

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS E VALORAÇÃO DOS
DANOS SOCIOECONÔMICOS CAUSADOS PARA
AS COMUNIDADES ATINGIDAS PELO ROMPIMENTO
DA BARRAGEM DE FUNDÃO**

Impactos sobre Educação Básica a partir de Dados Secundários



DEZEMBRO DE 2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas/FGV

Fundação Getulio Vargas

Impactos sobre Educação Básica a partir de Dados Secundários / Fundação Getulio Vargas. – Rio de Janeiro; São Paulo : FGV, 2019.

165 p.

Em colaboração com: Amanda Cappellazzo Arabage, Ana Carolina Marinato de Resende, André Portela Fernandes de Souza, Bernardo Ostrovski, Giovanna Ribeiro Paiva de Souza, Patrícia Franco Ravaioli, Rafael Morrone Barbat Parfitt, Reynaldo Fernandes, Victor Simões Dornelas.

Acima do título: Projeto Rio Doce - Avaliação dos Impactos e Valoração dos Danos Socioeconômicos Causados para as Comunidades Atingidas pelo Rompimento da Barragem de Fundão.

Inclui bibliografia.

1. Projeto Rio Doce. 2. Fundão, Barragem de (MG). 3. Barragens e açudes - Aspectos sociais. 4. Educação básica - Minas Gerais. I. Título.

CDD – 627.8

EQUIPE TÉCNICA

Amanda Cappellazzo Arabage

Ana Carolina Marinato de Resende

André Portela Fernandes de Souza

Bernardo Ostrovski

Giovanna Ribeiro Paiva de Souza

Patrícia Franco Ravaioli

Rafael Morrone Barbat Parfitt

Reynaldo Fernandes

Victor Simões Dornelas

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 — Fluxograma ilustrando potenciais canais e possíveis impactos na área de educação	19
Figura 2 — Ilustração do método de diferença-em-diferenças	34
Figura 3 — Definição do grupo de comparação 1: demais municípios de Minas Gerais e Espírito Santo	48
Figura 4 — Definição do grupo de comparação 2: municípios vizinhos contíguos dos atingidos	49
Figura 5 — Definição do grupo de comparação 3: municípios contidos nas mesorregiões nas quais estão situados os municípios atingidos, excluindo os municípios vizinhos contíguos dos atingidos	50
Figura 6 — Definição do grupo de comparação 4: municípios contidos nas mesorregiões nas quais estão situados os municípios atingidos, excluindo os municípios vizinhos contíguos dos atingidos, pareados via Kernel	51
Figura 7 — Definição do grupo de comparação 5: municípios contidos nas mesorregiões nas quais estão situados os municípios atingidos pareados via Kernel	52
Figura 8 — Ilustração do processo de pareamento para definição do grupo de comparação 5	53
Figura 9 — Resumo dos resultados	133
Figura 10 — Resumo dos resultados ano a ano (grupo de comparação 4)	134
Figura 11 — Resumo dos resultados ano a ano (grupo de comparação 5)	135

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 — Evolução ao longo do tempo: taxa bruta de matrícula no Ens. Fundamental	72
Gráfico 2 — Evolução ao longo do tempo: taxa bruta de matrícula no Ens. Médio	73
Gráfico 3 — Resultados ano a ano: taxa bruta de matrícula no Ens. Fundamental, grupo de comparação 4	76
Gráfico 4 — Resultados ano a ano: taxa bruta de matrícula no Ens. Fundamental, grupo de comparação 5	76
Gráfico 5 — Resultados ano a ano: taxa bruta de matrícula no Ens. Médio (grupo de comparação 4).....	78
Gráfico 6 — Resultados ano a ano: taxa bruta de matrícula no Ens. Médio (grupo de comparação 5).....	79
Gráfico 7 — Evolução ao longo do tempo: taxa líquida de matrícula no Ens. Fundamental.....	81
Gráfico 8 — Evolução ao longo do tempo: taxa líquida de matrícula no Ens. Médio ..	82
Gráfico 9 — Resultados ano a ano: taxa líquida de matrícula no Ens. Fundamental (grupo de comparação 4).....	84
Gráfico 10 — Resultados ano a ano: taxa líquida de matrícula no Ens. Fundamental (grupo de comparação 5).....	85
Gráfico 11 — Resultados ano a ano: taxa líquida de matrícula no Ens. Médio (grupo de comparação 4).....	87
Gráfico 12 — Resultados ano a ano: taxa líquida de matrícula no Ens. Médio (grupo de comparação 5).....	87
Gráfico 13 — Evolução ao longo do tempo: taxa de reprovação no 5º ano do Ens. Fund. I	91
Gráfico 14 — Evolução ao longo do tempo: taxa de reprovação no 9º ano do Ens. Fund. II	92
Gráfico 15 — Evolução ao longo do tempo: taxa de reprovação na 3ª série do Ens. Médio.....	93
Gráfico 16 — Resultados ano a ano: taxa de reprovação no 5º ano do Ens. Fund. I (grupo de comparação 4).....	96
Gráfico 17 — Resultados ano a ano: taxa de reprovação no 5º ano do Ens. Fund. I (grupo de comparação 5).....	96
Gráfico 18 — Resultados ano a ano: taxa de reprovação no 9º ano do Ens. Fund. II (grupo de comparação 4).....	97

Gráfico 19 — Resultados ano a ano: taxa de reprovação no 9º ano do Ens. Fund. II (grupo de comparação 5).....	97
Gráfico 20 — Resultados ano a ano: taxa de reprovação na 3ª série do Ens. Médio (grupo de comparação 4).....	98
Gráfico 21 — Resultados ano a ano: taxa de reprovação na 3ª série do Ens. Médio (grupo de comparação 5).....	98
Gráfico 22 — Evolução ao longo do tempo: taxa de aprovação no 5º ano do Ens. Fund. I	101
Gráfico 23 — Evolução ao longo do tempo: taxa de aprovação no 9º ano do Ens. Fund. II	102
Gráfico 24 — Evolução ao longo do tempo: taxa de aprovação na 3ª série do Ens. Médio	103
Gráfico 25 — Resultados ano a ano: taxa de aprovação no 5º ano do Ens. Fund. I (grupo de comparação 4)	105
Gráfico 26 — Resultados ano a ano: taxa de aprovação no 5º ano do Ens. Fund. I (grupo de comparação 5)	106
Gráfico 27 — Resultados ano a ano: taxa de aprovação no 9º ano do Ens. Fund. II (grupo de comparação 4).....	106
Gráfico 28 — Resultados ano a ano: taxa de aprovação no 9º ano do Ens. Fund. II (grupo de comparação 5).....	107
Gráfico 29 — Resultados ano a ano: taxa de aprovação na 3ª série do Ens. Médio (grupo de comparação 4).....	107
Gráfico 30 — Resultados ano a ano: taxa de aprovação na 3ª série do Ens. Médio (grupo de comparação 5).....	108
Gráfico 31 — Evolução ao longo do tempo: taxa de distorção idade-série no 5º ano do Ens. Fund. I	111
Gráfico 32 — Evolução ao longo do tempo: taxa de distorção idade-série no 9º ano do Ens. Fund. II	112
Gráfico 33 — Evolução ao longo do tempo: taxa de distorção idade-série na 3ª série do Ens. Médio.....	113
Gráfico 34 — Resultados ano a ano: taxa de distorção idade-série no 5º ano do Ens. Fund. I (grupo de comparação 4).....	116
Gráfico 35 — Resultados ano a ano: taxa de distorção idade-série no 5º ano do Ens. Fund. I (grupo de comparação 5).....	116
Gráfico 36 — Resultados ano a ano: taxa de distorção idade-série no 9º ano do Ens. Fund. II (grupo de comparação 4).....	117

Gráfico 37 — Resultados ano a ano: taxa de distorção idade-série no 9º ano do Ens. Fund. II (grupo de comparação 5).....	117
Gráfico 38 — Resultados ano a ano: taxa de distorção idade-série na 3ª série do Ens. Médio (grupo de comparação 4)	118
Gráfico 39 — Resultados ano a ano: Taxa de distorção idade-série na 3ª série do Ens. Médio (grupo de comparação 5)	118
Gráfico 40 — Evolução ao longo do tempo: nota no SAEB em língua portuguesa no 5º ano do Ens. Fund. I, apenas escolas públicas	122
Gráfico 41 — Evolução ao longo do tempo: nota no SAEB em matemática no 5º ano do Ens. Fund. I, apenas escolas públicas	123
Gráfico 42 — Evolução ao longo do tempo: nota no SAEB em língua portuguesa no 9º ano do Ens. Fund. II, apenas escolas públicas	124
Gráfico 43 — Evolução ao longo do tempo: nota no SAEB em matemática no 9º ano do Ens. Fund. II, apenas escolas públicas	125
Gráfico 44 — Evolução ao longo do tempo: IDEB do Ens. Fund. I, apenas escolas públicas	129
Gráfico 45 — Evolução ao longo do tempo: IDEB do Ens. Fund. II, apenas escolas públicas	130

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 — Variáveis utilizadas para a estimação do escore de propensão	44
Tabela 2 — Amostras utilizadas nas análises.....	56
Tabela 3 — Número de municípios por grupo em cada amostra utilizada	56
Tabela 4 — Número de municípios em comparações específicas, sem e com restrição de suporte comum	57
Tabela 5 — Estatísticas descritivas por etapa de ensino, 2012 a 2018	60
Tabela 6 — Resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 1	62
Tabela 7 — Resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 2	64
Tabela 8 — Resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 3	65
Tabela 9 — Resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 4	67
Tabela 10 — Resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 5	68
Tabela 11 — Estatísticas descritivas: taxa bruta de matrícula	70
Tabela 12 — Resultados: taxa bruta de matrícula no Ens. Fundamental.....	74
Tabela 13 — Resultados: taxa bruta de matrícula no Ens. Médio.....	77
Tabela 14 — Estatísticas descritivas: taxa líquida de matrícula.....	80
Tabela 15 — Resultados: taxa líquida de matrícula no Ens. Fundamental	83
Tabela 16 — Resultados: taxa líquida de matrícula no Ens. Médio	86
Tabela 17 — Estatísticas descritivas: taxa de reprovação	88
Tabela 18 — Resultados: taxa de reprovação no 5º ano do Ens. Fund. I	94
Tabela 19 — Resultados: taxa de reprovação no 9º ano do Ens. Fund. II	94
Tabela 20 — Resultados: taxa de reprovação na 3ª série do Ens. Médio.....	95
Tabela 21 — Estatísticas descritivas: taxa de aprovação	99
Tabela 22 — Resultados: taxa de aprovação no 5º ano do Ens. Fund. I	104
Tabela 23 — Resultados: taxa de aprovação no 9º ano do Ens. Fund. II	104
Tabela 24 — Resultados: taxa de aprovação na 3ª série do Ens. Médio	104
Tabela 25 — Estatísticas descritivas: taxa de distorção idade-série.....	109
Tabela 26 — Resultados: taxa de distorção idade-série no 5º ano do Ens. Fund. I ..	114
Tabela 27 — Resultados: taxa de distorção idade-série no 9º ano do Ens. Fund. II ..	114
Tabela 28 — Resultados: taxa de distorção idade-série na 3ª série do Ens. Médio..	114

Tabela 29 — Estatísticas descritivas: notas de língua portuguesa e de matemática no SAEB.....	119
Tabela 30 — Resultados: nota no SAEB em língua portuguesa no 5º ano do Ens. Fund. I, apenas escolas públicas.....	126
Tabela 31 — Resultados: nota no SAEB em matemática no 5º ano do Ens. Fund. I, apenas escolas públicas.....	126
Tabela 32 — Resultados: nota no SAEB em língua portuguesa no 9º ano do Ens. Fund. II, apenas escolas públicas.....	127
Tabela 33 — Resultados: nota no SAEB em matemática no 9º ano do Ens. Fund. II, apenas escolas públicas.....	127
Tabela 34 — Estatísticas descritivas: IDEB.....	128
Tabela 35 — Resultados: IDEB do Ens. Fund. I, apenas escolas públicas.....	131
Tabela 36 — Resultados: IDEB do Ens. Fund. II, apenas escolas públicas.....	131

SUMÁRIO

SUMÁRIO EXECUTIVO	11
1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Possíveis impactos na área de Educação relacionados com danos à infraestrutura física de escolas em Mariana e Barra Longa	15
1.2 Possíveis impactos na área de Educação nos municípios atingidos ao longo de toda a bacia do Rio Doce	17
2 OBJETIVOS E DADOS UTILIZADOS	21
2.1 Definição dos parâmetros de interesse	21
2.2 Definição dos indicadores de impacto	22
2.3 Fontes e bancos de dados utilizados	28
3 METODOLOGIA	32
3.1 Métodos econométricos de avaliação de impactos	32
3.2 Definição dos grupos	45
3.3 Definição das amostras	53
4 RESULTADOS	58
4.1 Estatísticas descritivas e considerações sobre os grupos de comparação	58
4.2 Resultados das estimações	69
5 CONCLUSÕES	132
REFERÊNCIAS	137
APÊNDICE A	140
APÊNDICE B	153

SUMÁRIO EXECUTIVO

Neste relatório, são apresentados os resultados de uma primeira abordagem para avaliar os impactos causados pelo rompimento da Barragem de Fundão (MG) na área de educação. Estimam-se os impactos médios do rompimento no conjunto dos alunos matriculados nos 45 municípios considerados atingidos neste estudo.

O grupo de municípios atingidos é composto por 45 municípios, sendo eles: (i) em Minas Gerais: Aimorés, Alpercata, Barra Longa, Belo Oriente, Bom Jesus do Galho, Bugre, Caratinga, Conselheiro Pena, Córrego Novo, Dionísio, Fernandes Tourinho, Galiléia, Governador Valadares, Iapu, Ipaba, Ipatinga, Itueta, Mariana, Marliéria, Naque, Periquito, Pingo d'Água, Ponte Nova, Raul Soares, Resplendor, Rio Casca, Rio Doce, Santa Cruz do Escalvado, Santana do Paraíso, São Domingos do Prata, São José do Goiabal, São Pedro dos Ferros, Sem-Peixe, Sobrália, Timóteo e Tumiritinga; (ii) no Espírito Santo: Aracruz, Baixo Guandu, Colatina, Conceição da Barra, Fundão, Linhares, Marilândia, Serra e São Mateus¹.

São utilizados diversos indicadores de impactos referentes à educação básica: taxas bruta e líquida de matrícula, taxas de rendimento, taxa de distorção idade-série, desempenho escolar e o Indicador de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB).

Para cada indicador de impacto e ano escolar de análise (5º e 9º anos do Ensino Fundamental e 3ª série do Ensino Médio), comparam-se as evoluções ao longo do tempo das médias para os municípios atingidos (grupo atingido) e para outros municípios considerados não atingidos (grupos de comparação)², com o intuito de tecer considerações sobre a existência de impacto e, na hipótese de ele ser verificado, sobre sua direção e magnitude. A análise proposta baseia-se, portanto, na comparação dos indicadores municipais ao longo do tempo entre grupos. Por meio do uso de métodos econométricos de avaliação de impactos, especificamente de diferença-em-diferenças e de sua combinação com o método de pareamento, produziram-se estimativas do efeito médio do rompimento nos municípios atingidos.

¹ Ressalta-se que essa lista de municípios atingidos foi utilizada para a produção do presente documento, não configurando uma lista final de municípios atingidos que serão utilizados nos demais estudos produzidos pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). Ressalta-se ainda que essa lista de municípios atingidos não configura um posicionamento da FGV quanto à delimitação de áreas atingidas para qualquer finalidade.

² Cada grupo de comparação utilizado nas análises é composto por um subconjunto de municípios não atingidos, e os municípios listados neste estudo como “não atingidos” correspondem à totalidade dos municípios nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo deduzida daqueles considerados atingidos. Ressalta-se que a utilização das categorias de municípios “atingidos” e “não atingidos” não configura um posicionamento da FGV quanto à delimitação de áreas atingidas para qualquer finalidade.

São considerados cinco grupos de comparação, separadamente. Eles variam em função da agregação geográfica e dos pesos atribuídos a cada município. Os grupos de comparação preferidos pelos autores são os que consideram os municípios das mesorregiões nas quais se localizam os 45 municípios atingidos e que fazem uso do método de pareamento para atribuir pesos diferenciados aos municípios não atingidos. Isso torna-os mais plausíveis de representarem a situação contrafactual, isto é, o que aconteceria com o grupo de atingidos caso não houvesse ocorrido o rompimento da Barragem de Fundão. O conjunto de resultados considerando os indicadores de taxas de matrícula, taxas de rendimento e taxa de distorção idade-série ao se utilizar o grupo de comparação 5 é apresentado na tabela seguinte³. Esse grupo de comparação é composto por municípios contidos nas mesorregiões nas quais estão situados os municípios atingidos, incluindo-se os municípios que são vizinhos contíguos daqueles do grupo atingido.

Tabela 1 — Resumo dos resultados ano a ano (grupo de comparação 5)

Variáveis	2012	2013	2015	2016	2017	2018
Taxa bruta de matrícula no Ensino Fundamental	-	+	-	-	+	-
Taxa bruta de matrícula no Ensino Médio	+	+	-	-	-	-
Taxa líquida de matrícula no Ensino Fundamental	+	-	-	-*	-	-
Taxa líquida de matrícula no Ensino Médio	+	+	-	-	-	-
Taxa de Aprovação — 5º ano EF I	-	-	+	-	+	+
Taxa de Aprovação — 9º ano EF II	-	+	+	-	-	-
Taxa de Aprovação — 3ª série EM	+	+	+	-	-	-
Taxa de Reprovação — 5º ano EF I	+	+	-	+	-	+
Taxa de Reprovação — 9º ano EF I	-	-	-	+	-	-
Taxa de Reprovação — 3ª série EM	-	-	-	+	+	+
Taxa de Distorção Idade-Série — 5º ano EF I	-	+	+	+	+	+
Taxa de Distorção Idade-Série — 9º ano EF II	+	+	+	+	+	+
Taxa de Distorção Idade-Série — 3ª série EM	+	-	+	+	+	-

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

Os resultados são reportados anualmente em relação ao ano de 2014. Ou seja, se trata das mudanças no grupo de atingidos entre o ano corrente e 2014 em comparação às mudanças no grupo de comparação para o mesmo período. Os sinais “+” e “-” referem-

³ No relatório, estão disponíveis os demais resultados referentes a análises utilizando diferentes especificações e grupos de comparação. Também estão disponíveis os resultados para os indicadores de desempenho escolar e IDEB, para os quais não foram encontrados impactos diferentes de zero e estatisticamente significantes ao nível de 5% quando se utiliza na análise o grupo de comparação 5.

se ao sentido dos coeficientes estimados para cada um dos indicadores de impacto listados na primeira coluna. Isto é, efeitos positivos seguem listados como “+” e negativos como “-”. Os sinais “*”, “**” e “***” referem-se aos níveis de significância de 10%, 5% e 1%, respectivamente.

Em geral, são encontrados poucos impactos estatisticamente significantes e diferentes de zero para níveis de significância convencionalmente aceitos. Há alguns resultados sugestivos de aumentos da distorção idade-série, principalmente para o 9º ano do Ensino Fundamental II.

Os resultados apresentados dizem respeito a uma primeira abordagem para avaliar os impactos na área de educação. Embora não seja possível detectar impactos robustos para esse nível de agregação, tampouco podemos afirmar a inexistência de impactos. É possível que os efeitos do rompimento nessa área sejam heterogêneos entre os municípios, uma vez que eles podem ter sido afetados de maneiras distintas pelos potenciais canais a partir dos quais o rompimento pode ter afetado a área de educação (ex.: escolas cuja infraestrutura física foi destruída pela passagem da lama de rejeitos, afetação diferenciada das atividades econômicas). Ou seja, o parâmetro de interesse do presente estudo (efeito médio do rompimento sobre o grupo de 45 municípios atingidos) não expressa possíveis efeitos heterogêneos que possam existir entre os próprios municípios atingidos. Além disso, é possível que haja efeitos heterogêneos para diferentes perfis socioeconômicos, como em grupos em situação de vulnerabilidade. Algumas dessas possibilidades serão exploradas nas próximas etapas de trabalho.

1 INTRODUÇÃO

O rompimento da Barragem de Fundão, ocorrido em 5 de novembro de 2015, levou a diversas mudanças na dinâmica social e econômica dos municípios atingidos. Com o intuito de avaliar os danos socioeconômicos causados pelo rompimento, a Fundação Getúlio Vargas (FGV) conduzirá uma série de avaliações de impacto considerando dimensões diversas, entre as quais, a de educação.

Neste relatório, são apresentados os resultados de uma primeira abordagem para avaliar os impactos causados pelo rompimento na área de educação. Avaliam-se os impactos médios do rompimento no conjunto dos alunos matriculados nos 45 municípios atingidos¹ considerando diversos indicadores de impactos referentes à educação básica, sendo eles: taxas bruta e líquida de matrícula, taxas de rendimento, taxa de distorção idade-série, desempenho escolar e o Indicador de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB)².

A estimação dos impactos é feita utilizando-se métodos econométricos, que são detalhados na seção 3. Para cada indicador de impacto e ano escolar de análise (5º e 9º anos do Ensino Fundamental e 3º série do Ensino Médio), comparam-se as evoluções ao longo do tempo das médias para os municípios atingidos (grupo atingido)³ e para outros municípios (grupos de comparação)⁴, com o intuito de estimar o impacto causal do rompimento. A análise proposta baseia-se, portanto, na comparação dos indicadores municipais ao longo do tempo entre grupos. Tais indicadores dizem respeito à oferta de educação e ao conjunto de alunos matriculados a cada ano por município⁵.

¹ A lista de municípios atingidos considerada no presente documento é apresentada na subseção 3.2.1. Ressalta-se que essa lista de municípios atingidos foi utilizada para a produção do presente documento, não configurando uma lista final de municípios atingidos que serão utilizados nos demais estudos produzidos pela FGV. Ressalta-se ainda que essa lista de municípios atingidos não configura um posicionamento da FGV quanto à delimitação de áreas atingidas para qualquer finalidade.

² As definições de cada um dos indicadores de impacto utilizados são apresentadas na subseção 2.2.

³ Veja a nota de rodapé 1.

⁴ A definição dos grupos de comparação é apresentada na subseção 3.2.2. Cada grupo de comparação utilizado nas análises é composto por um subconjunto de municípios não atingidos, e municípios listados neste estudo como “não atingidos” correspondem à totalidade dos municípios nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo deduzida daqueles considerados atingidos (ver lista disponível na subseção 3.2.1). Ressalta-se que essa lista de municípios atingidos foi utilizada para a produção do presente documento, não configurando uma lista final de municípios atingidos que serão utilizados nos demais estudos produzidos pela FGV. Ressalta-se ainda que a utilização das categorias de municípios “atingidos” e “não atingidos” não configura um posicionamento da FGV quanto à delimitação de áreas atingidas para qualquer finalidade.

⁵ Cabe ressaltar que a oferta de educação pode ter variado ao longo dos anos nos municípios (ex.: abertura e fechamento de escolas públicas e privadas), bem como o número de matrículas

A seguir, na subseção 1.1, são descritos os danos à infraestrutura física das escolas localizadas nos municípios de Mariana (MG) e Barra Longa (MG), contextualizando de forma cronológica os acontecimentos relacionados com o rompimento nesses casos. Na subseção 1.2, discorre-se sobre os possíveis canais e impactos nos municípios atingidos ao longo da bacia do Rio Doce, que é o objeto da análise deste relatório.

1.1 Possíveis impactos na área de Educação relacionados com danos à infraestrutura física de escolas em Mariana e Barra Longa

O rompimento da Barragem de Fundão causou danos à infraestrutura de escolas localizadas nas áreas percorridas pela lama de rejeitos, que passou pela zona rural de Mariana e de Barra Longa, e também pelo centro da cidade de Barra Longa. No total, cinco escolas tiveram suas infraestruturas físicas afetadas, sendo duas em Mariana e três no município de Barra Longa⁶.

No caso de Mariana, as escolas afetadas foram a Escola Municipal Bento Rodrigues e a Escola Municipal Paracatu de Baixo. Segundo relatório de informações (FUNDAÇÃO RENOVA, 2018) e entrevistas institucionais realizadas pela equipe da FGV, em ambas as escolas houve destruição total da infraestrutura física dos espaços causada pela passagem da lama de rejeitos, o que levou à interrupção das aulas com reinício poucos dias após o rompimento mediante a realocação dos alunos em outras escolas. Os alunos da Escola Municipal Bento Rodrigues foram realocados para a Escola Municipal Dom Luciano Pedro Mendes de Almeida, localizada no mesmo município, onde permaneceram até o maio de 2017, quando foram realocados para um espaço próprio temporário. Os alunos da Escola Municipal Paracatu de Baixo também foram realocados para a Escola Municipal Dom Luciano Pedro Mendes de Almeida em 2015, mas a partir de 2016 foram realocados novamente para o antigo espaço físico da Escola Municipal

e a composição do corpo discente (ex.: ingresso de crianças na escola, alunos que se formam e alunos que migram entre municípios). No presente relatório, esses aspectos não são analisados, mas poderão ser investigados em análises futuras em que serão utilizados dados que permitem o acompanhamento da vida escolar dos alunos ao longo do tempo, conforme discutido na seção 5.

⁶ As informações sobre a destruição de infraestrutura física de escolas causada pelo rompimento foram baseadas na Nota Técnica nº 09 da Câmara Técnica de Educação, Cultura, Lazer, Esporte e Turismo (CT-ECLET, 2019), no Relatório de Informações em Atendimento da Solicitação 1093, Auditoria Fundação Getulio Vargas (FUNDAÇÃO RENOVA, 2018) e em entrevistas institucionais realizadas pela Fundação Getulio Vargas nos municípios de Mariana e Barra Longa.

Cônego Paulo Dilásccio (antes chamada de Escola Morro de Santana)⁷, onde continuaram até agosto de 2018, quando foram realocados para um espaço próprio temporário no centro de Mariana.

Já em Barra Longa, as escolas destruídas foram a Escola Municipal Gustavo Capanema, a Escola Municipal José de Vasconcelos Lanna e a Escola Estadual Padre José Epifânio Gonçalves. A destruição da infraestrutura física foi total nas duas primeiras e parcial na terceira. Nos três casos, houve interrupção das aulas com reinício também poucos dias após o rompimento. No caso das duas escolas que sofreram destruição total de suas infraestruturas físicas, houve realocação temporária dos alunos para outros espaços no mesmo município⁸. No caso da Escola Estadual Padre José Epifânio Gonçalves, que sofreu destruição parcial⁹ de sua infraestrutura física, não houve necessidade de realocação dos alunos para outro espaço.

Vale destacar que as escolas afetadas, tanto em Mariana, como em Barra Longa, eram de pequeno porte e que apenas a escola com dano parcial possuía alunos no Ensino Médio, sendo as demais de Ensino Infantil ou Ensino Fundamental. A maior escola que teve a infraestrutura afetada foi a que teve danos parciais na infraestrutura: 304 alunos matriculados no Ensino Fundamental II e 172 no Ensino Médio no ano de 2015. As escolas com danos totais possuíam no ano de 2015, em média, 35 alunos matriculados no Ensino Infantil, 69 no Ensino Fundamental I e 53 no Ensino Fundamental II¹⁰.

Como já descrito anteriormente, essas cinco escolas continuaram funcionando e de diversas formas ao longo dos anos (em coabitação com outras escolas, em espaços próprios temporários ou em seu próprio espaço físico parcialmente destruído). Justamente pelas escolas estarem localizadas em áreas percorridas pela lama de rejeitos, elas atendiam muitos alunos cujas famílias foram atingidas (ex.: perda de moradia, prejuízo a atividades econômicas, comprometimento da renda familiar, problemas de saúde). Assim, considerando esse aspecto e os danos à infraestrutura

⁷ É importante ressaltar que não houve coabitação dos alunos de ambas as escolas. Na época, a Escola Municipal Cônego Paulo Dilásccio já havia se mudado para seu novo espaço físico, de forma que a Escola Municipal Paracatu de Baixo se mudou para o antigo espaço da primeira, que não era mais utilizado por ela.

⁸ Segundo Fundação Renova (2018), os alunos da Escola Municipal Gustavo Capanema foram realocados para o espaço da antiga creche da comunidade e os da Escola Municipal José de Vasconcelos Lanna, para um espaço locado no centro de Barra Longa (MG).

⁹ Segundo informações da Nota Técnica nº 09 da Câmara Técnica de Educação, Cultura, Lazer, Esporte e Turismo (CT-ECLET) de 20 de março de 2019, nessa escola houve danos em espaços de uso comum (ex.: sala de informática, laboratório de ciências, quadra de esportes) e materiais didáticos (ex.: acervo da biblioteca, material de suporte pedagógico, instrumentos musicais).

¹⁰ As informações relacionadas com as matrículas das escolas total e parcialmente destruídas foram calculadas pelos autores com base nos dados do Censo Escolar de 2015 do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP).

física das escolas, bem como o fato de haver ações de reparação da Fundação Renova na área de Educação específicas para esses municípios¹¹, entende-se que é necessária uma análise específica dos impactos para essas escolas e para os alunos que estavam matriculados nelas no ano do rompimento, não fazendo esta parte do escopo do presente estudo¹².

1.2 Possíveis impactos na área de Educação nos municípios atingidos ao longo de toda a bacia do Rio Doce

O cotidiano dos alunos das escolas mencionadas na subseção anterior foi modificado de maneira brusca e, desde então, levou-os a um longo processo de mudanças e adaptações. No entanto, os impactos socioeconômicos do rompimento ao longo do curso do Rio Doce sugerem que os efeitos na área de educação podem não estar restritos ao conjunto de alunos dos municípios de Mariana e Barra Longa. Uma vez que o rompimento afetou a atividade econômica dos municípios localizados ao longo da bacia do Rio Doce, gerando problemas de desemprego e de queda de renda das famílias, entende-se que essas mudanças na dinâmica familiar podem ter alterado a trajetória educacional das crianças matriculadas e das ingressantes na escola nos municípios atingidos.

A Figura 1 apresenta um fluxograma ilustrando os potenciais canais a partir dos quais o rompimento da Barragem de Fundão pode ter levado a possíveis impactos na área de educação nos municípios atingidos. As caixas intermediárias, construídas a partir de documentos oficiais e outras evidências, ilustram os desdobramentos do rompimento de modo a destacar os canais por meio dos quais o mesmo pode ter afetado indicadores de impacto da área de educação.

No fluxograma, o rompimento da Barragem de Fundão como um fato isolado não tem efeitos diretos sobre a educação, razão pela qual não há seta que o conecta na figura diretamente à caixa de impactos (na margem direita). Entretanto, o rompimento e a

¹¹ Segundo informações coletadas no website da Fundação Renova, o Programa de Recuperação das Escolas e Reintegração da Comunidade Escolar (PG11) é um programa focado na “reconstrução, aquisição de mobiliário, equipamentos e materiais necessários às escolas impactadas de Fundão até Candonga e providenciar os meios para reintegração de seus respectivos alunos e profissionais envolvidos nas rotinas escolares” (FUNDAÇÃO RENOVA, 2019a). Segundo informações coletadas pela FGV em entrevistas institucionais, o PG11 também atua oferecendo acompanhamento e capacitações pedagógicas e psicopedagógicas para essas escolas e outras atividades relacionadas para escolas das redes escolares de Mariana e Barra Longa.

¹² A FGV pretende investigar os impactos do rompimento da Barragem de Fundão sobre as escolas destruídas e seus respectivos alunos em estudos futuros, não fazendo parte do escopo do presente relatório.

passagem da lama de rejeitos levam à paralisação e/ou prejuízo a atividades econômicas, que, por sua vez, leva a um aumento do desemprego e redução da renda familiar. A flecha em duplo sentido entre as caixas de “aumento do desemprego” e de “redução da renda familiar” simboliza uma relação de retroalimentação, uma vez que o desemprego reduz a renda disponível das pessoas, o que deprime a economia e leva, por sua vez, ao esvaziamento de oportunidades econômicas.

O aumento do desemprego e a redução da renda familiar geram prejuízos ao ambiente familiar, que é um elemento crucial para o desenvolvimento cognitivo e o desempenho acadêmico infanto-juvenil¹³. Com isso, é possível que haja uma queda na motivação dos alunos e prejuízos à capacidade de aprendizagem dos mesmos. Esses fatores podem ter efeitos negativos em indicadores de educação, tais como taxas de matrícula, taxas de rendimento, taxa de distorção idade-série, desempenho escolar e Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB).

Em alguns domicílios, os fatores de aumento do desemprego e de redução da renda familiar possuem desdobramentos ainda piores para os alunos dos 45 municípios atingidos: a possível necessidade de que as crianças e jovens tenham que trabalhar para complementar a renda familiar. Nesse caso, o estudo das crianças em meio período ou em período integral pode ficar comprometido e o custo de oportunidade de ir para a escola aumenta, de forma a poder também afetar os indicadores de impacto mencionados. Além disso, os prejuízos nas atividades econômicas acarretam perda de arrecadação por parte dos municípios, afetando os recursos para a educação e, portanto, as condições de oferta escolar existentes.

Apesar de destacar os principais canais por meio dos quais a conjectura de uma relação causal entre o rompimento e indicadores educacionais é plausível, o fluxograma não estaria completo se não fossem consideradas as ações reparatórias já executadas¹⁴ e ainda em execução pela Fundação Renova em diversos setores (ilustradas na Figura 1 pela caixa com contorno tracejado). Alguns dos programas relacionados são: Programas relacionados com retomada econômica de alguns setores específicos¹⁵,

¹³ MCLOYD, V. C. Socioeconomic disadvantage and child development. **American Psychologist**, v. 53, n. 2, p. 185-204, 1998.

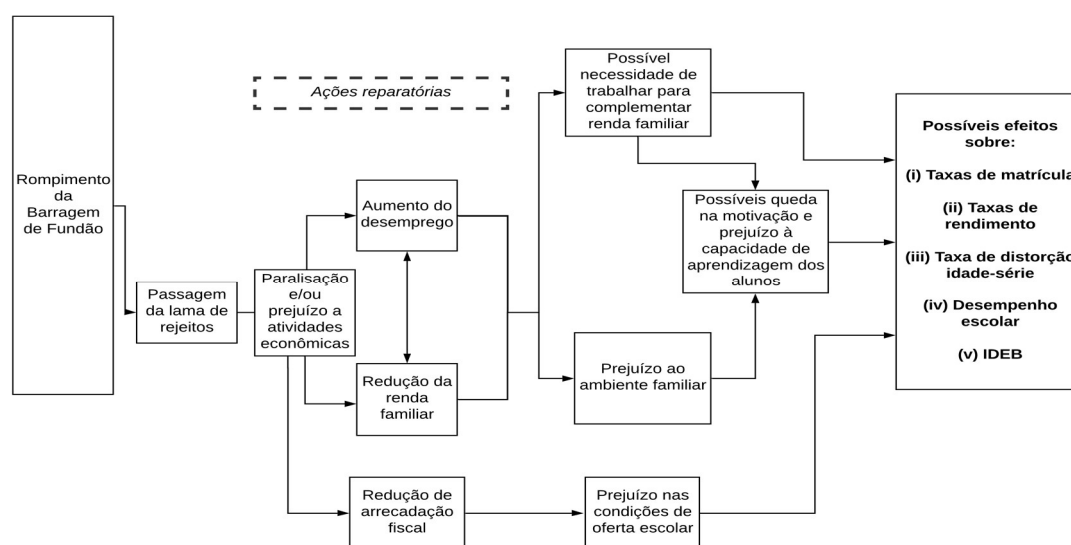
¹⁴ Entre as ações reparatórias, incluem-se também aquelas promovidas pela Samarco antes do início das atividades da Fundação Renova.

¹⁵ Alguns exemplos são os programas monitorados pela Câmara Técnica de Economia e Inovação (CT-EI), tais como: Programa de retomada das atividades aquícolas e pesca (PG16), Programa de retomada das atividades agropecuárias (PG17) e Programa de recuperação de micro e pequenos negócios (PG19). Mais informações sobre os programas socioeconômicos da Fundação Renova podem ser encontradas em FUNDAÇÃO RENOVA (2019b).

Programa de desenvolvimento e diversificação econômica (PG18), Programa de Auxílio Financeiro Emergencial (PG21), entre outros. Além disso, devem-se considerar ainda as ações reparatórias específicas do Programa de Recuperação das Escolas e Reintegração da Comunidade Escolar (PG11)¹⁶. Essas ações reparatórias devem ser consideradas ao analisar o impacto médio do rompimento na área de educação nos 45 municípios atingidos, uma vez que eles estão incluídos nesse conjunto.

Cabe ressaltar, portanto, que os impactos na área de educação estimados e apresentados na seção 4 tratam dos efeitos médios do rompimento de Barragem de Fundão nos municípios atingidos incluindo os efeitos das ações reparatórias já realizadas e em curso, não fazendo parte do escopo do presente estudo a dissociação destes efeitos (rompimento e ações de reparação). Adicionalmente, é importante destacar que os indicadores de impacto da área de educação que foram selecionados e são analisados no presente relatório correspondem ao que se consegue observar dada a disponibilidade de dados sobre educação. Por exemplo, não há dados disponíveis para os grupos analisados (atingido e de comparação) sobre o nível de desenvolvimento de habilidades cognitivas específicas e habilidades socioemocionais que permitam a realização de uma avaliação de impactos do rompimento nessas outras dimensões educacionais. Portanto, as análises apresentadas no presente relatório referem-se apenas à parte que pode ser observada a partir de dados já disponíveis ao público dos possíveis impactos na área de educação nos municípios atingidos.

Figura 1 — Fluxograma ilustrando potenciais canais e possíveis impactos na área de educação



Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

¹⁶ Citado e brevemente descrito na nota de rodapé 11.

Além desta seção de introdução, o relatório é composto por mais quatro seções. Na seção 2, são apresentados os objetivos da análise e os dados utilizados para tal, detalhando quais são os parâmetros de interesse e apresentando os indicadores de impacto analisados. Na seção 3, discute-se a metodologia utilizada, especificando os métodos econométricos para avaliação de impactos empregados na análise, as definições de grupo atingido e grupos de comparação, e as amostras consideradas. Na seção 4, são apresentadas estatísticas descritivas e os resultados por indicador de impacto. Por fim, na seção 5 são expostas as considerações finais. Ao final do relatório, listam-se as referências utilizadas e apresentam-se os apêndices citados ao longo do texto.

2 OBJETIVOS E DADOS UTILIZADOS

A avaliação de impactos na área de educação tem como objetivo mensurar os impactos médios nos municípios atingidos pelo rompimento da Barragem de Fundão considerando indicadores de impacto selecionados. Especificamente, buscam-se identificar relações de causa e efeito entre o rompimento e possíveis alterações observadas nesses indicadores. Trata-se de uma primeira abordagem para a investigação de impactos nessa dimensão, não excluindo a possibilidade de investigações futuras que façam uso de outras metodologias e recortes regionais e/ou sociodemográficos. Nesta seção, são apresentados os parâmetros de interesse, os indicadores de impacto considerados e as fontes e bancos de dados utilizados.

2.1 Definição dos parâmetros de interesse

O parâmetro de interesse da avaliação é o efeito médio do rompimento da Barragem de Fundão nos municípios atingidos nos anos posteriores ao rompimento (2016 a 2018), considerando diferentes indicadores de impacto da área de educação (descritos na subseção 2.2). Utilizando a terminologia da literatura de avaliação econométrica de impactos, o parâmetro estimado neste relatório é do “efeito médio do tratamento sobre os tratados” (em inglês, *average treatment effects on the treated* (ATT)), com a diferença de que nesse caso não se trata de um tratamento, mas sim do rompimento da Barragem de Fundão, e tampouco de tratados, mas sim dos municípios atingidos pelo rompimento.

Cabe ressaltar que este parâmetro diz respeito às coortes em idade escolar e/ou crianças e jovens que estavam matriculados durante o período de interesse, não sendo específicas somente para o subgrupo que estava matriculado no ano de 2015. Ou seja, serão comparados, por exemplo, os alunos matriculados no quinto ano de Ensino Fundamental I em 2014 *versus* aqueles matriculados na mesma etapa de ensino em 2016.

As análises fazem uso de informações agregadas de alunos e escolas por município, de forma que a unidade de análise considerada é município. Além disso, as informações utilizadas ao longo do relatório fazem referência à média anual municipal dos alunos matriculados nas coortes dos anos de 2012 até 2018 (respectivamente) para cada um dos grupos considerados — atingido ou os de comparação¹⁷.

¹⁷ A definição dos grupos atingidos e de comparação é detalhada na subseção 3.2.

2.2 Definição dos indicadores de impacto

Esta subseção tem como objetivo definir o modo de cálculo de todos os indicadores de impacto utilizados para mensurar o impacto do rompimento da Barragem de Fundão sobre a área de educação. As subseções a seguir fazem referência aos indicadores de taxa bruta de matrícula, taxa líquida de matrícula, taxa de reprovação, taxa de aprovação, taxa de distorção idade-série, indicadores relacionados com desempenho e o Indicador de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), respectivamente.

2.2.1 Taxa de matrícula

São considerados dois tipos de taxas de matrícula: a taxa bruta de matrícula e a taxa líquida de matrícula.

A taxa bruta de matrícula, também chamada de taxa de escolarização ou atendimento bruta, é calculada por município e corresponde a¹⁸:

$$\text{Taxa Bruta de Matrícula}_{gmt} = \frac{\text{Número de Matrículas}_{gmt}}{\text{Número de Pessoas}_{gmt}} * 100$$

onde:

- g refere-se a uma etapa de ensino selecionada (Ensino Fundamental ou Ensino Médio);
- i refere-se à faixa etária considerada adequada para a etapa de ensino g ¹⁹;
- m refere-se ao município de referência;
- t refere-se ao ano de referência;
- $\text{Taxa Bruta de Matrícula}_{gmt}$ corresponde ao percentual de matrícula total²⁰ na etapa de ensino g em relação ao total de pessoas no município m na faixa etária i considerada adequada para essa etapa de ensino no ano de referência t ;

¹⁸ INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP/MEC). **Dicionário de indicadores educacionais** — fórmulas de cálculo. Brasília, 2004.

¹⁹ A faixa etária considerada adequada para o Ensino Fundamental é de seis até 14 anos e para o Ensino Médio é de 15 até 17 anos.

²⁰ Cabe ressaltar que, ao longo do presente estudo, ao utilizar dados do Censo Escolar (INEP), consideraram-se apenas os alunos matriculados em turmas com etapas de escolarização consecutivas, da Creche até Ensino Médio — alunos regulares. Desconsideraram-se, também, os alunos matriculados em cursos técnicos e de Educação para Jovens e Adultos (EJA).

- *Número de Matrículas_{gmt}* corresponde ao número de indivíduos que estão matriculados na escola localizada no município *m* na etapa de ensino *g* no ano de referência *t*;
- *Número de Pessoas_{gimt}* corresponde ao número de indivíduos no município *m* que estão na faixa etária *i* considerada adequada para a etapa de ensino *g* no ano de referência *t*.

Já a taxa líquida de matrícula, também chamada de taxa de escolarização ou atendimento líquida, é calculada por município e corresponde a^{21 22}:

$$\text{Taxa Líquida de Matrícula}_{gimt} = \frac{\text{Número de Matrículas}_{gimt}}{\text{Número de Pessoas}_{gimt}} * 100$$

onde:

- *g* refere-se a uma etapa de ensino selecionada (Ensino Fundamental ou Ensino Médio);
- *i* refere-se à faixa etária considerada adequada para a etapa de ensino *g*²³;
- *m* refere-se ao município de referência;
- *t* refere-se ao ano de referência;
- *Taxa Líquida de Matrícula_{gimt}* corresponde ao percentual de matrículas de pessoas na etapa de ensino *g* que estão na faixa etária *i* considerada adequada em relação ao total de pessoas no município *m* na faixa etária *i* considerada adequada para essa etapa de ensino *g* no ano de referência *t*;
- *Número de Matrículas_{gimt}* corresponde ao número de indivíduos na faixa etária *i* que estão matriculados na escola localizada no município *m* na etapa de ensino *g* no ano de referência *t*;
- *Número de Pessoas_{gimt}* corresponde ao número de indivíduos no município *m* na faixa etária *i* considerada adequada para essa etapa de ensino *g* no ano de referência *t*.

²¹ INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP/MEC). **Dicionário de indicadores educacionais** — fórmulas de cálculo. Brasília, 2004.

²² A taxa líquida de matrícula foi calculada considerando o número de matrículas no município na idade correta no Ensino Fundamental I e no Fundamental II separadamente. Depois, agregaram-se (*i.e.*, somaram-se) tais informações para computar o numerador do indicador, constituindo, assim, o número de matrículas do Ensino Fundamental como um todo.

²³ Novamente, a faixa etária considerada adequada para o Ensino Fundamental é de seis até 14 anos e para o Ensino Médio é de 15 até 17 anos.

2.2.2 Taxas de rendimento

São consideradas duas taxas de rendimento: a taxa de reprovação e a taxa de aprovação que estão definidas nas subseções 2.2.2.1 e 2.2.2.2, respectivamente.

2.2.2.1 Taxa de reprovação

A taxa de reprovação corresponde a²⁴:

$$Taxa\ de\ Reprovação_{mst} = \frac{Total\ Reprovações_{mst}}{Total\ Aprovações_{mst} + Total\ Reprovações_{mst} + Total\ Abandonos_{mst}} * 100$$

onde:

- m refere-se ao município;
- s refere-se a uma série ou ano escolar (5º ano do Ensino Fundamental, 9º ano do Ensino Fundamental ou 3ª série do Ensino Médio);
- t refere-se ao ano de referência;
- $Taxa\ de\ Reprovação_{mst}$ corresponde ao percentual de alunos do município m matriculados na série/ano escolar s no ano de referência t que foram reprovados em relação ao total de alunos desse mesmo município e série/ano escolar;
- $Total\ Aprovações_{mst}$ corresponde ao número total de alunos do município m matriculados na série/ano escolar s no ano de referência t que concluíram o ano letivo com sucesso, estando aptos a se matricularem na série/ano escolar seguinte no próximo ano;
- $Total\ Reprovações_{mst}$ corresponde ao número total de alunos do município m matriculados na série/ano escolar s no ano de referência t que não obtiveram êxito na conclusão do ano letivo, não estando aptos a se matricularem na série/ano escolar seguinte no próximo ano;
- $Total\ Abandonos_{mst}$ corresponde ao número total de alunos do município m matriculados na série/ano escolar s no ano de referência t que deixaram de frequentar a escola antes da conclusão do ano letivo.

²⁴ INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP/MEC). **Nota Técnica nº 03/2013, Cálculo das taxas de rendimento escolar** — censo da educação básica. Brasília, 2013.

2.2.2.2 Taxa de aprovação

Já a taxa de aprovação corresponde a²⁵:

$$Taxa\ de\ Aprovação_{mst} = \frac{Total\ Aprovações_{mst}}{Total\ Aprovações_{mst} + Total\ Reprovações_{mst} + Total\ Abandonos_{mst}} * 100$$

onde:

- m refere-se ao município;
- s refere-se a uma série ou ano escolar (5º ano do Ensino Fundamental, 9º ano do Ensino Fundamental ou 3ª série do Ensino Médio);
- t refere-se ao ano de referência;
- $Taxa\ de\ Aprovação_{mst}$ corresponde ao percentual de alunos do município m matriculados na série/ano escolar s no ano de referência t que foram aprovados em relação ao total de alunos desse mesmo município e série/ano escolar;
- $Total\ Aprovações_{mst}$ corresponde ao número total de alunos do município m matriculados na série/ano escolar s no ano de referência t que concluíram o ano letivo com sucesso, estando aptos a se matricularem na série/ano escolar seguinte no próximo ano;
- $Total\ Reprovações_{mst}$ corresponde ao número total de alunos do município m matriculados na série/ano escolar s no ano de referência t que não obtiveram êxito na conclusão do ano letivo, não estando aptos a se matricularem na série/ano escolar seguinte no próximo ano;
- $Total\ Abandonos_{mst}$ corresponde ao número total de alunos do município m matriculados na série/ano escolar s no ano de referência t que deixaram de frequentar a escola antes da conclusão do ano letivo.

Cabe ressaltar que essas taxas de aprovação, calculadas para as séries/anos escolares finais das etapas de ensino em análise (Ensino Fundamental I, Ensino Fundamental II e Ensino Médio), também podem ser interpretadas como taxas de conclusão de níveis de ensino, tal que:

$$Taxa\ de\ Conclusão_{mst} = Taxa\ de\ Aprovação_{mst}$$

²⁵ INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP/MEC). **Nota Técnica nº 03/2013, Cálculo das taxas de rendimento escolar** — censo da educação básica. Brasília, 2013.

onde:

- m refere-se ao município;
- s refere-se a uma série ou ano escolar (5º ano do Ensino Fundamental, 9º ano do Ensino Fundamental ou 3ª série do Ensino Médio);
- t refere-se ao ano de referência;
- $Taxa\ de\ Conclusão_{mst}$ corresponde ao percentual de alunos do município m matriculados na série/ano escolar s no ano de referência t que foram aprovados, tendo, portanto, concluído a referida etapa de ensino;
- $Taxa\ de\ Aprovação_{mst}$ corresponde ao percentual de alunos do município m matriculados na série/ano escolar s no ano de referência t que foram aprovados em relação ao total de alunos dessa mesma escola e série/ano escolar.

2.2.3 Taxa de distorção idade-série

A taxa de distorção idade-série corresponde a²⁶:

$$Taxa\ de\ Distorção\ Idade\ Série_{mst} = \frac{Número\ de\ Matrículas\ com\ Distorção\ Idade\ Série_{mst}}{Número\ de\ Matrículas_{mst}} * 100$$

onde:

- m refere-se ao município;
- s refere-se a uma série ou ano escolar (5º ano do Ensino Fundamental, 9º ano do Ensino Fundamental ou 3ª série do Ensino Médio);
- t refere-se ao ano de referência;
- $Taxa\ de\ Distorção\ Idade\ Série_{mst}$ corresponde ao percentual de alunos matriculados no município m na série/ano escolar s no ano de referência t com idade superior (dois anos ou mais) à considerada adequada para essa série/ano escolar em relação ao total de alunos nesse município matriculados na série/ano escolar e ano de referência em questão;
- $Número\ de\ Matrículas\ com\ Distorção\ Idade\ Série_{mst}$ corresponde ao número total de matrículas no município m na série/ano escolar s no ano de referência

²⁶ INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP/MEC). **Dicionário de indicadores educacionais** — fórmulas de cálculo. Brasília, 2004.

t com idade superior (dois anos ou mais) à considerada adequada para essa série/ano escolar;

- $Número\ de\ Matrículas_{mst}$ corresponde ao número total de matrículas no município m na série/ano escolar s no ano de referência t .

2.2.4 Desempenho escolar

O Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) é composto por três provas padronizadas e questionários que são aplicados periodicamente: Avaliação Nacional da Educação Básica (ANEB), Avaliação Nacional do Rendimento Escolar (ANRESC), conhecida como Prova Brasil, e Avaliação Nacional da Alfabetização (ANA)²⁷. Nesta avaliação de impactos, são utilizados apenas os dados para os quais a Prova Brasil teve abrangência censitária.

Especificamente, para o período considerado nas análises, a Prova Brasil teve abrangência censitária para o 5º e 9º anos do Ensino Fundamental das escolas públicas²⁸ e compreende avaliações das disciplinas de língua portuguesa e matemática²⁹. Nesse caso, conforme explicitado posteriormente, optou-se por restringir as análises para esses dois anos escolares e por considerar na amostra apenas as escolas públicas. Definem-se os seguintes indicadores de notas no SAEB:

- $Nota\ SAEB\ em\ Língua\ Portuguesa_{mst}$: desempenho do município m na avaliação de língua portuguesa da série/ano escolar s no ano de referência t mensurado na escala SAEB de proficiência;
- $Nota\ SAEB\ em\ Matemática_{mst}$: desempenho do município m na avaliação de matemática da série/ano escolar s no ano de referência t mensurado na escala SAEB de proficiência.

Esses indicadores correspondem à média das notas (língua portuguesa ou matemática) para os alunos da série/ano escolar s do município m no ano de referência t .

²⁷ INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP/MEC). **Nota Técnica nº 10/2019/CGIM/DAEB**, 2019. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/saeb/2019/documentos/Nota_tecnica_Detalhamento_da_populacao_e_resultados_do_Saeb_2019.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2019.

²⁸ INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP/MEC). **Histórico SAEB**. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/educacao-basica/saeb/historico>>. Acesso em: 22 jul. 2019.

²⁹ INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP/MEC). **SAEB**. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/educacao-basica/saeb>>. Acesso em: 22 jul. 2019.

2.2.5 Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB)

O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) corresponde a³⁰:

$$IDEB_{mgt} = N_{mgt} * P_{mgt}$$

onde:

- m refere-se ao município;
- g refere-se a uma etapa de ensino selecionada (Ensino Fundamental I ou Ensino Fundamental II);
- t refere-se ao ano de referência;
- N_{mgt} corresponde à proficiência média dos alunos do município m no ano de referência t em uma determinada edição do SAEB (anos ímpares apenas) na etapa de ensino g ;
- P_{mgt} corresponde à taxa média de aprovação na etapa de ensino g dos alunos do município m no ano de referência t .

Nesse caso, conforme explicitado posteriormente, optou-se por restringir as análises para o Ensino Fundamental I e Ensino Fundamental II e por considerar na amostra apenas as escolas públicas.

2.3 Fontes e bancos de dados utilizados

Para a construção dos indicadores de impacto e demais variáveis utilizadas nas análises, são usados dados de diferentes fontes, sendo elas: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Fundação da Associação Brasileira dos Fabricantes de Brinquedos (Fundação Abrinq) e Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento — PNUD).

A descrição dos dados utilizados é apresentada a seguir, detalhando as respectivas fontes e a forma como cada um foi empregado na análise, seja para a construção dos indicadores de impacto ou outras variáveis utilizadas na avaliação de impactos.

³⁰ FERNANDES, Reynaldo. **Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB)**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2007.

Censo Escolar — INEP

A principal fonte de informação utilizada para realizar a avaliação de impactos na área de educação é o Censo Escolar do INEP. Trata-se de uma coleta de dados de todas as escolas públicas e privadas do país, coordenada e divulgada pelo INEP e realizada de forma colaborativa entre as secretarias estaduais e municipais de educação³¹.

Apesar de o Censo Escolar abranger diferentes etapas e modalidades da educação existentes no país³², a presente avaliação utiliza apenas parte dos microdados disponíveis sobre o Ensino Regular da Educação Básica, isto é, Ensino Fundamental e Ensino Médio. Os dados reportados ao longo do documento referem-se apenas às informações públicas do Censo Escolar disponíveis no site do INEP, ou seja, os dados referentes à primeira etapa da coleta de dados do Censo (Matrícula Inicial) que discorre sobre os estabelecimentos de ensino, turmas, docentes e alunos.

Utilizam-se especificamente os microdados do questionário referente às características das escolas, docentes e alunos matriculados nos anos de 2012 a 2018. Esses dados são utilizados para construir variáveis de controle incluídas nas estimações e para construir os indicadores de impacto de taxas de matrícula (bruta e líquida), em que o total de matrículas nos municípios de análise foi calculado a partir desses dados, correspondendo ao numerador das referidas taxas. As variáveis utilizadas na análise e informações relacionadas são apresentadas na subseção 3.1.2.3 e na seção 4.

Indicadores Educacionais — INEP

Além do Censo Escolar, foram utilizados indicadores educacionais calculados e disponibilizados pelo INEP com os dados referentes à situação do aluno que são extraídos da segunda etapa de aplicação do Censo Escolar³³. Os indicadores educacionais utilizados referem-se ao período de 2012 a 2018 e correspondem a alguns dos indicadores de impacto da avaliação, sendo eles: taxas de rendimento (taxa de reprovação e taxa de aprovação) e taxa de distorção idade-série.

³¹ INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP/MEC). **Censo escolar**. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/microdados>>. Acesso em: 20 set. 2019.

