

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

Juliano da Costa da Silva

Eventos Climáticos e Desempenho Acadêmico: Evidências para o Brasil

Juiz de Fora

2025

Juliano da Costa da Silva

Eventos Climáticos e Desempenho Acadêmico: Evidências para o Brasil

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título parcial de Mestre em Economia. Área de concentração: Economia

Orientadora: Dr^a Flávia Lúcia Chein Feres

Juiz de Fora

2025

Ficha catalográfica elaborada através do Modelo Latex do CDC da UFJF
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

da Silva, Juliano da Costa.

Eventos Climáticos e Desempenho Acadêmico : Evidências para o Brasil
/ Juliano da Costa da Silva. – 2025.

64 f. : il.

Orientadora: Flávia Lúcia Chein Feres

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade
de Economia. Programa de Pós-Graduação em Economia, 2025.

1. Eventos climáticos Extremos. 2. Desastres Naturais. 3. Desempenho
Acadêmico. 4. Trabalho Infantil 5. Infraestrutura Escolar I. Feres, Flávia
Lúcia Chein. Título.

Juliano da Costa da Silva

Eventos climáticos e desempenho acadêmico: Evidências para o Brasil

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia Aplicada. Área de concentração: Economia.

Aprovada em 17 de fevereiro de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Dr^a. Flávia Lúcia Chein Feres - Orientadora

Universidade Federal de Juiz de Fora

Dr. Ricardo da Silva Freguglia

Universidade Federal de Juiz de Fora

Dr^a. Paula Carvalho Pereda

Universidade de São Paulo

Juiz de Fora, 31/01/2025.



Documento assinado eletronicamente por **Flavia Lucia Chein Feres, Professor(a)**, em 17/02/2025, às 15:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo da Silva Freguglia, Professor(a)**, em 17/02/2025, às 17:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **PAULA CARVALHO PEREDA, Usuário Externo**, em 18/02/2025, às 06:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **2220982** e o código CRC **5E61A35F**.

Dedico este trabalho à minha família e amigos.

Agradecimentos

Agradeço, com profunda gratidão, à minha família pelo apoio incondicional ao longo desta jornada. Aos meus pais, Gildete e Neri, por todo o suporte oferecido, por acreditarem no meu potencial mesmo nos momentos mais difíceis, por sempre me incentivarem a estudar e por nunca deixarem faltar nada em minha vida. Aos meus irmãos, Cristiano, Luciano, Amanda e Sophia, pelos constantes incentivos e pelo suporte emocional fundamental para a conclusão desta etapa.

À minha orientadora, Professora Dra. Flávia Chein Feres, expresso minha sincera gratidão por todo o apoio, orientação e conselhos ao longo do trabalho. Sua dedicação foi essencial para meu crescimento acadêmico e pessoal. Obrigado por acreditar em mim, por incentivar a escolha do tema e por se tornar, além de orientadora, uma amiga ao longo do processo.

Agradeço a todos os integrantes do Observatório das Desigualdades em Educação, Saúde e Sustentabilidade (ODES) pelos ensinamentos compartilhados e pelo apoio nas atividades de pesquisa científica.

À banca examinadora, composta pelo Professor Dr. Ricardo da Silva Freguglia e pela Professora Dra. Paula Carvalho Pereda, agradeço pela leitura atenta, pelas valiosas contribuições e pelo olhar crítico que enriqueceram este trabalho. Agradeço, com carinho, aos amigos de infância, que acompanham minha trajetória desde os primeiros passos e continuam presentes com apoio e afeto incondicional.

Agradeço, com muito carinho, aos meus tios Paulo, André e Fabiane, pelo apoio, incentivo e por sempre acreditarem em mim.

Agradeço, também, aos amigos da graduação, com quem compartilhei descobertas, desafios e aprendizados fundamentais para minha formação. E, por fim, aos amigos do mestrado e doutorado do PPGE, por todas as trocas acadêmicas, companheirismo e pela construção conjunta desse período tão intenso e transformador. Seria impossível nomear todos, mas cada um tem um papel importante nessa caminhada, e minha gratidão é profunda por tê-los ao meu lado.

Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro, que foi fundamental para que o sonho de me tornar mestre se tornasse realidade.

Por fim, registro meu agradecimento a todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora pelos ensinamentos e pela contribuição

"Fazer pela vida, fazer por mim mesmo. Eu hei de conquistar."

Armando Antônio Silveira da Silveira

ABSTRACT

This study investigates the impact of natural disasters, specifically hydrological events (such as floods and flash floods) and climatological events (such as droughts and dry spells), on the academic performance of elementary school students in Brazil. Using data from Prova Brasil (2013-2019) and information on natural disasters provided by the National Secretariat for Protection and Civil Defense (SEDEC), the research analyzes how these extreme climate events affect proficiency scores in Mathematics and Portuguese, as well as educational indicators like approval rates, repetition rates, and age-grade distortion.

The methodology employs the Differences-in-Differences (DiD) estimator, as proposed by De Chaisemartin and D'Haultfoeuille (2024). The results indicate that climatological disasters significantly improve mathematics scores for fifth-grade students, with an average increase of 0.15 standard deviations relative to the overall score distribution when the event occurred just before the Prova Brasil assessment. This positive effect is attributed to a reduction in child labor, which allows students more time to study. The child labor rate decreased by 2.5% in affected municipalities, corresponding to a reduction of 0.26 standard deviations, which coincides with the increase in mathematics scores.

For hydrological disasters, positive effects were observed on both Mathematics and Portuguese scores for ninth-grade students, with significant improvements noted during periods 0 and 2 after the event. This may be due to the renewal of school infrastructure following the disasters.

The study concludes that extreme climate events have varied impacts on educational performance, depending on the type of disaster and the educational level. This highlights the need for public policies that promote the reduction of child labor and the improvement of school infrastructure, regardless of the occurrence of natural disasters.

Keywords: Extreme Climate Events; Natural Disasters; Student Performance; Child Labor; School Infrastructure; Brazil.

RESUMO

Este estudo investiga o efeito de desastres naturais, especificamente eventos hidrológicos (inundações, alagamentos e enxurradas) e climatológicos (secas e estiagens), no desempenho acadêmico de estudantes do ensino fundamental no Brasil. Utilizando dados da Prova Brasil (2013-2019) e informações sobre desastres naturais fornecidas pela Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC), o trabalho analisa como as ocorrências de eventos climáticos extremos afetam as notas de proficiência em Matemática e Língua Portuguesa, bem como indicadores educacionais como taxas de aprovação, reprovação e distorção idade-série. A metodologia empregada é baseada no estimador de Diferenças em Diferenças (DiD) proposto por De Chaisemartin e D'Haultfoeuille (2024). Os resultados indicam que os desastres climatológicos têm um efeito positivo significativo nas notas de Matemática do 5º ano do ensino fundamental, com um aumento médio 0,15 desvio padrão em relação à distribuição geral quando a ocorrência de evento climatológico ocorreu no período anterior à aplicação da Prova Brasil. São encontradas evidências preliminares que associam tal resultado à redução do trabalho infantil, que libera mais tempo para os estudos. A taxa de trabalho infantil diminuiu em 2,5 pontos percentuais nos municípios afetados, isso significa uma redução no trabalho infantil de 0,26 desvio padrão no mesmo momento que houve aumento na nota de matemática. Para os desastres hidrológicos, observou-se um impacto positivo nas notas de Matemática e português do 9º ano, com aumentos significativos nos períodos 0 e 2 após o evento, o que pode estar associado a uma renovação da infraestrutura escolar após os desastres, como ação de reparação. O estudo conclui que os eventos climáticos extremos têm impactos heterogêneos no desempenho educacional, dependendo do tipo de desastre e da série escolar, sugerindo a necessidade de políticas públicas que promovam a redução do trabalho infantil e a melhoria da infraestrutura escolar, independentemente da ocorrência de desastres naturais.

Palavras-chave: Eventos climáticos Extremos; Desastres Naturais; Desempenho Acadêmico. Trabalho Infantil; Infraestrutura Escolar.

Listas de Figuras

Figura 1 – Distribuição de desastres naturais no Brasil (2011-2019)	18
Figura 2 – Mapas Temáticos com a Distribuição dos Municípios segundo a ocorrência de desastres e suas respectivas tipologias	20
Figura 3 – Mapas Temático com a Classificação dos Municípios segundo a Estratégia de Identificação	23
Figura 4 – Distribuição das Notas do 5º Ano - Amostra Hidrológica (Box-Plot) . .	27
Figura 5 – Distribuição das Notas do 9º Ano - Amostra Hidrológica (Box-Plot) . .	30
Figura 6 – Distribuição das Notas do 5º Ano - Amostra Climatológico (Box-Plot)	33
Figura 7 – Distribuição das Notas do 9º Ano - Amostra Climatológico (Box-Plot)	36
Figura 8 – Média das Notas de Língua Portuguesa do 5º Ano: Grupos de Tratamento vs. Grupo de Controle.	37
Figura 9 – Média das Notas de Matemática do 5º Ano: Grupos de Tratamento vs. Grupo de Controle.	38
Figura 10 – Média das Notas de Língua Portuguesa do 9º Ano: Grupos de Tratamento vs. Grupo de Controle.	39
Figura 11 – Média das Notas de Matemática do 9º Ano: Grupos de Tratamento vs. Grupo de Controle.	40
Figura 12 – Resultados das Estimções do DID para Amostra de Desastres Hidrológico	44
Figura 13 – Resultados das Estimções do DID para Amostra de Desastres Climatológico	46
Figura 14 – Resultados das Estimções de taxa de aprovação para Amostra de Desastres Hidrológicos	47
Figura 15 – Resultados das Estimções de taxa de aprovação para Amostra de Desastres Climatológicos	48
Figura 16 – Resultados das Estimções de taxa de reprovação para Amostra de Desastres Hidrológicos	49
Figura 17 – Resultados das Estimções de taxa de reprovação para Amostra de Desastres Climatológicos	50
Figura 18 – Resultados das Estimções de taxa de Abandono para Amostra de Desastres Hidrológicos	50
Figura 19 – Resultados das Estimções de taxa de Abandono para Amostra de Desastres Climatológicos	51
Figura 20 – Resultados das Estimções de taxa de Distorção Idade-Série para Amostra de Desastres Hidrológicos	52
Figura 21 – Resultados das Estimções de taxa de Distorção Idade-Série para Amostra de Desastres Climatológicos	52

Figura 22 – Estimação do Mecanismo de Trabalho Infantil com tratamento sendo Desastres Hidrológicos	53
Figura 23 – Estimação do Mecanismo de Trabalho Infantil com tratamento sendo Desastres Climatológicos	54
Figura 24 – Resultados das Estimações do DID para Amostra de Desastres Hidrológico Restrito a 100.000 Habitantes.	55
Figura 25 – Resultados das Estimações do DID para Amostra de Desastres Climatológico Restrito a 100.000 Habitantes.	56
Figura 26 – Resultados das Estimações do DID para Amostra de Desastres Hidrológico Restrito a 50.000 Habitantes.	57
Figura 27 – Resultados das Estimações do DID para Amostra de Desastres Climatológico Restrito a 50.000 Habitantes.	58

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Estratificação dos alunos por níveis de proficiência na escala SAEB . .	16
Tabela 2 – Data de aplicação das Provas Brasil	16
Tabela 3 – Definição dos grupos de tratados e controle	21
Tabela 4 – Estatísticas Descritivas por Amostra de Desastres Hidrológico e Climatológico	24
Tabela 5 – Estatísticas Descritivas dos Indicadores Educacionais para o 5º ano - Amostra Hidrológica	26
Tabela 6 – Estatísticas Descritivas dos Indicadores Educacionais para o 9º ano - Amostra Hidrológica	29
Tabela 7 – Estatísticas Descritivas dos Indicadores Educacionais para o 5º ano - Amostra Climatológica	32
Tabela 8 – Estatísticas Descritivas dos Indicadores Educacionais para o 9º ano - Amostra Climatológica	35
Tabela 9 – Resultados das Estimções para Amostra de Desastres Hidrológicos . .	43
Tabela 10 – Resultados das Estimções para Amostra de Desastres Climatológico .	45

Sumário

1	Introdução	11
2	Dados e Estatísticas Descritvas	15
2.1	Dados	15
2.2	Dados dos Desastres (Desastres Climatológicos e Hidrológicos)	16
2.3	Estatísticas Descritivas	24
3	Estratégia Empírica	41
3.1	Metodologia	41
3.2	Desenho da Pesquisa	41
4	Resultados	43
4.1	Resultados Principais	43
4.2	Mecanismo	53
4.3	Teste de Heterogeneidade	54
5	Conclusão	59
	Referências	61

1 Introdução

O aquecimento global e as mudanças climáticas vêm se tornando uma preocupação crescente em escala global, acompanhados pelo aumento da frequência e intensidade de desastres naturais associados a essas mudanças. No Brasil, já é alarmante a intensificação de eventos climáticos extremos. Dada a importância da educação para o desenvolvimento do país e para o crescimento econômico, torna-se fundamental compreender como esses desastres afetam o desempenho educacional.

Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2022)¹, o número de desastres naturais tende a aumentar nos próximos anos. Com base nas informações da Organização Meteorológica Mundial (OMM, 2018)², em parceria com o Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres (UNDRR³, no período de 1970 a 2019, os desastres naturais representaram 50% de todos os desastres registrados historicamente. Durante esse intervalo, ocorreram 45% de todas as mortes atribuídas a desastres naturais e 74% das perdas econômicas associadas. Nesse período, mais de 11 mil desastres naturais foram relatados como consequência de eventos climáticos, resultando em mais de 2 milhões de mortes e 3,47 trilhões de dólares em perdas econômicas, sendo que 91% das mortes ocorreram em países em desenvolvimento.

No Brasil, de acordo com os dados do Atlas Digital de Desastres Naturais no Brasil (Atlas Digital, 2024) da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, entre os anos de 2011 e 2019, foram registrados 22.133 desastres naturais. Durante esse período, aproximadamente 3,26 milhões de pessoas ficaram desalojadas ou desabrigadas, mais de 720 mil indivíduos sofreram ferimentos ou adoeceram, 1.897 óbitos foram contabilizados e mais de 116 milhões de pessoas foram afetadas. A maioria desses desastres está associada às mudanças climáticas, sendo a maior parte de caráter climatológico, correspondendo a 52,05% das ocorrências, seguida pelos eventos hidrológicos, que representam 24,03% dos registros.

Em termos financeiros, os prejuízos econômicos a partir de desastres naturais no Brasil foram estimados em aproximadamente 45,89 bilhões de reais em danos materiais. No setor público, o prejuízo foi de cerca de 33,35 bilhões de reais, enquanto o setor privado acumulou prejuízos de aproximadamente 196,95 bilhões de reais.

Os desastres climatológicos estão profundamente associados às condições climáticas de uma determinada região, podendo manifestar-se por meio de variações extremas de umidade, secas e estiagens prolongadas. Esses eventos impactaram significativamente o setor privado, gerando prejuízos estimados em 133,85 bilhões de reais. No setor público, as perdas foram contabilizadas em aproximadamente 18,27 bilhões de reais. Além disso,

¹ IPCC: International Panel on Climate Change

² WMO: World Meteorological Organization

³ UNDRR: United Nations Office for Disaster Risk Reduction.

foram relatados 262,8 milhões de reais em danos materiais, 110 óbitos e aproximadamente 25 mil pessoas desalojadas e desabrigadas, totalizando cerca de 72 milhões de pessoas afetadas entre 2011 e 2019.

Já os desastres hidrológicos estão diretamente associados aos impactos das precipitações para o meio natural e urbano como alagamentos, enxurradas e inundações, os eventos hidrológicos provocaram danos humanos mais expressivos quando comparado com eventos climatológicos no período entre 2011 a 2019, resultando em 1.514 óbitos e cerca de 2,97 milhões de pessoas desalojadas e desabrigadas. Os prejuízos financeiros também foram significativos, com danos materiais avaliados em 41,31 bilhões de reais. Embora as perdas no setor privado tenham sido menores do que as causadas pelos desastres climatológicos, somaram 53,45 bilhões de reais, enquanto o setor público acumulou prejuízos de 13,23 bilhões de reais.

Portanto, esses impactos, abrangendo tanto as dimensões natureza humana quanto econômica, possuem implicações para o capital humano e a educação. Os efeitos sobre o capital humano e educação podem ser gerados de forma direta ou indireta, seja a partir de danos à saúde, sobre a composição familiar (decorrente de perdas de membros) ou danos econômicos que afetam a disponibilidade de recursos à serem alocados em educação (Alderman; Hoddinott; Kinsey, 2006; Hoddinott; Kinsey, 2001). Além disso, a danificação da infraestrutura escolar, causada por desastres naturais, pode também comprometer o desempenho educacional (Baez; Fuente; Santos, 2010; Baez; Santos, 2007; Stein et al., 2003).

Foram encontrados evidências de que variação extrema de precipitação impacta negativamente o desempenho educacional, especialmente entre mulheres, resultando em uma queda significativa nas matrículas e no desempenho escolar (Björkman-Nyqvist, 2013; Ferreira et al., 2024). Além disso, a literatura sobre eventos naturais apresenta evidências consistentes de que a exposição à poluição afeta de forma adversa o desempenho dos estudantes (Almond; Edlund; Palme, 2009; Bharadwaj et al., 2017; Carneiro; Cole; Strobl, 2021; Nilsson, 2009; Reyes, 2011; Sanders, 2012; Yemelyanau; Amialchuk; Ali, 2012; Zweig; Ham; Avol, 2009).

A exposição a terremotos durante a primeira infância ou no período gestacional também tem sido associada a uma redução no nível educacional das crianças (Caruso; Miller, 2015; Gomez; Yoshikawa, 2017; Paudel; Ryu, 2018; Tian; Gong; Zhai, 2022). Além disso, esses eventos podem prejudicar o desempenho escolar de alunos já no ensino fundamental (Andrabi; Daniels; Das, 2023; Bustelo; Arends-Kuenning; Lucchetti, 2012; Shidiqui; Paolo; Choi, 2023; Wang; Yang; Li, 2017).

O estudo de Nguyen e Pham (2018) examina o impacto de secas, inundações e tempestades de granizo na educação, comparando os resultados em quatro países de diferentes continentes: Etiópia, Índia, Peru e Vietnã. Esses países diferem quanto ao

nível de investimentos em saúde, educação e cultura. A exposição a inundações afetou negativamente a taxa de aprovação dos estudantes na Etiópia, Índia e Vietnã, reduzindo as chances de aprovação em 3,4%, 3,8% e 1,8%, respectivamente. No caso do Vietnã, além da taxa de aprovação, as inundações também impactam negativamente a taxa de matrícula, o desempenho em Matemática e os resultados no Teste de Vocabulário por Imagens Peabody (PPVT)⁴. No Peru, entretanto, nenhum dos desastres naturais analisados apresentou efeitos significativos sobre os indicadores educacionais.

A literatura, de modo geral, sugere que os desastres naturais tendem a reduzir os investimentos em educação e capital humano (López, 2009; Pörtner, 2008; Sigurdson; Berger; Heymann, 2011; Yamauchi; Yohannes; Quisumbing, 2009). No entanto, alguns estudos apresentam argumentos teóricos que apontam para a possibilidade de aumento desses investimentos em certos contextos (Ferreira; Schady, 2009; López, 2009; Rush, 2018; Shah; Steinberg, 2017; Skidmore; Toya, 2002). Isso ocorre devido à renovação da infraestrutura escolar e à diminuição do trabalho infantil em alguns cenários pós-desastre. Assim, embora o efeito negativo dos desastres sobre a educação e o capital humano seja a hipótese mais recorrente, novas abordagens teóricas sugerem que, em circunstâncias específicas, esses eventos podem gerar efeitos positivos.

Na Índia, a exposição de crianças em idade escolar à seca está associada a um melhor desempenho em testes de Matemática e ao aumento da frequência escolar, em comparação àquelas não expostas. Esse fenômeno pode ser explicado pela menor probabilidade de mães e crianças participarem de atividades de trabalho durante períodos de seca, o que permite maior dedicação aos estudos (Shah; Steinberg, 2017).

Na Indonésia, observou-se que, quanto maior a proporção da população afetada por desastres, maior é o número de matrículas nas escolas primárias. Uma possível explicação para esse fenômeno relaciona-se ao tipo de desastre. No caso das secas, que afetam uma grande parte da população, há uma redução nas oportunidades alternativas de trabalho para os alunos do ensino fundamental, especialmente no setor agrícola. Essa situação torna as famílias mais propensas a matricular seus filhos na escola. Além disso, os resultados indicam que danos à plantação e à irrigação também estão associados ao aumento das matrículas escolares das crianças (Rush, 2018).

Neste contexto, o presente artigo tem como objetivo analisar o efeito dos desastres naturais hidrológicos e climatológicos na educação em nível municipal. As informações sobre os desastres naturais e seus efeitos nos municípios brasileiros foram fornecidas pela Secretaria de Proteção e Defesa Civil (SEDEC). Para mensurar os indicadores de desempenho educacional, foram utilizados os microdados da Prova Brasil dos anos de 2013, 2015, 2017 e 2019, com base nas informações do Sistema de Avaliação do Ensino Básico (SAEB).

⁴ PPVT: Peabody Picture Vocabulary Test

A estratégia empírica adotada para isolar o efeito dos desastres climatológicos e hidrológicos consistiu em classificar como "tratados" os municípios que sofreram apenas desastres climatológicos ou hidrológicos, enquanto os municípios que não enfrentaram desastres naturais durante o período analisado foram utilizados como grupo de controle. Para avaliar o efeito desses desastres, foi empregado o método proposto por De Chaisemartin e D'Haultfoeuille (2024), que introduziu o estimador DID_{ℓ} . Esse estimador compara a evolução dos resultados entre os grupos que apresentam uma mudança de status de "não tratado" para "tratado" na primeira vez que isso ocorre (Switchers) em relação aos grupos que ainda não mudaram de status de tratamento (Non-Switchers), para o ℓ -ésimo período após a mudança inicial.

Portanto, este artigo tem como motivação apresentar evidências que contribuam para garantir o acesso contínuo à educação das crianças durante e após desastres naturais. Além disso, busca oferecer insights que promovam políticas públicas mais inclusivas para os municípios afetados. O estudo também visa enriquecer a literatura existente, uma vez que há escassez de evidências sobre os efeitos contemporâneos dos desastres naturais na educação. Ao investigar os impactos dos eventos climáticos no desempenho acadêmico no contexto brasileiro, este trabalho contribui com novas evidências que colabora com literatura, explorando a ocorrência de eventos climáticos extremos em diferentes regiões e momentos.

2 Dados e Estatísticas Descritivas

2.1 Dados

Os dados educacionais utilizados neste estudo são oriundos da Prova Brasil, um exame padronizado de abrangência nacional, cuja elaboração, aplicação e divulgação estão a cargo do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Desde 2007, os exames são aplicados bianualmente às turmas do 5º e 9º anos do ensino fundamental em escolas públicas que possuem, no mínimo, 20 alunos matriculados nessas séries. Essa avaliação, promovida pelo Governo Federal Brasileiro, visa identificar as competências cognitivas dos estudantes em todo o território nacional.

Para que os resultados das escolas participantes do SAEB sejam publicados, é imprescindível que sejam atendidos os seguintes critérios: I) registrar um mínimo de 10 alunos presentes no momento da aplicação das avaliações; II) alcançar uma taxa de participação de pelo menos 80% dos estudantes matriculados, conforme os dados informados pela escola no Censo da Educação Básica, também conduzido pelo INEP.

As provas têm como objetivo avaliar as habilidades em português e matemática por meio de testes de proficiência e coletar informações sobre o contexto domiciliar, familiar, ambiente escolar e infraestrutura das instituições. O INEP, em parceria com o SAEB, aplica um conjunto de questionários direcionados a alunos, professores e diretores, visando obter uma visão abrangente do cenário educacional.

Para esta pesquisa, foram utilizadas as edições de 2013, 2015, 2017 e 2019 da Prova Brasil. Os dados foram agregados em nível municipal, considerando as médias das notas padronizadas nos testes de proficiência em Matemática e Língua Portuguesa. A padronização consiste na transformação das proficiências dos alunos em uma escala unificada do SAEB, com média de 250 pontos, desvio-padrão de 50 e variação entre 0 e 500 pontos. A seguir, na Tabela 1, apresenta-se a classificação dos níveis de proficiência dos alunos, conforme estabelecido pela SAEB, com base nas pontuações obtidas nos testes Matemática e Língua Portuguesa. Os estudantes são distribuídos em 10 níveis, variando entre os níveis de 0 a 9.

Tabela 1 – Estratificação dos alunos por níveis de proficiência na escala SAEB

	5º Ano do Ensino Fundamental	9º Ano do Ensino Fundamental
Nível 0	Dê 0 a 124 pontos	Dê 0 a 199 pontos
Nível 1	Dê 125 a 149 pontos	Dê 200 a 224 pontos
Nível 2	Dê 150 a 174 pontos	Dê 225 a 249 pontos
Nível 3	Dê 175 a 199 pontos	Dê 250 a 274 pontos
Nível 4	Dê 200 a 224 pontos	Dê 275 a 299 pontos
Nível 5	Dê 225 a 249 pontos	Dê 300 a 324 pontos
Nível 6	Dê 250 a 274 pontos	Dê 325 a 349 pontos
Nível 7	Dê 275 a 299 pontos	Dê 350 a 374 pontos
Nível 8	Dê 300 a 324 pontos	Dê 375 a 399 pontos
Nível 9	325 ou mais pontos	400 ou mais pontos

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do SAEB.

