSN 16641078.

MARTÍNEZ-ABAD, F.; GAMAZO, A.; RODRÍGUEZ-CONDE, M. J. Educational data mining: Identification of factors associated with school effectiveness in pisa assessment. *Studies in Educational Evaluation*, v. 66, 2020. ISSN 0191491X.

MEI, L.; FENG, X.; CAVALLARO, F. Evaluate and identify the competencies of the future workforce for digital technologies implementation in higher education. *JOURNAL OF INNOVATION & KNOWLEDGE*, ELSEVIER ESPANA, v. 8, 10 2023. ISSN 2530-7614.

NUGROHO, A.; PRIJADI, R.; KUSUMASTUTI, R. D. Strategic orientations and firm performance: the role of information technology adoption capability. *JOURNAL OF STRATEGY AND MANAGEMENT*, EMERALD GROUP PUBLISHING LTD, v. 15, p. 691–717, 10 2022. ISSN 1755-425X.

RAJKUMAR, A. S.; SWAROOP, V. Public spending and outcomes: Does governance matter? *JOURNAL OF DEVELOPMENT ECONOMICS*, ELSEVIER SCIENCE BV, v. 86, p. 96–111, 4 2008. ISSN 0304-3878.

SCHULTZ, T. W. Investment in human-capital. *AMERICAN ECONOMIC REVIEW*, AMER ECONOMIC ASSOC, v. 51, p. 1–17, 1961. ISSN 0002-8282.

SCHUMPETER, J. A. *Capitalismo, Socialismo e Democracia*. [S.l.]: Zahar Editores, 1984.

SLUIS, J. der; PRAAG, M. van; VIJVERBERG, W. Education and entrepreneurship selection and performance: A review of the empirical literature. *JOURNAL OF ECONOMIC SURVEYS*, WILEY, v. 22, p. 795–841, 12 2008. ISSN 0950-0804.

TANG, P.-Y. et al. Oecd national educational expenditure on human resources and educational efficiency. *BULLETIN OF ECONOMIC RESEARCH*, WILEY, v. 77, p. 521–534, 10 2025. ISSN 0307-3378.

TASTAN, H.; ERDOGAN, S. Cognitive skills and economic performance: evidence from the recent international student assessment tests. *EURASIAN ECONOMIC REVIEW*, SPRINGER HEIDELBERG, v. 8, p. 417–449, 12 2018. ISSN 1309-422X.

TRAMONTI, M. Technology and art to improve mathematics learning. In: *INTED2018 Proceedings*. [S.l.: s.n.], 2018. v. 1.

TRAMONTI, M.; PANEVA-MARINOVA, D.; PAVLOV, R. Math and art convergence for education. *CBU International Conference Proceedings*, v. 5, 2017. ISSN 1805-997X.

TRUCCO, D. Improving education is crucial for inclusive and sustainable economic and social development. *CEPAL REVIEW*, COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE, p. 201–213, 12 2023. ISSN 0251-2920.

VALENTE, A. C.; SALAVISA, I.; LAGOA, S. Education quality and economic performance in europe. In: VIVAS, C.; SEQUEIRA, P. (Ed.). *PROCEEDINGS OF THE 15TH EUROPEAN CONFERENCE ON KNOWLEDGE MANAGEMENT (ECKM 2014)*, VOLS 1-3. [S.l.]: ACAD CONFERENCES LTD, 2014. p. 1028–1036. ISBN 978-1-910309-35-3. ISSN 2048-8963. 15th European Conference on Knowledge Management (ECKM), Polytechn Inst Santarem, Santarem Sch Management & Technol, Santarem, PORTUGAL, SEP 04-05, 2014.

YE, J. et al. Pursuing a brighter future: Impact of the hukou reform on human capital investment in migrant children in china. *CHINA ECONOMIC REVIEW*, ELSEVIER SCIENCE INC, v. 85, 6 2024. ISSN 1043-951X.

ZANE, L. J. Intellectual capital and the acquisition of human capital by technology-based new ventures. *JOURNAL OF INTELLECTUAL CAPITAL*, EMERALD GROUP PUBLISHING LTD, v. 24, p. 780–798, 4 2023. ISSN 1469-1930.

ZHANG, C. et al. Environmental impact of information and communication technology: Unveiling the role of education in developing countries. *TECHNOLOGICAL FORECASTING AND SOCIAL CHANGE*, ELSEVIER SCIENCE INC, v. 178, 5 2022. ISSN 0040-1625.

APÊNDICE A - ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA : QUALIDADE DA EDUCAÇÃO BÁSICA E A FORMAÇÃO DE CAPITAL HUMANO PARA A INOVAÇÃO

RESUMO

Este estudo realiza uma análise bibliométrica da produção científica que investiga a relação entre a qualidade da educação básica e a formação de capital humano orientada ao crescimento econômico por meio da inovação. A pesquisa foi conduzida com base na Teoria do Enfoque Meta-Analítico Consolidado (TEMAC), utilizando dados extraídos da base Web of Science, no período de 1993 a 2025, totalizando 640 documentos na área de Business Economics. Foram empregadas técnicas de análise de evolução temporal, fontes de publicação, autores e artigos mais citados, afiliações institucionais, financiamento de pesquisas e redes de cooperação internacional. Adicionalmente, mapas de coocorrência de palavras-chave, cocitação e acoplamento bibliográfico foram elaborados com o auxílio do software VOSviewer, permitindo identificar abordagens teóricas dominantes e frentes de pesquisa emergentes. Os resultados evidenciam o crescimento significativo da literatura a partir de 2007, com destaque para a consolidação de uma abordagem que privilegia a qualidade da educação e o desenvolvimento de habilidades cognitivas em detrimento da simples ampliação dos anos de escolaridade. As frentes de pesquisa mais recentes indicam a incorporação de temas como tecnologias digitais, inteligência artificial, sustentabilidade, eficiência institucional e equidade social. Conclui-se que a qualidade da educação básica desempenha papel central na formação de capital humano capaz de sustentar processos inovativos e promover o desenvolvimento econômico de longo prazo, fornecendo subsídios relevantes para a formulação de políticas públicas educacionais.

Palavras-chave: Educação Básica, Capital Humano, Inovação, Qualidade Educacional, Desenvolvimento Econômico, Bibliometria.

ABSTRACT

This study presents a bibliometric analysis of the scientific literature examining the relationship between the quality of basic education and the formation of human capital oriented toward economic growth through innovation. The analysis is grounded in the Consolidated Meta-Analytic Approach Theory (TEMAC) and is based on data extracted from the Web of Science database, covering the period from 1993 to 2025, with a total of 640 documents in the field of Business Economics. The methodology includes analyses of temporal evolution, publication sources, most cited authors and articles, institutional affiliations, research funding, and international collaboration networks. Additionally, keyword co-occurrence, co-citation, and bibliographic coupling maps were developed using VOSviewer, enabling the identification of dominant theoretical approaches and emerging research fronts. The findings reveal a substantial growth in publications since 2007 and highlight a paradigm shift toward emphasizing educational quality and cognitive skills rather than merely the quantity of schooling. Recent research fronts increasingly integrate themes such as digital technologies, artificial intelligence, sustainability, institutional efficiency, and social equity. The study concludes that the

quality of basic education is a key determinant in the formation of human capital capable of fostering innovation and sustaining long-term economic development, offering valuable insights for the design of evidence-based educational policies.

Keywords: Basic Education, Human Capital, Innovation, Educational Quality, Economic Development, Bibliometrics.

INTRODUÇÃO

Esta bibliometria busca reunir, de forma estruturada, as contribuições mais relevantes da literatura científica sobre a influência da qualidade da educação básica para a formação de capital humano orientado ao crescimento econômico por meio da inovação. Para tanto, foi realizada uma análise bibliométrica baseada na Teoria do Enfoque Meta-Analítico Consolidado (TEMAC), de Mariano e Rocha (2017). A literatura e dados relacionados às publicações foram extraídos das publicações indexadas à base de dados *Web of Science* (WoS). Para a elaboração dos mapas de cocitação, acoplamento bibliográfico, coocorrência de palavras-chave e coautoria por países, foi utilizado o *software VOSViewer*.

Considerando a grande quantidade de material científico relacionado ao tema em análise, foi necessário aplicar uma série de termos na pesquisa junto à WoS. Foi dada especial atenção à utilização de termos similares, em cada classe atribuída, para evitar que a pesquisa não fosse suficientemente abrangente. Os operadores lógicos de pesquisa foram amplamente usados para tal fim.

A *string* da pesquisa na base de dados WoS foi dividida em três classes, conforme descrito no Quadro 1, conectadas entre si pelo operador lógico *AND*.

Quadro 1: *Strings aplicadas à pesquisa na base de dados Web of Science*

Classe	String
Qualidade/desempenho da educação básica	<i>education* NEAR/5 (qualit* OR perform* OR achieve* OR outcom* OR assess* OR scor* OR proficien*)</i>
Resultados	<i>education* NEAR/5 (basic OR primary OR elementary OR secondary OR K-12 OR school OR compulsory OR tech* OR pre-university)</i>
Capital humano, Inovação e crescimento econômico	<i>GDP OR (economic* NEAR/3 (growth* OR develop*)) OR GII OR innovat* OR "human capital"OR "human resource"</i>

A primeira classe busca artigos que contenham em seus tópicos termos associando “educação” à: qualidade; performance; conquista; resultado; avaliação; escore ou proficiência. O objetivo é obter nos resultados pesquisas que tratem do tema “qualidade da educação”, que pode ser mensurada por testes padrões ou por outro tipo de resultado.

A segunda classe pesquisa trabalhos associados à educação básica ou similares em outros países. Tal restrição tem por objetivo delimitar os resultados para pesquisas que tenham envolvido análises da qualidade de educação disponibilizada a crianças e jovens, antes que tenham decidido suas carreiras.

A terceira classe trás termos associados a crescimento econômico, inovação e formação de capital humano. O objetivo é obter resultados restritos à estudos que envolvam a análise de variáveis relacionadas ao desenvolvimento econômico de regiões ou

nações.

A união dessas classes pelo operador lógico *AND* busca, portanto, colecionar resultados que tratem de pesquisas que relacionem qualidade da educação básica à resultados macroeconômicos.

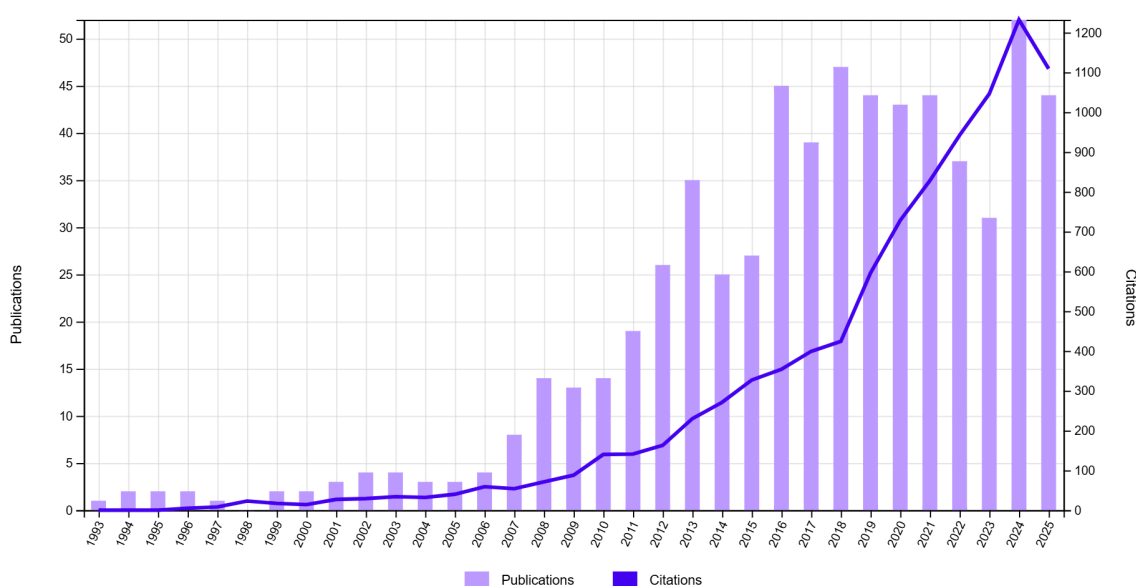
Após a pesquisa inicial, foi aplicado filtro restringindo à área de pesquisa de *Business Economics*, diretamente relacionada à área de pesquisa abarcada por este curso de mestrado. A pesquisa na base de dados, realizada em 25 de novembro de 2025, retornou 640 documentos, no intervalo de anos de 1993 a 2025. Os dados para realização da bibliometria, relacionados na etapa 2 do TEMAC ((MARIANO; ROCHA, 2017)), foram extraídos da WoS para fundamentar as análises quantitativas e qualitativas.

CAPÍTULO 1 - ANÁLISE DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA

1.1 Evolução temporal

A evolução do número de publicações e citações por ano é apresentada no Gráfico 1. Observa-se crescimento considerável no número de publicações a partir de 2007, com pico de 52 publicações em 2024. Na mesma figura é possível observar que o número de citações cresce exponencialmente desde a publicação mais antiga sobre o tema, atingindo o pico de 1231 citações em 2024.

Gráfico 1: Evolução do número de publicações e citações por ano



Fonte: Web of Science

1.2 Fontes das publicações

As publicações estão distribuídas em 389 fontes, com dois jornais concentrando quase 10% do volume total de artigos publicados: o *Economics of Education Review*, com 26 artigos; e o *International Journal of Educational Management*, com 17 artigos.

Dois jornais reúnem oito publicações cada, enquanto: três jornais, sete publicações; cinco jornais, seis publicações; seis jornais, cinco publicações; dez jornais, quatro publicações; 21 jornais, três publicações; 57 jornais, duas publicações; e por fim, 283 jornais com apenas uma publicação cada.