³² Além de dados sobre o Ensino Regular, o Censo Escolar dispõe de informações sobre Educação Especial, Educação de Jovens e Adultos (EJA) e Educação Profissional.

³³ INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP/MEC). **Indicadores educacionais**. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/indicadores-educacionais>>. Acesso em: 30 jul. 2019.

Notas no SAEB e IDEB-INEP

Outra fonte de informação disponibilizada pelo INEP e utilizada nesta avaliação de impactos é o desempenho dos alunos no SAEB e o IDEB³⁴. Especificamente, são utilizados dados sobre: (i) desempenho dos alunos de escolas da rede pública nos últimos anos do Ensino Fundamental I (5º ano) e Ensino Fundamental II (9º ano) considerando as edições de 2013, 2015 e 2017 da Prova Brasil; e (ii) IDEB dos municípios, também para os anos de 2013, 2015 e 2017.

Censo Demográfico — IBGE

O Censo Demográfico, realizado pelo IBGE, é a principal fonte de dados sobre condições de vida da população de todos os municípios do Brasil e de seus recortes territoriais. Ele consiste em um Questionário Básico, com o intuito de coletar informações sobre características do domicílio e dos moradores, e um Questionário da Amostra, que além dos quesitos do Questionário Básico também coleta informações sobre temas específicos como educação e deslocamento, trabalho e rendimento, trabalho infantil, entre outros. A pesquisa tem periodicidade decenal e abrangência geográfica nacional com representatividade de diversos recortes regionais, inclusive municípios³⁵.

Para fins de estimar o escore de propensão empregado em algumas das análises, foram utilizados os dados mais recentes, do Censo Demográfico de 2010, sobre população, idade, escolaridade, situação de ocupação, emprego, renda e zonas de residência.

Indicador de desigualdade — Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (PNUD)

Do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (PNUD), foi extraído o Índice de Gini, que se trata de um indicador de desigualdade que é utilizado nas estimações de impacto, especificamente na estimação do escore de propensão³⁶. Cabe ressaltar que

³⁴ INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP/MEC). **Índice de Desenvolvimento da Educação Básica**. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/educacao-basica/ideb/resultados>>. Acesso em: 24 maio 2019.

³⁵ INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?edicao=9678&t=downloads>. Acesso em: 2 maio 2019.

³⁶ ATLAS. **Atlas do desenvolvimento humano no Brasil**. Disponível em: <www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/consulta/>. Acesso em: 4 jun. 2019.

esse indicador é calculado³⁷ pelo PNUD com base nos dados do Censo Demográfico de 2010 (IBGE).

Projeções populacionais — Fundação Abrinq

A Fundação Abrinq disponibiliza informações sobre projeções populacionais municipais por faixa de idade escolar (0 a 3, 4 a 5, 6 a 14, 15 a 17 e 18 anos) para os anos de 2010 até 2018³⁸. Essas projeções são baseadas nas projeções municipais do IBGE e estratificadas pelo Observatório da Criança e do Adolescente da Fundação Abrinq. As projeções populacionais a partir do ano de 2012 são utilizadas nesta avaliação como denominadores para o cálculo dos indicadores de impacto de taxas de matrícula bruta e líquida dos municípios.

Bases Cartográficas Contínuas (BCIM) — IBGE

As Bases Cartográficas Contínuas do Brasil ao Milionésimo (BCIM) são conjuntos de dados geoespaciais de referência que permitem uma visão integrada do território nacional na escala de 1:1.000.000. Suas principais aplicações e produtos são o planejamento e a gestão de programas de governo com enfoque territorial, as análises que demandam uma visão de conjunto (país, região e estados), a elaboração de mapas em escalas menores (mapas do Brasil, regionais, estaduais e Atlas) e as representações de aspectos temáticos do território (estatística, recursos naturais e pesquisa ambiental). Neste trabalho, as bases cartográficas são usadas para produzir representações visuais dos municípios analisados em diferentes contextos³⁹.

³⁷ ATLAS. **Metodologia.** Disponível em: <http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/o_atlas/metodologia/construcao-das-unidades-de-desenvolvimento-humano/>. Acesso em: 4 jun. 2019.

³⁸ FUNDAÇÃO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE BRINQUEDOS (FUNDAÇÃO ABRINQ). **Estratificação da população estimada pelo IBGE segundo faixas etárias.** Disponível em: <<https://observatoriocrianca.org.br/cenario-infancia/temas/populacao/1048-estratificacao-da-populacao-estimada-pelo-ibge-segundo-faixas-etarias?filters=1,1627>>. Acesso em: 8 maio 2019.

³⁹ INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Base cartográfica contínua do Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <http://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/bcim/versao2010/bcim_v3.04_dados/shapefile/>. Acesso em: 5 jun. 2019.

3 METODOLOGIA

3.1 Métodos econométricos de avaliação de impactos

Para avaliar os impactos do rompimento da Barragem de Fundão na área de educação, são utilizados métodos econométricos de avaliação de impactos. Essa abordagem tem como objetivo identificar relações de causa e efeito entre o objeto de análise, isto é, o rompimento da Barragem de Fundão, e possíveis alterações observadas nos indicadores quantitativos de interesse em um momento pós-rompimento. Esses indicadores referem-se a representações de aspectos específicos mensuráveis de um constructo e geralmente se baseiam em processos estatísticos e/ou de contagem, provendo assim uma métrica objetiva passível de ser explorada por análises quantitativas.

Idealmente, a identificação dessas relações causais se daria a partir da comparação dos indicadores selecionados em dois cenários possíveis, sendo eles:

- I O cenário real, no qual houve o rompimento e que corresponde ao que se observa na realidade; e
- II O cenário contrafactual, que corresponde ao que teria sido observado caso o rompimento não tivesse ocorrido.

Formalmente, o impacto do rompimento sobre uma característica mensurável y (indicador de impacto) de um indivíduo ou localidade i seria:

$$impacto_i = y_i|(d_i = 1) - y_i|(d_i = 0)$$

em que d_i é uma variável binária que assume valor 1 no cenário em que i é exposto ao rompimento (cenário real) e o valor 0 caso contrário (cenário contrafactual). O impacto médio sobre a população analisada é dado por:

$$impacto\ médio = \mathbb{E}[y_i|d_i = 1] - \mathbb{E}[y_i|d_i = 0]$$

onde $\mathbb{E}$ é o operador de valor esperado.

No entanto, o cenário real e o contrafactual são mutuamente excludentes, e o cenário contrafactual não pode ser observado. Apesar disso, há diversas hipóteses sob as quais se torna viável obter na realidade uma representação aproximada à situação contrafactual dos atingidos. Entre os métodos econométricos de avaliação de impactos,

podem ser utilizadas abordagens distintas que variam no que diz respeito a quais serão as hipóteses adotadas e como serão feitas as comparações entre os diferentes cenários. Na prática, esses métodos baseiam-se na comparação entre dois grupos, sendo a definição para o presente caso:

- I Grupo atingido⁴⁰: corresponde ao grupo de indivíduos ou localidades que foram atingidos pelo rompimento da Barragem de Fundão; e
- II Grupo de comparação⁴¹: corresponde a um grupo de indivíduos ou localidades que não foram atingidos pelo rompimento da Barragem de Fundão, mas que se assemelham àqueles que foram atingidos e, supõe-se, provêm uma representação aproximada do que teria acontecido com os atingidos caso não tivesse ocorrido o rompimento (situação contrafactual).

Satisfeitas as hipóteses do método econométrico escolhido, a comparação entre os dois grupos permite verificar a existência e estimar a magnitude do impacto socioeconômico gerado pelo rompimento sobre a população analisada. Ressalta-se que a escolha metodológica necessita ser pautada por profunda reflexão sobre as características da dimensão à qual se refere o indicador de impacto em questão e do nível de agregação dos dados. Só é razoável atribuir interpretação causal à relação estimada entre o rompimento e os indicadores de impacto se as chamadas hipóteses de identificação do método selecionado forem plausíveis, conforme será discutido a seguir.

Na presente avaliação de impactos, são utilizados dois métodos: (i) diferença-em-diferenças; e (ii) combinação dos métodos de diferença-em-diferenças e de pareamento via escore de propensão. Nas subseções a seguir, os dois métodos são apresentados juntamente com discussões sobre suas respectivas hipóteses de identificação e possíveis vantagens e desvantagens.

⁴⁰ O grupo que sofre a intervenção em análise é tipicamente chamado de “grupo de tratamento” na literatura de avaliação econométrica de impactos. Na presente avaliação, esse grupo será identificado como “grupo atingido”.

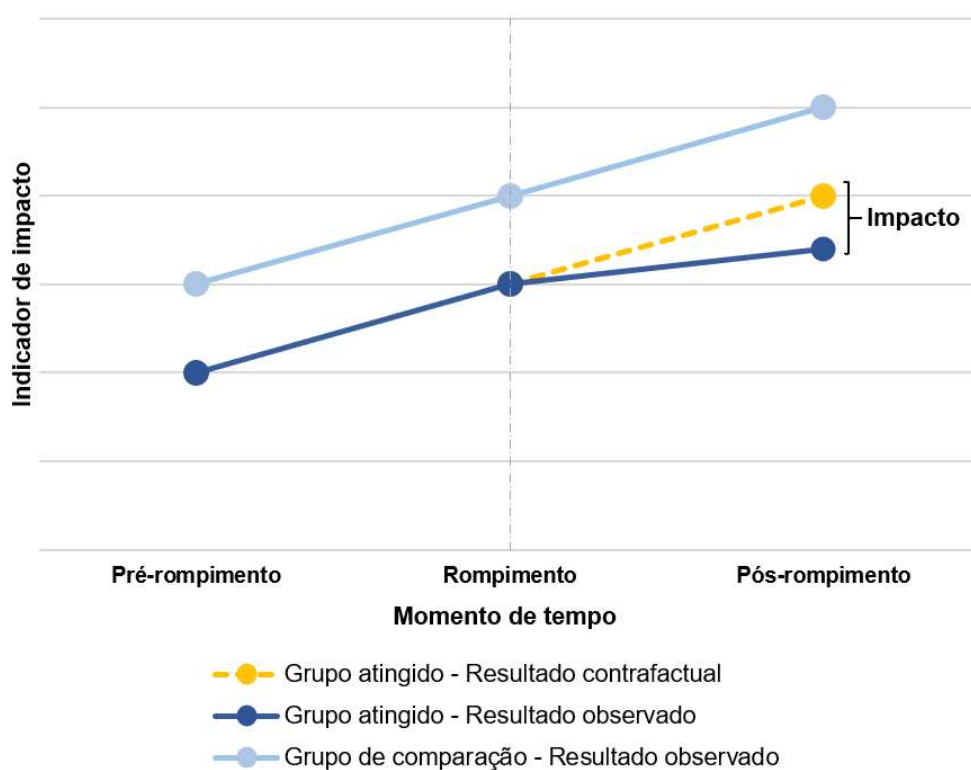
⁴¹ Na literatura de avaliação econométrica de impactos, esse grupo também é tipicamente chamado de “grupo de controle”.

3.1.1 Método de diferença-em-diferenças

3.1.1.1 Breve apresentação do método de diferença-em-diferenças

A estimação de impacto por meio do método de diferença-em-diferenças é feita a partir da comparação dos indicadores de impacto entre os grupos atingido e de comparação em dois momentos do tempo: antes e depois do rompimento, conforme ilustrado na Figura 2⁴². Nela, observam-se as evoluções do indicador de impacto de interesse para os grupos atingido e de comparação (pontos conectados por linhas em tons de azul). Ilustra-se também qual teria sido a evolução do grupo atingido caso o rompimento não tivesse ocorrido, que corresponde à situação contrafactual que não é observada na prática (linha tracejada e ponto em amarelo). Assim, o impacto é calculado pela diferença das diferenças ao longo do tempo entre os grupos, conforme indicado no lado direito da figura.

Figura 2 — Ilustração do método de diferença-em-diferenças



Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

⁴² Os valores e trajetórias de evolução representados nesta figura são hipotéticos, apresentados para fins de ilustração do método apenas.

Nota-se que esse método requer que haja disponibilidade de dados para ambos os grupos (atingido e de comparação) em pelo menos dois momentos de tempo, sendo um deles pré e outro pós-rompimento. Uma das principais vantagens desse método é que, ao se calcular a primeira diferença para eliminar a variação ocorrida em cada grupo ao longo do tempo, eliminam-se os efeitos de características invariantes no tempo, sejam elas observáveis ou não observáveis, o que é relevante para que não haja viés na magnitude estimada do impacto.

Se as hipóteses de identificação do método (discutidas a seguir) forem satisfeitas, o impacto médio estimado sobre o grupo atingido⁴³ pode ser interpretado como consequência do rompimento. Especificamente, a estimação dos impactos se dá em dois passos:

- I Computa-se a variação média ao longo do tempo do indicador de impacto para o grupo atingido e para o grupo de comparação (“primeiras diferenças”):

$$\Delta y^{atingido} = E[y_i | d_i = 1, t = 1] - E[y_i | d_i = 1, t = 0]$$

$$\Delta y^{comparação} = E[y_i | d_i = 0, t = 1] - E[y_i | d_i = 0, t = 0]$$

- II Subtrai-se a variação média do grupo de comparação da variação média do grupo atingido (“diferença das diferenças”):

$$impacto\ médio = \Delta y^{atingido} - \Delta y^{comparação}$$

As hipóteses de identificação do método são um conjunto de suposições que, se satisfeito, garante que o estimador de diferença-em-diferenças recupera os impactos gerados exclusivamente pelo rompimento e não por outros eventuais fatores concomitantes. A primeira destas hipóteses trata das chamadas “tendências paralelas”, que pressupõe que, na ausência do rompimento, os indicadores de impacto dos grupos atingido e de comparação apresentariam evoluções semelhantes ao longo do tempo. Assim, caso essa hipótese seja satisfeita, a variação no indicador de impacto observada ao longo do tempo para o grupo de comparação representa a variação que seria observada para o grupo atingido caso o rompimento não tivesse acontecido. Esta é uma hipótese fundamental ao método e, embora não possa ser testada na prática, é possível

⁴³ Utilizando a terminologia da literatura de avaliação econométrica de impactos, o método de diferença-em-diferenças recupera o chamado “efeito médio do tratamento sobre os tratados” (em inglês, *average treatment effect on the treated* (ATT)). No caso aqui abordado, não se trata de um “tratamento” em si, mas sim do rompimento da Barragem de Fundão.

obter evidências acerca de sua credibilidade com dados históricos de diversos períodos anteriores ao rompimento, como será mostrado na subseção 4.2. É importante enfatizar que os dois grupos não precisam apresentar magnitudes similares do indicador de impacto antes do rompimento, basta que este evoluísse de maneira semelhante para os dois grupos na ausência do rompimento, conforme ilustrado na Figura 2.

Outra hipótese fundamental do método é a de que nenhum dos grupos pode ter sido afetado de maneira particular e distinta do outro por um fator concomitante ao rompimento, implicando que a escolha do grupo de comparação é fundamental para que os impactos estimados de fato sejam atribuíveis ao rompimento. Na subseção 3.2, na qual se apresentam os grupos de comparação considerados na análise, são feitas considerações a esse respeito.

Outra hipótese do método refere-se à composição dos grupos: é necessário que a composição dos grupos ao longo do tempo (antes e depois do rompimento) não se altere de forma significativa, já que isso poderia levar o estimador a atribuir ao rompimento um efeito que na verdade deriva de uma mudança de outra natureza. Nesta avaliação, considerando que a análise é feita com base em informações agregadas no nível de municípios, não há, em rigor, alterações na composição do grupo atingido e de comparação ao longo do tempo (isto é, observam-se as informações de todos os municípios em todos os anos considerados)⁴⁴. No entanto, ressalta-se que pode ter havido alterações na composição sociodemográfica dos municípios em si, fruto de movimentos migratórios, por exemplo. Não faz parte do escopo da presente avaliação a dissociação dos efeitos do rompimento sobre educação de efeitos colaterais advindos de eventuais migrações provocadas por ele⁴⁵. Assim, as estimativas aqui obtidas se referem ao resultado conjunto destes efeitos simultâneos.

⁴⁴ No presente estudo, em cada uma das análises optou-se por considerar sempre painéis de dados balanceados (todas as unidades da amostra com informações disponíveis em todos os anos considerados). Dessa forma, não há variação na composição do grupo atingido e do grupo de comparação ao longo do tempo considerando cada uma das análises individualmente. Ressalta-se, no entanto, que ao observar os dados disponíveis para diferentes indicadores de impacto, nota-se que há casos de indisponibilidade dos mesmos para algumas unidades de análise em alguns períodos, devido a peculiaridades intrínsecas aos próprios indicadores. Assim, optou-se por construir seis amostras diferentes, de modo a configurarem painéis balanceados e, ao mesmo tempo, utilizar o máximo de informação possível em cada análise. Para compreender a construção das diferentes amostras utilizadas ao longo deste estudo, consultar a seção 3.3.

⁴⁵ A FGV pretende investigar os impactos do rompimento da Barragem de Fundão sobre a migração nos municípios atingidos em estudos futuros.

3.1.1.2 Detalhamento da aplicação do método para a presente avaliação

Nesta avaliação, o método de diferença-em-diferenças é utilizado de duas formas distintas, visando estimar:

- I o efeito médio do rompimento sobre o grupo atingido considerando a média do período pós-rompimento, no qual se comparam as médias pré e pós-rompimento entre os grupos atingido e de comparação (especificação 1); e
- II o efeito médio do rompimento sobre o grupo atingido considerando cada ano pós-rompimento especificamente, no qual se comparam as médias em 2014 (ano imediatamente anterior ao rompimento) e em cada ano pós-rompimento entre os grupos atingido e de comparação (especificação 2). A diferença desta especificação em relação à anterior é que ela permite avaliar a existência de heterogeneidades no impacto ao longo do tempo (isto é, verificar se e como o impacto estimado difere a cada ano).

O estimador de diferença-em-diferenças da especificação 1 pode ser obtido a partir da estimação do seguinte modelo de regressão:

Equação 1 — Diferença-em-diferenças: especificação 1

$$Y_{mt} = \alpha + \beta D_{mt} + \theta D_{mt=2015} + \gamma_m + \rho_t + u_{mt}$$

onde m indexa os municípios; t indica o ano; Y_{mt} corresponde ao indicador de impacto do município m no ano t ; D_{mt} é uma variável binária que assume o valor 1 quando m se refere a um município do grupo atingido no momento pós-desastre ($t \geq 2015$ e $t \leq 2018$) e 0 caso contrário; $D_{mt=2015}$ é similar a D_{mt} , porém assume o valor 1 somente quando m é um município atingido e o ano é 2015⁴⁶; γ_m é o efeito fixo de município; ρ_t é o efeito fixo de ano e u_{mt} corresponde ao termo de erro. O parâmetro de interesse é

⁴⁶ O rompimento da Barragem de Fundão ocorreu em novembro de 2015, no entanto, os indicadores de impacto utilizados na análise possuem periodicidade anual e refletem informações sobre cada ano como um todo. Assim, nos dados de 2015 estão incluídos tanto períodos pré quanto pós-rompimento. Dessa forma, optou-se por incluir nas estimações um parâmetro específico para o ano de 2015, uma vez que incluir esse ano no conjunto de anos pós-rompimento poderia levar a uma possível subestimação dos impactos (considerando que a maior parte do ano de 2015 não se trata de um período pós-rompimento).

dado por β , que recupera o efeito médio do rompimento sobre o grupo atingido no período pós-rompimento.

Já o estimador de diferença-em-diferenças da especificação 2 pode ser obtido a partir da estimação do seguinte modelo de regressão:

Equação 2 — Diferença-em-diferenças: especificação 2

$$Y_{mt} = \alpha + \sum_{\substack{\tau=-3, \\ \tau \neq -1}}^3 \beta_{\tau} \cdot D_{m\tau} + \gamma_m + \rho_t + e_{mt}$$

onde m indexa os municípios; t indica o ano; τ é definido por $\tau = t - 2015$; Y_{mt} corresponde ao indicador de impacto do município m no ano t ; $D_{m\tau}$ é uma variável binária que assume o valor 1 se a observação se refere a um município m do grupo atingido no momento de tempo τ e 0 caso contrário; γ_m é o efeito fixo de município; ρ_t é o efeito fixo de ano e e_{mt} corresponde ao termo de erro. Os parâmetros de interesse são os β_{τ} , que recuperam o efeito médio do rompimento sobre o grupo atingido no momento de tempo τ em relação ao ocorrido. Dessa forma, quando τ diz respeito a um ano pós-rompimento, β_{τ} corresponde ao impacto naquele ano específico, sempre tomando como referência o ano imediatamente anterior ao rompimento ($t = 2014$, $\tau = -1$). Já para os casos em que τ se refere a um ano pré-rompimento, os parâmetros β_{τ} podem ser utilizados para verificar a plausibilidade da hipótese de tendências paralelas, uma vez que medem a diferença média entre grupos da diferença entre o ano τ e o ano imediatamente anterior ao rompimento ($t = 2014$, $\tau = -1$). No presente estudo, esta especificação é utilizada apenas quando se combinam os métodos de diferença-em-diferenças com pareamento, conforme apresentado e detalhado a seguir (subseção 3.1.2).

Nas estimações, assegurou-se que os erros-padrão fossem calculados de forma a acomodar a autocorrelação municipal⁴⁷. Ou seja, a capacidade de avaliar a precisão e significância estatística dos estimadores de impacto é preservada mesmo que o resultado de cada município no indicador de interesse seja correlacionado ao longo do tempo. Isto é importante porque os erros-padrão determinam o tamanho dos intervalos de confiança das estimativas. Intuitivamente, esses intervalos oferecem uma medida

⁴⁷ Em outras palavras, os erros-padrão são robustos a heteroscedasticidade intra-cluster, sendo municípios os *clusters* da análise.

das incertezas que cercam a estimação, desde problemas na produção dos dados utilizados até a existência de eventos não relacionados com o desastre que podem também influenciar os indicadores de interesse.

O intervalo de confiança busca quantificar tais incertezas por abranger os valores que, se pudéssemos estimar os modelos a partir de novos conjuntos de dados dos mesmos municípios, poderiam ser o da magnitude média verdadeira da associação entre o rompimento da Barragem e o indicador de impacto em 95% dessas estimações. Por “novos conjuntos de dados” entende-se que, se as ações das pessoas forem compreendidas não como determinísticas, mas como sujeitas a algum grau de aleatoriedade, então os dados poderiam divergir dos existentes caso tivessem as pessoas reagido de maneira diferente da que efetivamente agiram. Sob essa premissa, se estimássemos o modelo mil vezes considerando mil reações diferentes dos municípios atingidos ao rompimento da Barragem, aproximadamente 950 dos intervalos de confiança calculados conteriam a verdadeira magnitude da associação entre o rompimento e o indicador de impacto analisado. Evidentemente, este é um exercício hipotético, mas permite-nos fazer a observação de que se os intervalos de confiança apresentados na seção 4.2 não contiverem a magnitude verdadeira, então estaremos trabalhando com uma configuração de reações ao rompimento que poderia ocorrer com 5% de chance.

Por meio dos intervalos de confiança, é possível avaliar quão precisas são as estimativas obtidas. Um intervalo pequeno significa que, se a magnitude verdadeira estiver dentro do intervalo, então ela estará relativamente próxima ao valor da estimativa. Em contraposição, um intervalo demasiadamente amplo permite que, mesmo se estiver no intervalo, a magnitude verdadeira possa ser bastante diferente da estimativa, tornando esta última pouco informativa.

3.1.2 Combinação de métodos de diferença-em-diferenças e de pareamento

Além do método de diferença-em-diferenças, nesta avaliação utiliza-se sua combinação com o de pareamento via score de propensão. Entretanto, antes de apresentar os detalhes da combinação dos dois métodos, cabe comentar brevemente o método de pareamento.

3.1.2.1 Breve apresentação do método de pareamento

No contexto geral de avaliações econométricas de impactos, a metodologia de pareamento⁴⁸ procura identificar entre as unidades (indivíduos, municípios etc.) não afetadas por determinada intervenção estudada aquelas que mais se assemelham às afetadas (grupo tipicamente chamado de “grupo de tratamento”). O método, em essência, consiste na seleção de um conjunto de características observáveis consideradas informativas a partir do qual, para cada unidade do grupo afetado pela intervenção, constrói-se um grupo de comparação com unidades não afetadas utilizando uma métrica de semelhança baseada nessas características. A intuição é que, ao comparar os grupos, as diferenças observadas entre eles podem ser atribuídas à intervenção, uma vez que outras características relevantes são balanceadas pelo pareamento.

Uma métrica tipicamente utilizada para se avaliar o quão semelhantes as unidades são umas às outras é a do escore de propensão, que resume em uma única variável as informações contidas em um conjunto de variáveis de características consideradas relevantes. O escore de propensão, representado por $ep(x)$, corresponde à probabilidade de uma unidade com características x ser afetada pela intervenção, tal que:

$$ep(x) \equiv \Pr(d_i = 1 | X_i = x)$$

Uma das hipóteses desse método é que, condicional ao escore de propensão, os resultados potenciais do indicador de impacto (os cenários real e contrafactual apresentados na seção 3.1) são independentes do status de tratamento, tal que $(y_i | (d_i = 1), y_i | (d_i = 0)) \perp d_i | ep(X_i)$. Outra hipótese do método é a de suporte comum, que determina que não pode haver um conjunto específico de características observáveis tais que seja possível determinar com certeza se uma determinada unidade é afetada ou não, o que garante a comparabilidade entre os grupos.

Uma vez que a função que define o escore de propensão não é observada, é necessário propor uma forma funcional e estimá-la, sendo frequente na literatura o uso da distribuição gaussiana e da logística⁴⁹. A seleção das variáveis incluídas no modelo para a estimação do escore de propensão deve ser feita de forma criteriosa e embasada pela teoria econômica, incluindo características que sejam relevantes para a determinação

⁴⁸ Rosenbaum e Rubin (1983) apresentam e discutem o método em detalhes.

⁴⁹ Greene (2012) detalha e discute o uso dessa metodologia.

do status de tratamento e que não tenham sido afetadas de nenhuma forma pela intervenção em análise.

Tendo estimado o escore de propensão, é necessária a utilização de um critério para parear as unidades afetadas pela intervenção analisada às unidades não afetadas por ela. Entre as alternativas para critérios de pareamento, uma comumente adotada é a de “vizinho mais próximo”, em que a unidade não afetada selecionada como par para uma determinada unidade afetada será aquela que tiver o escore de propensão estimado o mais próximo possível daquele da unidade afetada em questão. Outra alternativa de critério é o de pareamento baseado em Kernel, em que todas as unidades não afetadas podem ser incluídas no grupo de comparação, mas recebem pesos diferentes com base nas distâncias observadas entre os escores de propensão estimados delas e de cada unidade afetada. A escolha do critério de pareamento implica uma troca (*trade-off*) entre duas características desejáveis de estimadores: viés e precisão, sendo que se deseja reduzir o viés e aumentar a precisão⁵⁰.

3.1.2.2 Breve apresentação combinação de métodos de diferença-em-diferenças e pareamento

A combinação do diferença-em-diferenças e do pareamento, conforme introduzido em Heckman e colaboradores (1997), é bastante útil pois acaba por flexibilizar algumas das hipóteses de ambos os métodos quando utilizados individualmente.

Assim como no modelo de diferença-em-diferenças, a combinação dos métodos também faz uso de uma hipótese de tendências paralelas, segundo a qual o grupo atingido teria a evolução de seu indicador de impacto similar à observada para o grupo de comparação se não tivesse sido afetado pelo rompimento. Devido ao pareamento, entretanto, a hipótese é reformulada de modo que, condicional a um conjunto de características observáveis x , a evolução da parte não observada do resultado potencial do contrafactual independe do status de atingido⁵¹.

Ainda, assim como no caso de pareamento, a combinação de métodos de diferença-em-diferenças e de pareamento também necessita de uma hipótese de suporte comum. A modificação nesse caso é que essa hipótese é tal que determina que todas as unidades do grupo atingido devem ter uma “contrapartida” no grupo de comparação

⁵⁰ Caliendo and Kopeinig (2008) detalham o uso de métodos de pareamento e discutem as vantagens e desvantagens de diversos critérios para pareamento.

⁵¹ Blundell e Dias (2009) detalham as hipóteses e o uso da combinação de métodos de diferença-em-diferenças e pareamento.

tanto antes como após o rompimento (BLUNDELL E DIAS, 2009). Na estimação do impacto, são consideradas apenas as observações no suporte comum.

O estimador do impacto médio sobre o grupo atingido na combinação de métodos de diferença-em-diferenças com pareamento é dado por:

$$\widehat{\text{impacto médio}}_{\text{atingidos}} = \sum_{i | d_i=1} \left[(y_i - y_{i,-1}) - \sum_{j | d_j=0} W_{i,j} \cdot (y_j - y_{j,-1}) \right] \cdot w_i$$

em que i e j indexam indivíduos ou localidades; d_i é uma variável binária que indica se i pertence ao grupo atingido; $W_{i,j}$ é o peso determinado pelo critério de pareamento que associa a unidade de comparação j à unidade atingida i ; w_i é o peso atribuído à unidade i em relação às demais integrantes do grupo atingido, sendo $\sum_i w_i = 1$, e “-1” nos indexadores de y indica que aquela observação da unidade se refere ao período anterior ao rompimento⁵². Desta maneira, são impostas restrições à comparação de observações de atingidos e não atingidos com o objetivo de tornar mais plausível a hipótese de que o atingido se comportaria de maneira semelhante aos não atingidos a ele comparados na ausência do rompimento.

Evidentemente, a combinação de métodos torna a estimação do modelo sensível ao critério de pareamento escolhido, isto é, à maneira pela qual as informações existentes na base de dados são utilizadas para determinar que observações são semelhantes o suficiente a ponto de terem como única distinção relevante o fato de que uma é atingida e outra não. Na fórmula anterior, este problema se refere à determinação dos pesos $W_{i,j}$ para cada par de unidades $i | (d_i = 1)$ e $j | (d_j = 0)$. Além disso, como discutido, é preciso atentar ainda à métrica de pareamento utilizada, sendo a do escore de propensão adotada para este estudo.

3.1.2.3 Detalhamento da aplicação do método para a presente avaliação

No presente estudo, optou-se por combinar o método de diferença-em-diferenças com pareamento por escore de propensão via critério de Kernel. A lista de variáveis utilizadas para a estimação do escore de propensão e suas respectivas descrições são

⁵² A fórmula destacada pressupõe que os dados se encontram em estrutura de painel (isto é, cada unidade da amostra analisada é observada em vários períodos de tempo), mas o estimador pode ser adaptado para acomodar dados transversais agrupados (Smith e Todd, 2005, p.318).

apresentadas na Tabela 1 disponível no final desta subseção. Buscou-se selecionar variáveis que fossem relevantes para a determinação do status de atingido e para os indicadores de impacto da área de educação que são analisados. Assim, foram usadas: (i) variáveis que caracterizassem aspectos sociodemográficos e socioeconômicos relevantes (ex.: tamanho da população do município, proporção da população residente em zonas rurais, escolaridade, ocupação, renda e desigualdade); e (ii) variáveis relacionadas com a demanda e com a capacidade de oferta de educação no município e caracterização de outros aspectos específicos desta área (ex.: proporção da população em idade escolar, número de escolas por habitantes em idade escolar, infraestrutura das escolas e características dos professores do município).

Ao se empregar o critério de pareamento de Kernel, utilizam-se médias ponderadas dos municípios do grupo de comparação para estimar o resultado não observado do grupo atingido (contrafactual). Dessa forma, em teoria, todos os municípios do grupo de comparação podem ser utilizados para estimar o contrafactual de cada município do grupo atingido, mas recebendo pesos diferentes a depender do grau de semelhança que apresentam em relação aos últimos (quanto mais parecidos forem, maior será o peso recebido)⁵³.

Conforme discutido em Caliendo and Kopeinig (2008), uma vantagem de usar o Kernel como critério de pareamento é que, em comparação com outros critérios alternativos (ex.: vizinho mais próximo), esse método utiliza uma quantidade maior de observações para estimar os contrafactuais, o que aumenta a precisão do estimador. Por outro lado, é possível que alguns dos municípios do grupo de comparação sejam relativamente menos parecidos com os do grupo atingido e, embora recebam pesos menores, continuam sendo usados nas estimações, o que pode aumentar o viés das mesmas. Nesse sentido, é fundamental impor uma restrição de suporte comum para as estimações.

Na prática, a imposição de restrição de suporte comum é operacionalizada a partir da exclusão da amostra de: (i) municípios do grupo de comparação cujo escore de propensão estimado é menor que o valor mínimo dos escores de propensão estimados para os municípios do grupo atingido; e (ii) municípios do grupo atingido cujo escore de propensão estimado é maior que o valor máximo dos escores de propensão estimados para os municípios do grupo de comparação.

Assim, como no caso do uso do método de diferença-em-diferenças, a estimação do efeito médio do rompimento sobre o grupo atingido considerando a combinação de

⁵³ O Kernel utilizado foi o gaussiano, com parâmetro de banda igual a 0,06.

métodos foi feita tendo em conta as duas especificações descritas na subseção 3.1.1.2, utilizando os modelos de regressão da Equação 1 e da Equação 2. Os erros-padrão foram obtidos via *bootstrap*, em que se reamostrou com reposição municípios com fins de obter erros-padrão robustos a autocorrelação municipal⁵⁴. Especificamente, foram realizadas 500 replicações do procedimento de estimação completo no *bootstrap* — isto é, tanto da estimação do escore de propensão e pareamento como da estimação do diferença-em-diferenças.

Tabela 1 — Variáveis utilizadas para a estimação do escore de propensão

Variável	Descrição	Fonte
<i>Dummy</i> de município localizado em Minas Gerais	Variável binária que assume o valor 1 se o município é de Minas Gerais e o valor 0 caso seja do Espírito Santo	—
Tamanho da população (ln)	Logaritmo natural do tamanho da população (número total de habitantes) do município em 2010	Censo demográfico (IBGE)
Proporção da população com idade entre 0 e 17 anos	Proporção de pessoas com idade de 0 a 17 anos na população do município em 2010	Censo demográfico (IBGE)
Proporção da população com Ensino Médio completo	Proporção de pessoas com Ensino Médio completo considerando a população do município com pelo menos 18 anos de idade em 2010	Censo demográfico (IBGE)
Proporção da população que residia em zonas rurais	Proporção de pessoas que residia em zona rural na população do município em 2010	Censo demográfico (IBGE)
Proporção da população que estava ocupada	Proporção de pessoas que estavam ocupadas considerando a população do município com pelo menos 10 anos de idade em 2010	Censo demográfico (IBGE)
Proporção da população em empregos no setor formal	Proporção de pessoas que trabalhavam no setor formal considerando a população do município com pelo menos 10 anos de idade em 2010	Censo demográfico (IBGE)
Renda familiar <i>per capita</i> média (ln)	Logaritmo natural da média da renda familiar <i>per capita</i> do município em 2010	Censo demográfico (IBGE)
Índice de Gini	Índice de Gini para o município em 2010. O índice assume valores de 0 a 1 e mede a desigualdade de renda, calculando o quanto a distribuição de renda entre indivíduos numa economia se desvia de uma distribuição perfeitamente igualitária. Quanto maior o valor do índice, maior é a desigualdade	Atlas do desenvolvimento humano no Brasil (PNUD)
Número de escolas por habitantes em idade escolar	Número total de escolas dividido pelo número total de pessoas em idade escolar (0 a 17 anos) no município em 2012	Censo escolar (INEP) e Projeções populacionais (Fundação Abrinq)
Proporção de escolas rurais	Proporção de escolas rurais no município em 2012, correspondendo ao número total de escolas rurais dividido pelo número total de escolas	Censo escolar (INEP)

⁵⁴ Conforme discutido em Abadie e Imbens (2008), o uso de *bootstrap* produz estimativas válidas para os erros-padrão de estimadores de pareamento somente quando este é feito via Kernel. Na combinação de diferença-em-diferenças com pareamento, o uso do *bootstrap* é conveniente por viabilizar inferência sem necessidade de se encontrar uma fórmula analítica para a variância dos estimadores. Para tanto, é crucial que o *bootstrap* seja válido nas duas etapas da combinação de métodos.

Variável	Descrição	Fonte
Proporção de escolas privadas	Proporção de escolas privadas no município em 2012, correspondendo ao número total de escolas privadas dividido pelo número total de escolas	Censo escolar (INEP)
Média do indicador de infraestrutura das escolas	Média do indicador de infraestrutura das escolas no município em 2012. Para cada escola, calculou-se um indicador de infraestrutura utilizando análise de componentes principais e incluindo as seguintes características (variáveis binárias): (i) se existe esgoto sanitário na escola; (ii) se a escola possui banheiro dentro do prédio; (iii) se a escola possui biblioteca; (iv) se a escola possui quadra; e (v) se a escola possui computador para uso dos alunos. Para cada município e utilizando os dados de 2012, calculou-se a média desse indicador considerando todas as escolas localizadas nele	Censo escolar (INEP)
Média da proporção de professores com Ensino Superior das escolas	Média da proporção de professores com ensino superior das escolas no município em 2012. Para cada escola, calculou-se a proporção de professores que possuíam ensino superior completo em relação ao total de professores (considerando apenas os que exerciam a função de docente). Para cada município e utilizando os dados de 2012, calculou-se a média dessa proporção considerando todas as escolas localizadas nele	Censo escolar (INEP)

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

3.2 Definição dos grupos

Nas subseções a seguir, são definidos o grupo atingido e os grupos de comparação utilizados para a avaliação dos impactos do rompimento da Barragem de Fundão na área de educação.

Na análise, são considerados e apresentados os resultados para cinco grupos de comparação distintos. Ao enfatizar as razões favoráveis e desfavoráveis ao uso de cada um desses grupos de comparação, aumenta-se a transparência e tornam-se explícitos os fatores que devem ser considerados na interpretação dos resultados, entre eles de que as estimativas são sempre do efeito médio do rompimento sobre os atingidos em relação ao grupo de comparação utilizado.

O número de municípios incluídos em cada grupo (atingido e de comparação), conforme citados nas subseções a seguir, corresponde ao caso da Amostra A, conforme discutido posteriormente na subseção 3.3.

3.2.1 Grupo atingido

O grupo atingido é composto por 45 municípios atingidos⁵⁵, sendo eles:

- I Em Minas Gerais: Aimorés, Alpercata, Barra Longa, Belo Oriente, Bom Jesus do Galho, Bugre, Caratinga, Conselheiro Pena, Córrego Novo, Dionísio, Fernandes Tourinho, Galileia, Governador Valadares, Iapu, Ipaba, Ipatinga, Itueta, Mariana, Marliéria, Naque, Periquito, Pingo d'Água, Ponte Nova, Raul Soares, Resplendor, Rio Casca, Rio Doce, Santa Cruz do Escalvado, Santana do Paraíso, São Domingos do Prata, São José do Goiabal, São Pedro dos Ferros, Sem-Peixe, Sobrália, Timóteo e Tumiritinga; e
- II No Espírito Santo: Aracruz, Baixo Guandu, Colatina, Conceição da Barra, Fundão, Linhares, Marilândia, Serra e São Mateus.

3.2.2 Grupos de comparação

Para que o método de avaliação econométrica de impactos seja capaz de estimar o efeito causal do rompimento, é preciso que seja utilizado um grupo de comparação apropriado, que represente o que teria acontecido com o grupo atingido caso o rompimento não tivesse ocorrido (situação contrafactual). Assim, a proposição de grupos de comparação adequados é um aspecto crucial para a plausibilidade dos resultados da avaliação de impactos.

Para compor um grupo de comparação, devem ser levadas em consideração as características dos municípios atingidos com o objetivo de selecionar municípios não atingidos semelhantes. Note que não é necessário que estes sejam similares em todas as dimensões possíveis, mas apenas naquelas consideradas importantes para a determinação da probabilidade de o município ser atingido por um rompimento de barragem de rejeitos de mineração e, ainda, naquelas que dizem respeito a áreas cuja dinâmica se alterou no contexto do desastre, como a capacidade de exercer atividades econômicas. Dessas características relevantes, algumas podem ser observadas a partir de dados disponíveis (ex.: perfil etário, escolaridade e renda da população), ao passo que outras não, sendo comumente denominadas características “não observáveis” (ex.:

⁵⁵ A lista de municípios atingidos considerada no presente documento é composta por 45 municípios, tendo sido formada a partir da lista de municípios que constam no TTAC (BRASIL, 2016), dos municípios onde se situam as áreas que constam na Deliberação nº 58 do CIF (COMITÊ INTERFEDERATIVO, 2017) e Ponte Nova (devido ao distrito de Xopotó). Ressalta-se que essa lista de municípios atingidos foi utilizada para a produção do presente documento, não configurando uma lista final de municípios atingidos que serão utilizados nos demais estudos produzidos pela FGV. Ressalta-se ainda que essa lista de municípios atingidos não configura um posicionamento da FGV quanto à delimitação de áreas atingidas para qualquer finalidade.

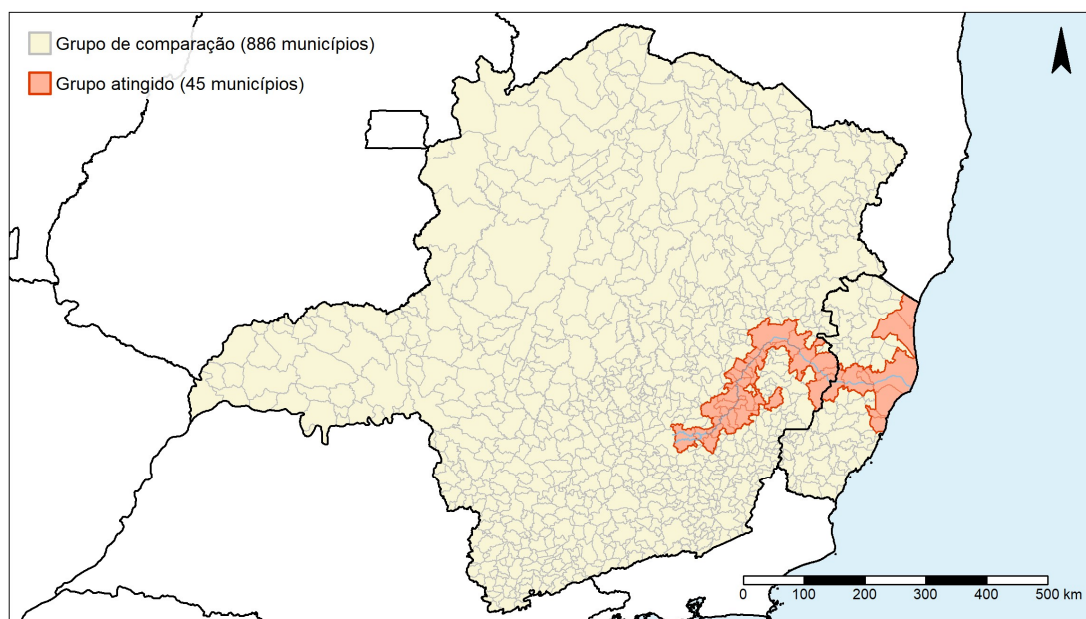
qualidade e eficiência da gestão dos serviços públicos, capacidade de resiliência, aspectos culturais).

Portanto, ao selecionar o conjunto de municípios que comporá o grupo de comparação, é importante levar em consideração aspectos geográficos, sociodemográficos, socioeconômicos e institucionais que podem ser observados, além de fazer considerações sobre quão razoável seria a homogeneidade entre eles no que se refere a aspectos não observáveis. Cada grupo de comparação utilizado nas análises é composto por um subconjunto de municípios não atingidos, e municípios listados neste estudo como “não atingidos” correspondem à totalidade dos municípios nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo deduzida daqueles considerados atingidos (ver lista disponível na subseção 3.2.1)⁵⁶. Na presente avaliação de impactos, são consideradas cinco alternativas de grupos de comparação, que diferem entre si em relação aos municípios que os compõem.

O grupo de comparação 1 é composto por todos os municípios dos estados de Minas Gerais e do Espírito Santo não incluídos no grupo atingido, sendo formado, portanto, por 886 municípios, conforme ilustrado na Figura 3. Como os municípios atingidos localizam-se nestes dois estados, a opção por impor que os municípios no grupo de comparação também estejam localizados neles justifica-se pela importância de assegurar homogeneidade em características não observáveis, das quais uma parte pode ser entendida como determinada em nível estadual, como aspectos culturais, institucionais e governamentais. Em outras palavras, espera-se que as características e o contexto no qual estão inseridos os demais municípios dos dois estados atingidos sejam mais parecidos com os dos atingidos que os municípios localizados em outras unidades da Federação apresentariam.

⁵⁶ Ressalta-se que essa lista de municípios atingidos foi utilizada para a produção do presente documento, não configurando uma lista final de municípios atingidos que serão utilizados nos demais estudos produzidos pela FGV. Ressalta-se ainda que a utilização das categorias de municípios “atingidos” e “não atingidos” não configura um posicionamento da FGV quanto à delimitação de áreas atingidas para qualquer finalidade.

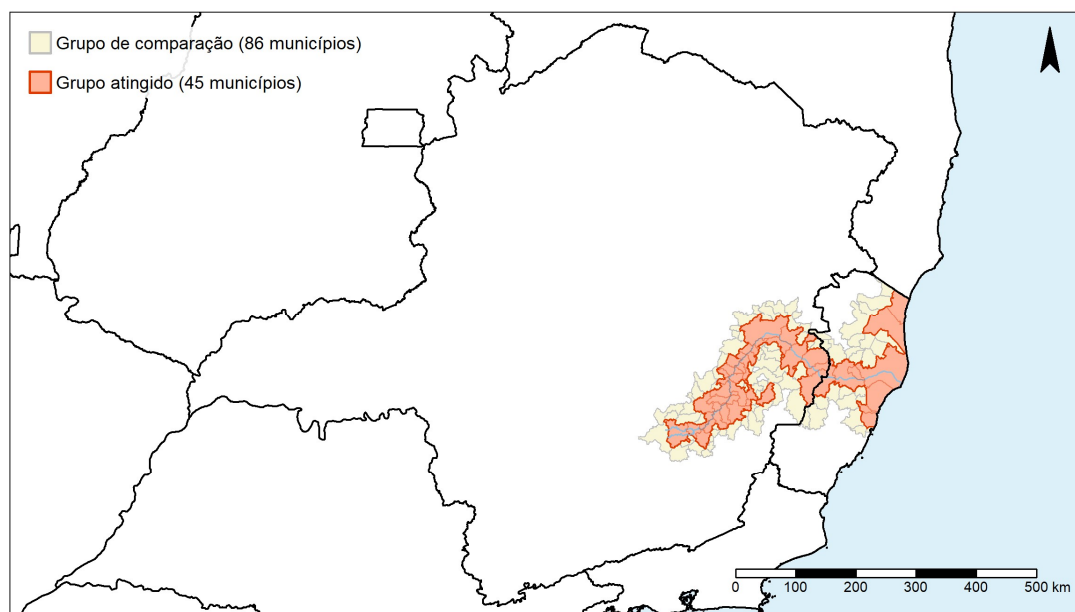
Figura 3 — Definição do grupo de comparação 1: demais municípios de Minas Gerais e Espírito Santo



Fonte: Elaborada pelos autores (2019) utilizando as bases cartográficas do IBGE referentes a 2010.

Por outro lado, considerar todos os demais municípios em Minas Gerais e no Espírito Santo no grupo de comparação pode configurar uma abordagem demasiadamente abrangente, uma vez que mesmo dentro de cada um dos estados os municípios podem apresentar características muito diferentes entre si, relacionadas com os aspectos geográficos e econômicos das regiões onde se situam. Isso é bastante relevante para o caso de Minas Gerais, em que as regiões do estado possuem perfis bastante distintos. Dessa forma, motiva-se a proposição de um grupo de comparação baseado em um recorte geográfico mais restrito: o grupo de comparação 2 é composto pelos municípios que são vizinhos contíguos dos municípios atingidos, sendo formado por 86 municípios no total, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4 — Definição do grupo de comparação 2: municípios vizinhos contíguos dos atingidos



Fonte: Elaborada pelos autores (2019) utilizando as bases cartográficas do IBGE referentes a 2010.

A justificativa para a proposição desse grupo de comparação é que, justamente pela proximidade geográfica desses municípios aos municípios atingidos, espera-se que eles apresentem características tanto observáveis como não observáveis muito similares às do grupo atingido. Podem ser, então, uma boa representação da situação contrafactual para os municípios atingidos (isto é, do que se observaria para eles caso o rompimento da Barragem de Fundão não tivesse ocorrido).

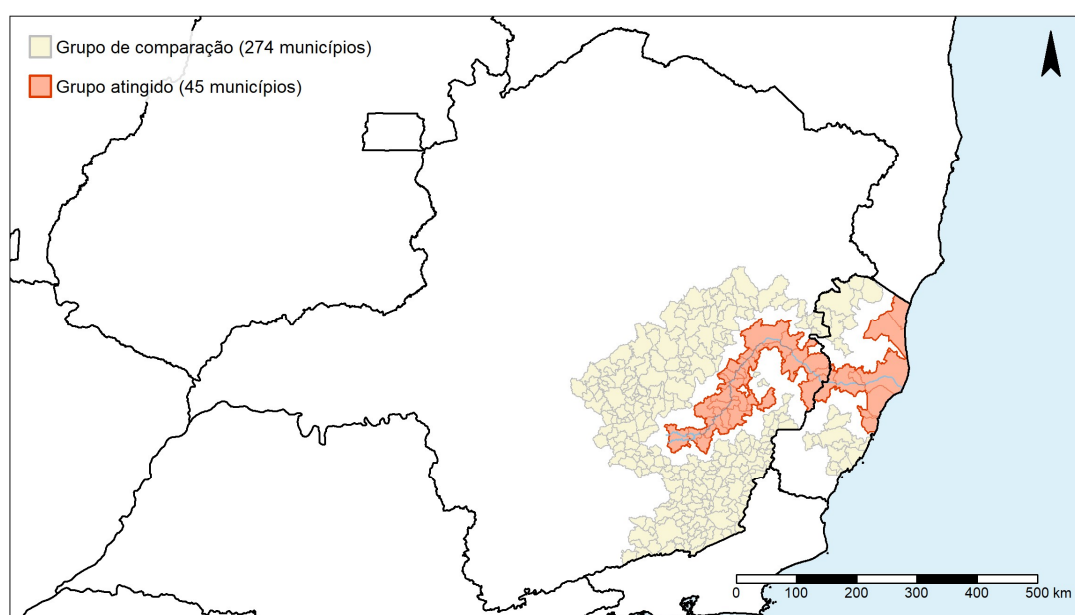
Por outro lado, a utilização desse grupo de comparação nas análises pode acarretar viés nas estimativas da avaliação de impactos se os efeitos do rompimento transcenderem as fronteiras políticas dos municípios atingidos. Assim, se houver “efeitos de transbordamento” (em inglês, *spillover effects*) dos impactos nos municípios vizinhos, utilizá-los como grupo de comparação pode levar a uma subestimação dos impactos do rompimento. Supondo que o rompimento da Barragem de Fundão de fato afetou a área de educação, o método de diferença-em-diferenças poderá retornar uma estimativa de impacto ilusoriamente pequena ou mesmo nula se o grupo atingido e o de comparação reagirem ao rompimento de forma semelhante, já que o estimador explora o contraste entre as evoluções dos indicadores de impacto dos dois grupos para identificar o efeito médio do rompimento sobre o grupo atingido.

Dessa forma, motiva-se a proposição de um grupo de comparação que apresente um recorte geográfico mais restrito que o grupo de comparação 1 e ao mesmo tempo esteja

menos sujeito a eventuais efeitos de transbordamento, caso existam. O grupo de comparação 3 é composto pelos municípios contidos nas mesorregiões nas quais estão situados os municípios atingidos, porém exclui os municípios vizinhos contíguos dos atingidos, conforme apresentado na Figura 5. É formado por 274 municípios no total.

A definição de mesorregião considerada é a apresentada em IBGE (1990)⁵⁷, que agrupa municípios vizinhos contíguos em uma dada unidade da Federação que apresentam semelhanças no que se refere a aspectos sociais e econômicos e que se complementam em termos de cadeias produtivas e distribuição de bens⁵⁸.

Figura 5 — Definição do grupo de comparação 3: municípios contidos nas mesorregiões nas quais estão situados os municípios atingidos, excluindo os municípios vizinhos contíguos dos atingidos



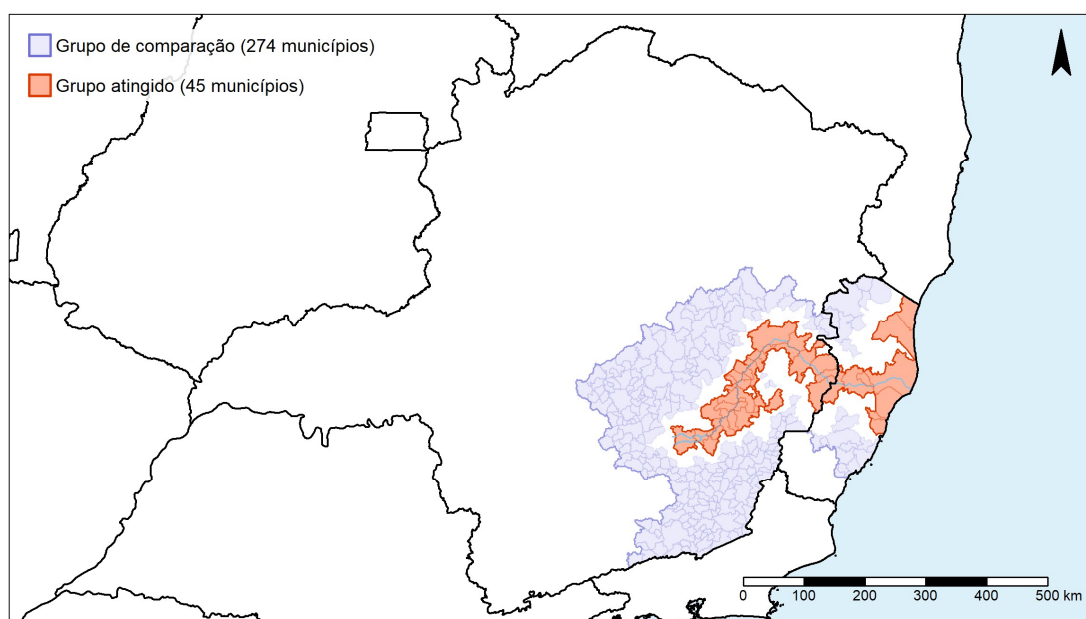
Fonte: Elaborada pelos autores (2019) utilizando as bases cartográficas do IBGE referentes a 2010.

⁵⁷ “Entende-se por mesorregião uma área individualizada em uma Unidade da Federação que apresenta formas de organização do espaço geográfico definidas pelas seguintes dimensões: o processo social como determinante, o quadro natural como condicionante e a rede de comunicação e de lugares como elemento da articulação espacial. Estas três dimensões possibilitam que o espaço delimitado como mesorregião tenha uma identidade regional. Esta identidade é uma realidade construída ao longo do tempo pela sociedade que aí se formou” (IBGE, 1990, p.8).

⁵⁸ Optou-se por não utilizar as definições das regiões geográficas imediatas e intermediárias de 2017 (BRASIL, 2017) pelo fato de esta basear-se em informações e características de momentos pós-rompimento da Barragem de Fundão, tal que não se pode descartar a hipótese de que impactos socioeconômicos do rompimento possam ter influenciado essa proposta de divisões regionais mais recente.