Adicionalmente, foram incluídas variáveis como o número total de alunos matriculados, o número de participantes na Prova Brasil em cada edição e a informação sobre a condição de trabalho infantil, definida pela realização de atividades fora de casa por, no mínimo, uma hora. A seguir, são apresentadas as datas de aplicação das provas:

Tabela 2 – Data de aplicação das Provas Brasil

Edição da Prova Brasil	Data da aplicação da prova
2013	11/11/2013 a 21/11/2013
2015	03/11/2015 a 13/11/2015
2017	23/10/2017 a 03/11/2017
2019	21/10/2019 a 01/11/2019

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do SAEB.

Para obter informações municipais sobre a taxa de aprovação, foram utilizados dados disponibilizados pelo INEP, oriundos do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb). O Ideb é calculado nos mesmos anos de aplicação da Prova Brasil, uma vez que seu cálculo combina a taxa de aprovação escolar, extraída do Censo Escolar, com as médias de desempenho obtidas no SAEB. Desse modo, foram consideradas as taxas de aprovação das escolas da rede pública referentes aos alunos do 5º e 9º anos do Ensino Fundamental. Além disso, para coletar informações sobre a infraestrutura escolar, utilizaram-se os dados do Censo Escolar da Educação referentes aos anos das edições da Prova Brasil mencionadas anteriormente.

2.2 Dados dos Desastres (Desastres Climatológicos e Hidrológicos)

Os dados sobre os desastres naturais foram fornecidos pela Secretaria de Proteção e Defesa Civil (SEDEC). Na década de 1990, o Sistema Nacional de Informações de

Defesa Civil (SINDEC) utilizava como principais instrumentos o documento de Notificação Preliminar de Desastre (NOPRED) e o Formulário de Avaliação de Danos (AVADAN). Esses instrumentos tinham como objetivo fornecer informações detalhadas sobre as características dos desastres ocorridos, bem como sobre os danos causados.

Entretanto, por meio de um Acordo de Cooperação entre a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil e o Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil (CEPED), realizado entre os anos de 2010 e 2012, os dados registrados anteriormente foram digitalizados e inseridos no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), com o objetivo de centralizar todas as informações sobre desastres em um único sistema. Além disso, com a publicação da Instrução Normativa nº 01, de 24 de agosto de 2012¹, os registros passaram a ser feitos por meio de um documento único, o Formulário de Informações do Desastre (FIDE).

O FIDE tem como objetivo definir cada um dos passos e critérios para a decretação de emergência ou estado de calamidade pública, além de regulamentar o reconhecimento federal das situações de anormalidade decretadas pelos entes federativos. O formulário foi estruturado de modo a incluir informações detalhadas sobre a identificação do município afetado, a tipificação do desastre, a data de ocorrência, a área afetada (classificada pelos tipos de ocupação), uma descrição das causas e efeitos do desastre, bem como os danos humanos, materiais e ambientais, os prejuízos econômicos (públicos e privados) e a instituição informante responsável pelo registro.

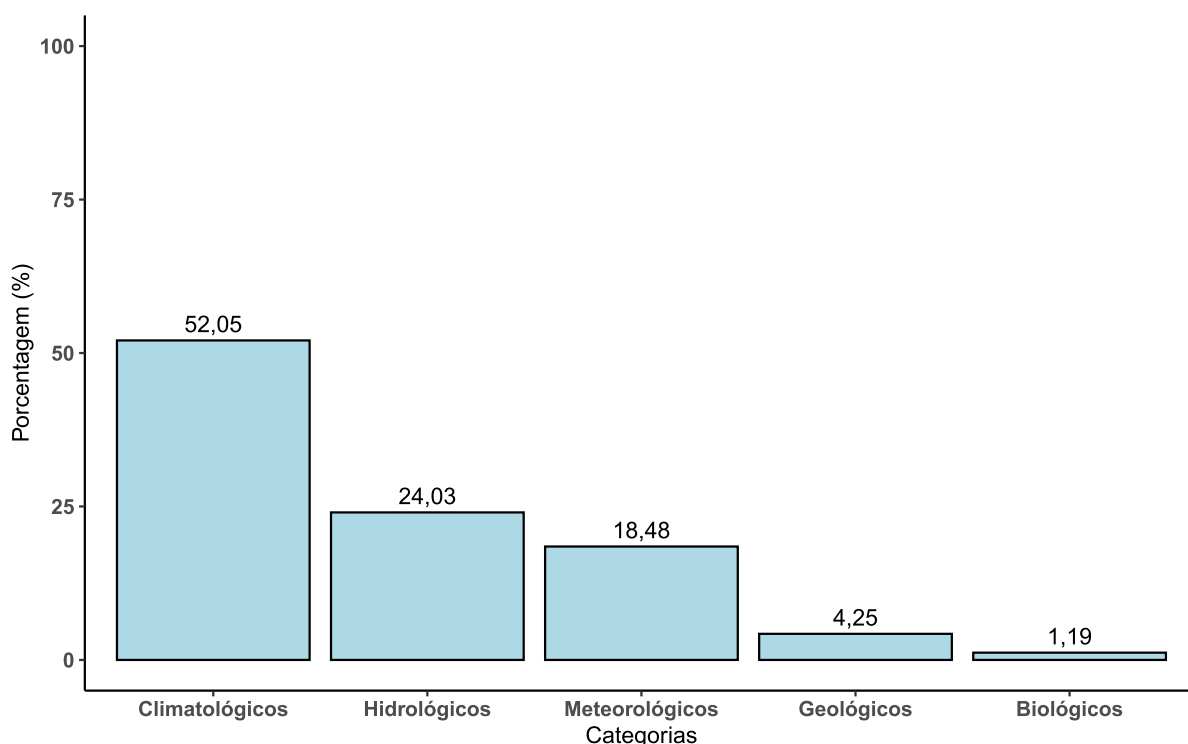
No Brasil, a maioria dos desastres naturais estão diretamente relacionados às variações de chuvas e temperatura, refletindo a complexa interação entre fatores climáticos e geográficos do país. Conforme a tipologia adotada pela Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC), os eventos são divididos em cinco categorias: climatológicos (estiagem, secas, entre outros), hidrológicos (inundações, enxurradas, entre outros), meteorológicos (tempestades, temperaturas extremas, entre outros), geológicos (erosões, terremotos, entre outros) e biológicos (epidemias e infestações/pragas)².

Conforme o Atlas Digital de Desastres no Brasil (Atlas Digital, 2024), entre 2011 e 2019, 52,05% das ocorrências foram de caráter climatológico, seguidas por 24,03% de eventos hidrológicos. Os registros das demais categorias, incluindo meteorológicos, geológicos e biológicos, somam cerca de 24%. Assim, os desastres climatológicos e hidrológicos correspondem a aproximadamente 77,81% das ocorrências de desastres naturais no Brasil.

¹ <https://cnm.org.br/cms/images/stories/Links/09062014_Instrucao_normativa_de_01_de_agosto_de_2012.pdf>, acessado em 15 de outubro de 2024.

² Para mais detalhes sobre a Classificação de Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade):<<https://www.defesacivil.rs.gov.br/upload/arquivos/202105/04095316-cobrade-classificacao-e-codificacao-brasileira-de-desastres.pdf>>, acessado em 15/10/2024.

Figura 1 – Distribuição de desastres naturais no Brasil (2011-2019)



Fonte: Elaborado pelo autor com base do Atlas Digital de Desastres no Brasil.

A presente pesquisa se concentrará na análise dos danos causados pelos dois tipos de desastres que mais ocorrem no Brasil: os desastres climatológicos e hidrológicos. Cada uma dessas categorias apresenta características distintas, incluindo tipos e subtipos de ocorrências. A seguir, são apresentadas as definições, classificações e exemplos dos desastres naturais mais comuns no Brasil:

Os desastres climatológicos estão relacionados às condições climáticas de uma determinada região, que podem variar de extremos de umidade a secas prolongadas. Os principais exemplos incluem:

- I. Estiagem: Trata-se de um período prolongado de baixa precipitação ou ausência de chuvas, no qual a perda de umidade do solo supera sua reposição. Este fenômeno impacta diretamente a agricultura, a pecuária e os recursos hídricos de uma região.
- II. Seca: Embora a seca seja conceituada como uma estiagem prolongada, seu efeito é ainda mais severo. A falta de precipitações por um período suficientemente longo resulta em desequilíbrios hidrológicos, com impactos profundos sobre a oferta de água, a produção agrícola e o abastecimento das populações.

Já os desastres hidrológicos estão diretamente associados aos impactos das precipitações para o meio natural e urbano. Entre os principais tipos de desastres desta categoria,

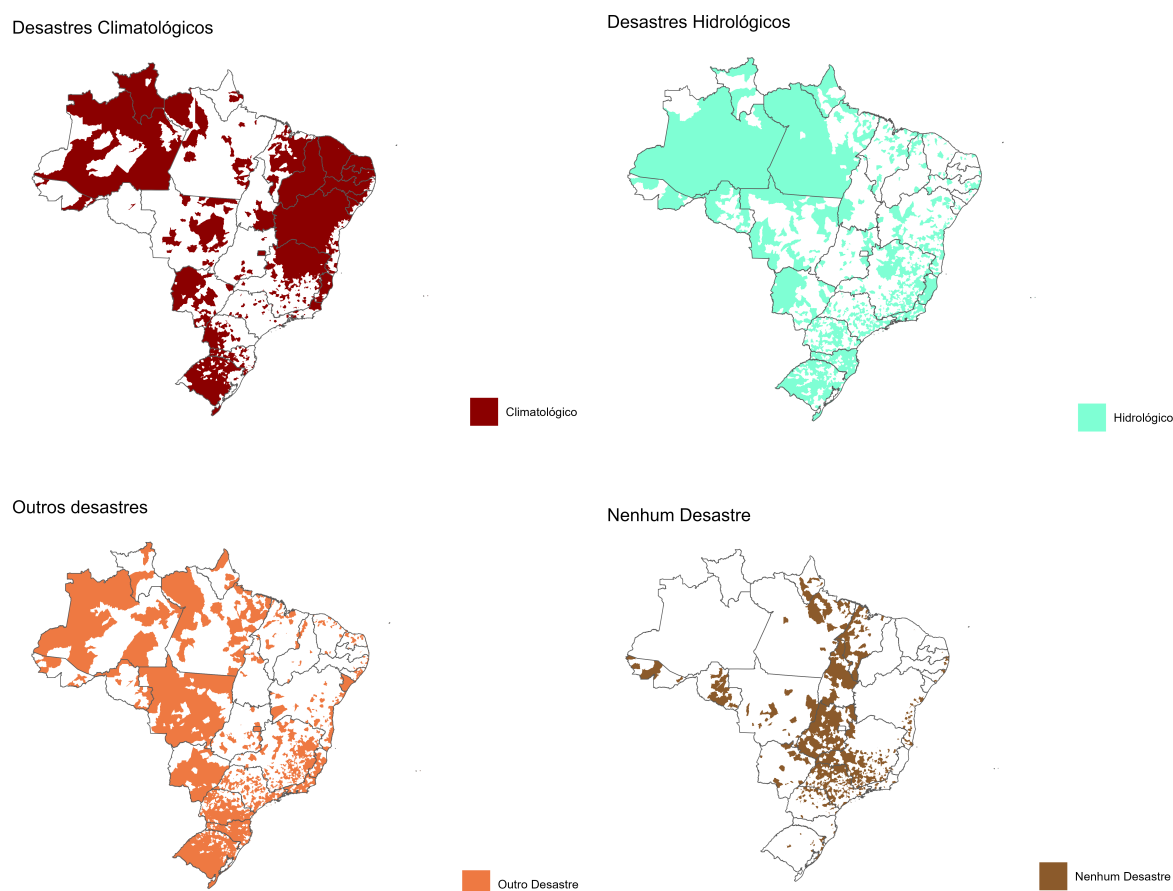
destacam-se:

- I. Alagamentos: Resultam da sobrecarga dos sistemas de drenagem urbana, frequentemente causada por chuvas intensas, levando ao acúmulo de água em áreas urbanizadas, como ruas e calçadas, prejudicando a mobilidade e causando danos materiais.
- II. Enxurradas: Caracterizam-se pelo rápido escoamento superficial da água das chuvas, provocado por precipitações intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Caracterizadas pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial, apresenta grande poder destrutivo.
- III. Inundações: Ocorrem quando o transbordamento de cursos d'água submerge áreas que normalmente não são atingidas. Diferente das enxurradas, as inundações tendem a ocorrer de forma gradual, sendo comuns em áreas de planície durante períodos prolongados de chuvas.

Para isolar o efeito dos desastres climatológicos e hidrológicos na educação, devem ser utilizados os municípios que sofreram apenas um desses tipos de desastres como grupo tratado, e os municípios que nunca sofreram desastres como grupo de controle. Para tanto, são considerados os desastres naturais ocorridos entre 19 de janeiro de 2011 e 20 de outubro de 2019.

A seguir, são apresentados quatro mapas em nível municipal do Brasil, nos quais são destacados os municípios que sofreram pelo menos uma ocorrência no período analisado. O primeiro mapa representa os desastres climatológicos, o segundo, os desastres hidrológicos, o terceiro, as regiões que sofreram outros tipos de desastres (Meteorológicos, Geológicos e Biológicos), e, o quarto representa os municípios que não tiveram nenhuma ocorrência de desastres naturais no período analisado.

Figura 2 – Mapas Temáticos com a Distribuição dos Municípios segundo a ocorrência de desastres e suas respectivas tipologias



Fonte: Elaborado pelo autor com base do Atlas Digital de Desastres no Brasil.

O período dos desastres naturais considerados para definição dos tratados para esta pesquisa foi delimitado entre a data de término da Prova Brasil e o primeiro dia da aplicação da edição subsequente. Assim, os desastres incluídos na pesquisa ocorreram dentro desse intervalo. Caso algum desastre tenha ocorrido durante a aplicação da Prova Brasil, os municípios afetados por esses eventos serão excluídos da análise, a fim de evitar efeito confundimento nos resultados.

Para garantir a consistência da análise, os municípios que sofreram desastres no período de 19 de janeiro de 2011 a 21 de novembro de 2013 foram excluídos, uma vez que não poderiam ser considerados tratados na primeira edição de Prova Brasil analisada, a de 2013.

Tabela 3 – Definição dos grupos de tratados e controle

Grupos	Período do Tratamento	Data específica do período
2015	0	22/11/2013 a 31/12/2014
	1	01/01/2015 a 02/11/2015
2017	2	14/11/2015 a 31/12/2016
	3	01/01/2017 a 22/10/2017
2019	4	04/11/2017 a 31/12/2018
	5	01/01/2021 a 20/10/2019
Controle	Nunca Tratado	19/01/2011 a 20/10/2019

Fonte: Elaboração própria com base dos dados do SAEB e Atlas Digital de Desastres no Brasil.

Assim, foram formadas duas amostras: na primeira, o grupo tratado consiste nos municípios que enfrentaram apenas desastres climatológicos, com o grupo de controle composto pelos municípios que não sofreram nenhum desastre natural. Na segunda amostra, o grupo tratado é composto pelos municípios que enfrentaram apenas desastres hidrológicos, com o mesmo grupo de controle mencionado anteriormente. Os municípios que vivenciaram mais de um tipo de desastre também foram omitidos das amostras.

Foram identificados 118 municípios que sofreram exclusivamente desastres climatológicos durante o período analisado, constituindo o grupo de tratamento específico para a amostra de eventos climatológicos extremos. Adicionalmente, 213 municípios foram afetados exclusivamente por eventos hidrológicos, formando o grupo de tratamento correspondente para essa amostra de desastres hidrológicos extremos.

Por outro lado, 1.375 municípios não registraram ocorrências de desastres naturais no período analisado, constituindo o grupo de controle utilizado para comparação em ambas as amostras. Assim, a amostra climatológica abrange um total de 1.493 municípios, enquanto 4.077 municípios foram omitidos da análise. Já a amostra hidrológica compreende 1.588 municípios, com a exclusão de 3.982 municípios devido à ocorrência simultânea de múltiplos tipos de desastres naturais, o que poderia comprometer a consistência dos resultados. Na sequência, será apresentado um mapa do Brasil para cada grupo definido na Tabela 2, destacando os municípios incluídos nas respectivas amostras.

Os mapas apresentados na Figura 3 estão organizados em dois painéis, com o Painel A é correspondente à amostra de desastres hidrológicos e o Painel B representa a amostra de desastres climatológicos. A classificação dos municípios foi realizada com base da estratégia de identificação descrita anteriormente, assim categorizando em quatro grupos distintos: Tratados Ativos, Tratados Inativos, Controle e Omitidos.

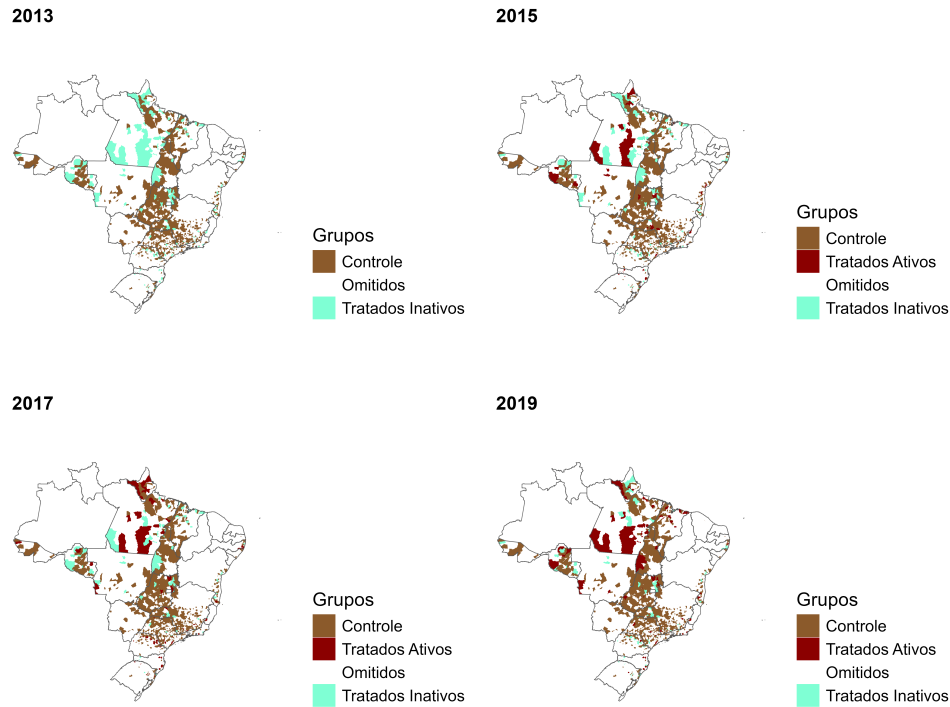
Os Tratados Ativos referem-se aos municípios que sofreram o tratamento no período específico definido para cada grupo na Tabela 2. Já os Tratados inativos correspondem

aos municípios que foram tratados em algum momento do período analisado, mas não no intervalo temporal específico do grupo em questão. O grupo de Controle é composto pelos municípios que não registraram ocorrências durante o período estudado (de 19 de janeiro de 2011 a 20 outubro de 2019). Por fim, os municípios omitidos, representam os municípios que foram excluídos da análise devido a ocorrência de múltiplos tipos de desastres naturais no mesmo período, o que poderia comprometer a consistência dos resultados.

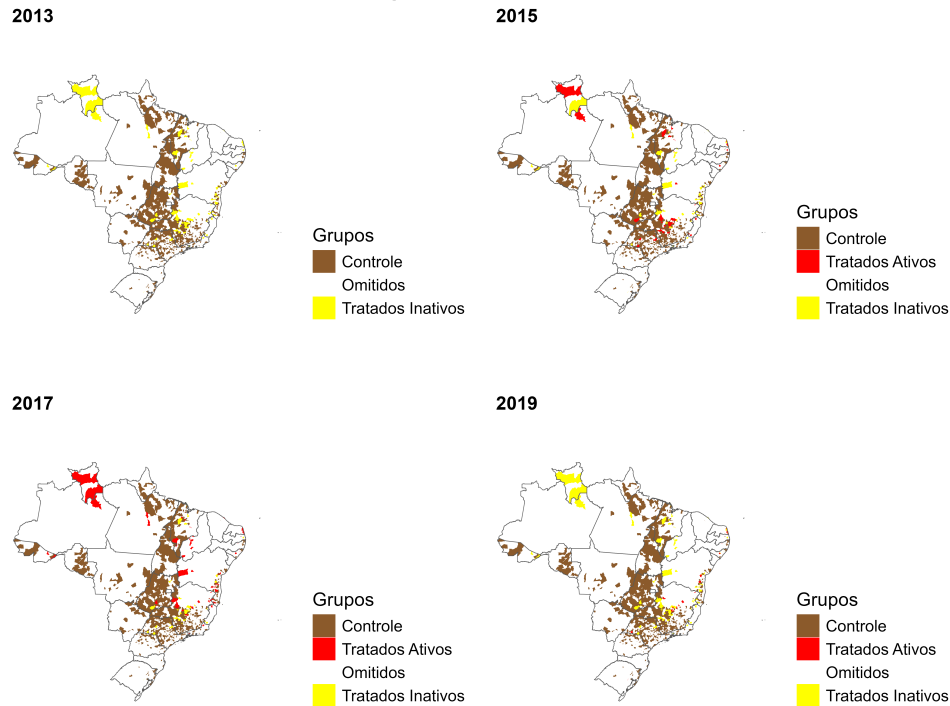
Essa categorização permite isolar os efeitos dos eventos climatológico e hidrológicos extremos, garantido uma análise mais precisa e robusta dos efeitos desses eventos extremos na educação brasileira. A exclusão dos municípios que sofreram mais de um tipo de desastre natural visa evitar efeitos de confundimento, assegurando que os resultados reflitam de forma clara e confiável as consequências específicas de cada categoria de desastre.

Figura 3 – Mapas Temático com a Classificação dos Municípios segundo a Estratégia de Identificação

Painel A - Amostra Desastres Hidrológicos



Painel B - Amostra Desastres Hidrológicos



Fonte:Elaboração própria com base dos dados do SAEB e Atlas Digital de Desastres no Brasil.

2.3 Estatísticas Descritivas

Com o intuito de compreender o comportamento das amostras hidrológica e climatológica na educação, foi realizada uma análise descritiva com base nos dados disponibilizados pelo Inep (SAEB) e pela SEDEC (Atlas Digital de Desastres). Essa análise investiga a relação entre os grupos de tratamento e o grupo de controle. Nesse contexto, avaliam-se as estatísticas das variáveis relevantes, como os danos causados pelos desastres climatológicos e hidrológicos, bem como as notas nos testes de Matemática e Língua Portuguesa.

Primeiramente, a Tabela 4 apresenta as estatísticas descritivas referentes aos impactos dos desastres naturais analisados nesta pesquisa, considerando as amostras de desastres hidrológicos (Painel A) e climatológicos (Painel B). Para cada tipo de desastre, são reportadas a média, mediana, valores mínimo e máximo, além do desvio-padrão, abrangendo variáveis relacionadas a danos humanos, materiais e prejuízos setoriais (público e privado).

Tabela 4 – Estatísticas Descritivas por Amostra de Desastres Hidrológico e Climatológico

Variáveis	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
Painel A – Amostra de Desastres Hidrológicos					
Óbitos	0,12	0,00	0	12,00	0,83
Feridos	2,62	0,00	0	128,00	12,02
Enfermos	32,16	0,00	0	1502,00	149,94
Desabrigados	75,50	0,00	0	1800,00	222,46
Desaparecidos	0,09	0,00	0	15,00	1,00
Desalojados	331,40	30,00	0	12698,00	1039,84
Danos Humanos	4585,48	367,00	0	84560,00	10708,56
Danos Materiais	6368254,21	1690645,90	0	135283795,00	15603648,00
Prejuízo Setor Público	5066458,59	328191,78	0	574832223,00	37208460,34
Prejuízo Setor Privado	2356934,06	45660,75	0	893341740,00	8560267,94
Painel B – Amostra de Desastres Climatológicos					
Óbitos	0	0	0	0	0
Feridos	2,18	0,00	0	381,00	28,80
Enfermos	54,70	0,00	0	3600,00	325,19
Desabrigados	0	0	0	0	0
Desaparecidos	0	0	0	0	0
Desalojados	1,93	0,00	0	146	15,18
Danos Humanos	25351,68	0,00	0	3083792,00	251283,84
Danos Materiais	140229,72	2720,00	0	1110405,00	84332,04
Prejuízo Setor Público	2478973,62	0,00	0	271714303,00	20587798,74
Prejuízo Setor Privado	10812073,67	1646686,00	0	185909078,00	24243874,36

Fonte:Elaboração própria com base dos dados do SAEB e Atlas Digital de Desastres no Brasil.

