

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

Luângela Freitas Dantas

**Avaliação do impacto de secas e estiagens no mercado de trabalho formal
brasileiro: Evidências para os jovens no período de 2013–2023**

Juiz de Fora

2026

Luângela Freitas Dantas

**Avaliação do impacto de secas e estiagens no mercado de trabalho formal
brasileiro: Evidências para os jovens no período de 2013–2023**

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.
Área de concentração: Economia Aplicada

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Freguglia

Coorientadora: Prof.^a Dra. Flávia Chein

Juiz de Fora

2026

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

Dantas, Luângela Freitas.

Avaliação do impacto de secas e estiagens no mercado de trabalho formal brasileiro : Evidências para os jovens no período de 2013–2023 / Luângela Freitas Dantas. – 2026.

?? f. : il.

Orientador: Dr. Ricardo Freguglia

Coorientadora: Dra. Flávia Chein

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Economia. Programa de Pós-Graduação em Economia, 2026.

1. Desastres climáticos. 2. Mercado de trabalho formal. 3. Efeitos fixos bidirecionais. I. Freguglia, Ricardo. II. Chein, Flávia. III. Avaliação do impacto de secas e estiagens no mercado de trabalho formal brasileiro: evidências para os jovens no período de 2013–2023.

Luângela Freitas Dantas

Avaliação do impacto de secas e estiagens no mercado de trabalho formal brasileiro: Evidências para os jovens no período de 2013–2023

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

Aprovada em 07 de agosto de 2026.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Ricardo da Silva Freguglia - Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora

Dr.^a Flávia Lúcia Chein Feres - Coorientadora
Universidade Federal de Juiz de Fora

Dr. Carlos Henrique Leite Corseuil
Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

Dr. Maurício Cortez Reis
Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

Juiz de Fora, 27/07/2026.



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo da Silva Freguglia, Professor(a)**, em 20/08/2026, às 12:04, 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 **Mauricio Cortez Reis, Usuário Externo**, em 21/08/2026, às 09:23, 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 **Flavia Lucia Chein Feres, Professor(a)**, em 21/08/2026, às 17:08, 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 **Carlos Henrique Leite Corseuil, Servidor(a)**, em 24/08/2026, às 09:16, 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 **3107496** e o código CRC **EF75B3BF**.

Dedico este trabalho à minha avó,

Licia Dantas Gomes (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por sua graça e por me sustentar durante toda esta caminhada. Nos momentos de alegria e, principalmente, nas dificuldades, encontrei na fé a força necessária para seguir em frente e concluir mais esta etapa.

À minha família, expresso minha mais sincera gratidão. Aos meus pais, Angelo e Vivianny, agradeço pelo amor incondicional, pelo apoio constante e por sempre acreditarem nos meus sonhos. Ao meu irmão, Luan, por ser uma inspiração e um exemplo de dedicação. À minha tia Carize, agradeço pela confiança, pelo incentivo e por acreditar no meu potencial.

Ao meu orientador, Professor Dr. Ricardo da Silva Freguglia, agradeço pela orientação, paciência, dedicação e confiança ao longo de todo o mestrado. Seus ensinamentos foram fundamentais para a realização deste trabalho e para minha formação como pesquisadora.

À minha coorientadora, Professora Dra. Flávia Chein Feres, minha eterna gratidão pelo acolhimento, cuidado e apoio durante o momento mais difícil desta jornada. Sua sensibilidade e generosidade fizeram toda a diferença, e jamais esquecerei tudo o que fez por mim.

Aos Professores Dr. Carlos Henrique Corseuil e Dr. Maurício Reis, agradeço por aceitarem compor a banca examinadora e pelas valiosas contribuições que enriqueceram esta dissertação.

Agradeço também aos amigos da minha cidade natal, Feira de Santana, Bahia, que, mesmo à distância, sempre estiveram presentes. Aos amigos que fiz no PPGE/UFJF, pela convivência, pelas trocas e pelo companheirismo, em especial à Angélica e à Mariana, por todo o carinho, amor e paciência ao longo dessa caminhada.

Ao Rafael, meu profundo agradecimento por todo o amor, apoio e força durante esta jornada. Obrigada por caminhar ao meu lado, acreditar em mim e me lembrar, nos momentos mais difíceis, de que eu seria capaz de chegar até aqui.

Meu agradecimento à Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), ao Programa de Pós-Graduação em Economia (PPGE) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio institucional e pelo financiamento desta pesquisa.