O grupo de comparação 4 é um refinamento do grupo de comparação 3. Nele, utiliza-se o método de pareamento por escore de propensão via critério de Kernel (detalhado na subseção 3.1.2.3) para atribuir peso maior aos municípios do grupo de comparação 3 com mais semelhanças aos municípios atingidos em características observáveis pré-rompimento. Configura, portanto, um novo grupo de comparação, ilustrado na Figura 6 na cor roxa, diferentemente da Figura 5, na qual estavam representados em amarelo. Essa mudança na cor é justamente para destacar que, em rigor, o conjunto de municípios nos grupos de comparação 3 e 4 é o mesmo, mas no caso do grupo de comparação 4 eles recebem pesos diferentes entre si para formar um grupo que, em média, seja mais semelhante ao grupo atingido. Supõe-se, dessa maneira, obter uma melhor aproximação da situação contrafactual para ele.

Figura 6 — Definição do grupo de comparação 4: municípios contidos nas mesorregiões nas quais estão situados os municípios atingidos, excluindo os municípios vizinhos contíguos dos atingidos, pareados via Kernel

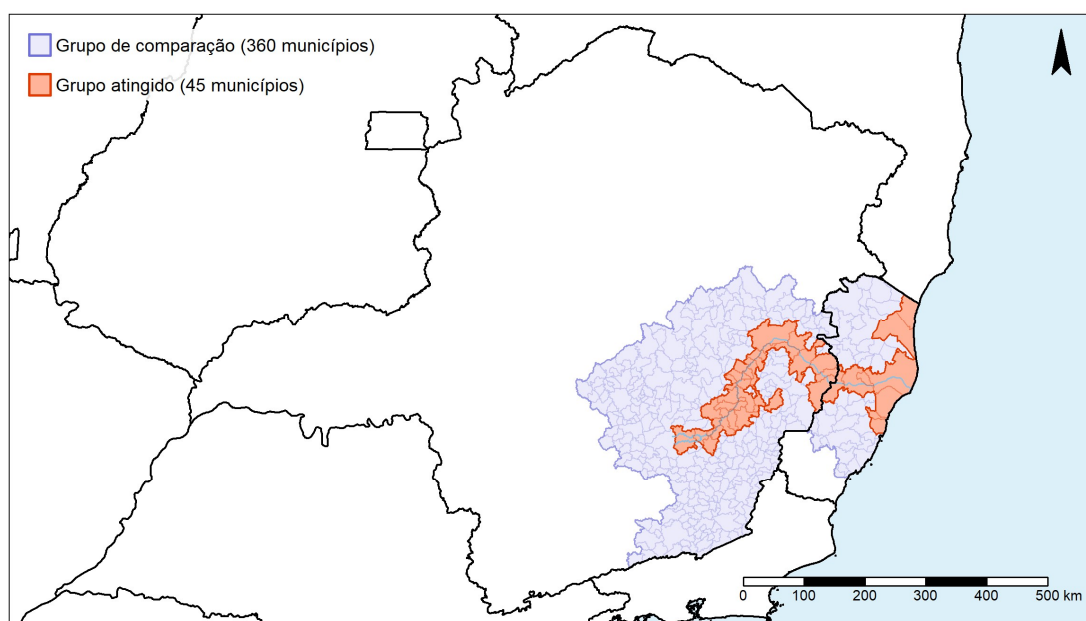


Fonte: Elaborada pelos autores (2019) utilizando as bases cartográficas do IBGE referentes a 2010.

O último grupo de comparação proposto é uma modificação do grupo de comparação 4. É também construído por meio do método de pareamento por escore de propensão via critério de Kernel com base nas mesmas variáveis do caso anterior, alterando-se apenas o conjunto de municípios que podem ser pareados. Especificamente, o grupo de comparação 5 é composto pelo pareamento de municípios contidos nas mesorregiões nas quais estão situados os municípios atingidos, incluindo-se os

municípios que são vizinhos contíguos daqueles do grupo atingido. Esse grupo é apresentado na Figura 7 e é composto por 360 municípios. Novamente, a cor roxa é adotada para ilustrá-lo, indicando uso do método de pareamento (como no caso do grupo de comparação 4).

Figura 7 — Definição do grupo de comparação 5: municípios contidos nas mesorregiões nas quais estão situados os municípios atingidos pareados via Kernel



Fonte: Elaborada pelos autores (2019) utilizando as bases cartográficas do IBGE referentes a 2010.

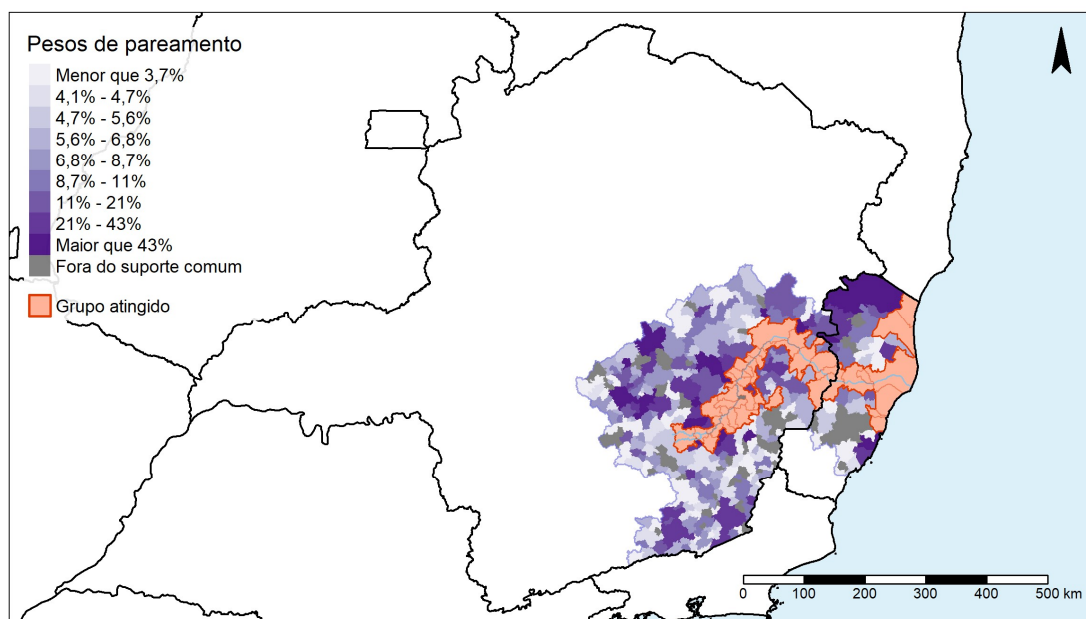
A motivação para a proposição desse grupo de comparação é que:

- I o pareamento de municípios encontraria um conjunto de municípios com maior similaridade aos atingidos em características observáveis (que podem ser testadas, como será apresentado na subseção 4.2); e
- II caso não haja efeitos de transbordamento dos impactos do rompimento para os municípios vizinhos contíguos dos atingidos, pode não ser ideal excluir os municípios vizinhos do grupo de comparação.

Por serem mais similares ao grupo atingido no que se refere a características observáveis pré-rompimento por conta do uso do método de pareamento, supõe-se que os grupos de comparação 4 e 5 são os mais adequados para estimação do impacto do rompimento da Barragem de Fundão sobre os indicadores de interesse, motivo pelo qual recebem maior foco durante a apresentação dos resultados na seção 4.2.

Uma ressalva importante a respeito do método de pareamento é que tanto municípios do grupo atingido como municípios do grupo de comparação podem ser classificados como estando fora do suporte comum⁵⁹. Quando isto ocorre, esses municípios são desconsiderados da análise, de forma que a composição dos dois grupos pode sofrer alterações. A Figura 8 apresenta uma ilustração do processo de pareamento considerando a definição do grupo de comparação 5⁶⁰. Nela, representam-se em diferentes tons de roxo os pesos de pareamento atribuídos a municípios da mesorregião contidos nas mesorregiões nas quais estão situados os municípios atingidos. Em cinza, estão indicados os municípios dos grupos atingido e de comparação que estão fora do suporte comum e, portanto, não são incluídos nas estimações.

Figura 8 — Ilustração do processo de pareamento para definição do grupo de comparação 5



Fonte: Elaborada pelos autores (2019) utilizando as bases cartográficas do IBGE referentes a 2010.

3.3 Definição das amostras

Considerando os métodos econométricos de avaliação de impactos empregados no presente estudo (diferença-em-diferenças e combinação de diferença-em-diferenças e

⁵⁹ O detalhamento do significado de “suporte comum” e como ele é implementado neste relatório está disponível na subseção 3.1.2.3.

⁶⁰ Os resultados do processo de pareamento na ilustração apresentada na figura são hipotéticos, indicados para fins de ilustração no método apenas.

pareamento), optou-se por utilizar sempre painéis de dados balanceados: bancos de dados tais que todas as unidades da amostra apresentam informações disponíveis para todas as variáveis em todos períodos de tempo considerados. Dessa forma, não há variação na composição do grupo atingido e do grupo de comparação ao longo do tempo considerando cada uma das análises individualmente.

Nos casos em que se usa a combinação de métodos de diferença-em-diferenças e pareamento, em particular, o uso de um painel de dados balanceado é importante para evitar que sejam atribuídos pesos positivos a municípios do grupo de comparação para os quais não são observados dados de determinado indicador de impacto em algum período, por exemplo. Caso isso ocorra, as observações com dados faltantes para esse município não serão incluídas na estimação justamente pela indisponibilidade desses dados, de forma que a estimação do contrafactual proposta a partir da construção do grupo de comparação conforme proposta pelo pareamento ficará comprometida.

Essa escolha justifica-se também pela disponibilidade de dados e nível de análise (municípios), pois são pouco frequentes os casos de dados faltantes para esse nível de agregação. Considerando as variáveis utilizadas para a estimação do escore de propensão, não há casos de dados faltantes para nenhum dos municípios de Minas Gerais e do Espírito Santo em nenhuma das variáveis. Já nos indicadores de impacto, há alguns casos de indisponibilidade de dados para alguns destes municípios em alguns anos, mas estão geralmente relacionados com peculiaridades intrínsecas aos próprios indicadores e/ou municípios (ex.: inexistência de escolas de Ensino Médio, não divulgação do desempenho no SAEB).

Assim, optou-se por construir seis amostras diferentes, de modo a configurarem painéis balanceados e, ao mesmo tempo, utilizar o máximo de informação possível em cada análise. É importante ressaltar que, a depender da amostra utilizada na análise, o número total de municípios no grupo atingido e nos grupos de comparação apresentados na subseção 3.2 poderá sofrer alterações.

As definições das amostras utilizadas são:

- **Amostra A:** composta por todos os municípios dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, totalizando 931 municípios (45 atingidos e 886 não atingidos). É utilizada nas análises para os indicadores de impacto de taxa bruta de matrícula e taxa líquida de matrícula do Ensino Fundamental e do Ensino Médio;
- **Amostra B:** composta por todos os municípios dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo para os quais estão disponíveis informações sobre o 5º ano

do Ensino Fundamental considerando os indicadores de impacto de taxas de rendimento e de taxa de distorção idade-série em todos os anos analisados. É composta por 914 municípios (45 atingidos e 869 não atingidos), sendo utilizada nas análises para os indicadores de impacto de taxa de reprovação, taxa de aprovação e taxa de distorção idade-série do 5º ano do Ensino Fundamental;

- **Amostra C:** composta por todos os municípios dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo para os quais estão disponíveis informações sobre o 5º ano do Ensino Fundamental da rede pública considerando os indicadores de impacto de desempenho escolar e IDEB em todos os anos analisados. É composta por 881 municípios (43 atingidos⁶¹ e 838 não atingidos), sendo utilizada nas análises para os indicadores de impacto de notas no SAEB nas disciplinas de português e matemática do 5º ano do Ensino Fundamental e IDEB do Ensino Fundamental I;
- **Amostra D:** composta por todos os municípios dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo para os quais estão disponíveis informações sobre o 9º ano do Ensino Fundamental considerando os indicadores de impacto de taxas de rendimento e de taxa de distorção idade-série em todos os anos analisados. É composta por 928 municípios (45 atingidos e 883 não atingidos), sendo utilizada nas análises para os indicadores de impacto de taxa de reprovação, taxa de aprovação e taxa de distorção idade-série do 9º ano do Ensino Fundamental;
- **Amostra E:** composta por todos os municípios dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo para os quais estão disponíveis informações sobre o 9º ano do Ensino Fundamental da rede pública considerando os indicadores de impacto de desempenho escolar e IDEB em todos os anos analisados. É composta por 896 municípios (44 atingidos⁶² e 852 não atingidos), sendo utilizada nas análises para os indicadores de impacto de notas no SAEB nas disciplinas de português e matemática do 9º ano do Ensino Fundamental e IDEB do Ensino Fundamental II;
- **Amostra F:** composta por todos os municípios dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo para os quais estão disponíveis informações sobre a 3ª série do

⁶¹ Dos 45 municípios do grupo atingido descrito na subseção 3.2.1, são excluídos dessa amostra os municípios de Marliéria e Santa Cruz do Escalvado devido à indisponibilidade de dados de alguns desses indicadores em pelo menos um ano do período analisado.

⁶² Dos 45 municípios do grupo atingido descrito na subseção 3.2.1, é excluído dessa amostra o município de Bugre devido à indisponibilidade de dados de alguns desses indicadores em pelo menos um ano do período analisado.

Ensino Médio considerando os indicadores de impacto de taxas de rendimento e de taxa de distorção idade-série. É composta por 921 municípios (45 atingidos e 876 não atingidos), sendo utilizada nas análises para os indicadores de impacto de taxa de reprovação, taxa de aprovação e taxa de distorção idade-série da 3ª série do Ensino Médio.

A Tabela 2 resume as informações apresentadas, informando o número de municípios atingidos e não atingidos por amostra, além do total. Na Tabela 3 apresentam-se os números de municípios por grupo (atingido e de comparação) em cada amostra utilizada.

Tabela 2 — Amostras utilizadas nas análises

Grupo	Amostra A	Amostra B	Amostra C	Amostra D	Amostra E	Amostra F
Atingidos	45	45	43	45	44	45
Não atingidos	886	869	838	883	852	876
Total	931	914	881	928	896	921

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nos dados do Censo Escolar, referente aos anos de 2012 a 2018, disponibilizados pelo INEP/MEC.

Tabela 3 — Número de municípios por grupo em cada amostra utilizada

Amostra	Atingido	Comparação 1	Comparação 2	Comparação 3	Comparação 4	Comparação 5
A	45	886	86	274	274	360
B	45	869	86	269	269	355
C	43	838	84	249	249	333
D	45	883	86	272	272	358
E	44	852	84	260	260	344
F	45	876	85	271	271	356

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nos dados do Censo Escolar, referente aos anos de 2012 a 2018, disponibilizados pelo INEP/MEC.

Ressalta-se, no entanto, que os números de municípios apresentados para os grupos de comparação 4 e 5 na Tabela 3 correspondem ao total de municípios que são considerados no processo de pareamento potenciais integrantes do grupo de comparação. Ao realizar o processo de pareamento e impor a restrição de suporte comum, alguns destes municípios ficam fora do mesmo, sendo excluídos das análises, portanto (ver discussão na subseção 3.1.2.3). A Tabela 4 apresenta, por comparação realizada (grupo atingido vs. grupo de comparação 4 e grupo atingido vs. grupo de comparação 5), o número de municípios por grupo (atingido e comparação) e amostra antes de impor a restrição de suporte comum e após a imposição da mesma. Os números apresentados considerando-se a restrição de suporte comum correspondem

ao tamanho dos grupos e amostras de fato utilizadas nas análises deste estudo para os casos de uso de combinação dos métodos de diferença-em-diferenças e pareamento⁶³.

Tabela 4 — Número de municípios em comparações específicas, sem e com restrição de suporte comum

Amostra	Atingido vs. Comparação 4				Atingido vs. Comparação 5			
	Atingido		Comparação 4		Atingido		Comparação 5	
	Sem restrição. Suporte comum	Com restrição. Suporte comum	Sem restrição. Suporte comum	Com restrição. Suporte comum	Sem restrição. Suporte comum	Com restrição. Suporte comum	Sem restrição. Suporte comum	Com restrição. Suporte comum
A	45	44	274	269	45	45	360	353
B	45	44	269	264	45	44	355	345
C	43	43	249	245	43	42	333	327
D	45	45	272	267	45	44	358	352
E	44	43	260	255	44	44	344	337
F	45	44	271	266	45	45	356	348

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nos dados do Censo Escolar, referente aos anos de 2012 a 2018, disponibilizados pelo INEP/MEC.

⁶³ Na Tabela 4, quando se observa uma queda no número de municípios atingidos ao impor a restrição de suporte comum, isso se deve à exclusão do município Sem-Peixe (MG), que está fora do suporte comum nesses casos.

4 RESULTADOS

Esta seção apresenta as estatísticas descritivas e os resultados das estimações para cada um dos indicadores de impacto listados anteriormente. A primeira parte descreve a evolução do número de matrículas nas localidades analisadas e faz considerações sobre os grupos de comparação utilizados nas análises. A subseção 4.2 exibe estatísticas descritivas e, também, os resultados das estimações para os 19 indicadores de impacto selecionados⁶⁴.

4.1 Estatísticas descritivas e considerações sobre os grupos de comparação

4.1.1 Estatísticas descritivas gerais

Esta subseção descreve o total de matrículas existentes nas etapas de ensino da Educação Básica consideradas na análise⁶⁵. O objetivo é ilustrar o tamanho da população matriculada nos municípios atingidos e compará-la com as matrículas nos outros municípios dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Todas as análises serão realizadas por etapa de ensino (Ensino Fundamental ou Médio) ou por ano específico de uma determinada etapa de ensino (5º ano de Ensino Fundamental I, por exemplo) e são expostas por estado ou para os dois estados conjuntamente.

Na Tabela 5, é possível acompanhar o total de matrículas por etapa de ensino e por Unidade da Federação (UF) considerada. Da primeira linha logo abaixo dos títulos até a sétima linha da tabela, estão disponíveis as matrículas referentes ao estado do Espírito Santo por ano em ordem crescente de 2012 até 2018. As sete linhas subsequentes referem-se ao estado de Minas Gerais e o último bloco de sete linhas descreve as matrículas existentes em ambos os estados conjuntamente, também por ano. A partir da terceira coluna da tabela, é possível observar o bloco de quatro colunas referentes às matrículas para os municípios atingidos na seguinte ordem: alunos do Ensino Fundamental I (EF I), Ensino Fundamental II (EF II), Ensino Médio (EM) e o total referente às três etapas de ensino anteriormente listadas. O bloco das últimas quatro

⁶⁴ Ressalta-se que os gráficos de evolução dos indicadores ao longo do tempo e outras estatísticas descritivas relacionadas com os indicadores de impacto são apresentados na subseção 4.2, juntamente com os resultados das estimações.

⁶⁵ Vale destacar que a Tabela 5 não ilustra as amostras utilizadas nas estimações, trata-se da caracterização das localidades analisadas. O total de observações consideradas por amostra é descrito ao longo da subseção 3.3.

colunas refere-se às matrículas existentes nos demais municípios (não atingidos) e deve ser analisado de forma análoga ao bloco de matrículas nos municípios atingidos.

Ao analisar os números apresentados na Tabela 5, é possível afirmar que há uma tendência de queda no número de alunos matriculados nas regiões consideradas, tanto para nos municípios atingidos como naqueles que não se encaixam nessa classificação. Para o recorte de municípios atingidos, o total de matrículas em Minas Gerais tem queda mais acentuada do que o do estado do Espírito Santo, ao compararmos o ano de 2018 *versus* 2012: 10,83% e 3,68%, respectivamente. Uma vez que, para o conjunto de municípios atingidos, o total de matrículas em Minas Gerais em 2018 representa um pouco mais do que a metade das matrículas ao agregarmos ambas as unidades da Federação (50,46%), a média da variação do total de matrículas neles, comparando os anos de 2012 e 2018, fica entre os valores registrados para Minas Gerais e Espírito Santo: variação de -7,43%.

Para o conjunto dos demais municípios (não atingidos), a tendência de queda no total de alunos matriculados se mantém: 8,79% para o total de municípios em ambos os estados, 8,86% para aqueles localizados em Minas Gerais e 8,28% para aqueles localizados no Espírito Santo. Devido a Minas Gerais ser um estado mais populoso que o Espírito Santo, o total de matrículas observado em 2018 para aqueles localizados em Minas Gerais representa 87,77% do total de matrículas exposto na última coluna da tabela para esse mesmo ano (3.587.847 alunos matriculados). Essa última proporção varia pouco ao longo do tempo e representa 87,84% em 2012.

Ao segregar a análise por etapa de ensino, é possível observar que, independentemente do bloco analisado — para os municípios atingidos ou não —, a proporção de alunos matriculados é menor quanto mais avançada é a etapa de ensino considerada. Por exemplo, para o recorte de municípios atingidos no ano de 2018, há 76.286 alunos matriculados no Ensino Médio, 128.406 no Ensino Fundamental II e 159.311 no Ensino Fundamental I, representando: 20,96%, 35,28% e 43,77% do total de matriculados para esses municípios em 2018, respectivamente.

Tabela 5 — Estatísticas descritivas por etapa de ensino, 2012 a 2018

UF	Ano	Número de matrículas — Atingidos				Número de matrículas — Não atingidos			
		EF I	EF II	EM	Total	EF I	EF II	EM	Total
ES	2012	82.653	67.754	36.794	187.201	204.019	173.729	100.563	478.311
ES	2013	82.774	67.781	36.815	187.370	204.990	166.831	99.743	471.564
ES	2014	84.225	64.779	36.432	185.436	205.337	161.641	98.518	465.496
ES	2015	84.418	63.984	36.198	184.600	204.545	156.127	95.517	456.189
ES	2016	83.996	63.995	35.274	183.265	202.268	155.425	94.135	451.828
ES	2017	83.352	63.930	34.735	182.017	200.054	156.719	89.202	445.975
ES	2018	82.969	64.626	32.718	180.313	197.238	157.226	84.241	438.705
MG	2012	82.713	76.467	46.830	206.010	1.377.477	1.275.747	802.153	3.455.377
MG	2013	81.092	74.718	44.730	200.540	1.335.201	1.267.730	776.858	3.379.789
MG	2014	80.619	73.130	43.843	197.592	1.330.083	1.246.743	752.324	3.329.150
MG	2015	80.041	70.888	43.161	194.090	1.315.742	1.204.994	744.198	3.264.934
MG	2016	79.223	67.626	45.114	191.963	1.308.533	1.147.866	789.975	3.246.374
MG	2017	78.319	64.494	45.533	188.346	1.316.582	1.090.004	797.164	3.203.750
MG	2018	76.342	63.780	43.568	183.690	1.304.650	1.066.711	777.781	3.149.142
Total	2012	165.366	144.221	83.624	393.211	1.581.496	1.449.476	902.716	3.933.688
Total	2013	163.866	142.499	81.545	387.910	1.540.191	1.434.561	876.601	3.851.353
Total	2014	164.844	137.909	80.275	383.028	1.535.420	1.408.384	850.842	3.794.646
Total	2015	164.459	134.872	79.359	378.690	1.520.287	1.361.121	839.715	3.721.123
Total	2016	163.219	131.621	80.388	375.228	1.510.801	1.303.291	884.110	3.698.202
Total	2017	161.671	128.424	80.268	370.363	1.516.636	1.246.723	886.366	3.649.725
Total	2018	159.311	128.406	76.286	364.003	1.501.888	1.223.937	862.022	3.587.847

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nos dados do Censo Escolar, referente aos anos de 2012 a 2018, disponibilizados pelo INEP/MEC.

O total de matrículas do grupo atingido no ano de 2018 (364.003) representa 9,21% do total de matrículas de ambas as unidades da Federação consideradas. Há pouca variação da representatividade desses municípios ao longo do tempo em relação ao total dos municípios dos estados considerados — em 2012, o total de matrículas do grupo atingido representava 9,09%.

4.1.2 Considerações sobre os grupos de comparação a partir dos resultados de testes de diferença de médias entre grupos

Esta subseção tem como objetivo apresentar estatísticas descritivas relacionadas com os grupos de comparação selecionados. Em cada uma das subseções seguintes, serão expostos os resultados dos testes de diferença de médias entre o grupo atingido e cada um dos grupos de comparação (comparação 1 até 5, nessa ordem).

Foram analisadas variáveis consideradas relevantes para serem balanceadas entre os grupos, justamente as utilizadas para estimar o escore de propensão usado na definição

dos grupos de comparação 4 e 5, conforme detalhado anteriormente. Nesta subseção, optou-se por exibir apenas os testes de balanceamento realizados para quando se utiliza a amostra A, e os testes realizados para as outras amostras encontram-se no apêndice A⁶⁶.

O teste de balanceamento entre os grupos utilizado é o teste T de Student que testa se a diferença entre as médias dos grupos para cada uma das variáveis consideradas é estatisticamente diferente de zero, via teste de hipótese. A hipótese nula do teste neste caso é que a diferença de médias entre os grupos é igual a zero. Se ao realizar o teste a conclusão for que tal diferença é estatisticamente significativa considerando um determinado nível de significância, rejeita-se a hipótese nula e confirma-se, portanto, que os grupos são diferentes em relação à característica em análise em termos da média. Vale destacar que, caso não seja possível rejeitar a hipótese nula, não se pode afirmar que as médias são diferentes entre os grupos.

A estatística que se utiliza para fazer o teste de hipótese neste caso é a estatística T. Compara-se esse valor da estatística T calculada a um determinado valor crítico da distribuição T de Student que, por sua vez, é relacionado com o nível de significância estatística considerado⁶⁷. Além da estatística T, pode-se também analisar se os grupos possuem médias distintas por meio do p-valor. Se o p-valor for menor do que o nível de significância considerado, pode-se rejeitar a hipótese nula. Caso contrário, não há evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula, considerando-se, portanto, que não há diferenças entre as médias dos grupos para a característica em análise.

4.1.2.1 Grupo de comparação 1

Esta subseção tem como objetivo testar se, para cada uma das variáveis consideradas relevantes, o grupo atingido é semelhante ao grupo de comparação 1 em termos da média da característica em análise. A Tabela 6 apresenta os resultados desse teste de balanceamento entre grupos. A primeira coluna lista cada uma das variáveis testadas; a segunda e terceira colunas referem-se à média das variáveis para os grupos testados: grupo de municípios atingidos e aqueles que compõem o grupo de comparação 1, nessa ordem. Já a quarta coluna reporta a diferença de médias entre os grupos atingido e de comparação. As duas últimas colunas ilustram a estatística T e o p-valor calculado para o teste de cada uma das variáveis, respectivamente. A última linha da tabela descreve

⁶⁶ Os resultados dos testes para as amostras B, C, D, E e F são similares aos daquelas para a amostra A apresentadas na presente subseção.

⁶⁷ Os níveis de significância tipicamente utilizados na literatura de avaliação econométrica de impactos são 10%, 5% e 1%.

o total de observações consideradas nos cálculos de média e estatísticas de teste para cada grupo.

Tabela 6 — Resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 1

Variável	Média — Grupo Atingido	Média — Grupo Comparação 1	Diferença de Médias	Estatística t	P-valor
Dummy de município localizado em Minas Gerais	0,80	0,92	-0,12	-2,89	0,00
Tamanho da população (ln)	9,75	9,23	0,52	3,23	0,00
Proporção da população com idade entre 0 e 17 anos	0,29	0,29	0,00	0,04	0,97
Proporção da população com Ensino Médio completo	0,26	0,24	0,02	1,77	0,08
Proporção da população que residia em zonas rurais	0,24	0,33	-0,09	-2,93	0,00
Proporção da população que estava ocupada	0,48	0,53	-0,04	-4,08	0,00
Proporção da população em empregos no setor formal	0,47	0,41	0,06	2,87	0,00
Renda familiar <i>per capita</i> média (ln)	6,16	6,13	0,02	0,40	0,69
Índice de Gini	0,47	0,48	0,00	-0,18	0,86
Número de escolas por habitantes em idade escolar	0,00	0,00	0,00	-1,35	0,18
Proporção de escolas rurais	0,28	0,34	-0,07	-1,73	0,08
Proporção de escolas privadas	0,13	0,11	0,02	1,02	0,31
Média do indicador de infraestrutura das escolas	0,71	0,69	0,02	0,92	0,36
Média da proporção de professores com Ensino Superior das escolas	0,79	0,77	0,01	0,66	0,51
Número de observações	45	886			

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

Ao analisar a Tabela 6, é possível observar que há diferenças entre as médias dos grupos atingido e de comparação 1 na variável indicadora de se o município está

localizado em Minas Gerais, no logaritmo natural do tamanho da população, na proporção da população que residia em zonas rurais, na proporção que estava ocupada e na proporção que estava em empregos no setor formal (nesses casos, as diferenças são estatisticamente significantes ao nível de 5%). Uma vez que esse é o cenário mais abrangente entre os grupos de comparação propostos (considera todos os demais municípios em Minas Gerais e no Espírito Santo), era esperado que não fosse o mais semelhante ao compará-lo com o grupo dos municípios atingidos. De fato, os resultados dos testes para os grupos de comparação 4 e 5, exibidos a seguir, mostram que eles são mais homogêneos em relação ao grupo atingido considerando as médias dessas mesmas características.

4.1.2.2 Grupo de comparação 2

De forma análoga à análise realizada anteriormente para o grupo de comparação 1, a tabela 7 apresenta as informações do teste de diferenças de médias entre o grupo atingido e o grupo de comparação 2, que é composto apenas pelos municípios vizinhos contíguos dos municípios atingidos. Ao analisar a tabela a seguir, é possível observar que se rejeita a hipótese nula de que não há diferenças entre as médias dos grupos em seis das 14 características testadas. Pode-se listar, portanto, que as características cujas médias diferem entre os dois grupos são o ln do tamanho da população, as proporções da população (i) com Ensino Médio completo, (ii) que residia em zonas rurais, e (iii) que tinha empregos no setor formal, a proporção de escolas rurais e a proporção de escolas privadas (novamente, considerando o nível de 5% de significância).

Apesar de o grupo de comparação 2 ser menos abrangente e considerar apenas municípios mais próximos em termos geográficos aos municípios considerados atingidos (aquele que são vizinhos contíguos), tal que se esperava que seriam mais próximos em termos de características observáveis (e possivelmente de não observáveis também), nota-se que os grupos não são homogêneos quanto à média de todas características analisadas (ver resultados dos testes realizados).

Tabela 7 — Resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 2

Variável	Média — Grupo Atingido	Média — Grupo Comparação 2	Diferença de Médias	Estatística t	P-valor
Dummy de município localizado em Minas Gerais	0,80	0,71	0,09	1,12	0,26
Tamanho da população (ln)	9,75	9,29	0,46	2,30	0,02
Proporção da população com idade entre 0 e 17 anos	0,29	0,30	0,00	-0,90	0,37
Proporção da população com Ensino Médio completo	0,26	0,22	0,04	2,57	0,01
Proporção da população que residia em zonas rurais	0,24	0,36	-0,12	-3,55	0,00
Proporção da população que estava ocupada	0,48	0,50	-0,02	-1,42	0,16
Proporção da população em empregos no setor formal	0,47	0,36	0,11	4,17	0,00
Renda familiar <i>per capita</i> média (ln)	6,16	6,07	0,09	1,65	0,10
Índice de Gini	0,47	0,48	-0,01	-1,08	0,28
Número de escolas por habitantes em idade escolar	0,00	0,00	0,00	-1,69	0,09
Proporção de escolas rurais	0,28	0,41	-0,14	-2,88	0,00
Proporção de escolas privadas	0,13	0,08	0,04	2,09	0,04
Média do indicador de infraestrutura das escolas	0,71	0,67	0,03	1,59	0,11
Média da proporção de professores com Ensino Superior das escolas	0,79	0,78	0,00	0,13	0,90
Número de observações	45	86			

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

4.1.2.3 Grupo de comparação 3

A Tabela 8 exibe os resultados dos testes de diferença de médias entre o grupo atingido e o grupo de comparação 3. O grupo de comparação em questão contempla os municípios atingidos nas mesorregiões nas quais estão localizados os municípios atingidos, excluindo-se os municípios que são vizinhos contíguos dos municípios atingidos. É possível verificar que há seis variáveis cujas médias são estatisticamente diferentes entre os grupos ao analisar a estatística T e p-valor, ambos listados nas duas últimas colunas da tabela. De maneira similar ao grupo de comparação 1, tais divergências entre as médias dos grupos ocorrem na variável indicadora de se o município está localizado em Minas Gerais, no logaritmo natural do tamanho da população, na proporção da população que residia em zonas rurais, na proporção que estava ocupada e na proporção que estava em empregos no setor formal. Adicionalmente, são diferentes as médias entre os grupos para a variável de número de escolas por habitantes em idade escolar.

Tabela 8 — Resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 3

Variável	Média — Grupo Atingido	Média — Grupo Comparação 3	Diferença de Médias	Estatística t	P-valor
Dummy de município localizado em Minas Gerais	0,80	0,92	-0,12	-2,53	0,01
Tamanho da população (ln)	9,75	9,17	0,58	2,99	0,00
Proporção da população com idade entre 0 e 17 anos	0,29	0,29	0,01	1,14	0,25
Proporção da população com Ensino Médio completo	0,26	0,24	0,02	1,34	0,18
Proporção da população que residia em zonas rurais	0,24	0,34	-0,09	-2,90	0,00
Proporção da população que estava ocupada	0,48	0,51	-0,03	-2,89	0,00
Proporção da população em empregos no setor formal	0,47	0,41	0,06	2,51	0,01
Renda familiar <i>per capita</i> média (ln)	6,16	6,14	0,01	0,29	0,77

Variável	Média — Grupo Atingido	Média — Grupo Comparação 3	Diferença de Médias	Estatística t	P-valor
Índice de Gini	0,47	0,47	0,00	-0,14	0,89
Número de escolas por habitantes em idade escolar	0,00	0,00	0,00	-2,02	0,04
Proporção de escolas rurais	0,28	0,35	-0,07	-1,84	0,07
Proporção de escolas privadas	0,13	0,10	0,03	1,37	0,17
Média do indicador de infraestrutura das escolas	0,71	0,69	0,01	0,83	0,41
Média da proporção de professores com Ensino Superior das escolas	0,79	0,76	0,02	1,01	0,32
Número de observações	45	274			

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

4.1.2.4 Grupo de comparação 4

A Tabela 9 apresenta o teste de diferença de médias entre o grupo atingido e o grupo de comparação 4. Esse grupo de comparação considera os municípios contidos nas mesorregiões nas quais estão situados os municípios atingidos, excluindo os municípios vizinhos contíguos dos municípios atingidos, sendo pareados via Kernel.

Nota-se, nesse caso, que não há diferenças estatisticamente significantes entre as médias do grupo atingido e de comparação 4 em nenhuma das características analisadas. Isso sugere que o uso do método de pareamento melhora o balanceamento, tornando os grupos atingido e de comparação mais semelhantes em termos das médias destas características observáveis. Assim, conforme discutido anteriormente, essa é uma das especificações consideradas mais adequadas pelos autores, juntamente com o grupo de comparação 5, que será analisado na subseção a seguir.

Tabela 9 — Resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 4

Variável	Média — Grupo Atingido	Média — Grupo Comparação 4	Diferença de Médias	Estatística t	P-valor
Dummy de município localizado em Minas Gerais	0,80	0,82	-0,03	-0,65	0,52
Tamanho da população (ln)	9,79	9,61	0,18	1,17	0,24
Proporção da população com idade entre 0 e 17 anos	0,29	0,29	0,00	1,34	0,18
Proporção da população com Ensino Médio completo	0,26	0,25	0,01	0,64	0,52
Proporção da população que residia em zonas rurais	0,24	0,25	-0,02	-0,85	0,40
Proporção da população que estava ocupada	0,48	0,48	0,00	-0,18	0,86
Proporção da população em empregos no setor formal	0,48	0,47	0,01	0,70	0,49
Renda familiar <i>per capita</i> média (ln)	6,16	6,15	0,01	0,41	0,68
Índice de Gini	0,47	0,47	0,00	0,55	0,59
Número de escolas por habitantes em idade escolar	0,00	0,00	0,00	-1,11	0,27
Proporção de escolas rurais	0,27	0,26	0,01	0,41	0,68
Proporção de escolas privadas	0,13	0,13	0,00	0,08	0,94
Média do indicador de infraestrutura das escolas	0,70	0,70	0,00	0,14	0,89
Média da proporção de professores com Ensino Superior das escolas	0,79	0,78	0,01	0,43	0,67
Número de observações	44	269			

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

4.1.2.5 Grupo de comparação 5

Os resultados do último teste de diferença de médias realizado considerando a amostra A segue ilustrado nesta subseção, em que se compara o grupo atingido com o grupo de comparação 5. Esse grupo de comparação é composto pelos municípios contidos nas mesorregiões nas quais estão situados os municípios atingidos, sendo eles pareados via Kernel.

Nota-se que, assim como no caso do grupo de comparação 4, não há diferenças estatisticamente significantes entre as médias do grupo atingido e de comparação 5 em nenhuma das características analisadas. Isso sugere que, novamente, o uso do método de pareamento melhora o balanceamento entre os grupos, tornando-os mais semelhantes em termos das médias destas características observáveis. Vale lembrar que, juntamente com o grupo de comparação 4, o grupo de comparação 5 é uma das alternativas de especificação preferidas pelos autores, de forma que será dado foco aos resultados das estimações que utilizam esses dois grupos de comparação nas próximas subseções.

Tabela 10 — Resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 5

Variável	Média — Grupo Atingido	Média — Grupo Comparação 5	Diferença de Médias	Estatística t	P-valor
Dummy de município localizado em Minas Gerais	0,80	0,83	-0,03	-0,89	0,37
Tamanho da população (ln)	9,75	9,57	0,18	1,29	0,20
Proporção da população com idade entre 0 e 17 anos	0,29	0,29	0,00	1,39	0,17
Proporção da população com Ensino Médio completo	0,26	0,25	0,00	0,33	0,74
Proporção da população que residia em zonas rurais	0,24	0,26	-0,02	-1,16	0,25
Proporção da população que estava ocupada	0,48	0,49	0,00	-0,41	0,68
Proporção da população em empregos no setor formal	0,47	0,46	0,02	1,11	0,27

Variável	Média — Grupo Atingido	Média — Grupo Comparação 5	Diferença de Médias	Estatística t	P-valor
Renda familiar <i>per capita</i> média (ln)	6,16	6,16	0,00	-0,12	0,90
Índice de Gini	0,47	0,48	0,00	-0,57	0,57
Número de escolas por habitantes em idade escolar	0,00	0,00	0,00	-1,23	0,22
Proporção de escolas rurais	0,28	0,28	-0,01	-0,40	0,69
Proporção de escolas privadas	0,13	0,13	0,00	0,14	0,89
Média do indicador de infraestrutura das escolas	0,71	0,70	0,00	0,23	0,82
Média da proporção de professores com Ensino Superior das escolas	0,79	0,78	0,01	0,50	0,61
Número de observações	45	353			

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

4.2 Resultados das estimações

Esta subseção apresenta estatísticas descritivas e os resultados das estimações propostas para cada um dos indicadores de impacto selecionados. Nas subseções a seguir apresentar-se-á a evolução dos indicadores de impacto ao longo do tempo em formato de tabela e gráfico, os resultados do modelo descrito na Equação 1 (em formato de tabela) e os resultados do modelo apresentado na Equação 2 (graficamente), neste caso somente para análises em que se utilizam os grupos de comparação 4 e 5.

A subseção 4.2.1 apresenta as descritivas e os resultados para as taxas de matrículas (bruta e líquida). Os resultados e estatísticas descritivas relacionadas com as taxas de rendimento e distorção idade-série seguem disponíveis nas subseções 4.2.2 e 4.2.3, respectivamente. As últimas duas subseções desta seção são compostas por descritivas e resultados relacionados com desempenho escolar e IDEB, nesta ordem.

4.2.1 Taxa de matrícula

4.2.1.1 Taxa bruta de matrícula

A Tabela 11 descreve o comportamento da taxa bruta de matrícula do Ensino Fundamental e Médio para os anos de 2012 até 2018. Nessa tabela, há informações sobre média, mediana e desvio-padrão dessa variável para o grupo atingido e para cada um dos grupos de comparação propostos.

As duas primeiras colunas da Tabela 11 indicam a etapa de ensino e o ano de referência das informações nas colunas seguintes. As informações relativas a Ensino Fundamental (EF) são expostas da primeira linha abaixo do título até a sétima linha, a partir da oitava linha expõem-se as informações para o Ensino Médio (EM). As médias, medianas e desvio-padrão para o grupo atingido estão disponíveis nas colunas 3, 4 e 5, respectivamente. As informações referentes aos grupos de comparação são disponibilizadas de forma análoga nos blocos (conjuntos de três colunas) subsequentes.

Tabela 11 — Estatísticas descritivas: taxa bruta de matrícula

Etapa de Ensino	Ano	Grupo Atingido			Grupo de comparação 1			Grupo de comparação 2		
		Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão
EF	2012	95,68	95,27	6,97	97,27	96,53	7,80	97,75	97,34	6,86
EF	2013	90,32	90,79	6,45	91,86	91,31	7,69	91,30	91,11	6,78
EF	2014	88,25	88,83	6,26	90,12	89,73	7,96	89,25	88,37	7,28
EF	2015	85,47	85,60	6,76	87,48	87,38	8,40	86,25	85,20	7,59
EF	2016	82,09	83,09	6,79	84,48	84,03	8,78	83,57	83,44	7,27
EF	2017	80,55	81,14	6,97	82,26	81,83	9,50	80,98	80,88	7,82
EF	2018	79,73	79,72	7,96	81,34	81,07	10,11	81,38	81,47	8,63
EM	2012	76,25	73,54	13,76	77,77	77,36	15,92	76,38	74,01	18,52
EM	2013	68,45	65,62	14,97	72,38	71,63	15,11	69,95	68,30	16,44
EM	2014	65,44	61,95	14,55	69,29	68,62	14,25	66,50	64,57	15,13
EM	2015	64,10	62,78	11,71	68,42	67,36	14,06	66,25	64,57	12,97
EM	2016	67,22	65,16	11,87	73,76	72,86	15,83	69,49	67,54	16,00
EM	2017	67,92	68,56	12,22	74,78	73,57	17,73	68,78	68,30	16,14
EM	2018	66,91	66,44	14,75	73,58	72,93	17,09	67,08	66,72	16,02

Etapa de Ensino	Ano	Grupo de comparação 3			Grupo de comparação 4			Grupo de comparação 5		
		Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão
EF	2012	98,75	97,83	7,54	99,01	97,78	7,32	98,70	97,67	7,40
EF	2013	93,33	92,82	7,65	93,54	93,16	7,37	92,87	92,19	7,50
EF	2014	91,41	90,75	7,76	91,40	91,03	7,09	90,82	90,19	7,65
EF	2015	88,68	88,31	7,97	88,76	87,45	7,50	88,15	87,39	8,15
EF	2016	86,02	85,51	8,67	86,62	86,11	8,41	85,67	84,82	8,61
EF	2017	83,71	83,33	9,15	83,91	83,61	8,75	83,08	82,69	8,85
EF	2018	82,81	82,95	9,66	83,47	83,76	9,31	82,68	82,69	9,36

Etapa de Ensino	Ano	Grupo de comparação 3			Grupo de comparação 4			Grupo de comparação 5		
		Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão
EM	2012	76,04	75,53	15,54	76,61	75,87	14,59	77,53	76,17	16,56
EM	2013	71,34	70,49	14,68	71,48	71,24	12,92	72,00	71,53	14,61
EM	2014	69,06	68,29	14,33	68,98	68,84	11,61	69,28	69,04	13,41
EM	2015	68,95	67,09	14,66	67,74	65,52	10,96	68,35	67,06	12,49
EM	2016	74,93	72,98	17,01	74,13	71,31	15,52	73,67	71,47	16,21
EM	2017	75,76	74,09	18,53	72,55	71,63	16,12	72,94	72,12	17,16
EM	2018	74,72	73,33	17,33	70,77	70,06	15,35	71,43	71,21	16,52

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nos dados do Censo Escolar, referente aos anos de 2012 a 2018, disponibilizados pelo INEP/MEC.

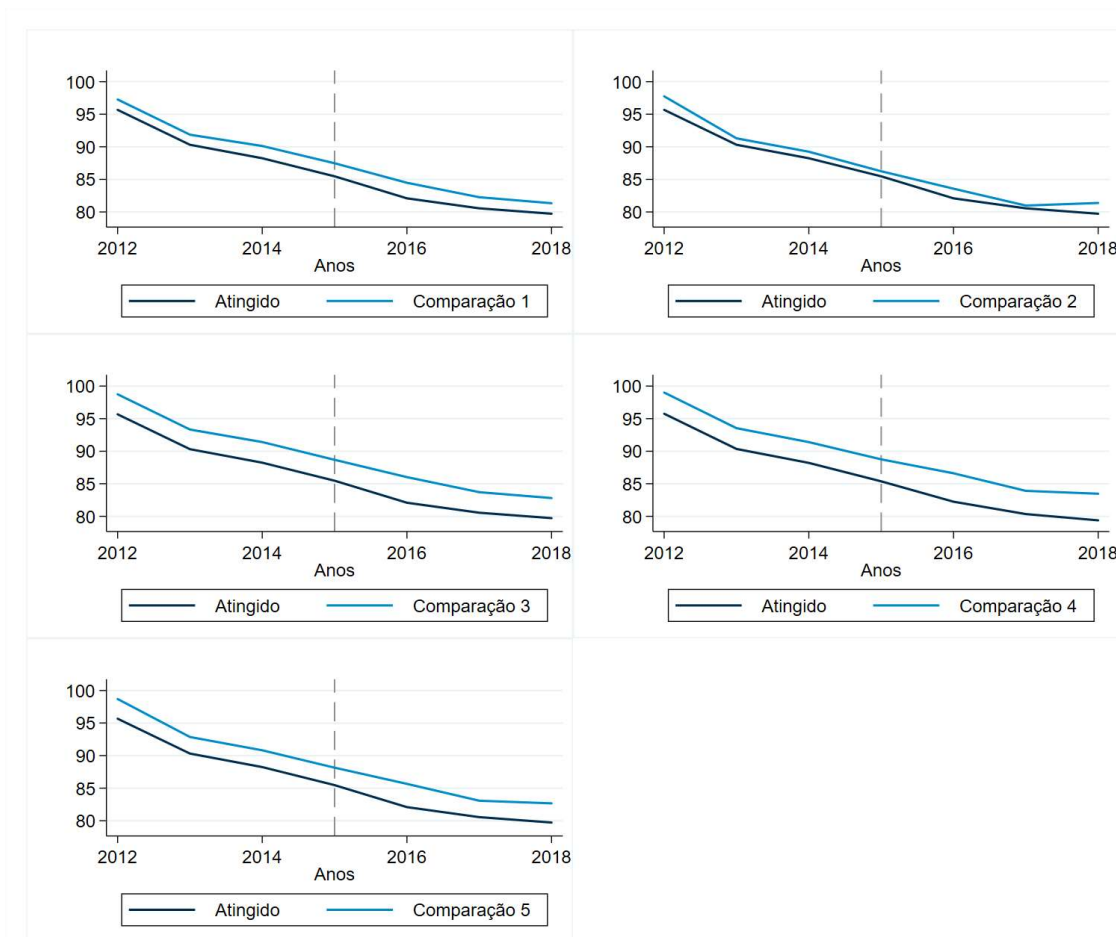
Ao analisar a Tabela 11, é possível observar que a média da taxa bruta de matrícula do Ensino Fundamental é maior do que a do Ensino Médio, independentemente do grupo analisado. Tal comportamento também se repete para a mediana de ambas as etapas de ensino, mas é inverso para a estatística de desvio-padrão. A evolução da média municipal dos indicadores de impacto em análise nesta subseção pode ser observada no Gráfico 1 (Ensino Fundamental) e no Gráfico 2 (Ensino Médio).

Conforme discutido na subseção 3.1.1, ao estimarem-se as regressões por meio da metodologia de diferença-em-diferenças, uma hipótese básica do modelo é que as tendências de evolução do indicador de impacto dos grupos atingido e de comparação seriam paralelas caso o rompimento da Barragem de Fundão não tivesse ocorrido. Dado que essa hipótese se baseia em um fato que não ocorreu (a ausência do rompimento), trata-se de uma hipótese não testável. Uma forma de prover indícios sobre a plausibilidade de tal hipótese é analisar a evolução do indicador de impacto para os grupos atingido e de comparação em anos pré-rompimento, para verificar se nesse período as tendências eram paralelas. Por isso, apresentar-se-ão a seguir, e ao longo de toda essa subseção de resultados, os gráficos de evolução ao longo do tempo das variáveis dependentes utilizadas nas estimações.

O Gráfico 1 e o Gráfico 2 mostram a evolução das taxas brutas de matrícula no Ensino Fundamental e Ensino Médio, respectivamente. A linha azul escura, nomeada como “Atingido”, expressa a média dos indicadores de impacto dos 45 municípios atingidos, enquanto as linhas referentes aos grupos de comparação descrevem a média entre seus respectivos municípios componentes. No Gráfico 1 pode-se observar a existência de evoluções paralelas do indicador para os grupos atingido e de comparação para o período anterior a 2015, independentemente do grupo de comparação utilizado. Pós-rompimento, ambos os grupos mantiveram tendência de queda.

Já no Gráfico 2, sobre a evolução das taxas brutas de matrícula no Ensino Médio, nota-se que no período pré-rompimento há uma queda no indicador considerando-se todos os grupos, mas em alguns deles e em alguns períodos ela é mais expressiva. Dessa forma, há alguns casos em que as tendências dos grupos não se mostram paralelas no período pré-rompimento. Isso ocorre mesmo para os grupos de comparação 4 e 5, construídos a partir do pareamento via Kernel⁶⁸. Nos anos pós-rompimento, é possível observar uma fase inicial de aumento, seguida de queda nas taxas brutas de matrícula nessa etapa de ensino para todos os grupos considerados.

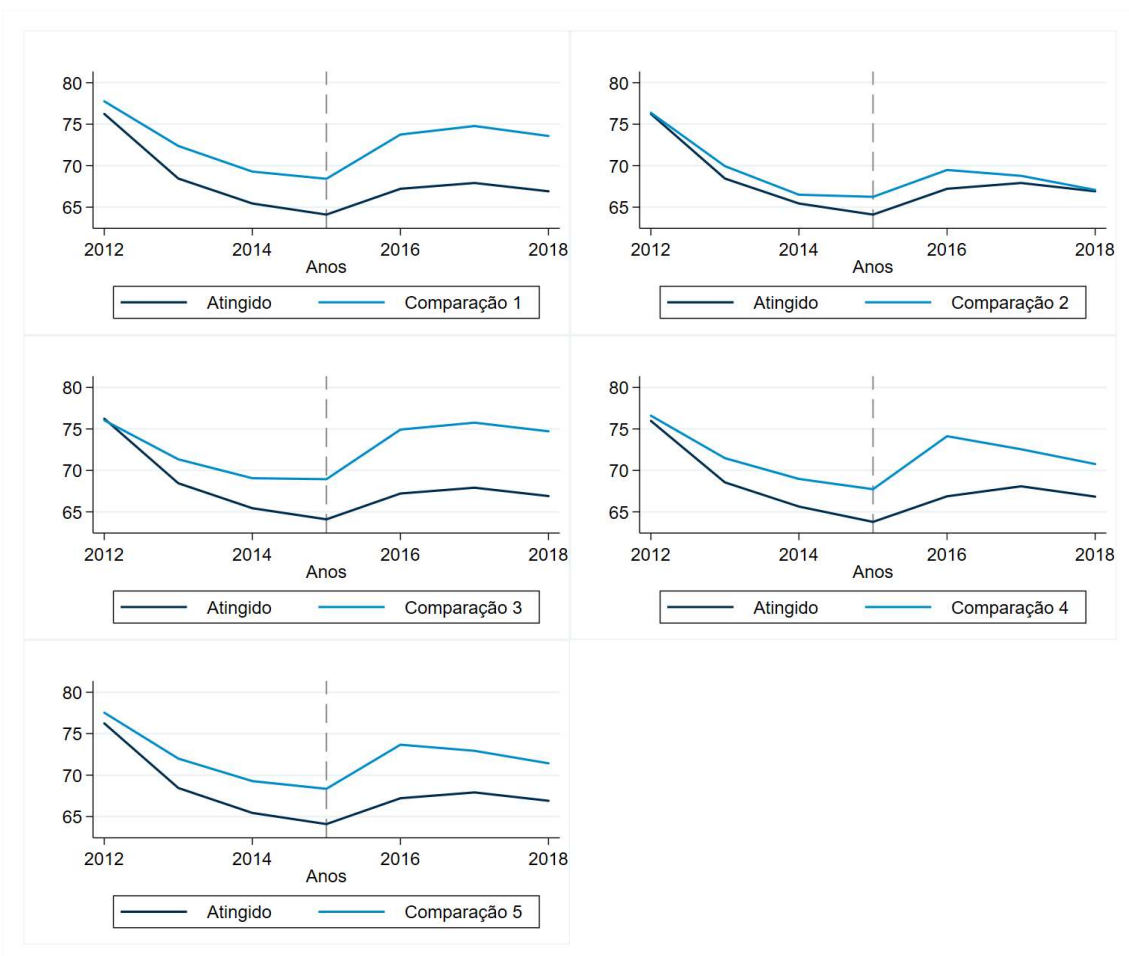
Gráfico 1 — Evolução ao longo do tempo: taxa bruta de matrícula no Ens. Fundamental



Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

⁶⁸ Vale destacar que a não observação de tendências paralelas na inspeção visual para o período pré-rompimento não invalida por completo a hipótese principal do modelo proposto, uma vez que tal hipótese não é testável, tratando-se apenas de um argumento contrário à sua plausibilidade. Nesses casos, algumas alternativas são alterar o modelo proposto para acomodar tais diferenças prévias na tendência, incluindo nele tendências lineares, por exemplo. Mais evidências a esse respeito são apresentadas na subseção 4.2.

Gráfico 2 — Evolução ao longo do tempo: taxa bruta de matrícula no Ens. Médio



Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Ao estimar o modelo apresentado na Equação 1 da seção 3 para o indicador de impacto em questão, obtêm-se os resultados expostos na Tabela 12. A primeira coluna da tabela indica se cada linha se refere aos coeficientes estimados para os parâmetros, erros-padrão ou p-valores relacionados. O restante das colunas refere-se aos resultados das estimações realizadas para os grupos de comparação selecionados, sendo, portanto: a coluna “Grupo Comp. 1” referente ao grupo de comparação 1, a coluna “Grupo Comp. 2” ao grupo de comparação 2, a coluna “Grupo Comp. 3” ao grupo de comparação 3, a coluna “Grupo Comp. 4” ao grupo de comparação 4 e a última coluna ao grupo de comparação 5.

A linha “DiD” apresenta o coeficiente estimado para o parâmetro de interesse (β) da Equação 1. Ressalta-se que esse coeficiente se refere à diferença observada entre as diferenças no tempo dos grupos atingido e de comparação. Pode-se dizer que o rompimento tem impacto estatisticamente significativo ao nível de 5% se o p-valor

estimado relacionado com esse coeficiente for menor que 0,05. As duas linhas abaixo — não só deste parâmetro analisado, mas de todos os outros coeficientes estimados — se referem ao erro-padrão e p-valor referentes ao coeficiente em questão. A linha “DiD 2015” exibe o coeficiente estimado para o parâmetro θ , também da Equação 1.

Ao analisar a Tabela 12 e observar especificamente o parâmetro de interesse da análise (linha nomeada “DiD”), verifica-se que o impacto médio do rompimento da Barragem de Fundão sobre o grupo de municípios atingidos foi negativo mas não estatisticamente significativo ao nível de 5%, sejam quais fossem os grupos de comparação utilizados (à exceção do grupo de comparação 2, em que o coeficiente é positivo (0,17 p.p.), mas também não estatisticamente significativo).