No Painel A, que contempla a amostra de desastres hidrológicos, observa-se que os municípios tratados têm em média de desalojados de aproximadamente 331, com a ocorrência com mais desalojados nessa amostra foi 12.698. O número de óbitos por desastres hidrológicos em média é de 0,12. Os prejuízos financeiros são expressivos, com

perdas médias para o setor público de aproximadamente 5,07 milhões de reais, no setor privado a média é de 2,36 milhões de reais de prejuízo nesse setor, com danos materiais de 6,3 milhões em média por desastre hidrológico

O Painel B apresenta os impactos causados pelos desastres climatológicos. Nota-se uma menor magnitude dos danos diretamente nos indivíduos em comparação aos desastres hidrológicos, não tendo registros de óbitos ou desaparecidos nos municípios afetados, os danos financeiros também apresentam grande variação, com prejuízos médios no setor público de aproximadamente 2,48 milhões, sendo um prejuízo menor quando comparado o Painel A, mas observa-se que o prejuízo médio no setor privado é de aproximadamente 10,81 milhões de reais, sendo 4 vezes maior quando comparado com painel A.

Essas estatísticas indicam que, embora os desastres hidrológicos sejam mais destrutivos em termos de deslocamento populacional e danos materiais diretos, os desastres climatológicos podem gerar impactos significativos e prejuízos econômicos substanciais, especialmente no setor privado.

No que tange às informações sobre o rendimento educacional dos municípios tratados e do grupo de controle, os indicadores analisados incluem os resultados dos testes de proficiência em Matemática e Português, a distribuição dos alunos nos diferentes níveis de proficiência, conforme definido anteriormente, e as taxas de aprovação, reprovação e distorção idade-série. Para análise, os municípios tratados serão classificados em duas categorias: tratados ativos e tratados inativos. Os tratados ativos correspondem aos municípios que foram expostos ao tratamento no período específico definido para cada grupo na Tabela 2. Já os tratados inativos incluem aqueles que foram tratados em algum momento do período analisado, mas não até o intervalo temporal específico do grupo em questão.

Na edição da Prova Brasil de 2013, que marca o início da análise, apenas os municípios do grupo de controle e os tratados inativos apresentam resultados, uma vez que nenhum município havia sido tratado até aquele momento. Por outro lado, na edição de 2019, os resultados contemplam os tratados ativos e o grupo de controle, uma vez, até esse momento, todos os municípios tratados da amostra já haviam sido expostos ao tratamento. Assim, não há registros para tratados inativos, pois todos os municípios que sofreram algum desastre já haviam sido tratados dentro do intervalo analisado.

Essa abordagem permite examinar a evolução dos indicadores educacionais ao longo do tempo e avaliar os impactos da exposição ao tratamento no desempenho acadêmico dos alunos nos municípios afetados.

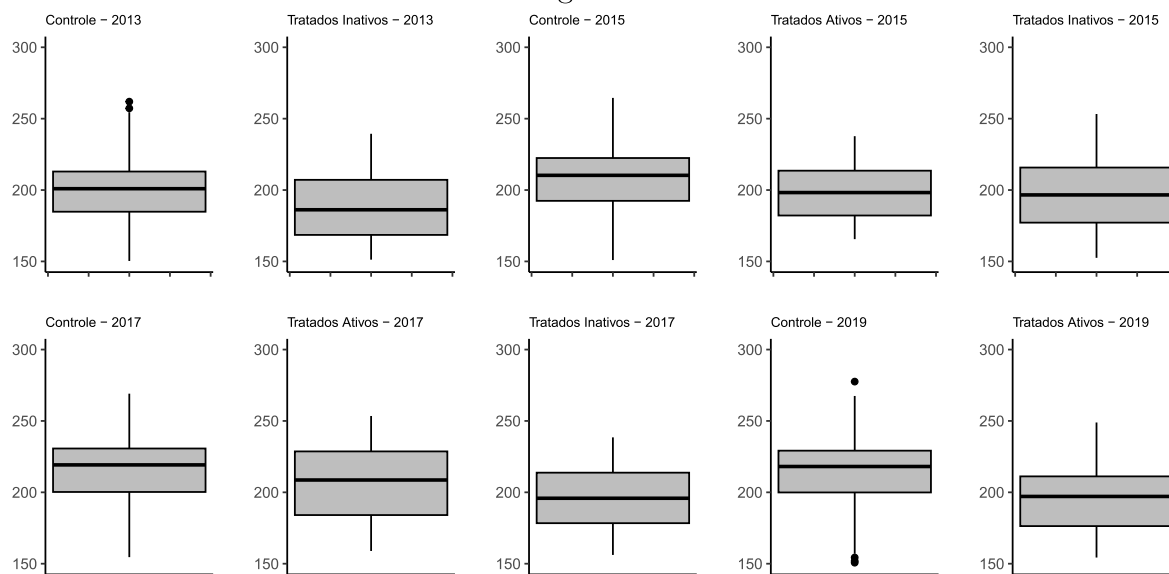
Tabela 5 – Estatísticas Descritivas dos Indicadores Educacionais para o 5º ano - Amostra Hidrológica

Variável	2013			2015					2017					2019		
	Média Tratados Inativos	Média Controle	Dif	Média Tratados Ativos	Média Tratados Inativos	Média Controle	Dif	Dif	Média Tratados Ativos	Média Tratados Inativos	Média Controle	Dif	Dif	Média Tratados Ativos	Média Controle	Dif
	(2)	(3)	(5) (2) – (3)	(1)	(2)	(3)	(4) (1) – (3)	(5) (2) – (3)	(1)	(2)	(3)	(4) (1) – (3)	(5) (2) – (3)	(1)	(3)	(4) (1) – (3)
Profic. Matemática	185,52	196,41	-10,89***	199,66	196,35	206,92	-7,26***	-10,57***	206,55	194,38	214,69	-8,14***	-20,31***	196,66	213,72	-17,06***
Profic. Português	201,10	215,69	-14,59***	211,81	209,75	221,40	-9,59***	-11,65***	216,95	203,25	226,60	-9,65***	-23,35***	209,54	229,56	-20,02***
Taxa Distorção Idade-série	29,29	20,98	8,31***	25,94	26,63	18,76	7,18***	7,87***	22,85	25,84	16,25	6,6***	9,59***	26,38	14,69	11,69***
Taxa de Aprovação	89,97	93,86	-3,89***	91,09	89,71	94,13	-3,04***	-4,42***	91,04	88,58	94,42	-3,38***	-5,84***	89,30	95,37	-6,07***
Taxa de Reprovação	8,16	5,24	2,92***	7,29	8,61	5,08	2,21***	3,53***	7,81	9,37	4,89	2,92***	4,48***	8,81	4,12	4,69***
Taxa de Abandono	1,87	0,90	0,97***	1,62	1,68	0,79	0,83**	0,89***	1,16	2,04	0,68	0,48***	1,36***	1,88	0,51	1,37***
Nível 0 Matemática	0,10	0,06	0,04***	0,04	0,05	0,03	0,01	0,02***	0,04	0,05	0,03	0,06	0,03***	0,06	0,03	0,03***
Nível 1 Matemática	0,17	0,13	0,04***	0,11	0,13	0,09	0,02	0,04***	0,10	0,13	0,08	0,14	0,06***	0,13	0,08	0,05***
Nível 2 Matemática	0,20	0,17	0,03***	0,18	0,19	0,15	0,03***	0,04***	0,15	0,17	0,13	0,18	0,05***	0,17	0,12	0,05***
Nível 3 Matemática	0,18	0,18	0,00	0,20	0,19	0,18	0,02***	0,01*	0,18	0,19	0,16	0,18	0,02***	0,17	0,16	0,01**
Nível 4 Matemática	0,14	0,17	-0,03***	0,18	0,17	0,19	-0,01	-0,02**	0,18	0,17	0,18	0,16	-0,02***	0,17	0,18	-0,01***
Nível 5 Matemática	0,11	0,13	-0,02***	0,14	0,13	0,16	-0,02**	-0,03***	0,16	0,14	0,17	0,13	-0,04***	0,13	0,17	-0,04***
Nível 6 Matemática	0,06	0,09	-0,03***	0,09	0,08	0,11	-0,02***	-0,03***	0,11	0,09	0,13	0,08	-0,05***	0,09	0,13	-0,04***
Nível 7 Matemática	0,03	0,05	-0,02***	0,04	0,04	0,05	-0,01**	-0,01***	0,06	0,05	0,07	0,04	-0,03***	0,04	0,07	-0,03***
Nível 8 Matemática	0,01	0,02	-0,01***	0,01	0,01	0,02	-0,01***	-0,01***	0,03	0,02	0,03	0,01	-0,02***	0,02	0,04	-0,02***
Nível 9 Matemática	0,00	0,00	0,00***	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00***	0,01	0,00	0,01	0,00	-0,01***	0,00	0,01	-0,01***
Nível 0 Português	0,07	0,04	0,03***	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01***	0,02	0,01	0,01***
Nível 1 Português	0,10	0,07	0,03***	0,06	0,08	0,05	0,01*	0,03***	0,06	0,08	0,05	0,10	0,05***	0,08	0,04	0,04***
Nível 2 Português	0,16	0,13	0,03***	0,16	0,17	0,13	0,03**	0,04***	0,13	0,17	0,10	0,19	0,09***	0,16	0,09	0,07***
Nível 3 Português	0,18	0,17	0,01***	0,21	0,22	0,18	0,03***	0,04***	0,18	0,20	0,15	0,21	0,06***	0,20	0,15	0,05***
Nível 4 Português	0,17	0,17	0,00	0,21	0,19	0,19	0,02**	0,00	0,19	0,18	0,18	0,18	0,00	0,19	0,18	0,01*
Nível 5 Português	0,14	0,16	-0,02***	0,15	0,15	0,17	-0,02*	-0,02***	0,18	0,15	0,19	0,14	-0,05***	0,15	0,19	-0,04***
Nível 6 Português	0,10	0,12	-0,02***	0,10	0,10	0,14	-0,04***	-0,04***	0,14	0,11	0,16	0,10	-0,06***	0,10	0,15	-0,05***
Nível 7 Português	0,05	0,08	-0,03***	0,06	0,06	0,09	-0,03***	-0,03***	0,07	0,06	0,10	0,05	-0,05***	0,06	0,11	-0,05***
Nível 8 Português	0,02	0,04	-0,02***	0,03	0,02	0,04	-0,01**	-0,02***	0,03	0,02	0,05	0,01	-0,04***	0,02	0,05	-0,03***
Nível 9 Português	0,01	0,02	-0,01***	0,01	0,01	0,01	0,00***	0,00***	0,01	0,01	0,02	0,00	-0,02***	0,01	0,03	-0,02***

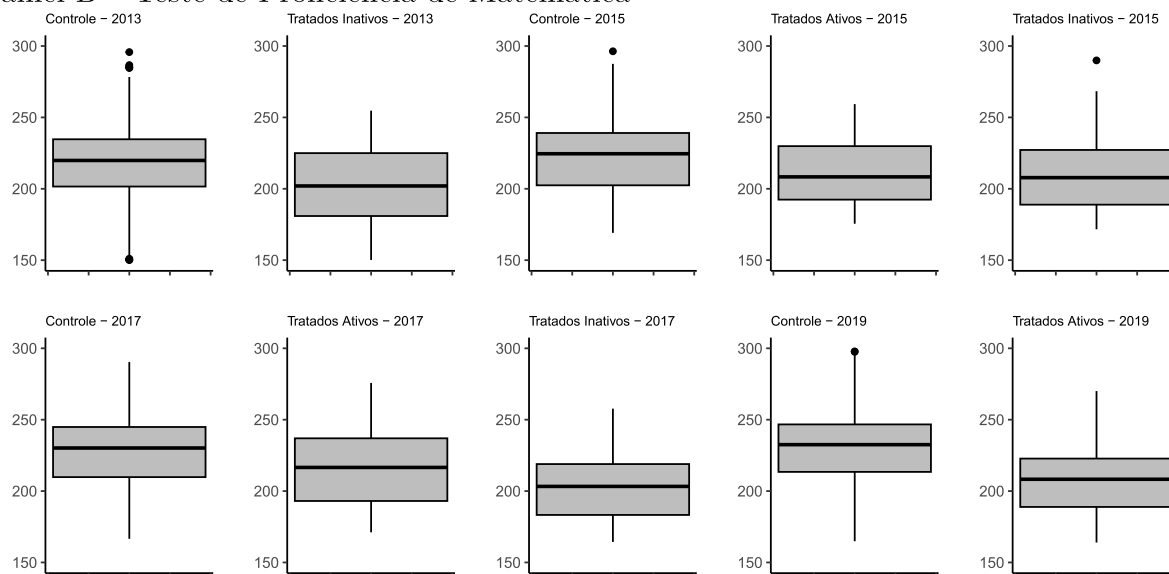
Fonte: Elaboração própria com base dos dados do SAEB e Atlas Digital de Desastres no Brasil. Significância Estatística: *** = 1%, ** = 5%, e * = 10%.

Figura 4 – Distribuição das Notas do 5º Ano - Amostra Hidrológica (Box-Plot)

Painel A – Teste de Proficiência de Português



Painel B – Teste de Proficiência de Matemática



Fonte:Elaboração própria com base dos dados do SAEB e Atlas Digital de Desastres no Brasil.

A análise da Tabela 5 evidencia uma melhora no desempenho educacional municipal nos testes de proficiência em português e matemática ao longo do período analisado. Em 2013, a diferença entre os municípios tratados inativos e o grupo de controle era de -10,89 e -14,59 pontos, respectivamente, em Matemática e em Português. No entanto, nos anos de 2015 e 2017, constata-se que as médias de proficiência dos municípios tratados ativos mantêm-se superiores às dos tratados inativos, indicando uma redução da diferença de desempenho em relação ao grupo de controle após a ocorrência do desastre. A Figura 4 reforça essa tendência, evidenciando que a distribuição dos municípios tratados ativos

apresenta valores mais elevados nos Painéis A e B, o que confirma a diferença observada entre os grupos.

O padrão de melhora observado no desempenho educacional dos municípios tratados ativos em relação aos inativos também se reflete nas taxas de aprovação, reprovação, abandono e distorção idade-série. De maneira estatisticamente significativa, há indícios de um leve incremento nos indicadores educacionais municipais após a ocorrência do desastre hidrológico. Para a taxa de aprovação, por exemplo, a diferença entre os tratados ativos e inativos é de aproximadamente 1 ponto percentual em 2015 e 2,5 pontos percentuais em 2017.

Além disso, a taxa de distorção idade-série apresenta uma melhora estatística em 2017, uma vez que a diferença entre os tratados inativos e o grupo de controle é de 9,59 pontos percentuais, enquanto entre os tratados ativos e o grupo de controle essa diferença é de 6,6 pontos percentuais. Esse resultado sugere uma redução na distorção idade-série após a ocorrência dos desastres, reforçando a hipótese de que o impacto do tratamento pode ter contribuído para a melhoria dos indicadores educacionais nos municípios afetados.

A Tabela 6 e a Figura 5 seguem a mesma estrutura da análise anterior, agora considerando a estatística descritiva dos indicadores educacionais para o 9º ano do ensino fundamental. Observa-se que, para os testes de proficiência em português, a diferença entre os municípios tratados inativos e o grupo de controle em 2013 e 2015 mantém-se relativamente estável, variando de -8,75 para -8,82 pontos, refletindo uma tendência paralela. No entanto, quando os municípios tratados se tornam ativos em 2015, a diferença em relação ao grupo de controle torna-se estatisticamente nula ao nível de 5% de significância, indicando uma melhora significativa no desempenho dos municípios tratados ativos em comparação aos inativos.

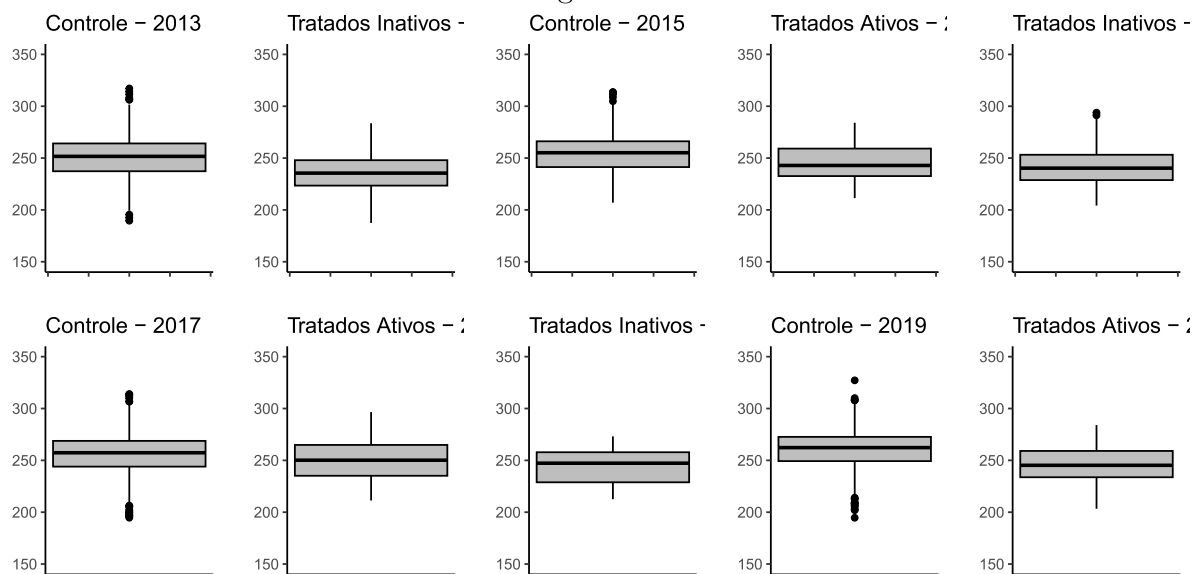
Tabela 6 – Estatísticas Descritivas dos Indicadores Educacionais para o 9º ano - Amostra Hidrológica

Variável	2013			2015					2017					2019		
	Média	Média	Dif	Média	Média	Média	Dif	Dif	Média	Média	Média	Dif	Dif	Média	Média	Dif
	Tratados	Controle		Tratados	Tratados	Controle			Tratados	Tratados	Controle			Tratados	Controle	
	Inativos		(5)	Ativos	Inativos		(4)	(5)	Ativos	Inativos		(4)	(5)	Ativos		(4)
	(2)	(3)	(2) – (3)	(1)	(2)	(3)	(1) – (3)	(2) – (3)	(1)	(2)	(3)	(1) – (3)	(2) – (3)	(1)	(3)	(1) – (3)
Profic. Matemática	236,32	243,38	-7,06***	244,56	241,76	249,42	-4,86*	-7,66***	250,67	244,15	255,05	-4,38**	-10,90***	246,28	255,75	-9,47***
Profic. Português	241,87	250,62	-8,75***	249,94	245,63	254,45	-4,51	-8,82***	250,58	241,57	255,95	-5,37**	-14,38***	249,03	260,61	-11,58***
Taxa Distorção Idade-série	29,29	20,98	8,31***	25,94	26,63	18,76	7,18***	7,87***	22,85	25,84	16,25	6,60***	9,59***	26,38	14,69	11,69***
Taxa de Aprovação	89,97	93,86	-3,89***	91,09	89,71	94,13	-3,04***	-4,42***	91,04	88,58	94,42	-3,38***	-5,84***	89,30	95,37	-6,07***
Taxa de Reprovação	8,16	5,24	2,92***	7,29	8,61	5,08	2,21***	3,53***	7,81	9,37	4,89	2,92***	4,48***	8,81	4,12	4,69***
Taxa de Abandono	1,87	0,90	0,97***	1,62	1,68	0,79	0,83**	0,89***	1,16	2,04	0,68	0,48***	1,36***	1,88	0,51	1,37***
Nível 0 Matemática	0,24	0,21	0,03***	0,19	0,00	0,17	0,02*	0,03***	0,16	0,19	0,14	0,02*	0,05***	0,18	0,15	0,03***
Nível 1 Matemática	0,18	0,15	0,03***	0,15	0,20	0,14	0,01	0,03***	0,14	0,16	0,13	0,01	0,03***	0,15	0,13	0,02***
Nível 2 Matemática	0,19	0,19	0,00	0,19	0,17	0,18	0,01	0,02***	0,18	0,18	0,17	0,01***	0,01*	0,19	0,17	0,02***
Nível 3 Matemática	0,17	0,18	-0,01**	0,19	0,20	0,19	0,00	0,00*	0,19	0,20	0,20	-0,01	0,00	0,19	0,19	0,00
Nível 4 Matemática	0,12	0,14	-0,02***	0,15	0,19	0,16	-0,01	-0,02***	0,17	0,15	0,18	-0,01	-0,03***	0,15	0,17	-0,02***
Nível 5 Matemática	0,06	0,08	-0,02***	0,09	0,14	0,10	-0,01**	-0,02***	0,11	0,08	0,12	-0,01	-0,04***	0,09	0,12	-0,03***
Nível 6 Matemática	0,02	0,04	-0,02***	0,03	0,08	0,04	-0,01***	-0,01***	0,04	0,03	0,05	-0,01***	-0,02***	0,04	0,06	-0,02***
Nível 7 Matemática	0,01	0,01	0,00***	0,01	0,03	0,01	0,00	0,00***	0,01	0,01	0,02	-0,01**	-0,01***	0,01	0,02	-0,01***
Nível 8 Matemática	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00**	0,00***	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nível 9 Matemática	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nível 0 Português	0,21	0,17	0,04***	0,14	0,00	0,12	0,02*	0,03***	0,15	0,19	0,13	0,02*	0,06***	0,17	0,12	0,05***
Nível 1 Português	0,17	0,14	0,03***	0,18	0,15	0,16	0,02	0,04***	0,15	0,18	0,14	0,01**	0,04***	0,14	0,12	0,02***
Nível 2 Português	0,20	0,18	0,02***	0,20	0,20	0,20	0,00	0,01**	0,20	0,21	0,19	0,01**	0,02**	0,19	0,17	0,02***
Nível 3 Português	0,18	0,19	-0,01***	0,19	0,21	0,19	0,00	0,00	0,18	0,18	0,19	-0,01	-0,01	0,18	0,19	-0,01
Nível 4 Português	0,14	0,16	-0,02***	0,16	0,19	0,16	0,00	-0,03***	0,14	0,13	0,16	-0,02***	-0,03***	0,16	0,19	-0,03***
Nível 5 Português	0,07	0,09	-0,02***	0,09	0,13	0,10	-0,01	-0,03***	0,10	0,07	0,11	-0,01	-0,04***	0,10	0,13	-0,03***
Nível 6 Português	0,03	0,04	-0,01***	0,04	0,07	0,05	-0,01	-0,02***	0,04	0,03	0,05	-0,01*	-0,02***	0,04	0,06	-0,02***
Nível 7 Português	0,01	0,02	-0,01***	0,01	0,03	0,02	-0,01*	-0,01***	0,02	0,01	0,02	0,00	-0,01***	0,01	0,02	-0,01***
Nível 8 Português	0,00	0,00	0,00***	0,00	0,01	0,00	0,00***	0,00***	0,00	0,00	0,01	-0,01***	-0,01***	0,00	0,01	-0,01***
Nível 9 Português	0,00	0,00	0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00***	0,00***	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

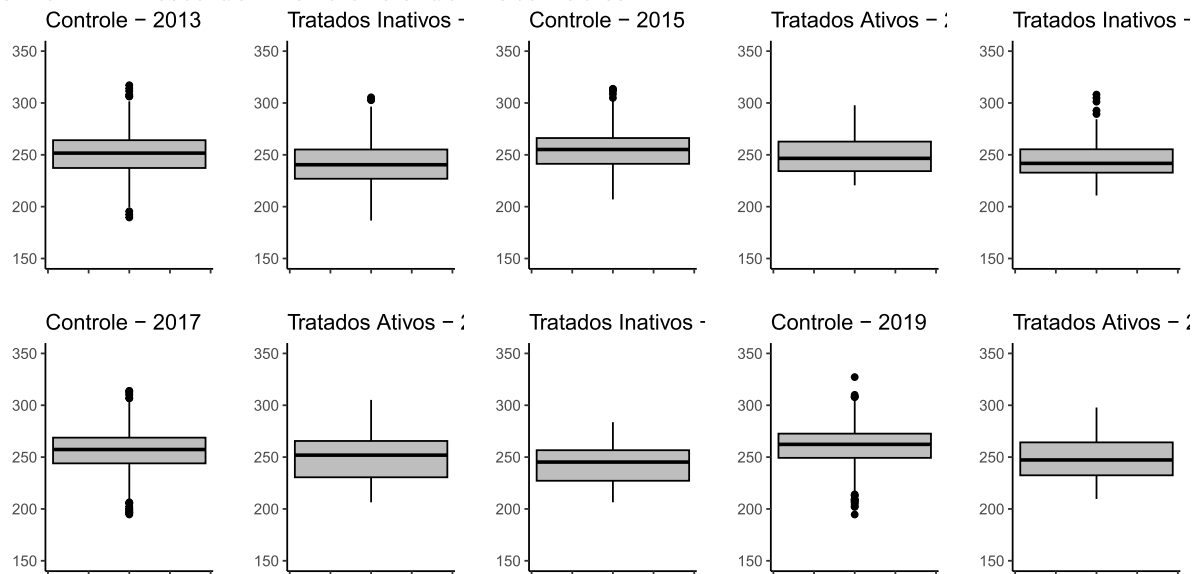
Fonte: Elaboração própria com base dos dados do SAEB e Atlas Digital de Desastres no Brasil. Significância Estatística: *** = 1%, ** = 5%, e * = 10%.