Os dois jornais com maior número de publicações estão posicionados nos quartis Q2 e Q3 no *Journal of Citation Report* (JCR), conforme descrito na Tabela 1. O Fator de Impacto (FI), calculado pelo JCR, que mede a frequência com que os artigos são citados, também é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Periódicos com maior número de publicações

Título da Fonte	Nº Publ.	% Publ.	Categoria JCR	Fator de Impacto	Quartil JCR
<i>Economics of Education Review</i>	26	4,063	<i>Education & Educational Research; Economics</i>	1,8	Q2
<i>International Journal of Educational Management</i>	17	2,656	<i>Management</i>	2,4	Q3
<i>Journal of the Knowledge Economy</i>	8	0,125	<i>Economics</i>	4	Q2
<i>World Development</i>	8	0,125	<i>Economics; Development Studies</i>	4,8	Q1
<i>Journal of Development Economics</i>	7	1,094	<i>Economics</i>	4,6	Q1
<i>Applied Economics</i>	7	1,094	<i>Economics</i>	2,1	Q2
<i>Baltic Journal of Economic Studies</i>	7	1,094	<i>Economics</i>	0,6	Q4
<i>Technological Forecasting and Social Change</i>	6	0,938	<i>Regional & Urban Planning; Business</i>	13,3	Q1
<i>China Economic Review</i>	6	0,938	<i>Economics</i>	5,5	Q1
<i>International Journal of Management Education</i>	6	0,938	<i>Education & Educational Research; Management; Business</i>	7,4	Q1
<i>International Journal of Innovation And Learning</i>	6	0,938	<i>Management</i>	0,6	Q4
<i>Marketing And Management of Innovations</i>	6	0,938	<i>Management</i>	1,2	Q4

Fonte: Web of Science e JCR

Dentre os 640 documentos em análise, 180 trabalhos estão vinculados à 140 conferências. Dentre elas, se destacam a *World Conference on Technology, Innovation and Entrepreneurship*, com cinco trabalhos publicados e a *35th International Business Information Management Association Conference (IBIMA)*, com quatro papers publicados. Além dessas, nove conferências publicaram três trabalhos sobre o tema, 15 conferências publicaram dois trabalhos e 114 conferências publicaram apenas um trabalho.

Ainda, 107 dos 640 trabalhos fazem parte de coleções de livros, com destaque para a *Advances in Economics Business and Management Research (AEBMR)*, com 16 papers publicados; a *Advances in Social Science Education and Humanities Research*, com 13 papers; a *Lecture Notes in Management Science*, com oito papers; e a *Advances in Intelligent Systems Research* com sete papers.

A partir das informações relacionadas às fontes dos 640 trabalhos coletados da base de dados WoS, é possível concluir que há uma dispersão de publicações em diversas fontes científicas, tanto em jornais de grande relevância quanto em jornais de menor impacto, conforme classificação do JCR.

1.3 Análise das afiliações dos autores

Os 640 trabalhos extraídos da base de dados WoS estão vinculados a autores afiliados à 969 entidades. Em destaque o *Ministry of Education Science of Ukraine*, com 20 autores vinculados; *The World Bank*, com nove autores; *University of California System*, com oito autores; e a *Bucharest University of Economic Studies* e *University of London*, cada uma com sete autores vinculados.

1.4 Financiamento das pesquisas

Em análise às entidades que financiam pesquisas relacionadas ao tema proposto, identifica-se 193 agências. Em destaque: a *National Natural Science Foundation Of China* (NSFC), que financiou nove pesquisas; a *UK Research Innovation* (UKRI), que financiou oito pesquisas; o *Economic Social Research Council* (ESRC), *National Institutes of Health* (NIH) USA, *NIH Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health Human Development* (NICHD) e o *United States Department of Health Human Services*, que financiaram sete pesquisas, cada; e a *Russian Foundation for Basic Research* (RFBR), que financiou seis pesquisas.

1.5 Autores e artigos mais citados

1.5.1 Autores que mais publicaram

A distribuição dos autores aponta Eric A. Hanushek e Jong-Wha Lee como autores mais produtivos sobre o tema em avaliação, com três artigos cada, seguidos de 35 autores que publicaram dois trabalhos e 1568 autores com apenas um trabalho cada. Na Tabela 2 estão relacionados os periódicos e respectivas classificações no JCR dos autores com maior número de publicações.

1.5.2 Autores mais citados

Dentre os artigos dos autores com mais de 200 citações no JCR, apresentados da Tabela 3, destacam-se sete trabalhos escritos em coautoria. Em todos esses casos, o número de citações por autor foi resultado de um único trabalho relacionado ao tema em análise.

Por outro lado, dois autores figuram entre os mais citados pela soma de citações em dois ou mais artigos: Hanushek, como único autor do seu trabalho mais antigo, de 1995, e em coautoria nos outros dois artigos; e Meghir, em coautoria em seus dois artigos.

Observa-se que apenas Hanushek figura simultaneamente na lista dos autores que mais publicaram e autores que mais foram citados, liderando ambas. Hanushek ana-

Tabela 2: Autores mais prolíficos

Autor	Nº Publ.	Ano Publ.	Periódico	Categoria JCR	FI JCR	Quartil JCR
Hanushek, Eric A.	3	1995	<i>World Bank Research Observer</i>	<i>Economics; Development Studies</i>	3,3	Q1
		2007	<i>Economics of Education Review</i>	<i>Education & Educational Research; Economics</i>	1,8	Q2
		2012	<i>Journal of Development Economics</i>	<i>Economics</i>	4,6	Q1
Lee, Jong-Wha	3	2012	<i>Pacific Economic Review</i>	<i>Economics</i>	0,7	Q3
		2021	<i>Japan and the World Economy</i>	<i>Economics</i>	1,2	Q3
		2024	<i>Journal of Economic Growth</i>	<i>Economics</i>	2,9	Q1

Fonte: Web of Science e JCR

lisa em seus trabalhos de 1995, 2007, e 2012 o impacto da qualidade da educação, medida por testes padronizados, no desenvolvimento econômico dos países. Argumenta consistentemente que a qualidade cognitiva, em vez da quantidade de anos de escolaridade, é o fator crucial para o crescimento da renda e para a melhoria de aspectos socioeconômicos.

1.5.3 Artigos mais citados

Dentre os artigos com mais de duzentas citações, destacam-se: “*Public spending and outcomes: Does governance matter?*” (RAJKUMAR; SWAROOP, 2008); “*Education and Entrepreneurship Selection and Performance: A Review of The Empirical Literature*” (SLUIS; PRAAG; VIJVERBERG, 2008); “*Heterogeneity in Human Capital Investments: High School Curriculum, College Major, and Careers*” (ALTONJI; BLOM; MEGHIR, 2012); “*Education and poverty in rural China*” (BROWN; PARK, 2002); e “*Environmental impact of information and communication technology: Unveiling the role of education in developing countries*” (ZHANG et al., 2022); “*Interpreting Recent Research on Schooling in Developing-Countries*” (HANUSHEK, 1995); e “*What Does Human Capital Do? A Review of Goldin and Katz’s ‘The Race between Education and Technology’*” (ACEMOGLU; AUTOR, 2012). A evolução das citações é apresentada no Gráfico 2.

O número de citações desses artigos teve um comportamento temporal relativamente suave, exceto pelo artigo subscrito por Zhang et al (2022). O documento “*Environmental impact of information and communication technology: Unveiling the role of education in developing countries*” teve grande impacto em seus dois primeiros anos pós publicação, com um número de citações proporcionalmente elevado em relação

Tabela 3: Autores mais citados

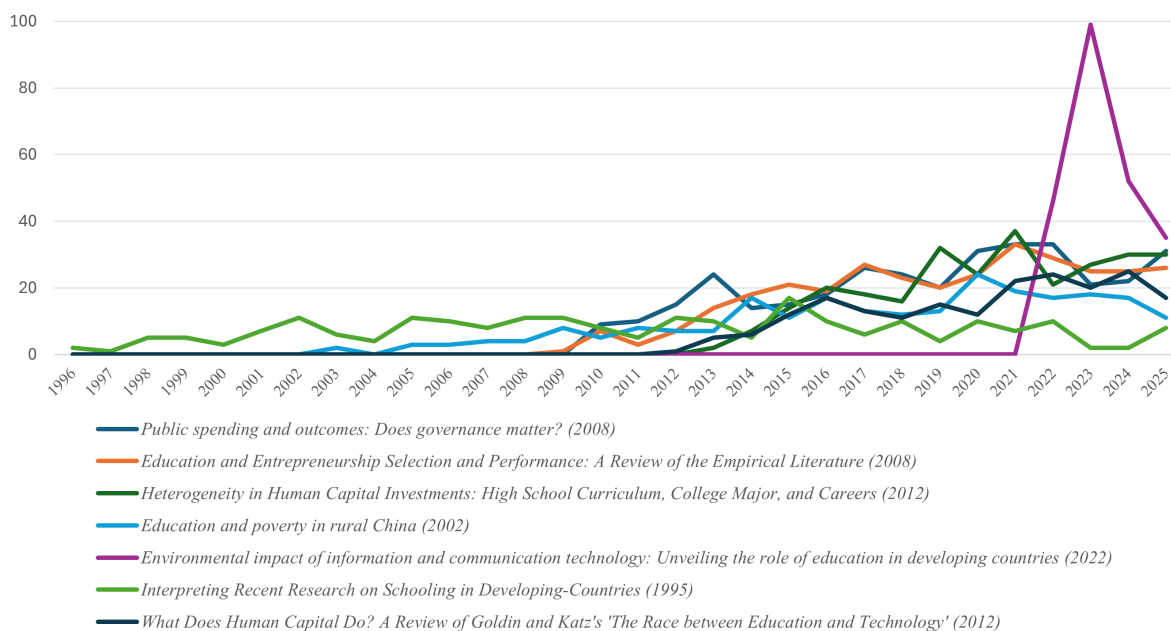
Autor(es)	Nº Cit.	Ano	Periódico	Categoria JCR	FI JCR	Quartil JCR
Hanushek, Eric A.	469	1995	<i>World Bank Research Observer</i>	<i>Economics; Development Studies</i>	3,3	Q1
		2007	<i>Economics of Education Review</i>	<i>Education & Educational Research; Economics</i>	1,8	Q2
		2012	<i>Journal of Development Economics</i>	<i>Economics</i>	4,6	Q1
Rajkumar, Andrew Sunil; Swaroop, Vinaya	347	2008	<i>Journal of Development Economics</i>	<i>Economics</i>	4,6	Q1
der Sluis, Justin; van Praag, Mirjam; Vijverberg, Wim	325	2008	<i>Journal of Economic Surveys</i>	<i>Economics</i>	5	Q1
Meghir, Costas	286	2012	<i>Annual Review of Economics</i>	<i>Economics</i>	11,4	Q1
		2020	<i>Economica</i>	<i>Economics</i>	1,6	Q2
Altonji, Joseph G.; Blom, Erica	279	2012	<i>Annual Review of Economics</i>	<i>Economics</i>	11,4	Q1
Brown, Ph; Park, A.	240	2002	<i>Economics of Education Review</i>	<i>Education & Educational Research; Economics</i>	1,8	Q2
Zhang, Chunhong; Dagar, Vishal; Khan, Irfan; Saeed, Asif; Zafar, Muhammad Wasif	233	2022	<i>Technological Forecasting and Social Change</i>	<i>Regional & Urban Planning; Business</i>	13,3	Q1
Acemoglu, Daron; Autor, David	201	2012	<i>Journal of Economic Literature</i>	<i>Economics</i>	10,6	Q1

Fonte: Web of Science e JCR

aos demais artigos.

Os sete artigos mais citados apontam em seus resultados, respectivamente:

1. A eficácia dos gastos públicos em saúde e educação é significativamente maior em países com boa governança, mecanismo crucial para que os países em desenvolvimento convertam investimentos públicos em resultados sociais positivos (RAJKUMAR; SWAROOP, 2008);
2. A educação tem uma relação positiva e significativa com o desempenho empresarial, mas a ligação com as iniciativas para o empreendedorismo não é sistemática (SLUIS; PRAAG; VIJVERBERG, 2008);
3. Diferenças salariais entre diferentes cursos, como engenharia elétrica versus educação geral, são substanciais (ALTONJI; BLOM; MEGHIR, 2012);
4. A restrição de crédito diminui o investimento educacional, enquanto a renda melhora o aprendizado; meninas com menor desempenho acadêmico são mais pro-

Gráfico 2: Evolução das citações

Fonte: Web of Science

pensas a abandonar a escola primária; condições mais igualitárias reduzem a probabilidade de abandono escolar (BROWN; PARK, 2002);

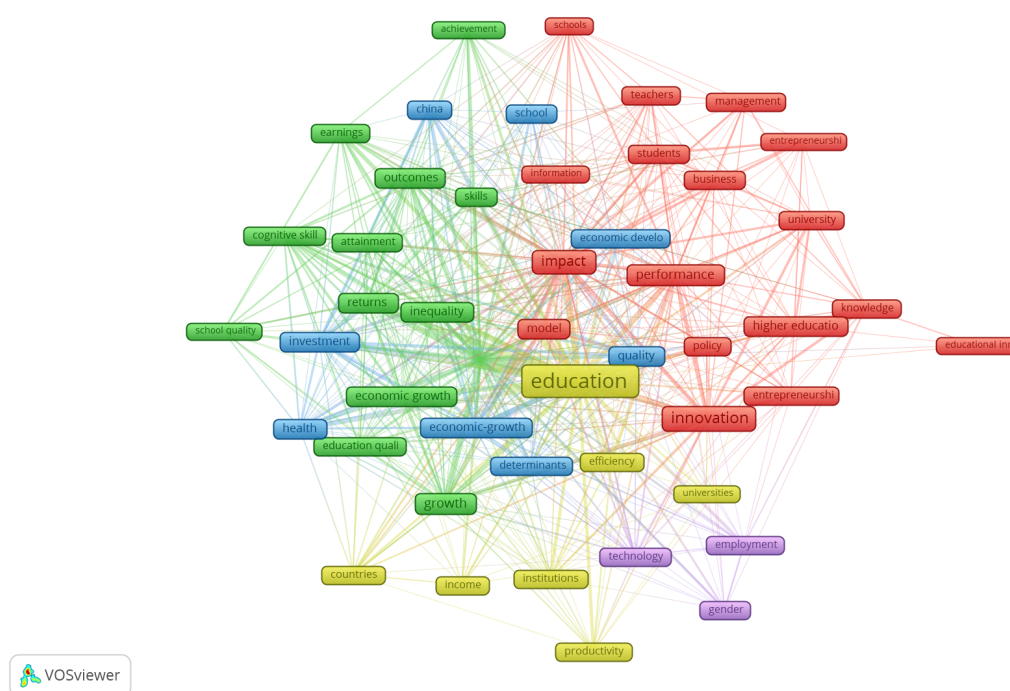
5. Embora a TIC contribua para a melhoria da qualidade ambiental ao reduzir as emissões, outros fatores como a expansão econômica, o desenvolvimento financeiro e os níveis de educação paradoxalmente aumentam a degradação ambiental (ZHANG et al., 2022);
6. Recursos escolares são frequentemente utilizados de maneira ineficiente, revelando uma conexão fraca ou inexistente entre insumos tradicionais, como o número de alunos por professor ou salários, e o desempenho real dos estudantes (HANUSHEK, 1995); e
7. Apesar do reconhecimento da força do modelo canônico de Goldin e Katz, que enquadra a desigualdade salarial como uma corrida entre a oferta de capital humano e a demanda impulsionada pela mudança tecnológica, conclui-se que este não consegue explicar na totalidade fenômenos no mercado de trabalho, como o declínio nos salários reais de trabalhadores menos qualificados e o proeminente padrão de polarização do emprego nos EUA. (ACEMOGLU; AUTOR, 2012).