Tabela 12 — Resultados: taxa bruta de matrícula no Ens. Fundamental

	Grupo comp. 1	Grupo comp. 2	Grupo comp. 3	Grupo comp. 4	Grupo comp. 5
DiD	-0,23	0,17	-0,31	-0,80	-0,31
Erro-padrão	0,80	0,89	0,84	1,04	0,85
P-valor	0,78	0,85	0,71	0,45	0,72
DiD 2015	-0,11	0,41	0,18	0,63	0,35
Erro-padrão	0,60	0,71	0,63	0,91	0,72
P-valor	0,86	0,56	0,77	0,49	0,63
N	6.517	917	2.233	2.191	2.835

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nota: A especificação do modelo inclui ainda efeitos fixos de tempo e município. Os erros-padrão são robustos à autocorrelação municipal e, nos modelos com pareamento (4 e 5), foram obtidos via *bootstrap* com reamostragem de municípios.

Os gráficos ilustrando os resultados das estimações da especificação da Equação 2 são apresentados a seguir — lembrando que essa especificação é usada apenas nos casos em que há combinação de métodos de diferença-em-diferenças e de pareamento, tratando, portanto, apenas dos grupos de comparação 4 e 5⁶⁹. Em cada um dos gráficos são plotados os coeficientes estimados para os parâmetros β_τ (representados por círculos), sendo os referentes aos anos pós-rompimento os parâmetros de interesse da análise. Como de costume na literatura de avaliação econométrica de impactos, a hipótese nula a ser testada é de que $\beta_\tau = 0$, ou seja, de que o rompimento não tem efeito sobre a variável de interesse no ano τ . Pode-se dizer que o rompimento tem efeito estatisticamente significativo ao nível de 5% no ano τ se o valor zero não estiver contido

⁶⁹ As tabelas com os resultados das estimações (incluindo os coeficientes estimados, erros-padrão e p-valor) estão disponíveis no apêndice 0.

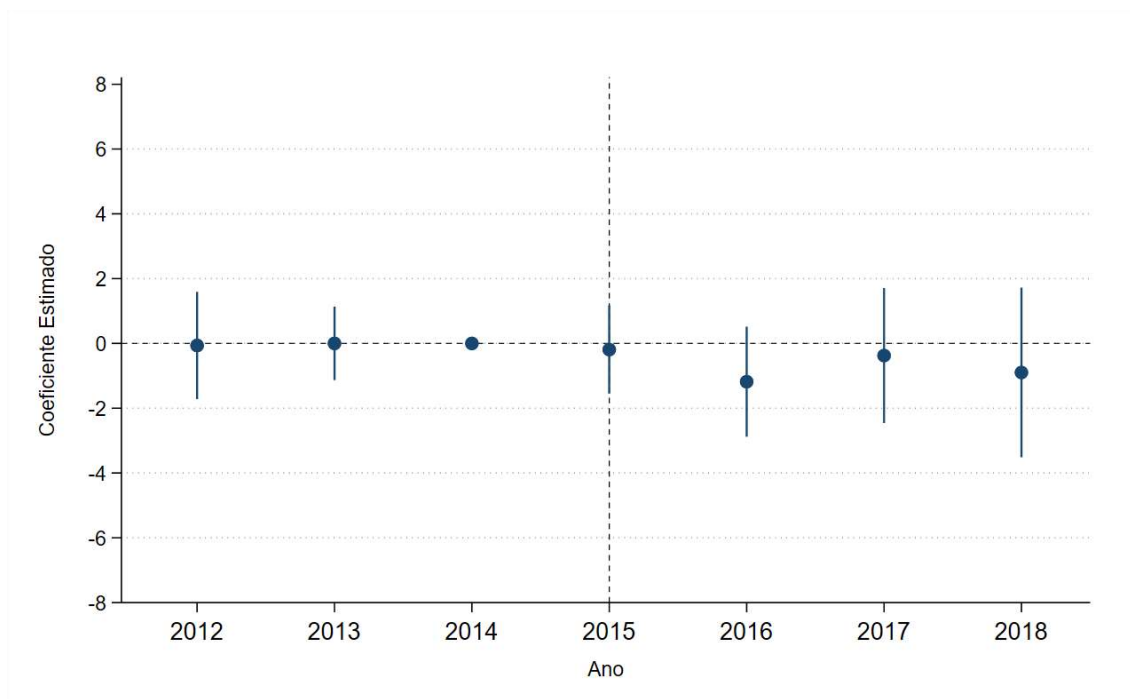
no intervalo de confiança associado ao β_t estimado. Ressalta-se que os coeficientes apresentados se referem sempre à diferença observada entre grupos da diferença entre o ano em análise e o ano imediatamente anterior ao rompimento (2014). Os pontos referentes a anos após o rompimento, que também se localizam à direita da linha pontilhada vertical, representam os impactos (parâmetros de interesse da análise).

A maneira de interpretar os resultados nesse modelo é similar à do modelo apresentado anteriormente (referente à especificação na Equação 1). A principal diferença é que com a especificação da Equação 2, é possível capturar os efeitos da exposição heterogênea de tempo do rompimento em determinada variável de interesse, ou seja, estimam-se os efeitos heterogêneos anuais no pós-rompimento.

No Gráfico 3 e no Gráfico 4 são apresentados os resultados do modelo considerando a taxa bruta de matrícula do Ensino Fundamental como o indicador de impacto para as análises que utilizam os grupos de comparação 4 e 5, respectivamente. Considerando os anos pós-rompimento (2016, 2017 e 2018), não foram encontrados impactos do rompimento sobre o indicador em análise independentemente do grupo de comparação considerado (4 ou 5). Isso porque a variável que mede o efeito médio do rompimento sobre o grupo atingido nesses anos em específico não é estatisticamente significativa ao nível de 5% em nenhum caso (no gráfico, isso pode ser verificado a partir do fato de os intervalos de confiança associados incluírem o valor zero, indicado pela linha horizontal tracejada). Dessa forma, não se pode rejeitar a hipótese nula de que o rompimento não tem efeito sobre a taxa bruta de matrícula no Ensino Fundamental nesses casos.

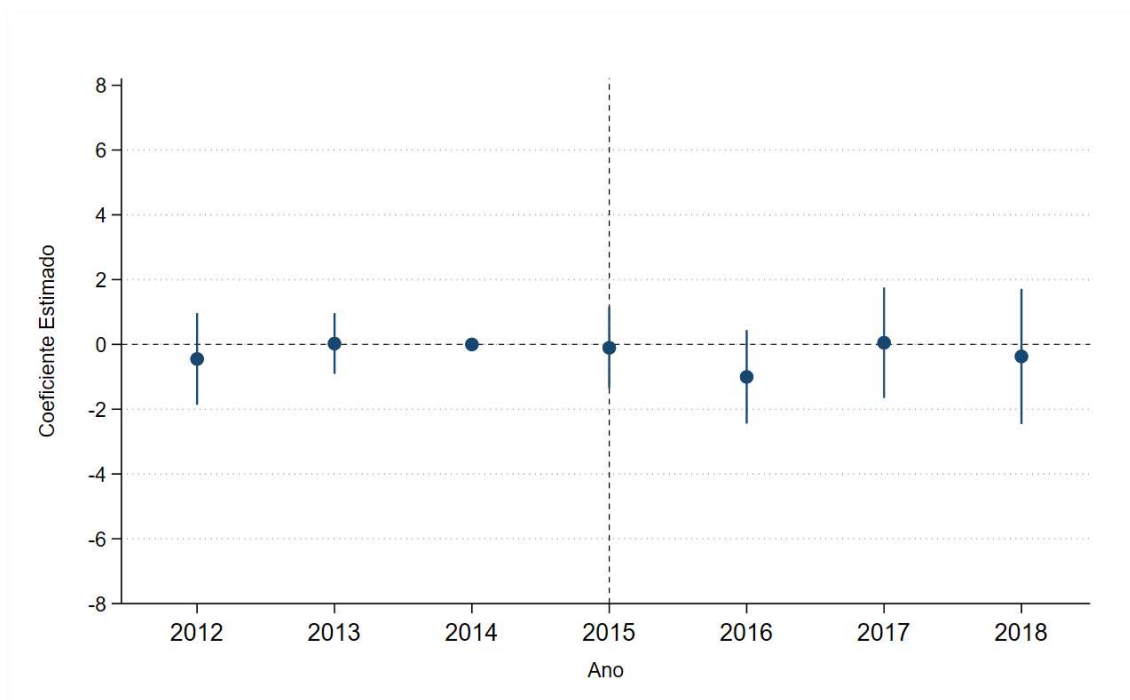
Conforme mencionado anteriormente, os resultados destas estimações também podem ser utilizados para analisar a plausibilidade da hipótese de tendências paralelas (fundamental para o método de diferença-em-diferenças) nos períodos pré-rompimento disponíveis e considerados na análise. Para isso, analisam-se os resultados para os parâmetros β_t referentes a anos pré-rompimento. Nota-se que os coeficientes estimados para essa variável de interesse tendem a ser muito próximos de zero (tanto quando se utiliza o grupo de comparação 4 como o 5), não sendo estatisticamente significantes a 5% em nenhum caso.

Gráfico 3 — Resultados ano a ano: taxa bruta de matrícula no Ens. Fundamental, grupo de comparação 4



Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Gráfico 4 — Resultados ano a ano: taxa bruta de matrícula no Ens. Fundamental, grupo de comparação 5



Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

A Tabela 13 ilustra os resultados das estimações da Equação 1 utilizando-se a taxa bruta de matrícula no Ensino Médio como indicador de impacto e considerando cada um dos cinco grupos de comparação propostos. Diferentemente do observado para a taxa bruta de matrícula no ensino fundamental, o estimador de diferença-em-diferenças é estatisticamente significativo quando os municípios atingidos são comparados aos grupos 1 e 3. Com magnitude de -3,59 e -5,69 pontos percentuais (p.p.), respectivamente, os resultados poderiam indicar uma redução da taxa bruta de matrícula no Ensino Médio em decorrência do rompimento da Barragem de Fundão no grupo atingido no pós-rompimento. Todavia, há que se levar em conta que, no Gráfico 2 o comportamento da série de matrículas antes do rompimento claramente diverge entre o grupo atingido e os grupos de comparação 1 e 3, cujas taxas se reduzem de maneira mais suave ao longo do tempo. É razoável questionar, portanto, se estes grupos de fato provêm uma boa aproximação à situação contrafactual dos municípios atingidos. É possível que, como já vinha de uma tendência de queda mais acentuada, o grupo atingido não teria elevado sua taxa média de matrícula no mesmo ritmo que os grupos de comparação mesmo na ausência do desastre, possivelmente tornando incorreto atribuir o efeito estimado ao rompimento da Barragem. Ainda, ressalta-se que esse resultado não é robusto à escolha do grupo de comparação utilizado na análise, já que para os grupos de comparação 2, 4 e 5 não se pode afirmar que, em média, o rompimento tenha afetado a trajetória do grupo atingido em relação à taxa bruta de matrícula no Ensino Médio.

Tabela 13 — Resultados: taxa bruta de matrícula no Ens. Médio

	Grupo comp. 1	Grupo comp. 2	Grupo comp. 3	Grupo comp. 4	Grupo comp. 5
DiD	-3,59	-0,20	-5,69	-2,92	-2,43
Erro-padrão	1,68	2,16	1,80	2,29	1,76
P-valor	0,03	0,93	0,00	0,20	0,17
DiD 2015	2,38	-1,05	2,94	1,27	1,08
Erro-padrão	1,38	1,83	1,50	1,71	1,32
P-valor	0,09	0,57	0,05	0,46	0,41
N	6.517	917	2.233	2.191	2.835

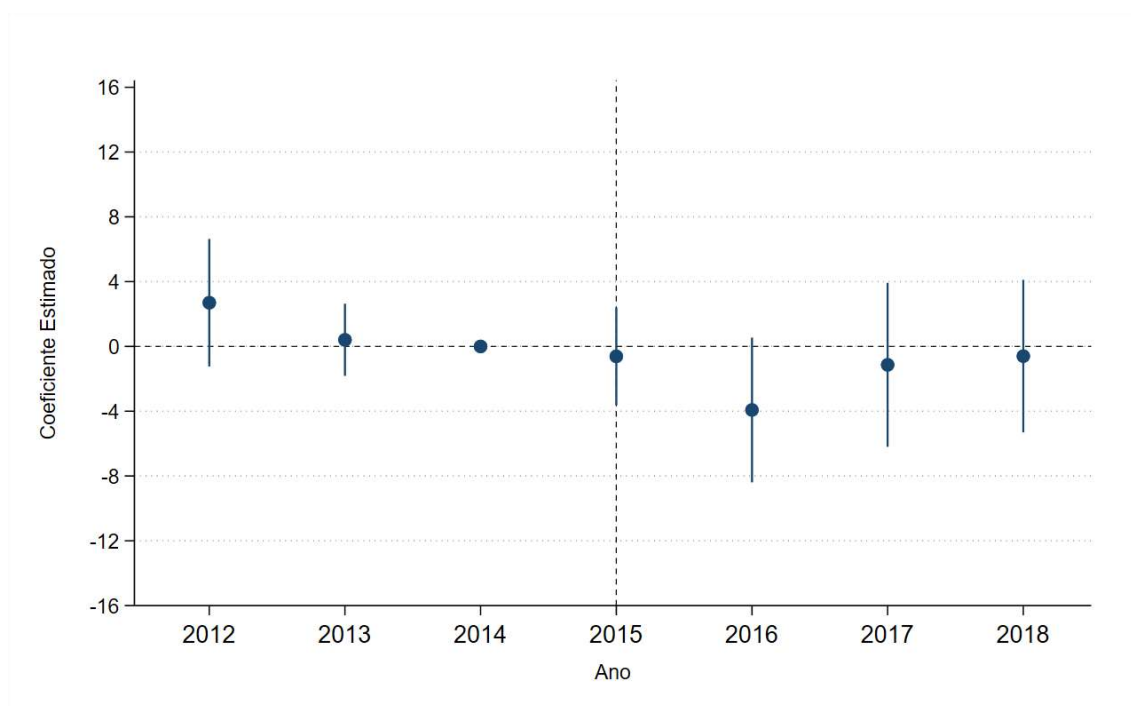
Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nota: A especificação do modelo inclui ainda efeitos fixos de tempo e município. Os erros-padrão são robustos à autocorrelação municipal e, nos modelos com pareamento (4 e 5), foram obtidos via *bootstrap* com reamostragem de municípios.

A adaptação do modelo de diferença-em-diferenças para permitir a estimação de impactos heterogêneos ao longo do tempo produz resultados coerentes em relação aos da Tabela 13. O Gráfico 5 e o Gráfico 6 mostram que os coeficientes negativos estimados anteriormente para os casos em que se utilizam os grupos de comparação 4 e 5 advêm principalmente de um efeito negativo que é observado no ano de 2016, ainda que este não seja estatisticamente significativo a 5%.

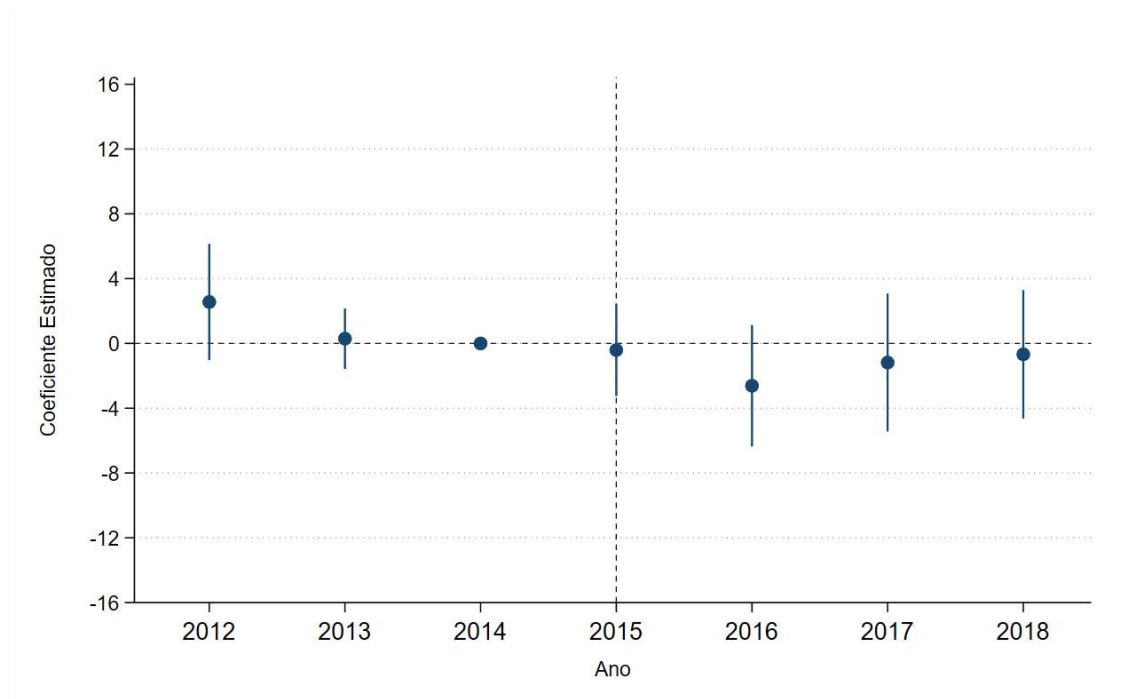
Considerando os parâmetros de diferença-em-diferenças estimados para os anos pré-rompimento, nota-se que um coeficiente positivo para o ano de 2012 nas duas análises (usando o grupo de comparação 4 ou 5), mas, embora relativamente alto, não chega a representar evidência robusta contra a hipótese de tendências pré-rompimento paralelas entre os grupos por não ser estatisticamente diferente de zero ao nível de 5% de significância.

Gráfico 5 — Resultados ano a ano: taxa bruta de matrícula no Ens. Médio (grupo de comparação 4)



Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Gráfico 6 — Resultados ano a ano: taxa bruta de matrícula no Ens. Médio (grupo de comparação 5)



Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

4.2.1.2 Taxa líquida de matrícula

A Tabela 14 ilustra o comportamento da taxa líquida de matrícula tanto do Ensino Fundamental, como do Ensino Médio para os anos de 2012 até 2018. Nela, é possível verificar os valores de média, mediana e desvio-padrão desse indicador de impacto por grupo. Nota-se que a média e mediana da taxa líquida de matrícula para o Ensino Fundamental (EF) são sempre bem próximas entre todos os grupos de análise. Mais ainda, chama-se atenção para o fato de que os grupos de comparação possuem valores dessas estatísticas bastante parecidos com os do grupo atingido. Os valores do desvio-padrão, entretanto, são um pouco mais amplos nos grupos de comparação do que no grupo atingido. Quando se verifica a taxa líquida de matrícula do Ensino Médio (EM), percebe-se que, à exceção do segundo grupo de comparação, os valores da média e mediana dessa variável para os grupos de comparação não são tão parecidos com os do grupo atingido. Para o desvio-padrão é possível notar o mesmo padrão observado para o caso do EF.

Tabela 14 — Estatísticas descritivas: taxa líquida de matrícula

Etapa de Ensino	Ano	Grupo Atingido			Grupo de comparação 1			Grupo de comparação 2		
		Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão
EF	2012	83,39	84,11	5,33	84,10	84,21	6,58	84,35	84,52	5,92
EF	2013	78,85	79,72	5,23	80,45	80,57	6,72	80,12	80,46	6,15
EF	2014	77,83	78,21	5,06	79,66	79,71	7,28	78,97	79,16	6,73
EF	2015	75,32	75,64	6,23	77,54	77,84	7,64	76,37	75,74	6,72
EF	2016	72,67	73,32	6,10	75,19	75,17	8,10	74,12	74,29	6,60
EF	2017	71,35	72,23	6,25	73,40	73,38	8,67	72,03	72,70	7,06
EF	2018	71,23	70,84	6,98	73,01	72,86	9,13	72,39	73,26	7,60
EM	2012	56,67	53,63	10,63	57,25	57,06	12,24	56,28	55,51	13,30
EM	2013	53,97	52,34	12,00	55,41	55,13	12,07	53,85	53,02	12,27
EM	2014	52,78	50,00	11,54	54,72	54,69	11,88	52,52	50,49	11,50
EM	2015	52,07	50,33	8,95	55,01	54,28	11,75	53,56	52,87	10,40
EM	2016	53,88	52,85	8,34	57,56	57,79	12,30	54,68	53,60	11,10
EM	2017	53,41	52,30	9,45	58,41	58,23	13,19	54,59	53,24	11,21
EM	2018	53,88	53,21	10,47	58,76	58,54	13,39	54,26	53,06	11,28

Etapa de Ensino	Ano	Grupo de comparação 3			Grupo de comparação 4			Grupo de comparação 5		
		Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão
EF	2012	84,42	84,35	6,62	84,55	83,96	6,30	84,61	84,64	6,23
EF	2013	80,63	80,30	6,74	80,35	79,74	6,12	80,50	80,26	6,37
EF	2014	79,75	79,28	7,23	79,13	78,39	6,55	79,38	79,22	6,99
EF	2015	77,69	77,82	7,44	77,49	76,56	6,93	77,29	76,84	7,34
EF	2016	75,73	75,51	8,04	75,95	75,46	7,61	75,45	75,45	7,73
EF	2017	73,91	73,69	8,31	74,00	73,05	7,99	73,64	73,50	8,08
EF	2018	73,55	73,10	8,66	73,56	72,32	8,37	73,37	73,04	8,40
EM	2012	56,07	55,97	11,96	56,37	56,62	10,29	57,19	56,81	12,18
EM	2013	54,42	54,31	11,96	54,19	54,42	9,73	55,01	54,80	11,32
EM	2014	54,52	53,96	12,46	54,08	52,88	9,86	54,50	54,21	10,98
EM	2015	54,82	54,08	12,11	54,12	54,02	9,36	54,68	54,02	10,31
EM	2016	57,45	57,29	12,67	56,27	55,81	10,10	56,54	56,39	11,08
EM	2017	57,84	57,74	13,97	55,99	56,65	12,24	56,56	56,65	12,59
EM	2018	58,49	58,38	13,92	56,20	56,02	12,08	56,61	56,49	12,64

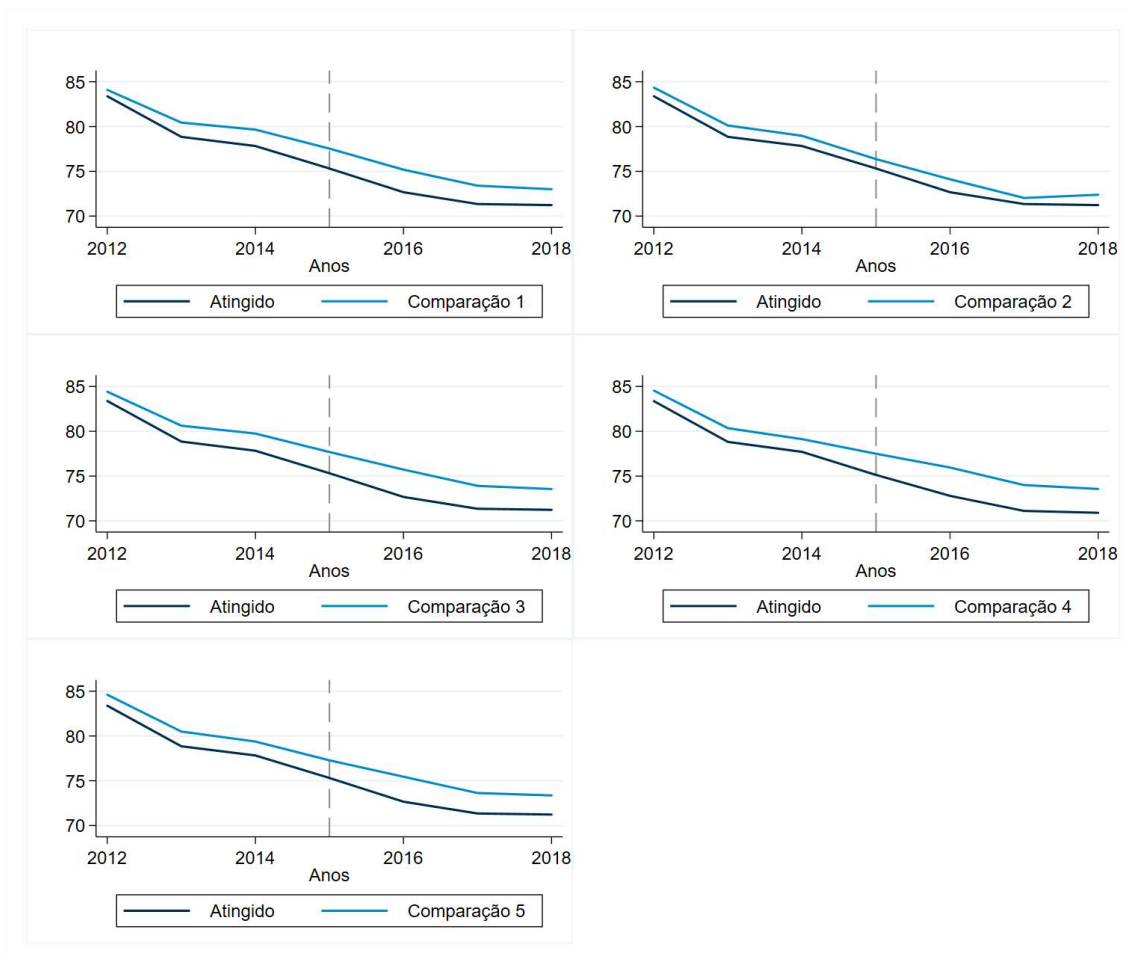
Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Na sequência, apresentam-se o Gráfico 7 e o Gráfico 8 com as evoluções das taxas líquidas de matrícula nos Ensinos Fundamental e Médio ao longo do tempo, respectivamente. No período pré-rompimento, para o Ensino Fundamental, nota-se que há tendências paralelas entre o grupo atingido e os de comparação. No período pós-rompimento, há uma tendência de queda do indicador para todos os grupos. Entre 2017 e 2018, apenas para o grupo de comparação 2 se observa um aumento sutil da taxa líquida de matrícula, ao passo que no grupo atingido a tendência praticamente estagnou.

No Gráfico 8 referente à taxa líquida de matrícula no Ensino Médio, nota-se uma tendência de queda do indicador até 2015 para praticamente todos os grupos (atingido

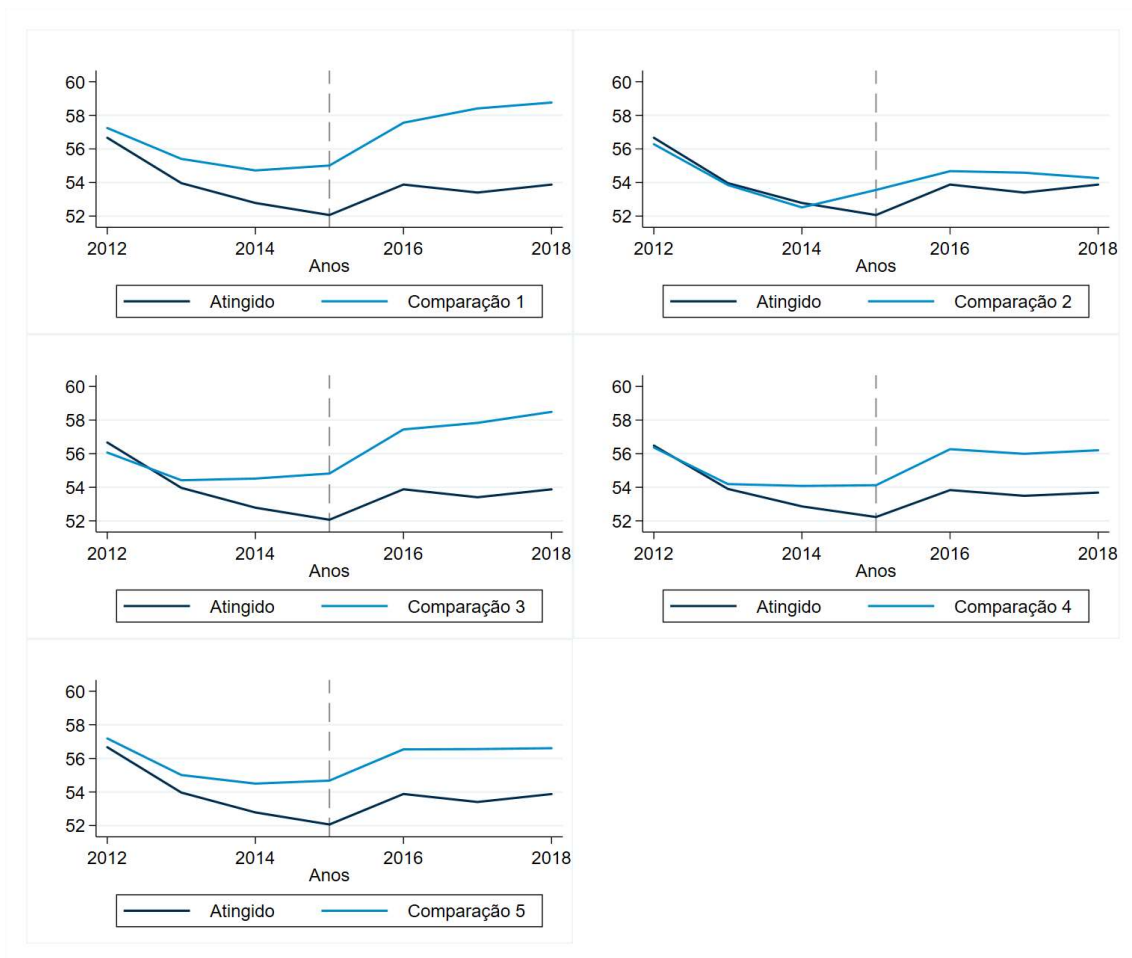
e de comparação). Desse ano em diante, há uma tendência de aumento do indicador, mas que apresenta comportamentos distintos entre os grupos. No geral, não se observam tendências paralelas das evoluções do indicador para o grupo atingido e os grupos de comparação no período pré-rompimento, uma vez que para a maioria das comparações há pelo menos algum subperíodo de tempo em que elas se tornam mais discrepantes.

Gráfico 7 — Evolução ao longo do tempo: taxa líquida de matrícula no Ens. Fundamental



Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Gráfico 8 — Evolução ao longo do tempo: taxa líquida de matrícula no Ens. Médio



Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Uma vez analisadas as estatísticas descritivas relacionadas com a taxa líquida de matrícula do Ensino Fundamental e Médio, analisam-se as estimações realizadas para cada uma das especificações propostas na seção 3.1.1.2. Os resultados da estimação do modelo apresentado na Equação 1 para o Ensino Fundamental, apresentados na Tabela 15 mostram que não é encontrado impacto estatisticamente significativo do rompimento nesse indicador, independentemente do grupo de comparação utilizado na análise. Neste sentido, os resultados são similares aos discutidos previamente para a taxa bruta de matrícula no Ensino Fundamental.

Tabela 15 — Resultados: taxa líquida de matrícula no Ens. Fundamental

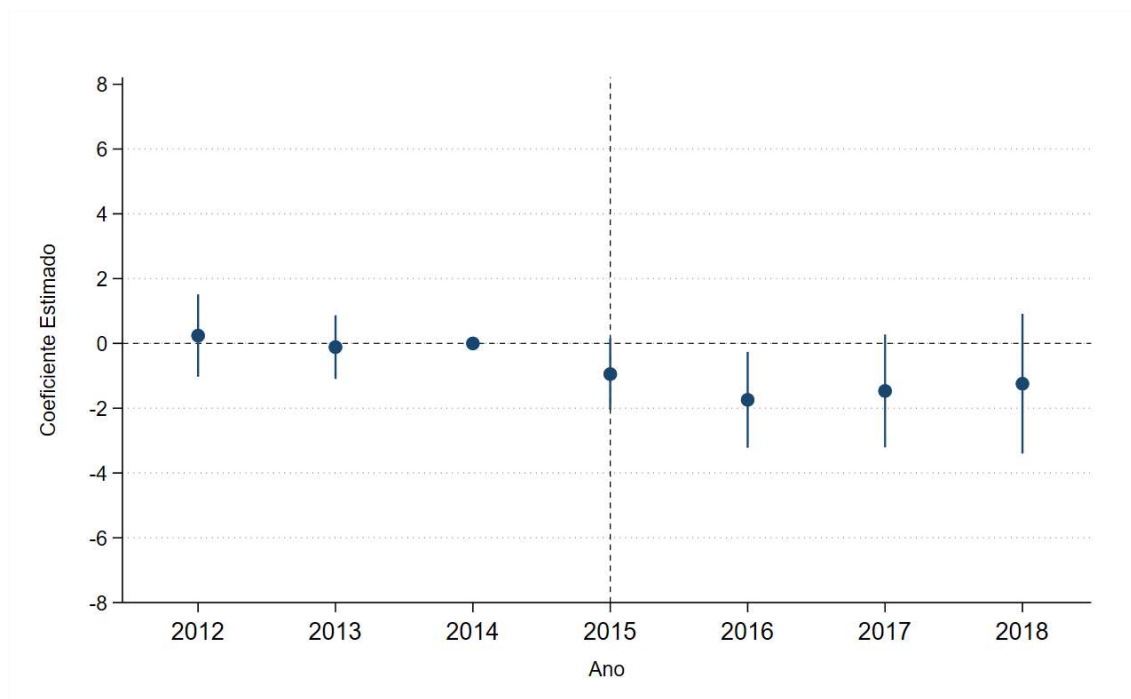
	Grupo comp. 1	Grupo comp. 2	Grupo comp. 3	Grupo comp. 4	Grupo comp. 5
DiD	-0,73	0,03	-1,07	-1,53	-0,93
Erro-padrão	0,68	0,75	0,71	0,91	0,73
P-valor	0,28	0,97	0,13	0,09	0,20
DiD 2015	-0,11	0,04	0,27	0,54	0,44
Erro-padrão	0,54	0,63	0,56	0,78	0,63
P-valor	0,83	0,95	0,63	0,49	0,49
N	6.517	917	2.233	2.191	2.835

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nota: A especificação do modelo inclui ainda efeitos fixos de tempo e município. Os erros-padrão são robustos a autocorrelação municipal e, nos modelos com pareamento (4 e 5), foram obtidos via *bootstrap* com reamostragem de municípios.

Note que, adotando um nível de significância estatística menos exigente (como 10%), a estimativa para o efeito médio do rompimento pode ser considerada distinta de zero na comparação entre municípios atingidos e o grupo de comparação 4. Assim, o coeficiente estaria sinalizando que a taxa líquida de matrícula no Ensino Fundamental teria se reduzido em 1,53 p.p. na média para o grupo atingido no período pós-rompimento. O Gráfico 9 apresentando os resultados heterogêneos no tempo para o modelo estimado com uso do grupo de comparação 4, reflete este efeito no coeficiente estimado para o ano de 2016, que é negativo e cujo intervalo de confiança não contém o valor zero (isto é, é estatisticamente significativo). Todavia, como isto não se observa para os anos seguintes, não surpreende o parâmetro estimado na Tabela 15 não poder ser considerado estatisticamente diferente de zero ao nível de significância padrão de 5%.

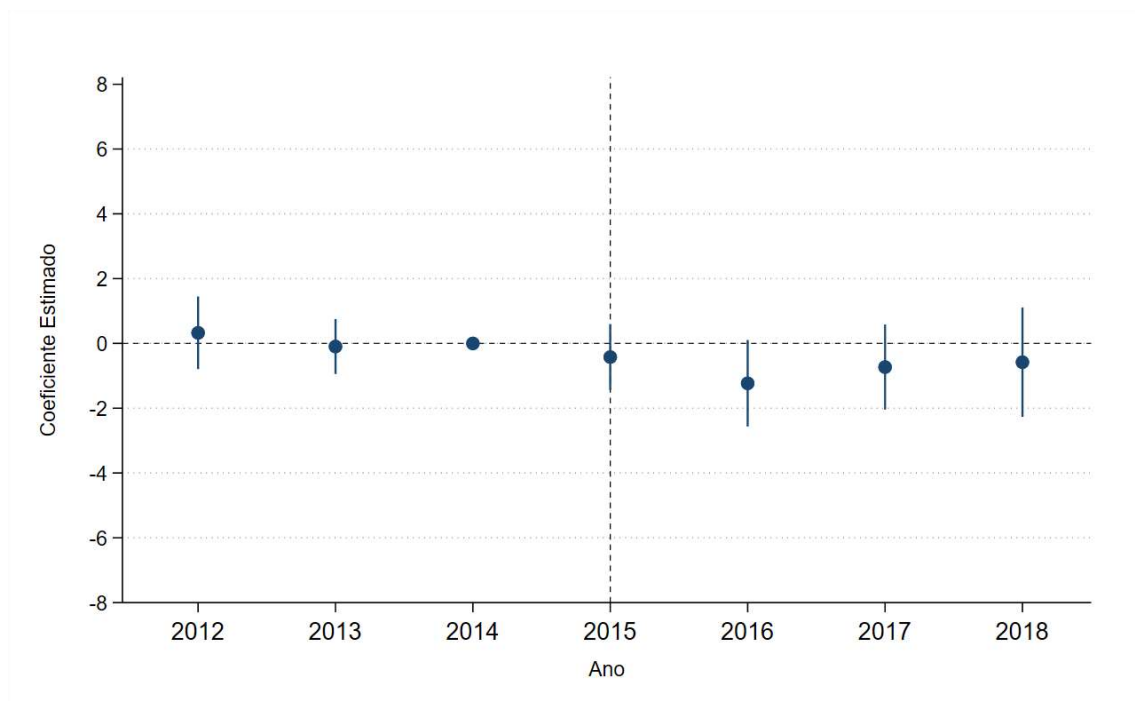
Gráfico 9 — Resultados ano a ano: taxa líquida de matrícula no Ens. Fundamental (grupo de comparação 4)



Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

A despeito do constatado para o ano de 2016 na comparação entre atingidos e municípios a eles pareados no grupo de comparação 4, a similaridade entre os resultados produzidos para as taxas bruta e líquida de matrícula no Ensino Fundamental é notável tanto no Gráfico 9 como no Gráfico 10 em que são representados os coeficientes do modelo de diferença-em-diferenças descrito pela Equação 2 para o caso em que se usa o grupo de comparação 5. A explicação possivelmente jaz no fato de que estes indicadores de impacto são em si bastante semelhantes (ver definições na subseção 2.2.1). De fato, a taxa bruta de matrícula é calculada com base em um conjunto de indivíduos majoritariamente composto por aqueles que são também contemplados pela líquida (que são os que têm idade condizente com a idade considerada aquedada para o nível de ensino em que estão matriculados).

Gráfico 10 — Resultados ano a ano: taxa líquida de matrícula no Ens. Fundamental (grupo de comparação 5)



Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Na Tabela 16 apresentam-se os resultados das estimações do modelo de diferença-em-diferenças descrito na Equação 1 para o indicador de impacto de taxa líquida de matrícula no Ensino Médio. Conforme esperado, os resultados são muito similares aos observados anteriormente para o caso da taxa bruta de matrícula nessa etapa de ensino: encontra-se impacto negativo e estatisticamente significativo ao nível de 5% quando se utilizam nas análises os grupos de comparação 1 (efeito de -3,20 p.p.) e 3 (efeito de -3,67 p.p.). Nos demais casos (análises baseadas na comparação com os grupos 2, 4 e 5), não são encontrados impactos estatisticamente significantes neste indicador (*i.e.*, não se pode rejeitar a hipótese de que o impacto seja igual a zero).

Tabela 16 — Resultados: taxa líquida de matrícula no Ens. Médio

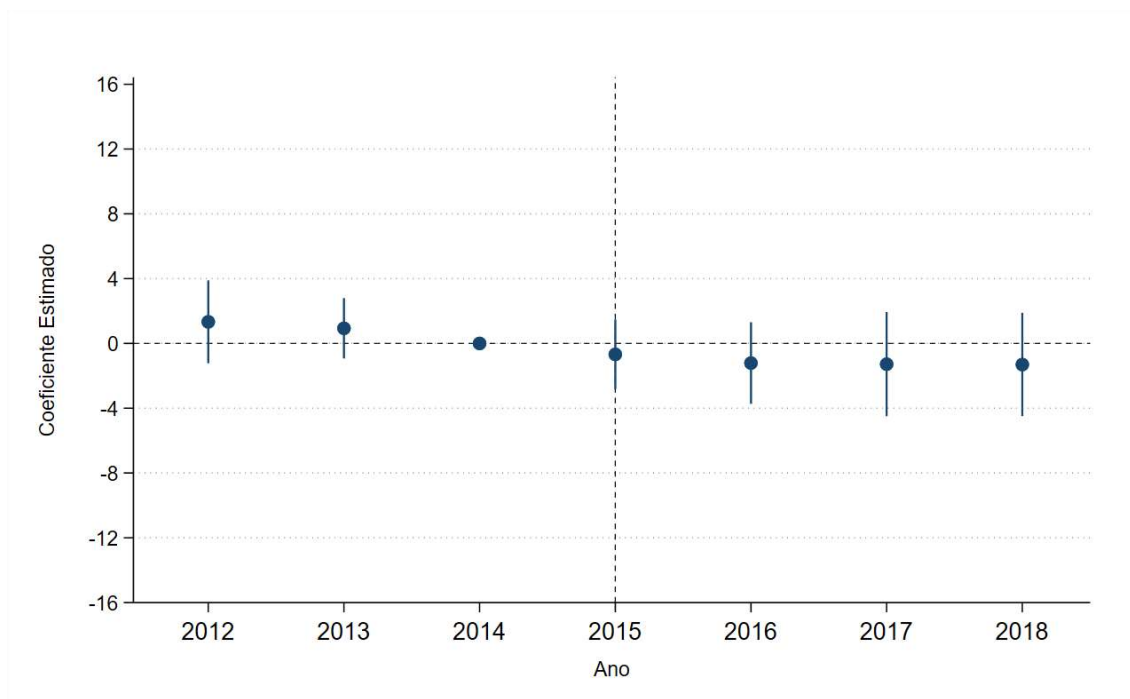
	Grupo comp. 1	Grupo comp. 2	Grupo comp. 3	Grupo comp. 4	Grupo comp. 5
DiD	-3,20	-1,04	-3,67	-2,02	-1,76
Erro-padrão	1,18	1,45	1,25	1,50	1,20
P-valor	0,01	0,47	0,00	0,18	0,14
DiD 2015	1,58	-0,71	1,45	0,59	0,25
Erro-padrão	0,93	1,10	0,99	1,14	0,89
P-valor	0,09	0,52	0,14	0,60	0,78
N	6.517	917	2.233	2.191	2.835

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nota: A especificação do modelo inclui ainda efeitos fixos de tempo e município. Os erros-padrão são robustos a autocorrelação municipal e, nos modelos com pareamento (4 e 5), foram obtidos via *bootstrap* com reamostragem de municípios.

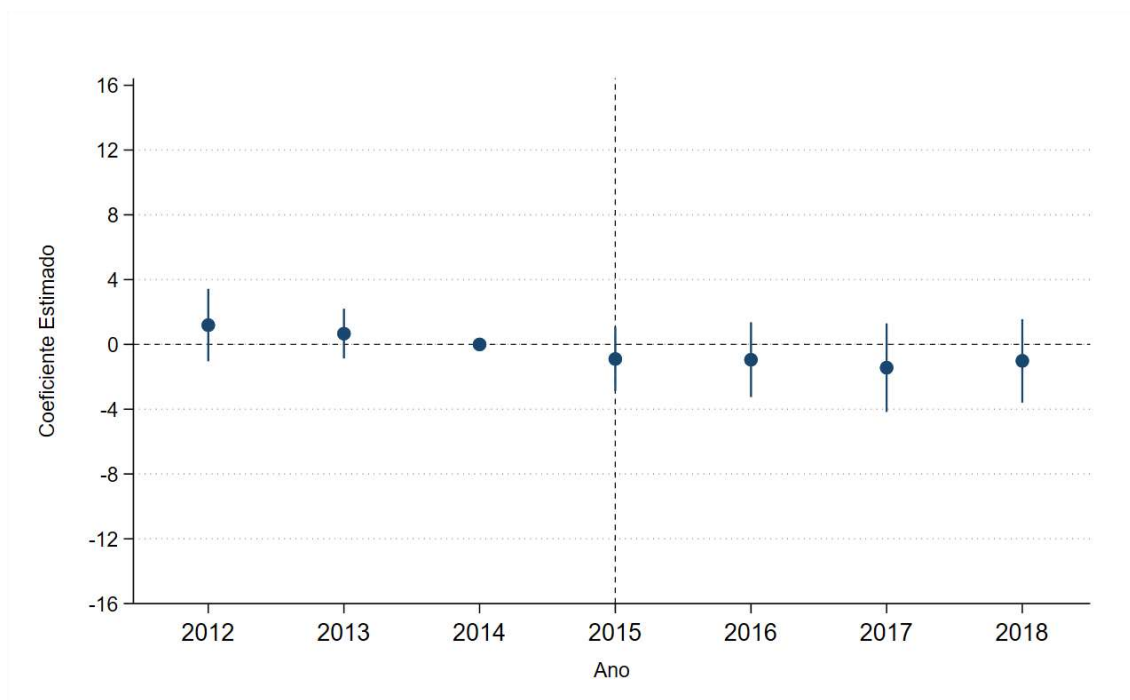
Ainda considerando o indicador de taxa líquida de matrícula no Ensino Médio, Gráfico 11 e no Gráfico 12 são reportadas as estimativas do efeito médio do rompimento ano a ano (parâmetro que mede a diferença das diferenças entre os grupos) utilizando na análise os grupos de comparação 4 e 5, respectivamente. Nestes casos, os coeficientes estimados para os anos pós-rompimento são negativos, mas não estatisticamente significantes ao nível 5%, de forma que não se pode rejeitar a hipótese nula de que o rompimento não teve impacto nesse indicador nesses anos pós-rompimento analisados. Já considerando os parâmetros β_t referentes a anos anteriores ao desastre, nota-se também que em nenhum caso se mostram estatisticamente significantes, indicando similaridade entre as evoluções dos grupos atingido e de comparação quanto a esse indicador no período pré-rompimento.

Gráfico 11 — Resultados ano a ano: taxa líquida de matrícula no Ens. Médio (grupo de comparação 4)



Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Gráfico 12 — Resultados ano a ano: taxa líquida de matrícula no Ens. Médio (grupo de comparação 5)



Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

4.2.2 Taxas de rendimento

4.2.2.1 Taxa de reprovação

A Tabela 17 exibe a média, mediana e desvio-padrão, referentes aos anos de 2012 até 2018, da taxa de reprovação do 5º ano do Ensino Fundamental I, 9º ano do Ensino Fundamental II e 3ª série do Ensino Médio. Tais estatísticas descritivas são exibidas para os grupos atingido e de comparação.

Verificando-se os valores da Tabela 17, é possível observar que, considerando a média, a taxa de reprovação do 9º ano do Ensino Fundamental II é maior que as taxas de reprovação das restantes etapas de ensino, para todos os anos analisados e grupos de municípios considerados — atingido e de comparação. Tal comportamento se repete, também, para a mediana das etapas de ensino analisadas. A taxa de reprovação se mostra, em geral, menor para o 5º ano do Ensino Fundamental I. Como discutido a seguir, com base no Gráfico 13 os números da tabela também apontam que há uma tendência de redução nas taxas de reprovação do 5º ano do EF I para o grupo atingido e para os grupos de comparação, sendo a taxa da queda mais acentuada no grupo atingido. Essa redução é ainda observada para a mediana e para o desvio-padrão das taxas de reprovação do 5º ano do grupo atingido.

Cabe notar que as taxas de reprovação mais altas no 9º ano do EF II e na 3ª série do EM são condizentes com as taxas do indicador de distorção idade-série discutido na subseção 4.2.3 mais altas para essas mesmas etapas de ensino — ora, se há mais reprovação, há mais chance de os alunos daqueles municípios apresentarem defasagem escolar.

Tabela 17 — Estatísticas descritivas: taxa de reprovação

Etapa de Ensino	Ano	Grupo Atingido			Grupo de comparação 1			Grupo de comparação 2		
		Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão
5º ano — EF I	2012	4,91	4,80	3,92	3,77	2,40	4,48	3,54	2,60	3,45
5º ano — EF I	2013	3,32	2,60	3,06	2,24	0,60	3,65	2,86	1,45	3,76
5º ano — EF I	2014	2,46	1,60	2,54	2,30	0,70	3,72	2,96	1,40	3,74
5º ano — EF I	2015	2,48	2,00	2,96	2,91	1,10	4,36	3,46	1,45	5,07
5º ano — EF I	2016	3,54	2,30	4,01	3,03	1,30	4,73	3,76	2,00	5,66
5º ano — EF I	2017	2,35	1,90	2,59	2,61	1,10	3,96	2,85	1,75	3,54
5º ano — EF I	2018	2,68	2,10	2,86	2,57	0,90	3,84	2,70	1,40	3,55
9º ano — EF II	2012	9,75	10,20	5,63	8,04	6,80	6,68	7,61	6,30	5,79
9º ano — EF II	2013	5,42	5,20	4,52	4,11	3,20	4,19	5,97	4,45	5,16
9º ano — EF II	2014	7,34	6,80	3,57	5,49	4,40	5,10	7,03	6,15	5,49
9º ano — EF II	2015	8,41	8,80	4,24	6,86	6,10	5,29	8,11	6,95	5,18

Etapa de Ensino	Ano	Grupo Atingido			Grupo de comparação 1			Grupo de comparação 2		
		Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão
9º ano — EF II	2016	10,54	9,30	5,91	8,07	7,30	5,59	10,43	8,65	6,10
9º ano — EF II	2017	8,92	8,00	4,52	7,86	7,10	5,43	9,24	8,00	5,29
9º ano — EF II	2018	8,87	7,40	5,64	7,92	6,90	5,50	9,31	8,10	6,20
3ª série — EM	2012	4,81	4,40	4,07	4,24	2,60	5,81	5,60	2,50	11,10
3ª série — EM	2013	4,33	3,60	4,09	3,47	2,05	4,36	3,42	2,10	4,15
3ª série — EM	2014	5,87	5,70	4,72	4,68	3,40	5,15	5,05	3,10	5,74
3ª série — EM	2015	5,84	4,50	5,79	4,75	3,05	5,68	5,35	4,00	6,32
3ª série — EM	2016	6,84	5,20	5,72	5,05	3,50	5,68	5,28	3,90	5,76
3ª série — EM	2017	6,32	4,50	6,21	4,87	3,35	5,16	4,69	2,90	5,20
3ª série — EM	2018	7,11	6,40	5,93	4,59	3,40	4,83	3,63	2,80	3,29

Etapa de Ensino	Ano	Grupo de comparação 3			Grupo de comparação 4			Grupo de comparação 5		
		Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão
5º ano — EF I	2012	4,71	3,50	4,84	5,37	4,80	4,61	4,76	3,90	4,56
5º ano — EF I	2013	2,85	1,30	3,79	3,57	1,70	4,28	3,15	1,60	3,85
5º ano — EF I	2014	2,74	1,20	3,59	3,18	2,10	3,53	3,00	1,50	3,50
5º ano — EF I	2015	3,72	2,00	4,82	4,10	2,30	4,69	3,77	2,00	4,74
5º ano — EF I	2016	3,48	1,80	5,02	4,13	2,60	5,02	3,83	2,20	5,52
5º ano — EF I	2017	3,52	1,90	4,69	3,70	2,30	4,63	3,45	2,20	4,38
5º ano — EF I	2018	3,15	1,40	4,25	3,40	2,40	3,72	3,21	1,90	3,81
9º ano — EF II	2012	9,62	8,55	7,52	10,98	11,30	6,93	10,02	9,40	6,66
9º ano — EF II	2013	4,39	3,70	4,24	5,22	4,20	4,16	5,85	4,70	4,83
9º ano — EF II	2014	6,46	5,70	5,54	7,08	6,50	5,09	7,24	6,50	5,17
9º ano — EF II	2015	7,92	7,15	5,74	8,39	8,50	5,42	8,57	8,20	5,37
9º ano — EF II	2016	9,11	8,50	5,92	9,93	9,60	5,26	10,05	9,30	5,67
9º ano — EF II	2017	8,85	8,30	6,23	9,67	9,90	5,53	9,50	9,10	5,55
9º ano — EF II	2018	8,57	7,90	5,53	9,09	8,10	5,40	9,09	7,90	5,71
3ª série — EM	2012	4,89	3,20	5,70	6,26	5,50	6,01	6,02	4,70	6,44
3ª série — EM	2013	4,00	2,70	4,77	4,48	3,50	4,47	4,45	3,40	4,63
3ª série — EM	2014	5,47	3,80	5,88	5,75	4,70	5,45	5,78	4,50	5,69
3ª série — EM	2015	5,32	3,20	6,34	6,22	5,70	6,03	5,98	5,30	5,99
3ª série — EM	2016	5,57	3,80	5,98	6,24	5,00	6,62	5,76	4,50	5,77
3ª série — EM	2017	5,64	4,00	5,78	5,62	4,80	5,34	5,94	4,80	5,63
3ª série — EM	2018	5,04	3,70	5,39	5,43	4,30	4,87	5,01	4,10	4,60

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

A evolução da média dos indicadores em análise nesta subseção pode ser observada nos Gráficos 13, 14 e 15 para o grupo atingido e cada um dos grupos de comparação, respectivamente, para o 5º ano do Ensino Fundamental I, 9º ano do Ensino Fundamental II e 3ª série do Ensino Médio.

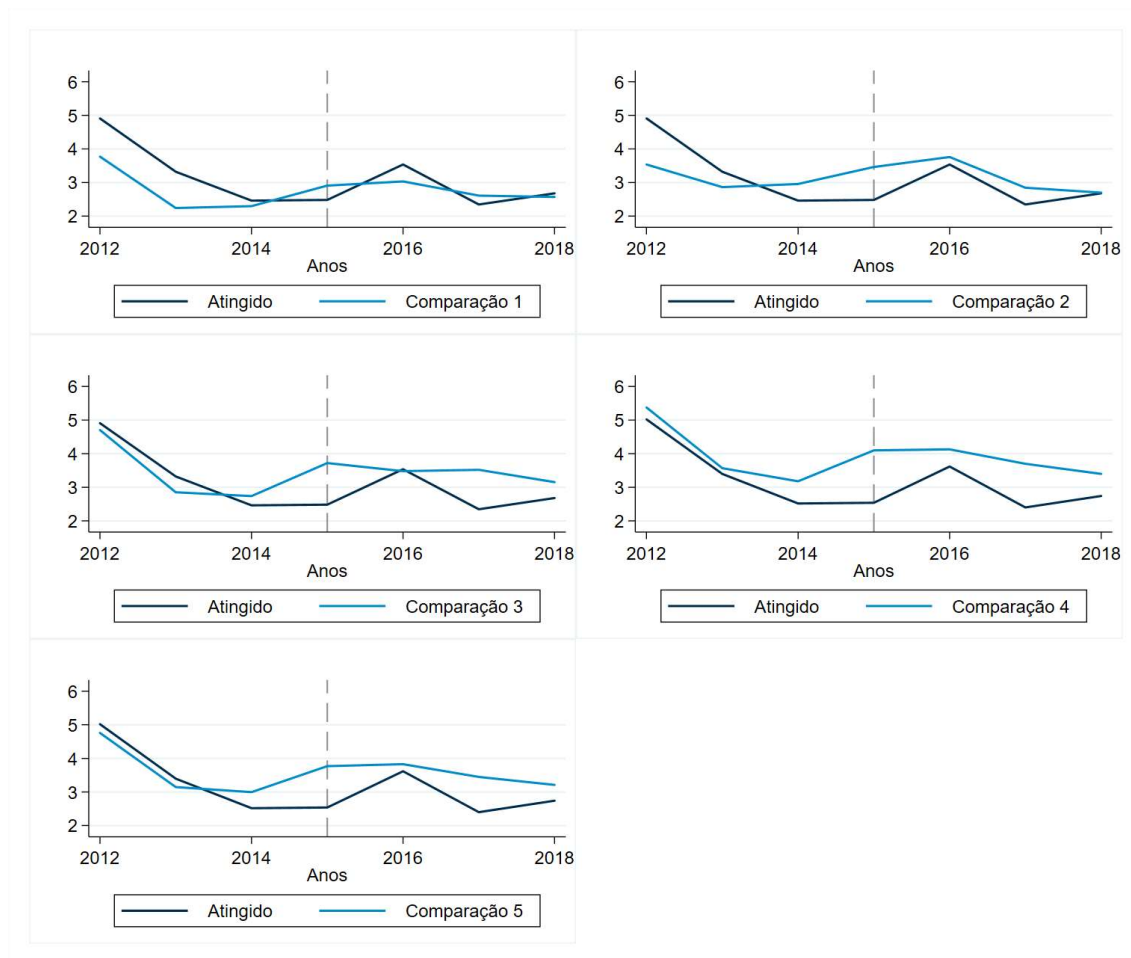
No Gráfico 13 que apresenta a evolução da taxa de reprovação do 5º ano do Ensino Fundamental I, é possível observar que as tendências pré-rompimento eram de queda para todos os grupos, mas apresentavam inclinações distintas. Ao analisar especificamente a curva que representa a média para o grupo atingido, é possível

verificar que no período pré-rompimento, tal curva apresenta uma tendência de queda, ao passo que, no período pós-rompimento, houve um aumento da taxa em questão em 2016, que depois caiu e voltou a subir, nos anos de 2017 e 2018, não havendo, portanto, um movimento uniforme. Já nos grupos de comparação 1, 3, 4 e 5, entre 2012 e 2014 houve queda da média da taxa de reprovação, seguido por um período de aumento, que terminou em 2016, quando novamente voltou a cair.