Figura 5 – Distribuição das Notas do 9º Ano - Amostra Hidrológica (Box-Plot)

Painel A – Teste de Proficiência de Português



Painel B – Teste de Proficiência de Matemática



Fonte:Elaboração própria com base dos dados do SAEB e Atlas Digital de Desastres no Brasil.

Essa tendência de melhora se mantém em 2017, quando a diferença entre os municípios tratados ativos e o grupo de controle reduz-se para -5,37 pontos, enquanto a diferença entre os tratados inativos e o grupo de controle alcança -14,38 pontos, evidenciando um impacto positivo na proficiência após a ocorrência do desastre hidrológico. Além disso, os municípios classificados como tratados inativos em 2017 tornam-se tratados ativos em 2019, e observa-se que a diferença em relação ao grupo de controle diminui para -11,58 pontos, reforçando a tendência de melhora.

O mesmo comportamento é observado para os testes de proficiência em Matemática,

indicando uma melhora nas notas após a ocorrência do desastre. Em 2015, verifica-se que a diferença entre os municípios tratados ativos e o grupo de controle é estatisticamente nula ao nível de 5% de significância, enquanto a diferença entre os tratados inativos e o grupo de controle é de -7,66 pontos, em média, a nível municipal. Essa tendência persiste em 2017, sugerindo que o impacto do desastre hidrológico pode estar associado a uma melhora gradual no desempenho acadêmico dos municípios afetados.

Essa dinâmica é evidenciada na Figura 5, onde os box-plots dos municípios tratados ativos encontram-se mais próximos do grupo de controle em comparação aos municípios tratados inativos. Esse padrão é observado tanto no Painel A quanto no Painel B, reforçando a tendência de convergência entre os grupos ao longo do tempo.

Para a variável taxa de distorção idade-série, os resultados indicam uma melhora significativa em 2017, quando se observa que os municípios tratados ativos apresentam a menor taxa desse indicador, com 22,85%, enquanto os tratados inativos registram 25,84%. Esse resultado sugere um aumento na proporção de alunos em situação regular nos municípios que receberam o tratamento mais cedo. Além disso, os municípios tratados ativos apresentam desempenho superior aos tratados inativos em todos os indicadores educacionais para os anos de 2015 e 2017, evidenciando médias mais favoráveis nesses aspectos.

A Tabela 7 apresenta os resultados para os indicadores educacionais do 5º ano do ensino fundamental na amostra climatológica, seguindo a mesma estrutura da tabela anterior. Observa-se que, para as pontuações nos testes de proficiência de Matemática, no ano de 2015, os municípios tratados ativos apresentam desempenho superior ao dos tratados inativos. Especificamente, a diferença média em relação ao grupo de controle foi de -9,91 pontos para os tratados ativos e -14,09 pontos para os tratados inativos. Em 2017, contudo, os papéis se invertem, com os tratados inativos registrando uma média superior à dos tratados ativos.

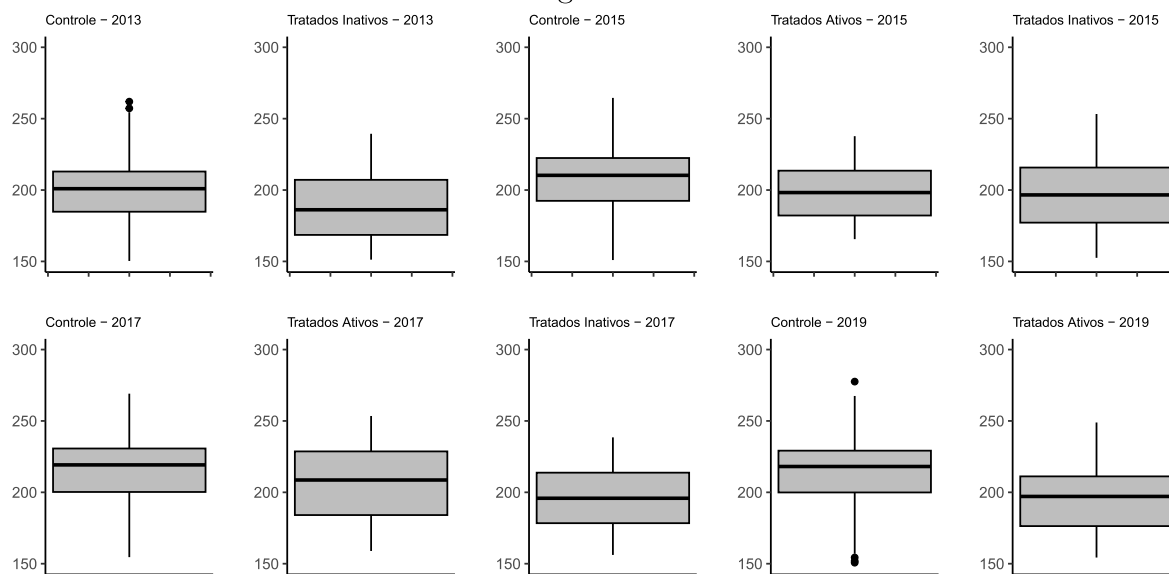
Tabela 7 – Estatísticas Descritivas dos Indicadores Educacionais para o 5º ano - Amostra Climatológica

Variável	2013			2015					2017					2019		
	Média	Média	Dif	Média	Média	Média	Dif	Dif	Média	Média	Média	Dif	Dif	Média	Média	Dif
	Tratados	Controle		Tratados	Tratados	Controle			Tratados	Tratados	Controle			Tratados	Controle	
	Inativos		(5)	Ativos	Inativos		(4)	(5)	Ativos	Inativos		(4)	(5)	Ativos		(4)
	(2)	(3)	(2) – (3)	(1)	(2)	(3)	(1) – (3)	(2) – (3)	(1)	(2)	(3)	(1) – (3)	(2) – (3)	(1)	(3)	(1) – (3)
Profic. Matemática	184,62	196,39	-11,77***	197,02	192,84	206,93	-9,91***	-14,09***	195,26	212,46	214,68	-19,42***	-2,22	201,54	213,71	-12,17***
Profic. Português	201,06	215,67	-14,61***	211,87	204,31	221,39	-9,52***	-17,08***	205,04	223,55	226,58	-21,54***	-3,03	215,04	229,53	-14,49***
Taxa Distorção Idade-série	29,47	21,00	8,47***	22,00	29,10	18,77	3,23*	10,33***	27,92	17,53	16,26	11,66***	1,27	21,24	14,70	6,54**
Taxa de Aprovação	89,88	93,86	-3,98***	91,22	88,88	94,14	-2,92***	-5,26***	87,03	93,29	94,43	-7,4***	-1,14	90,04	95,37	-5,33***
Taxa de Reprovação	7,99	5,24	2,75***	7,36	8,95	5,08	2,28**	3,87***	10,94	6,01	4,89	6,05***	1,12	8,69	4,12	4,57***
Taxa de Abandono	2,13	0,90	1,23***	1,42	2,17	0,79	0,63***	1,38***	2,03	0,70	0,68	1,35***	0,02	1,27	0,51	0,76**
Nível 0 Matemática	0,10	0,06	0,04***	0,05	0,05	0,03	0,02***	0,02***	0,06	0,02	0,03	0,03***	-0,01	0,07	0,03	0,04***
Nível 1 Matemática	0,19	0,13	0,06***	0,14	0,14	0,09	0,05***	0,05***	0,14	0,08	0,08	0,06***	0,00	0,12	0,08	0,04***
Nível 2 Matemática	0,19	0,17	0,02***	0,18	0,19	0,15	0,03**	0,04***	0,18	0,16	0,13	0,05***	0,03	0,15	0,12	0,03
Nível 3 Matemática	0,17	0,18	-0,01*	0,18	0,20	0,18	0,00	0,02***	0,18	0,15	0,16	0,02***	-0,01	0,16	0,16	0,00
Nível 4 Matemática	0,13	0,17	-0,04***	0,15	0,17	0,19	-0,04***	-0,02**	0,16	0,20	0,18	-0,02***	0,02	0,17	0,18	-0,01
Nível 5 Matemática	0,10	0,13	-0,03***	0,14	0,12	0,16	-0,02*	-0,04***	0,13	0,17	0,17	-0,04***	0,00	0,14	0,17	-0,03**
Nível 6 Matemática	0,07	0,09	-0,02***	0,09	0,08	0,11	-0,02***	-0,03***	0,09	0,11	0,13	-0,04***	-0,02	0,11	0,13	-0,02
Nível 7 Matemática	0,04	0,05	-0,01***	0,05	0,03	0,05	0,00	-0,02***	0,04	0,08	0,07	-0,03***	0,01	0,06	0,07	-0,01*
Nível 8 Matemática	0,01	0,02	-0,01***	0,02	0,01	0,02	0,00*	-0,01***	0,02	0,03	0,03	-0,01***	0,00	0,02	0,04	-0,02***
Nível 9 Matemática	0,00	0,00	0,00**	0,01	0,01	0,01	0,00*	0,00**	0,00	0,01	0,01	-0,01***	0,00	0,01	0,01	0,00
Nível 0 Português	0,07	0,04	0,03***	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00**	0,02	0,01	0,01	0,01***	0,00	0,02	0,01	0,01
Nível 1 Português	0,10	0,07	0,03***	0,08	0,08	0,05	0,03***	0,03***	0,09	0,04	0,05	0,04***	-0,01	0,07	0,04	0,03***
Nível 2 Português	0,17	0,13	0,04***	0,17	0,19	0,13	0,04***	0,06***	0,17	0,13	0,10	0,07***	0,03	0,13	0,09	0,04**
Nível 3 Português	0,18	0,17	0,01***	0,21	0,23	0,18	0,03**	0,05***	0,21	0,15	0,15	0,06***	0,00	0,18	0,15	0,03**
Nível 4 Português	0,15	0,17	-0,02***	0,18	0,20	0,19	-0,01*	0,01	0,18	0,20	0,18	0,00	0,02	0,19	0,18	0,01
Nível 5 Português	0,12	0,16	-0,04***	0,14	0,13	0,17	-0,03***	-0,04***	0,15	0,18	0,19	-0,04***	-0,01	0,17	0,19	-0,02
Nível 6 Português	0,09	0,12	-0,03***	0,10	0,08	0,14	-0,04***	-0,06***	0,11	0,16	0,16	-0,05***	0,00	0,12	0,15	-0,03**
Nível 7 Português	0,06	0,08	-0,02***	0,07	0,05	0,09	-0,02	-0,04***	0,05	0,09	0,10	-0,05***	-0,01	0,08	0,11	-0,03**
Nível 8 Português	0,03	0,04	-0,01***	0,03	0,02	0,04	-0,01	-0,02***	0,02	0,04	0,05	-0,03***	-0,01	0,03	0,05	-0,02***
Nível 9 Português	0,02	0,02	0,00***	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00***	0,01	0,01	0,02	-0,01***	-0,01	0,01	0,03	-0,02***

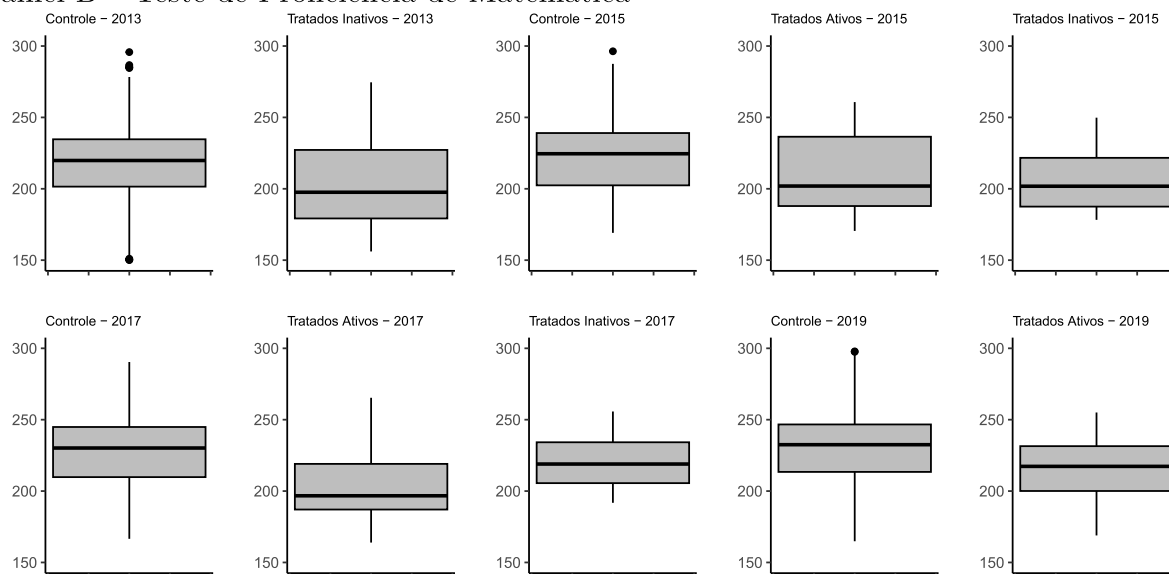
Fonte: Elaboração própria com base dos dados do SAEB e Atlas Digital de Desastres no Brasil. Significância Estatística: *** = 1%, ** = 5%, e * = 10%.

Figura 6 – Distribuição das Notas do 5º Ano - Amostra Climatológico (Box-Plot)

Painel A – Teste de Proficiência de Português



Painel B – Teste de Proficiência de Matemática



Fonte:Elaboração própria com base dos dados do SAEB e Atlas Digital de Desastres no Brasil.

Essa dinâmica também é observada nos resultados dos testes de proficiência de Português, indicando uma tendencia semelhante entre os dois testes. Em 2015, os municípios tratados ativos tiveram, em média, um desempenho superior aos tratados inativos. No entanto, em 2017, os tratados inativos superaram os ativos. Em todos os períodos avaliados, o grupo de controle apresentou médias mais altas.

A Figura 6 complementa os resultados por meio de gráficos de boxplot, com Painel A representando os testes de proficiência em português e, o painel B, os testes de proficiência de Matemática. No Painel A, para o ano de 2017, a mediana dos municípios

tratados inativos é superior a do grupo de controle, embora este último apresente uma maior média, em decorrência de maiores valores dos quartis superiores. Nesse cenário, os tratados inativos apresentam desempenho superior aos tratados ativos em todos os parâmetros avaliados.

Em contraste, no ano de 2015, tanto no Painel A quanto no Painel B, os municípios tratados ativos exibem desempenho superior aos tratados inativos, evidenciado por uma mediana mais elevada. Esses resultados reforçam a mudança na dinâmica entre os municípios tratados ao longo do tempo, destacando a complexidade do impacto dos desastres naturais sobre o desempenho educacional. As taxas de Aprovação, Abandono, Distorção idade-série e Reprovação seguem a mesma dinâmica das notas, com tratados ativos com melhor desempenho em 2015 e, os inativos, em 2017.

A Tabela 8 segue a mesma lógica da Tabela 7, agora analisando os indicadores educacionais do 9º ano do ensino fundamental para a amostra restrita a eventos climáticos. No caso dos testes de proficiência em Matemática e Português, observa-se que os municípios pertencentes ao grupo de controle e os tratados inativos apresentam uma tendência de aumento similar ao longo do tempo. Em contraste, os municípios tratados ativos demonstram uma piora nos resultados dos testes, especialmente no ano de 2017. A Figura 7 reforça esse padrão: todos os grupos seguem trajetórias semelhantes ao longo dos períodos analisados, exceto os tratados ativos no Painel A, que apresentam desempenho consistentemente inferior em comparação ao grupo de controle e aos tratados inativos — comportamento que se destaca em 2017 e não é observado nos demais anos.

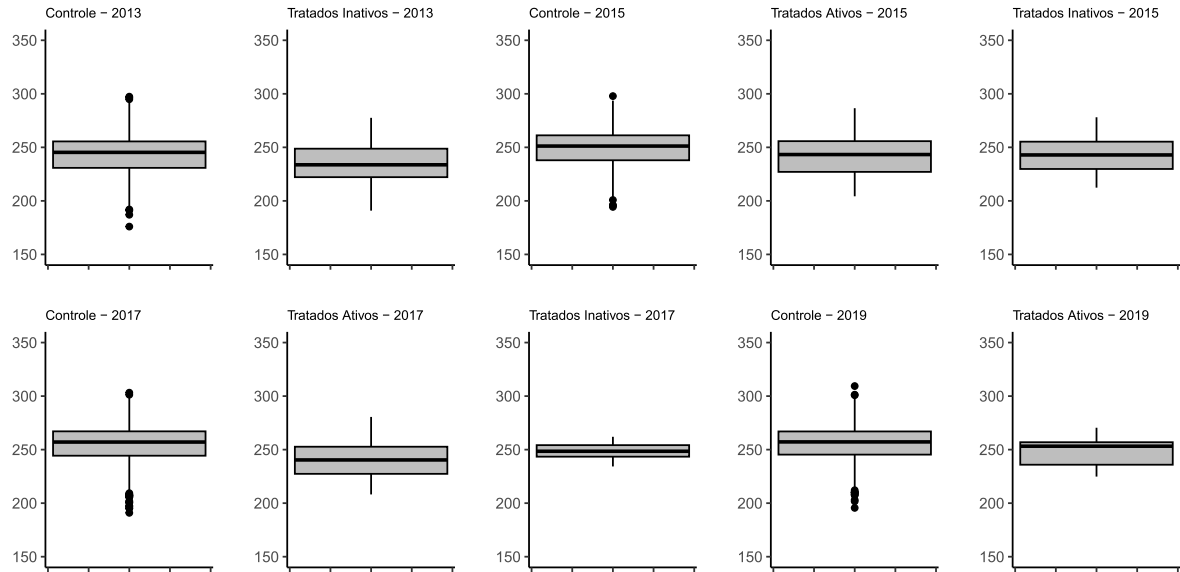
Tabela 8 – Estatísticas Descritivas dos Indicadores Educacionais para o 9º ano - Amostra Climatológica

Variável	2013			2015					2017					2019		
	Média	Média	Dif	Média	Média	Média	Dif	Dif	Média	Média	Média	Dif	Dif	Média	Média	Dif
	Tratados	Controle		Tratados	Tratados	Controle			Tratados	Tratados	Controle			Tratados	Controle	
	Inativos		(5)	Ativos	Inativos		(4)	(5)	Ativos	Inativos		(4)	(5)	Ativos		(4)
	(2)	(3)	(2) – (3)	(1)	(2)	(3)	(1) – (3)	(2) – (3)	(1)	(2)	(3)	(1) – (3)	(2) – (3)	(1)	(3)	(1) – (3)
Profic. Matemática	234,59	243,37	-8,78***	242,47	242,60	249,44	-6,97***	-6,84***	241,59	247,62	255,04	-13,45***	-7,42**	247,72	255,74	-8,02***
Profic. Português	240,45	250,61	-10,16***	246,47	245,51	254,46	-7,99***	-8,95***	240,19	248,05	255,94	-15,75***	-7,89*	252,75	260,60	-7,85**
Taxa Distorção Idade-série	30,02	23,76	6,26***	27,34	31,66	22,95	4,39	8,71***	34,11	26,13	22,97	11,14***	3,16	23,50	20,22	3,28
Taxa de Aprovação	87,25	90,76	-3,51***	86,56	87,75	90,07	-3,51	-2,32***	85,07	90,39	90,55	-5,48***	-0,16	87,04	93,13	-6,09***
Taxa de Reprovação	7,91	5,91	2,00***	8,96	7,85	6,60	2,36	1,25*	8,82	6,87	6,42	2,4***	0,45	10,84	5,03	5,81***
Taxa de Abandono	4,84	3,33	1,51***	4,48	4,41	3,32	1,16	1,09**	6,11	2,74	3,04	3,07***	-0,30	2,12	1,84	0,28
Nível 0 Matemática	0,26	0,21	0,05***	0,21	0,19	0,17	0,04***	0,02**	0,21	0,17	0,14	0,07***	0,03	0,18	0,15	0,03*
Nível 1 Matemática	0,18	0,15	0,03***	0,16	0,17	0,14	0,02**	0,03***	0,17	0,15	0,13	0,04***	0,02	0,15	0,13	0,02*
Nível 2 Matemática	0,18	0,19	-0,01	0,18	0,20	0,18	0,00	0,02**	0,19	0,20	0,17	0,02***	0,03*	0,17	0,17	0,00
Nível 3 Matemática	0,17	0,18	-0,01**	0,18	0,19	0,19	-0,01*	0,00	0,18	0,18	0,20	-0,02*	-0,02	0,21	0,19	0,02
Nível 4 Matemática	0,12	0,14	-0,02***	0,14	0,13	0,16	-0,02	-0,03***	0,14	0,19	0,18	-0,04***	0,01	0,15	0,17	-0,02***
Nível 5 Matemática	0,06	0,08	-0,02***	0,08	0,08	0,10	-0,02***	-0,02***	0,08	0,10	0,12	-0,04***	-0,02	0,10	0,12	-0,02*
Nível 6 Matemática	0,02	0,04	-0,02***	0,03	0,03	0,04	-0,01	-0,01***	0,03	0,02	0,05	-0,02***	-0,03***	0,04	0,06	-0,02*
Nível 7 Matemática	0,01	0,01	0,00***	0,01	0,01	0,01	0,00*	0,00	0,01	0,01	0,02	-0,01***	-0,01***	0,01	0,02	-0,01
Nível 8 Matemática	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00***	0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00***
Nível 9 Matemática	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nível 0 Português	0,22	0,17	0,05***	0,15	0,15	0,12	0,03**	0,03**	0,20	0,12	0,13	0,07***	-0,01	0,14	0,12	0,02
Nível 1 Português	0,17	0,14	0,03***	0,20	0,19	0,16	0,04***	0,03***	0,17	0,20	0,14	0,03***	0,06**	0,14	0,12	0,02*
Nível 2 Português	0,19	0,18	0,01***	0,20	0,22	0,20	0,00	0,02***	0,22	0,23	0,19	0,03***	0,04**	0,18	0,17	0,01
Nível 3 Português	0,19	0,19	0,00	0,19	0,19	0,19	0,00	0,00	0,18	0,17	0,19	-0,01***	-0,02	0,18	0,19	-0,01
Nível 4 Português	0,12	0,16	-0,04***	0,14	0,14	0,16	-0,02*	-0,02**	0,12	0,15	0,16	-0,04***	-0,01	0,18	0,19	-0,01
Nível 5 Português	0,07	0,09	-0,02***	0,08	0,07	0,10	-0,02***	-0,03***	0,07	0,08	0,11	-0,04***	-0,03**	0,11	0,13	-0,02*
Nível 6 Português	0,03	0,04	-0,01***	0,03	0,03	0,05	-0,02***	-0,02***	0,03	0,03	0,05	-0,02***	-0,02**	0,05	0,06	-0,01
Nível 7 Português	0,01	0,02	-0,01***	0,01	0,01	0,02	-0,01***	-0,01***	0,01	0,01	0,02	-0,01***	-0,01	0,01	0,02	-0,01***
Nível 8 Português	0,00	0,00	0,00***	0,00	0,00	0,00	0,00*	0,00***	0,00	0,00	0,01	-0,01***	-0,01***	0,00	0,01	-0,01***
Nível 9 Português	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00***	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00***	0,00	0,00	0,00

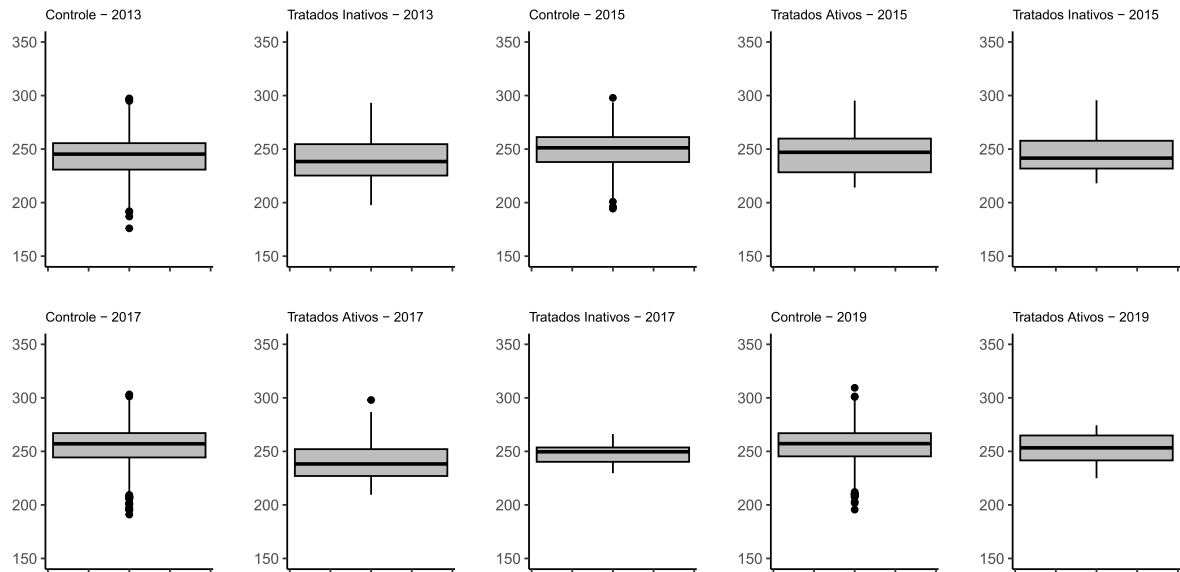
Fonte: Elaboração própria com base dos dados do SAEB e Atlas Digital de Desastres no Brasil. Significância Estatística: *** = 1%, ** = 5%, e * = 10%.