1.6 Análise de coocorrência de palavras-chave

Do mapa de rede para a coocorrência de palavras-chave (Figura 1) é possível identificar cinco *clusters*: O *cluster* que tem como nó principal a palavra “education”, associada à palavras como “efficiency” e “productivity”; o *cluster* tem como nó principal

a palavra “*innovation*”, associadas à palavras como “*performance*”, “*impact*” e “*high education*”; o *cluster* que tem como nó principal a palavra “*returns*”, associada à palavras como “*inequality*” e “*cognitive skill*”; o *cluster* que tem como nó principal a palavra “*economic growth*”, associada à palavras como “*quality*” e “*investment*”; e o *cluster* tem como nó principal a palavra “*technology*”, associada às palavras “*employment*” e “*gender*”.

Figura 1: Rede de coocorrência de palavras-chave.



Fonte: VOSViewer

1.7 Cocitação – Abordagens dominantes

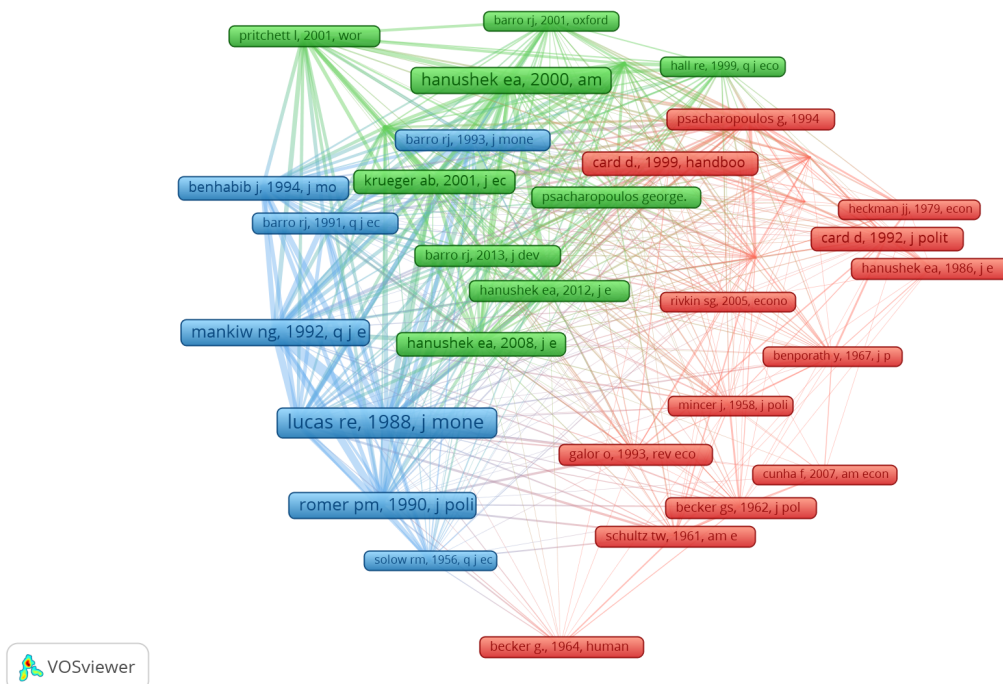
Para a análise das abordagens empregadas nas pesquisas relacionadas ao tema em análise, foi elaborado o mapa de cocitação (Figura 2). Para os 640 trabalhos selecionados na base de dados WoS foi considerado o número mínimo de dez citações por referência. A rede de interação revela quatro *clusters* principais.

1.7.1 Fundamentos da Teoria do Capital Humano

O *cluster* vermelho, reúne trabalhos e autores que tratam dos fundamentos da Teoria do Capital Humano:

Becker (1962, 1964) formaliza a ideia de que a educação e a capacitação são investimentos que aumentam a produtividade e, conseqüentemente, a renda dos indivíduos. Sua abordagem posiciona a educação como um ativo gerador de valor.

Figura 2: Mapa de rede de cocitação de referências.



Fonte: VOSViewer

Schultz (1961) destaca a importância do investimento em capital humano para o desenvolvimento e o aumento da produtividade do trabalho. Argumenta que o crescimento do capital humano se destaca em sistemas econômicos desenvolvidos.

Mincer (1958, 1974) propõe um modelo matemático que associa escolaridade, experiência e renda, permitindo demonstrar empiricamente os retornos da educação ao longo do tempo. Psacharopoulos (1994), traz evidências que reforçam a tese da rentabilidade da educação em diferentes níveis e contextos, afirmando que a educação é prioridade em países em desenvolvimento.

Card (1999) e Angrist (1991) adotam métodos econométricos para contornar problemas de endogeneidade e viés de seleção, oferecendo estimativas mais precisas dos resultados dos investimentos em educação.

1.7.2 O papel da educação na formação do capital humano

O *cluster* verde representa uma evolução crítica na discussão sobre o papel da educação, deslocando o foco da mera quantidade de escolaridade para a qualidade da educação e o desenvolvimento de habilidades cognitivas como fatores determinantes para a formação de capital humano eficaz e seu impacto no desenvolvimento:

Hanushek (2000, 2008, 2012), em coautoria com Woessmann nos trabalhos de 2008 e 2012, argumenta que não é, necessariamente, a quantidade de anos de escolaridade que impulsiona o capital humano e o crescimento econômico, mas sim

as habilidades cognitivas que os alunos adquirem. Os resultados de seus estudos reforçam a tese de que as políticas educacionais podem ser um instrumento importante para o desenvolvimento econômico.

Pritchett (2001), questiona a associação direta entre o aumento da escolaridade e o crescimento econômico, indagando sobre a eficácia da educação em certos contextos, especialmente quando a qualidade da educação é baixa ou o ambiente institucional é adverso. Ao comparar dados entre países, não encontra correlação entre o desenvolvimento do capital humano, atribuído ao aumento da escolaridade da força de trabalho, com aumento de produtividade. Suas conclusões reforçam a necessidade de considerar a qualidade da educação.

Krueger e Lindahl (2001), revisam a literatura sobre educação e crescimento, discutindo a importância e benefícios da educação e abordando implicitamente a qualidade. Barro e Lee (2001, 2013) analisam a relação entre educação e crescimento de forma mais segmentada, permitindo identificar o impacto da qualidade educacional. Cohen e Soto (2007) também fornecem novos conjuntos de dados mais detalhados, que permitem análises mais refinadas sobre o impacto da escolaridade e qualidade.

1.7.3 O capital humano em escala macroeconômica

O *cluster* azul move a discussão para uma escala macroeconômica, focando na Teoria do Crescimento Endógeno e como o capital humano não apenas impulsiona os ganhos individuais, mas também é um motor fundamental para o crescimento econômico sustentado, a inovação tecnológica e o desenvolvimento de nações:

Lucas Jr. (1988) demonstra como o acúmulo de capital humano pode gerar externalidades positivas e, assim, sustentar o crescimento a longo prazo. Examina as perspectivas para a construção de uma teoria neoclássica de crescimento e comércio internacional que seja consistente com algumas das principais características do desenvolvimento econômico. Compara três modelos empiricamente: um modelo que enfatiza a acumulação de capital físico e a mudança tecnológica, um modelo que enfatiza a acumulação de capital humano por meio da escolaridade, e um modelo que enfatiza a acumulação de capital humano especializado por meio da aprendizagem prática. Avalia que a inclusão de capital humano, seja por escolaridade ou por aprendizado pela prática, permite um crescimento sustentado da renda per capita. Por outro lado, o modelo de acumulação de capital físico e inovação explica taxas mais elevadas de crescimento econômico.

Romer (1990) enfatiza a inovação tecnológica como o motor do crescimento sustentado, mostrando que essa inovação não é exógena, mas resulta de investimentos intencionais em pesquisa e desenvolvimento, impulsionados pelo capital humano. O crescimento no modelo proposto é impulsionado pela mudança tecnológica que surge de decisões de investimento intencionais tomadas por agentes que visam a maximiza-

ção do lucro. Também destaca que o estoque de capital humano determina a taxa de crescimento.

Solow (1956) questiona o modelo de Harrod-Domar e apresenta um modelo de crescimento que, apesar de não tratar o progresso tecnológico como endógeno, fornece a base para os modelos subsequentes de crescimento endógeno. Os trabalhos de Lucas e Romer foram, em grande parte, respostas às limitações do modelo de Solow em explicar a fonte do crescimento de longo prazo.

Mankiw, Romer e Weil (1992) complementam o modelo de Solow ao incluir o capital humano como um fator de produção, demonstrando que a adoção dessa hipótese, do acúmulo de capital humano e físico no modelo Solow descreve de maneira mais completa as diferenças de crescimento entre os países.

Barro (1991, 1993) demonstra a importância do investimento em educação e capital humano na explicação das diferenças de crescimento, concluindo que a taxa de crescimento da renda está positivamente relacionada ao capital humano. Benhabib e Spiegel (1994), ao investigar o papel do capital humano no crescimento econômico, concluem que a taxa de crescimento da produtividade total dos fatores de produção depende do nível de estoque de capital humano de uma nação.

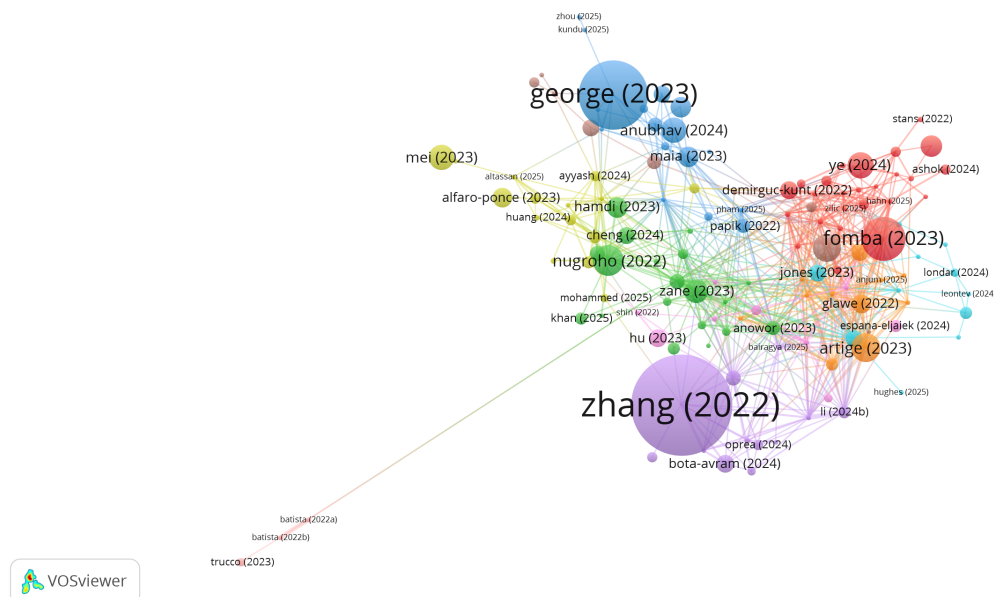
Assim, da análise do mapa de cocitação, identifica-se três abordagens mais evidentes:

- No *cluster* vermelho, a abordagem se concentra nos conceitos fundamentais do capital humano e a justificativa econômica para o investimento em educação, fornecendo a base para entender que a educação básica é base para o aumento da produtividade e da renda;
- No *cluster* verde, a abordagem está mais diretamente alinhada com o tema "qualidade da educação", em oposição à "quantidade de educação". Reúne trabalhos mais dedicados à análises empíricas de como a qualidade da educação e o desenvolvimento de habilidades cognitivas, avaliadas em testes padronizados, se traduzem em capital humano mais eficiente e em melhores resultados econômicos;
- A abordagem do *cluster* azul, se concentra na perspectiva macroeconômica do crescimento e desenvolvimento, enfatizando a Teoria do Crescimento Endógeno. Explora como o acúmulo de capital humano, impulsionado pela educação e pesquisa, gera inovação e é um motor fundamental para o crescimento econômico sustentado e a convergência de renda entre países.

1.8 Acoplamento bibliográfico – Frentes de pesquisa

O acoplamento bibliográfico dos 164 documentos publicados entre 2022 e 2025 (Figura 3) evidencia a presença de dez *fronts* de pesquisas.

Figura 3: Rede de acoplamento bibliográfico



Fonte: VOSViewer

1.8.1 Choques, Políticas e Capital Humano

O *cluster* vermelho agrega a maior quantidade de artigos, relacionados à avaliação causal do impacto de choques exógenos, sejam eles ambientais ou socioeconômicos, ou de intervenções políticas/estruturais, na formação de capital humano. Nessa linha de pesquisa destacam-se os trabalhos de Fomba, Talla e Ningaye (2023), Ye et al (2024) e Ahmed et al (2022).

1.8.2 Mercado, Qualidade e Mediação Tecnológica

Os trabalhos agrupados no *cluster* verde tratam de análises de como a qualidade da educação, a formação de capital humano e o mercado é afetado em cenários econômicos, organizacionais ou sociais distintos, com ênfase na mediação e moderação da tecnologia nesses cenários. Nesse *cluster* destacam-se as pesquisas de Nugroho, Prijudi e Kusumastuti (2022), Zane (2023) e Hamdi et al (2023).

1.8.3 IA e Tecnologias em Ecossistemas Educativos

O *front* de pesquisa concentrado no *cluster* azul avalia a integração e o impacto estratégico da Inteligência Artificial (IA) e das tecnologias digitais em ecossistemas

educacionais. Destaca-se neste *cluster* os trabalhos de George e Wooden (2023), Anubhav, Dwivedi e Aashish (2024), Amjad (2022) e Maia, Bueno e Sato (2023).

1.8.4 Gestão Tecnológica e Eficácia Institucional

O *cluster* amarelo tem proximidade temática com o *cluster* azul, tratando da integração sistêmica e gestão de tecnologias digitais, inclusive as IAs, em sistemas educacionais, com foco na avaliação de eficácia e impacto no desenvolvimento de competências e na qualidade institucional. Os trabalhos de Mei, Feng e Cavallaro (2023) e de Alfaro-Ponce et al (2023) se destacam neste *cluster*.

1.8.5 Educação e Sustentabilidade Macroeconômica

Ancoradas em modelos econométricos avançados, as pesquisas do *cluster* violeta buscam quantificar o papel da educação na sustentabilidade macroeconômica e ambiental. Os trabalhos de Zhang et al (2022), Ansari (2024) e Bota-Avram et al (2024) são os destaques deste *cluster*.

1.8.6 Eficiência e Alocação de Recursos Educacionais

A partir deste *cluster*, os agrupamentos reúnem uma menor quantidade de artigos. O *cluster* azul-claro concentra pesquisas relacionadas à avaliação quantitativa da eficiência e efetividade da aplicação de recursos em sistemas educacionais, empregados dados robustos obtidos a partir de testes padronizados, para analisar contextos socioeconômicos diversos. Destaque para os papers de Jones (2023), Musah e Aawaar (2022), Gulati, Charles e Kumar (2024).