A partir do Gráfico 14 observam-se movimentos similares para as evoluções das taxas de reprovação no 9º ano do Ensino Fundamental II dos grupos atingido e de comparação ao longo do período, tendo havido uma queda nas taxas de reprovação entre 2012 e 2013, seguida por um período de aumento nessa taxa, até 2016, quando voltou a cair, com queda mais acentuada no grupo atingido.

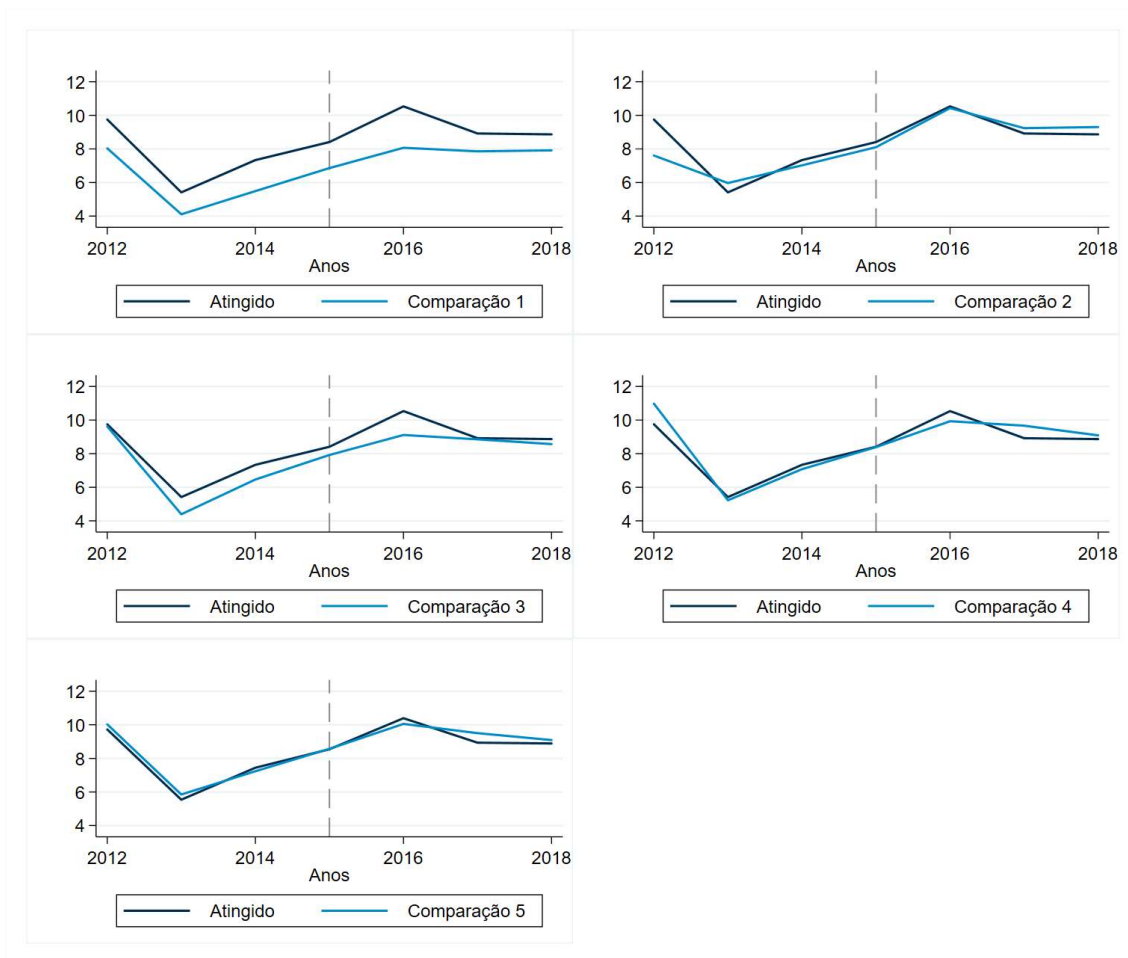
Por fim, o Gráfico 15 mostra a evolução das taxas de reprovação na 3ª série do Ensino Médio para os grupos atingido e de comparação. Para todos os grupos, a tendência vinha sendo de aumento na taxa de reprovação, que continuou para o grupo atingido, ao passo que para os de comparação houve uma estagnação no período pós-rompimento, e leve queda a partir de 2017 para os grupos de comparação 1, 2 e 4, e a partir de 2018 para os grupos 3 e 5.

Gráfico 13 — Evolução ao longo do tempo: taxa de reprovação no 5º ano do Ens. Fund. I



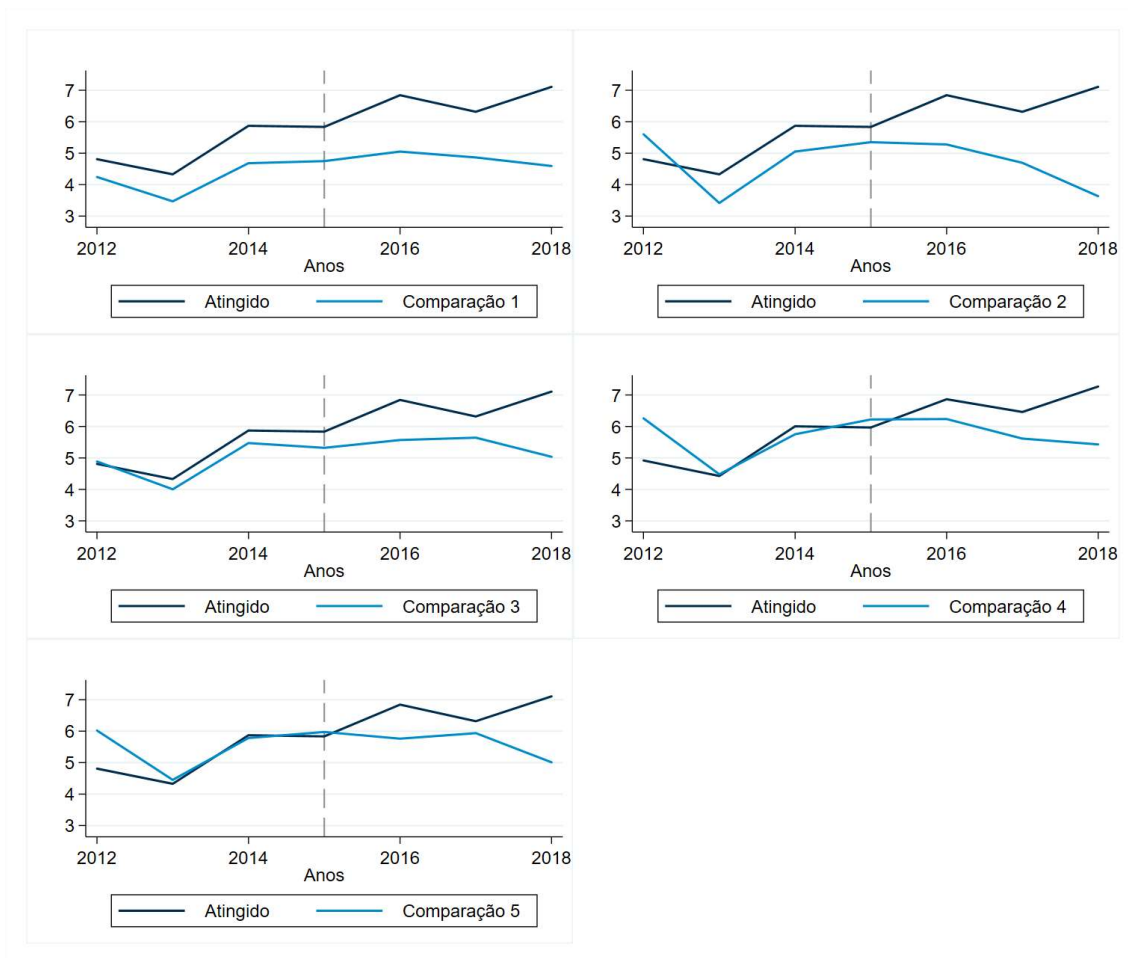
Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Gráfico 14 — Evolução ao longo do tempo: taxa de reprovação no 9º ano do Ens. Fund. II



Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Gráfico 15 — Evolução ao longo do tempo: taxa de reprovação na 3ª série do Ens. Médio



Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nas Tabelas 18 e 19 estão reportados os resultados para a estimação da Equação 1 quando o indicador de impacto em análise é a taxa de reprovação em cada uma das séries/anos escolares supracitados.

Os resultados indicam que o rompimento da barragem teve efeito negativo nas taxas de reprovação para o 5º ano do Ensino Fundamental I (EF I) (ver tabela 18) sendo esse impacto estatisticamente significativo apenas quando a análise se baseia na comparação com o grupo de comparação 1. Destaca-se também que, à exceção do grupo de comparação 4, as estimativas dos coeficientes para esse ano escolar são bastante estáveis entre as especificações, indicando que a Equação 1 não é tão sensível ao grupo de comparação utilizado para o caso dessa variável e desse ano escolar.

Pode-se notar também que o resultado estimado para o impacto do rompimento na taxa de reprovação do 9º ano do EF II foi negativo, mas não significativo estatisticamente em

todas as análises, exceto quando utiliza-se o grupo de comparação 4, quando o coeficiente estimado é positivo, mas também não é estatisticamente diferente de zero ao nível de 5% de significância (Tabela 19)

No caso da taxa de reprovação na 3ª série do EM, a Tabela 20 mostra que o efeito do rompimento nessa variável foi positivo e estatisticamente significativo a 10% de significância no caso em que se utiliza o grupo de comparação 4: aumento de 1,48 p.p. na taxa de reprovação. Para o caso das análises utilizando os grupos de comparação 2 e 5 o resultado é estatisticamente significativo ao nível de 5%. Para o coeficiente estimado utilizando-se o grupo de comparação 5, por exemplo, o resultado indica que o rompimento aumentou, na média, 1,60 p.p. a taxa de reprovação na 3ª série do Ensino Médio nos municípios atingidos.

Tabela 18 — Resultados: taxa de reprovação no 5º ano do Ens. Fund. I

	Grupo comp. 1	Grupo comp. 2	Grupo comp. 3	Grupo comp. 4	Grupo comp. 5
DiD	-0,68	-0,69	-0,66	-0,43	-0,59
Erro-padrão	0,33	0,44	0,37	0,58	0,44
P-valor	0,04	0,11	0,07	0,46	0,18
DiD 2015	-0,54	-0,73	-0,71	-0,74	-0,66
Erro-padrão	0,26	0,51	0,32	0,51	0,41
P-valor	0,04	0,15	0,03	0,15	0,11
N	6.398	917	2.198	2.156	2.723

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nota: A especificação do modelo inclui ainda efeitos fixos de tempo e município. Os erros-padrão são robustos à autocorrelação municipal e, nos modelos com pareamento (4 e 5), foram obtidos via *bootstrap* com reamostragem de municípios.

Tabela 19 — Resultados: taxa de reprovação no 9º ano do Ens. Fund. II

	Grupo comp. 1	Grupo comp. 2	Grupo comp. 3	Grupo comp. 4	Grupo comp. 5
DiD	-0,13	-0,85	-0,08	0,14	-0,01
Erro-padrão	0,62	0,85	0,67	0,90	0,68
P-valor	0,83	0,32	0,90	0,88	0,99
DiD 2015	0,06	0,52	-0,11	0,14	0,12
Erro-padrão	0,66	0,90	0,73	1,11	0,90
P-valor	0,93	0,56	0,88	0,90	0,90
N	6.496	917	2.219	2.184	2.772

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nota: A especificação do modelo inclui ainda efeitos fixos de tempo e município. Os erros-padrão são robustos a autocorrelação municipal e, nos modelos com pareamento (4 e 5), foram obtidos via *bootstrap* com reamostragem de municípios.

Tabela 20 — Resultados: taxa de reprovação na 3ª série do Ens. Médio

	Grupo comp. 1	Grupo comp. 2	Grupo comp. 3	Grupo comp. 4	Grupo comp. 5
DiD	1,05	1,91	1,12	1,48	1,60
Erro-padrão	0,64	0,85	0,69	0,87	0,74
P-valor	0,10	0,03	0,10	0,09	0,03
DiD 2015	-0,83	-1,74	-0,83	-1,36	-1,33
Erro-padrão	0,94	1,18	1,00	1,35	1,09
P-valor	0,37	0,14	0,41	0,31	0,23
N	6.447	910	2.212	2.170	2.751

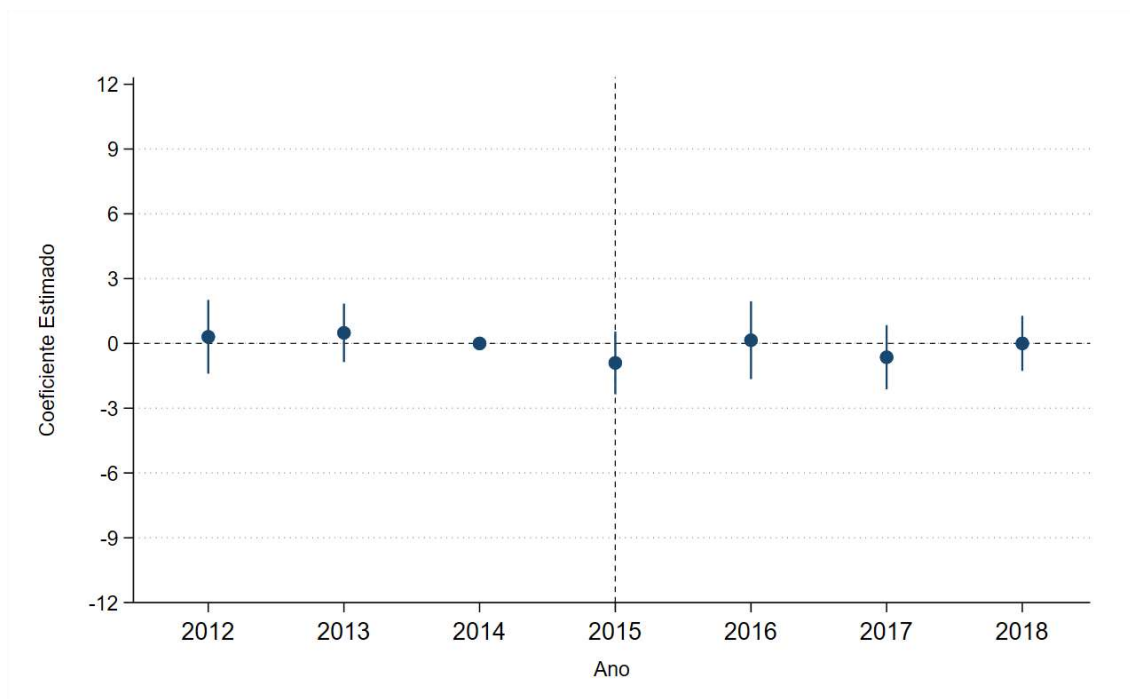
Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nota: A especificação do modelo inclui ainda efeitos fixos de tempo e município. Os erros-padrão são robustos a autocorrelação municipal e, nos modelos com pareamento (4 e 5), foram obtidos via *bootstrap* com reamostragem de municípios.

Os resultados das estimações da Equação 2 para as taxas de reprovação nos três anos escolares analisados são reportados nos Gráficos 16, 17, 18, 19, 20 e 21. Os dois primeiros gráficos se referem às estimações quando a variável dependente é a taxa de reprovação no 5º ano do Ensino Fundamental I, sendo o primeiro com o uso do grupo de comparação 4 e o segundo com o grupo de comparação 5. Nesses casos, observa-se que todos os coeficientes de interesse estimados são próximos de zero e em nenhum deles há significância estatística, o que também se observa no resultado encontrado nas duas últimas colunas da tabela.

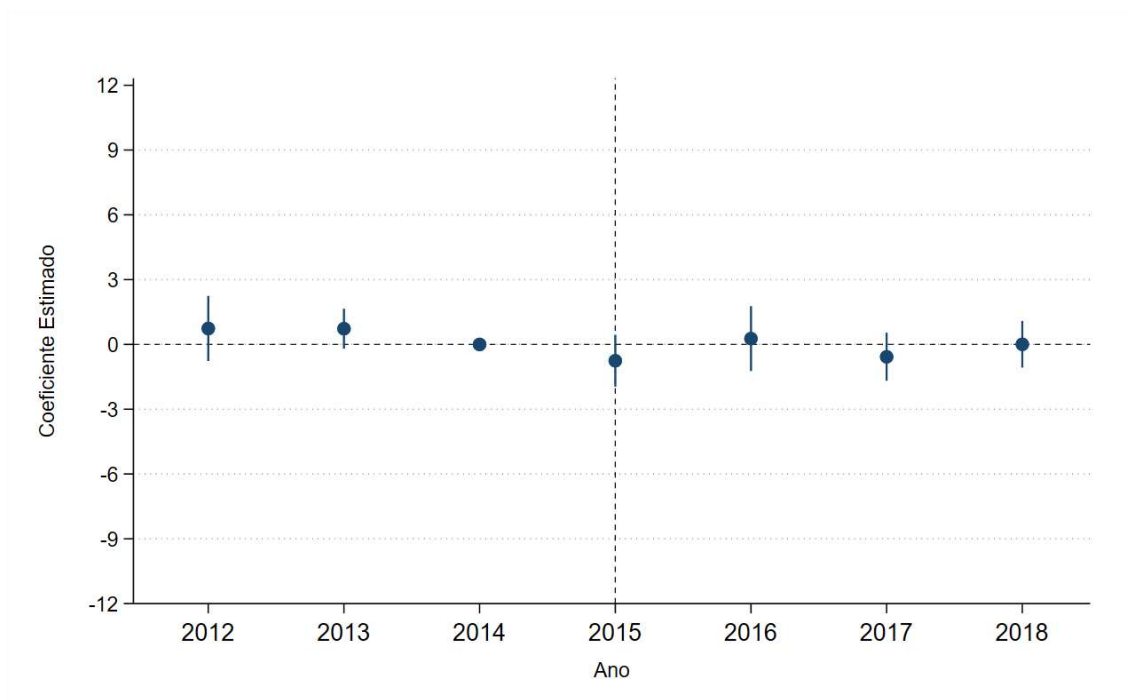
No Gráfico 18 e no Gráfico 19 estão expostos os resultados das estimações para o 9º ano do EF II. O resultado vai na linha do que se encontrou para a taxa de reprovação no 5º ano do EF I, ou seja, os coeficientes estimados para os parâmetros de interesse não possuem significância estatística ao nível de 5% (*i.e.*, não se pode rejeitar a hipótese nula de que são iguais a zero). Em seguida, pode-se notar pelo Gráfico 20 e pelo Gráfico 21 que os coeficientes estimados para os anos pós-rompimento são sempre positivos, mas não são estatisticamente significantes quando se estimam os impactos do rompimento sobre a taxa de reprovação da 3ª série do EM.

Gráfico 16 — Resultados ano a ano: taxa de reprovação no 5º ano do Ens. Fund. I (grupo de comparação 4)



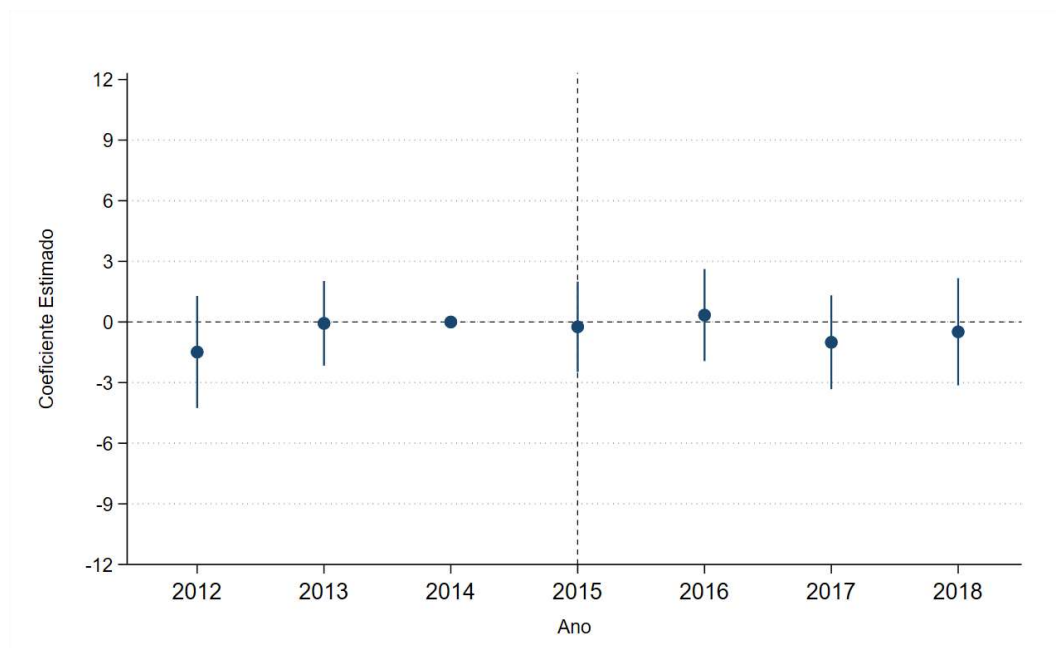
Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Gráfico 17 — Resultados ano a ano: taxa de reprovação no 5º ano do Ens. Fund. I (grupo de comparação 5)



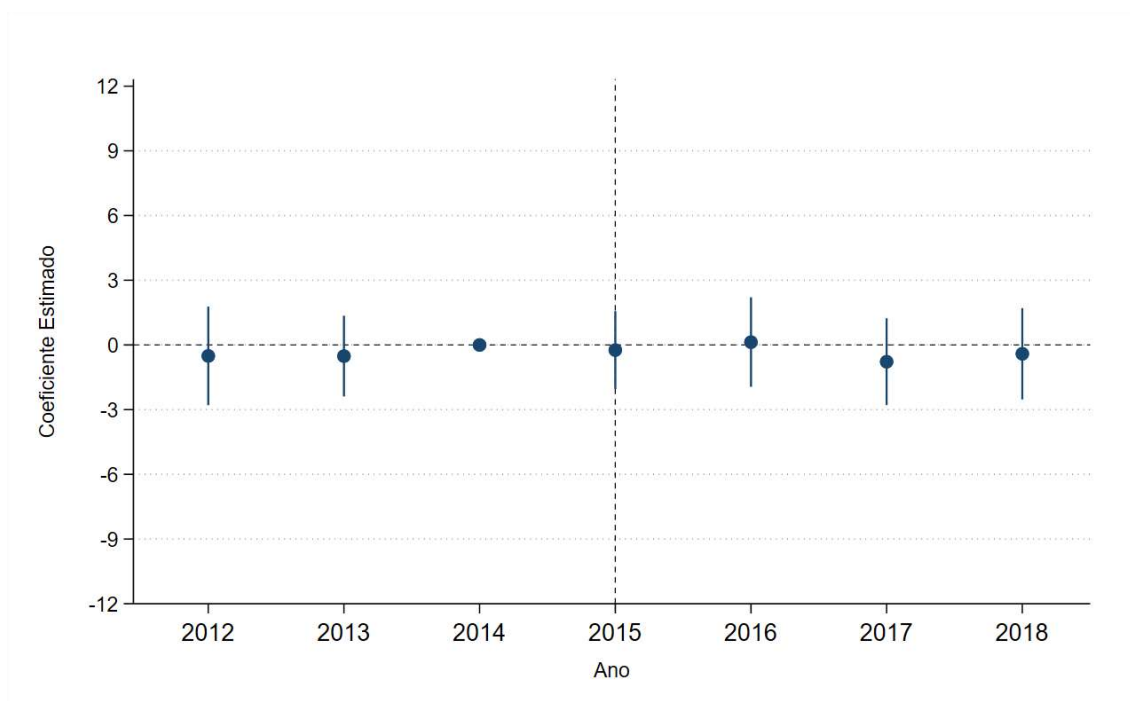
Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Gráfico 18 — Resultados ano a ano: taxa de reprovação no 9º ano do Ens. Fund. II (grupo de comparação 4)



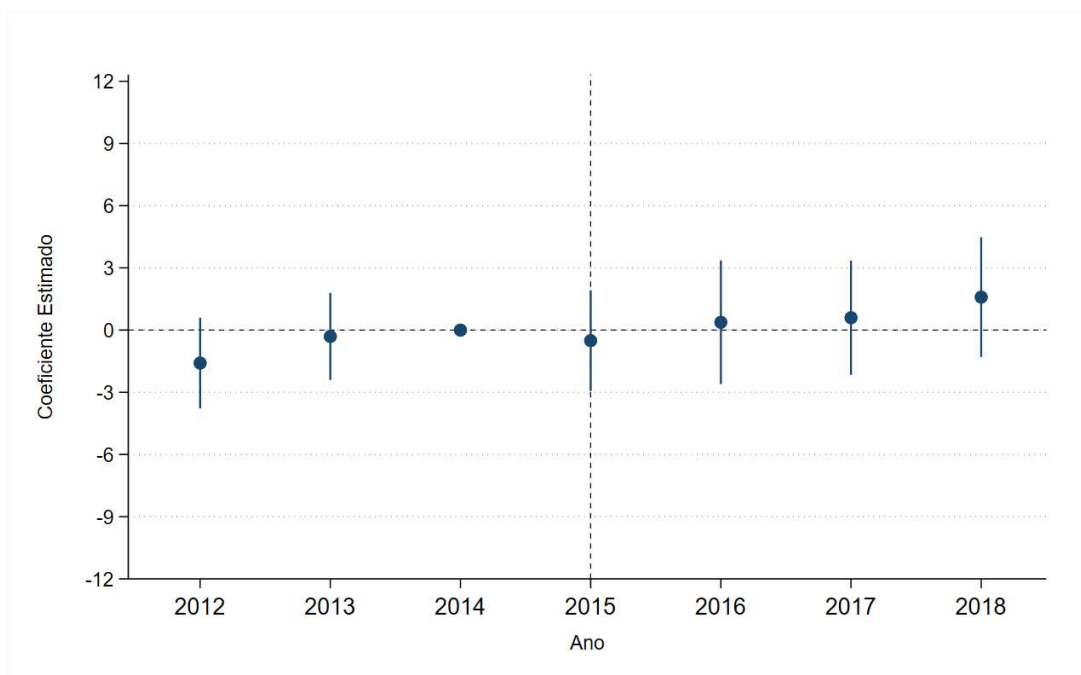
Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Gráfico 19 — Resultados ano a ano: taxa de reprovação no 9º ano do Ens. Fund. II (grupo de comparação 5)



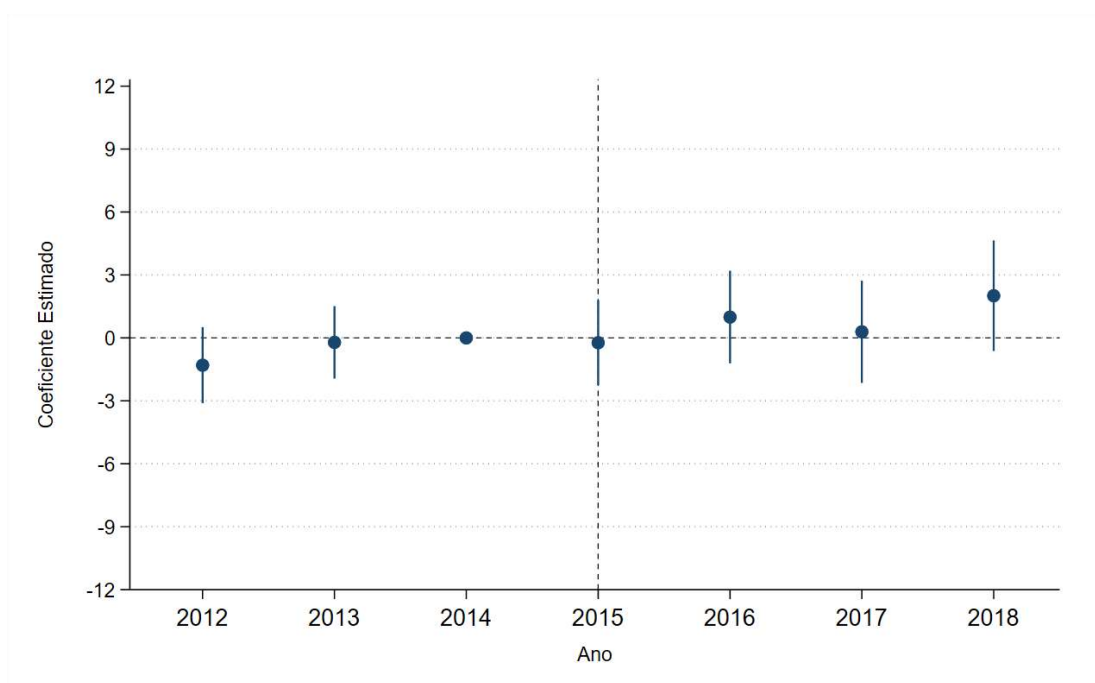
Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Gráfico 20 — Resultados ano a ano: taxa de reprovação na 3ª série do Ens. Médio (grupo de comparação 4)



Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Gráfico 21 — Resultados ano a ano: taxa de reprovação na 3ª série do Ens. Médio (grupo de comparação 5)



Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

4.2.2.2 Taxa de aprovação

Na Tabela 21 estão reportados os valores anuais da média, mediana e desvio-padrão da taxa de aprovação no 5º ano do Ensino Fundamental I (EF I), 9º ano do Ensino Fundamental II (EF II) e 3ª série do Ensino Médio (EM) para o grupo de municípios atingidos e para os cinco grupos de comparação. Pode-se perceber que as médias e medianas da variável no EF I são superiores às das outras duas etapas escolares. Esse padrão é consistente com o das taxas de reprovação, que são mais altas para o 9º ano do Ensino Fundamental e para a 3ª série do Ensino Médio. Comparando apenas o EF II e o EM, nota-se que o segundo tem taxa de aprovação ligeiramente superior ao primeiro em praticamente todos os anos (exceção ao ano de 2013). Pelos valores dos desvios-padrão verifica-se que há menor variabilidade nas taxas do 5º ano do EF I, seguido, em geral, pelo 9º ano do EF II.

Observa-se, ainda, para o grupo atingido, um aumento da média e da mediana da taxa de aprovação para o 5º ano, ao passo que para as demais etapas têm-se oscilações que implicam em geral o mesmo nível ou sutil elevação da média e mediana da taxa de aprovação de 2012 para 2018. A média e a mediana da taxa de aprovação também aumentaram no 5º ano para os grupos de comparação 1 a 5, com queda na variabilidade. À exceção da média na taxa do 9º ano para o grupo de comparação 2, todos os grupos de comparação também tiveram aumento na média e na mediana da taxa de aprovação dessa etapa do nível de 2012 para o do ano de 2018, padrão também observado para a 3ª série do Ensino Médio.

Tabela 21 — Estatísticas descritivas: taxa de aprovação

Etapa de Ensino	Ano	Grupo Atingido			Grupo de comparação 1			Grupo de comparação 2		
		Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão
5º ano — EF I	2012	94,31	94,70	4,44	95,52	96,70	4,72	95,72	96,50	3,93
5º ano — EF I	2013	96,03	96,30	3,17	97,21	98,60	3,83	96,41	97,50	4,05
5º ano — EF I	2014	97,06	97,70	2,64	97,30	98,80	3,88	96,58	97,65	3,88
5º ano — EF I	2015	97,02	97,90	3,28	96,69	98,40	4,55	96,02	97,95	5,31
5º ano — EF I	2016	95,94	96,80	4,27	96,65	98,30	4,92	95,93	97,80	5,86
5º ano — EF I	2017	97,18	97,50	2,82	97,06	98,60	4,22	96,85	97,80	3,65
5º ano — EF I	2018	97,00	97,90	3,20	97,17	98,70	3,96	97,09	98,25	3,58
9º ano — EF II	2012	86,54	86,30	7,15	87,93	89,10	7,77	88,48	90,00	6,52
9º ano — EF II	2013	91,68	92,20	4,72	92,63	93,60	5,37	90,94	91,40	5,97
9º ano — EF II	2014	90,34	90,40	4,23	91,42	92,50	6,15	89,60	90,60	6,13
9º ano — EF II	2015	88,65	88,40	5,06	89,82	90,70	6,32	88,13	89,30	6,17
9º ano — EF II	2016	86,60	86,90	6,50	88,44	89,10	6,55	85,73	87,00	6,56
9º ano — EF II	2017	86,61	88,60	7,20	87,86	88,50	7,21	86,45	87,60	7,13
9º ano — EF II	2018	88,24	89,70	6,09	88,76	89,60	6,39	87,36	88,20	7,25

Etapa de Ensino	Ano	Grupo Atingido			Grupo de comparação 1			Grupo de comparação 2		
		Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão
3ª série — EM	2012	89,77	89,70	5,51	90,59	91,80	7,12	88,72	90,60	11,40
3ª série — EM	2013	91,35	91,30	4,91	92,08	93,30	6,08	92,16	93,50	5,52
3ª série — EM	2014	90,42	90,90	5,75	91,10	92,20	6,48	90,90	92,50	6,72
3ª série — EM	2015	90,25	91,20	7,12	90,95	91,90	6,84	91,23	92,70	7,06
3ª série — EM	2016	90,47	91,20	6,69	90,96	92,20	6,93	91,67	93,20	6,39
3ª série — EM	2017	90,62	92,00	6,60	91,07	92,20	6,74	92,49	93,50	5,80
3ª série — EM	2018	89,25	90,20	6,83	90,70	92,00	6,89	92,38	93,10	4,89

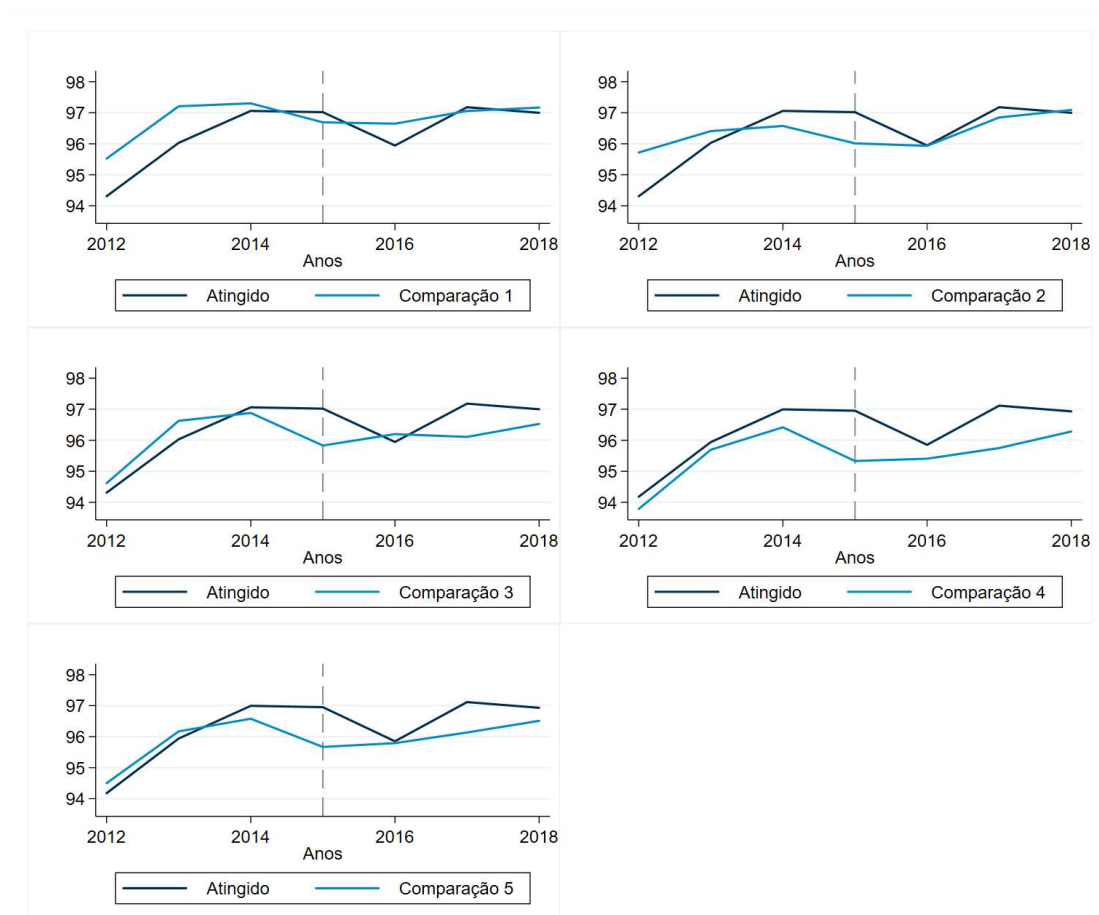
Etapa de Ensino	Ano	Grupo de comparação 3			Grupo de comparação 4			Grupo de comparação 5		
		Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão
5º ano — EF I	2012	94,62	95,70	5,00	93,79	94,20	4,84	94,50	95,40	4,85
5º ano — EF I	2013	96,63	98,10	4,03	95,70	97,60	4,89	96,17	97,60	4,30
5º ano — EF I	2014	96,88	98,60	3,83	96,42	97,30	3,76	96,58	97,90	3,73
5º ano — EF I	2015	95,83	97,60	4,99	95,33	97,10	4,94	95,67	97,60	4,94
5º ano — EF I	2016	96,20	97,70	5,25	95,41	97,00	5,25	95,79	97,40	5,76
5º ano — EF I	2017	96,11	97,60	4,84	95,75	97,20	4,81	96,14	97,40	4,45
5º ano — EF I	2018	96,53	98,40	4,39	96,28	97,40	3,78	96,51	97,90	3,89
9º ano — EF II	2012	86,65	87,90	8,68	85,56	85,70	7,40	86,41	86,70	7,37
9º ano — EF II	2013	92,24	93,20	5,56	91,09	91,80	5,94	90,85	91,50	6,10
9º ano — EF II	2014	90,54	91,65	6,71	90,02	90,30	6,02	89,87	90,50	5,87
9º ano — EF II	2015	88,73	89,30	6,76	88,50	89,20	5,99	88,09	89,00	6,13
9º ano — EF II	2016	87,34	88,10	6,96	86,93	87,30	6,08	86,85	87,70	6,28
9º ano — EF II	2017	86,74	87,65	8,54	86,52	86,70	6,97	86,59	87,60	7,12
9º ano — EF II	2018	88,07	88,55	6,27	88,06	88,40	6,08	87,91	88,60	6,52
3ª série — EM	2012	90,14	91,30	7,42	88,52	89,10	7,35	88,61	89,40	7,73
3ª série — EM	2013	91,44	93,20	6,93	90,56	91,50	6,01	90,76	91,80	6,31
3ª série — EM	2014	90,58	92,00	7,09	90,30	91,60	6,42	90,23	91,60	6,76
3ª série — EM	2015	90,51	91,90	7,61	89,81	90,70	7,04	90,03	91,10	7,09
3ª série — EM	2016	90,29	91,50	7,50	89,62	91,90	8,74	90,40	91,70	7,35
3ª série — EM	2017	90,35	91,40	7,19	90,84	91,50	6,87	90,60	91,40	6,74
3ª série — EM	2018	90,33	91,40	7,14	90,49	90,80	6,31	90,75	91,60	6,07

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nos gráficos 22, 23 e 24 é apresentada a evolução anual das taxas de aprovação para os três anos escolares considerando cada um dos cinco grupos de comparação e o grupo atingido. Novamente, a linha vertical separa o período pré-rompimento (até 2015) do período pós-rompimento. No caso da taxa de aprovação do 5º ano do EF I, destaca-se a tendência geral de crescimento para todos os grupos analisados, sendo que existe um movimento de queda seguido de recuperação no meio dessa série, em 2016 para o grupo atingido e em 2015 para os grupos de comparação. A evolução das médias das taxas de aprovação no 9º ano do EF II do grupo de municípios atingidos e de comparação se apresenta com um comportamento mais parecido entre si do que a anterior (principalmente os grupos 1 e 5). No geral, o comportamento é de um aumento do primeiro para o segundo ano analisados, seguido de uma queda até 2016, quando há uma leve recuperação. Para a 3ª série do EM é possível se verificar que a tendência geral (exceção aos grupos de comparação 2 e 4) para as médias dessa variável é de

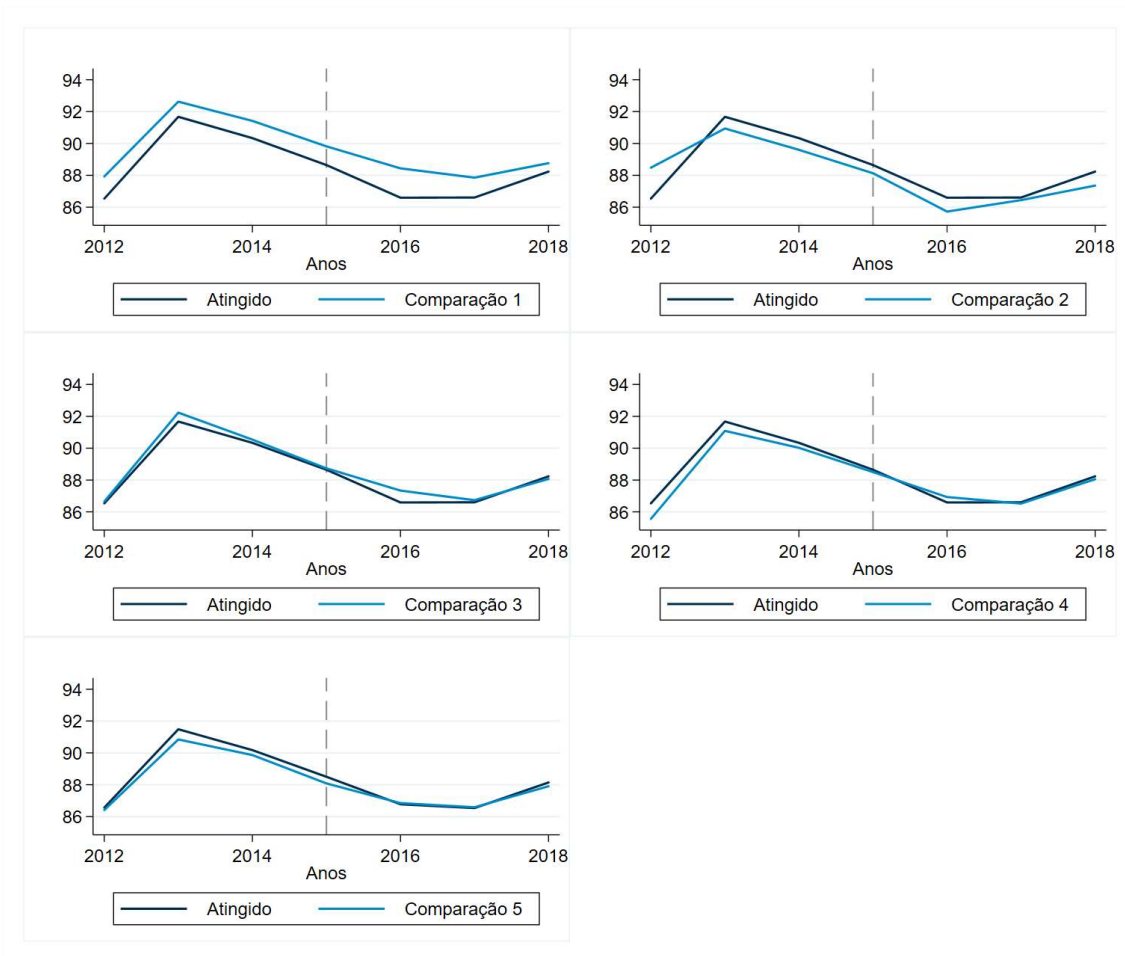
um aumento inicial de 2012 para 2013, seguido de uma leve estagnação, ocorrendo uma queda em 2018, sendo esta última mais acentuada para o grupo atingido.

Gráfico 22 — Evolução ao longo do tempo: taxa de aprovação no 5º ano do Ens. Fund. I



Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Gráfico 23 — Evolução ao longo do tempo: taxa de aprovação no 9º ano do Ens. Fund. II



Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Gráfico 24 — Evolução ao longo do tempo: taxa de aprovação na 3ª série do Ens. Médio



Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Os resultados das estimações da Equação 1 para este indicador de impacto estão nas Tabelas 22, 23 e 24. Para a taxa de aprovação no 5º ano do EF (Tabela 22), não se observa impacto estatisticamente significativo do rompimento, isto é, não se pode rejeitar a hipótese de que ele seja igual a zero. Quando se analisa o impacto do rompimento na taxa de aprovação do 9º ano do EF II (Tabela 23), encontra-se um efeito negativo quando a análise utiliza os grupos de comparação 1, 4 ou 5, mas positivo quando utilizados os grupos 2 ou 3 para comparação, mas em todos os casos o efeito não é estatisticamente significativo. Na Tabela 24, o resultado das estimações para a taxa de aprovação da 3ª série do EM indica que o impacto do rompimento foi negativo, mas somente teve significância estatística quando utilizado o grupo de comparação 2. Neste caso estima-se que o efeito do rompimento foi de uma redução, na média, de 1,99 p.p. da taxa de aprovação da 3ª série do EM do grupo atingido no pós-rompimento.

Tabela 22 — Resultados: taxa de aprovação no 5º ano do Ens. Fund. I

	Grupo comp. 1	Grupo comp. 2	Grupo comp. 3	Grupo comp. 4	Grupo comp. 5
DiD	0,63	0,52	0,67	0,41	0,53
Erro-padrão	0,34	0,46	0,39	0,63	0,46
P-valor	0,07	0,26	0,08	0,51	0,25
DiD 2015	0,58	0,92	0,76	0,80	0,80
Erro-padrão	0,30	0,54	0,35	0,54	0,43
P-valor	0,05	0,09	0,03	0,14	0,07
N	6.398	917	2.198	2.156	2.723

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nota: A especificação do modelo inclui ainda efeitos fixos de tempo e município. Os erros-padrão são robustos à autocorrelação municipal e, nos modelos com pareamento (4 e 5), foram obtidos via *bootstrap* com reamostragem de municípios.

Tabela 23 — Resultados: taxa de aprovação no 9º ano do Ens. Fund. II

	Grupo comp. 1	Grupo comp. 2	Grupo comp. 3	Grupo comp. 4	Grupo comp. 5
DiD	-0,06	0,79	0,06	-0,65	-0,33
Erro-padrão	0,71	1,00	0,78	0,95	0,74
P-valor	0,93	0,43	0,94	0,49	0,66
DiD 2015	0,03	-0,12	0,15	0,17	0,38
Erro-padrão	0,63	0,88	0,71	1,03	0,84
P-valor	0,96	0,89	0,83	0,87	0,65
N	6.496	917	2.219	2.184	2.772

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nota: A especificação do modelo inclui ainda efeitos fixos de tempo e município. Os erros-padrão são robustos à autocorrelação municipal e, nos modelos com pareamento (4 e 5), foram obtidos via *bootstrap* com reamostragem de municípios.

Tabela 24 — Resultados: taxa de aprovação na 3ª série do Ens. Médio

	Grupo comp. 1	Grupo comp. 2	Grupo comp. 3	Grupo comp. 4	Grupo comp. 5
DiD	-0,05	-1,99	0,00	-0,89	-1,11
Erro-padrão	0,64	0,92	0,72	0,99	0,80
P-valor	0,93	0,03	1,00	0,37	0,16
DiD 2015	0,10	1,09	-0,05	0,61	0,69
Erro-padrão	0,95	1,21	1,03	1,52	1,15
P-valor	0,91	0,37	0,96	0,69	0,55
N	6.447	910	2.212	2.170	2.751

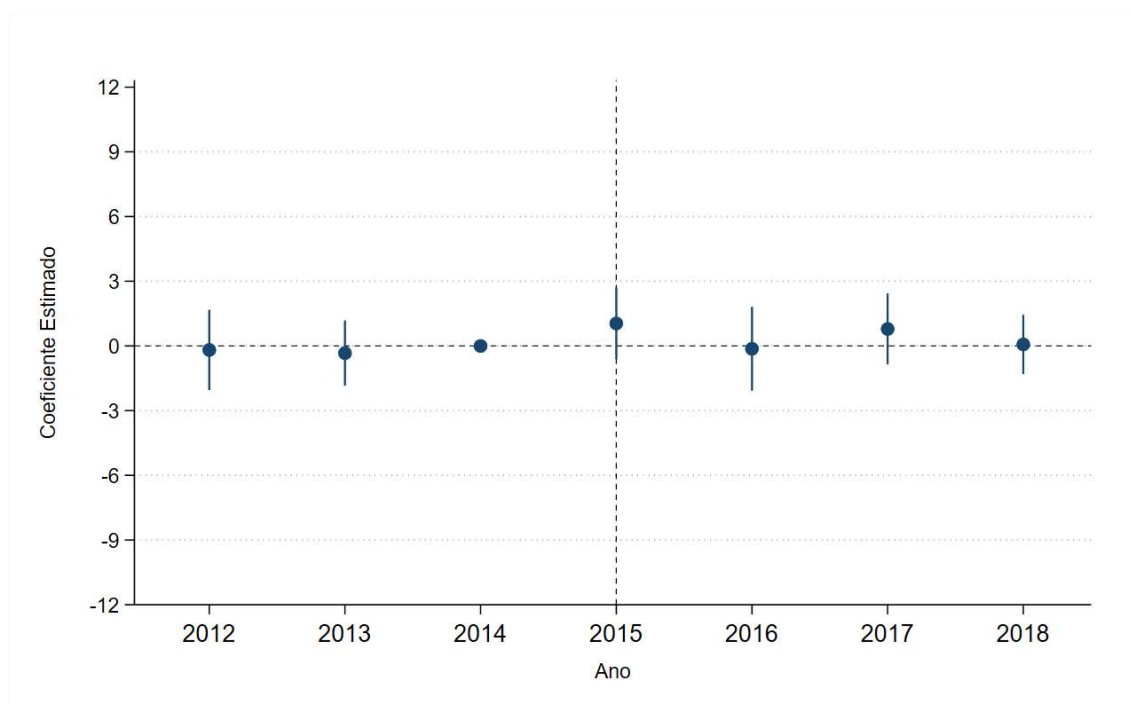
Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nota: A especificação do modelo inclui ainda efeitos fixos de tempo e município. Os erros-padrão são robustos à autocorrelação municipal e, nos modelos com pareamento (4 e 5), foram obtidos via *bootstrap* com reamostragem de municípios.

Nos Gráficos 25, 26, 27, 28, 29 e 30 estão reportados os resultados principais das estimativas da Equação 2 ainda se considerando o indicador de impacto de taxa de aprovação e as três séries/anos escolares considerados.

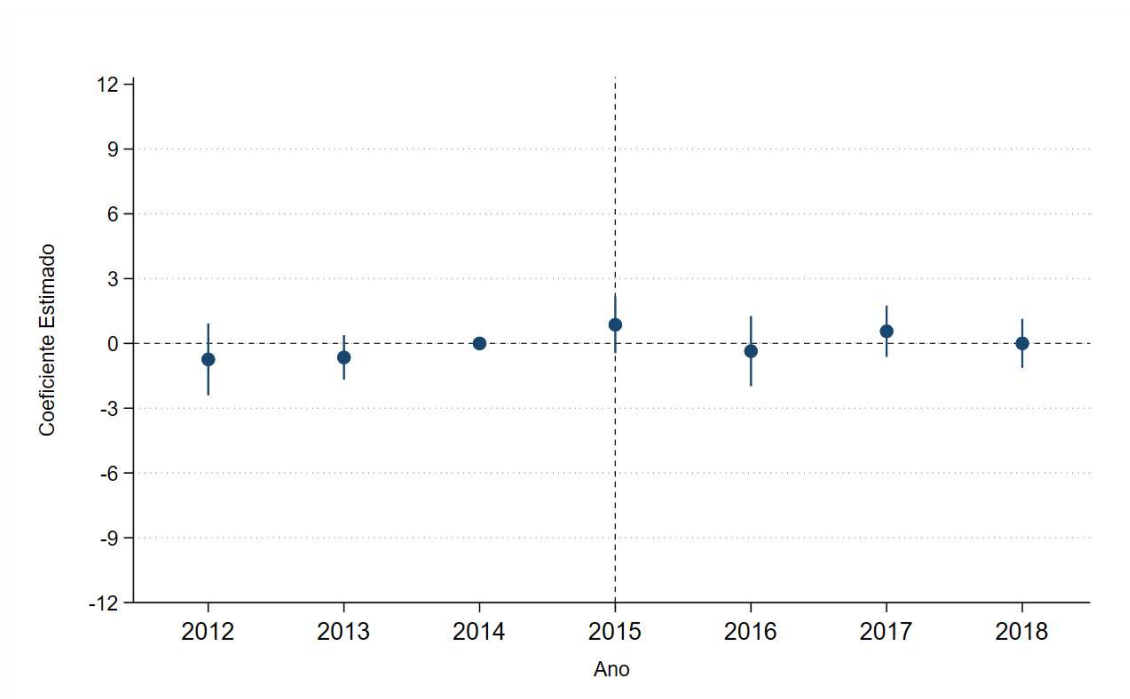
No caso da taxa de aprovação no 5º ano do EF I, ilustrada no Gráfico 25 e no Gráfico 26 (utilizando-se os grupos de comparação 4 e 5, respectivamente), nota-se que a hipótese nula de que o coeficiente é igual a zero nunca é rejeitada a 5% de significância em ambos os casos e considerando-se todos os parâmetros cujos coeficientes estimados são reportados nos gráficos. Para o caso da taxa de aprovação no 9º ano do EF II (Gráfico 27 e Gráfico 28) e da taxa de aprovação na 3ª série do EM (gráfico 29 e Gráfico 30), os resultados encontrados são similares, com coeficientes estimados bastante próximos de zero e não significantes do ponto de vista estatístico (5% de significância), indicando a ausência de impactos do rompimento nesse indicador investigado.