Figura 7 – Distribuição das Notas do 9º Ano - Amostra Climatológico (Box-Plot)

Painel A – Teste de Proficiência de Português



Painel B – Teste de Proficiência de Matemática



Fonte:Elaboração própria com base dos dados do SAEB e Atlas Digital de Desastres no Brasil.

Subsequentemente, são apresentados os resultados da progressão das médias nos testes de Matemática e Língua Portuguesa, comparando os diferentes grupos de tratamento (afetados por desastres climatológicos ou hidrológicos) com o grupo de controle (não afetado por desastres naturais) para cada tipo de desastre analisado. Essa análise permite identificar padrões e possíveis efeitos diferenciados dos desastres naturais sobre o desempenho educacional dos municípios afetados.

As Figuras 8, 9, 10 e 11, que serão apresentadas posteriormente, representarão as trajetórias das notas médias dos testes de proficiência para as turmas do 5º e 9º ano dos

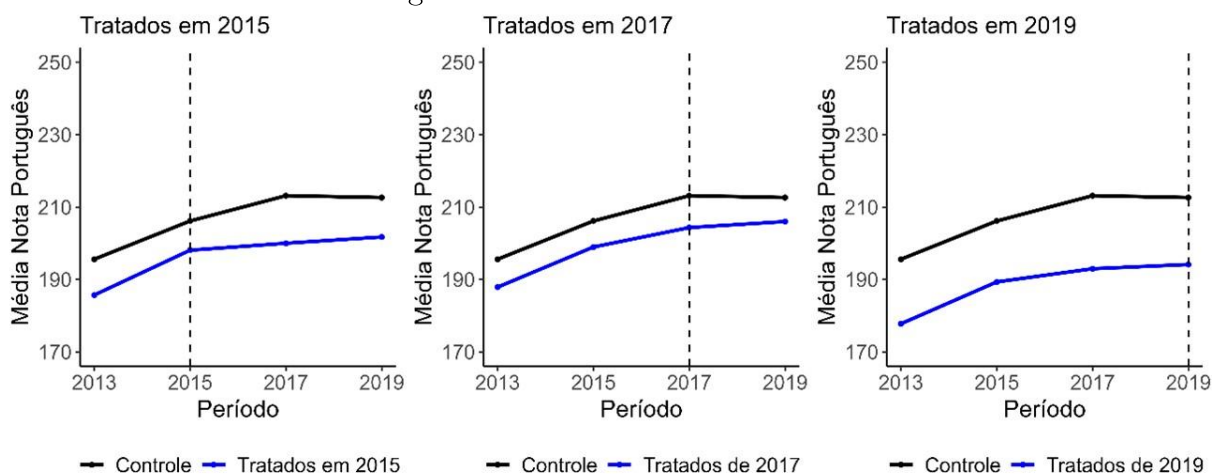
grupos de tratamento e controle. Os gráficos serão organizados em dois painéis, com o objetivo de comparar o desempenho dos municípios afetados por desastres naturais com aqueles que não sofreram tais eventos durante todo o período analisado.

- I. Painel A: Representará as trajetórias das notas médias dos municípios que sofreram exclusivamente desastres hidrológicos, em comparação com o grupo de controle.
- II. Painel B: Apresentará as trajetórias das notas médias dos municípios afetados apenas por desastres climatológicos, também em comparação com o grupo de controle.

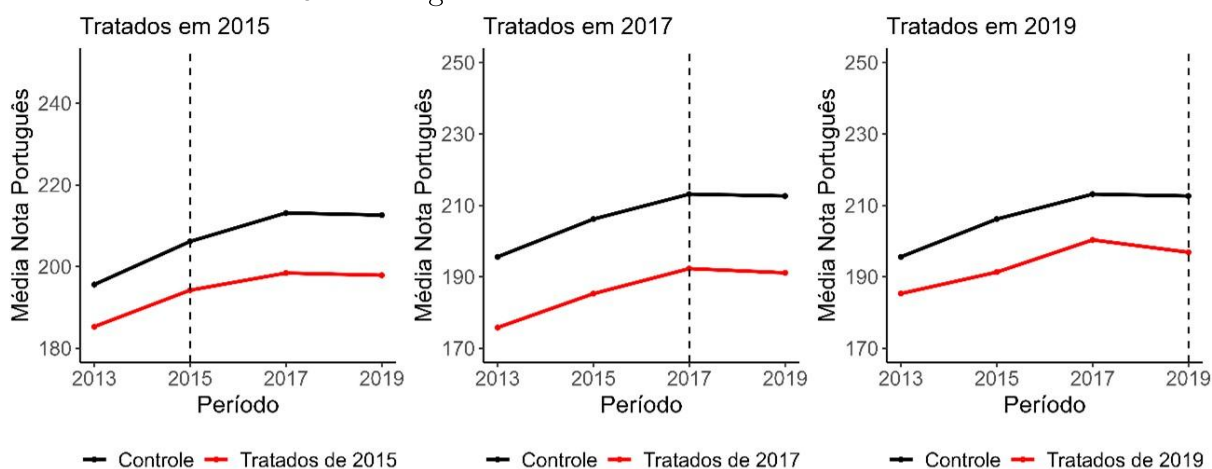
Essas figuras permitirão visualizar a evolução das médias de desempenho educacional ao longo do tempo, fornecendo uma análise comparativa entre os grupos de tratamento e controle, além de suas possíveis influências no desempenho escolar das turmas analisadas.

Figura 8 – Média das Notas de Língua Portuguesa do 5º Ano: Grupos de Tratamento vs. Grupo de Controle.

Painel A – Desastres Hidrológicos



Painel B – Desastres Climatológicos

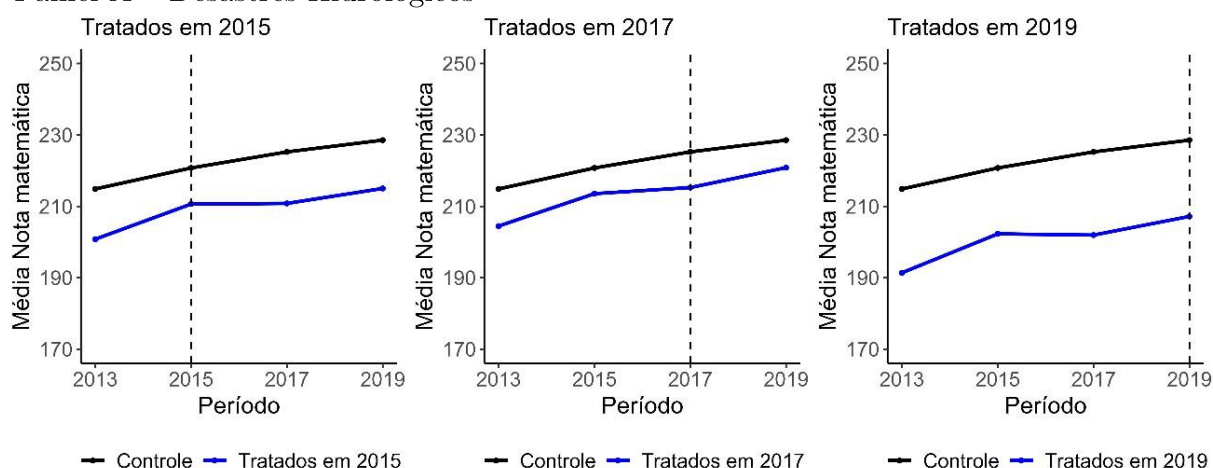


Fonte:Elaboração própria com base dos dados do SAEB e Atlas Digital de Desastres no Brasil.

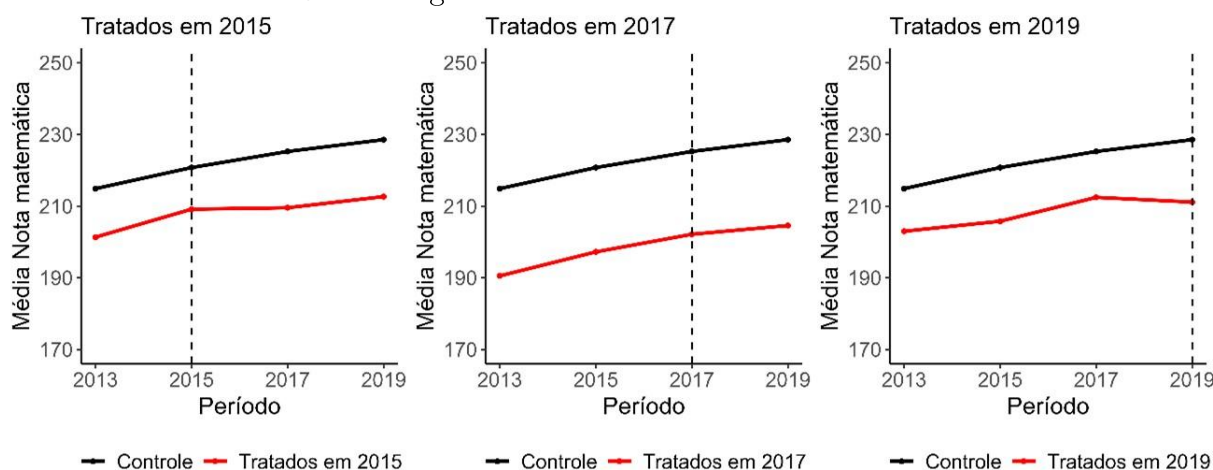
A linha pontilhada vertical indica a edição da Prova Brasil em que o tratamento foi aplicado. No Painel A, observa-se que, para o grupo de tratamento, a variação nas notas em 2015 foi significativamente maior em comparação ao grupo de controle no período subsequente ao tratamento. Essa diferença foi mais acentuada, evidenciando uma maior divergência entre as médias dos municípios tratados e o grupo de controle. Nos demais grupos tratados, as trajetórias das notas seguiram uma tendência de aumento semelhante à do grupo de controle, sugerindo um efeito menos pronunciado dos desastres. No Painel B, a relação entre os grupos de tratamento e controle manteve a tendência, exceto para o grupo de 2019.

Figura 9 – Média das Notas de Matemática do 5º Ano: Grupos de Tratamento vs. Grupo de Controle.

Painel A – Desastres Hidrológicos



Painel B – Desastres Climatológicos



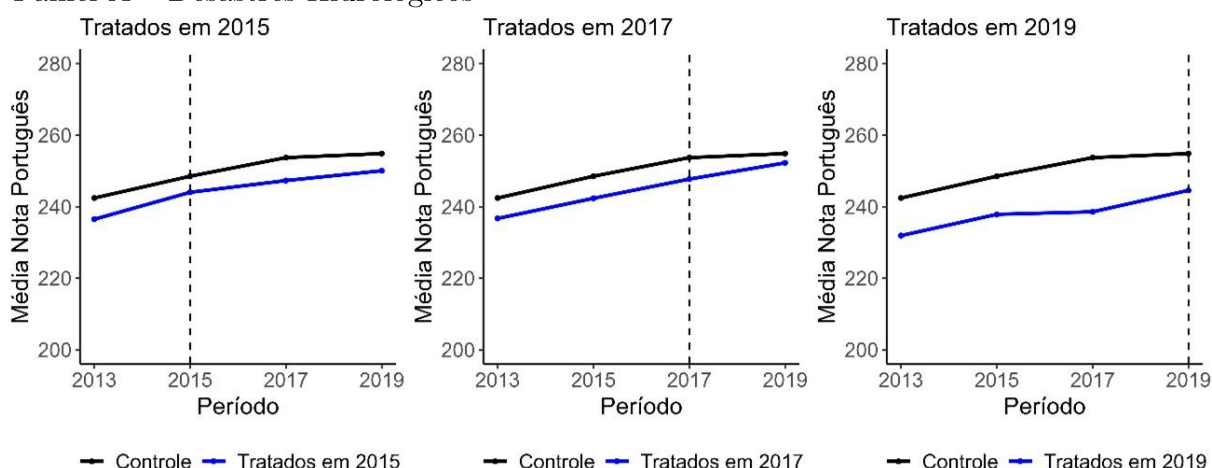
Fonte:Elaboração própria com base dos dados do SAEB e Atlas Digital de Desastres no Brasil.

No Painel A da Figura 5, todos os grupos tratados, afetados por desastres hidrológicos, apresentam um padrão similar em comparação ao grupo de controle. No Painel B, referente aos municípios afetados por desastres climatológicos, o grupo tratado em

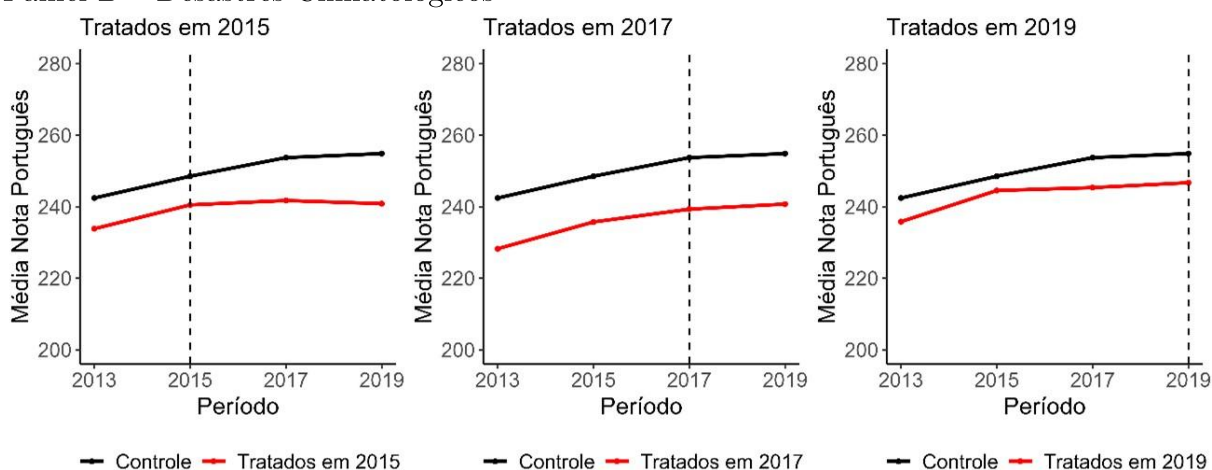
2015 demonstrou um aumento considerável nas notas médias, especialmente na edição da Prova Brasil daquele ano, em comparação com os outros grupos tratados e com o grupo de controle.

Figura 10 – Média das Notas de Língua Portuguesa do 9º Ano: Grupos de Tratamento vs. Grupo de Controle.

Painel A – Desastres Hidrológicos



Painel B – Desastres Climatológicos



Fonte:Elaboração própria com base dos dados do SAEB e Atlas Digital de Desastres no Brasil.

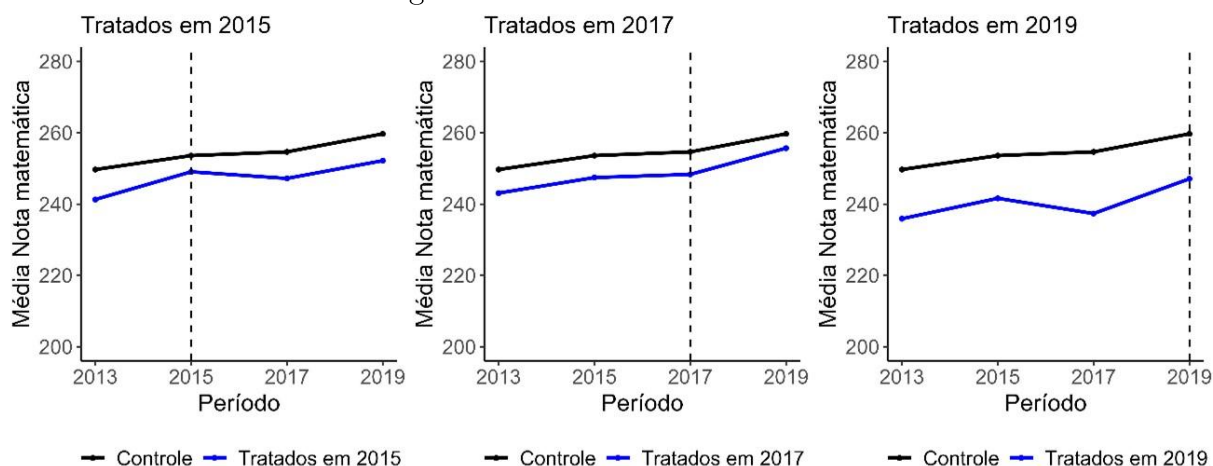
No Painel A, referente às trajetórias das notas médias de Português do 9º ano, observa-se que o grupo tratado de 2017, que sofreu desastres hidrológicos, apresenta uma queda na diferença em relação ao grupo de controle na edição posterior da Prova Brasil. Esse grupo de 2017 mostra um aumento acentuado nas notas de Português, uma tendência que não se verifica nos outros grupos tratados analisados.

No Painel B, que abrange os desastres climatológicos, constata-se que o grupo tratado de 2015 apresenta um aumento na diferença das trajetórias em relação ao grupo de controle, que, por sua vez, teve um aumento mais acentuado na nota média de Português após a Prova Brasil de 2015, em comparação com os municípios tratados. Para os grupos

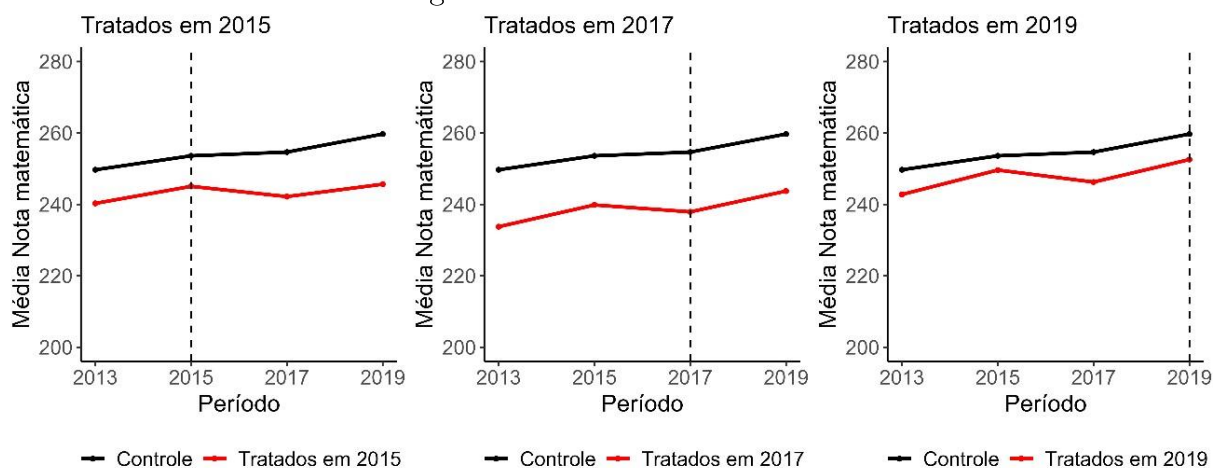
tratados de 2017 e 2019, as trajetórias seguem uma tendência paralela entre os dois grupos.

Figura 11 – Média das Notas de Matemática do 9º Ano: Grupos de Tratamento vs. Grupo de Controle.

Painel A – Desastres Hidrológicos



Painel B – Desastres Climatológicos



Fonte:Elaboração própria com base dos dados do SAEB e Atlas Digital de Desastres no Brasil.

No Painel A, observa-se que, para o grupo tratado em 2015, houve um aumento acentuado nas notas precisamente no período em que ocorreu o desastre, resultando em uma diminuição da diferença nas médias entre o grupo tratado e o grupo de controle. Após o tratamento, ambas as trajetórias seguiram uma tendência paralela. No entanto, esse aumento significativo foi exclusivo do grupo tratado em 2015; para os grupos de 2017 e 2019, não se registrou um aumento similar.

No Painel B, nota-se que todos os grupos tratados apresentaram uma queda nas notas entre 2015 e 2017, o que ampliou a distância das trajetórias em relação ao grupo de controle. Considerando que os primeiros desastres analisados ocorreram em 2015, isso sugere uma tendência de queda nas médias de Matemática após esse ano, quando comparadas ao grupo de controle.

3 Estratégia Empírica

3.1 Metodologia

O método a ser utilizado nesta pesquisa é o proposto por Chaisemartin e D'Haultfoeuille (2024), que se baseia na estimativa de diferenças em diferenças. O estimador DID_ℓ compara a evolução dos resultados entre os grupos que apresentam mudança de status de não tratados para tratados (*Switchers*) em relação aos grupos que ainda não mudaram de status (*Non-Switchers*) no ℓ - ésimo período após a mudança inicial. período após a mudança inicial. Para evidenciar a validade das tendências paralelas, serão avaliados os estimadores de placebo. Sob a hipótese de tendências paralelas, o estimador é consistente e robusto à heterogeneidade dos efeitos do tratamento.

A vantagem desse estimador em comparação ao proposto por Callaway e Sant'Anna (2021) é sua aplicabilidade em situações em que a adoção do tratamento varia ao longo do tempo, permitindo a inclusão de múltiplas mudanças de status entre os grupos. Além disso, em relação com o método proposto Sun e Abraham (2021), a vantagem está no uso de grupos ainda não tratados como grupo de controle.

Com base no estimador de De Chaisemartin e D'Haultfoeuille (2024), seja g, t aplicação da Prova Brasil), se o tratamento (testes de português e matemática) do período 1 for representado $1, \dots, d_t$, define-se g como o primeiro período em que o município transita de controle para tratado. A diferença esperada entre o resultado atual de g em $g - 1 + \ell$ em relação ao contrafactual o valor que seria obtido se não houvesse alteração no status de tratamento de g entre período 1 para o período $g - 1 + \ell$ pode ser expressa da seguinte forma:

$$\delta_{(g,\ell)} = E \left(Y_{g,F_g-1+\ell} - Y_{g,F_g-1+\ell}(D_{g,1}, \dots, D_{g,1}) \right) \quad (3.1)$$

Para estimar o $\delta_{g,\ell}$, os autores propõem um estimador de DID_ℓ comparando a evolução do *outcome* entre os períodos $g - 1$ e $g - 1 + \ell$ no grupo g , com a evolução observada nos grupos cujo tratamento ainda não mudou no período. Logo, o estimador permite que os efeitos sejam variáveis entre os grupos, o que possibilita uma análise mais acurada sobre a heterogeneidade dos efeitos.

3.2 Desenho da Pesquisa

Para isolar o efeito dos desastres climatológicos e hidrológicos sobre o desempenho educacional, foram considerados como tratados apenas os municípios que sofreram exclusivamente um desses tipos de desastre durante o período analisado. Os municípios que nunca enfrentaram desastres naturais compuseram o grupo de controle. Aqueles que sofreram mais de um tipo de desastre foram excluídos da análise O desenho da pesquisa

segue o estimador proposto por Chaisemartin e D’Haultfœuille (2024), adequado para situações em que a frequência do tratamento é maior do que a do *outcome*. Esse é o caso dos desastres naturais, que possuem registros anuais, enquanto os testes de matemática e português da Prova Brasil ocorrem apenas a cada dois anos. Para lidar com essa assimetria, a base de dados foi dividida em duas subamostras:

- I. Primeira subamostra: Inclui todos os grupos e períodos em que o status do tratamento permaneceu constante desde o início até a observação do resultado Non-Switchers. Adicionalmente, são incluídos apenas os grupos que mudaram de não tratado para tratado exatamente no ano da aplicação da Prova Brasil, ou seja, nos períodos ímpares apresentados na Tabela 2.
- II. Segunda subamostra: Também composta pelos Non-Switchers, mas aqui são incluídos apenas os grupos que mudaram de não tratado para tratado no ano anterior à aplicação da Prova Brasil, correspondendo aos períodos pares da Tabela 2.

Essa abordagem permite identificar o efeito do tratamento tanto no ano em que foram aplicados os testes de proficiência quanto nos períodos anteriores à aplicação. Assim, torna-se possível realizar uma análise abrangente dos efeitos dos desastres climatológicos e hidrológicos sobre o desempenho educacional em todos os períodos relevantes

4 Resultados

4.1 Resultados Principais

Nesta seção, são apresentados os resultados da estimação utilizando o método de De Chaisemartin e D’Haultfoeuille (2024), conforme discutido na seção anterior. As estimações têm como outcomes as notas de Português e Matemática dos alunos do 5º e 9º ano do ensino fundamental. Os grupos tratados são compostos pelos municípios afetados exclusivamente por desastres hidrológicos e, em seguida, por desastres climatológicos. Os resultados para cada tipo de desastre serão apresentados separadamente em tabelas e gráficos, proporcionando uma análise específica para cada tratamento.

A Tabela 9 e a Figura 12 apresentam os resultados das estimativas considerando como tratamento os desastres hidrológicos, organizados de acordo com os períodos definidos pelas subamostras estabelecidas anteriormente. Esses períodos refletem a transição dos municípios de não tratados para tratados, permitindo uma análise consistente dos efeitos educacionais decorrentes dos desastres ao longo do tempo.