1.8.7 Métricas e Qualidade do Capital Humano

O *cluster* laranja foca na reavaliação dos conceitos e mensuração do capital humano, a partir da ótica da qualidade educacional e a influência desta nos resultados econômicos. Os trabalhos de Artige e Cavenaile (2023), Glawe e Wagner (2022) e Lee e Lee (2024) são os destaques deste *cluster*.

1.8.8 Inovação Pedagógica e Mobilidade Social

O *cluster* marrom agrega pesquisas que avaliam a reconfiguração da educação e a influência na formação de capital humano na mobilidade socioeconômica, além de analisar a integração de inovações pedagógicas e tecnológicas em suas práticas. Os artigos de Card, Domnisoru e Taylor (2022) e Garcia (2022) são destaque neste *cluster*.

1.8.9 Heterogeneidade e Desenvolvimento Econômico

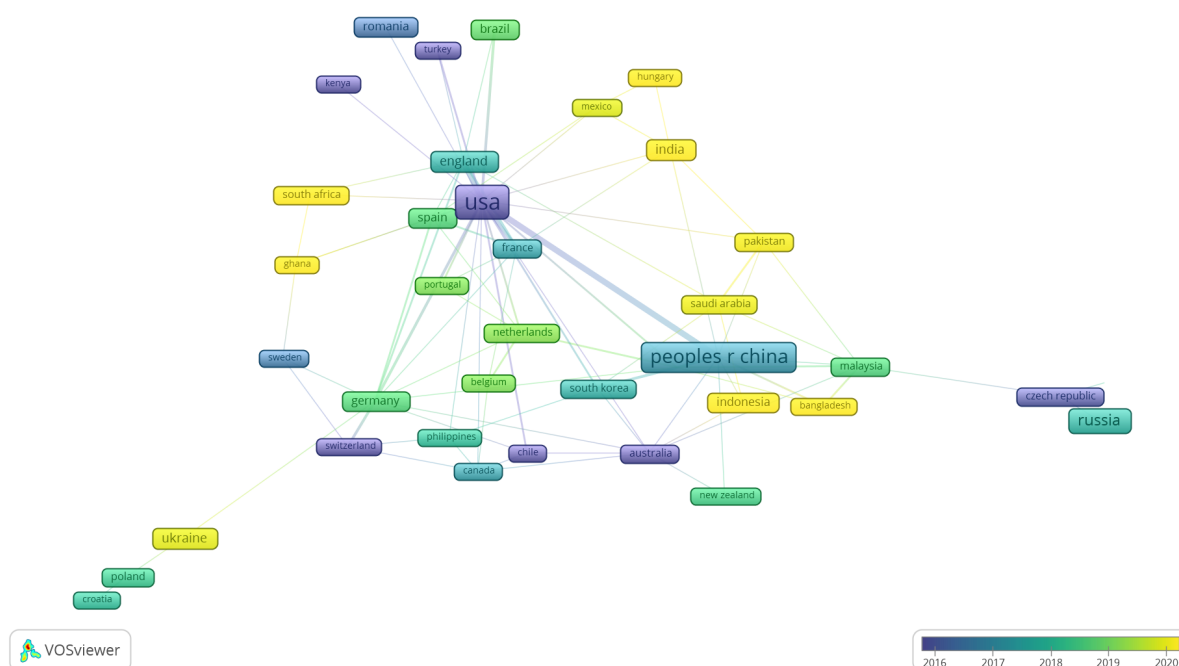
A linha de pesquisa identificada no *cluster* rosa vai além das pesquisas tradicionais de correlação, explorando a heterogeneidade e complexidade das interações em diversos contextos geográficos e temporais, utilizando dados históricos agrários, macro panel data de economias emergentes e desenvolvidas, e microdados empresariais para avaliar o impacto da qualidade da educação da formação de capital humano e no desenvolvimento econômico. Destaque para os trabalhos de Hu et al (2023) e Rodriguez et al (2023).

1.8.10 Educação para Inovação, Ciência e Tecnologia

O *cluster* rosa claro, bem destacado os demais, avalia criticamente a capacidade dos sistemas educacionais em prover as competências e a infraestrutura de recursos humanos necessárias para sustentar a inovação baseada em Ciência e Tecnologia (C&T), em contextos de desenvolvimento socioeconômico sustentável e inclusivo. Este *cluster* reúne os trabalhos de Batista (2022) e Trucco (2023).

1.9 Rede de cooperação internacional

Figura 4: Rede de cooperação internacional.



Fonte: VOSViewer

A Figura 4 apresenta o mapa de coautoria, em que se evidencia os EUA e China como figuras centrais na liderança das cooperações internacionais. Considerando os

períodos em que ocorreram as cooperações, observa-se que até 2016 se concentravam em países mais desenvolvidos, como EUA, Suíça e Austrália, e mais recentemente, após 2020, em países em desenvolvimento, como Índia, África do Sul e Indonésia. Este fato evidencia a preocupação talvez tardia de nações menos desenvolvidas com a influência da qualidade da educação na formação de capital humano.

CAPÍTULO 2 - MODELO INTEGRADOR

A presente análise bibliométrica, baseada no modelo TEMAC (MARIANO; ROCHA, 2017), permitiu integrar os resultados da pesquisa à literatura científica sobre a influência da qualidade da educação na formação de capital humano. Tornou possível visualizar a evolução da produção científica, os periódicos mais relevantes, os artigos de maior impacto na comunidade acadêmica, os autores mais prolíficos e aqueles mais influentes, e quais entidades demonstram, por meio de financiamentos, mais interesse sobre o tema. Também permitiu identificar que dentre os três agrupamentos teóricos não há necessariamente escolas concorrentes, mas perspectivas que se complementam para oferecer uma compreensão mais ampla do objeto deste estudo. As linhas de pesquisa recentes apontam para os rumos da ciência sobre o tema, demonstrando que os modelos teóricos evoluíram, agregando variáveis como tecnologia, sustentabilidade, equidade, entre outras.

Com base nas evidências mapeadas, propõe-se um modelo integrador em que a formação de capital humano direcionada à inovação e ao crescimento econômico, pode ser estudada a partir dos resultados de testes padronizados e de indicadores de desempenho econômico, incluindo nos modelos quantitativos que consideram contexto educacional, contexto socioeconômico e políticas públicas voltadas à busca por melhor qualidade de ensino.

Esse modelo é sustentado por um conjunto de estudos que trazem resultados convergentes em relação à importância da educação básica na formação de capital humano preparado para inovar e assumir o protagonismo no desenvolvimento econômico. Baseado em análises quantitativas robustas, busca-se identificar lacunas para atuação do poder público. Assim, políticas públicas bem direcionadas podem maximizar a formação de força-de-trabalho preparada para mudanças significativas na estrutura produtiva.

CONCLUSÃO

A partir de 2018, o número de publicações sobre a influência da qualidade da educação básica para a formação de capital humano orientada ao crescimento econômico por meio da inovação, decresceu, porém voltou a crescer em 2024 com o maior número de publicações anuais sobre o tema. Por outro lado, ao incluir variáveis que tornam as análises mais robustas, os modelos aplicados às frentes de pesquisa recentes parecem, ainda, incompletos. Ao complementar dados de pesquisas padronizadas com parâmetros associados à contextos educacionais, socioeconômicos e regionais, além de fatores vinculados a representatividade de gênero e minorias, entre outros, as pesquisas nesta área tendem ficar mais sofisticadas e aplicáveis a cenários cada vez mais complexos, apresentando resultados mais confiáveis.

A presente bibliometria evidencia que o campo de pesquisa em análise continua a ter atenção da comunidade científica. Tal fato parece estar vinculado tanto com o desenvolvimento e popularização de novas tecnologias, como as IAs, que podem ser aplicadas no contexto pedagógico, quando da própria evolução da formação de capital humano em cenários cada vez mais complexos e com maior disponibilidade de dados para alimentar pesquisas. Na leitura preliminar dos artigos obtidos nesta pesquisa, foi observado que no começo deste século houve significativo avanço epistemológico dos conceitos relacionados à formação de capital humano.

Ao tornar possível identificar os autores e artigos mais relevantes, as abordagens mais empregadas, os fronts de pesquisa atuais e os países que mais colaboram entre si, este trabalho pode orientar pesquisas para produção científica além das fronteiras definidas pelo estado da arte atual, relacionada à influência da qualidade da educação básica para a formação de capital humano orientada ao crescimento econômico por meio da inovação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEMOGLU, D.; AUTOR, D. What does human capital do? a review of goldin and katz's the race between education and technology. *JOURNAL OF ECONOMIC LITERATURE*, AMER ECONOMIC ASSOC, v. 50, p. 426–463, 6 2012. ISSN 0022-0515.
- AHMED, R. et al. The impact of flooding on education of children and adolescents: Evidence from pakistan. *WATER ECONOMICS AND POLICY*, WORLD SCIENTIFIC PUBL CO PTE LTD, v. 08, 7 2022. ISSN 2382-624X.
- ALFARO-PONCE, B. et al. Education in mexico and technological public policy for developing complex thinking in the digital era: A model for technology management. *JOURNAL OF INNOVATION & KNOWLEDGE*, ELSEVIER ESPANA, v. 8, 10 2023. ISSN 2530-7614.
- ALTONJI, J. G.; BLOM, E.; MEGHIR, C. Heterogeneity in human capital investments: High school curriculum, college major, and careers. In: _____. *ANNUAL REVIEW OF ECONOMICS*, VOL 4. [S.I.]: ANNUAL REVIEWS, 2012. v. 4, p. 185–223. ISBN 978-0-8243-4604-1.
- AMJAD, T. Digital entrepreneurial marketing: A bibliometric analysis reveals an inescapable need of business schools. *INTERNATIONAL JOURNAL OF MANAGEMENT EDUCATION*, ELSEVIER SCI LTD, v. 20, 7 2022. ISSN 1472-8117.
- ANGRIST, J. D.; KRUEGER, A. B. Does compulsory school attendance affect schooling and earnings? *The Quarterly Journal of Economics*, v. 106, 1991. ISSN 0033-5533.
- ANSARI, M. A. Tourism and economic growth: Evidence from cross-country data with policy insights. *JOURNAL OF THE KNOWLEDGE ECONOMY*, SPRINGER, 12 2024. ISSN 1868-7865.
- ANUBHAV, K.; DWIVEDI, A. K.; AASHISH, K. Entrepreneurship education in higher education (2002-2022): A technology-empowered systematic literature review. *INTERNATIONAL JOURNAL OF MANAGEMENT EDUCATION*, ELSEVIER SCI LTD, v. 22, 11 2024. ISSN 1472-8117.
- ARTIGE, L.; CAVENAILE, L. Public education expenditures, growth and income inequality. *JOURNAL OF ECONOMIC THEORY*, ACADEMIC PRESS INC ELSEVIER SCIENCE, v. 209, 4 2023. ISSN 0022-0531.
- BARRO, R. J. Economic growth in a cross section of countries. *Quarterly Journal of Economics*, v. 106, 1991. ISSN 00335533.
- BARRO, R. J.; LEE, J. W. International comparisons of educational attainment. *Journal of Monetary Economics*, v. 32, 1993. ISSN 03043932.
- BARRO, R. J.; LEE, J. W. International data on educational attainment: Updates and implications. *Oxford Economic Papers*, v. 53, 2001. ISSN 00307653.
- BARRO, R. J.; LEE, J. W. A new data set of educational attainment in the world, 1950-2010. *Journal of Development Economics*, v. 104, 2013. ISSN 03043878.

BATISTA, A. R. Innovation and education: lessons learned from cuban science, technology and innovation system. *GECONTEC-REVISTA INTERNACIONAL DE GESTION DEL CONOCIMIENTO Y LA TECNOLOGIA*, UNIV PABLO OLAVIDE, v. 10, p. 1–17, 2022. ISSN 2255-5684.

BECKER, G. S. Investment in human capital: A theoretical analysis. *Journal of Political Economy*, v. 70, 1962. ISSN 0022-3808.

BECKER, G. S. *Human Capital*. 2nd. ed. [S.l.]: Columbia University Press, 1964. 15-28 p.

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, 1994. ISSN 03043932.

BOTA-AVRAM, C. et al. Exploring the impact of macro-determinant factors on energy resource depletion: Evidence from a worldwide cross-country panel data analysis. *ENERGY ECONOMICS*, ELSEVIER, v. 130, 2 2024. ISSN 0140-9883.

BROWN, P. H.; PARK, A. Education and poverty in rural china. *ECONOMICS OF EDUCATION REVIEW*, PERGAMON-ELSEVIER SCIENCE LTD, v. 21, p. 523–541, 12 2002. ISSN 0272-7757.

CARD, D. Chapter 30 the causal effect of education on earnings. In: _____. *Handbook of Labor Economics*. [S.l.: s.n.], 1999. v. 3 PART.

CARD, D.; DOMNISORU, C.; TAYLOR, L. The intergenerational transmission of human capital: Evidence from the golden age of upward mobility. *JOURNAL OF LABOR ECONOMICS*, UNIV CHICAGO PRESS, v. 40, p. S39–S95, 4 2022. ISSN 0734-306X.

COHEN, D.; SOTO, M. Growth and human capital: good data, good results. *Journal of Economic Growth*, v. 12, 2007. ISSN 1381-4338.

FOMBA, B. K.; TALLA, D. N. D. F.; NINGAYE, P. Institutional quality and education quality in developing countries: Effects and transmission channels. *JOURNAL OF THE KNOWLEDGE ECONOMY*, SPRINGER, v. 14, p. 86–115, 3 2023. ISSN 1868-7865.

GARCIA, S. C. Inequality of educational opportunities and the role of learning intensity. *LABOUR ECONOMICS*, ELSEVIER, v. 74, 1 2022. ISSN 0927-5371.

GEORGE, B.; WOODEN, O. Managing the strategic transformation of higher education through artificial intelligence. *ADMINISTRATIVE SCIENCES*, MDPI, v. 13, 9 2023.

GLAWE, L.; WAGNER, H. Is schooling the same as learning?-the impact of the learning-adjusted years of schooling on growth in a dynamic panel data framework. *WORLD DEVELOPMENT*, PERGAMON-ELSEVIER SCIENCE LTD, v. 151, 3 2022. ISSN 0305-750X.

GREGORY, N. M.; ROMER, D.; WEIL, D. N. A contribution to the empirics of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, v. 107, 1992. ISSN 15314650.

GULATI, R.; CHARLES, V.; KUMAR, S. School education development index: A meta-frontier range directional measure benefit-of-the-doubt model. *SOCIO-ECONOMIC PLANNING SCIENCES*, ELSEVIER SCIENCE INC, v. 92, 4 2024. ISSN 0038-0121.

HAMDI, M. et al. Monkey see, monkey do? examining the effect of entrepreneurial orientation and knowledge sharing on new venture creation for gen y and gen z. *JOURNAL OF ENTREPRENEURSHIP IN EMERGING ECONOMIES*, EMERALD GROUP PUBLISHING LTD, v. 15, p. 786–807, 7 2023. ISSN 2053-4604.