Gráfico 25 — Resultados ano a ano: taxa de aprovação no 5º ano do Ens. Fund. I (grupo de comparação 4)



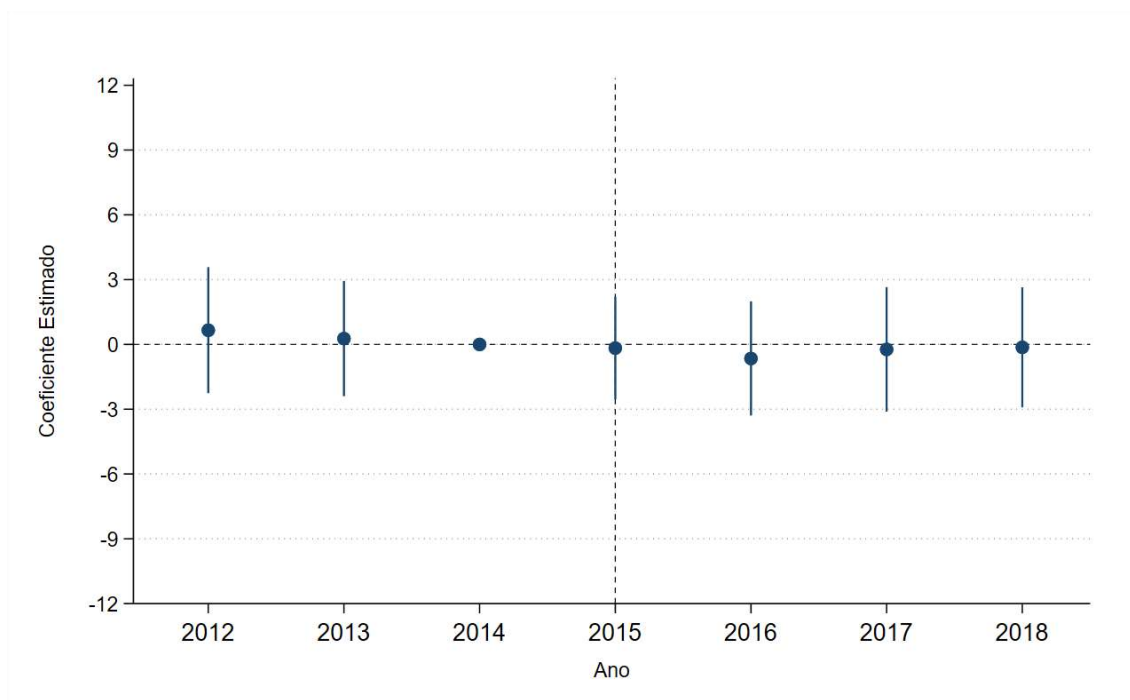
Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Gráfico 26 — Resultados ano a ano: taxa de aprovação no 5º ano do Ens. Fund. I (grupo de comparação 5)



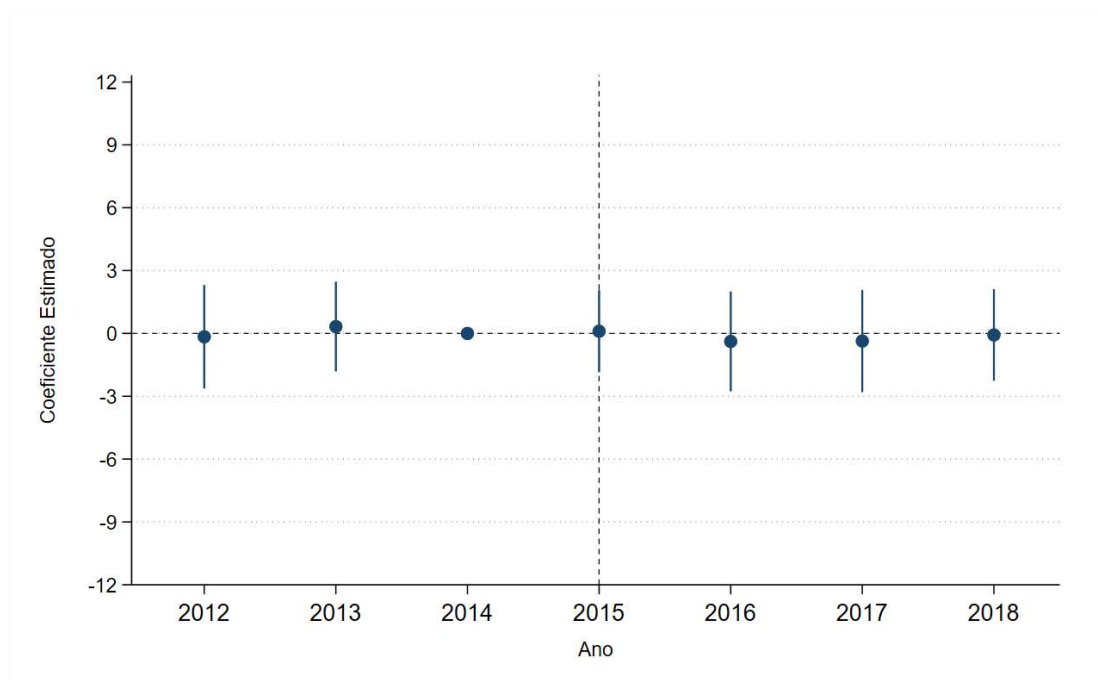
Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Gráfico 27 — Resultados ano a ano: taxa de aprovação no 9º ano do Ens. Fund. II (grupo de comparação 4)



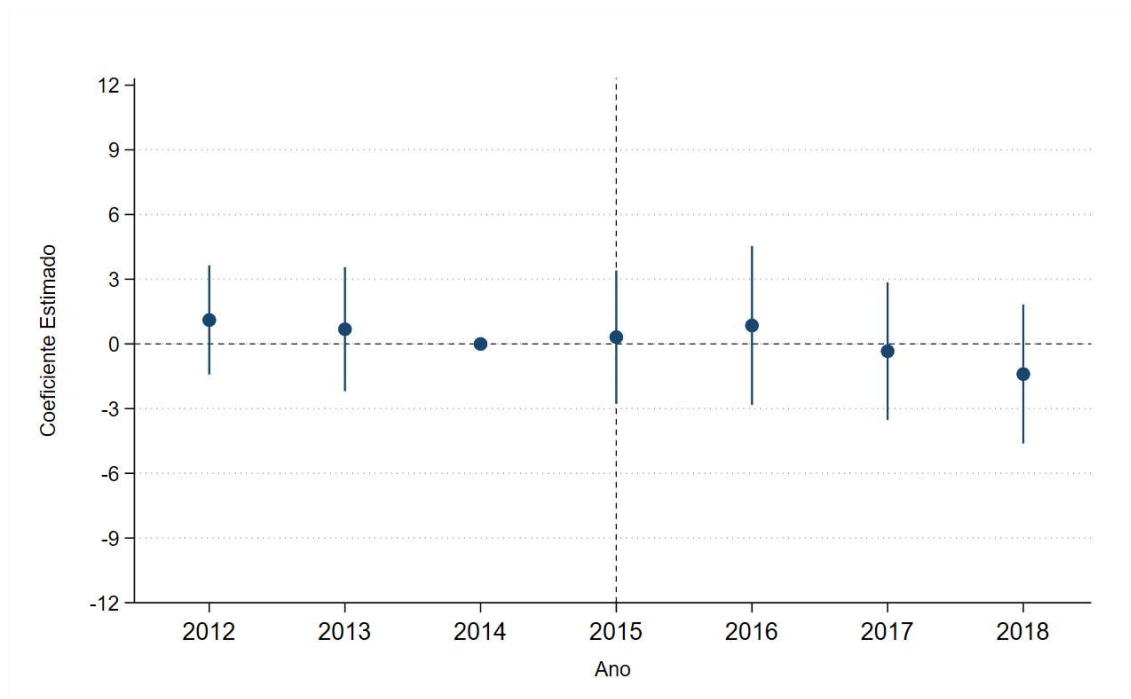
Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Gráfico 28 — Resultados ano a ano: taxa de aprovação no 9º ano do Ens. Fund. II (grupo de comparação 5)



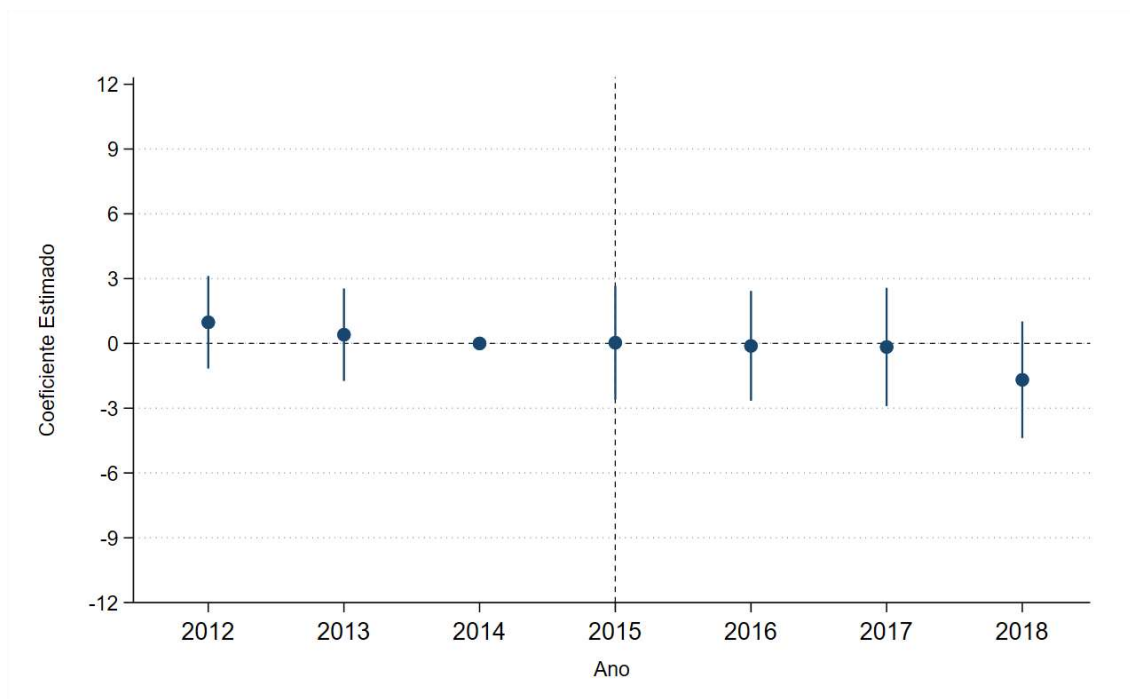
Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Gráfico 29 — Resultados ano a ano: taxa de aprovação na 3ª série do Ens. Médio (grupo de comparação 4)



Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Gráfico 30 — Resultados ano a ano: taxa de aprovação na 3ª série do Ens. Médio (grupo de comparação 5)



Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

4.2.3 Taxa de distorção idade-série

Observam-se na Tabela 25 as estatísticas descritivas de média, mediana e desvio-padrão para as taxas de distorção idade-série ao longo dos anos de 2012 a 2018 para o 5º e 9º ano do Ensino Fundamental (EF I e EF II, respectivamente) e para a 3ª série do Ensino Médio, nos grupos atingido e de comparação 1 a 5. Nota-se uma queda nesse indicador ao longo do tempo para o 5º ano do EF I em todos os grupos de municípios. Percebe-se também, em todos os grupos de municípios, que a média e a mediana da taxa de distorção idade-série do 5º ano é mais baixa que para o 9º ano e para a 3ª série do EM. Tal padrão faz sentido ao se considerar que as distorções são cumulativas — ou seja, uma vez que os alunos estejam atrasados no 5º ano, esse padrão tende a permanecer ao longo dos demais anos escolares, a não ser que evada. A variabilidade medida pelo desvio-padrão da taxa de distorção idade-série para esse ano escolar, contudo, nem sempre é mais baixa no 5º ano do que no 9º ano do EF e na 3ª série do EM. Por outro lado, o 9º ano do Ensino Fundamental é o que apresenta as maiores média e mediana nas taxas de distorção idade-série. Esse padrão também se justifica pelo acúmulo das distorções do 5º ano. Ainda, faz sentido que seja maior que a do Ensino Médio, pois este, apesar de carregar a distorção dos anos anteriores, tem uma

taxa de matrícula — bruta e líquida — menor que a do Ensino Fundamental. Logo, se aqueles que não se matriculam e evadem são os que têm maior distorção, a taxa do Ensino Médio será menor que a do 9º ano do Ensino Fundamental, o que parece ser o caso para todos os grupos de municípios, conforme evidencia a Tabela 25

Tabela 25 — Estatísticas descritivas: taxa de distorção idade-série

Etapa de Ensino	Ano	Grupo Atingido			Grupo de comparação 1			Grupo de comparação 2		
		Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão
5º ano — EF I	2012	19,44	20,00	8,26	20,14	18,80	9,33	20,42	18,70	8,39
5º ano — EF I	2013	17,69	17,30	7,47	17,34	16,10	9,01	16,61	16,05	7,83
5º ano — EF I	2014	13,74	14,10	7,41	13,68	12,10	8,47	13,43	12,10	6,95
5º ano — EF I	2015	13,82	13,20	8,62	11,99	10,10	8,55	12,57	12,40	7,22
5º ano — EF I	2016	10,85	9,50	7,41	9,88	7,50	8,27	10,90	8,95	8,10
5º ano — EF I	2017	10,75	9,50	7,10	8,99	6,30	8,19	10,12	6,35	8,24
5º ano — EF I	2018	9,05	7,70	6,49	8,28	5,50	7,96	9,77	6,80	7,88
9º ano — EF II	2012	24,05	22,90	8,82	24,33	22,90	10,32	23,33	22,30	8,49
9º ano — EF II	2013	24,01	22,50	9,04	23,80	22,90	9,45	23,63	22,55	7,36
9º ano — EF II	2014	21,22	20,40	6,64	21,96	20,90	8,70	22,46	20,55	7,52
9º ano — EF II	2015	22,68	23,70	6,56	21,69	21,20	8,21	22,48	21,45	8,55
9º ano — EF II	2016	23,85	23,60	7,22	22,61	22,00	8,12	23,27	22,15	7,20
9º ano — EF II	2017	25,70	24,10	9,01	23,38	22,50	9,19	24,65	23,75	9,10
9º ano — EF II	2018	20,62	21,60	6,35	19,19	18,40	7,74	20,45	19,75	6,70
3ª série — EM	2012	23,17	22,60	8,83	23,73	22,20	10,36	23,98	23,40	9,48
3ª série — EM	2013	19,07	17,40	7,66	22,09	20,50	9,99	21,06	19,30	8,89
3ª série — EM	2014	16,72	15,40	6,82	20,04	18,20	10,12	17,99	16,80	8,07
3ª série — EM	2015	18,70	17,20	7,95	20,52	19,10	10,09	17,17	16,10	7,65
3ª série — EM	2016	17,03	16,40	7,13	18,87	17,20	9,57	16,43	15,60	6,60
3ª série — EM	2017	16,98	15,10	7,61	17,79	16,30	9,02	15,54	13,90	8,96
3ª série — EM	2018	15,75	14,00	5,87	18,13	17,05	8,74	15,38	14,90	6,69

Etapa de Ensino	Ano	Grupo de comparação 3			Grupo de comparação 4			Grupo de comparação 5		
		Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão
5º ano — EF I	2012	22,07	20,80	9,61	22,15	21,90	8,83	21,39	20,50	8,83
5º ano — EF I	2013	19,36	18,20	9,09	21,08	21,50	9,54	18,79	19,40	9,24
5º ano — EF I	2014	15,96	14,70	8,96	17,08	16,60	9,21	15,38	14,20	8,68
5º ano — EF I	2015	14,44	12,90	9,17	15,73	15,80	8,35	14,21	13,10	8,29
5º ano — EF I	2016	12,05	10,40	8,80	13,57	12,00	8,86	12,16	10,20	8,69
5º ano — EF I	2017	10,43	8,30	8,79	12,09	9,60	9,00	10,93	8,80	8,69
5º ano — EF I	2018	9,92	7,60	8,45	11,72	9,80	9,54	10,54	7,80	8,69
9º ano — EF II	2012	25,94	24,35	10,70	25,85	24,20	10,98	25,11	23,50	9,86
9º ano — EF II	2013	26,47	25,65	9,41	26,06	25,30	8,19	25,70	24,90	8,07
9º ano — EF II	2014	24,04	22,60	9,32	24,59	24,00	8,24	24,17	23,40	8,48
9º ano — EF II	2015	23,81	23,15	8,15	24,69	23,40	7,21	24,25	23,10	7,96
9º ano — EF II	2016	24,82	23,85	8,58	24,41	23,70	7,66	24,28	23,70	7,71
9º ano — EF II	2017	25,41	24,65	9,20	25,23	24,50	8,01	25,03	24,50	8,48
9º ano — EF II	2018	21,12	20,45	7,82	22,49	21,40	7,08	21,46	20,80	7,11

Etapa de Ensino	Ano	Grupo de comparação 3			Grupo de comparação 4			Grupo de comparação 5		
		Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão
3ª série — EM	2012	24,17	22,70	10,89	23,02	22,20	9,96	24,11	23,20	10,12
3ª série — EM	2013	23,25	22,20	9,95	23,23	23,00	9,53	22,88	21,40	9,54
3ª série — EM	2014	21,08	18,90	10,94	20,47	18,80	9,78	19,85	18,30	9,53
3ª série — EM	2015	22,09	20,90	10,68	21,94	20,50	12,39	20,60	19,90	10,08
3ª série — EM	2016	21,05	19,50	9,72	20,83	19,70	9,24	19,89	18,50	8,75
3ª série — EM	2017	19,97	18,30	9,95	20,06	19,90	8,00	18,97	17,50	8,76
3ª série — EM	2018	20,49	19,80	9,56	20,26	20,10	8,43	19,14	18,70	8,25

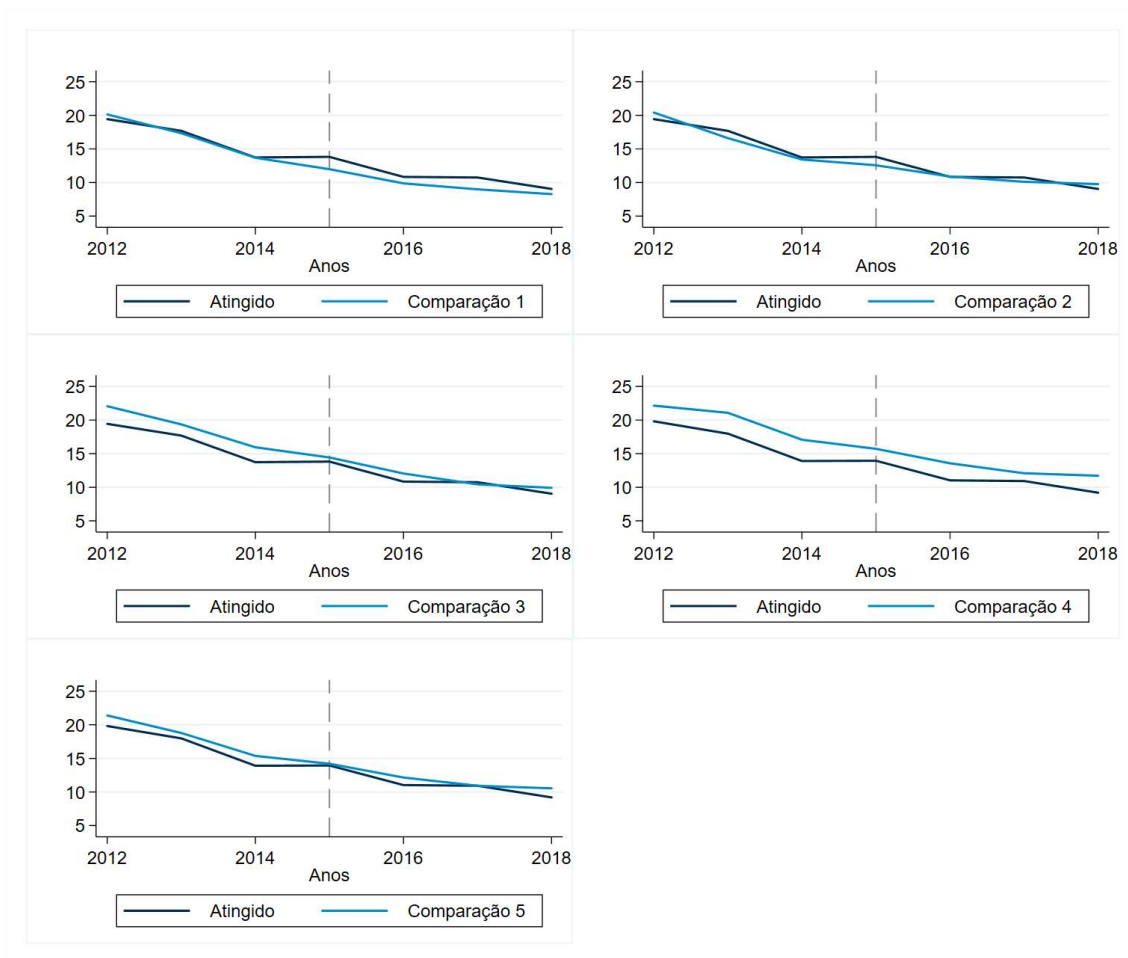
Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Observando a evolução da taxa de distorção idade-série no 5º ano do Ensino Fundamental para os grupos atingido e de comparação, no Gráfico 31 nota-se que as tendências são similares entre o grupo atingido e os grupos de comparação ao longo do período pré-rompimento, apresentando divergência mais expressiva entre 2014 e 2015.

O Gráfico 32 também mostra as evoluções das médias para o mesmo indicador, mas para o 9º ano do Ensino Fundamental. Nesse caso, a taxa de distorção idade-série não apresenta uma tendência clara, oscilando bastante e de maneira mais acentuada para o grupo atingido. Nota-se ainda que as tendências pré-rompimento se mostram bastante diferentes entre os grupos de comparação e o grupo atingido em alguns casos e subperíodos.

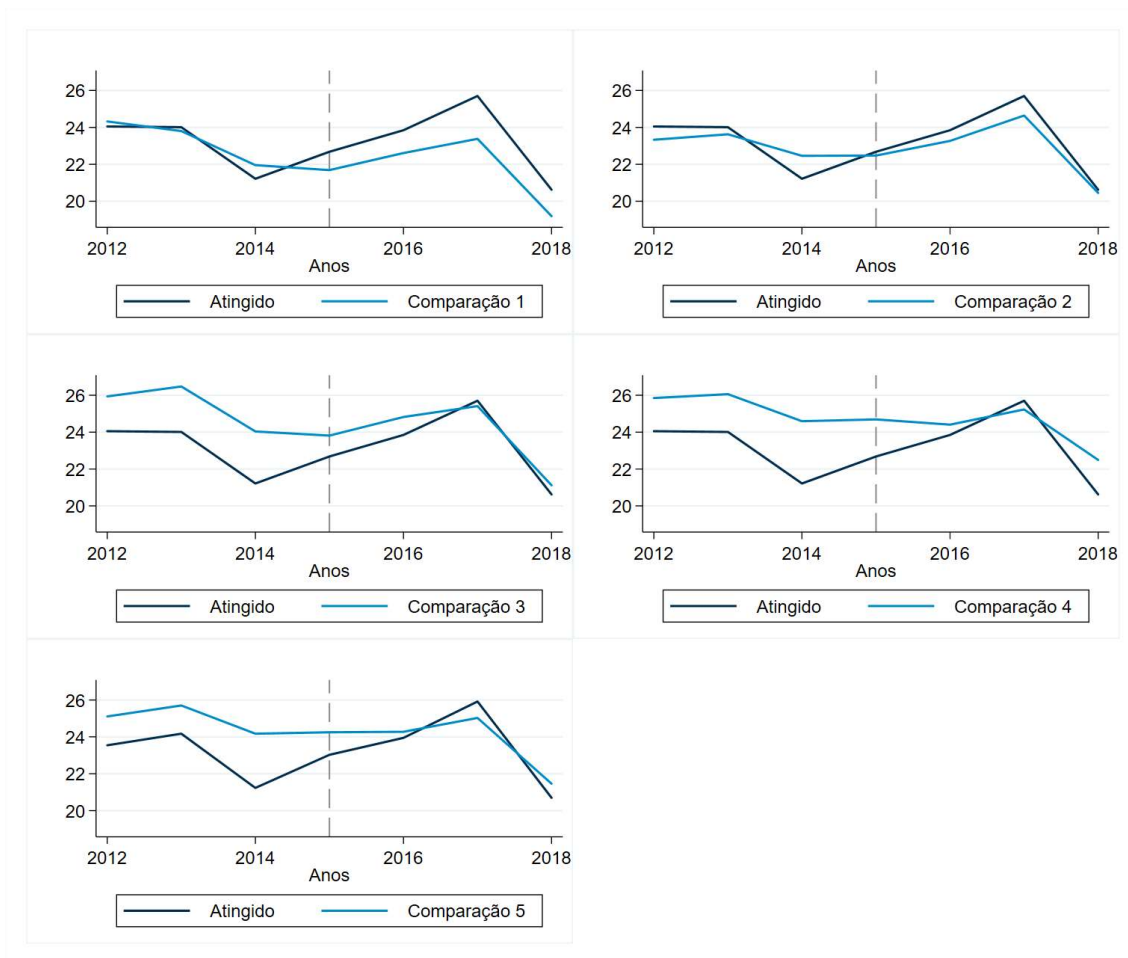
Para a 3ª série do Ensino Médio (Gráfico 33), há uma queda na média da taxa de distorção idade-série ao longo do período para todos os grupos (atingido e de comparação), notando-se, entretanto, um aumento expressivo da mesma em 2015.

Gráfico 31 — Evolução ao longo do tempo: taxa de distorção idade-série no 5º ano do Ens. Fund. I



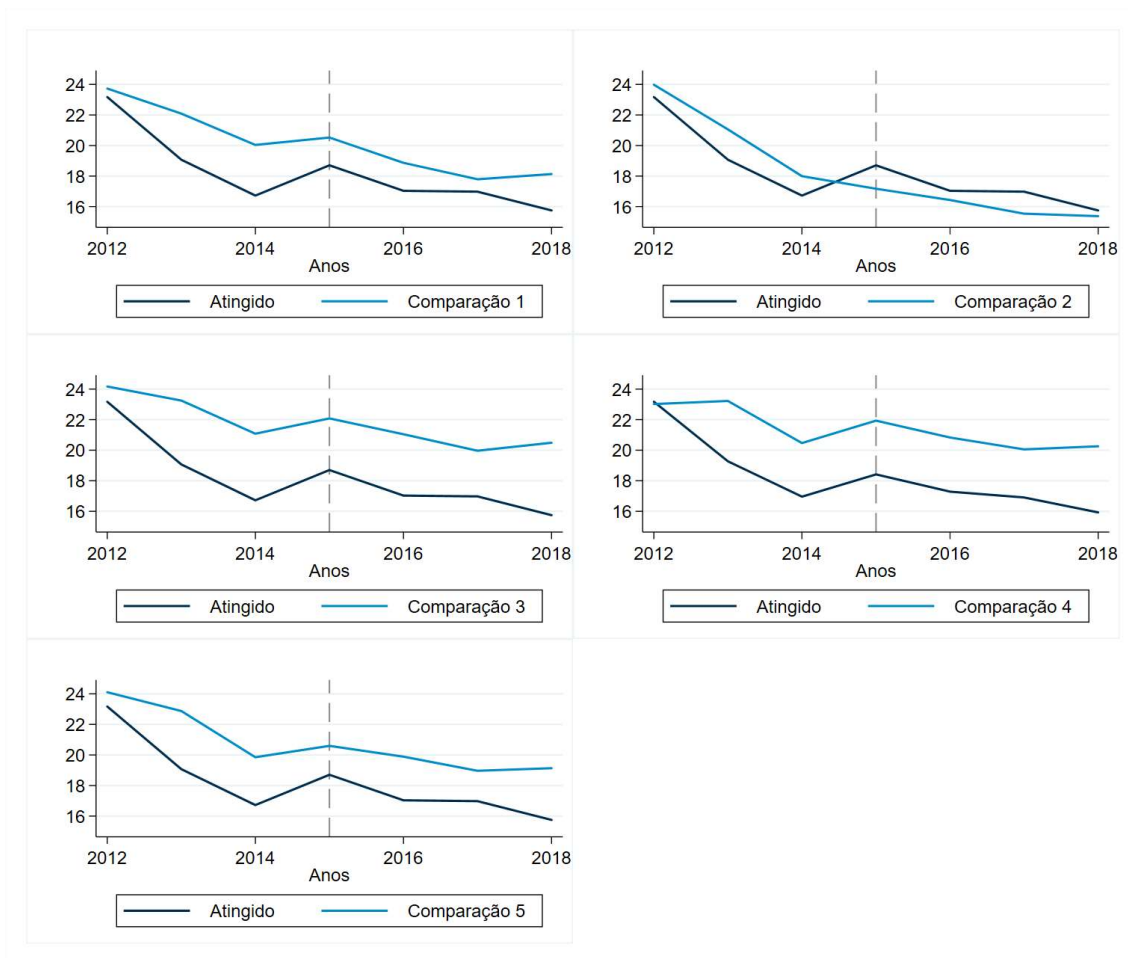
Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Gráfico 32 — Evolução ao longo do tempo: taxa de distorção idade-série no 9º ano do Ens. Fund. II



Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Gráfico 33 — Evolução ao longo do tempo: taxa de distorção idade-série na 3ª série do Ens. Médio



Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

A seguir, nas Tabelas 26, 27 e 28 são apresentados os resultados das estimações da Equação 1 para a taxas de distorção idade-série nos 5º e 9º anos do Ensino Fundamental e na 3ª série do Ensino Médio, respectivamente. Como pode ser visto na Tabela 26, não é possível afirmar que houve efeito diferente de zero e estatisticamente significativo do rompimento sobre a taxa de distorção idade-série para o 5º ano do EF I, o que também é observado na Tabela 27 para o 9º ano do EF II. Por fim, quando se analisa a 3ª série do EM, observa-se um impacto de 2,16 p.p. para o grupo atingido no pós-rompimento quando se utiliza o grupo de comparação 2 (este impacto é estatisticamente significativo ao nível de 5%). No entanto, esse efeito não é robusto — ou seja, não se mantém quando as análises são feitas considerando os demais grupos de comparação, especialmente os grupos 4 e 5, cujas especificações são as preferidas pelos autores.

Tabela 26 — Resultados: taxa de distorção idade-série no 5º ano do Ens. Fund. I

	Grupo comp. 1	Grupo comp. 2	Grupo comp. 3	Grupo comp. 4	Grupo comp. 5
DiD	1,27	-0,18	1,59	0,80	0,46
Erro-padrão	0,80	1,01	0,86	1,04	0,84
P-valor	0,11	0,86	0,07	0,44	0,58
DiD 2015	0,66	1,30	-0,03	0,29	0,57
Erro-padrão	0,92	1,08	0,97	1,22	1,11
P-valor	0,47	0,23	0,98	0,81	0,61
N	6.398	917	2.198	2.156	2.723

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nota: A especificação do modelo inclui ainda efeitos fixos de tempo e município. Os erros-padrão são robustos à autocorrelação municipal e, nos modelos com pareamento (4 e 5), foram obtidos via *bootstrap* com reamostragem de municípios.

Tabela 27 — Resultados: taxa de distorção idade-série no 9º ano do Ens. Fund. II

	Grupo comp. 1	Grupo comp. 2	Grupo comp. 3	Grupo comp. 4	Grupo comp. 5
DiD	1,93	0,65	2,00	1,75	1,94
Erro-padrão	1,01	1,20	1,09	1,38	1,17
P-valor	0,06	0,59	0,07	0,20	0,10
DiD 2015	-0,67	-0,40	-0,74	-1,36	-1,16
Erro-padrão	0,78	1,02	0,87	1,21	0,99
P-valor	0,39	0,70	0,39	0,26	0,24
N	6.496	917	2.219	2.184	2.772

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nota: A especificação do modelo inclui ainda efeitos fixos de tempo e município. Os erros-padrão são robustos a autocorrelação municipal e, nos modelos com pareamento (4 e 5), foram obtidos via *bootstrap* com reamostragem de municípios.

Tabela 28 — Resultados: taxa de distorção idade-série na 3ª série do Ens. Médio

	Grupo comp. 1	Grupo comp. 2	Grupo comp. 3	Grupo comp. 4	Grupo comp. 5
DiD	0,62	2,16	-0,73	-1,24	-0,12
Erro-padrão	0,84	1,07	0,91	1,22	0,99
P-valor	0,46	0,04	0,42	0,31	0,90
DiD 2015	-0,14	0,73	0,53	0,15	0,85
Erro-padrão	1,07	1,32	1,17	1,80	1,42
P-valor	0,89	0,58	0,65	0,93	0,55
N	6.447	910	2.212	2.170	2.751

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nota: A especificação do modelo inclui ainda efeitos fixos de tempo e município. Os erros-padrão são robustos a autocorrelação municipal e, nos modelos com pareamento (4 e 5), foram obtidos via *bootstrap* com reamostragem de municípios.

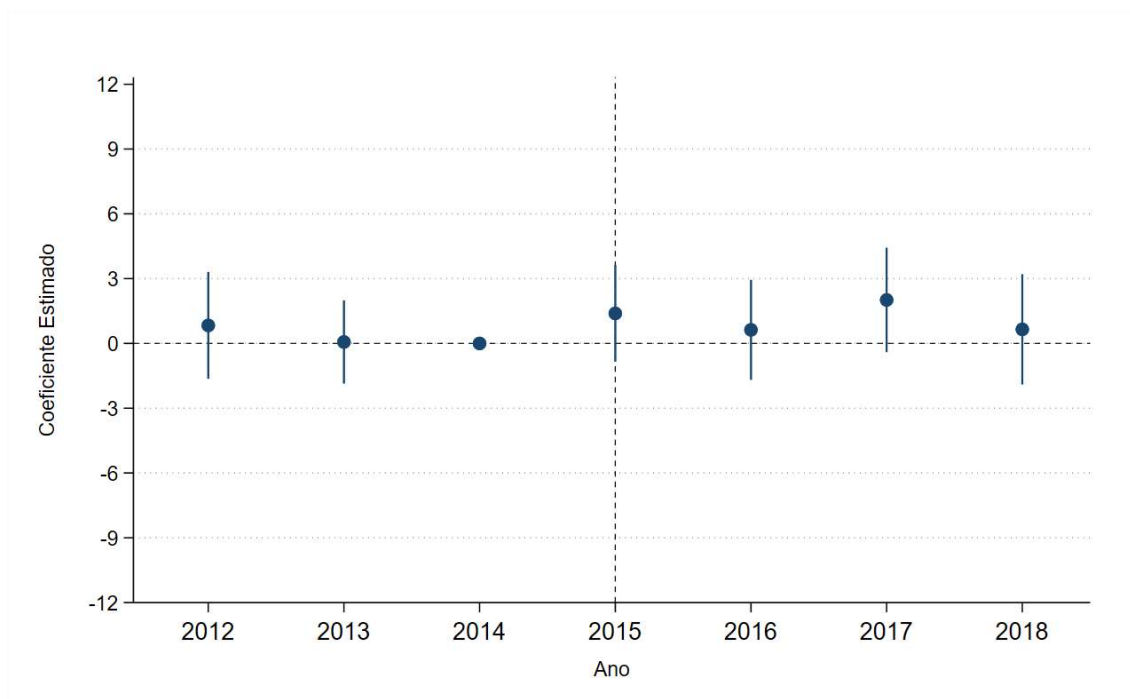
Na sequência, são apresentados os resultados das estimações dos impactos na taxa de distorção idade-série com base na Equação 2. Novamente, nos gráficos, são exibidos os coeficientes (pontos azuis) com seus respectivos intervalos de confiança (linhas azuis

verticais ao redor dos pontos) para os anos pré-rompimento — que caracterizam uma forma de testar a evidência de tendências paralelas pré — e para os anos pós-rompimento — que são os efeitos estimados para os parâmetros de interesse. São exibidos resultados comparando o grupo atingido com os grupos de comparação 4 e 5, respectivamente, para o 5º ano do EF I, no Gráfico 34 e no Gráfico 35, para o 9º ano do EF II, no Gráfico 36 e no Gráfico 37, e para a 3ª série do EM no Gráfico 38 e no Gráfico 39.

Considerando os coeficientes estimados para os anos pré-rompimento, que podem ser úteis para prover evidências sobre a presença de tendências paralelas entre as evoluções do indicador para os grupos atingido e de comparação no período anterior ao da intervenção em análise, nota-se que não são estatisticamente significantes na maior parte dos casos (considerando os diferentes anos, série/anos escolares e grupos de comparação (4 ou 5)). Assim, não são encontradas evidências de diferenças preexistentes entre as tendências de evolução prévias desse indicador entre os grupos atingido e de comparação.

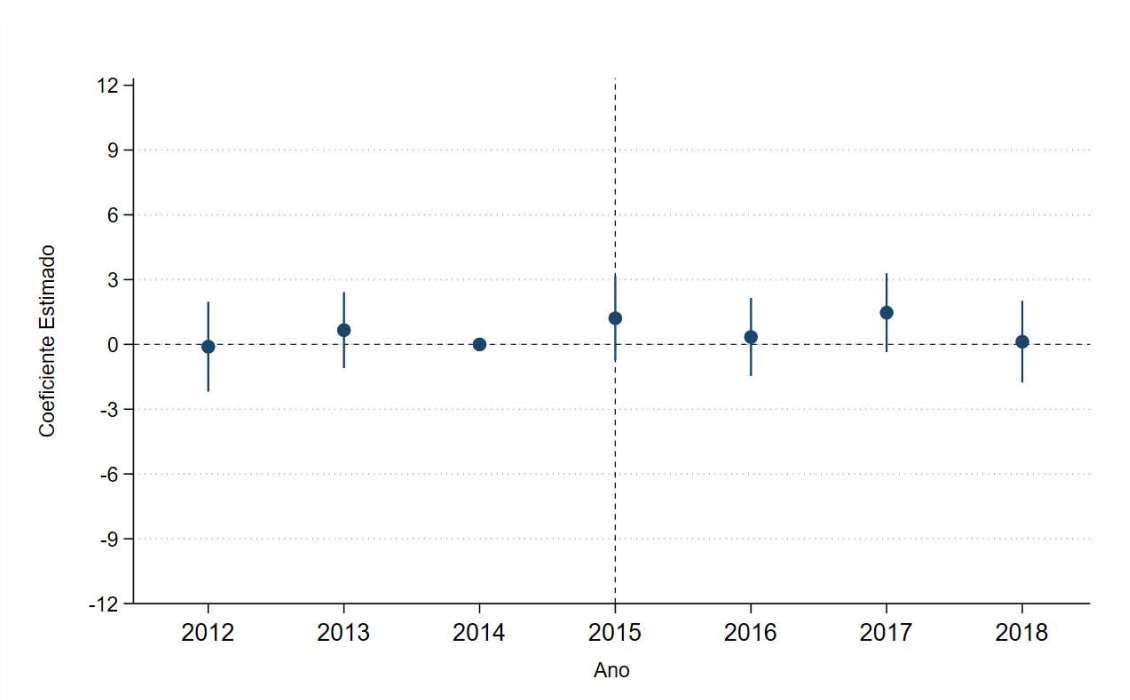
Considerando a taxa de distorção para o 5º ano do Ensino Fundamental (Gráfico 34 e Gráfico 35) de forma similar ao que se observa nos resultados da Tabela 26 não são observados efeitos estatisticamente significantes do rompimento sobre o grupo atingido, de forma que não se pode rejeitar a hipótese de que o impacto seja igual a zero nesses casos. Já para o 9º ano (Gráfico 36 e Gráfico 37) observa-se um impacto positivo e estatisticamente significativo do rompimento em 2016 apenas na análise em que se utiliza o grupo de comparação 5. Para a 3ª série do Ensino Médio, também não são observados efeitos estatisticamente diferentes de zero do rompimento sobre o grupo atingido ao nível de 5% de significância (Gráfico 38 e Gráfico 39).

Gráfico 34 — Resultados ano a ano: taxa de distorção idade-série no 5º ano do Ens. Fund. I (grupo de comparação 4)



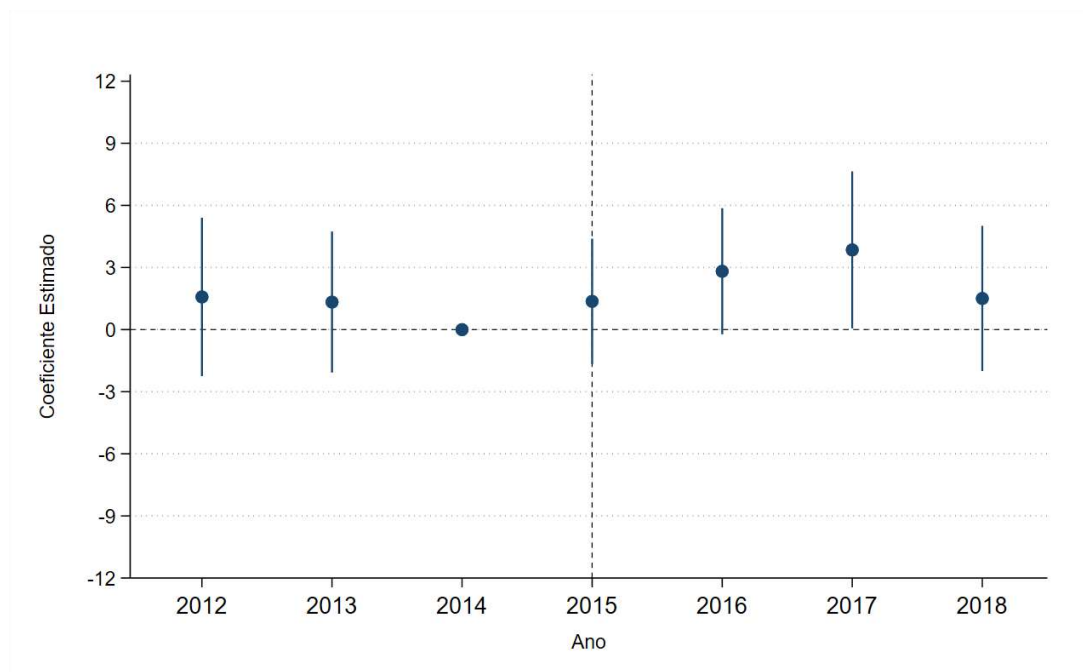
Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Gráfico 35 — Resultados ano a ano: taxa de distorção idade-série no 5º ano do Ens. Fund. I (grupo de comparação 5)



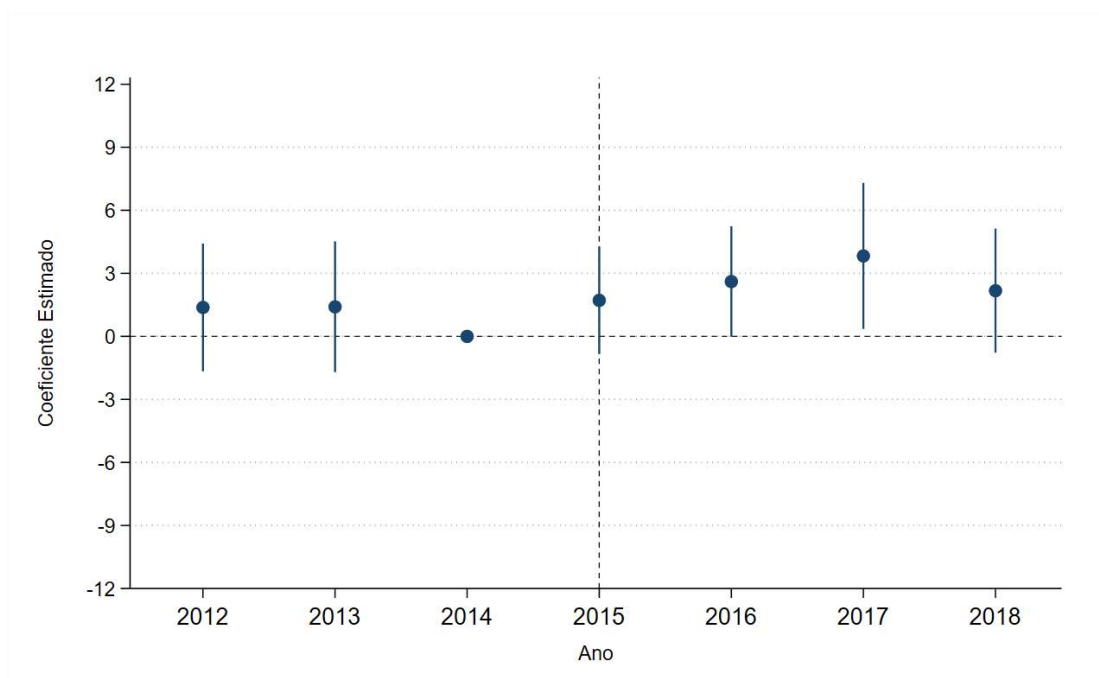
Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Gráfico 36 — Resultados ano a ano: taxa de distorção idade-série no 9º ano do Ens. Fund. II (grupo de comparação 4)



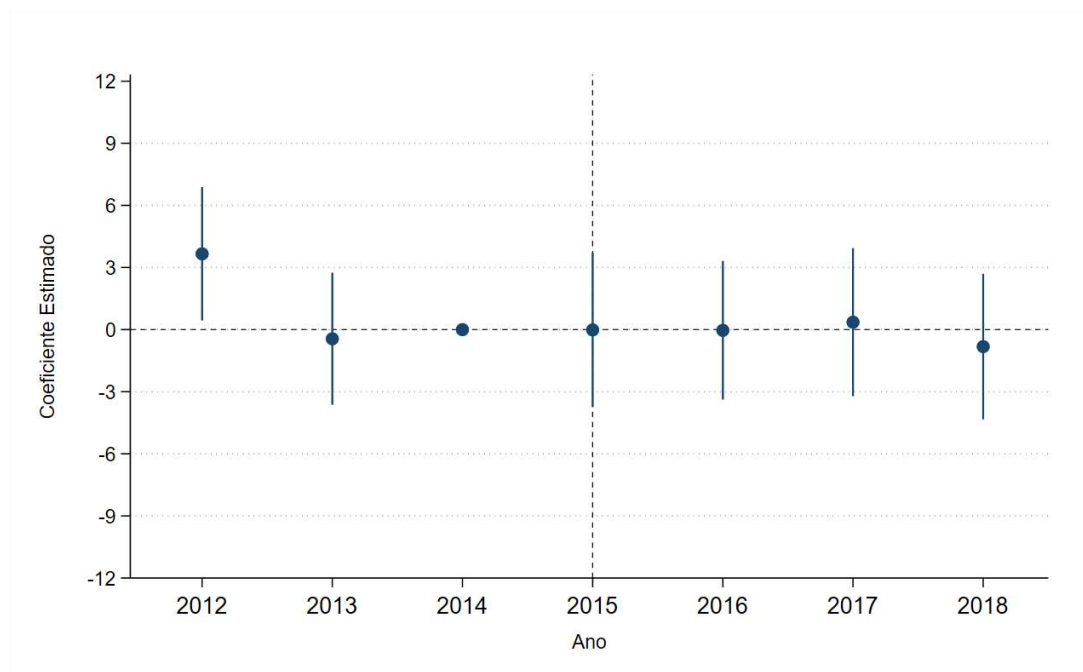
Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Gráfico 37 — Resultados ano a ano: taxa de distorção idade-série no 9º ano do Ens. Fund. II (grupo de comparação 5)



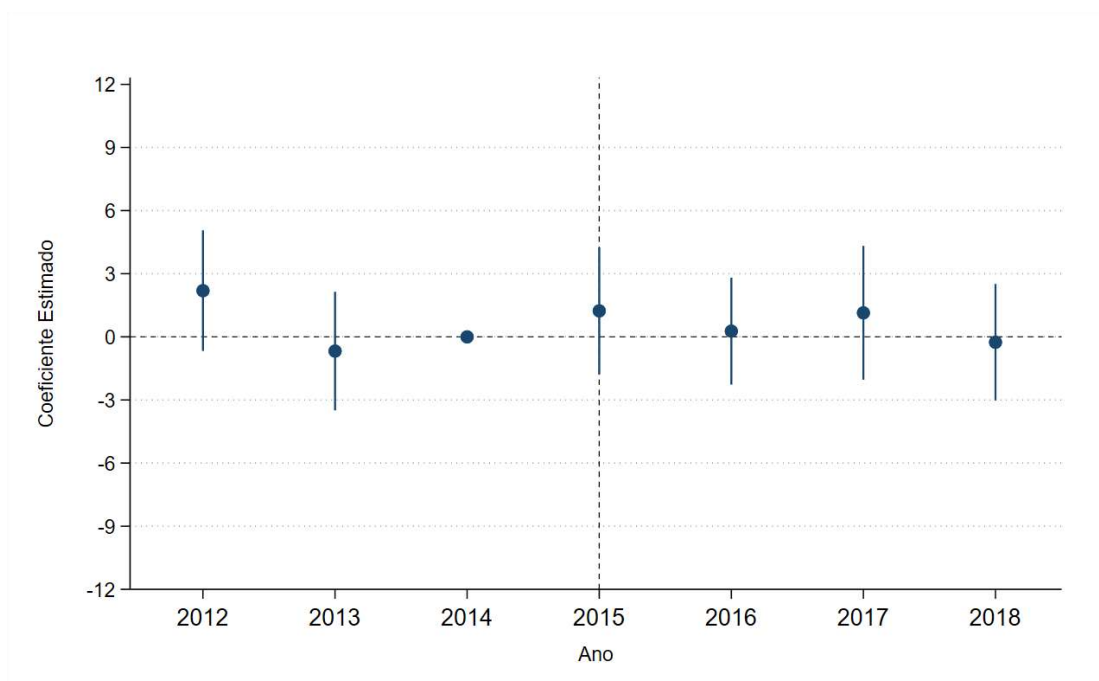
Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Gráfico 38 — Resultados ano a ano: taxa de distorção idade-série na 3ª série do Ens. Médio (grupo de comparação 4)



Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Gráfico 39 — Resultados ano a ano: taxa de distorção idade-série na 3ª série do Ens. Médio (grupo de comparação 5)



Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

4.2.4 Desempenho escolar

Na Tabela 29, há informações sobre a média, mediana e desvio-padrão de variáveis de desempenho escolar para o grupo atingido e para cada um dos cinco grupos de comparação propostos. Especificamente, trata-se das notas da Prova Brasil do SAEB nas disciplinas de língua portuguesa e matemática do Ensino Fundamental I e Fundamental II somente para os anos de 2013, 2015 e 2017. As informações relativas ao Ensino Fundamental I (EF I) são expostas da primeira linha abaixo do título até a sexta linha, enquanto a partir da sétima linha expõem-se as informações para o Ensino Fundamental II (EF II). Dentro de cada um dos blocos de etapa de ensino, isto é, de EF I e EF II, as notas na Prova Brasil são expostas para matemática e português, nessa ordem. Para o grupo atingido, nota-se um aumento da média e da mediana em ambas as disciplinas para o Ensino Fundamental I ao longo dos anos. Ainda para esse grupo, nota-se uma redução dessas estatísticas para o caso de matemática e um aumento para o caso de Língua portuguesa no Ensino Fundamental II. Esses padrões também são observados para a maior parte dos grupos de comparação considerados e anos.

Tabela 29 — Estatísticas descritivas: notas de língua portuguesa e de matemática no SAEB

Indicador de Impacto	Ano	Grupo Atingido			Grupo de comparação 1			Grupo de comparação 2		
		Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão
SAEB EF I										
—	2013	218,90	220,28	12,96	226,47	226,79	16,88	221,04	222,76	13,61
Matemática										
SAEB EF I										
—	2015	225,32	224,63	11,21	228,22	227,79	16,02	224,50	225,83	12,96
Matemática										
SAEB EF I										
—	2017	226,76	227,50	11,75	232,01	232,26	16,01	229,75	230,27	12,64
Matemática										
SAEB EF I										
— Português	2013	201,32	201,60	11,01	207,03	207,61	14,41	202,47	202,74	12,22
SAEB EF I										
— Português	2015	213,36	213,24	10,02	215,08	215,99	14,03	211,96	211,43	12,40
SAEB EF I										
— Português	2017	218,62	219,52	12,79	221,70	222,02	14,57	219,80	219,77	12,92
SAEB EF II										
—	2013	261,06	261,17	12,45	262,53	262,11	16,64	260,23	258,77	13,06
Matemática										
SAEB EF II										
—	2015	257,82	256,80	9,38	261,50	261,17	14,75	259,11	257,21	11,56
Matemática										
SAEB EF II										
—	2017	256,86	256,42	10,95	259,33	259,46	15,76	258,92	257,84	13,32
Matemática										
SAEB EF II										
— Português	2013	252,58	252,68	11,33	252,63	253,00	14,41	250,55	251,97	10,24
SAEB EF II										
— Português	2015	253,80	253,42	10,75	256,12	256,95	13,75	253,91	254,08	11,13
SAEB EF II										
— Português	2017	255,03	253,86	11,07	257,02	258,29	14,26	256,58	258,70	13,13

Indicador de Impacto	Ano	Grupo de comparação 3			Grupo de comparação 4			Grupo de comparação 5		
		Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão
SAEB EF I — Matemática	2013	226,40	226,85	14,99	222,84	218,51	15,78	223,08	222,47	14,18
SAEB EF I — Matemática	2015	227,00	225,57	13,54	223,81	220,49	14,59	224,38	223,26	13,56
SAEB EF I — Matemática	2017	231,54	231,06	14,24	227,74	225,00	13,76	228,88	226,93	13,05
SAEB EF I — Português	2013	207,42	206,02	13,40	204,68	200,78	13,40	204,74	202,90	12,66
SAEB EF I — Português	2015	214,42	214,67	12,43	211,79	210,42	13,09	212,18	211,05	12,47
SAEB EF I — Português	2017	221,00	221,00	12,97	218,00	217,35	12,01	219,19	218,80	11,90
SAEB EF II — Matemática	2013	263,88	262,71	15,51	261,67	259,90	16,82	261,11	259,40	15,28
SAEB EF II — Matemática	2015	261,62	261,48	14,12	258,66	256,06	13,35	259,04	256,85	13,06
SAEB EF II — Matemática	2017	260,21	260,42	14,57	258,48	259,24	13,89	258,20	257,72	13,43
SAEB EF II — Português	2013	253,95	252,92	14,17	252,93	252,53	16,08	252,05	252,05	13,84
SAEB EF II — Português	2015	257,20	258,11	13,38	255,30	255,06	12,66	255,09	254,99	12,74
SAEB EF II — Português	2017	257,90	259,21	13,73	256,48	257,04	14,73	256,46	257,04	13,19

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nos Gráficos 40, 41, 42 e 43 pode-se acompanhar a evolução da média das quatro variáveis nessa ordem: nota no SAEB em língua portuguesa no 5º ano do Ensino Fundamental I, Nota no SAEB em matemática no 5º ano do Ensino Fundamental I, Nota no SAEB em língua portuguesa no 9º ano do Ensino Fundamental II e Nota no SAEB em matemática no 9º ano do Ensino Fundamental II. Primeiramente, destaca-se o comportamento crescente das médias das notas de matemática no 5º ano e de língua portuguesa nos dois anos escolares analisados em todos os grupos (atingido e de comparação). Para o caso da média das notas de matemática no 9º ano, o comportamento é decrescente independentemente do grupo analisado.

No Gráfico 40 nota-se que há uma maior inclinação na reta da variável para o grupo atingido até o ano de 2015. Após o ano de 2015, a reta referente ao grupo atingido segue aumentando, porém com menor inclinação se comparado ao período pré-desastre. Para os grupos de comparação 2, 4 e 5, as retas chegam a cruzar a reta de desempenho do grupo atingido entre 2013 e 2015 e, em 2017, voltam a apresentar notas menores ou bastante similares com as do grupo com o qual está sendo comparada (grupo atingido). Para os grupos de comparação 1 e 3, as retas do grupo atingido e de comparação não se cruzam com as do grupo atingido, mas também não se mostram paralelas — nem no período pré-rompimento, nem no período pós.