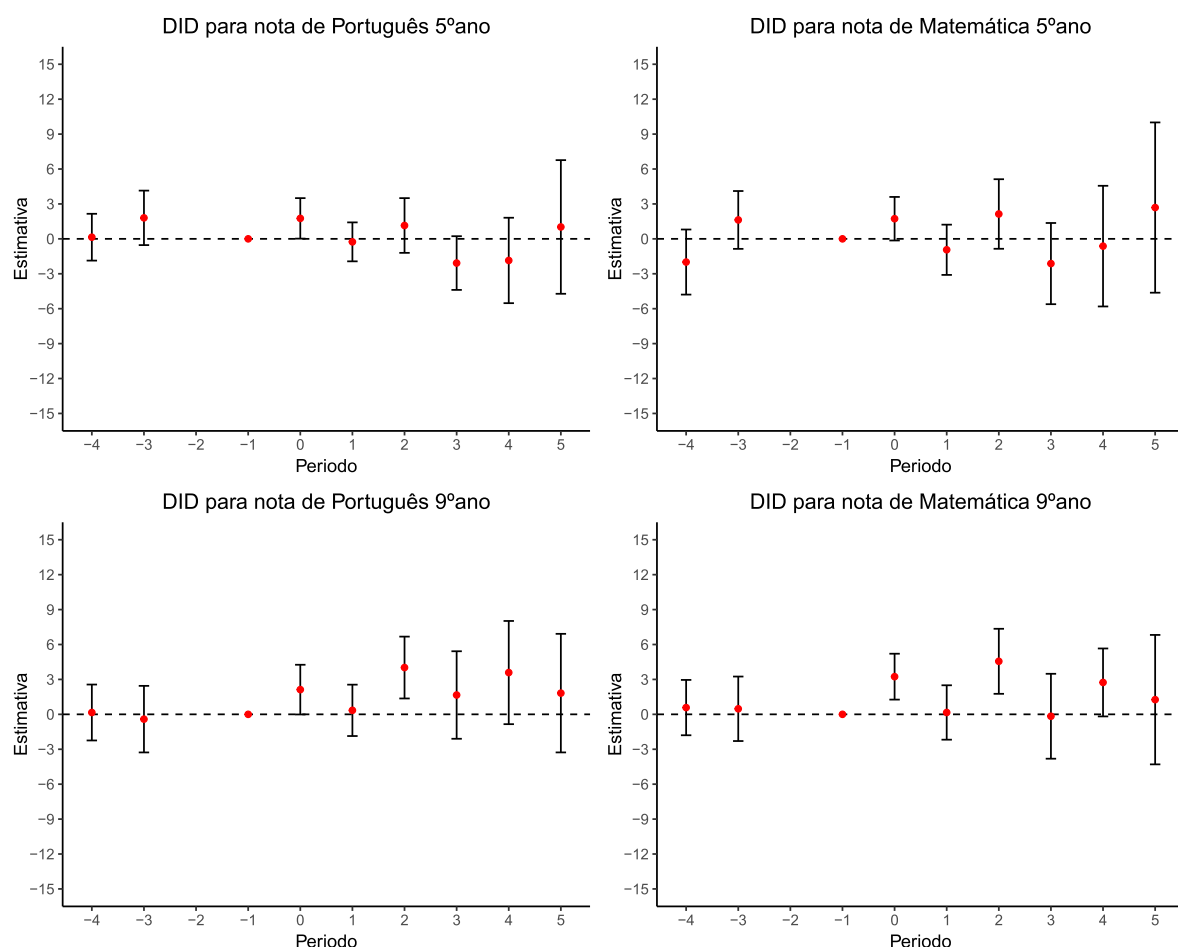
Tabela 9 – Resultados das Estimações para Amostra de Desastres Hidrológicos

Período	5º do Ensino Fundamental				9º do Ensino Fundamental			
	N	Switchers	Português	Matemática	N	Switchers	Português	Matemática
-4	2807	69	0,14 (0,890)	-1,99 (0,162)	2817	70	0,15 (0,897)	0,05 (0,632)
-3	2795	74	1,80 (0,131)	0,80 (0,200)	2802	71	-0,41 (0,777)	-0,16 (0,736)
0	4374	113	1,76** (0,047)	1,32 (0,137)	4385	110	2,12** (0,051)	3,24*** (0,000)
1	4379	86	-0,25 (0,338)	-0,23 (0,161)	4396	83	0,34 (0,340)	0,15 (0,200)
2	2808	75	1,40 (0,338)	2,03** (0,029)	2822	74	4,06*** (0,003)	4,55*** (0,000)
3	2803	52	-2,07* (0,321)	-1,22 (0,813)	2805	51	1,66 (0,318)	-0,16 (0,929)
4	1368	32	-1,85 (0,321)	1,03 (0,813)	1337	33	0,38 (0,174)	1,26 (0,200)
5	1351	16	1,02 (0,727)	1,12 (0,471)	1396	16	1,39 (0,483)	0,59 (0,656)

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do SAEB e Atlas Digital de Desastres no Brasil.

Notas: N = Total Observações; Significância Estatística: *** = 1%, ** = 5%, * = 10%. Os valores entre parênteses são os P-Valores. Estimação foi feita com *bootstrap* = 10.000.

Figura 12 – Resultados das Estimações do DID para Amostra de Desastres Hidrológico



Fonte: Elaboração própria com base dos dados do SAEB e Atlas Digital de Desastres no Brasil. Intervalos de confiança para Significância de 5%, Estimação foi feita com bootstrap = 10.000.

Os resultados da análise indicam variações significativas no desempenho dos alunos em função dos desastres hidrológicos. No 5º ano do ensino fundamental, houve um aumento expressivo nas notas de proficiência em português no período 0. Nos municípios tratados, a média da proficiência em português variou 1,76 ponto acima da variação observada no grupo de controle, o que equivale a 0,26 desvio padrão em relação à distribuição geral das notas, isso indica um efeito pequeno no aumento de nota média dos municípios tratados em comparação ao controle.

Por outro lado, para o 9º ano do ensino fundamental, os desastres hidrológicos apresentaram um efeito positivo significativo nos períodos 0 e 2, com aumento nas notas de Português nos municípios afetados em comparação aos não afetados. Esses períodos correspondem à subamostra 2, apresentada na seção de estratégia empírica, onde os desastres ocorreram um ano antes da aplicação da Prova Brasil. Além disso, para Matemática no 9º ano, também foi identificado um aumento significativo nos mesmos períodos com nível de significância de 1%, tendo uma variação de 3,24 e 4,55 pontos acima da variação observada no grupo de controle, nos períodos 0 e 2, respectivamente. Esses

pontos significam um aumento na distribuição de nota de 0,16 e 0,22 desvios padrões respectivamente, demonstrando um aumento relevante dos municípios tratados em média em compara o grupo de controle.

Isso pode se dar que pelo desastres acabe diminuindo as oportunidades de trabalhos (Rush, 2018; Shah; Steinberg, 2017) como no caso trabalho agrícola que o desastre pode acabar com toda uma colheita, e acaba fazendo os alunos de idade escolar ter desempenho melhor na escola, como é no caso dos alunos do 9ºano.

Outra possível explicação para a melhoria nas notas do 9º ano é a renovação da infraestrutura escolar após os desastres. Em alguns casos, a reconstrução ou reforma das escolas pode resultar em instalações mais modernas e adequadas para o processo de aprendizagem, proporcionando um ambiente mais propício ao estudo e, conseqüentemente, contribuindo para um melhor desempenho dos alunos.

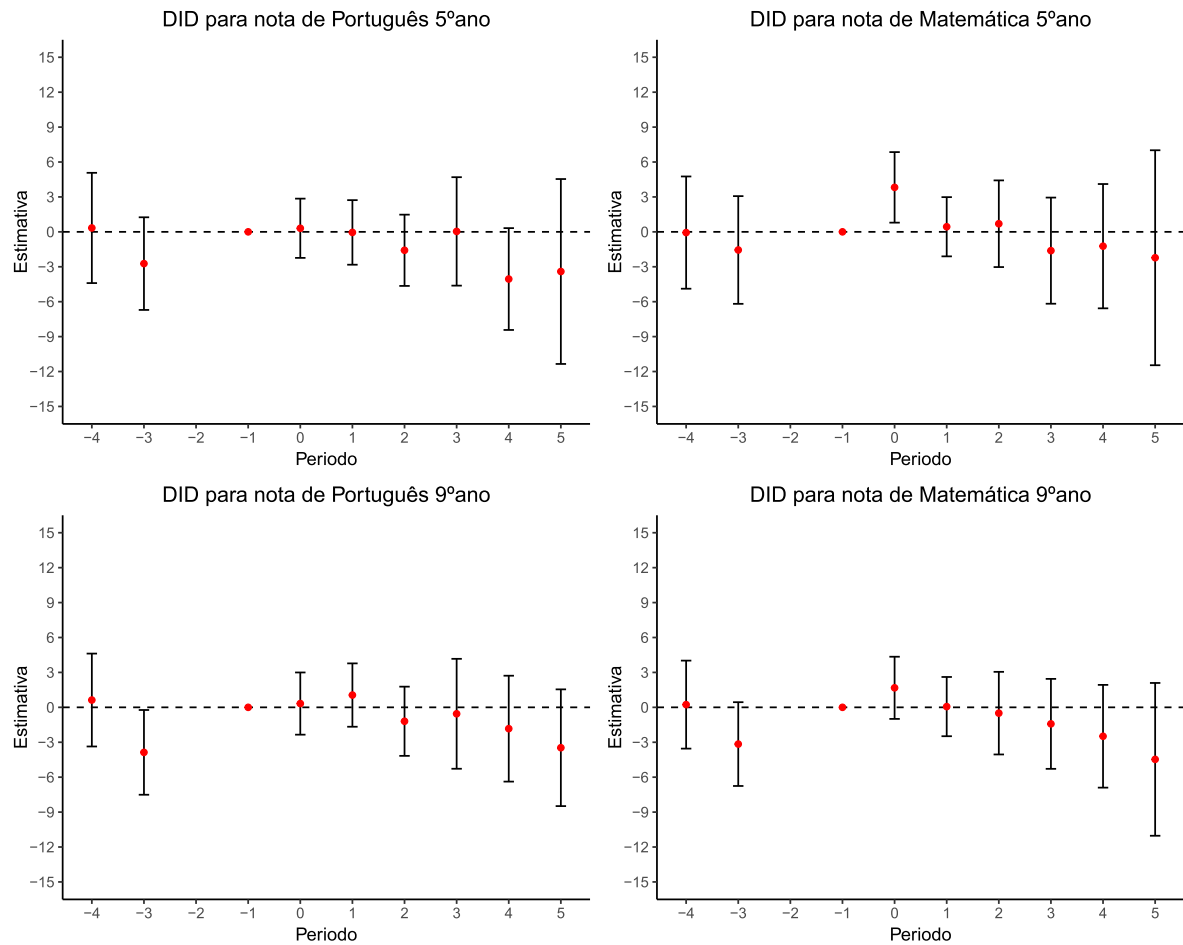
Tabela 10 – Resultados das Estimações para Amostra de Desastres Climatológico

Período	5º do Ensino Fundamental				9º do Ensino Fundamental			
	N	Switchers	Português	Matemática	N	Switchers	Português	Matemática
-4	2640	34	0,34 (0,890)	-0,06 (0,980)	2647	34	0,63 (0,758)	0,23 (0,903)
-3	2628	22	-2,73 (0,179)	-1,56 (0,509)	2634	21	-3,87** (0,037)	-3,15* (0,085)
0	4110	69	0,30 (0,812)	3,82** (0,013)	4120	71	0,32 (0,812)	1,68 (0,219)
1	4113	45	-0,05 (0,972)	0,44 (0,735)	4120	45	1,05 (0,448)	0,06 (0,961)
2	2737	56	-1,58 (0,311)	0,70 (0,714)	2730	55	-1,20 (0,431)	-0,50 (0,783)
3	2734	28	0,04 (0,987)	-1,62 (0,487)	2727	28	-0,55 (0,817)	-1,42 (0,472)
4	1409	47	-4,05* (0,070)	-1,23 (0,652)	1375	44	-1,83 (0,430)	-2,48 (0,270)
5	1402	10	-3,40 (0,401)	-2,22 (0,472)	1368	10	-3,47 (0,175)	-4,47 (0,182)

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do SAEB e Atlas Digital de Desastres no Brasil.

Notas: N = Total Observações; Significância Estatística: *** = 1%, ** = 5%, * = 10%. Os valores entre parênteses são os P-Valores. Estimação foi feita com *bootstrap* = 10.000.

Figura 13 – Resultados das Estimativas do DID para Amostra de Desastres Climatológico



Fonte: Elaboração própria com base dos dados do SAEB e Atlas Digital de Desastres no Brasil. Intervalos de confiança para Significância de 5%, Estimação foi feita com bootstrap = 10.000.

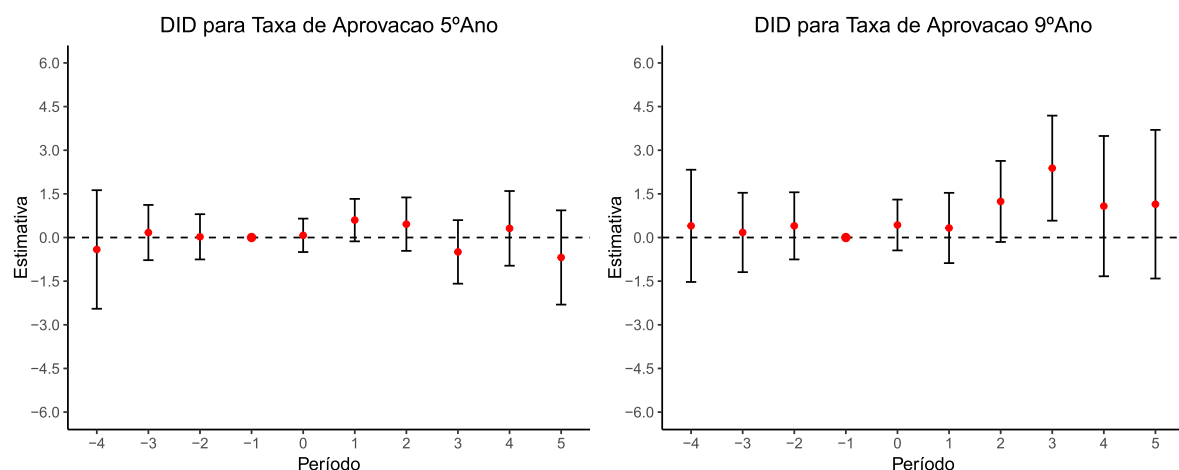
Na Tabela 10 e na Figura 13, apresentam-se as estimativas dos testes de proficiência em português e matemática para o 5º e 9º anos do ensino fundamental. Observa-se que apenas o teste de Matemática do 5º ano apresentou um efeito significativo de 0,15 desvio padrão em relação à distribuição geral das notas de matemática, demonstrando um efeito significativo, com um aumento imediato no período 0, indicando um efeito direto dos desastres climatológicos. Assim, os municípios afetados por desastres climatológicos registraram um aumento significativo na média das notas de Matemática para o 5º ano, em comparação com os municípios não tratados.

Esse resultado é consistente com as conclusões de Shah e Steinberg (2017), que indicam que crianças em idade escolar expostas a desastres climatológicos apresentam um desempenho superior em testes de Matemática. A explicação proposta sugere que, durante anos de desastres climatológicos, tanto as mães quanto as crianças tendem a se envolver menos em atividades laborais, resultando em um aumento da disponibilidade de tempo para se dedicar aos estudos.

Em contrapartida, não foi identificado um efeito significativo para os testes de

Português, nem para o desempenho em Matemática do 9º ano, sugerindo que o efeito positivo observado é específico para o 5º ano e relacionado à disciplina de Matemática. envolver menos em atividades laborais, resultando em um aumento da disponibilidade de tempo para se dedicar aos estudos.

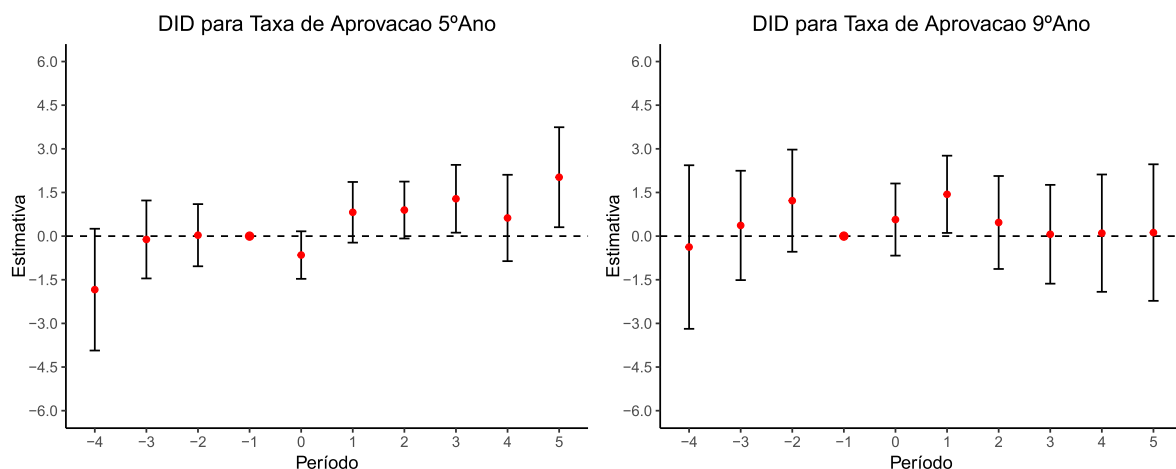
Figura 14 – Resultados das Estimções de taxa de aprovaço para Amostra de Desastres Hidrológicos



Fonte: Elaboração própria com base dos dados do SAEB e Atlas Digital de Desastres no Brasil. Intervalos de confiança para Significância de 5%, Estimção foi feita com bootstrap = 1.000.

Observa-se que a estimção para taxa de aprovaço segue a mesma tendêcia Figura 12, evidenciando um aumento significativo na taxa de aprovaço apenas para os alunos do 9ºAno do ensino fundamental. Especificamente, registra-se um aumento médio de 2,4 pontos percentuais na taxa de aprovaço no 3 período após a ocorrência do desastre hidrológico, que significa aumento de 0,32 desvio padrão. Esse resultado está em conformidade com a Figura 12, que demonstra um aumento nas notas dos testes de proficiêcia em matemática e português. No entanto, assim como anteriormente, não se observa um efeito estatisticamente significativo para o 5º ano do ensino fundamental

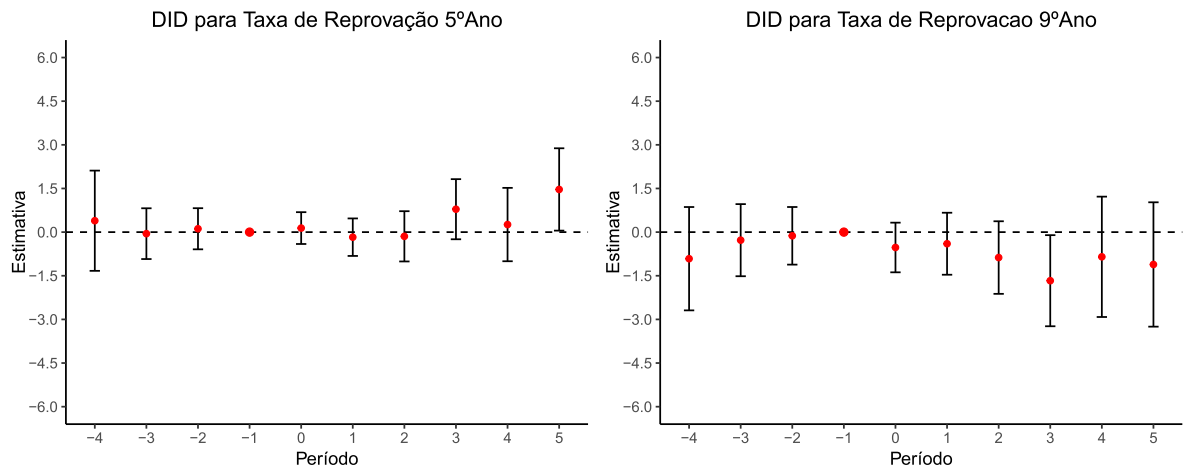
Figura 15 – Resultados das Estimações de taxa de aprovação para Amostra de Desastres Climatológicos



Fonte: Elaboração própria com base dos dados do SAEB e Atlas Digital de Desastres no Brasil. Intervalos de confiança para Significância de 5%, Estimação foi feita com bootstrap = 1.000.

Para a amostra climatológica, observa-se uma variação maior na taxa de aprovação tanto para o 5º e 9º ano do ensino fundamental nos municípios tratados comparativamente aos municípios de controle. Esse efeito se mostra estatisticamente significativo ao nível de 5% para os municípios tratados por evento climatológico nos períodos 3 e 5 após a ocorrência do desastres, com um acréscimo médio 1,3 e 2 ponto percentual, respectivamente, esse aumento significa em 0,18 e 0,28 desvio padrão respectivamente, em relação aos municípios do grupo de controle, o efeito é muito relevante para taxa de aprovação além disso, para os alunos do 9º ano, registra-se um variação maior no grupo de tratamento, de aproximadamente 1,4 ponto percentual no período 1, em conformidade com os resultados apresentados na Figura 13, uma possível explicação para esse efeito está na redução da participação em das crianças e de suas mães no trabalho, o que pode ter proporcionado maior tempo dedicado às atividade acadêmicas, além de uma maior participação dos pais no ambiente escolar de seus filhos.

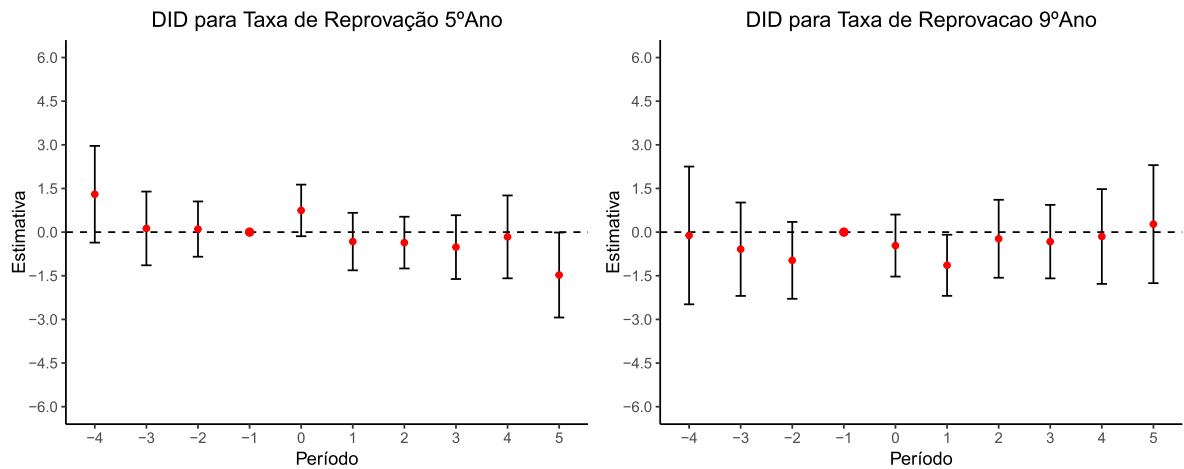
Figura 16 – Resultados das Estimções de taxa de reprovaço para Amostra de Desastres Hidrológicos



Fonte: Elaboração própria com base dos dados do SAEB e Atlas Digital de Desastres no Brasil. Intervalos de confiança para Significância de 5%, Estimção foi feita com bootstrap = 1.000.

Em conformidade com a tendência observada nas Figuras 12 e, sobretudo, na Figura 14, verifica-se uma redução significativa de em 0,26 desvio padrão em relação à distribuição geral na taxa de reprovaço dos alunos do 9º ano do ensino fundamental no período 4 esse aumento é significativo no aprendizado, coincidindo com o aumento da taxa de aprovaço. Esse achado reforça a robustez dos resultados para a amostra de desastres hidrológicos, indicando uma melhora no desempenho acadêmico dos estudantes dessa série após a ocorrência desses eventos. Uma possível explicação para esse fenômeno reside na melhoria da infraestrutura escolar nos municípios afetados, uma vez que, após os desastres, pode haver investimentos na modernização das escolas, tornando o ambiente de aprendizado mais adequado e tecnológico, o que favorece o rendimento dos alunos. Além disso, a mobilização da sociedade frente aos impactos dos desastres pode ter resultado em maior presença da comunidade escolar, proporcionando suporte adicional aos estudantes por meio de um envolvimento mais ativo dos pais e da comunidade no ambiente escolar.