HANUSHEK, E. A. Interpreting recent research on schooling in developing-countries. *WORLD BANK RESEARCH OBSERVER*, WORLD BANK PUBLICATIONS, v. 10, p. 227–246, 8 1995. ISSN 0257-3032. World-Bank Conference on Human Capital and Development, WASHINGTON, DC, MAY, 1994.

HANUSHEK, E. A.; KIMKO, D. D. Schooling, labor-force quality, and the growth of nations. *American Economic Review*, v. 90, 2000. ISSN 00028282.

HANUSHEK, E. A.; WOESSMANN, L. *The role of cognitive skills in economic development*. 2008.

HANUSHEK, E. A.; WOESSMANN, L. Schooling, educational achievement, and the latin american growth puzzle. *JOURNAL OF DEVELOPMENT ECONOMICS*, ELSEVIER, v. 99, p. 497–512, 11 2012. ISSN 0304-3878.

HU, J. et al. Entrepreneurial human capital, equity concentration and firm performance: Evidence from companies listed on china's growth enterprise market. *MANAGERIAL AND DECISION ECONOMICS*, JOHN WILEY & SONS LTD, v. 44, p. 187–196, 1 2023. ISSN 0143-6570.

JAMISON, E. A.; JAMISON, D. T.; HANUSHEK, E. A. The effects of education quality on income growth and mortality decline. *ECONOMICS OF EDUCATION REVIEW*, PERGAMON-ELSEVIER SCIENCE LTD, v. 26, p. 771–788, 12 2007. ISSN 0272-7757. International Conference on Economics of Education, Dijon, FRANCE, JUN, 2006.

JONES, M. E. C. Post-secondary funding and the educational attainment of indigenous students. *ECONOMICS OF EDUCATION REVIEW*, PERGAMON-ELSEVIER SCIENCE LTD, v. 97, 12 2023. ISSN 0272-7757.

KRUEGER, A. B.; LINDAHL, M. Education for growth: Why and for whom? *Journal of Economic Literature*, v. 39, 2001. ISSN 00220515.

LEE, H.; LEE, J.-W. Educational quality and disparities in income and growth across countries. *JOURNAL OF ECONOMIC GROWTH*, SPRINGER, v. 29, p. 361–389, 9 2024. ISSN 1381-4338.

LUCAS, R. E. On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, v. 22, 1988. ISSN 03043932.

MAIA, J. de S. Z.; BUENO, A. P. A.; SATO, J. R. Applications of artificial intelligence models in educational analytics and decision making: A systematic review. *WORLD*, MDPI, v. 4, p. 288–313, 6 2023.

MARIANO, A.; ROCHA, M. Revisão da literatura: Apresentação de uma abordagem integradora. In: . [S.l.: s.n.], 2017.

MEI, L.; FENG, X.; CAVALLARO, F. Evaluate and identify the competencies of the future workforce for digital technologies implementation in higher education. *JOURNAL OF INNOVATION & KNOWLEDGE*, ELSEVIER ESPANA, v. 8, 10 2023. ISSN 2530-7614.

MINCER, J. Investment in human capital and personal income distribution. *Journal of Political Economy*, v. 66, 1958. ISSN 0022-3808.

MINCER, J. A. Schooling and earnings. In: _____. *Schooling, Experience, and Earnings*. [S.l.]: Columbia University Press, 1974. p. 41–63.

MUSAH, A.; AAWAAR, G. Financial development and educational quality in sub-saharan africa. *COGENT ECONOMICS & FINANCE*, TAYLOR & FRANCIS AS, v. 10, 12 2022. ISSN 2332-2039.

NUGROHO, A.; PRIJADI, R.; KUSUMASTUTI, R. D. Strategic orientations and firm performance: the role of information technology adoption capability. *JOURNAL OF STRATEGY AND MANAGEMENT*, EMERALD GROUP PUBLISHING LTD, v. 15, p. 691–717, 10 2022. ISSN 1755-425X.

PRITCHETT, L. Where has all the education gone? *World Bank Economic Review*, v. 15, 2001. ISSN 02586770.

PSACHAROPOULOS, G. Returns to investment in education: A global update. *World Development*, v. 22, 1994. ISSN 0305750X.

RAJKUMAR, A. S.; SWAROOP, V. Public spending and outcomes: Does governance matter? *JOURNAL OF DEVELOPMENT ECONOMICS*, ELSEVIER SCIENCE BV, v. 86, p. 96–111, 4 2008. ISSN 0304-3878.

RODRIGUEZ, M. et al. Migration and academic performance in higher education: evidence for colombia. *SPATIAL ECONOMIC ANALYSIS*, ROUTLEDGE JOURNALS, TAYLOR & FRANCIS LTD, v. 18, p. 600–618, 10 2023. ISSN 1742-1772.

ROMER, P. M. Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, University of Chicago Press, v. 98, p. S71–S102, 10 1990. ISSN 0022-3808.

SCHULTZ, T. W. Investment in human-capital. *AMERICAN ECONOMIC REVIEW*, AMER ECONOMIC ASSOC, v. 51, p. 1–17, 1961. ISSN 0002-8282.

SLUIS, J. der; PRAAG, M. van; VIJVERBERG, W. Education and entrepreneurship selection and performance: A review of the empirical literature. *JOURNAL OF ECONOMIC SURVEYS*, WILEY, v. 22, p. 795–841, 12 2008. ISSN 0950-0804.

SOLOW, R. M. A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, v. 70, 1956. ISSN 15314650.

TRUCCO, D. Improving education is crucial for inclusive and sustainable economic and social development. *CEPAL REVIEW*, COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE, p. 201–213, 12 2023. ISSN 0251-2920.

YE, J. et al. Pursuing a brighter future: Impact of the hukou reform on human capital investment in migrant children in china. *CHINA ECONOMIC REVIEW*, ELSEVIER SCIENCE INC, v. 85, 6 2024. ISSN 1043-951X.

ZANE, L. J. Intellectual capital and the acquisition of human capital by technology-based new ventures. *JOURNAL OF INTELLECTUAL CAPITAL*, EMERALD GROUP PUBLISHING LTD, v. 24, p. 780–798, 4 2023. ISSN 1469-1930.

ZHANG, C. et al. Environmental impact of information and communication technology: Unveiling the role of education in developing countries. *TECHNOLOGICAL FORECASTING AND SOCIAL CHANGE*, ELSEVIER SCIENCE INC, v. 178, 5 2022. ISSN 0040-1625.

ANEXO A - RANKING DE PROFICIÊNCIA - 2003 A 2023

Tabela 9: *Ranking de desempenho em Língua Portuguesa - Rede Privada*

Posição	UF	Rede	Nota Média _{LP}	σ_{LP}	n Obs.
1 ^a	MG	Privada	287.7	55.7	47924
2 ^a	DF	Privada	287.4	57.1	30330
3 ^a	SC	Privada	284.4	54.5	27845
4 ^a	ES	Privada	280.7	56.4	38122
5 ^a	RS	Privada	279.8	59	37368
6 ^a	PR	Privada	279.5	55.8	37687
7 ^a	SP	Privada	278.6	51.7	75814
8 ^a	MS	Privada	274.5	56.5	32127
9 ^a	PI	Privada	272.6	60.2	43282
10 ^a	RJ	Privada	272.5	61.4	33539
11 ^a	MT	Privada	272.2	57.6	28106
12 ^a	GO	Privada	270	58.4	36731
13 ^a	PE	Privada	269.3	62.4	37874
14 ^a	BA	Privada	268.7	61.4	36022
15 ^a	RN	Privada	267.6	60.4	35073
16 ^a	AM	Privada	267.5	56.3	32147
17 ^a	PA	Privada	267.2	60.5	32992
18 ^a	CE	Privada	267.1	60	37516
19 ^a	PB	Privada	266.9	60	35160
20 ^a	AC	Privada	266.6	55.8	9437
21 ^a	RR	Privada	265.8	55.2	6166
22 ^a	TO	Privada	264.8	57.5	19565
23 ^a	SE	Privada	263.2	61.5	32850
24 ^a	MA	Privada	261.4	60.5	36917
25 ^a	RO	Privada	260.4	57.8	22906
26 ^a	AP	Privada	258.9	58.1	13534
27 ^a	AL	Privada	254	58.4	33292

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2023 (INEP)

Tabela 10: *Ranking de desempenho em Língua Portuguesa - Rede Pública*

Posição	UF	Rede	Nota Média_{LP}	σ_{LP}	n Obs.
1 ^a	PR	Publica	236.9	54	2499939
2 ^a	MG	Publica	235.2	56.3	4471543
3 ^a	SC	Publica	235	54.2	1462957
4 ^a	SP	Publica	234.1	56.8	9516130
5 ^a	GO	Publica	233.3	56.3	1424360
6 ^a	DF	Publica	233.2	53.4	546220
7 ^a	CE	Publica	231.3	59.7	2091682
8 ^a	RS	Publica	231	55.6	1893309
9 ^a	ES	Publica	230.6	56.7	779296
10 ^a	MS	Publica	227	54.6	601716
11 ^a	RJ	Publica	224.9	56	2670179
12 ^a	AC	Publica	224.6	54.9	218459
13 ^a	RO	Publica	222.5	55.5	426833
14 ^a	MT	Publica	221.3	55.1	757578
15 ^a	TO	Publica	219.5	55.9	418327
16 ^a	AM	Publica	218.9	55.6	1116050
17 ^a	PE	Publica	218.5	59.5	1897137
18 ^a	PI	Publica	217.5	56.9	703986
19 ^a	PB	Publica	213.5	56.5	757988
20 ^a	RR	Publica	212.9	54.1	138666
21 ^a	BA	Publica	210.7	55.5	2880851
22 ^a	SE	Publica	208.6	56.1	435710
23 ^a	RN	Publica	207.7	58.9	620892
24 ^a	PA	Publica	207.3	54.8	1952154
25 ^a	AL	Publica	206.7	57.9	768569
26 ^a	MA	Publica	206.2	56.1	1719502
27 ^a	AP	Publica	205.1	54.7	211276

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2023 (INEP)

Tabela 11: *Ranking de desempenho em Matemática - Rede Privada*

Posição	UF	Rede	Nota Média _M	σ_M	n Obs.
1 ^a	MG	Privada	313.1	59.7	41597
2 ^a	SC	Privada	307.4	57.7	25501
3 ^a	DF	Privada	304.4	61.6	27981
4 ^a	ES	Privada	303.8	59.3	34408
5 ^a	PR	Privada	303.5	59.3	31427
6 ^a	RS	Privada	301.4	59.9	31198
7 ^a	SP	Privada	296.6	53.4	70627
8 ^a	MS	Privada	294.2	58.9	27505
9 ^a	RJ	Privada	291.6	66.2	28733
10 ^a	MT	Privada	289.6	59.7	25942
11 ^a	PI	Privada	288.1	65.1	38513
12 ^a	GO	Privada	286	61.2	32912
13 ^a	PE	Privada	285.3	65.2	33195
14 ^a	BA	Privada	284.8	63.6	30290
15 ^a	PB	Privada	281.4	63.2	31535
16 ^a	RN	Privada	281	62.4	31432
17 ^a	CE	Privada	279.9	64.3	34190
18 ^a	TO	Privada	278.7	59.1	18247
19 ^a	SE	Privada	277.2	62	29023
20 ^a	AC	Privada	276.6	56.1	8622
21 ^a	RR	Privada	276.1	56.3	5952
22 ^a	PA	Privada	274.7	62.6	29497
23 ^a	AM	Privada	274.2	58.6	29871
24 ^a	RO	Privada	274.1	58.1	20665
25 ^a	MA	Privada	269.8	61.8	33439
26 ^a	AL	Privada	267.9	58.2	29818
27 ^a	AP	Privada	262.9	57	12625

Fonte: *Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2023 (INEP)*

Tabela 12: Ranking de desempenho em Matemática - Rede Pública

Posição	UF	Rede	Nota Média_M	σ_M	n Obs.
1 ^a	PR	Publica	247.2	50	2489636
2 ^a	SC	Publica	244.8	51.1	1451861
3 ^a	MG	Publica	244.6	53.1	4459343
4 ^a	SP	Publica	241.8	52.3	9504862
5 ^a	DF	Publica	241.1	48.9	543708
6 ^a	ES	Publica	239.9	53.3	771653
7 ^a	RS	Publica	239.6	51.7	1882253
8 ^a	GO	Publica	239	52.7	1414797
9 ^a	CE	Publica	236.1	57	2083248
10 ^a	MS	Publica	234.8	50.7	592685
11 ^a	RJ	Publica	231.8	51	2659801
12 ^a	RO	Publica	230.9	50.8	420597
13 ^a	AC	Publica	230.6	50.5	212103
14 ^a	MT	Publica	228.2	50.9	748572
15 ^a	TO	Publica	227.3	52.1	413595
16 ^a	PE	Publica	225.3	55.1	1888129
17 ^a	PI	Publica	224.9	53.3	696237
18 ^a	AM	Publica	223	51	1108875
19 ^a	RR	Publica	220.8	50.2	135950
20 ^a	PB	Publica	220	51	748756
21 ^a	SE	Publica	216.7	50.7	428617
22 ^a	BA	Publica	216.6	49.8	2871043
23 ^a	AL	Publica	215.6	54.6	760714
24 ^a	RN	Publica	214.4	53.5	612954
25 ^a	PA	Publica	211.8	48.9	1943246
26 ^a	MA	Publica	210	50.5	1710168
27 ^a	AP	Publica	209.3	47.3	205401

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2023 (INEP)

ANEXO B - ESTRATOS EM DESTAQUE PELOS NÍVEIS DE PROFICIÊNCIA

Tabela 13: Melhores desempenhos em Língua Portuguesa - Brasil

Rede	Segmento	Gênero	Cor/Raça	NSE	Nota Média _{LP}	σ_{LP}	n Obs.
Privada	Ensino Médio	Feminino	Branca	Superior	329.6	41.5	21103
Privada	Ensino Médio	Feminino	-	Superior	326.2	42.8	33948
Privada	Ensino Médio	-	Branca	Superior	324	46	39958
Privada	Ensino Médio	Feminino	Amarela	Superior	322.3	43.2	846
Privada	Ensino Médio	Feminino	Parda	Superior	320.9	44	9508
Privada	Ensino Médio	Feminino	Branca	-	320.4	44.3	67622
Privada	Ensino Médio	-	-	Superior	319.7	47.6	67399
Privada	Ensino Médio	Feminino	Preta	Superior	318.8	43.6	1659
Privada	Ensino Médio	Masculino	Branca	Superior	317.8	49.7	18642
Privada	Ensino Médio	-	Amarela	Superior	317	47.3	1537
Privada	Ensino Médio	-	Branca	-	316	47.9	138841
Privada	Ensino Médio	-	Parda	Superior	314.6	48.3	19344
Privada	Ensino Médio	Feminino	-	-	314	46.2	131664
Privada	Ensino Médio	Feminino	Branca	Intermediário	313.3	43.4	6895
Privada	Ensino Médio	Masculino	-	Superior	313.3	51.1	32256
Privada	Ensino Médio	Masculino	Amarela	Superior	310.8	51.3	680
Privada	Ensino Médio	Feminino	Branca	Inferior	309.7	46.3	1044
Privada	Ensino Médio	-	-	-	309.4	49.6	278917
Privada	Ensino Médio	Feminino	Parda	-	309.3	47	33700
Privada	Ensino Médio	-	Preta	Superior	308.9	49.7	3751