Por fim, levo deste mestrado muito mais do que uma formação acadêmica. Durante essa trajetória enfrentei um delicado momento de saúde que colocou à prova minha força e perseverança. No entanto, essa experiência tornou-se uma motivação para não desistir e seguir em frente. Hoje, concluir este trabalho representa a realização de um sonho e a certeza de que as dificuldades podem fortalecer nossa caminhada.

“Já que é preciso aceitar a vida, que seja então corajosamente”

Lygia Fagundes Telles

ABSTRACT

This study investigates the causal effect of droughts on the wage trajectories of young workers in Brazil's formal labor market. To do so, it combines data from the Annual Social Information Report (RAIS) and the Brazilian Atlas of Natural Disasters, constructing a longitudinal panel of workers followed from 2013 to 2023. The empirical strategy employs a Two-Way Fixed Effects (TWFE) model to compare workers located in municipalities affected exclusively by droughts with those residing in municipalities that experienced no disasters during the study period. The results show no contemporaneous wage penalty among workers who remain formally employed, a pattern that may reflect the selective exit from formal employment of the workers most affected by the shock. In contrast, wages decline persistently by between 1.5% and 2.2% two years after the occurrence of a drought, depending on the inclusion of municipality fixed effects. The effects are more pronounced among women, workers in the primary sector, and residents of Brazil's Northeast region. The study contributes to the literature by tracking individual workers over time using administrative records and showing that droughts can generate persistent wage losses among structurally vulnerable groups.

Keywords: 1. Climate disasters. 2. Formal labor market. 3. Two-Way Fixed Effects.

RESUMO

Este estudo investiga o efeito causal das secas sobre a trajetória salarial dos jovens no mercado de trabalho formal brasileiro. Para isso, combina informações da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) e do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, construindo um painel longitudinal de trabalhadores acompanhados entre 2013 e 2023. A estratégia empírica utiliza um modelo de efeitos fixos bidirecionais (*Two-Way Fixed Effects* – TWFE) para comparar trabalhadores localizados em municípios afetados exclusivamente por secas e estiagens com aqueles residentes em municípios sem registros de desastres no período. Os resultados indicam ausência de penalidade salarial contemporânea entre os trabalhadores que permanecem empregados formalmente, padrão que pode refletir a saída seletiva do emprego formal dos trabalhadores mais afetados pelo choque. Em contrapartida, observa-se uma redução salarial persistente entre 1,5% e 2,2% dois anos após a ocorrência da seca, a depender da inclusão de efeitos fixos de município. Os efeitos mostram-se mais pronunciados entre mulheres, trabalhadores do setor primário e residentes da região Nordeste. O estudo contribui para a literatura ao acompanhar a trajetória individual dos trabalhadores por meio de registros administrativos e evidenciar que secas podem gerar perdas salariais persistentes entre grupos estruturalmente mais vulneráveis.

Palavras-chave: 1. Desastres climáticos. 2. Mercado de trabalho formal. 3. Efeitos fixos bidirecionais.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição dos desastres naturais no Brasil (2013–2023)	21
Figura 2 – Mapa temático: municípios segundo ocorrência de desastres por tipologia (2013–2023)	22
Figura 3 – Mapa temático: evolução espacial e temporal do status de tratamento .	24
Figura 4 – Distribuição do logaritmo do salário mensal real por grupo	26
Figura 5 – Distribuição do logaritmo do salário mensal real por sexo e grupo . . .	27
Figura 6 – Distribuição do logaritmo do salário mensal real por setor e grupo . . .	28
Figura 7 – Trajetória do salário mensal médio por status e região (2013-2023) . . .	29
Figura 8 – Classificação dos municípios em tratamento e controle — Brasil e Nordeste	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Efeito da Seca sobre os Salários (em log) — Estimação Principal (Brasil)	35
Tabela 2 – Efeito da Seca sobre os Salários no Ano Seguinte (em log, $t+1$) — Brasil	37
Tabela 3 – Efeito da Seca sobre os Salários (em log) — Estimação Principal (Feminino)	38
Tabela 4 – Efeito da Seca sobre os Salários (em log) — Estimação Principal (Masculino)	39
Tabela 5 – Efeito da Seca sobre os Salários (em log) — Estimação Principal (Setor Primário)	40
Tabela 6 – Efeito da Seca sobre os Salários (em log) — Estimação Principal (Setor Não Primário)	41
Tabela 7 – Efeito da Seca sobre os Salários (em log) — Estimação Principal (Nordeste)	42
Tabela 8 – Efeito da Seca sobre os Salários (em log) — Estimação Principal (Exceto Nordeste)	43
Tabela 9 – Efeito da Seca sobre os Salários no Ano Seguinte (em log, $t+1$) — Nordeste	50
Tabela 10 – Efeito da Seca sobre os Salários no Ano Seguinte (em log, $t+1$) — Exceto Nordeste	51