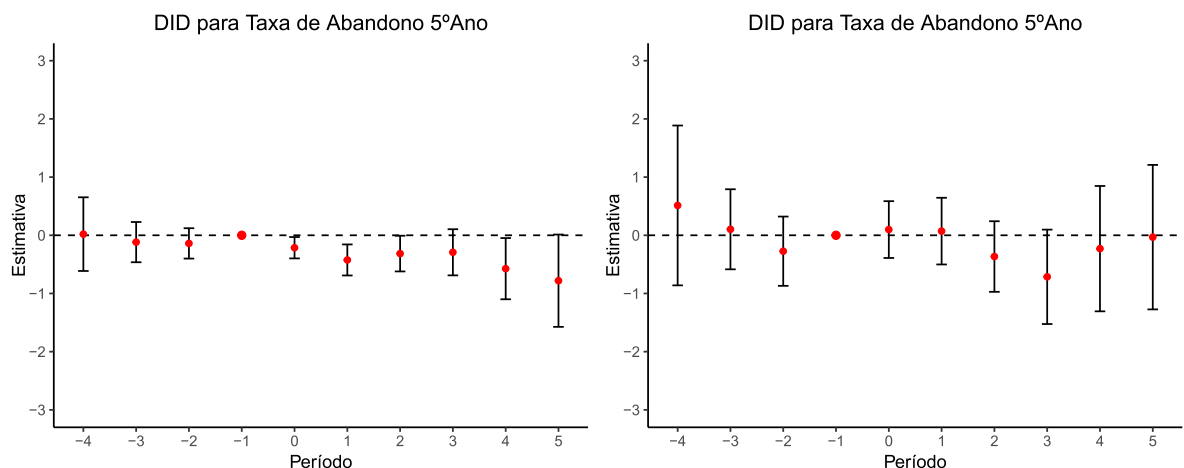
Figura 17 – Resultados das Estimações de taxa de reprovação para Amostra de Desastres Climatológicos



Fonte: Elaboração própria com base dos dados do SAEB e Atlas Digital de Desastres no Brasil. Intervalos de confiança para Significância de 5%, Estimação foi feita com bootstrap = 1.000.

No que se refere à taxa de reprovação, observa-se uma tendência distinta dos resultados apresentados anteriormente, com efeito estatisticamente significativo apenas no período 5. Nesse intervalo, a taxa de reprovação apresentou uma redução de 1,45 ponto percentual para os alunos do 5º ano do ensino fundamental, indicando uma melhora acadêmica dos municípios tratados em comparação ao grupo de controle para os desastres climatológicos. No entanto, esse efeito não foi restrito ao 5º ano, uma vez que para os alunos do 9º ano foram observados resultados estatisticamente significativos, igualmente do que ocorreu na taxa de aprovação (Figura 15), houve um efeito de redução de 1,14 ponto percentual na taxa de reprovação no período 1. Isso significa 0,19 desvio padrão na distribuição geral.

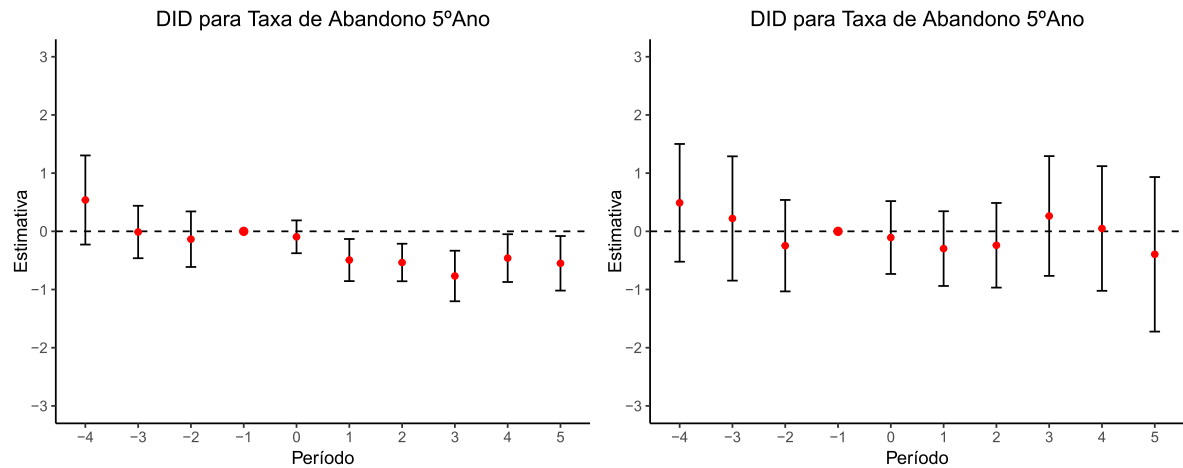
Figura 18 – Resultados das Estimações de taxa de Abandono para Amostra de Desastres Hidrológicos



Fonte: Elaboração própria com base dos dados do SAEB e Atlas Digital de Desastres no Brasil. Intervalos de confiança para Significância de 5%, Estimação foi feita com bootstrap = 1.000.

A estimação para demonstrou uma queda na taxa de abandono de aproximadamente 0,42 ponto percentual para o 5º ano do ensino fundamental, isso significa que o efeito do tratamento aumenta as notas em 0,26 desvios padrão em relação à distribuição geral da taxa de abandono, demonstrando uma melhora no desempenho acadêmico após sofrer o tratamento. Já para o 9º ano os resultados não se demonstraram estaticamente significativos

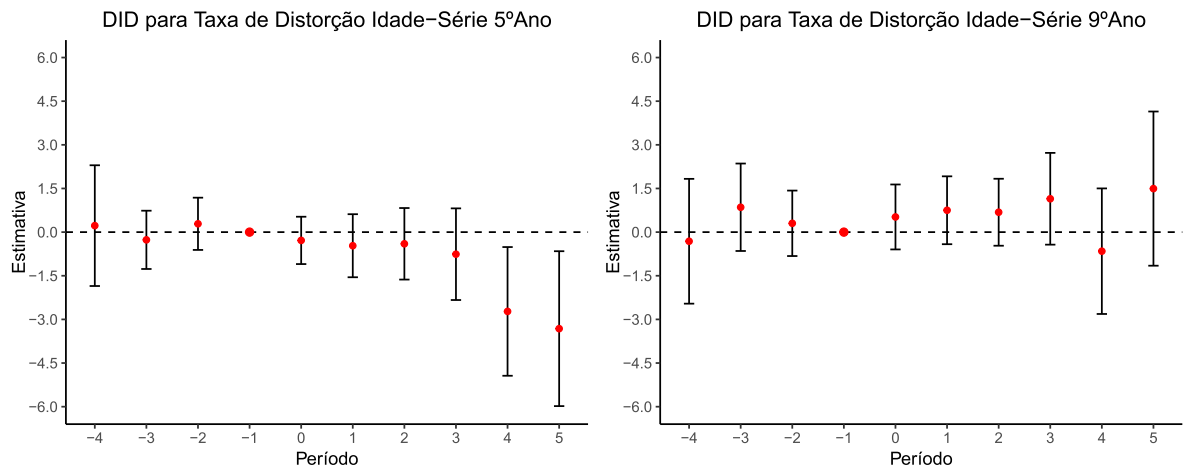
Figura 19 – Resultados das Estimações de taxa de Abandono para Amostra de Desastres Climatológicos



Fonte: Elaboração própria com base dos dados do SAEB e Atlas Digital de Desastres no Brasil. Intervalos de confiança para Significância de 5%, Estimação foi feita com bootstrap = 1.000.

Como efeitos anteriores nos indicadores educacionais para o 5º ano par amostra climatológica, observa-se um efeito de queda taxa de abandono escolar após sofrer o tratamento, sendo significativo para os períodos 1 a 5, demonstrando com mais robustez a melhora em média no desempenho acadêmico nos municípios após sofrer o tratamento em comparação aos municípios do grupo de controle. novamente não achando resultados significativos para 9º ano

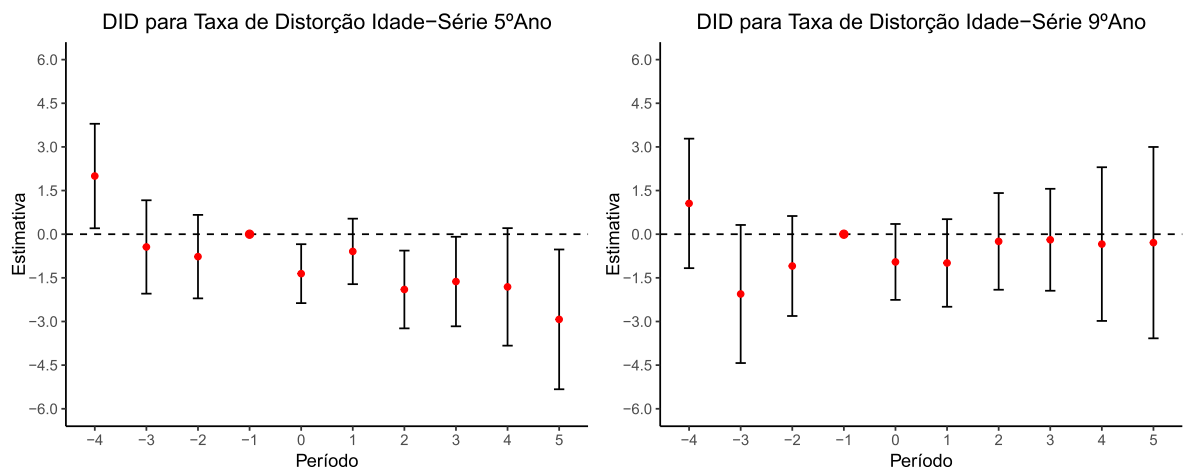
Figura 20 – Resultados das Estimações de taxa de Distorção Idade-Série para Amostra de Desastres Hidrológicos



Fonte: Elaboração própria com base dos dados do SAEB e Atlas Digital de Desastres no Brasil. Intervalos de confiança para Significância de 5%, Estimação foi feita com bootstrap = 1.000.

Observa-se que, para a amostra de desastres Hidrológicos, houve novamente uma melhora no desempenho acadêmico dos alunos do 5º ano do ensino fundamental, evidenciada pela redução da taxa de distorção idade-série. Esse resultado indica que os alunos dos municípios afetados pelos desastres tendem a estar em idade escolar adequada, refletindo um impacto negativo médio superior a 3 pontos percentuais na taxa de distorção idade-série nos períodos 5 e 6, em nível municipal, esse resultado significa uma redução em 0,22 desvios padrão em relação à distribuição geral.

Figura 21 – Resultados das Estimações de taxa de Distorção Idade-Série para Amostra de Desastres Climatológicos



Fonte: Elaboração própria com base dos dados do SAEB e Atlas Digital de Desastres no Brasil. Intervalos de confiança para Significância de 5%, Estimação foi feita com bootstrap = 1.000.

Para a amostra de desastres climatológicos, não foi identificado efeito estatisticamente significativo na taxa de distorção idade-série para ambas as séries do ensino

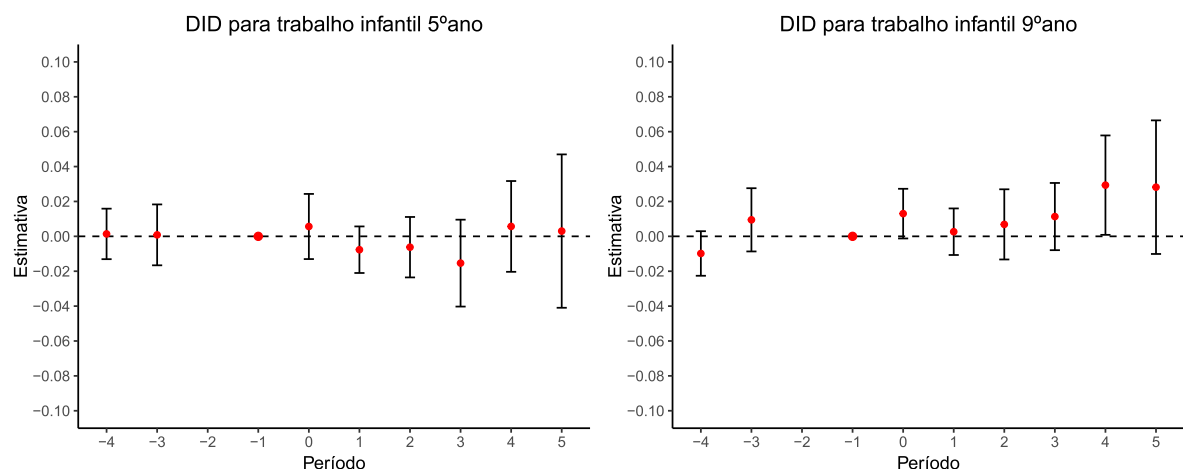
fundamental. No caso dos alunos do 5º ano, a ausência de impacto pode ser explicada pela inexistência de uma tendência paralela prévia ao tratamento, o que compromete a validade da identificação do efeito. Por outro lado, para os alunos do 9º ano, embora a tendência paralela prévia tenha sido observada, os resultados não se mostraram estatisticamente significativos, indicando a ausência de impacto relevante dessa variável no contexto analisado.

4.2 Mecanismo

Conforme evidenciado pela literatura, particularmente pelos estudos de Rush (2018) e Shah e Steinberg (2017), os desastres climatológicos podem impactar positivamente as notas de Matemática de crianças em idade escolar ao reduzir as oportunidades de trabalho infantil. No contexto dos resultados principais deste artigo, observou-se um aumento significativo nas notas de Matemática para o 5º ano do ensino fundamental em municípios que sofreram desastres climatológicos. Para investigar o mecanismo subjacente a esse efeito, propomos analisar a porcentagem de crianças que trabalham fora da escola por município como um desfecho alternativo. A hipótese é que a diminuição das oportunidades de trabalho infantil, resultante dos desastres climatológicos, pode ter contribuído para o aumento nas notas de Matemática.

Para testar essa hipótese, estimaremos os resultados para as amostras de desastres climatológicos e hidrológicos, comparando a porcentagem de crianças que trabalham fora da escola nos municípios tratados com aqueles do grupo de controle. Utilizaremos o método de Diferenças em Diferenças (DiD), conforme descrito na seção de metodologia, adaptando-o para o desfecho alternativo mencionado.

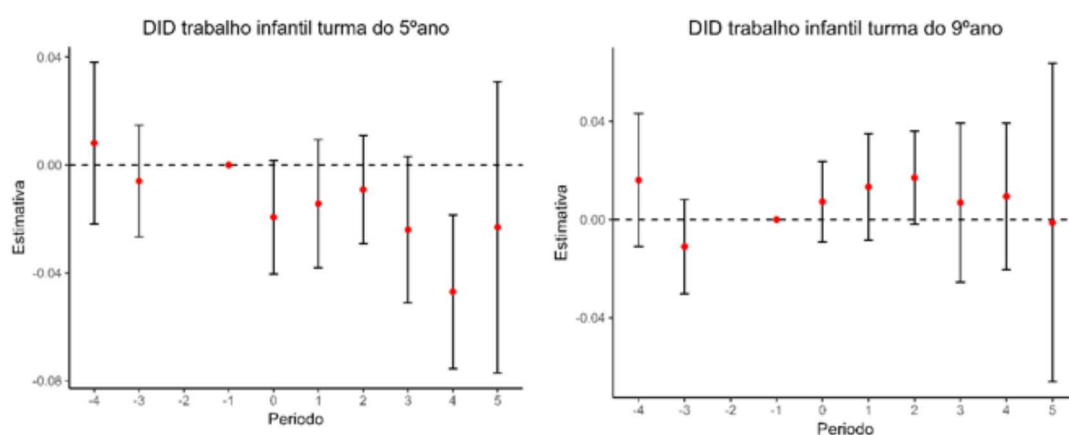
Figura 22 – Estimação do Mecanismo de Trabalho Infantil com tratamento sendo Desastres Hidrológicos



Fonte: Elaboração própria com base dos dados do SAEB e Atlas Digital de Desastres no Brasil. Intervalos de confiança para Significância de 5%, Estimação foi feita com bootstrap = 10.000.

Observa-se que, ao considerar os desastres hidrológicos como tratamento, o trabalho infantil não apresentou efeito significativo a 5% nem para o quinto nem para o nono ano do ensino fundamental. Contudo, ao nível de significância de 10%, verificou-se que, nos municípios que sofreram o tratamento, houve um aumento imediato de 1,90 ponto percentual na taxa de trabalho infantil entre os alunos do 9º ano, em comparação aos municípios que não foram afetados. Para a turma do 5º ano, não foram observados resultados significativos.

Figura 23 – Estimação do Mecanismo de Trabalho Infantil com tratamento sendo Desastres Climatológicos



Fonte: Elaboração própria com base dos dados do SAEB e Atlas Digital de Desastres no Brasil. Intervalos de confiança para Significância de 5%, Estimação foi feita com bootstrap = 10.000.

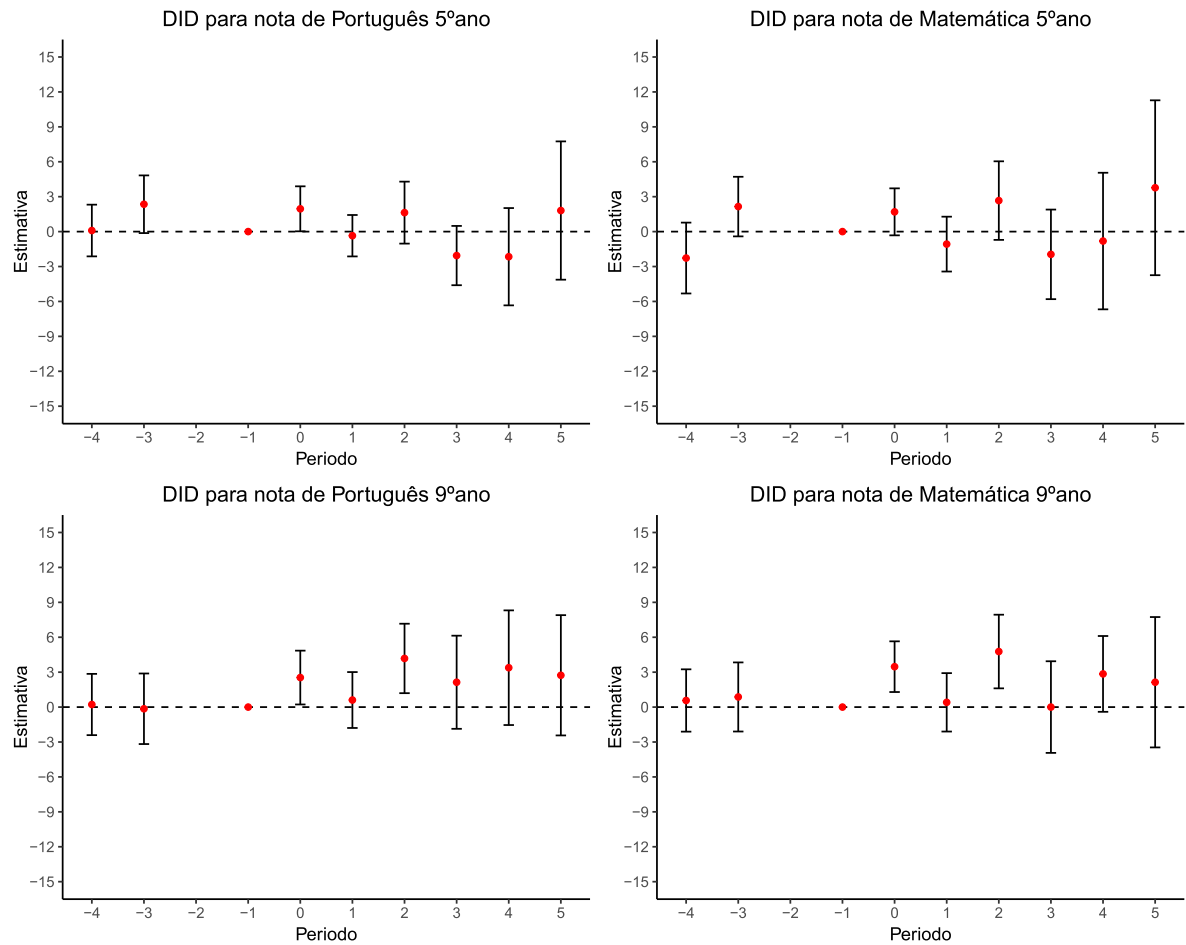
Na Figura 23, observa-se que os municípios afetados por desastres climatológicos apresentam uma redução significativa no trabalho infantil entre os alunos do 5º ano, com um nível de significância de 10%. Essa diminuição média é de aproximadamente 2,5 pontos percentuais quando comparados aos municípios que não sofreram tais desastres, isso significa uma redução no trabalho infantil de 0,26 desvio padrão. Notavelmente, essa queda ocorre simultaneamente ao aumento das notas nos testes de proficiência em Matemática, conforme demonstrado na subseção anterior (Figura 13). A literatura sugere que essa melhoria no desempenho se deve à redução das oportunidades de trabalho para as crianças. Além disso, quatro períodos após o tratamento, essa queda no trabalho infantil se intensifica, alcançando um nível de significância de 5%, com uma redução total de 4,7 pontos percentuais para a turma do 5º ano, indicando um aumento contínuo ao longo do tempo durante o período analisado.

4.3 Teste de Heterogeneidade

Para investigar a heterogeneidade dos resultados, foi realizada a exclusão de municípios com população superior a 100.000 habitantes. Esta remoção resultou na

exclusão de 55 municípios da base de dados utilizada para a estimação referente aos desastres hidrológicos, culminando em uma amostra restrita de 1.548 municípios. Da mesma forma, para a análise de desastres climatológicos, foram omitidos 39 municípios, resultando em uma amostra restrita de 1.468 municípios. Essa estratégia metodológica permitirá avaliar se os efeitos estimados são distintos conforme o tamanho do município.

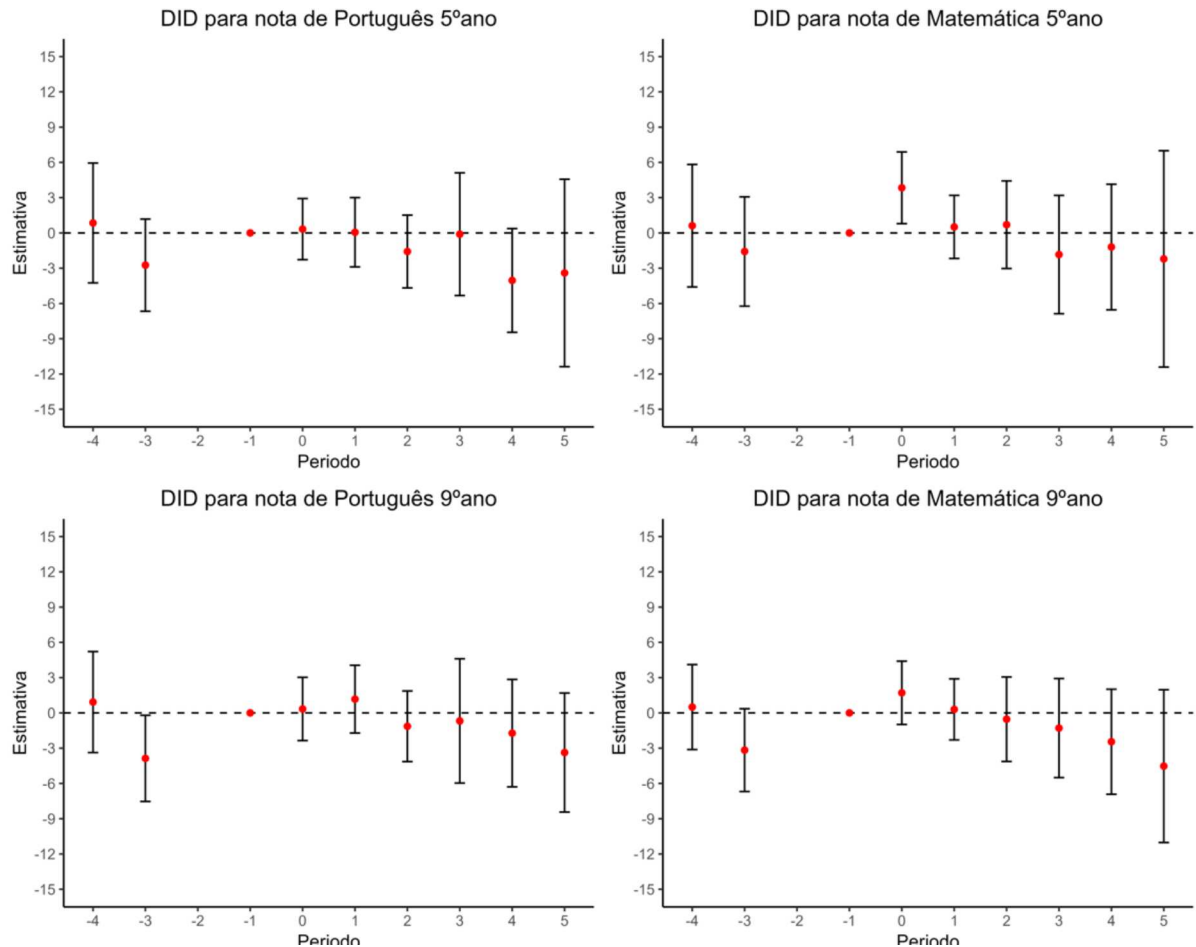
Figura 24 – Resultados das Estimações do DID para Amostra de Desastres Hidrológico Restrito a 100.000 Habitantes.



Fonte: Elaboração própria com base dos dados do SAEB e Atlas Digital de Desastres no Brasil. Intervalos de confiança para Significância de 5%, Estimação foi feita com bootstrap = 10.000.