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2023 (INEP)

Tabela 14: Piores desempenhos em Língua Portuguesa - Brasil

Rede	Segmento	Gênero	Cor/Raça	NSE	Nota Média _{LP}	σ_{LP}	n Obs.
Pública	Anos Iniciais/EF	Masculino	Amarela	Inferior	170.9	46	25353
-	Anos Iniciais/EF	Masculino	Amarela	Inferior	171	46.1	25409
Pública	Anos Iniciais/EF	Masculino	Preta	Inferior	172.6	44.4	136670
-	Anos Iniciais/EF	Masculino	Preta	Inferior	172.6	44.4	136845
Pública	Anos Iniciais/EF	-	Amarela	Inferior	175.1	47.1	71259
-	Anos Iniciais/EF	-	Amarela	Inferior	175.2	47.1	71369
Pública	Anos Iniciais/EF	-	Preta	Inferior	176.6	45.1	329744
-	Anos Iniciais/EF	-	Preta	Inferior	176.6	45.1	330092
Pública	Anos Iniciais/EF	Masculino	Indígena	Inferior	177.2	46.6	21334
-	Anos Iniciais/EF	Masculino	Indígena	Inferior	177.3	46.6	21369
Pública	Anos Iniciais/EF	Masculino	Preta	-	179	43.4	2039223
-	Anos Iniciais/EF	Masculino	Preta	-	179.3	43.6	2063241
Pública	Anos Iniciais/EF	Masculino	-	Inferior	181.8	48.4	898985
-	Anos Iniciais/EF	Masculino	-	Inferior	181.9	48.4	900793
Pública	Anos Iniciais/EF	-	Indígena	Inferior	182	48.2	59118
-	Anos Iniciais/EF	-	Indígena	Inferior	182.1	48.2	59195
Pública	Anos Iniciais/EF	Feminino	Amarela	Inferior	182.1	48.1	25062
-	Anos Iniciais/EF	Feminino	Amarela	Inferior	182.2	48.1	25111
Pública	Anos Iniciais/EF	Masculino	Amarela	-	183.3	49	194241
Pública	Anos Iniciais/EF	-	Preta	-	183.8	44.3	4336990

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2023 (INEP)

Tabela 15: Melhores desempenhos em Matemática - Brasil

Rede	Segmento	Gênero	Cor/Raça	NSE	Nota Média _M	σ_M	n Obs.
Privada	Ensino Médio	Masculino	Branca	Superior	345.8	59.1	18642
Privada	Ensino Médio	Masculino	Amarela	Superior	345.3	61.2	680
Privada	Ensino Médio	-	Branca	Superior	340.5	57.4	39958
Privada	Ensino Médio	Masculino	-	Superior	339.3	60.5	32256
Privada	Ensino Médio	Masculino	Branca	-	338.5	59.9	57846
Privada	Ensino Médio	-	Amarela	Superior	337.4	60	1537
Privada	Ensino Médio	Feminino	Branca	Superior	336	55.4	21103
Privada	Ensino Médio	-	-	Superior	334.4	58.8	67399
Privada	Ensino Médio	-	Branca	-	332.4	58.3	138829
Privada	Ensino Médio	Masculino	Parda	Superior	331.9	60.5	9711
Privada	Ensino Médio	Feminino	Amarela	Superior	331.7	58.3	846
Privada	Ensino Médio	Feminino	-	Superior	330.3	56.5	33948
Privada	Ensino Médio	Masculino	-	-	329.5	61.1	115373
Privada	Ensino Médio	Masculino	Amarela	-	327.5	62.9	3673
Privada	Ensino Médio	-	Parda	Superior	326.7	58.8	19344
Privada	Ensino Médio	Feminino	Branca	-	325.9	56.9	67133
Privada	Ensino Médio	-	-	-	322.9	59.5	278919
Privada	Ensino Médio	Feminino	Parda	Superior	321.5	56.4	9508
Privada	Ensino Médio	Masculino	Preta	-	321	60.5	18663
Privada	Ensino Médio	Masculino	Parda	-	320	60.3	30894

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2023 (INEP)

Tabela 16: Piores desempenhos em Matemática - Brasil

Rede	Segmento	Gênero	Cor/Raça	NSE	Nota Média _M	σ_M	n Obs.
Pública	Anos Iniciais/EF	Masculino	Amarela	Inferior	186.8	47	25353
-	Anos Iniciais/EF	Masculino	Amarela	Inferior	186.9	47.1	25409
Pública	Anos Iniciais/EF	-	Amarela	Inferior	187.1	45.3	71259
-	Anos Iniciais/EF	-	Amarela	Inferior	187.2	45.4	71369
Pública	Anos Iniciais/EF	Feminino	Amarela	Inferior	187.5	43.9	25062
-	Anos Iniciais/EF	Feminino	Amarela	Inferior	187.5	43.9	25111
Pública	Anos Iniciais/EF	-	Preta	Inferior	188.3	43.4	329744
-	Anos Iniciais/EF	-	Preta	Inferior	188.3	43.4	330092
Pública	Anos Iniciais/EF	Feminino	Preta	Inferior	188.3	41.8	113935
-	Anos Iniciais/EF	Feminino	Preta	Inferior	188.4	41.8	114097
Pública	Anos Iniciais/EF	Masculino	Preta	Inferior	188.6	45.2	136670
-	Anos Iniciais/EF	Masculino	Preta	Inferior	188.6	45.2	136845
Pública	Anos Iniciais/EF	Feminino	Indígena	Inferior	191.2	44.3	20286
-	Anos Iniciais/EF	Feminino	Indígena	Inferior	191.2	44.4	20326
Pública	Anos Iniciais/EF	Masculino	Indígena	Inferior	191.3	47.5	21334
-	Anos Iniciais/EF	Masculino	Indígena	Inferior	191.4	47.5	21369
Pública	Anos Iniciais/EF	-	Indígena	Inferior	192	46	59118
-	Anos Iniciais/EF	-	Indígena	Inferior	192	46	59195
Pública	Anos Iniciais/EF	Feminino	-	Inferior	197.7	45.2	867147
-	Anos Iniciais/EF	Feminino	-	Inferior	197.7	45.2	868896

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2023 (INEP)

Tabela 17: Melhores desempenhos em Língua Portuguesa - por UF

UF	Rede	Segmento	Gênero	Cor/Raça	NSE	Nota Média _{LP}	σ_{LP}	n Obs.
RJ	Privada	Ensino Médio	Feminino	Branca	Superior	342	39.7	933
MG	Privada	Ensino Médio	Feminino	Branca	Superior	341.9	38.2	1568
PI	Privada	Ensino Médio	Feminino	Branca	Superior	340.8	38.1	481
MG	Privada	Ensino Médio	Feminino	-	Superior	340.3	39	2443
RJ	Privada	Ensino Médio	Feminino	-	Superior	339.7	40.7	1266
MG	Privada	Ensino Médio	Feminino	Parda	Superior	338.5	40.5	628
MG	Privada	Ensino Médio	-	Branca	Superior	337.9	42.2	2828
RJ	Privada	Ensino Médio	-	Branca	Superior	337.6	45.1	1763
PI	Privada	Ensino Médio	-	Branca	Superior	336.5	41.9	948
MG	Privada	Ensino Médio	-	-	Superior	335.7	43.6	4530
PI	Privada	Ensino Médio	Feminino	-	Superior	335.6	41.2	1016
MG	Privada	Ensino Médio	Feminino	Preta	Superior	334.8	38.5	119
MG	Privada	Ensino Médio	Feminino	Branca	-	334.6	40.2	4381
DF	Privada	Ensino Médio	Feminino	Branca	Superior	334.6	41.5	1329
RJ	Privada	Ensino Médio	Feminino	Parda	Superior	334.6	41.1	208
AC	Privada	Ensino Médio	Feminino	Branca	Superior	334.2	31.8	139
RJ	Privada	Ensino Médio	-	-	Superior	333.7	46.8	2522
MG	Privada	Ensino Médio	-	Parda	Superior	333.7	44.5	1204
RJ	Privada	Ensino Médio	Masculino	Branca	Superior	333.2	49.7	821
MG	Privada	Ensino Médio	Masculino	Branca	Superior	333.1	46.1	1249

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2023 (INEP)

Tabela 18: Piores desempenhos em Língua Portuguesa - por UF

UF	Rede	Segmento	Gênero	Cor/Raça	NSE	Nota Média _{LP}	σ_{LP}	n Obs.
AP	Pública	Anos Iniciais/EF	Masculino	Indígena	Inferior	145.4	31.7	250
AP	-	Anos Iniciais/EF	Masculino	Indígena	Inferior	146.2	32.9	252
AP	Pública	Anos Iniciais/EF	-	Indígena	Inferior	148.4	35.3	667
AP	-	Anos Iniciais/EF	-	Indígena	Inferior	148.8	35.8	670
AP	-	Anos Iniciais/EF	Feminino	Indígena	Inferior	148.9	37.3	228
AP	Pública	Anos Iniciais/EF	Feminino	Indígena	Inferior	148.9	37.3	228
AP	Pública	Anos Iniciais/EF	Masculino	Amarela	Inferior	156.4	39.4	171
AP	-	Anos Iniciais/EF	Masculino	Amarela	Inferior	156.9	39.6	174
RR	Pública	Anos Iniciais/EF	-	Indígena	Inferior	157.6	37.6	1377
RR	-	Anos Iniciais/EF	-	Indígena	Inferior	157.7	37.6	1380
AP	Pública	Anos Iniciais/EF	-	Amarela	Inferior	158.3	38.1	495
AP	-	Anos Iniciais/EF	-	Amarela	Inferior	158.4	38.2	499
MA	Pública	Anos Iniciais/EF	Masculino	Amarela	Inferior	158.4	38.7	2756
MA	-	Anos Iniciais/EF	Masculino	Amarela	Inferior	158.5	38.8	2760
AM	Pública	Anos Iniciais/EF	Masculino	Indígena	Inferior	158.9	39.9	2324
AM	-	Anos Iniciais/EF	Masculino	Indígena	Inferior	158.9	39.9	2326
MS	Pública	Anos Iniciais/EF	Masculino	Indígena	Inferior	159	35.5	586
MS	-	Anos Iniciais/EF	Masculino	Indígena	Inferior	159.2	35.8	588
AL	Pública	Anos Iniciais/EF	Masculino	Preta	-	159.5	39.2	42891
AP	-	Anos Iniciais/EF	Feminino	Amarela	Inferior	159.8	38.5	157

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2023 (INEP)

Tabela 19: Melhores desempenhos em Matemática - por UF

UF	Rede	Segmento	Gênero	Cor/Raça	NSE	Nota Média _M	σ_M	n Obs.
MG	Privada	Ensino Médio	Masculino	Branca	Superior	370.1	52.6	1249
RJ	Privada	Ensino Médio	Masculino	Branca	Superior	370	58.6	821
MG	Privada	Ensino Médio	Masculino	-	Superior	367.7	53.1	2017
MG	Privada	Ensino Médio	-	Branca	Superior	366	51.2	2828
MG	Privada	Ensino Médio	Masculino	Parda	Superior	365.2	54	567
RJ	Privada	Ensino Médio	-	Branca	Superior	365.1	57.2	1763
MG	Privada	Ensino Médio	-	-	Superior	363	52.2	4530
MG	Privada	Ensino Médio	Feminino	Branca	Superior	362.6	50	1568
MG	Privada	Ensino Médio	Masculino	Branca	-	362.1	54.5	3646
RJ	Privada	Ensino Médio	Feminino	Branca	Superior	361.4	55.3	933
SP	Privada	Ensino Médio	Masculino	Amarela	-	361.3	66.3	248
SP	Privada	Ensino Médio	-	Amarela	Superior	360.2	59.3	190
PI	Privada	Ensino Médio	Masculino	Branca	Superior	360.1	64.5	462
MG	Privada	Ensino Médio	-	Parda	Superior	360	53.1	1204
RJ	Privada	Ensino Médio	Masculino	-	Superior	360	62	1192
MG	Privada	Ensino Médio	Feminino	-	Superior	359.6	50.8	2443
DF	Privada	Ensino Médio	Masculino	Branca	Superior	358.1	58.7	1231
MG	Privada	Ensino Médio	Masculino	-	-	358	55.6	6093
RJ	Privada	Ensino Médio	-	-	Superior	357.2	60	2522
MG	Privada	Ensino Médio	-	Branca	-	357.1	52.4	8610

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2023 (INEP)

Tabela 20: Piores desempenhos em Matemática - por UF

UF	Rede	Segmento	Gênero	Cor/Raça	NSE	Nota Média _M	σ_M	n Obs.
AP	-	Anos Iniciais/EF	Feminino	Indígena	Inferior	159.2	36.9	228
AP	Pública	Anos Iniciais/EF	Feminino	Indígena	Inferior	159.2	36.9	228
AP	Pública	Anos Iniciais/EF	Masculino	Indígena	Inferior	160.1	36.6	250
AP	-	Anos Iniciais/EF	Masculino	Indígena	Inferior	160.8	37.5	252
AP	Pública	Anos Iniciais/EF	-	Indígena	Inferior	161.6	36.9	667
AP	-	Anos Iniciais/EF	-	Indígena	Inferior	161.9	37.2	670
RR	Pública	Anos Iniciais/EF	-	Indígena	Inferior	169.1	36	1377
RR	-	Anos Iniciais/EF	-	Indígena	Inferior	169.2	36.1	1380
AP	-	Anos Iniciais/EF	Feminino	Amarela	Inferior	169.4	33.6	157
AP	Pública	Anos Iniciais/EF	Feminino	Amarela	Inferior	169.6	33.5	156
RR	Pública	Anos Iniciais/EF	Feminino	Indígena	Inferior	170	35.5	422
RR	-	Anos Iniciais/EF	Feminino	Indígena	Inferior	170.2	35.6	425
MS	Pública	Anos Iniciais/EF	-	Indígena	Inferior	171.3	35.2	1805
AM	Pública	Anos Iniciais/EF	Masculino	Indígena	Inferior	171.3	41.6	2324
AM	-	Anos Iniciais/EF	Masculino	Indígena	Inferior	171.4	41.6	2326
MS	-	Anos Iniciais/EF	-	Indígena	Inferior	171.6	35.5	1812
MS	Pública	Anos Iniciais/EF	Masculino	Indígena	Inferior	171.8	38.3	586
AP	Pública	Anos Iniciais/EF	Masculino	Amarela	Inferior	171.8	40	171
MS	-	Anos Iniciais/EF	Masculino	Indígena	Inferior	172.1	38.7	588
AM	Pública	Anos Iniciais/EF	-	Indígena	Inferior	172.6	40.1	6745