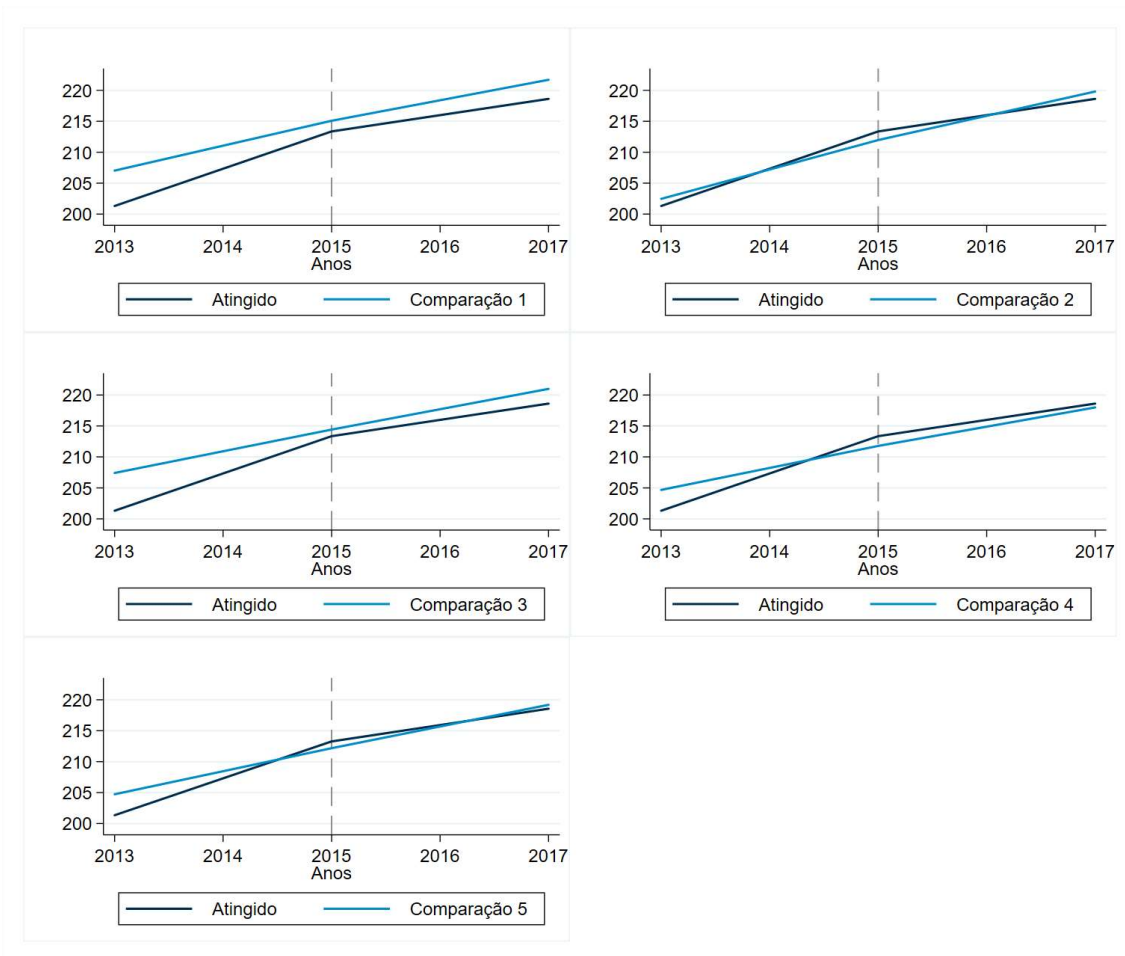
Para o caso da média das notas de matemática do Ensino Fundamental I (Gráfico 41)

pode-se ver que há um padrão similar àquele apresentado no Gráfico 85 para o grupo atingido. Pode-se verificar, ainda, que há um aumento na inclinação da reta para todos os grupos de comparação após 2015. Cabe destacar também que apenas nos grupos de comparação 1 e 3 não há o cruzamento das retas que representam as evoluções dos grupos de comparação e atingido.

Assim como nos gráficos anteriores relacionados com desempenho escolar, o Gráfico 42 (língua portuguesa no 9º ano do Ens. Fund. II) mostra uma tendência de crescimento das médias das notas tanto para o grupo atingido como para todos os grupos de comparação considerados. Nos gráficos que apresentam a evolução dos grupos de comparação 2 e 5, é possível verificar que a curva de ambos os grupos se cruza no período pré-rompimento à do grupo atingido. Apesar de não existir cruzamento entre as curvas do grupo atingido e dos grupos de comparação 3 e 4, não é possível afirmar que as tendências pré-rompimento são paralelas entre eles, dado que as inclinações são diferentes.

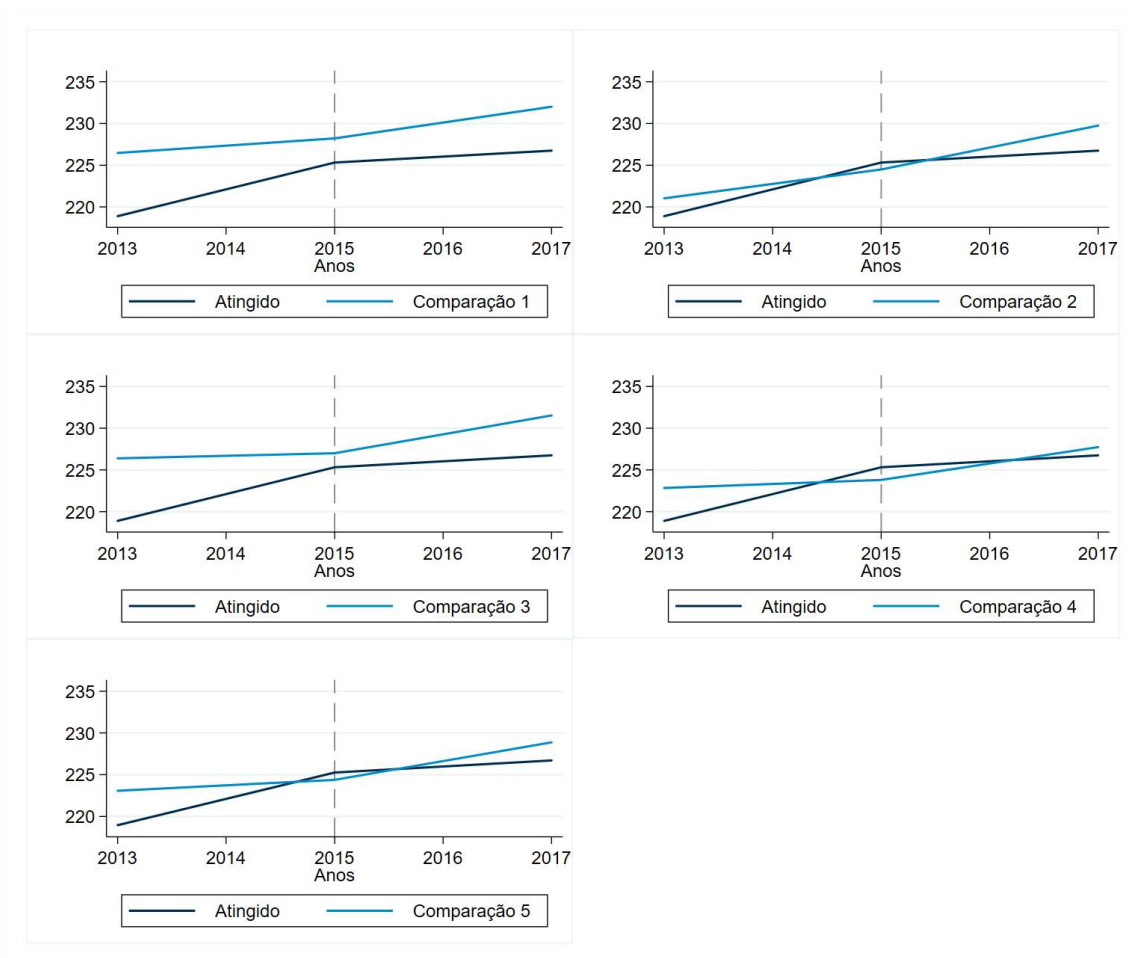
Ao se considerar as notas de matemática do 9º ano escolar (Gráfico 43), verifica-se que há um decréscimo mais intenso para o grupo atingido até 2015 e, após esse período, se vê esse comportamento menos acentuado. Para esse indicador destaca-se que os grupos de comparação 3 e 4 apresentam tendências prévias paralelas às do grupo atingido.

Gráfico 40 — Evolução ao longo do tempo: nota no SAEB em língua portuguesa no 5º ano do Ens. Fund. I, apenas escolas públicas



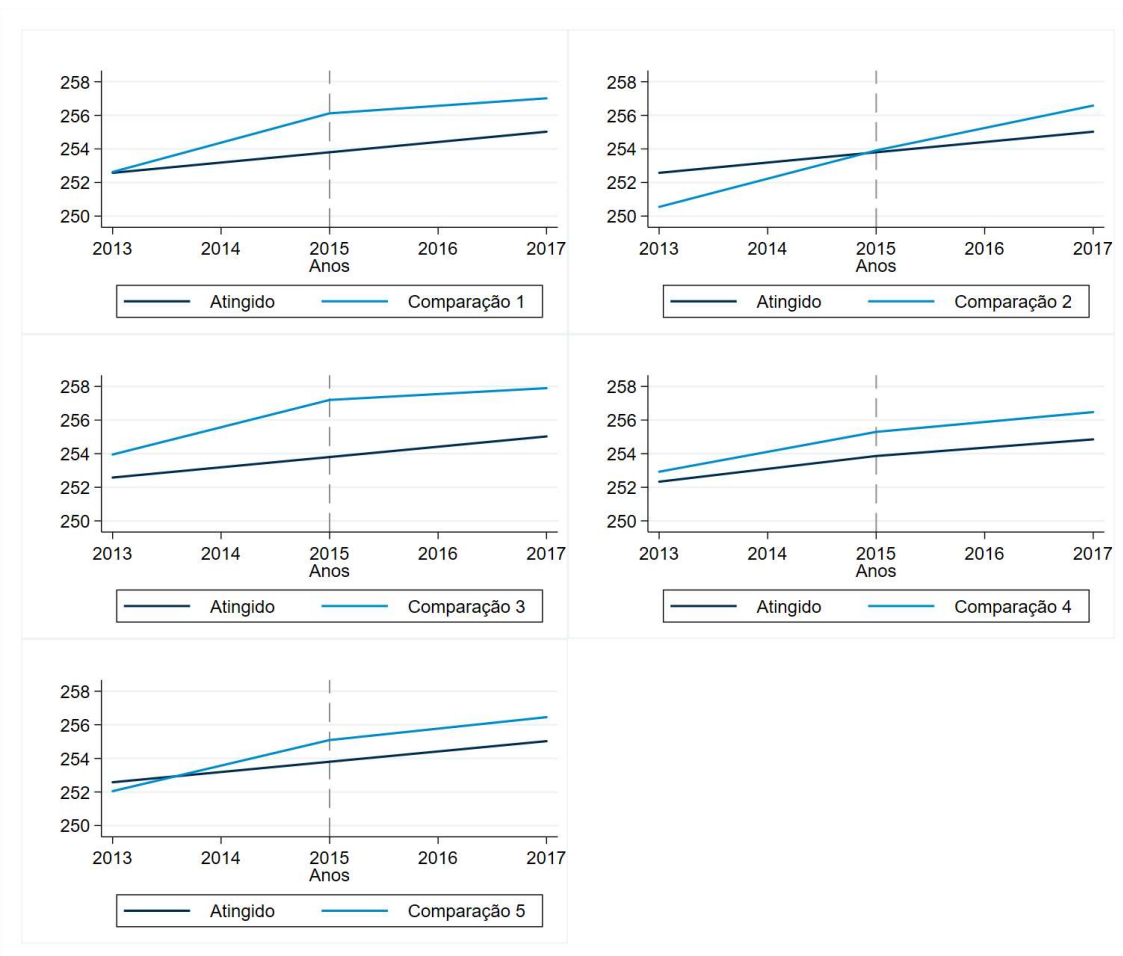
Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Gráfico 41 — Evolução ao longo do tempo: nota no SAEB em matemática no 5º ano do Ens. Fund. I, apenas escolas públicas



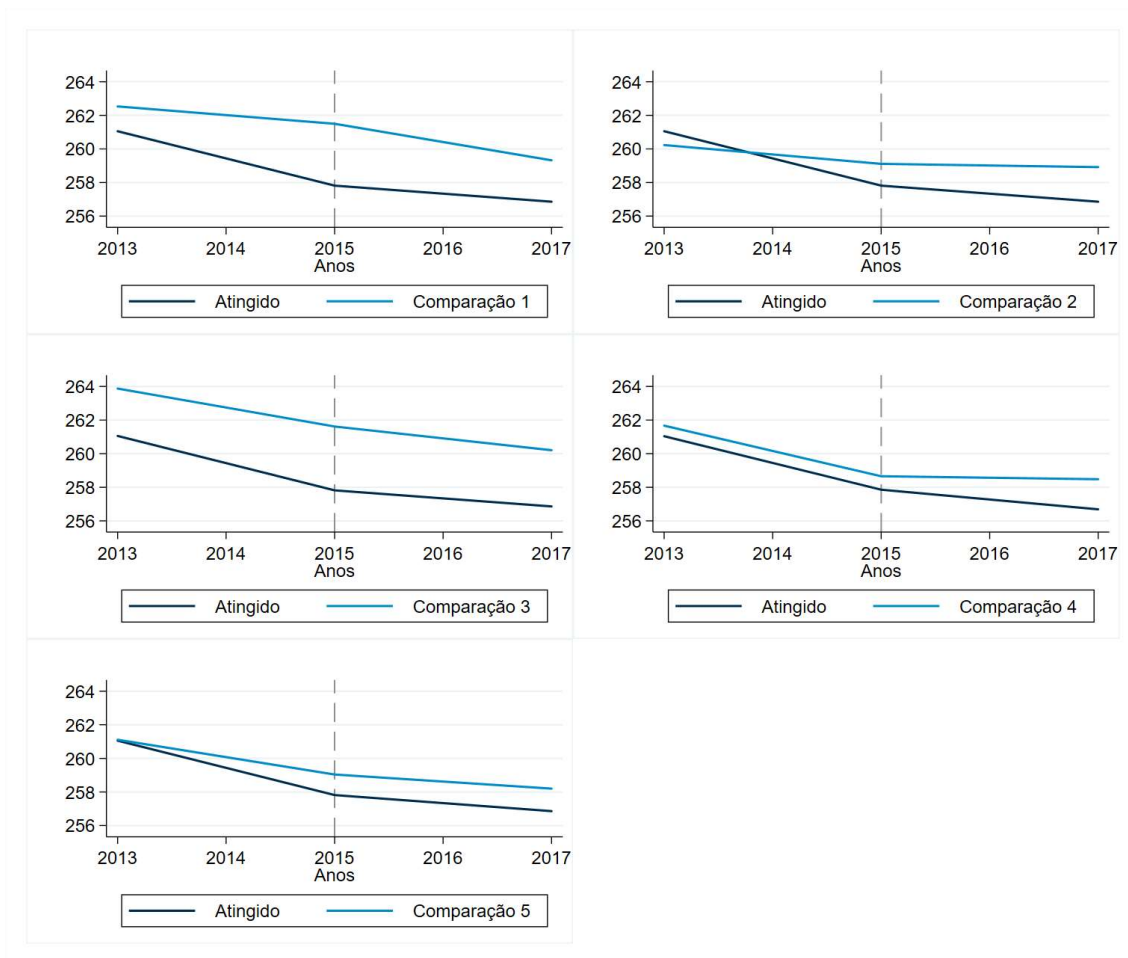
Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Gráfico 42 — Evolução ao longo do tempo: nota no SAEB em língua portuguesa no 9º ano do Ens. Fund. II, apenas escolas públicas



Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Gráfico 43 — Evolução ao longo do tempo: nota no SAEB em matemática no 9º ano do Ens. Fund. II, apenas escolas públicas



Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

A seguir, são exibidos os resultados das estimações da Equação 1 (subseção 3.1.1.2) para estes indicadores de impacto. Cabe ressaltar que, para os indicadores de desempenho escolar e IDEB, os impactos foram estimados considerando apenas esta especificação dada a disponibilidade de dados (apenas três anos: 2013, 2015 e 2017).

Na Tabela 30, é possível observar que o impacto estimado do rompimento da Barragem de Fundão na nota no SAEB em língua portuguesa do 5º ano é positivo quando se compara o grupo atingido com os grupos de comparação 1, 3, 4 e 5. Especificamente para os casos em que se utilizam os grupos de comparação 3 e 4, estes impactos são significantes a 5% e 10% de significância, respectivamente, não sendo esse o caso quando se consideram os demais grupos de comparação.

Analisando-se ainda os resultados das estimações para o 5º ano do Ensino Fundamental, mas agora para o desempenho em matemática (Tabela 31), não são

encontrados impactos estatisticamente diferentes de zero do rompimento ao nível de 5% de significância.

Tabela 30 — Resultados: nota no SAEB em língua portuguesa no 5º ano do Ens. Fund. I, apenas escolas públicas

	Grupo comp. 1	Grupo comp. 2	Grupo comp. 3	Grupo comp. 4	Grupo comp. 5
DiD	2,63	-0,03	3,72	4,05	2,87
Erro-padrão	1,68	2,00	1,82	2,28	2,00
P-valor	0,12	0,99	0,04	0,08	0,15
DiD 2015	1,36	2,58	1,32	1,07	1,60
Erro-padrão	1,42	1,86	1,55	2,00	1,77
P-valor	0,34	0,17	0,39	0,59	0,37
N	2.643	381	876	861	1.107

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nota: A especificação do modelo inclui ainda efeitos fixos de tempo e município. Os erros-padrão são robustos à autocorrelação municipal e, nos modelos com pareamento (4 e 5), foram obtidos via *bootstrap* com reamostragem de municípios.

Tabela 31 — Resultados: nota no SAEB em matemática no 5º ano do Ens. Fund. I, apenas escolas públicas

	Grupo comp. 1	Grupo comp. 2	Grupo comp. 3	Grupo comp. 4	Grupo comp. 5
DiD	2,32	-0,86	2,71	3,11	2,03
Erro-padrão	1,43	1,78	1,60	2,01	1,65
P-valor	0,10	0,63	0,09	0,12	0,22
DiD 2015	2,35	3,82	3,10	2,61	2,92
Erro-padrão	1,20	1,57	1,36	1,71	1,44
P-valor	0,05	0,02	0,02	0,13	0,04
N	2.643	381	876	861	1.107

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nota: A especificação do modelo inclui ainda efeitos fixos de tempo e município. Os erros-padrão são robustos à autocorrelação municipal e, nos modelos com pareamento (4 e 5), foram obtidos via *bootstrap* com reamostragem de municípios.

Ao analisar os resultados referentes à estimação de impactos agora considerando o 9º ano do Ensino Fundamental II nas notas de língua portuguesa (Tabela 32) e de matemática (Tabela 33) os coeficientes estimados do “DiD” são negativos em todas as estimações, mas não são encontrados impactos estatisticamente significantes ao nível de 5% (*i.e.*, não se pode rejeitar a hipótese de que seja igual a zero).

Tabela 32 — Resultados: nota no SAEB em língua portuguesa no 9º ano do Ens. Fund. II, apenas escolas públicas

	Grupo comp. 1	Grupo comp. 2	Grupo comp. 3	Grupo comp. 4	Grupo comp. 5
DiD	-1,94	-3,58	-1,50	-1,10	-1,96
Erro-padrão	1,69	2,30	1,83	2,22	1,95
P-valor	0,25	0,12	0,41	0,62	0,31
DiD 2015	-0,33	1,44	-0,53	0,26	0,24
Erro-padrão	1,56	2,10	1,69	2,29	1,92
P-valor	0,83	0,49	0,76	0,91	0,90
N	2.688	384	912	894	1.143

Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nota: A especificação do modelo inclui ainda efeitos fixos de tempo e município. Os erros-padrão são robustos à autocorrelação municipal e, nos modelos com pareamento (4 e 5), foram obtidos via *bootstrap* com reamostragem de municípios.

Tabela 33 — Resultados: nota no SAEB em matemática no 9º ano do Ens. Fund. II, apenas escolas públicas

	Grupo comp. 1	Grupo comp. 2	Grupo comp. 3	Grupo comp. 4	Grupo comp. 5
DiD	-0,99	-2,88	-0,53	-1,06	-1,37
Erro-padrão	1,75	2,27	1,88	2,28	1,92
P-valor	0,57	0,21	0,78	0,64	0,48
DiD 2015	-1,22	0,76	-0,45	1,09	0,25
Erro-padrão	1,16	1,64	1,31	1,87	1,48
P-valor	0,29	0,64	0,73	0,56	0,87
N	2.688	384	912	894	1.143

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nota: A especificação do modelo inclui ainda efeitos fixos de tempo e município. Os erros-padrão são robustos à autocorrelação municipal e, nos modelos com pareamento (4 e 5), foram obtidos via *bootstrap* com reamostragem de municípios.

4.2.5 Índice de Desenvolvimento da Educação Básica — IDEB

A Tabela 34 apresenta dados sobre o comportamento do IDEB para o Ensino Fundamental I e II para os anos de 2013, 2015 e 2017. Nela, há informações sobre média, mediana e desvio-padrão dessa variável para o grupo atingido e para cada um dos cinco grupos de comparação propostos. As informações relativas a Ensino Fundamental I (EF I) são expostas nas três primeiras linhas abaixo do título, enquanto as três linhas seguintes contêm as informações para o Ensino Fundamental II (EF II).

Tabela 34 — Estatísticas descritivas: IDEB

Indicador de Impacto	Ano	Grupo Atingido			Grupo de comparação 1			Grupo de comparação 2		
		Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão
IDEB EF I	2013	5,61	5,70	0,45	5,91	5,90	0,60	5,69	5,70	0,51
IDEB EF I	2015	5,96	6,00	0,45	6,06	6,10	0,59	5,89	5,90	0,51
IDEB EF I	2017	6,08	6,10	0,49	6,26	6,30	0,59	6,15	6,20	0,51
IDEB EF II	2013	4,59	4,65	0,51	4,72	4,70	0,59	4,57	4,60	0,46
IDEB EF II	2015	4,43	4,40	0,44	4,61	4,60	0,56	4,41	4,45	0,45
IDEB EF II	2017	4,35	4,30	0,47	4,54	4,50	0,57	4,42	4,40	0,55

Indicador de Impacto	Ano	Grupo de comparação 3			Grupo de comparação 4			Grupo de comparação 5		
		Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Média	Mediana	Desvio-Padrão
IDEB EF I	2013	5,88	5,90	0,52	5,74	5,60	0,59	5,75	5,70	0,54
IDEB EF I	2015	5,99	6,00	0,51	5,84	5,80	0,58	5,88	5,90	0,54
IDEB EF I	2017	6,19	6,20	0,54	6,04	6,00	0,54	6,10	6,10	0,53
IDEB EF II	2013	4,69	4,70	0,58	4,55	4,60	0,61	4,57	4,60	0,57
IDEB EF II	2015	4,53	4,50	0,56	4,38	4,30	0,54	4,42	4,40	0,54
IDEB EF II	2017	4,46	4,40	0,54	4,37	4,40	0,54	4,40	4,40	0,54

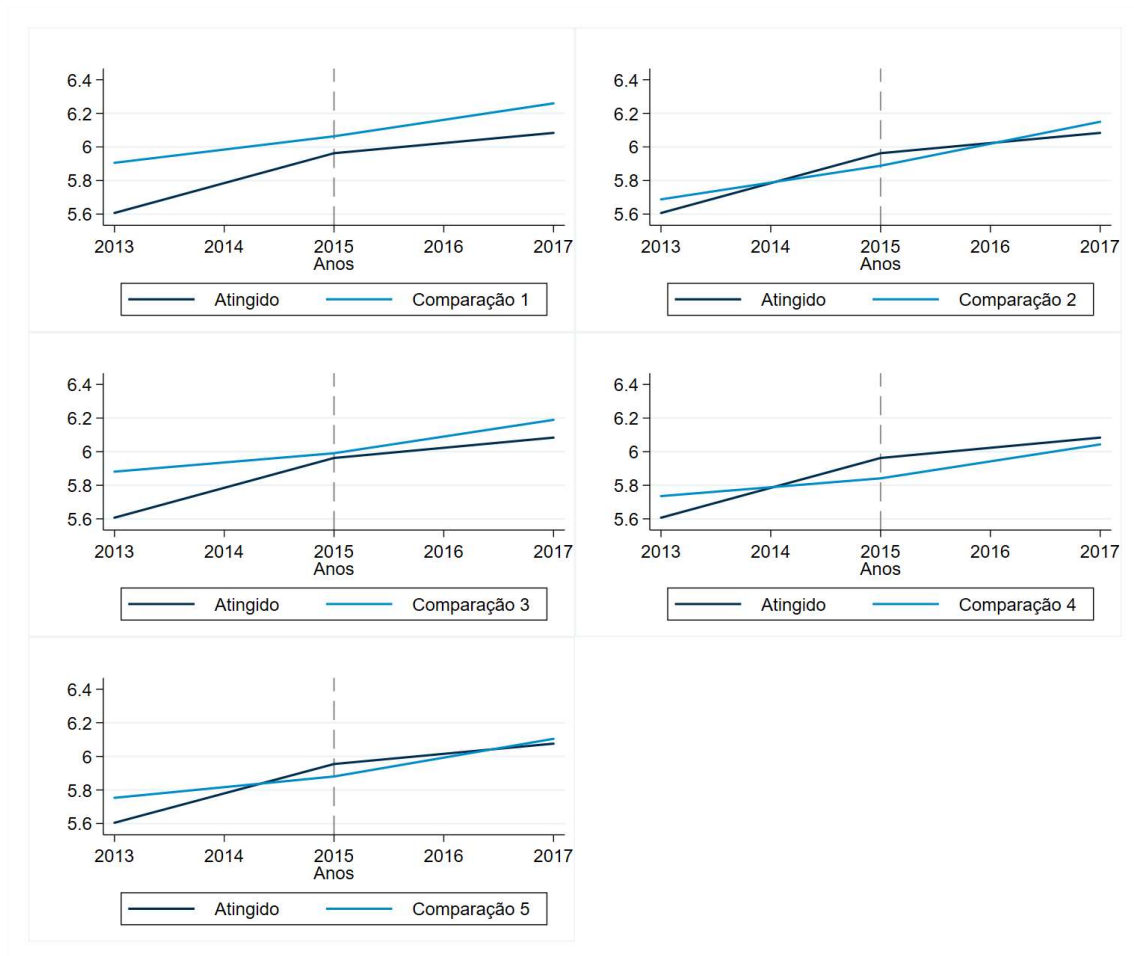
Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC0).

Ao se analisarem os dados, é possível notar que as médias e medianas observadas para o grupo atingido tendem a ser menores no Ensino Fundamental I em relação à maioria dos grupos de comparação utilizados. No caso do Ensino Fundamental II, há uma maior variação entre quais grupos apresentam maiores médias e medianas. Por exemplo, o grupo atingido apresenta média e mediana menores que as observadas para os grupos de comparação 1 e 3, mas maiores que as observadas para os grupos 2, 4 e 5, exceto em 2017, quando estas duas estatísticas são sempre menores para o grupo atingido.

O Gráfico 44 e o Gráfico 45 ilustram o comportamento da média do IDEB para cada um dos grupos ao longo do tempo. Vale destacar que os gráficos ilustram a tendência dos indicadores de impacto em análise considerando apenas os três anos ímpares listados na Tabela 34 (2013, 2015 e 2017), devido à disponibilidade de dados apenas para esses anos. Para o caso do Ensino Fundamental I, fica evidente que há uma tendência geral de aumento do indicador, independentemente do grupo de comparação utilizado, enquanto para o Ensino Fundamental II o comportamento observado é o oposto.

Para o caso do Gráfico 44 é possível notar que até o ano de 2015 a reta da média do indicador do grupo atingido é sempre mais inclinada do que a observada para todos os grupos de comparação, indicando um crescimento maior do IDEB do Ensino Fundamental I entre 2013 e 2015 para o grupo atingido. Após 2015 nota-se uma inflexão, que faz a reta da média do indicador do grupo atingido ser menos inclinada do que a de todos os grupos de comparação.

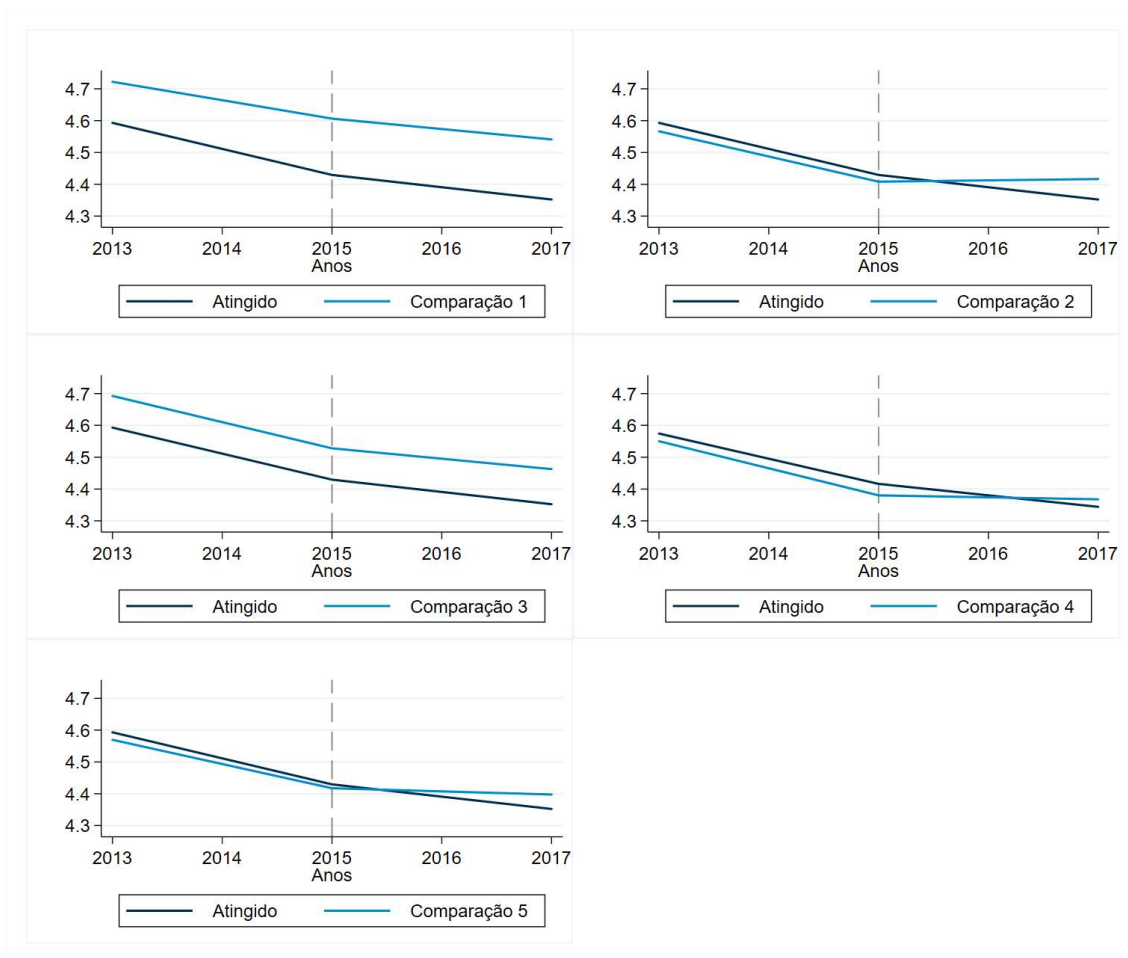
Gráfico 44 — Evolução ao longo do tempo: IDEB do Ens. Fund. I, apenas escolas públicas



Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

O IDEB para o Ensino Fundamental II, ilustrado no Gráfico 45, apresenta um comportamento bastante similar até o ano de 2015 entre o grupo atingido e os grupos de comparação 2, 3 e 4, indicando tendências paralelas. Quando se compara o grupo atingido com os grupos de comparação 1 ou 5, nota-se que as inclinações das curvas que representam a média do indicador são ligeiramente diferentes. Em todos os casos, nota-se uma queda da média do indicador ao longo do período analisado.

Gráfico 45 — Evolução ao longo do tempo: IDEB do Ens. Fund. II, apenas escolas públicas



Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

A Tabela 35 e a Tabela 36 referem-se aos resultados das estimações de impacto para a especificação 1 do modelo de diferença-em-diferenças detalhado na subseção 3.1.1.2. É possível observar que o coeficiente estimado é positivo e estatisticamente significativo quando os municípios atingidos são comparados aos grupos de comparação 1 e 3, indicando um impacto positivo (0,12 e 0,17 pontos na escala do IDEB, respectivamente). Na análise que se baseia no uso do grupo de comparação 4, que configura uma das especificações consideradas mais adequadas pelos autores em virtude do uso da combinação de métodos, estima-se um impacto de aumento de 0,17 ponto na escala do IDEB em decorrência do rompimento da Barragem de Fundão, mas esse efeito não é estatisticamente significativo ao nível de 5%. Resultado similar é encontrado quando se utiliza o grupo de comparação 5 na análise.

Tabela 35 — Resultados: IDEB do Ens. Fund. I, apenas escolas públicas

	Grupo comp. 1	Grupo comp. 2	Grupo comp. 3	Grupo comp. 4	Grupo comp. 5
DiD	0,12	0,01	0,17	0,17	0,13
Erro-padrão	0,05	0,07	0,06	0,09	0,07
P-valor	0,02	0,83	0,01	0,05	0,08
DiD 2015	0,08	0,14	0,08	0,08	0,10
Erro-padrão	0,05	0,06	0,05	0,07	0,06
P-valor	0,12	0,03	0,15	0,25	0,11
N	2.643	381	876	861	1.107

Fonte: Elaborado pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nota: A especificação do modelo inclui ainda efeitos fixos de tempo e município. Os erros-padrão são robustos à autocorrelação municipal e, nos modelos com pareamento (4 e 5), foram obtidos via *bootstrap* com reamostragem de municípios.

Por fim, a Tabela 36 exibe os resultados estimados para o modelo na Equação 1 para o IDEB do Ensino Fundamental II. Nesse caso, os coeficientes estimados para o “DiD” são sempre negativos, mas não é encontrado impacto estatisticamente significativo do rompimento nesse indicador, independentemente do grupo de comparação utilizado na análise. Em outras palavras, não se pode rejeitar a hipótese nula de que o impacto é igual a zero.

Tabela 36 — Resultados: IDEB do Ens. Fund. II, apenas escolas públicas

	Grupo comp. 1	Grupo comp. 2	Grupo comp. 3	Grupo comp. 4	Grupo comp. 5
DiD	-0,06	-0,09	-0,01	-0,05	-0,08
Erro-padrão	0,07	0,10	0,08	0,09	0,07
P-valor	0,42	0,37	0,89	0,56	0,31
DiD 2015	0,01	0,09	0,01	0,08	0,07
Erro-padrão	0,06	0,08	0,07	0,08	0,07
P-valor	0,85	0,30	0,86	0,36	0,35
N	2.688	384	912	894	1.143

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nota: A especificação do modelo inclui ainda efeitos fixos de tempo e município. Os erros-padrão são robustos à autocorrelação municipal e, nos modelos com pareamento (4 e 5), foram obtidos via *bootstrap* com reamostragem de municípios.

5 CONCLUSÕES

Este estudo consistiu em uma primeira abordagem à avaliação de impactos do rompimento da Barragem de Fundão na área de educação. O trabalho se concentrou na análise dos impactos sobre o conjunto dos alunos matriculados em escolas nos 45 municípios atingidos. Foram considerados os seguintes grupos de indicadores de impacto: taxas de matrícula, taxas de rendimento, taxa de distorção idade-série, desempenho escolar e o Indicador de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB). Por meio do uso de métodos econométricos de avaliação de impactos, especificamente de diferença-em-diferenças e de sua combinação com o método de pareamento, produziram-se estimativas do efeito médio do rompimento nos municípios atingidos para tais indicadores para etapas de ensino ou anos escolares específicos com o objetivo de tecer considerações sobre a existência de impacto e, na hipótese de ele ser verificado, sobre sua direção e magnitude.

A Figura 9 resume os resultados obtidos e apresentados ao longo da subseção 4.2 da especificação proposta na Equação 1, usada para medir o efeito médio do rompimento sobre o grupo atingido no período pós-rompimento. Dando prioridade à análise dos grupos de comparação preferidos pelos autores⁷⁰, o único parâmetro estimado que pode ser considerado estatisticamente diferente de zero ao nível de significância de 5% é a taxa de reprovação da 3ª série do Ensino Médio, quando se utiliza o grupo de comparação 5. Nesse caso, o impacto estimado foi de aumento da taxa de reprovação na 3ª série do Ensino Médio no grupo atingido no pós-rompimento (1,60 p.p.).

⁷⁰ Os grupos de comparação preferidos pelos autores são aqueles em que se utiliza o método de pareamento (grupo de comparação 4 e 5).

Figura 9 — Resumo dos resultados

Variáveis	GC1	GC2	GC3	GC4	GC5
Taxa bruta de matrícula no Ensino Fundamental	-	+	-	-	-
Taxa bruta de matrícula no Ensino Médio	-**	-	-**	-	-
Taxa líquida de matrícula no Ensino Fundamental	-	+	-	-*	-
Taxa líquida de matrícula no Ensino Médio	-**	-	-**	-	-
Taxa de Aprovação — 5º ano EF I	+*	+	+*	+	+
Taxa de Aprovação — 9º ano EF II	-	+	+	-	-
Taxa de Aprovação — 3ª série EM	-	-**	-	-	-
Taxa de Reprovação — 5º ano EF I	-**	-	-*	-	-
Taxa de Reprovação — 9º ano EF I	-	-	-	+	-
Taxa de Reprovação — 3ª série EM	+	+**	+	+*	+**
Taxa de Distorção Idade-Série — 5º ano EF I	+	-	+*	+	+
Taxa de Distorção Idade-Série — 9º ano EF II	+*	+	+*	+	+*
Taxa de Distorção Idade-Série — 3ª série EM	+	+**	-	-	-
Nota de Matemática do SAEB — 5º ano EF I	+	-	+*	+	+
Nota de Língua Portuguesa do SAEB — 5º ano EF I	+	-	+**	+*	+
Nota de Matemática do SAEB — 9º ano EF I	-	-	-	-	-
Nota de Língua Portuguesa do SAEB — 9º ano EF I	-	-	-	-	-
IDEB — EF I	+**	+	+**	+*	+*
IDEB — EF II	-	-	-	-	-

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

Nota: Os sinais “+” e “-” referem-se ao sentido dos coeficientes estimados para cada um dos indicadores de impacto listados na primeira coluna. Isto é, efeitos positivos seguem listados como “+” e negativos como “-”. Os sinais “*”, “**” e “***” referem-se aos níveis de significância de 10%, 5% e 1%, respectivamente.

Note que, ainda analisando os resultados quando se utilizam os grupos de comparação 4 e 5, se fosse considerado o nível de significância de 10%, outros impactos do rompimento seriam considerados estatisticamente significantes: queda na taxa líquida de matrícula no EF, aumento da taxa de distorção idade-série no 9º ano, aumento da nota de língua portuguesa no 5º ano do EF I e aumento do IDEB no EF I. Esses resultados, no entanto, não são robustos ao grupo de comparação utilizado e ao ano escolar/etapa de ensino analisada.

A Figura 10 e a Figura 11 resumem os resultados estimados e apresentados ao longo da subseção 4.2, para os casos em que se utilizam os grupos de comparação 4 e 5, respectivamente. Ambas as tabelas se referem à especificação proposta na Equação 2 do modelo de diferença-em-diferenças, utilizado para medir o efeito médio do rompimento sobre o grupo atingido considerando cada ano pós-rompimento especificamente. Assim, os sinais dos coeficientes estimados ilustrados a seguir dizem respeito aos anos indicados nas colunas.

Ao observar ambas as figuras, é possível verificar que não são encontradas diferenças estatisticamente significantes ao nível de 5% entre as diferenças dos grupos para os anos pré-rompimento, exceto no caso do coeficiente estimado para a taxa de distorção idade-série da 3ª série do Ensino Médio, quando se utiliza o grupo de comparação 4 em 2012. São encontrados impactos considerados estatisticamente diferentes de zero ao nível de significância de 5% na taxa líquida de matrícula no Ensino Fundamental em 2016 (negativo na análise com o grupo de comparação 4: -1,74 p.p.) e na taxa de distorção idade-série para o 9º ano Ensino Fundamental II em 2017 (positivo na análise com o grupo de comparação 4 e 5 — 3,85 e 3,83, respectivamente).

Figura 10 — Resumo dos resultados ano a ano (grupo de comparação 4)

Variáveis	2012	2013	2015	2016	2017	2018
Taxa bruta de matrícula no Ensino Fundamental	-	+	-	-	-	-
Taxa bruta de matrícula no Ensino Médio	+	+	-	_*	-	-
Taxa líquida de matrícula no Ensino Fundamental	+	-	_*	_*	_*	-
Taxa líquida de matrícula no Ensino Médio	+	+	-	-	-	-
Taxa de Aprovação — 5º ano EF I	-	-	+	-	+	+
Taxa de Aprovação — 9º ano EF II	+	+	-	-	-	-
Taxa de Aprovação — 3ª série EM	+	+	+	+	-	-
Taxa de Reprovação — 5º ano EF I	+	+	-	+	-	+
Taxa de Reprovação — 9º ano EF I	-	-	-	+	-	-
Taxa de Reprovação — 3ª série EM	-	-	-	+	+	+
Taxa de Distorção Idade-Série — 5º ano EF I	+	+	+	+	+	+
Taxa de Distorção Idade-Série — 9º ano EF II	+	+	+	_*	_*	+
Taxa de Distorção Idade-Série — 3ª série EM	_*	-	-	-	+	-

Fonte: Elaborado pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

Nota: Os sinais “+” e “-” referem-se ao sentido dos coeficientes estimados para cada um dos indicadores de impacto listados na primeira coluna. Isto é, efeitos positivos seguem listados como “+” e negativos como “-”. Os sinais “*”, “**” e “***” referem-se aos níveis de significância de 10%, 5% e 1%, respectivamente.

Figura 11 — Resumo dos resultados ano a ano (grupo de comparação 5)

Variáveis	2012	2013	2015	2016	2017	2018
Taxa bruta de matrícula no Ensino Fundamental	-	+	-	-	+	-
Taxa bruta de matrícula no Ensino Médio	+	+	-	-	-	-
Taxa líquida de matrícula no Ensino Fundamental	+	-	-	-*	-	-
Taxa líquida de matrícula no Ensino Médio	+	+	-	-	-	-
Taxa de Aprovação — 5º ano EF I	-	-	+	-	+	+
Taxa de Aprovação — 9º ano EF II	-	+	+	-	-	-
Taxa de Aprovação — 3ª série EM	+	+	+	-	-	-
Taxa de Reprovação — 5º ano EF I	+	+	-	+	-	+
Taxa de Reprovação — 9º ano EF I	-	-	-	+	-	-
Taxa de Reprovação — 3ª série EM	-	-	-	+	+	+
Taxa de Distorção Idade-Série — 5º ano EF I	-	+	+	+	+	+
Taxa de Distorção Idade-Série — 9º ano EF II	+	+	+	+	+	+
Taxa de Distorção Idade-Série — 3ª série EM	+	-	+	+	+	-

Fonte: Elaborado pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

Nota: Os sinais “+” e “-” referem-se ao sentido dos coeficientes estimados para cada um dos indicadores de impacto listados na primeira coluna. Isto é, efeitos positivos seguem listados como “+” e negativos como “-”. Os sinais “*”, “**” e “***” referem-se aos níveis de significância de 10%, 5% e 1%, respectivamente.

Apesar de terem sido encontrados poucos impactos que podem ser considerados estatisticamente significantes e diferentes de zero, ressalta-se que os resultados apresentados dizem respeito a uma primeira abordagem para avaliar os impactos na área de educação. Por exemplo, é possível que os efeitos do rompimento nessa área sejam heterogêneos entre os municípios, uma vez que eles podem ter sido afetados de maneiras distintas pelos potenciais canais a partir dos quais o rompimento pode ter afetado a área de educação (ex.: escolas cuja infraestrutura física foi destruída pela passagem da lama de rejeitos, afetação diferenciada das atividades econômicas). Ou seja, o parâmetro de interesse do presente estudo (efeito médio do rompimento sobre o grupo de 45 municípios atingidos) não expressa possíveis efeitos heterogêneos que podem existir entre os próprios municípios atingidos.

Outro aspecto relevante a ser mencionado e possivelmente considerado em futuros estudos complementares sobre os impactos do rompimento da área de educação é a possibilidade de existência de efeitos heterogêneos em grupos em situação de vulnerabilidade, aspecto que é central em estudos de impactos de desastres⁷¹.

⁷¹ Em outros estudos da FGV no contexto da Avaliação dos Impactos e Valoração dos Danos Socioeconômicos Causados nas Comunidades Atingidas pelo Rompimento da Barragem de Fundão, são tratados aspectos relacionados com vulnerabilidades. Alguns exemplos são os

Por fim, consideram-se extensões importantes do presente estudo: (i) análises de recortes geográficos específicos e mais homogêneos, como uma investigação dos impactos sobre as escolas destruídas em Mariana e Barra Longa e seus respectivos alunos; (ii) avaliação dos impactos do rompimento nas escolhas dos jovens ao final do Ensino Médio, especificamente, na transição Ensino Médio-Ensino Superior e na transição Ensino Médio-Mercado de Trabalho; e (iii) estudo sobre os impactos do rompimento na Educação Superior, em particular, na taxas de matrícula, evasão e conclusão do curso.

relatórios: "Parâmetros para uma Abordagem Baseada em Direitos Humanos para a Resposta e Reconstrução de Desastres Envolvendo Empresas" (Fundação Getulio Vargas, 2019c), "A Situação das Mulheres Atingidas no Desastre do Rio Doce a partir dos Dados da Ouvidoria da Fundação Renova" (Fundação Getulio Vargas, 2019a), "Análise do Cadastro Socioeconômico" (Fundação Getulio Vargas, 2019b) e "Parâmetros para a Reparação do Direito à Moradia no Contexto do Rompimento da Barragem de Fundão " (Fundação Getulio Vargas, 2019d).

REFERÊNCIAS

ABADIE, A.; IMBENS, G. W. Notes and comments on the failure of the bootstrap. **Econometrica**, v. 76, n. 6, p. 1537-1557, 2008.

ATLAS. **Atlas do desenvolvimento humano no Brasil**. Disponível em: <www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/consulta/>. Acesso em: 4 jun. 2019.

_____. **Metodologia**. Disponível em: <http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/o_atlas/metodologia/construcao-das-unidades-de-desenvolvimento-humano/>. Acesso em: 4 jun. 2019.

BLUNDELL, R.; DIAS, M. C. Alternative approaches to evaluation in empirical microeconomics. **Journal of Human Resources**, v. 44, n. 3, p. 565-640, 2009.

BRASIL. Ministério dos Direitos Humanos; Conselho Nacional dos Direitos Humanos. **Relatório sobre o rompimento da barragem de rejeitos da mineradora Samarco e seus efeitos sobre o vale do Rio Doce**. Brasília (DF), 2017. Disponível em: <www.mdh.gov.br/informacao-ao-cidadao/participacao-social/conselho-nacional-de-direitos-humanos-cndh/RelatriodaBarragemdoRioDoce_FINAL_APROVADO.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2019.

_____. Tribunal Federal Regional da 1ª Região. Ação Civil Pública nº 0069758-61.2015.4.01.3400. **Termo de Transação e Ajustamento de Conduta (TTAC)**. Brasília: 2/3/2016. Disponível em: <www.samarco.com/wp-content/uploads/2016/07/TTAC-FINAL.pdf>. Acesso em: 18 out. 2019.

CALIENDO, M.; KOPEINIG, S. Some practical guidance for the implementation of propensity score matching. **Journal of Economic Surveys**, v. 22(1), p. 31-72, 2008.

CÂMARA TÉCNICA DE EDUCAÇÃO, CULTURA, LAZER, ESPORTE E TURISMO (CT-ECLET). **Programa de recuperação das escolas e reintegração da comunidade escolar, Nota Técnica nº 09**. Mariana, MG, março de 2019.

COMITÊ INTERFEDERATIVO (CIF). **Deliberação n. 58**, 2017.

FERNANDES, Reynaldo. **Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB)**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2007.

FUNDAÇÃO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE BRINQUEDOS (FUNDAÇÃO ABRINQ). **Estratificação da população estimada pelo IBGE segundo faixas etárias**. Disponível em: <<https://observatoriocrianca.org.br/cenario-infancia/temas/populacao/1048-estratificacao-da-populacao-estimada-pelo-ibge-segundo-faixas-etarias?filters=1,1627>>. Acesso em: 8 maio 2019.

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS. **A Situação das Mulheres Atingidas no Desastre do Rio Doce a partir dos Dados da Ouvidoria da Fundação Renova**. São Paulo: FGV, 2019a.

_____. **Análise do Cadastro Socioeconômico**. São Paulo: FGV, 2019b.

_____. **Parâmetros para uma Abordagem Baseada em Direitos Humanos para a Resposta e Reconstrução de Desastres Envolvendo Empresas**. São Paulo: FGV, 2019c.

_____. **Parâmetros para a Reparação do direito à Moradia no Contexto do Rompimento da Barragem de Fundão.** São Paulo: FGV, 2019d.

FUNDAÇÃO RENOVA. **Programa 11 — Recuperação das escolas e reintegração da comunidade escolar.** Disponível em: <www.fundacaorenova.org/programa/recuperacao-das-escolas-e-reintegracao-da-comunidade-escolar/>. Acesso em: 16 dez. 2019a.

_____. **Relatório de informações em atendimento da solicitação 1093, Auditoria Fundação Getúlio Vargas.** Belo Horizonte, MG, 29 ago. 2018.

_____. **Socioeconômicos.** Disponível em: <www.fundacaorenova.org/socioeconomicos/> Acesso em: 16 dez. 2019b.

GREENE, W. H. **Econometric analysis.** 7. ed. Harlow: Pearson, 2012.

HECKMAN, J.; ICHIMURA, H.; TODD, P. Matching as an econometric evaluation estimator: evidence from evaluating a job training programme. **Review of Economic Studies**, v. 64, n. 4, p. 605-654, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Base cartográfica contínua do Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <http://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/bcim/versao_2010/bcim_v3.04_dados/shapefile/>. Acesso em: 5 jun. 2019.

_____. **Censo demográfico 2010.** Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?edicao=9678&t=downloads>. Acesso em: 2 maio 2019.

_____. **Divisão regional do Brasil em mesorregiões e microrregiões geográficas.** Rio de Janeiro, 1990. v. I. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/DRB/Divisao%20regional_v01.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP/MEC). **Censo escolar.** Brasília, 2019. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/microdados>>. Acesso em: 20 set. 2019.

_____. **Dicionário de indicadores educacionais: fórmulas de cálculo.** Brasília, 2004. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/documents/186968/484154/Dicion%C3%A1rio+de+Indicadores+Educacionais+f%C3%B3rmulas+de+c%C3%A1lculo/bf7eac55-d33b-42a7-8d54-2d70fa4e24a3?version=1.2>>. Acesso em: 30 jul. 2019.

_____. **Indicadores educacionais.** Brasília, 2019. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/indicadores-educacionais>>. Acesso em: 30 jul. 2019.

_____. **Índice de Desenvolvimento da Educação Básica.** Brasília, 2019. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/educacao-basica/ideb/resultados>>. Acesso em: 24 maio 2019.

_____. **Nota Técnica nº 03/2013, Cálculo das taxas de rendimento escolar — Censo da Educação Básica.** Brasília, 2013.

_____. **Nota Técnica nº 10/2019/CGIM/DAEB**. Brasília, 2019. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/saeb/2019/documentos/Nota_tecnica_Detalhamento_da_populacao_e_resultados_do_Saeb_2019.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2019.

_____. **Histórico SAEB**. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/educacao-basica/saeb/historico>. Acesso em: 22 jul. 2019.

_____. **SAEB**. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/educacao-basica/saeb>>. Acesso em: 22 jul. 2019.

MCLOYD, V. C. Socioeconomic disadvantage and child development. **American Psychologist**, v. 53, n. 2, p. 185-204, 1998.

ROSENBAUM, P. R.; RUBIN, D. B. The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. **Biometrika**, v. 70, n. 1, p. 41-55, 1983.

SMITH, J.; TODD, P. Does matching overcome LaLonde's critique of nonexperimental estimators? **Journal of Econometrics**, v. 125, n. 1-2, p. 305-353, 2005.