Assim como na estimação principal apresentada na Figura 12, para o 9º ano, tanto nas avaliações de Matemática quanto de Português, os resultados seguiram o mesmo padrão identificado na análise principal, com uma melhora no desempenho nos períodos 0 e 2 após o tratamento.

Figura 25 – Resultados das Estimções do DID para Amostra de Desastres Climatológico Restrito a 100.000 Habitantes.



Fonte: Elaboração própria com base dos dados do SAEB e Atlas Digital de Desastres no Brasil. Intervalos de confiança para Significância de 5%, Estimção foi feita com bootstrap = 10.000.

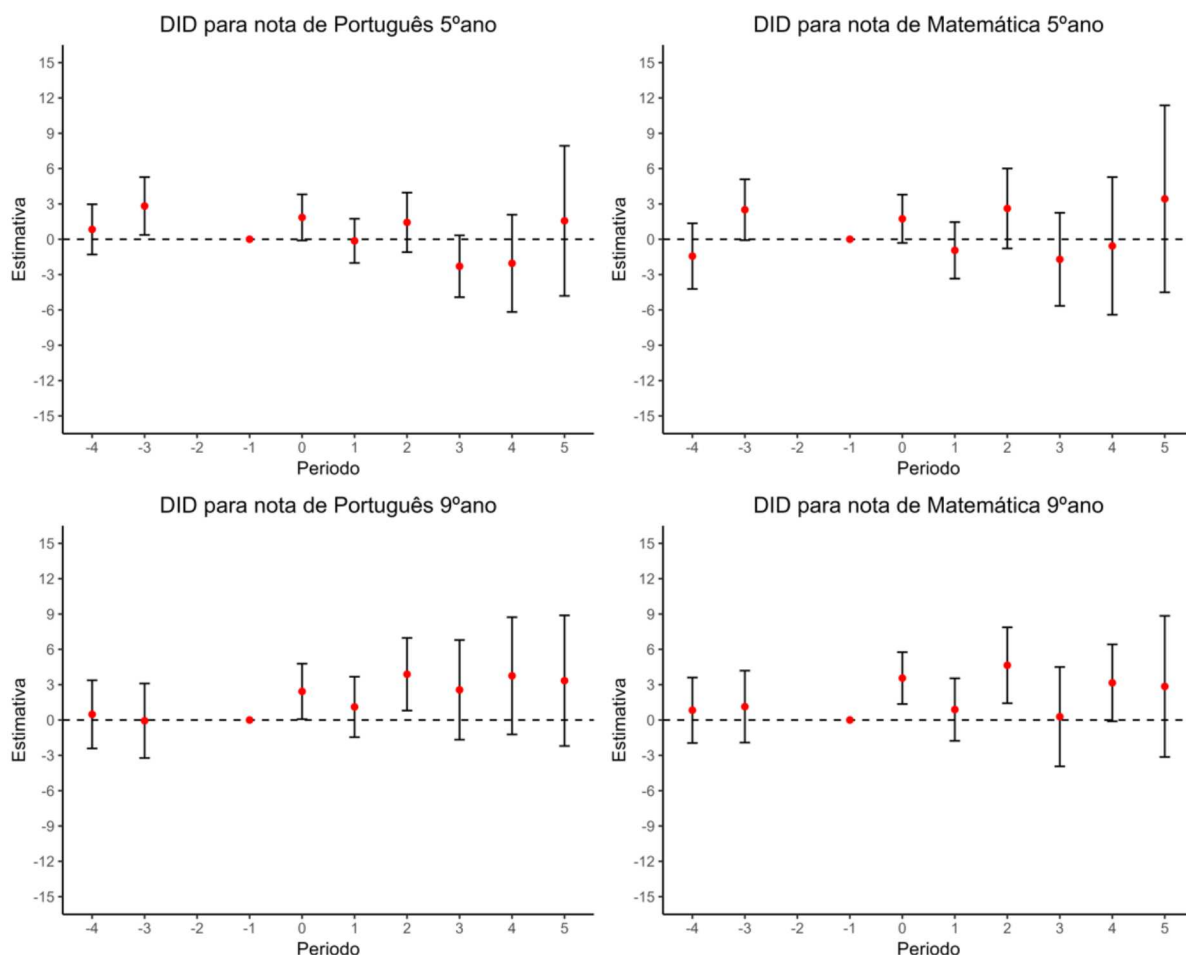
Conforme observado na Figura 13 com a amostra geral, a análise da amostra restrita revelou que, para os anos iniciais (5º ano), houve um aumento significativo na nota de Matemática no momento do tratamento, replicando os resultados anteriores. No entanto, para o 9º ano do ensino fundamental, não foram identificados efeitos significativos, mantendo-se alinhado aos achados prévios. Em relação ao teste de proficiência de Português no 5º ano, os resultados da amostra restrita também não apresentaram significância, assim como na amostra geral, evidenciando certa heterogeneidade nos efeitos.

Dando continuidade à análise de heterogeneidade, avaliou-se uma nova amostra restrita, considerando agora apenas municípios com até 50.000 habitantes. O objetivo é verificar se os resultados são consistentes ou se municípios maiores influenciam as estimativas da análise principal, potencialmente superestimando ou subestimando os efeitos observados.

Na amostra restrita para desastres hidrológicos, 130 municípios foram excluídos em comparação com a amostra geral, resultando em uma base com 1.480 municípios. Para

a amostra de desastres climatológicos, 107 municípios foram omitidos, totalizando 1.408 municípios analisados. As Figuras 26 e 27, apresentadas a seguir, mostram os resultados da estimação dos testes de proficiência da Prova Brasil com essa nova amostra restrita.

Figura 26 – Resultados das Estimações do DID para Amostra de Desastres Hidrológico Restrito a 50.000 Habitantes.

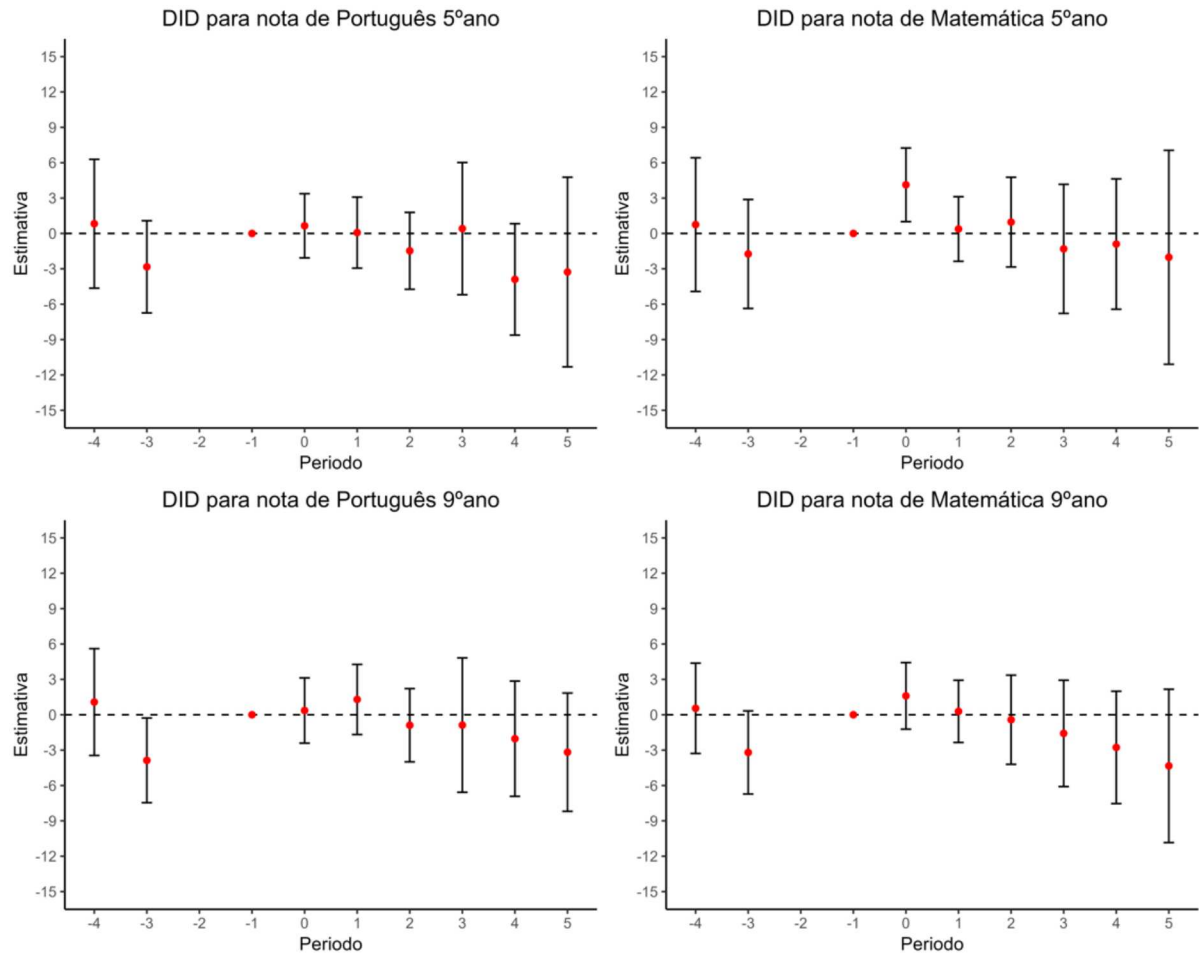


Fonte: Elaboração própria com base dos dados do SAEB e Atlas Digital de Desastres no Brasil. Intervalos de confiança para Significância de 5%, Estimação foi feita com bootstrap = 10.000.

A estimação da base de dados referente a desastres hidrológicos, considerando apenas municípios com até 50.000 habitantes, indica a ausência de tendências paralelas antes da implementação do tratamento para o 5º ano do ensino fundamental.

No entanto, para os testes de proficiência do 9º ano, verifica-se que os municípios afetados pelo tratamento apresentam aumentos significativos nas notas de Português e Matemática nos períodos 0 e 2. É importante ressaltar que, nesta amostra restrita, ao contrário da amostra geral, o nível de significância da nota de Português no período 2 diminui de 5% para 10%. Essa alteração pode ser atribuída à redução no número de observações, resultando em intervalos de confiança mais amplos na amostra.

Figura 27 – Resultados das Estimativas do DID para Amostra de Desastres Climatológico Restrito a 50.000 Habitantes.



Fonte: Elaboração própria com base dos dados do SAEB e Atlas Digital de Desastres no Brasil. Intervalos de confiança para Significância de 5%, Estimação foi feita com bootstrap = 10.000.

Na Figura 27, as estimativas para a amostra restrita de municípios com até 50.000 habitantes refletem a mesma tendência observada nas estimativas da amostra geral e na amostra restrita para municípios com até 100.000 habitantes. Nota-se que os resultados permanecem consistentes com as análises anteriores referentes ao tratamento de desastres climatológicos, evidenciando a heterogeneidade dos resultados. Em particular, observa-se um aumento significativo nas notas de Matemática para o 5º ano do ensino fundamental, corroborando as conclusões previamente estabelecidas.

5 Conclusão

Este trabalho investiga o efeito contemporâneo de eventos extremos hidrológicos e climatológicos sobre o desempenho acadêmico no ensino fundamental brasileiro. A pesquisa contribui para a literatura ao explorar os impactos dos desastres naturais na educação no país, utilizando uma metodologia recente e inovadora.

Os resultados indicam um efeito positivo dos desastres climatológicos sobre o desempenho em matemática no 5º ano do ensino fundamental, particularmente na subamostra 2, que corresponde aos municípios expostos aos desastres no período anterior à aplicação da Prova Brasil. Nessa condição, os municípios tratados apresentaram um aumento médio de 3,82 pontos na nota de matemática em comparação aos municípios de controle. Este efeito significativo equivale a um incremento de 0,15 desvio-padrão em relação à distribuição geral das notas, mas é restrito à edição da prova que coincide temporalmente com o desastre. Além disso, observou-se uma melhora nos indicadores educacionais relacionados, como taxas de aprovação, e diminuição da reprovação, reforçando a robustez dos resultados obtidos nos testes de proficiência.

A explicação para esse efeito positivo pode estar associada à redução do trabalho infantil nos municípios afetados por desastres climatológicos. Dados da pesquisa indicam que, após o desastre, houve uma queda de 2,5 pontos percentuais na incidência de trabalho infantil, equivalente a uma redução de 0,26 desvio-padrão. Esse efeito é estatisticamente significativo ao nível de 10% e ocorre no mesmo período em que se observou o aumento das notas de matemática para o 5º ano, embora não tenha sido significativo para o 9º ano. Enquanto o impacto positivo na aprendizagem é imediato, a redução do trabalho infantil apresenta efeitos cumulativos ao longo do tempo. Assim, conclui-se que um possível mecanismo para o aumento nas notas está relacionado à diminuição do trabalho infantil em municípios atingidos por desastres climatológicos.

No caso dos desastres hidrológicos, os resultados revelam efeitos positivos no desempenho acadêmico municipal em testes de proficiência de matemática e português, particularmente na subamostra 2, que corresponde aos municípios tratados no período anterior à aplicação da Prova Brasil. De acordo com a literatura, esse efeito pode ser explicado pela renovação da infraestrutura escolar. Os desastres hidrológicos, ao danificarem as estruturas escolares, frequentemente levam a investimentos em reparos e melhorias. Como os desastres ocorreram antes da aplicação da prova, as reformas já estavam concluídas no momento do exame, o que pode ter contribuído para o melhor desempenho observado.

Esses resultados destacam a importância de políticas públicas voltadas à fiscalização do trabalho infantil e ao fortalecimento do acesso à educação. Medidas como auxílio financeiro às famílias vulneráveis e programas de alimentação escolar podem reduzir a

necessidade de trabalho infantil, promovendo um ambiente mais favorável à aprendizagem. Ademais, é imperativo que investimentos em infraestrutura educacional sejam realizados de forma proativa e contínua, sem depender de desastres naturais para impulsionar reformas e melhorias. Defende-se que o planejamento e a modernização das escolas sejam pautados por dados provenientes do censo escolar, assegurando condições adequadas para o desenvolvimento do capital humano.

Por fim, esta pesquisa fortalece a literatura existente ao trazer uma nova perspectiva sobre os efeitos contemporâneos dos desastres naturais na educação brasileira, um campo ainda pouco explorado no país. No entanto, a pesquisa apresenta algumas limitações. Não foi possível acompanhar os mesmos indivíduos ao longo do tempo, o que levou à necessidade de realizar uma análise em nível municipal. Essa abordagem impôs restrições à capacidade de testar diretamente os investimentos realizados pelos municípios após a ocorrência dos desastres, bem como os índices de infraestrutura escolar, que poderiam fornecer evidências mais robustas sobre os mecanismos subjacentes aos resultados observados.

Referências

- ALDERMAN, H.; HODDINOTT, J.; KINSEY, B. Long term consequences of early childhood malnutrition. *Oxford economic papers*, v. 58, n. 3, p. 450–474, 2006. Publisher: Oxford University Press. Disponível em: <<https://academic.oup.com/oep/article-abstract/58/3/450/2279092>>.
- ALMOND, D.; EDLUND, L.; PALME, M. Chernobyl's subclinical legacy: prenatal exposure to radioactive fallout and school outcomes in Sweden. *The Quarterly journal of economics*, v. 124, n. 4, p. 1729–1772, 2009. Publisher: MIT Press. Disponível em: <<https://academic.oup.com/qje/article-abstract/124/4/1729/1917216>>.
- ANDRABI, T.; DANIELS, B.; DAS, J. Human capital accumulation and disasters: Evidence from the Pakistan earthquake of 2005. *Journal of Human Resources*, v. 58, n. 4, p. 1057–1096, 2023. Publisher: University of Wisconsin Press. Disponível em: <<https://jhr.uwpress.org/content/58/4/1057.abstract>>.
- Atlas Digital. *Atlas Digital de Desastres no Brasil*. Brasília: Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR), 2024. Acesso em: 21 out. 2024. Disponível em: <<http://atlasdigital.mdr.gov.br/paginas/graficos.xhtml>>.
- BAEZ, J.; FUENTE, A. de la; SANTOS, I. V. SSRN Scholarly Paper, *Do Natural Disasters Affect Human Capital? An Assessment Based on Existing Empirical Evidence*. Rochester, NY: , 2010. Disponível em: <<https://papers.ssrn.com/abstract=1672172>>.
- BAEZ, J. E.; SANTOS, I. V. Children's vulnerability to weather shocks: A natural disaster as a natural experiment. *Social science research network, New York*, p. 1–28, 2007.
- BHARADWAJ, P.; GIBSON, M.; ZIVIN, J. G.; NEILSON, C. Gray Matters: Fetal Pollution Exposure and Human Capital Formation. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, v. 4, n. 2, p. 505–542, jun. 2017. ISSN 2333-5955, 2333-5963. Disponível em: <<https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/691591>>.
- BJÖRKMAN-NYQVIST, M. Income shocks and gender gaps in education: Evidence from Uganda. *Journal of Development Economics*, v. 105, p. 237–253, nov. 2013. ISSN 0304-3878. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304387813001120>>.
- BUSTELO, M.; ARENDS-KUENNING, M.; LUCCHETTI, L. Persistent impact of natural disasters on child nutrition and schooling: Evidence from the 1999 Colombian earthquake. 2012. Publisher: IZA discussion paper. Disponível em: <https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2010949>.
- CALLAWAY, B.; SANT'ANNA, P. H. C. Difference-in-Differences with multiple time periods. *Journal of Econometrics*, v. 225, n. 2, p. 200–230, dez. 2021. ISSN 0304-4076. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304407620303948>>.
- CARNEIRO, J.; COLE, M. A.; STROBL, E. The Effects of Air Pollution on Students' Cognitive Performance: Evidence from Brazilian University Entrance Tests. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, v. 8, n. 6, p. 1051–1077,

nov. 2021. ISSN 2333-5955. Publisher: The University of Chicago Press. Disponível em: <<https://www.journals.uchicago.edu/doi/full/10.1086/714671>>.

CARUSO, G.; MILLER, S. Long run effects and intergenerational transmission of natural disasters: A case study on the 1970 Ancash Earthquake. *Journal of development economics*, v. 117, p. 134–150, 2015. Publisher: Elsevier. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304387815000917>>.

CHAISEMARTIN, C. de; D'HAULTFOEUILLE, X. Difference-in-Differences Estimators of Intertemporal Treatment Effects. *The Review of Economics and Statistics*, p. 1–45, fev. 2024. ISSN 0034-6535. Disponível em: <https://doi.org/10.1162/rest_a_01414>.

FERREIRA, d. L. F. L.; BARBOSA, R. B.; BENEVIDES, A.; MAYORGA, F. D. d. O. Impact of extreme rainfall shocks on the educational performance of vulnerable urban students: evidence from Brazil. *Economia*, ahead-of-print, n. ahead-of-print, jan. 2024. ISSN 2358-2820. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/ECON-11-2023-0200>>.

FERREIRA, F. H. G.; SCHADY, N. Aggregate Economic Shocks, Child Schooling, and Child Health. *The World Bank Research Observer*, v. 24, n. 2, p. 147–181, ago. 2009. ISSN 0257-3032. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/wbro/lkp006>>.

GOMEZ, C. J.; YOSHIKAWA, H. Earthquake effects: Estimating the relationship between exposure to the 2010 Chilean earthquake and preschool children's early cognitive and executive function skills. *Early Childhood Research Quarterly*, v. 38, p. 127–136, 2017. Publisher: Elsevier. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0885200616300643>>.

HODDINOTT, J.; KINSEY, B. Child Growth in the Time of Drought. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, v. 63, n. 4, p. 409–436, set. 2001. ISSN 0305-9049, 1468-0084. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1468-0084.t01-1-00227>>.

IPCC. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2022. Acesso em: 24 ago. 2024. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>>.

LÓPEZ, R. Natural disasters and the dynamics of intangible assets. *World Bank Policy Research Working Paper*, n. 4874, 2009. Disponível em: <https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1368080>.

NGUYEN, C. V.; PHAM, N. M. The impact of natural disasters on children's education: Comparative evidence from Ethiopia, India, Peru, and Vietnam. *Review of Development Economics*, v. 22, n. 4, p. 1561–1589, nov. 2018. ISSN 1363-6669, 1467-9361. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/rode.12406>>.

NILSSON, J. P. The long-term effects of early childhood lead exposure: Evidence from the phase-out of leaded gasoline. *Institute for Labour Market Policy Evaluation (IFAU) Work. Pap.*, 2009. Disponível em: <<https://www.bristol.ac.uk/media-library/sites/compo/migrated/documents/nilsson.pdf>>.

OMM. *Climate and weather related disasters surge five-fold over 50 years, but early warnings save lives - WMO report*. 2018. United Nations News. Acesso em: 20 ago. 2024. Disponível em: <<https://news.un.org/en/story/2021/09/1098662>>.

PAUDEL, J.; RYU, H. Natural disasters and human capital: The case of Nepal's earthquake. *World Development*, v. 111, p. 1–12, 2018. Publisher: Elsevier. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305750X18302110>>.

PÖRTNER, C. C. Gone with the wind? Hurricane risk, fertility and education. *Hurricane Risk, Fertility and Education (February 2008)*, 2008. Disponível em: <https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=936034>.

REYES, J. W. Childhood lead and academic performance in Massachusetts. *Childhood*, v. 11, n. 3, 2011. Disponível em: <<https://www.bostonfed.org/-/media/Documents/Workingpapers/PDF/economic/neppc/wp/2011/neppcwp113.pdf>>.

RUSH, J. V. The Impact of Natural Disasters on Education in Indonesia. *Economics of Disasters and Climate Change*, v. 2, n. 2, p. 137–158, jul. 2018. ISSN 2511-1299. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s41885-017-0022-1>>.

SANDERS, N. J. What doesn't kill you makes you weaker: Prenatal pollution exposure and educational outcomes. *Journal of Human Resources*, v. 47, n. 3, p. 826–850, 2012. Publisher: University of Wisconsin Press. Disponível em: <<https://jhr.uwpress.org/content/47/3/826.short>>.

SHAH, M.; STEINBERG, B. M. Drought of Opportunities: Contemporaneous and Long-Term Impacts of Rainfall Shocks on Human Capital. *Journal of Political Economy*, v. 125, n. 2, p. 527–561, abr. 2017. ISSN 0022-3808, 1537-534X. Disponível em: <<https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/690828>>.

SHIDIQI, K.-A.; PAOLO, A. D.; CHOI, Earthquake exposure and schooling: Impacts and mechanisms. *Economics of Education Review*, v. 94, p. 102397, jun. 2023. ISSN 0272-7757. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272775723000444>>.

SIGURDSEN, P.; BERGER, S.; HEYMANN, J. The Effects of Economic Crises on Families Caring for Children: Understanding and Reducing Long-term Consequences. *Development Policy Review*, v. 29, n. 5, p. 547–564, set. 2011. ISSN 0950-6764, 1467-7679. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-7679.2011.00546.x>>.

SKIDMORE, M.; TOYA, H. DO NATURAL DISASTERS PROMOTE LONG-RUN GROWTH? *Economic Inquiry*, v. 40, n. 4, p. 664–687, out. 2002. ISSN 0095-2583, 1465-7295. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1093/ei/40.4.664>>.

STEIN, A. D. et al. Prospective study of protein-energy supplementation early in life and of growth in the subsequent generation in Guatemala. *The American journal of clinical nutrition*, v. 78, n. 1, p. 162–167, 2003. Publisher: Elsevier. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0002916522032725>>.

SUN, L.; ABRAHAM, S. Estimating dynamic treatment effects in event studies with heterogeneous treatment effects. *Journal of Econometrics*, v. 225, n. 2, p. 175–199, dez. 2021. ISSN 0304-4076. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030440762030378X>>.

TIAN, X.; GONG, J.; ZHAI, Z. Natural disasters and human capital accumulation: Evidence from the 1976 Tangshan earthquake. *Economics of Education Review*, v. 90, p.

102304, 2022. Publisher: Elsevier. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272775722000772>>.

WANG, J.; YANG, J.; LI, B. Pain of disasters: The educational cost of exogenous shocks evidence from Tangshan Earthquake in 1976. *China Economic Review*, v. 46, p. 27–49, 2017. Publisher: Elsevier. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1043951X17301049>>.

YAMAUCHI, F.; YOHANNES, Y.; QUISUMBING, A. R. SSRN Scholarly Paper, *Risks, Ex-Ante Actions and Public Assistance: Impacts of Natural Disasters on Child Schooling in Bangladesh, Ethiopia and Malawi*. Rochester, NY: , 2009. Disponível em: <<https://papers.ssrn.com/abstract=1401215>>.

YEMELYANAU, M.; AMIALCHUK, A.; ALI, M. M. Evidence from the Chernobyl Nuclear Accident: The Effect on Health, Education, and Labor Market Outcomes in Belarus. *Journal of Labor Research*, v. 33, n. 1, p. 1–20, mar. 2012. ISSN 1936-4768. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s12122-011-9122-9>>.

ZWEIG, J. S.; HAM, J. C.; AVOL, E. L. Air pollution and academic performance: Evidence from California schools. *National Institute of Environmental Health Sciences*, v. 1, p. 35, 2009. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/71976249/test_20scores_20submit.pdf>.