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2023 (INEP)

Tabela 21: Melhores desempenhos em Língua Portuguesa - DF

Rede	Segmento	Gênero	Cor/Raça	NSE	Nota Média _{LP}	σ_{LP}	n Obs.
Privada	Ensino Médio	Feminino	Branca	Superior	334.6	41.5	1329
Privada	Ensino Médio	-	Branca	Superior	330.1	44.8	2576
Privada	Ensino Médio	Feminino	-	Superior	329.6	43.6	2303
Privada	Ensino Médio	Feminino	Branca	-	329.5	42.5	2788
Privada	Ensino Médio	-	Branca	-	325.8	45.4	5845
Privada	Ensino Médio	Masculino	Branca	Superior	325.3	47.6	1231
Privada	Ensino Médio	Feminino	Parda	Superior	325.2	45.2	679
Privada	Ensino Médio	-	-	Superior	324.3	47.7	4620
Privada	Ensino Médio	Feminino	-	-	323.6	43.6	5568
Privada	Ensino Médio	Masculino	Branca	-	320.4	48.6	2425
Privada	Ensino Médio	Feminino	Parda	-	319.8	44.1	1525
Privada	Ensino Médio	Masculino	-	Superior	319.4	50.5	2230
Privada	Ensino Médio	-	-	-	319.4	47.3	11889
Privada	Ensino Médio	-	Parda	Superior	319.3	50	1372
Privada	Ensino Médio	Feminino	Preta	Superior	318.3	43.8	144
Privada	Ensino Médio	Feminino	Branca	Intermediário	315.7	42.9	114
Privada	Ensino Médio	-	Parda	-	315.5	48	3300
Privada	Ensino Médio	Feminino	Preta	-	315	43.6	795
Privada	Ensino Médio	-	Preta	Superior	314.3	43.8	324
Privada	-	Feminino	Branca	Superior	313.8	49.1	2461

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2023 (INEP)

Tabela 22: Piores desempenhos em Língua Portuguesa - DF

Rede	Segmento	Gênero	Cor/Raça	NSE	Nota Média _{LP}	σ_{LP}	n Obs.
-	Anos Iniciais/EF	Masculino	Amarela	Inferior	187.9	47.4	105
Pública	Anos Iniciais/EF	Masculino	Amarela	Inferior	187.9	47.4	105
Pública	Anos Iniciais/EF	Masculino	Preta	Inferior	188.3	45	699
-	Anos Iniciais/EF	Masculino	Preta	Inferior	188.3	44.9	701
-	Anos Iniciais/EF	-	Preta	Inferior	192.4	45.5	1376
Pública	Anos Iniciais/EF	-	Preta	Inferior	192.4	45.6	1373
Pública	Anos Iniciais/EF	-	Amarela	Inferior	194.7	47.1	226
-	Anos Iniciais/EF	-	Amarela	Inferior	195.7	48.2	228
Pública	Anos Iniciais/EF	Masculino	Preta	-	196	41.3	32379
-	Anos Iniciais/EF	Masculino	Preta	-	196.4	41.5	33007
-	Anos Iniciais/EF	Masculino	Indígena	Inferior	198.5	43	102
Pública	Anos Iniciais/EF	Masculino	Indígena	Inferior	198.5	43	102
-	Anos Iniciais/EF	Feminino	Preta	Inferior	198.9	45.7	621
Pública	Anos Iniciais/EF	Feminino	Preta	Inferior	198.9	45.7	621
Pública	Anos Iniciais/EF	Masculino	-	Inferior	199.5	46.7	4128
-	Anos Iniciais/EF	Masculino	Preta	Intermediário	199.6	43.5	4055
Pública	Anos Iniciais/EF	Masculino	Preta	Intermediário	199.6	43.5	4051
-	Anos Iniciais/EF	Masculino	-	Inferior	199.6	46.7	4147
Pública	Anos Iniciais/EF	-	Preta	-	200.5	41.8	68340
-	Anos Iniciais/EF	-	Preta	-	200.9	42	69565

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2023 (INEP)

Tabela 23: Melhores desempenhos em Matemática - DF

Rede	Segmento	Gênero	Cor/Raça	NSE	Nota Média _M	σ_M	n Obs.
Privada	Ensino Médio	Masculino	Branca	Superior	358.1	58.7	1231
Privada	Ensino Médio	Masculino	Branca	-	352.2	58.1	2442
Privada	Ensino Médio	-	Branca	Superior	351.4	56.9	2576
Privada	Ensino Médio	Masculino	-	Superior	350.6	60	2230
Privada	Ensino Médio	Feminino	Branca	Superior	345.5	54.7	1329
Privada	Ensino Médio	-	Branca	-	345.1	56.6	5844
Privada	Ensino Médio	Masculino	Parda	Superior	343.7	60	684
Privada	Ensino Médio	-	-	Superior	343.6	58.9	4620
Privada	Ensino Médio	Masculino	-	-	343.2	59.4	4938
Privada	Ensino Médio	Masculino	Amarela	-	338.1	60.6	164
Privada	Ensino Médio	Feminino	Branca	-	337.7	55.4	2769
Privada	Ensino Médio	Feminino	-	Superior	337.6	56.6	2303
Privada	Ensino Médio	-	Parda	Superior	337.3	58.4	1372
Privada	Ensino Médio	Masculino	Parda	-	336.8	58.7	1370
Privada	Ensino Médio	-	-	-	336.4	57.7	11888
Privada	-	Masculino	Branca	Superior	333.1	62.1	2212
Privada	Ensino Médio	-	Amarela	Superior	332.5	60	133
Privada	Ensino Médio	Masculino	Preta	Superior	332.2	58.5	176
Privada	Ensino Médio	Feminino	Parda	Superior	330.6	56.1	679
Privada	Ensino Médio	Masculino	Preta	-	329.9	58.2	766

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2023 (INEP)

Tabela 24: Piores desempenhos em Matemática - DF

Rede	Segmento	Gênero	Cor/Raça	NSE	Nota Média _M	σ_M	n Obs.
Pública	Anos Iniciais/EF	Feminino	Amarela	Inferior	201.2	45.1	108
Pública	Anos Iniciais/EF	-	Amarela	Inferior	201.3	45	226
-	Anos Iniciais/EF	Feminino	Preta	Inferior	201.5	40	621
Pública	Anos Iniciais/EF	Feminino	Preta	Inferior	201.5	40	621
-	Anos Iniciais/EF	Feminino	Amarela	Inferior	201.9	45.6	109
-	Anos Iniciais/EF	-	Amarela	Inferior	202.1	45.7	228
-	Anos Iniciais/EF	Masculino	Amarela	Inferior	202.4	45.5	105
Pública	Anos Iniciais/EF	Masculino	Amarela	Inferior	202.4	45.5	105
-	Anos Iniciais/EF	-	Preta	Inferior	202.4	42.7	1376
Pública	Anos Iniciais/EF	-	Preta	Inferior	202.5	42.7	1373
Pública	Anos Iniciais/EF	Masculino	Preta	Inferior	205.2	44.9	699
-	Anos Iniciais/EF	Masculino	Preta	Inferior	205.2	44.8	701
Pública	Anos Iniciais/EF	Feminino	Branca	Inferior	207	42.3	765
-	Anos Iniciais/EF	Feminino	Branca	Inferior	207.2	42.3	771
Pública	Anos Iniciais/EF	Feminino	-	Inferior	207.6	40.7	4239
-	Anos Iniciais/EF	Feminino	-	Inferior	207.9	40.8	4264
Pública	Anos Iniciais/EF	-	-	Inferior	210.1	44	9406
-	Anos Iniciais/EF	-	Indígena	Inferior	210.2	40.9	198
Pública	Anos Iniciais/EF	-	Indígena	Inferior	210.2	40.9	198
-	Anos Iniciais/EF	-	-	Inferior	210.3	44.2	9468

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2023 (INEP)

ANEXO C - ESTRATOS EM DESTAQUE PELAS VARIAÇÃO DE DESEMPENHO

Tabela 25: Maiores evoluções no desempenho em Língua Portuguesa - Brasil

Rede	Segmento	Gênero	Cor/Raça	NSE	β_{LP}	Erro Padrão _{LP}	n Obs.
Privada	Anos Iniciais/EF	-	-	Inferior	6.2	0.6	4312
-	-	-	Branca	Inferior	4.3	0	1207424
-	-	Masculino	Branca	Inferior	4.3	0	440036
Pública	-	-	Branca	Inferior	4.3	0	1203293
Pública	-	Masculino	Branca	Inferior	4.3	0	438121
-	-	Feminino	Branca	Inferior	4.2	0	490930
Pública	-	Feminino	Branca	Inferior	4.2	0	488812
Pública	-	-	Branca	-	3.2	0	12806124
Pública	-	-	-	-	3.1	0	42981309
-	-	Masculino	-	Inferior	3.1	0	2187500
Pública	-	Masculino	Branca	-	3.1	0	5407117
-	-	-	Branca	-	3.1	0	13211962
Pública	-	Masculino	-	Inferior	3.1	0	2181174
-	Anos Iniciais/EF	Masculino	Branca	Inferior	3.1	0	189940
Pública	Anos Iniciais/EF	Masculino	Branca	Inferior	3	0	189439
Pública	-	Feminino	Branca	-	3	0	5641784
Pública	-	-	Parda	-	3	0	14470414
-	-	-	-	-	3	0	43871635
-	-	-	-	Intermediário	3	0	14963461
Pública	-	-	-	Intermediário	3	0	14890782

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2023 (INEP)

Tabela 26: Piores evoluções no desempenho em Língua Portuguesa - Brasil

Rede	Segmento	Gênero	Cor/Raça	NSE	β_{LP}	Erro Padrão _{LP}	n Obs.
Privada	-	-	-	Inferior	-11.3	0.3	15190
-	Ensino Médio	-	Amarela	Superior	-5.4	0.2	17844
Privada	-	-	Amarela	Inferior	-5.3	1.6	349
-	Ensino Médio	Masculino	Amarela	Superior	-5.2	0.3	7528
Privada	-	Feminino	Preta	Inferior	-5	0.9	892
Privada	-	-	Preta	Inferior	-5	0.7	1776
Privada	Ensino Médio	Masculino	Amarela	Superior	-4.7	0.7	680
-	Ensino Médio	-	Preta	Superior	-4.6	0.1	86757
Pública	Ensino Médio	-	Amarela	Superior	-4.5	0.2	16307
-	Ensino Médio	-	Parda	Superior	-4.2	0	299346
Pública	Ensino Médio	-	Preta	Superior	-4	0.1	83006
-	Ensino Médio	-	Indígena	Superior	-3.9	0.3	6158
Privada	Ensino Médio	Masculino	Preta	Superior	-3.9	0.4	2051
Privada	-	Feminino	Amarela	Intermediário	-3.9	0.5	1151
-	Ensino Médio	Feminino	Amarela	Superior	-3.8	0.3	7589
Privada	-	Masculino	Preta	Inferior	-3.8	1.2	849
Privada	Ensino Médio	-	Amarela	Superior	-3.7	0.5	1537
Privada	Ensino Médio	Feminino	Preta	Inferior	-3.6	1	494
Pública	Ensino Médio	Masculino	Amarela	Superior	-3.6	0.3	6848
-	Ensino Médio	Masculino	Indígena	Superior	-3.6	0.5	3639

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2023 (INEP)

Tabela 27: Maiores evoluções no desempenho em Matemática - Brasil

Rede	Segmento	Gênero	Cor/Raça	NSE	β_M	Erro Padrão _M	n Obs.
Privada	Anos Iniciais/EF	-	-	Inferior	4.7	0.6	4312
-	-	Masculino	Branca	Inferior	3.5	0	440036
Privada	Anos Finais/EF	-	-	Inferior	3.5	0.5	4287
Pública	-	Masculino	Branca	Inferior	3.4	0	438121
-	-	-	Branca	Inferior	3.3	0	1207424
-	-	Feminino	Branca	Inferior	3.3	0	490930
Pública	-	Feminino	Branca	Inferior	3.2	0	488812
Pública	-	-	Branca	Inferior	3.2	0	1203293
-	Anos Iniciais/EF	Masculino	Branca	Inferior	2.9	0	189940
Pública	Anos Iniciais/EF	Masculino	Branca	Inferior	2.9	0	189439
-	Anos Iniciais/EF	-	Branca	Inferior	2.5	0	469299
Pública	Anos Iniciais/EF	-	Branca	Inferior	2.5	0	468312
Privada	Anos Finais/EF	Feminino	Branca	Inferior	2.3	1.4	630
-	-	Masculino	-	Inferior	2.3	0	2187500
Pública	-	Masculino	-	Inferior	2.3	0	2181174
-	-	Feminino	-	Inferior	2.3	0	2503639
Pública	-	Feminino	-	Inferior	2.3	0	2496358
-	Anos Iniciais/EF	Masculino	-	Inferior	2.2	0	900793
Pública	Anos Iniciais/EF	Masculino	-	Inferior	2.2	0	898985
-	Anos Iniciais/EF	Masculino	Parda	Inferior	2.2	0	411580

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2023 (INEP)

Tabela 28: Piores evoluções no desempenho em Matemática - Brasil

Rede	Segmento	Gênero	Cor/Raça	NSE	β_M	Erro Padrão _M	n Obs.
Privada	-	-	-	Inferior	-12.6	0.3	15190
-	Ensino Médio	Masculino	Amarela	Superior	-7.6	0.3	7528
-	Ensino Médio	-	Amarela	Superior	-7.4	0.2	17844
Privada	Ensino Médio	Masculino	Amarela	Superior	-7.3	0.9	680
Privada	-	Masculino	Preta	Inferior	-6.7	1.2	849
-	Ensino Médio	Feminino	Amarela	Superior	-6.4	0.3	7589
Privada	Ensino Médio	Masculino	Preta	Superior	-6.2	0.5	2051
-	Ensino Médio	-	Parda	Superior	-6	0	299346
Privada	-	-	Preta	Inferior	-6	0.7	1776
-	Ensino Médio	Masculino	Parda	Superior	-5.9	0.1	143583
-	Ensino Médio	Masculino	-	Superior	-5.9	0	421183
-	Ensino Médio	-	Preta	Superior	-5.9	0.1	86757
Privada	Ensino Médio	-	Amarela	Superior	-5.9	0.6	1537
Pública	Ensino Médio	-	Amarela	Superior	-5.8	0.2	16307
Privada	Ensino Médio	Masculino	-	Superior	-5.7	0.1	32256
Privada	-	Feminino	Preta	Inferior	-5.7	0.9	892
Privada	Ensino Médio	-	Preta	Superior	-5.6	0.3	3751
-	Ensino Médio	Masculino	Branca	Superior	-5.6	0.1	207466
Privada	Ensino Médio	Masculino	Branca	Superior	-5.5	0.2	18642
-	Ensino Médio	-	Branca	Superior	-5.5	0	498751