APÊNDICE A — Tabelas suplementares da subseção 4.1.2

Tabela 1 — Amostra B: resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 1

Variável	Média — Grupo Atingido	Média — Grupo Comparação 1	Diferença de Médias	Estatística t	P-valor
Dummy de município localizado em Minas Gerais	0,80	0,92	-0,12	-2,83	0,00
Tamanho da população (ln)	9,75	9,25	0,49	3,09	0,00
Proporção da população com idade entre 0 e 17 anos	0,29	0,29	0,00	-0,11	0,91
Proporção da população com Ensino Médio completo	0,26	0,24	0,02	1,74	0,08
Proporção da população que residia em zonas rurais	0,24	0,33	-0,08	-2,89	0,00
Proporção da população que estava ocupada	0,48	0,53	-0,04	-4,07	0,00
Proporção da população em empregos no setor formal	0,47	0,41	0,06	2,83	0,00
Renda familiar <i>per capita</i> média (ln)	6,16	6,13	0,02	0,40	0,69
Índice de Gini	0,47	0,48	0,00	-0,27	0,78
Número de escolas por habitantes em idade escolar	0,00	0,00	0,00	-1,26	0,21
Proporção de escolas rurais	0,28	0,35	-0,07	-1,81	0,07
Proporção de escolas privadas	0,13	0,11	0,02	0,92	0,36
Média do indicador de infraestrutura das escolas	0,71	0,69	0,02	0,92	0,36
Média da proporção de professores com Ensino Superior das escolas	0,79	0,77	0,02	0,69	0,49
Número de observações	45	869			

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

Tabela 2 — Amostra B: resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 2

Variável	Média — Grupo Atingido	Média — Grupo Comparação 2	Diferença de Médias	Estatística t	P-valor
Dummy de município localizado em Minas Gerais	0,80	0,71	0,09	1,12	0,26
Tamanho da população (ln)	9,75	9,29	0,46	2,30	0,02
Proporção da população com idade entre 0 e 17 anos	0,29	0,30	0,00	-0,90	0,37
Proporção da população com Ensino Médio completo	0,26	0,22	0,04	2,57	0,01
Proporção da população que residia em zonas rurais	0,24	0,36	-0,12	-3,55	0,00
Proporção da população que estava ocupada	0,48	0,50	-0,02	-1,42	0,16
Proporção da população em empregos no setor formal	0,47	0,36	0,11	4,17	0,00
Renda familiar <i>per capita</i> média (ln)	6,16	6,07	0,09	1,65	0,10
Índice de Gini	0,47	0,48	-0,01	-1,08	0,28
Número de escolas por habitantes em idade escolar	0,00	0,00	0,00	-1,69	0,09
Proporção de escolas rurais	0,28	0,41	-0,14	-2,88	0,00
Proporção de escolas privadas	0,13	0,08	0,04	2,09	0,04
Média do indicador de infraestrutura das escolas	0,71	0,67	0,03	1,59	0,11
Média da proporção de professores com Ensino Superior das escolas	0,79	0,78	0,00	0,13	0,90
Número de observações	45	86			

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

Tabela 3 — Amostra B: resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 3

Variável	Média — Grupo Atingido	Média — Grupo Comparação 3	Diferença de Médias	Estatística t	P-valor
Dummy de município localizado em Minas Gerais	0,80	0,92	-0,12	-2,48	0,01
Tamanho da população (ln)	9,75	9,19	0,56	2,87	0,00
Proporção da população com idade entre 0 e 17 anos	0,29	0,29	0,01	1,01	0,31
Proporção da população com Ensino Médio completo	0,26	0,24	0,02	1,35	0,18
Proporção da população que residia em zonas rurais	0,24	0,34	-0,09	-2,93	0,00
Proporção da população que estava ocupada	0,48	0,52	-0,03	-2,97	0,00
Proporção da população em empregos no setor formal	0,47	0,41	0,06	2,47	0,01
Renda familiar <i>per capita</i> média (ln)	6,16	6,14	0,01	0,26	0,79
Índice de Gini	0,47	0,48	0,00	-0,18	0,86
Número de escolas por habitantes em idade escolar	0,00	0,00	0,00	-1,98	0,05
Proporção de escolas rurais	0,28	0,35	-0,08	-1,92	0,06
Proporção de escolas privadas	0,13	0,10	0,03	1,28	0,20
Média do indicador de infraestrutura das escolas	0,71	0,69	0,01	0,78	0,44
Média da proporção de professores com Ensino Superior das escolas	0,79	0,76	0,03	1,08	0,28
Número de observações	45	269			

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

Tabela 4 — Amostra B: resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 4

Variável	Média — Grupo Atingido	Média — Grupo Comparação 4	Diferença de Médias	Estatística t	P-valor
Dummy de município localizado em Minas Gerais	0,80	0,83	-0,03	-0,68	0,49
Tamanho da população (ln)	9,79	9,61	0,17	1,12	0,26
Proporção da população com idade entre 0 e 17 anos	0,29	0,29	0,00	1,38	0,17
Proporção da população com Ensino Médio completo	0,26	0,25	0,01	0,57	0,57
Proporção da população que residia em zonas rurais	0,24	0,25	-0,01	-0,72	0,47
Proporção da população que estava ocupada	0,48	0,48	0,00	-0,18	0,86
Proporção da população em empregos no setor formal	0,48	0,47	0,01	0,64	0,52
Renda familiar <i>per capita</i> média (ln)	6,16	6,15	0,01	0,37	0,71
Índice de Gini	0,47	0,47	0,00	0,55	0,58
Número de escolas por habitantes em idade escolar	0,00	0,00	0,00	-1,03	0,30
Proporção de escolas rurais	0,27	0,26	0,01	0,51	0,61
Proporção de escolas privadas	0,13	0,13	0,00	0,01	0,99
Média do indicador de infraestrutura das escolas	0,70	0,70	0,00	0,03	0,98
Média da proporção de professores com Ensino Superior das escolas	0,79	0,78	0,01	0,43	0,67
Número de observações	44	264			

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

Tabela 5 — Amostra B: resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 5

Variável	Média — Grupo Atingido	Média — Grupo Comparação 5	Diferença de Médias	Estatística t	P-valor
Dummy de município localizado em Minas Gerais	0,80	0,83	-0,04	-0,98	0,33
Tamanho da população (ln)	9,79	9,60	0,19	1,39	0,16
Proporção da população com idade entre 0 e 17 anos	0,29	0,29	0,00	1,62	0,11
Proporção da população com Ensino Médio completo	0,26	0,26	0,00	0,38	0,70
Proporção da população que residia em zonas rurais	0,24	0,26	-0,02	-1,20	0,23
Proporção da população que estava ocupada	0,48	0,49	0,00	-0,64	0,52
Proporção da população em empregos no setor formal	0,48	0,46	0,02	1,17	0,24
Renda familiar <i>per capita</i> média (ln)	6,16	6,16	0,00	-0,03	0,98
Índice de Gini	0,47	0,48	0,00	-0,34	0,73
Número de escolas por habitantes em idade escolar	0,00	0,00	0,00	-1,34	0,18
Proporção de escolas rurais	0,27	0,28	-0,01	-0,33	0,74
Proporção de escolas privadas	0,13	0,13	0,00	-0,14	0,89
Média do indicador de infraestrutura das escolas	0,70	0,71	0,00	-0,08	0,94
Média da proporção de professores com Ensino Superior das escolas	0,79	0,78	0,01	0,58	0,57
Número de observações	44	345			

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

Tabela 6 — Amostra C: resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 1

Variável	Média — Grupo Atingido	Média — Grupo Comparação 1	Diferença de Médias	Estatística t	P-valor
Dummy de município localizado em Minas Gerais	0,79	0,92	-0,13	-2,91	0,00
Tamanho da população (ln)	9,81	9,30	0,51	3,18	0,00
Proporção da população com idade entre 0 e 17 anos	0,29	0,29	0,00	-0,04	0,97
Proporção da população com Ensino Médio completo	0,26	0,24	0,02	1,88	0,06
Proporção da população que residia em zonas rurais	0,23	0,32	-0,09	-2,98	0,00
Proporção da população que estava ocupada	0,49	0,53	-0,04	-3,98	0,00
Proporção da população em empregos no setor formal	0,47	0,42	0,06	2,56	0,01
Renda familiar <i>per capita</i> média (ln)	6,16	6,14	0,02	0,45	0,65
Índice de Gini	0,48	0,48	0,00	-0,03	0,98
Número de escolas por habitantes em idade escolar	0,00	0,00	0,00	-1,41	0,16
Proporção de escolas rurais	0,26	0,34	-0,08	-1,99	0,05
Proporção de escolas privadas	0,13	0,11	0,01	0,68	0,49
Média do indicador de infraestrutura das escolas	0,71	0,69	0,02	0,90	0,37
Média da proporção de professores com Ensino Superior das escolas	0,79	0,77	0,01	0,63	0,53
Número de observações	43	838			

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

Tabela 7 — Amostra C: resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 2

Variável	Média — Grupo Atingido	Média — Grupo Comparação 2	Diferença de Médias	Estatística t	P-valor
Dummy de município localizado em Minas Gerais	0,79	0,71	0,08	0,93	0,36
Tamanho da população (ln)	9,81	9,30	0,51	2,51	0,01
Proporção da população com idade entre 0 e 17 anos	0,29	0,30	-0,01	-0,97	0,33
Proporção da população com Ensino Médio completo	0,26	0,22	0,04	2,70	0,01
Proporção da população que residia em zonas rurais	0,23	0,36	-0,12	-3,70	0,00
Proporção da população que estava ocupada	0,49	0,50	-0,02	-1,30	0,20
Proporção da população em empregos no setor formal	0,47	0,37	0,10	3,89	0,00
Renda familiar <i>per capita</i> média (ln)	6,16	6,07	0,09	1,70	0,09
Índice de Gini	0,48	0,48	-0,01	-0,78	0,44
Número de escolas por habitantes em idade escolar	0,00	0,00	0,00	-1,79	0,08
Proporção de escolas rurais	0,26	0,41	-0,14	-2,98	0,00
Proporção de escolas privadas	0,13	0,09	0,04	1,95	0,05
Média do indicador de infraestrutura das escolas	0,71	0,68	0,03	1,54	0,13
Média da proporção de professores com Ensino Superior das escolas	0,79	0,78	0,01	0,19	0,85
Número de observações	43	84			

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

Tabela 8 — Amostra C: resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 3

Variável	Média — Grupo Atingido	Média — Grupo Comparação 3	Diferença de Médias	Estatística t	P-valor
Dummy de município localizado em Minas Gerais	0,79	0,91	-0,12	-2,39	0,02
Tamanho da população (ln)	9,81	9,28	0,54	2,69	0,01
Proporção da população com idade entre 0 e 17 anos	0,29	0,29	0,01	1,06	0,29
Proporção da população com Ensino Médio completo	0,26	0,24	0,02	1,22	0,22
Proporção da população que residia em zonas rurais	0,23	0,32	-0,09	-2,72	0,01
Proporção da população que estava ocupada	0,49	0,52	-0,03	-2,97	0,00
Proporção da população em empregos no setor formal	0,47	0,42	0,05	2,05	0,04
Renda familiar <i>per capita</i> média (ln)	6,16	6,15	0,01	0,19	0,85
Índice de Gini	0,48	0,47	0,00	0,13	0,90
Número de escolas por habitantes em idade escolar	0,00	0,00	0,00	-2,00	0,05
Proporção de escolas rurais	0,26	0,34	-0,08	-1,91	0,06
Proporção de escolas privadas	0,13	0,11	0,02	0,87	0,38
Média do indicador de infraestrutura das escolas	0,71	0,69	0,01	0,70	0,48
Média da proporção de professores com Ensino Superior das escolas	0,79	0,76	0,03	1,08	0,28
Número de observações	43	249			

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

Tabela 9 — Amostra C: resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 4

Variável	Média — Grupo Atingido	Média — Grupo Comparação 4	Diferença de Médias	Estatística t	P-valor
Dummy de município localizado em Minas Gerais	0,79	0,80	-0,01	-0,29	0,78
Tamanho da população (ln)	9,81	9,69	0,12	0,76	0,45
Proporção da população com idade entre 0 e 17 anos	0,29	0,29	0,00	1,01	0,31
Proporção da população com Ensino Médio completo	0,26	0,26	0,00	0,34	0,74
Proporção da população que residia em zonas rurais	0,23	0,24	-0,01	-0,41	0,68
Proporção da população que estava ocupada	0,49	0,49	0,00	-0,36	0,72
Proporção da população em empregos no setor formal	0,47	0,46	0,01	0,60	0,55
Renda familiar <i>per capita</i> média (ln)	6,16	6,16	0,01	0,19	0,85
Índice de Gini	0,48	0,47	0,00	0,71	0,48
Número de escolas por habitantes em idade escolar	0,00	0,00	0,00	-0,75	0,45
Proporção de escolas rurais	0,26	0,25	0,01	0,43	0,67
Proporção de escolas privadas	0,13	0,13	0,00	0,16	0,87
Média do indicador de infraestrutura das escolas	0,71	0,71	0,00	-0,01	0,99
Média da proporção de professores com Ensino Superior das escolas	0,79	0,78	0,00	0,30	0,76
Número de observações	43	245			

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

Tabela 10 — Amostra C: resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 5

Variável	Média — Grupo Atingido	Média — Grupo Comparação 5	Diferença de Médias	Estatística t	P-valor
Dummy de município localizado em Minas Gerais	0,79	0,82	-0,03	-0,77	0,44
Tamanho da população (ln)	9,85	9,68	0,17	1,24	0,22
Proporção da população com idade entre 0 e 17 anos	0,29	0,29	0,00	1,54	0,12
Proporção da população com Ensino Médio completo	0,26	0,26	0,00	0,32	0,75
Proporção da população que residia em zonas rurais	0,23	0,25	-0,02	-1,04	0,30
Proporção da população que estava ocupada	0,48	0,49	-0,01	-0,91	0,36
Proporção da população em empregos no setor formal	0,48	0,46	0,01	0,92	0,36
Renda familiar <i>per capita</i> média (ln)	6,17	6,17	0,00	-0,12	0,90
Índice de Gini	0,48	0,48	0,00	-0,03	0,98
Número de escolas por habitantes em idade escolar	0,00	0,00	0,00	-1,08	0,28
Proporção de escolas rurais	0,26	0,27	-0,01	-0,33	0,74
Proporção de escolas privadas	0,13	0,13	-0,01	-0,38	0,71
Média do indicador de infraestrutura das escolas	0,71	0,71	0,00	-0,38	0,71
Média da proporção de professores com Ensino Superior das escolas	0,79	0,78	0,01	0,43	0,67
Número de observações	42	327			

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

Tabela 11 — Amostra D: resultados dos testes de diferença de médias entre grupos - Grupo de comparação 1

Variável	Média — Grupo Atingido	Média — Grupo Comparação 1	Diferença de Médias	Estatística t	P-valor
Dummy de município localizado em Minas Gerais	0,80	0,92	-0,12	-2,88	0,00
Tamanho da população (ln)	9,75	9,23	0,52	3,21	0,00
Proporção da população com idade entre 0 e 17 anos	0,29	0,29	0,00	0,04	0,97
Proporção da população com Ensino Médio completo	0,26	0,24	0,02	1,76	0,08
Proporção da população que residia em zonas rurais	0,24	0,33	-0,09	-2,92	0,00
Proporção da população que estava ocupada	0,48	0,53	-0,04	-4,09	0,00
Proporção da população em empregos no setor formal	0,47	0,41	0,06	2,87	0,00
Renda familiar <i>per capita</i> média (ln)	6,16	6,13	0,02	0,40	0,69
Índice de Gini	0,47	0,48	0,00	-0,18	0,86
Número de escolas por habitantes em idade escolar	0,00	0,00	0,00	-1,35	0,18
Proporção de escolas rurais	0,28	0,34	-0,07	-1,74	0,08
Proporção de escolas privadas	0,13	0,11	0,02	1,00	0,32
Média do indicador de infraestrutura das escolas	0,71	0,69	0,02	0,92	0,36
Média da proporção de professores com Ensino Superior das escolas	0,79	0,77	0,02	0,67	0,51
Número de observações	45	883			

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

Tabela 12 — Amostra D: resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 2

Variável	Média — Grupo Atingido	Média — Grupo Comparação 2	Diferença de Médias	Estatística t	P-valor
Dummy de município localizado em Minas Gerais	0,80	0,71	0,09	1,12	0,26
Tamanho da população (ln)	9,75	9,29	0,46	2,30	0,02
Proporção da população com idade entre 0 e 17 anos	0,29	0,30	0,00	-0,90	0,37
Proporção da população com Ensino Médio completo	0,26	0,22	0,04	2,57	0,01
Proporção da população que residia em zonas rurais	0,24	0,36	-0,12	-3,55	0,00
Proporção da população que estava ocupada	0,48	0,50	-0,02	-1,42	0,16
Proporção da população em empregos no setor formal	0,47	0,36	0,11	4,17	0,00
Renda familiar <i>per capita</i> média (ln)	6,16	6,07	0,09	1,65	0,10
Índice de Gini	0,47	0,48	-0,01	-1,08	0,28
Número de escolas por habitantes em idade escolar	0,00	0,00	0,00	-1,69	0,09
Proporção de escolas rurais	0,28	0,41	-0,14	-2,88	0,00
Proporção de escolas privadas	0,13	0,08	0,04	2,09	0,04
Média do indicador de infraestrutura das escolas	0,71	0,67	0,03	1,59	0,11
Média da proporção de professores com Ensino Superior das escolas					
Número de observações					

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

Tabela 13 — Amostra D: resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 3

Variável	Média — Grupo Atingido	Média — Grupo Comparação 3	Diferença de Médias	Estatística t	P-valor
Dummy de município localizado em Minas Gerais	0,80	0,92	-0,12	-2,51	0,01
Tamanho da população (ln)	9,75	9,18	0,57	2,95	0,00
Proporção da população com idade entre 0 e 17 anos	0,29	0,29	0,01	1,16	0,25
Proporção da população com Ensino Médio completo	0,26	0,24	0,02	1,32	0,19
Proporção da população que residia em zonas rurais	0,24	0,34	-0,09	-2,93	0,00
Proporção da população que estava ocupada	0,48	0,52	-0,03	-2,91	0,00
Proporção da população em empregos no setor formal	0,47	0,41	0,06	2,51	0,01
Renda familiar <i>per capita</i> média (ln)	6,16	6,14	0,01	0,30	0,76
Índice de Gini	0,47	0,47	0,00	-0,10	0,92
Número de escolas por habitantes em idade escolar	0,00	0,00	0,00	-2,03	0,04
Proporção de escolas rurais	0,28	0,35	-0,08	-1,91	0,06
Proporção de escolas privadas	0,13	0,10	0,03	1,33	0,18
Média do indicador de infraestrutura das escolas	0,71	0,69	0,02	0,86	0,39
Média da proporção de professores com Ensino Superior das escolas	0,79	0,76	0,02	1,00	0,32
Número de observações	45	272			

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

Tabela 14 — Amostra D: resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 4

Variável	Média — Grupo Atingido	Média — Grupo Comparação 4	Diferença de Médias	Estatística t	P-valor
Dummy de município localizado em Minas Gerais	0,80	0,83	-0,03	-0,62	0,53
Tamanho da população (ln)	9,75	9,58	0,17	1,08	0,28
Proporção da população com idade entre 0 e 17 anos	0,29	0,29	0,00	1,08	0,28
Proporção da população com Ensino Médio completo	0,26	0,25	0,01	0,64	0,52
Proporção da população que residia em zonas rurais	0,24	0,26	-0,02	-0,78	0,43
Proporção da população que estava ocupada	0,48	0,48	0,00	-0,04	0,97
Proporção da população em empregos no setor formal	0,47	0,46	0,01	0,62	0,53
Renda familiar <i>per capita</i> média (ln)	6,16	6,14	0,01	0,33	0,74
Índice de Gini	0,47	0,47	0,00	0,44	0,66
Número de escolas por habitantes em idade escolar	0,00	0,00	0,00	-0,98	0,33
Proporção de escolas rurais	0,28	0,26	0,01	0,43	0,67
Proporção de escolas privadas	0,13	0,12	0,01	0,33	0,74
Média do indicador de infraestrutura das escolas	0,71	0,70	0,00	0,37	0,71
Média da proporção de professores com Ensino Superior das escolas	0,79	0,78	0,01	0,37	0,71
Número de observações	45	267			

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

Tabela 15 — Amostra D: resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 5

Variável	Média — Grupo Atingido	Média — Grupo Comparação 5	Diferença de Médias	Estatística t	P-valor
Dummy de município localizado em Minas Gerais	0,80	0,83	-0,04	-0,97	0,33
Tamanho da população (ln)	9,79	9,59	0,20	1,47	0,14
Proporção da população com idade entre 0 e 17 anos	0,29	0,29	0,00	1,71	0,09
Proporção da população com Ensino Médio completo	0,26	0,26	0,00	0,38	0,70
Proporção da população que residia em zonas rurais	0,24	0,26	-0,02	-1,29	0,20
Proporção da população que estava ocupada	0,48	0,49	0,00	-0,63	0,53
Proporção da população em empregos no setor formal	0,48	0,46	0,02	1,22	0,22
Renda familiar <i>per capita</i> média (ln)	6,16	6,16	0,00	-0,02	0,98
Índice de Gini	0,47	0,48	0,00	-0,39	0,70
Número de escolas por habitantes em idade escolar	0,00	0,00	0,00	-1,44	0,15
Proporção de escolas rurais	0,27	0,28	-0,01	-0,39	0,70
Proporção de escolas privadas	0,13	0,13	0,00	-0,07	0,95
Média do indicador de infraestrutura das escolas	0,70	0,70	0,00	-0,01	0,99
Média da proporção de professores com Ensino Superior das escolas	0,79	0,78	0,01	0,57	0,57
Número de observações	44	352			

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

Tabela 16 — Amostra E: resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 1

Variável	Média — Grupo Atingido	Média — Grupo Comparação 1	Diferença de Médias	Estatística t	P-valor
Dummy de município localizado em Minas Gerais	0,80	0,92	-0,12	-2,84	0,00
Tamanho da população (ln)	9,78	9,27	0,51	3,17	0,00
Proporção da população com idade entre 0 e 17 anos	0,29	0,29	0,00	-0,04	0,97
Proporção da população com Ensino Médio completo	0,26	0,24	0,02	1,87	0,06
Proporção da população que residia em zonas rurais	0,24	0,33	-0,09	-3,11	0,00
Proporção da população que estava ocupada	0,49	0,53	-0,04	-3,89	0,00
Proporção da população em empregos no setor formal	0,48	0,41	0,07	3,00	0,00
Renda familiar <i>per capita</i> média (ln)	6,16	6,14	0,02	0,46	0,64
Índice de Gini	0,47	0,48	0,00	-0,19	0,85
Número de escolas por habitantes em idade escolar	0,00	0,00	0,00	-1,30	0,19
Proporção de escolas rurais	0,26	0,34	-0,08	-2,01	0,04
Proporção de escolas privadas	0,13	0,11	0,02	0,97	0,33
Média do indicador de infraestrutura das escolas	0,71	0,69	0,02	0,92	0,36
Média da proporção de professores com Ensino Superior das escolas	0,78	0,77	0,01	0,47	0,64
Número de observações	44	852			

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

Tabela 17 — Amostra E: resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 2

Variável	Média — Grupo Atingido	Média — Grupo Comparação 2	Diferença de Médias	Estatística t	P-valor
Dummy de município localizado em Minas Gerais	0,80	0,70	0,09	1,13	0,26
Tamanho da população (ln)	9,78	9,31	0,47	2,33	0,02
Proporção da população com idade entre 0 e 17 anos	0,29	0,30	0,00	-0,89	0,37
Proporção da população com Ensino Médio completo	0,26	0,22	0,04	2,60	0,01
Proporção da população que residia em zonas rurais	0,24	0,36	-0,13	-3,74	0,00
Proporção da população que estava ocupada	0,49	0,50	-0,02	-1,29	0,20
Proporção da população em empregos no setor formal	0,48	0,37	0,11	4,23	0,00
Renda familiar <i>per capita</i> média (ln)	6,16	6,07	0,09	1,73	0,09
Índice de Gini	0,47	0,48	-0,01	-1,03	0,30
Número de escolas por habitantes em idade escolar	0,00	0,00	0,00	-1,73	0,09
Proporção de escolas rurais	0,26	0,41	-0,14	-3,03	0,00
Proporção de escolas privadas	0,13	0,09	0,05	2,10	0,04
Média do indicador de infraestrutura das escolas	0,71	0,68	0,03	1,57	0,12
Média da proporção de professores com Ensino Superior das escolas	0,78	0,79	0,00	-0,10	0,92
Número de observações	44	84			

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

Tabela 18 — Amostra E: resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 3

Variável	Média — Grupo Atingido	Média — Grupo Comparação 3	Diferença de Médias	Estatística t	P-valor
Dummy de município localizado em Minas Gerais	0,80	0,92	-0,12	-2,45	0,01
Tamanho da população (ln)	9,78	9,22	0,56	2,85	0,00
Proporção da população com idade entre 0 e 17 anos	0,29	0,29	0,00	0,93	0,35
Proporção da população com Ensino Médio completo	0,26	0,24	0,02	1,40	0,16
Proporção da população que residia em zonas rurais	0,24	0,34	-0,10	-3,13	0,00
Proporção da população que estava ocupada	0,49	0,51	-0,03	-2,62	0,01
Proporção da população em empregos no setor formal	0,48	0,41	0,07	2,61	0,01
Renda familiar <i>per capita</i> média (ln)	6,16	6,14	0,02	0,44	0,66
Índice de Gini	0,47	0,48	0,00	-0,11	0,91
Número de escolas por habitantes em idade escolar	0,00	0,00	0,00	-1,99	0,05
Proporção de escolas rurais	0,26	0,35	-0,09	-2,17	0,03
Proporção de escolas privadas	0,13	0,10	0,03	1,28	0,20
Média do indicador de infraestrutura das escolas	0,71	0,69	0,01	0,76	0,45
Média da proporção de professores com Ensino Superior das escolas					
Número de observações					

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

Tabela 19 — Amostra E: resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 4

Variável	Média — Grupo Atingido	Média — Grupo Comparação 4	Diferença de Médias	Estatística t	P-valor
Dummy de município localizado em Minas Gerais	0,79	0,81	-0,02	-0,33	0,74
Tamanho da população (ln)	9,82	9,59	0,23	1,46	0,14
Proporção da população com idade entre 0 e 17 anos	0,29	0,29	0,01	1,67	0,10
Proporção da população com Ensino Médio completo	0,26	0,25	0,01	0,73	0,46
Proporção da população que residia em zonas rurais	0,23	0,25	-0,02	-1,08	0,28
Proporção da população que estava ocupada	0,48	0,48	0,00	-0,14	0,89
Proporção da população em empregos no setor formal	0,48	0,47	0,01	0,87	0,39
Renda familiar <i>per capita</i> média (ln)	6,17	6,15	0,02	0,48	0,63
Índice de Gini	0,48	0,47	0,00	0,58	0,57
Número de escolas por habitantes em idade escolar	0,00	0,00	0,00	-1,48	0,14
Proporção de escolas rurais	0,26	0,25	0,01	0,32	0,75
Proporção de escolas privadas	0,13	0,13	0,00	0,28	0,78
Média do indicador de infraestrutura das escolas	0,71	0,70	0,00	0,39	0,70
Média da proporção de professores com Ensino Superior das escolas	0,78	0,78	0,01	0,43	0,67
Número de observações	43	255			

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

Tabela 20 — Amostra E: resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 5

Variável	Média — Grupo Atingido	Média — Grupo Comparação 5	Diferença de Médias	Estatística t	P-valor
Dummy de município localizado em Minas Gerais	0,80	0,84	-0,04	-1,03	0,30
Tamanho da população (ln)	9,78	9,60	0,18	1,27	0,20
Proporção da população com idade entre 0 e 17 anos	0,29	0,29	0,00	1,38	0,17
Proporção da população com Ensino Médio completo	0,26	0,26	0,00	0,39	0,70
Proporção da população que residia em zonas rurais	0,24	0,26	-0,02	-1,31	0,19
Proporção da população que estava ocupada	0,49	0,49	0,00	-0,40	0,69
Proporção da população em empregos no setor formal	0,48	0,46	0,02	1,09	0,27
Renda familiar <i>per capita</i> média (ln)	6,16	6,17	0,00	-0,08	0,93
Índice de Gini	0,47	0,48	0,00	-0,42	0,68
Número de escolas por habitantes em idade escolar	0,00	0,00	0,00	-1,04	0,30
Proporção de escolas rurais	0,26	0,28	-0,01	-0,52	0,60
Proporção de escolas privadas	0,13	0,13	0,00	0,13	0,90
Média do indicador de infraestrutura das escolas	0,71	0,71	0,00	0,16	0,87
Média da proporção de professores com Ensino Superior das escolas					
Número de observações					

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

Tabela 21 — Amostra F: resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 1

Variável	Média — Grupo Atingido	Média — Grupo Comparação 1	Diferença de Médias	Estatística t	P-valor
Dummy de município localizado em Minas Gerais	0,80	0,92	-0,12	-2,86	0,00
Tamanho da população (ln)	9,75	9,25	0,50	3,14	0,00
Proporção da população com idade entre 0 e 17 anos	0,29	0,29	0,00	-0,02	0,98
Proporção da população com Ensino Médio completo	0,26	0,24	0,02	1,77	0,08
Proporção da população que residia em zonas rurais	0,24	0,33	-0,08	-2,90	0,00
Proporção da população que estava ocupada	0,48	0,53	-0,04	-4,06	0,00
Proporção da população em empregos no setor formal	0,47	0,41	0,06	2,90	0,00
Renda familiar <i>per capita</i> média (ln)	6,16	6,13	0,02	0,41	0,69
Índice de Gini	0,47	0,48	0,00	-0,27	0,78
Número de escolas por habitantes em idade escolar	0,00	0,00	0,00	-1,30	0,19
Proporção de escolas rurais	0,28	0,34	-0,07	-1,77	0,08
Proporção de escolas privadas	0,13	0,11	0,02	0,96	0,34
Média do indicador de infraestrutura das escolas	0,71	0,69	0,02	0,95	0,34
Média da proporção de professores com Ensino Superior das escolas	0,79	0,77	0,02	0,69	0,49
Número de observações	45	876			

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

Tabela 22 — Amostra F: resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 2

Variável	Média — Grupo Atingido	Média — Grupo Comparação 2	Diferença de Médias	Estatística t	P-valor
Dummy de município localizado em Minas Gerais	0,80	0,71	0,09	1,16	0,25
Tamanho da população (ln)	9,75	9,31	0,44	2,22	0,03
Proporção da população com idade entre 0 e 17 anos	0,29	0,30	0,00	-0,96	0,34
Proporção da população com Ensino Médio completo	0,26	0,22	0,04	2,57	0,01
Proporção da população que residia em zonas rurais	0,24	0,36	-0,12	-3,56	0,00
Proporção da população que estava ocupada	0,48	0,50	-0,02	-1,42	0,16
Proporção da população em empregos no setor formal	0,47	0,36	0,11	4,32	0,00
Renda familiar <i>per capita</i> média (ln)	6,16	6,07	0,09	1,67	0,10
Índice de Gini	0,47	0,48	-0,01	-1,19	0,24
Número de escolas por habitantes em idade escolar	0,00	0,00	0,00	-1,68	0,09
Proporção de escolas rurais	0,28	0,41	-0,14	-2,84	0,01
Proporção de escolas privadas	0,13	0,09	0,04	2,04	0,04
Média do indicador de infraestrutura das escolas	0,71	0,67	0,03	1,55	0,12
Média da proporção de professores com Ensino Superior das escolas	0,79	0,78	0,01	0,22	0,83
Número de observações	45	85			

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

Tabela 23 — Amostra F: resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 3

Variável	Média — Grupo Atingido	Média — Grupo Comparação 3	Diferença de Médias	Estatística t	P-valor
Dummy de município localizado em Minas Gerais	0,80	0,92	-0,12	-2,50	0,01
Tamanho da população (ln)	9,75	9,18	0,56	2,91	0,00
Proporção da população com idade entre 0 e 17 anos	0,29	0,29	0,01	1,06	0,29
Proporção da população com Ensino Médio completo	0,26	0,24	0,02	1,33	0,18
Proporção da população que residia em zonas rurais	0,24	0,34	-0,09	-2,90	0,00
Proporção da população que estava ocupada	0,48	0,52	-0,03	-2,91	0,00
Proporção da população em empregos no setor formal	0,47	0,41	0,06	2,52	0,01
Renda familiar <i>per capita</i> média (ln)	6,16	6,14	0,01	0,27	0,79
Índice de Gini	0,47	0,48	0,00	-0,21	0,83
Número de escolas por habitantes em idade escolar	0,00	0,00	0,00	-1,93	0,05
Proporção de escolas rurais	0,28	0,35	-0,07	-1,83	0,07
Proporção de escolas privadas	0,13	0,10	0,03	1,31	0,19
Média do indicador de infraestrutura das escolas	0,71	0,69	0,01	0,82	0,41
Média da proporção de professores com Ensino Superior das escolas	0,79	0,76	0,02	1,03	0,30
Número de observações	45	271			

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

Tabela 24 — Amostra F: resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 4

Variável	Média — Grupo Atingido	Média — Grupo Comparação 4	Diferença de Médias	Estatística t	P-valor
Dummy de município localizado em Minas Gerais	0,80	0,82	-0,03	-0,65	0,52
Tamanho da população (ln)	9,79	9,60	0,18	1,18	0,24
Proporção da população com idade entre 0 e 17 anos	0,29	0,29	0,00	1,36	0,18
Proporção da população com Ensino Médio completo	0,26	0,25	0,01	0,64	0,52
Proporção da população que residia em zonas rurais	0,24	0,25	-0,02	-0,83	0,41
Proporção da população que estava ocupada	0,48	0,48	0,00	-0,15	0,88
Proporção da população em empregos no setor formal	0,48	0,47	0,01	0,69	0,49
Renda familiar <i>per capita</i> média (ln)	6,16	6,15	0,01	0,42	0,68
Índice de Gini	0,47	0,47	0,00	0,54	0,59
Número de escolas por habitantes em idade escolar	0,00	0,00	0,00	-1,14	0,26
Proporção de escolas rurais	0,27	0,26	0,01	0,41	0,68
Proporção de escolas privadas	0,13	0,13	0,00	0,08	0,93
Média do indicador de infraestrutura das escolas	0,70	0,70	0,00	0,15	0,88
Média da proporção de professores com Ensino Superior das escolas	0,79	0,78	0,01	0,45	0,65
Número de observações	44	266			

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

Tabela 25 — Amostra F: resultados dos testes de diferença de médias entre grupos — Grupo de comparação 5

Variável	Média — Grupo Atingido	Média — Grupo Comparação 5	Diferença de Médias	Estatística t	P-valor
Dummy de município localizado em Minas Gerais	0,80	0,83	-0,03	-0,88	0,38
Tamanho da população (ln)	9,75	9,57	0,18	1,28	0,20
Proporção da população com idade entre 0 e 17 anos	0,29	0,29	0,00	1,36	0,18
Proporção da população com Ensino Médio completo	0,26	0,25	0,00	0,34	0,73
Proporção da população que residia em zonas rurais	0,24	0,26	-0,02	-1,13	0,26
Proporção da população que estava ocupada	0,48	0,49	0,00	-0,40	0,69
Proporção da população em empregos no setor formal	0,47	0,46	0,02	1,10	0,27
Renda familiar <i>per capita</i> média (ln)	6,16	6,16	0,00	-0,11	0,91
Índice de Gini	0,47	0,48	0,00	-0,55	0,58
Número de escolas por habitantes em idade escolar	0,00	0,00	0,00	-1,21	0,23
Proporção de escolas rurais	0,28	0,28	-0,01	-0,36	0,72
Proporção de escolas privadas	0,13	0,13	0,00	0,12	0,90
Média do indicador de infraestrutura das escolas	0,71	0,70	0,00	0,22	0,83
Média da proporção de professores com Ensino Superior das escolas	0,79	0,78	0,01	0,50	0,62
Número de observações	45	348			

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) com base nas fontes de dados citadas ao longo da seção 2.3.

APÊNDICE B — Tabelas de resultados apresentados na subseção 4.2

Tabela 1 — Resultados ano a ano: taxa bruta de matrícula no Ens. Fundamental

	Grupo de comp. 4	Grupo de comp. 5
DiD 2012	-0,06	-0,45
Erro-padrão	0,84	0,72
P-valor	0,94	0,53
DiD 2013	0,00	0,03
Erro-padrão	0,58	0,48
P-valor	1,00	0,95
DiD 2015	-0,19	-0,10
Erro-padrão	0,70	0,64
P-valor	0,79	0,87
DID 2016	-1,18	-1,00
Erro-padrão	0,87	0,74
P-valor	0,17	0,17
DID 2017	-0,37	0,05
Erro-padrão	1,06	0,87
P-valor	0,73	0,95
DID 2018	-0,90	-0,37
Erro-padrão	1,34	1,07
P-valor	0,50	0,73
Efeito fixo de ano (2012)	7,61	7,88
Erro-padrão	0,58	0,41
P-valor	0,00	0,00
Efeito fixo de ano (2013)	2,14	2,05
Erro-padrão	0,42	0,26
P-valor	0,00	0,00
Efeito fixo de ano (2015)	-2,64	-2,67
Erro-padrão	0,43	0,31
P-valor	0,00	0,00
Efeito fixo de ano (2016)	-4,78	-5,15
Erro-padrão	0,58	0,35
P-valor	0,00	0,00
Efeito fixo de ano (2017)	-7,49	-7,74
Erro-padrão	0,68	0,42
P-valor	0,00	0,00
Efeito fixo de ano (2018)	-7,93	-8,14
Erro-padrão	0,91	0,54
P-valor	0,00	0,00
Media do Y	90,91	90,53
N Observações	2.191	2.786

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nota: A especificação do modelo inclui ainda efeitos fixos de município. Os erros-padrão são robustos à autocorrelação municipal e foram obtidos via *bootstrap* com reamostragem de municípios.

Tabela 2 — Resultados ano a ano: taxa bruta de matrícula no Ens. Médio

	Grupo de comp. 4	Grupo de comp. 5
DiD 2012	2,70	2,56
Erro-padrão	2,01	1,83
P-valor	0,18	0,16
DiD 2013	0,41	0,29
Erro-padrão	1,14	0,95
P-valor	0,72	0,76
DiD 2015	-0,61	-0,41
Erro-padrão	1,54	1,45
P-valor	0,69	0,78
DID 2016	-3,92	-2,61
Erro-padrão	2,28	1,91
P-valor	0,09	0,17
DID 2017	-1,14	-1,18
Erro-padrão	2,58	2,17
P-valor	0,66	0,59
DID 2018	-0,60	-0,67
Erro-padrão	2,40	2,02
P-valor	0,80	0,74
Efeito fixo de ano (2012)	7,63	8,25
Erro-padrão	1,23	1,04
P-valor	0,00	0,00
Efeito fixo de ano (2013)	2,50	2,72
Erro-padrão	0,76	0,56
P-valor	0,00	0,00
Efeito fixo de ano (2015)	-1,24	-0,93
Erro-padrão	0,80	0,65
P-valor	0,12	0,15
Efeito fixo de ano (2016)	5,16	4,39
Erro-padrão	1,75	1,26
P-valor	0,00	0,00
Efeito fixo de ano (2017)	3,58	3,65
Erro-padrão	2,06	1,54
P-valor	0,08	0,02
Efeito fixo de ano (2018)	1,80	2,14
Erro-padrão	1,90	1,50
P-valor	0,35	0,15
Media do Y	68,60	68,18
N Observações	2.191	2.786

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nota: A especificação do modelo inclui ainda efeitos fixos de município. Os erros-padrão são robustos à autocorrelação municipal e foram obtidos via *bootstrap* com reamostragem de municípios.

Tabela 3 — Resultados ano a ano: taxa líquida de matrícula no Ens. Fundamental

	Grupo de comp. 4	Grupo de comp. 5
DiD 2012	0,24	0,33
Erro-padrão	0,65	0,57
P-valor	0,71	0,57
DiD 2013	-0,11	-0,10
Erro-padrão	0,50	0,43
P-valor	0,82	0,83
DiD 2015	-0,95	-0,42
Erro-padrão	0,56	0,52
P-valor	0,09	0,42
DiD 2016	-1,74	-1,23
Erro-padrão	0,75	0,68
P-valor	0,02	0,07
DiD 2017	-1,47	-0,73
Erro-padrão	0,89	0,67
P-valor	0,10	0,28
DiD 2018	-1,24	-0,58
Erro-padrão	1,10	0,86
P-valor	0,26	0,50
Efeito fixo de ano (2012)	5,42	5,23
Erro-padrão	0,52	0,41
P-valor	0,00	0,00
Efeito fixo de ano (2013)	1,22	1,12
Erro-padrão	0,33	0,24
P-valor	0,00	0,00
Efeito fixo de ano (2015)	-1,64	-2,09
Erro-padrão	0,30	0,23
P-valor	0,00	0,00
Efeito fixo de ano (2016)	-3,17	-3,93
Erro-padrão	0,46	0,29
P-valor	0,00	0,00
Efeito fixo de ano (2017)	-5,13	-5,75
Erro-padrão	0,64	0,38
P-valor	0,00	0,00
Efeito fixo de ano (2018)	-5,56	-6,02
Erro-padrão	0,78	0,47
P-valor	0,00	0,00
Media do Y	79,39	79,29
N Observações	2.191	2.786

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nota: A especificação do modelo inclui ainda efeitos fixos de município. Os erros-padrão são robustos à autocorrelação municipal e foram obtidos via *bootstrap* com reamostragem de municípios.

Tabela 4 — Resultados ano a ano: taxa líquida de matrícula no Ens. Médio

	Grupo de comp. 4	Grupo de comp. 5
DiD 2012	1,33	1,19
Erro-padrão	1,30	1,14
P-valor	0,31	0,30
DiD 2013	0,93	0,67
Erro-padrão	0,95	0,78
P-valor	0,32	0,39
DiD 2015	-0,67	-0,90
Erro-padrão	1,10	1,01
P-valor	0,54	0,38
DiD 2016	-1,21	-0,94
Erro-padrão	1,29	1,18
P-valor	0,35	0,42
DiD 2017	-1,28	-1,43
Erro-padrão	1,64	1,40
P-valor	0,44	0,30
DiD 2018	-1,30	-1,01
Erro-padrão	1,63	1,32
P-valor	0,42	0,44
Efeito fixo de ano (2012)	2,29	2,69
Erro-padrão	0,83	0,60
P-valor	0,01	0,00
Efeito fixo de ano (2013)	0,11	0,51
Erro-padrão	0,67	0,47
P-valor	0,87	0,28
Efeito fixo de ano (2015)	0,04	0,18
Erro-padrão	0,50	0,41
P-valor	0,93	0,66
Efeito fixo de ano (2016)	2,19	2,04
Erro-padrão	0,82	0,64
P-valor	0,01	0,00
Efeito fixo de ano (2017)	1,91	2,06
Erro-padrão	1,23	0,84
P-valor	0,12	0,01
Efeito fixo de ano (2018)	2,12	2,11
Erro-padrão	1,32	0,89
P-valor	0,11	0,02
Media do Y	54,29	53,93
N Observações	2.191	2.786

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nota: A especificação do modelo inclui ainda efeitos fixos de município. Os erros-padrão são robustos à autocorrelação municipal e foram obtidos via *bootstrap* com reamostragem de municípios.

Tabela 5 — Resultados ano a ano: taxa de reprovação no 5º ano do Ens. Fund. I

	Grupo de comp. 4	Grupo de comp. 5
DiD 2012	0,31	0,74
Erro-padrão	0,87	0,77
P-valor	0,73	0,34
DiD 2013	0,49	0,73
Erro-padrão	0,69	0,47
P-valor	0,48	0,12
DiD 2015	-0,90	-0,75
Erro-padrão	0,74	0,61
P-valor	0,23	0,22
DID 2016	0,15	0,27
Erro-padrão	0,92	0,77
P-valor	0,87	0,73
DID 2017	-0,64	-0,57
Erro-padrão	0,76	0,57
P-valor	0,40	0,31
DID 2018	0,00	0,01
Erro-padrão	0,65	0,55
P-valor	1,00	0,99
Efeito fixo de ano (2012)	2,20	1,76
Erro-padrão	0,61	0,42
P-valor	0,00	0,00
Efeito fixo de ano (2013)	0,39	0,15
Erro-padrão	0,59	0,33
P-valor	0,51	0,65
Efeito fixo de ano (2015)	0,92	0,77
Erro-padrão	0,63	0,44
P-valor	0,15	0,08
Efeito fixo de ano (2016)	0,95	0,83
Erro-padrão	0,74	0,51
P-valor	0,20	0,11
Efeito fixo de ano (2017)	0,52	0,45
Erro-padrão	0,68	0,41
P-valor	0,44	0,27
Efeito fixo de ano (2018)	0,22	0,22
Erro-padrão	0,55	0,40
P-valor	0,69	0,59
Media do Y	2,71	2,73
N Observações	2.156	2.723

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nota: A especificação do modelo inclui ainda efeitos fixos de município. Os erros-padrão são robustos à autocorrelação municipal e foram obtidos via *bootstrap* com reamostragem de municípios.

Tabela 6 — Resultados ano a ano: taxa de reprovação no 9º ano do Ens. Fund. II

	Grupo de comp. 4	Grupo de comp. 5
DiD 2012	-1,49	-0,51
Erro-padrão	1,42	1,17
P-valor	0,29	0,66
DiD 2013	-0,07	-0,52
Erro-padrão	1,07	0,95
P-valor	0,95	0,59
DiD 2015	-0,24	-0,24
Erro-padrão	1,14	0,92
P-valor	0,83	0,80
DID 2016	0,34	0,13
Erro-padrão	1,16	1,06
P-valor	0,77	0,90
DID 2017	-1,01	-0,78
Erro-padrão	1,19	1,03
P-valor	0,40	0,45
DID 2018	-0,48	-0,41
Erro-padrão	1,35	1,08
P-valor	0,72	0,70
Efeito fixo de ano (2012)	3,90	2,79
Erro-padrão	1,08	0,82
P-valor	0,00	0,00
Efeito fixo de ano (2013)	-1,85	-1,39
Erro-padrão	0,76	0,61
P-valor	0,02	0,02
Efeito fixo de ano (2015)	1,31	1,34
Erro-padrão	0,88	0,65
P-valor	0,14	0,04
Efeito fixo de ano (2016)	2,85	2,82
Erro-padrão	0,87	0,64
P-valor	0,00	0,00
Efeito fixo de ano (2017)	2,59	2,27
Erro-padrão	0,97	0,71
P-valor	0,01	0,00
Efeito fixo de ano (2018)	2,01	1,85
Erro-padrão	1,09	0,79
P-valor	0,06	0,02
Media do Y	6,57	6,70
N Observações	2.184	2.772

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nota: A especificação do modelo inclui ainda efeitos fixos de município. Os erros-padrão são robustos à autocorrelação municipal e foram obtidos via *bootstrap* com reamostragem de municípios.

Tabela 7 — Resultados ano a ano: taxa de reprovação na 3ª série do Ens. Médio

	Grupo de comp. 4	Grupo de comp. 5
DiD 2012	-1,59	-1,30
Erro-padrão	1,12	0,92
P-valor	0,15	0,16
DiD 2013	-0,31	-0,21
Erro-padrão	1,07	0,88
P-valor	0,78	0,81
DiD 2015	-0,51	-0,23
Erro-padrão	1,24	1,03
P-valor	0,68	0,82
DiD 2016	0,38	0,99
Erro-padrão	1,52	1,13
P-valor	0,80	0,38
DiD 2017	0,59	0,29
Erro-padrão	1,41	1,24
P-valor	0,67	0,81
DiD 2018	1,59	2,01
Erro-padrão	1,47	1,34
P-valor	0,28	0,13
Efeito fixo de ano (2012)	0,51	0,24
Erro-padrão	0,85	0,66
P-valor	0,55	0,72
Efeito fixo de ano (2013)	-1,27	-1,33
Erro-padrão	0,73	0,53
P-valor	0,08	0,01
Efeito fixo de ano (2015)	0,47	0,19
Erro-padrão	0,88	0,58
P-valor	0,59	0,74
Efeito fixo de ano (2016)	0,48	-0,02
Erro-padrão	1,22	0,74
P-valor	0,69	0,98
Efeito fixo de ano (2017)	-0,14	0,16
Erro-padrão	1,06	0,89
P-valor	0,90	0,86
Efeito fixo de ano (2018)	-0,32	-0,77
Erro-padrão	0,94	0,80
P-valor	0,73	0,33
Media do Y	5,55	5,42
N Observações	2.170	2.751

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nota: A especificação do modelo inclui ainda efeitos fixos de município. Os erros-padrão são robustos à autocorrelação municipal e foram obtidos via *bootstrap* com reamostragem de municípios.

Tabela 8 — Resultados ano a ano: taxa de aprovação no 5º ano do Ens. Fund. I

	Grupo de comp. 4	Grupo de comp. 5
DiD 2012	-0,18	-0,74
Erro-padrão	0,95	0,85
P-valor	0,85	0,38
DiD 2013	-0,33	-0,65
Erro-padrão	0,77	0,53
P-valor	0,67	0,22
DiD 2015	1,04	0,87
Erro-padrão	0,85	0,67
P-valor	0,22	0,20
DID 2016	-0,13	-0,36
Erro-padrão	0,99	0,83
P-valor	0,89	0,67
DID 2017	0,79	0,56
Erro-padrão	0,84	0,61
P-valor	0,35	0,35
DID 2018	0,07	0,00
Erro-padrão	0,70	0,58
P-valor	0,92	0,99
Efeito fixo de ano (2012)	-2,63	-2,08
Erro-padrão	0,64	0,44
P-valor	0,00	0,00
Efeito fixo de ano (2013)	-0,72	-0,41
Erro-padrão	0,66	0,36
P-valor	0,27	0,26
Efeito fixo de ano (2015)	-1,09	-0,91
Erro-padrão	0,71	0,48
P-valor	0,13	0,06
Efeito fixo de ano (2016)	-1,01	-0,79
Erro-padrão	0,80	0,55
P-valor	0,21	0,15
Efeito fixo de ano (2017)	-0,67	-0,44
Erro-padrão	0,77	0,46
P-valor	0,39	0,34
Efeito fixo de ano (2018)	-0,13	-0,07
Erro-padrão	0,58	0,40
P-valor	0,82	0,87
Media do Y	96,89	96,86
N Observações	2.156	2.723

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nota: A especificação do modelo inclui ainda efeitos fixos de município. Os erros-padrão são robustos à autocorrelação municipal e foram obtidos via *bootstrap* com reamostragem de municípios.

Tabela 9 — Resultados ano a ano: taxa de aprovação no 9º ano do Ens. Fund. II

	Grupo de comp. 4	Grupo de comp. 5
DiD 2012	0,66	-0,16
Erro-padrão	1,49	1,26
P-valor	0,66	0,90
DiD 2013	0,27	0,33
Erro-padrão	1,36	1,09
P-valor	0,84	0,76
DiD 2015	-0,17	0,10
Erro-padrão	1,21	1,00
P-valor	0,89	0,92
DID 2016	-0,65	-0,38
Erro-padrão	1,35	1,22
P-valor	0,63	0,75
DID 2017	-0,23	-0,36
Erro-padrão	1,47	1,25
P-valor	0,88	0,77
DID 2018	-0,13	-0,07
Erro-padrão	1,42	1,12
P-valor	0,92	0,95
Efeito fixo de ano (2012)	-4,46	-3,45
Erro-padrão	1,10	0,83
P-valor	0,00	0,00
Efeito fixo de ano (2013)	1,07	0,98
Erro-padrão	1,04	0,73
P-valor	0,30	0,18
Efeito fixo de ano (2015)	-1,52	-1,78
Erro-padrão	0,91	0,66
P-valor	0,09	0,01
Efeito fixo de ano (2016)	-3,09	-3,02
Erro-padrão	1,01	0,74
P-valor	0,00	0,00
Efeito fixo de ano (2017)	-3,50	-3,28
Erro-padrão	1,14	0,80
P-valor	0,00	0,00
Efeito fixo de ano (2018)	-1,97	-1,96
Erro-padrão	1,24	0,88
P-valor	0,11	0,03
Media do Y	90,52	90,28
N Observações	2.184	2.772

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nota: A especificação do modelo inclui ainda efeitos fixos de município. Os erros-padrão são robustos à autocorrelação municipal e foram obtidos via *bootstrap* com reamostragem de municípios.

Tabela 10 — Resultados ano a ano: taxa de aprovação na 3ª série do Ens. Médio

	Grupo de comp. 4	Grupo de comp. 5
DiD 2012	1,11	0,98
Erro-padrão	1,29	1,09
P-valor	0,39	0,37
DiD 2013	0,68	0,40
Erro-padrão	1,47	1,09
P-valor	0,64	0,71
DiD 2015	0,32	0,03
Erro-padrão	1,58	1,34
P-valor	0,84	0,98
DID 2016	0,86	-0,11
Erro-padrão	1,88	1,30
P-valor	0,65	0,93
DID 2017	-0,34	-0,16
Erro-padrão	1,63	1,40
P-valor	0,84	0,91
DID 2018	-1,40	-1,68
Erro-padrão	1,65	1,38
P-valor	0,40	0,22
Efeito fixo de ano (2012)	-1,77	-1,63
Erro-padrão	1,08	0,88
P-valor	0,10	0,06
Efeito fixo de ano (2013)	0,26	0,52
Erro-padrão	1,13	0,73
P-valor	0,82	0,47
Efeito fixo de ano (2015)	-0,49	-0,20
Erro-padrão	1,12	0,74
P-valor	0,66	0,79
Efeito fixo de ano (2016)	-0,67	0,16
Erro-padrão	1,72	1,04
P-valor	0,70	0,88
Efeito fixo de ano (2017)	0,54	0,37
Erro-padrão	1,34	1,08
P-valor	0,69	0,73
Efeito fixo de ano (2018)	0,20	0,51
Erro-padrão	1,35	0,97
P-valor	0,88	0,60
Media do Y	90,48	90,63
N Observações	2.170	2.751

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nota: A especificação do modelo inclui ainda efeitos fixos de município. Os erros-padrão são robustos à autocorrelação municipal e foram obtidos via *bootstrap* com reamostragem de municípios.

Tabela 11 — Resultados ano a ano: taxa de distorção idade-série no 5º ano do Ens. Fund. I

	Grupo de comp. 4	Grupo de comp. 5
DiD 2012	0,84	-0,10
Erro-padrão	1,26	1,06
P-valor	0,51	0,92
DiD 2013	0,07	0,66
Erro-padrão	0,98	0,90
P-valor	0,95	0,46
DiD 2015	1,39	1,21
Erro-padrão	1,14	1,00
P-valor	0,22	0,22
DiD 2016	0,63	0,34
Erro-padrão	1,18	0,92
P-valor	0,59	0,71
DiD 2017	2,02	1,47
Erro-padrão	1,23	0,93
P-valor	0,10	0,11
DiD 2018	0,65	0,13
Erro-padrão	1,30	0,97
P-valor	0,62	0,90
Efeito fixo de ano (2012)	5,08	6,02
Erro-padrão	0,99	0,66
P-valor	0,00	0,00
Efeito fixo de ano (2013)	4,00	3,41
Erro-padrão	0,63	0,48
P-valor	0,00	0,00
Efeito fixo de ano (2015)	-1,35	-1,17
Erro-padrão	0,83	0,57
P-valor	0,10	0,04
Efeito fixo de ano (2016)	-3,51	-3,22
Erro-padrão	0,92	0,59
P-valor	0,00	0,00
Efeito fixo de ano (2017)	-4,99	-4,45
Erro-padrão	0,98	0,61
P-valor	0,00	0,00
Efeito fixo de ano (2018)	-5,36	-4,84
Erro-padrão	1,05	0,65
P-valor	0,00	0,00
Media do Y	15,68	15,14
N Observações	2.156	2.723

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nota: A especificação do modelo inclui ainda efeitos fixos de município. Os erros-padrão são robustos à autocorrelação municipal e foram obtidos via *bootstrap* com reamostragem de municípios.

Tabela 12 — Resultados ano a ano: taxa de distorção idade-série no 9º ano do Ens. Fund. II

	Grupo de comp. 4	Grupo de comp. 5
DiD 2012	1,58	1,38
Erro-padrão	1,95	1,55
P-valor	0,42	0,37
DiD 2013	1,33	1,41
Erro-padrão	1,74	1,59
P-valor	0,44	0,38
DiD 2015	1,37	1,72
Erro-padrão	1,54	1,30
P-valor	0,38	0,19
DID 2016	2,82	2,61
Erro-padrão	1,55	1,34
P-valor	0,07	0,05
DID 2017	3,85	3,83
Erro-padrão	1,94	1,77
P-valor	0,05	0,03
DID 2018	1,51	2,17
Erro-padrão	1,79	1,51
P-valor	0,40	0,15
Efeito fixo de ano (2012)	1,26	0,94
Erro-padrão	1,51	0,93
P-valor	0,41	0,32
Efeito fixo de ano (2013)	1,47	1,53
Erro-padrão	1,04	0,81
P-valor	0,16	0,06
Efeito fixo de ano (2015)	0,10	0,08
Erro-padrão	1,08	0,83
P-valor	0,93	0,93
Efeito fixo de ano (2016)	-0,19	0,10
Erro-padrão	1,08	0,89
P-valor	0,86	0,91
Efeito fixo de ano (2017)	0,64	0,86
Erro-padrão	1,26	1,03
P-valor	0,61	0,41
Efeito fixo de ano (2018)	-2,10	-2,71
Erro-padrão	1,46	1,11
P-valor	0,15	0,01
Media do Y	23,72	23,51
N Observações	2.184	2.772

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nota: A especificação do modelo inclui ainda efeitos fixos de município. Os erros-padrão são robustos à autocorrelação municipal e foram obtidos via *bootstrap* com reamostragem de municípios.

Tabela 13 — Resultados ano a ano: taxa de distorção idade-série na 3ª série do Ens. Médio

	Grupo de comp. 4	Grupo de comp. 5
DiD 2012	3,66	2,19
Erro-padrão	1,64	1,46
P-valor	0,03	0,13
DiD 2013	-0,44	-0,68
Erro-padrão	1,63	1,44
P-valor	0,79	0,64
DiD 2015	-0,01	1,24
Erro-padrão	1,90	1,54
P-valor	0,99	0,42
DID 2016	-0,03	0,27
Erro-padrão	1,71	1,30
P-valor	0,98	0,83
DID 2017	0,36	1,14
Erro-padrão	1,82	1,62
P-valor	0,84	0,48
DID 2018	-0,82	-0,26
Erro-padrão	1,79	1,41
P-valor	0,65	0,86
Efeito fixo de ano (2012)	2,55	4,26
Erro-padrão	1,29	0,95
P-valor	0,05	0,00
Efeito fixo de ano (2013)	2,76	3,02
Erro-padrão	1,00	0,74
P-valor	0,01	0,00
Efeito fixo de ano (2015)	1,47	0,75
Erro-padrão	1,57	1,00
P-valor	0,35	0,46
Efeito fixo de ano (2016)	0,36	0,04
Erro-padrão	1,36	0,87
P-valor	0,79	0,96
Efeito fixo de ano (2017)	-0,41	-0,89
Erro-padrão	1,24	0,92
P-valor	0,74	0,33
Efeito fixo de ano (2018)	-0,21	-0,72
Erro-padrão	1,48	0,92
P-valor	0,89	0,44
Media do Y	20,56	20,03
N Observações	2.170	2.751

Fonte: Elaborada pelos autores (2019) a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC).

Nota: A especificação do modelo inclui ainda efeitos fixos de município. Os erros-padrão são robustos à autocorrelação municipal e foram obtidos via *bootstrap* com reamostragem de municípios.