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2023 (INEP)

Tabela 29: Maiores evoluções no desempenho em Língua Portuguesa - Por UF

UF	Rede	Segmento	Gênero	Cor/Raça	NSE	β_{LP}	Erro Padrão _{LP}	n Obs.
MS	Privada	Ensino Médio	-	-	Inferior	22.3	1.3	192
GO	Privada	Ensino Médio	-	-	Inferior	20.1	2.1	172
MS	Privada	Anos Finais/EF	-	-	Inferior	15.3	1.9	128
MS	Privada	-	-	-	Inferior	10.1	1	500
SE	Privada	Ensino Médio	-	-	Inferior	8.8	1	320
AL	Pública	Anos Iniciais/EF	Masculino	Branca	Superior	8.6	2.1	741
MS	Privada	Anos Iniciais/EF	-	-	Inferior	8.4	1.4	180
MA	Pública	-	-	Amarela	Superior	6.7	2	897
RN	Pública	Ensino Médio	Feminino	Branca	Intermediário	6.3	0.3	3453
AL	-	-	-	Branca	Intermediário	6.1	0.1	30936
PI	-	Anos Iniciais/EF	-	Preta	Superior	6	2.2	587
AL	Pública	-	-	Branca	Intermediário	6	0.1	29677
AL	-	-	Feminino	Branca	Intermediário	6	0.1	13468
SC	-	-	-	Indígena	Inferior	6	0.9	804
SC	Pública	-	-	Indígena	Inferior	6	0.9	804
SE	Privada	Ensino Médio	Feminino	Parda	Inferior	6	1.8	108
AL	Pública	-	Feminino	Branca	Intermediário	5.9	0.1	12782
AP	Pública	Ensino Médio	Feminino	-	Superior	5.9	1.7	840
AL	Privada	Anos Finais/EF	Masculino	Preta	Superior	5.9	1.7	108
PA	Privada	Anos Iniciais/EF	Masculino	Branca	Superior	5.8	1.6	212

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2023 (INEP)

Tabela 30: Piores evoluções no desempenho em Língua Portuguesa - Por UF

UF	Rede	Segmento	Gênero	Cor/Raça	NSE	β_{LP}	Erro Padrão _{LP}	n Obs.
CE	Privada	-	-	-	Inferior	-34	1.3	661
BA	Privada	-	-	-	Inferior	-22.4	1.5	906
PI	Privada	-	-	-	Inferior	-15.3	0.7	1467
CE	Privada	Ensino Médio	-	-	Inferior	-13.9	1.3	248
BA	-	Ensino Médio	-	Amarela	Superior	-13.4	1.3	528
BA	Pública	Ensino Médio	-	Amarela	Superior	-13.3	2	476
BA	-	Ensino Médio	Masculino	Amarela	Superior	-13.3	1.8	284
PB	-	Ensino Médio	-	Amarela	Superior	-12.7	2	141
PI	-	Ensino Médio	-	Amarela	Superior	-12.6	1.6	147
PI	-	-	Feminino	Amarela	Superior	-12.2	2.5	253
PE	Privada	-	Masculino	Preta	Superior	-11.8	2.1	154
PA	Privada	-	-	-	Inferior	-11.5	1.1	1036
CE	Privada	-	-	Parda	Inferior	-11.5	2	290
CE	Privada	-	Masculino	-	Inferior	-11.3	2.1	274
BA	-	Ensino Médio	Feminino	Amarela	Superior	-11.1	1.7	233
PB	Privada	-	-	-	Inferior	-10.8	1	1008
BA	-	Anos Finais/EF	Masculino	Indígena	Superior	-10.6	1.3	551
CE	Privada	-	Feminino	Parda	Inferior	-10.5	2.5	169
SE	-	-	Feminino	Amarela	Superior	-10.4	1.6	274
RN	-	Ensino Médio	-	Amarela	Superior	-10.3	2.1	126

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2023 (INEP)

Tabela 31: Maiores evoluções no desempenho em Matemática - Por UF

UF	Rede	Segmento	Gênero	Cor/Raça	NSE	β_M	Erro Padrão _M	n Obs.
MS	Privada	Anos Finais/EF	-	-	Inferior	18.5	1.7	128
MS	Privada	Ensino Médio	-	-	Inferior	15	1.5	192
PI	-	Anos Iniciais/EF	-	Preta	Superior	10.2	2.1	587
AL	Pública	Anos Iniciais/EF	Masculino	Branca	Superior	8.8	2.1	741
MS	Privada	Anos Iniciais/EF	-	-	Inferior	8.6	1.5	180
DF	Privada	Ensino Médio	-	-	Inferior	8.5	1	337
MA	Pública	Anos Finais/EF	Feminino	Branca	Superior	7.4	1.4	1256
MS	Privada	-	-	-	Inferior	7.2	1	500
PI	Pública	Anos Iniciais/EF	-	Preta	Superior	7.1	2.1	510
RS	-	Ensino Médio	-	Indígena	Inferior	6.9	2.4	189
RS	Pública	Ensino Médio	-	Indígena	Inferior	6.9	2.4	189
MA	Pública	-	Feminino	Branca	Superior	6.4	0.9	3251
AL	Pública	Anos Iniciais/EF	Feminino	Parda	Superior	6.4	1.3	1205
TO	Privada	Anos Finais/EF	-	-	Inferior	6.2	1.5	124
PI	Pública	-	Feminino	Branca	Superior	6.2	1.4	1451
SE	Privada	Ensino Médio	-	-	Inferior	6.1	1.1	320
MA	Pública	Anos Iniciais/EF	Masculino	Preta	Superior	6.1	1.8	643
PA	Privada	Anos Iniciais/EF	Masculino	Branca	Superior	6	1.5	212
SC	-	-	-	Indígena	Inferior	6	0.9	804
SC	Pública	-	-	Indígena	Inferior	6	0.9	804

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2023 (INEP)

Tabela 32: Piores evoluções no desempenho em Matemática - Por UF

UF	Rede	Segmento	Gênero	Cor/Raça	NSE	β_M	Erro Padrão _M	n Obs.
CE	Privada	-	-	-	Inferior	-38.2	1.4	661
BA	Privada	-	-	-	Inferior	-21.8	1.5	906
CE	Privada	Ensino Médio	-	-	Inferior	-21.6	1.7	248
PI	-	Ensino Médio	-	Amarela	Superior	-19	2	147
PI	Privada	-	-	-	Inferior	-18.1	0.8	1467
PI	-	-	Feminino	Amarela	Superior	-17.5	2.5	253
AL	Privada	Anos Finais/EF	-	-	Inferior	-17	1.9	315
BA	-	Ensino Médio	Masculino	Amarela	Superior	-16.5	1.8	284
BA	-	Ensino Médio	-	Amarela	Superior	-16.1	1.3	528
RJ	Privada	Ensino Médio	-	-	Superior	-15.5	0.6	2522
CE	Privada	-	Masculino	-	Inferior	-15	2.3	274
PI	Privada	-	-	Amarela	Superior	-15	1.9	139
BA	-	Ensino Médio	Feminino	Amarela	Superior	-14.8	1.8	233
PI	-	Ensino Médio	Masculino	-	Superior	-14.1	0.6	2875
PI	-	Ensino Médio	Masculino	Parda	Superior	-14	0.9	1362
SE	-	Ensino Médio	Masculino	Preta	Superior	-14	1.7	348
PI	-	Ensino Médio	-	Parda	Superior	-13.8	0.6	2424
PI	-	Ensino Médio	Feminino	Parda	Superior	-13.7	0.9	1043
RN	-	Ensino Médio	-	Amarela	Superior	-13.7	2.3	126
PI	-	-	-	Amarela	Superior	-13.6	1.7	561

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2023 (INEP)

Tabela 33: Maiores evoluções no desempenho em Língua Portuguesa - DF

Rede	Segmento	Gênero	Cor/Raça	NSE	β_{LP}	Erro Padrão _{LP}	n Obs.
Privada	-	-	Branca	Inferior	4	2	131
-	-	Masculino	Branca	Inferior	3.4	1.3	2091
-	-	-	Branca	Intermediário	3	0.1	47650
Pública	-	-	Branca	Intermediário	3	0.1	47300
Privada	Anos Iniciais/EF	Feminino	Indígena	-	2.8	0.6	116
-	-	Feminino	Branca	Intermediário	2.8	0.1	17922
Pública	Ensino Médio	Masculino	Branca	Intermediário	2.8	0.4	2953
-	-	Masculino	Branca	Intermediário	2.8	0.1	16600
Pública	-	-	Branca	-	2.8	0	127422
-	Ensino Médio	Masculino	Branca	Intermediário	2.8	0.4	3028
Pública	-	Feminino	Branca	Intermediário	2.8	0.1	17718
Pública	-	Masculino	Branca	Intermediário	2.7	0.1	16459
Pública	-	Feminino	Branca	-	2.7	0	56028
-	-	-	-	Intermediário	2.6	0	216342
Pública	-	-	-	Intermediário	2.6	0	215364
Pública	-	Masculino	Branca	-	2.6	0	53788
Pública	-	-	-	-	2.5	0	546220
-	-	-	Branca	-	2.5	0	140899
Privada	Anos Iniciais/EF	Masculino	-	Superior	2.5	0.5	885
-	-	-	-	-	2.4	0	576550

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2023 (INEP)

Tabela 34: Piores evoluções no desempenho em Língua Portuguesa DF

Rede	Segmento	Gênero	Cor/Raça	NSE	β_{LP}	Erro Padrão _{LP}	n Obs.
-	Ensino Médio	-	-	Inferior	-7.6	0.6	6546
-	-	-	Amarela	Inferior	-7.4	2	578
-	-	Feminino	Amarela	Inferior	-7.4	2.3	338
-	Ensino Médio	Masculino	Preta	Superior	-7.2	0.8	1250
Privada	-	-	Preta	Intermediário	-6.6	1.9	111
Privada	-	Feminino	Branca	Intermediário	-6.6	1.6	204
-	Ensino Médio	Masculino	Amarela	Superior	-6.5	1.5	175
-	Ensino Médio	Masculino	-	Superior	-6.5	0.2	9798
Privada	-	-	Branca	Intermediário	-6.5	1.3	350
Privada	-	Feminino	-	Intermediário	-6.4	0.9	544
-	Ensino Médio	-	Preta	Inferior	-6.3	1.2	1196
Privada	-	Masculino	Branca	Intermediário	-6.3	2.1	141
Pública	-	-	Amarela	Inferior	-6.3	2.4	553
-	Ensino Médio	-	Amarela	Superior	-6.3	0.9	504
-	Ensino Médio	-	Indígena	Superior	-6.2	1.7	137
-	Ensino Médio	Masculino	Parda	Superior	-6.2	0.4	4037
-	Ensino Médio	Masculino	Branca	Superior	-6.2	0.4	3997
Privada	-	Masculino	-	Intermediário	-6.1	1.1	410
Pública	Ensino Médio	-	Amarela	Superior	-6.1	1.2	371
-	Ensino Médio	Feminino	Amarela	Superior	-6	1.2	255

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2023 (INEP)

Tabela 35: Maiores evoluções no desempenho em Matemática - DF

Rede	Segmento	Gênero	Cor/Raça	NSE	β_M	Erro Padrão _M	n Obs.
Privada	Ensino Médio	-	-	Inferior	8.5	1	337
Privada	Anos Finais/EF	-	-	Inferior	5.8	1.1	244
Privada	-	-	Branca	Inferior	5.7	2.4	131
Privada	-	-	-	Inferior	5.1	0.8	643
Privada	Anos Iniciais/EF	Masculino	Branca	Superior	3.1	0.9	368
-	-	Masculino	Branca	Inferior	3	1.2	2091
Pública	Anos Finais/EF	Feminino	Branca	Inferior	2.8	1.7	773
Pública	-	Feminino	Branca	Inferior	2.2	1	2421
Privada	Anos Iniciais/EF	Masculino	-	Superior	2.1	0.5	885
Privada	Anos Iniciais/EF	Masculino	Branca	-	1.9	0.2	1141
Pública	-	Masculino	Branca	Inferior	1.7	1.2	2045
-	Ensino Médio	Masculino	Branca	Inferior	1.7	2.4	587
-	-	-	Branca	Intermediário	1.6	0.1	47650
Privada	Anos Iniciais/EF	-	-	Superior	1.6	0.4	1891
-	-	Masculino	Branca	Intermediário	1.6	0.1	16600
Pública	-	-	Branca	Inferior	1.6	0.8	4577
Pública	-	-	Branca	Intermediário	1.6	0.1	47300
Privada	Anos Iniciais/EF	Masculino	-	-	1.6	0.2	2851
Privada	Anos Iniciais/EF	-	-	-	1.5	0.1	6351
Pública	-	Masculino	Branca	Intermediário	1.5	0.1	16459

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2023 (INEP)

Tabela 36: Piores evoluções no desempenho em Matemática - DF

Rede	Segmento	Gênero	Cor/Raça	NSE	β_M	Erro Padrão _M	n Obs.
-	Ensino Médio	Masculino	-	Superior	-10.6	0.3	9798
-	Ensino Médio	Masculino	Branca	Superior	-10.3	0.4	3997
-	Ensino Médio	Masculino	Preta	Superior	-10.3	0.8	1250
-	Ensino Médio	Masculino	Parda	Superior	-10.1	0.4	4037
-	Ensino Médio	Masculino	Amarela	Superior	-9.6	1.6	175
-	Ensino Médio	-	Branca	Superior	-9	0.3	9105
-	Ensino Médio	-	Indígena	Superior	-8.9	1.7	137
-	Ensino Médio	-	Parda	Superior	-8.9	0.3	8741
Privada	-	Masculino	Parda	Intermediário	-8.9	1.7	180
-	Ensino Médio	Feminino	Branca	Superior	-8.8	0.4	4239
-	Ensino Médio	Feminino	-	Superior	-8.7	0.2	9393
-	Ensino Médio	Feminino	Parda	Superior	-8.7	0.4	3647
-	Ensino Médio	-	Amarela	Superior	-8.5	1	504
Pública	Ensino Médio	Masculino	Branca	Superior	-8.4	0.6	2766
Privada	-	Masculino	-	Intermediário	-8.3	1.1	410
Pública	Ensino Médio	Masculino	-	Superior	-8.1	0.4	7568
-	Ensino Médio	-	Preta	Superior	-8.1	0.5	2597
-	Ensino Médio	Feminino	Amarela	Superior	-8.1	1.2	255
Privada	-	Masculino	Amarela	Superior	-8	1.9	111
Pública	Ensino Médio	Masculino	Parda	Superior	-8	0.5	3353

Fonte: Elaboração própria a partir de microdados do SAEB 2003 a 2023 (INEP)