Sumário

1	Introdução	10
2	Revisão de Literatura	13
3	Dados e Estatísticas Descritivas	20
3.1	Atlas de Desastres	20
3.2	Relação Anual de Informações Sociais - RAIS	24
3.3	Estatísticas Descritivas	26
4	Estratégia Empírica	32
4.1	Efeitos de desastres climáticos sobre o mercado de trabalho	32
5	Resultados	35
5.1	Resultados Principais	35
5.2	Heterogeneidade por sexo	37
5.3	Heterogeneidade por setor	39
5.4	Heterogeneidade regional	42
6	Conclusão	45
	REFERÊNCIAS	48
	APÊNDICE A – Tabelas	50
A.1	Heterogeneidade Regional — Nordeste vs. Exceto Nordeste	50

1 Introdução

As mudanças climáticas têm ampliado a frequência e a intensidade de eventos extremos, com consequências econômicas que recaem de forma desproporcional sobre países em desenvolvimento e populações estruturalmente vulneráveis. No Brasil, entre 2013 e 2023, os desastres climatológicos, grupo que inclui as secas e estiagens, responderam por 48,29% de todas as ocorrências registradas, concentrando-se principalmente no semiárido nordestino. Essa região caracteriza-se por baixa diversificação produtiva, elevada dependência da agropecuária e limitada capacidade de adaptação institucional, tornando-se particularmente suscetível aos impactos de choques hídricos.

Nesse contexto, compreender como a seca afeta a trajetória dos trabalhadores tornou-se uma questão central para a literatura de economia do trabalho e para o desenho de políticas públicas de adaptação às mudanças climáticas. Este estudo investiga o efeito causal da seca sobre os salários dos jovens inseridos no mercado de trabalho formal brasileiro, buscando distinguir os impactos imediatos do choque daqueles que persistem ao longo do tempo.

A literatura empírica sobre desastres naturais e emprego documenta efeitos heterogêneos e dependentes do horizonte temporal analisado. Estudos agregados mostram que choques de início súbito, como furacões e inundações, podem gerar efeitos positivos sobre o emprego no curto prazo em razão da demanda por reconstrução (LEITER; OBERHOFER; RASCHKY, 2009; GROEN; KUTZBACH; POLIVKA, 2020), enquanto choques difusos e recorrentes, como secas, tendem a produzir contrações persistentes da atividade econômica local (BASTOS; BUSSO; MILLER, 2013; MARCA et al., 2026).

Apesar desses avanços, a maior parte dessa literatura utiliza municípios ou setores como unidade de análise, o que dificulta identificar como os choques afetam as trajetórias individuais dos trabalhadores, especialmente daqueles que deixam o mercado formal após a ocorrência do desastre. Assim, estimativas agregadas podem mascarar mudanças importantes na composição dos trabalhadores e limitar a compreensão dos efeitos distributivos da seca sobre os salários.

O contexto brasileiro oferece condições particularmente favoráveis para enfrentar essa lacuna. O semiárido nordestino concentra fatores que ampliam a vulnerabilidade aos choques climáticos, como elevados níveis de pobreza, predominância do setor agropecuário, restrições de crédito e reduzida mobilidade da força de trabalho (JAYACHANDRAN, 2006; ASSUNÇÃO; CHEIN, 2016). Além disso, o país dispõe de dois registros administrativos de elevada qualidade que, combinados, permitem construir um painel longitudinal inédito. A Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) acompanha praticamente todo o emprego formal por meio de identificadores individuais, enquanto o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais registra a ocorrência municipal de desastres segundo sua tipologia e data. A

integração dessas bases, ainda pouco explorada na literatura nacional, possibilita acompanhar a trajetória salarial de uma mesma coorte de trabalhadores ao longo do tempo, distinguindo os efeitos contemporâneos dos efeitos defasados da seca.

A estratégia empírica fundamenta-se em estimadores de efeitos fixos bidirecionais (TWFE), aplicados a um painel de trabalhadores entre 18 e 29 anos em 2013, acompanhados até 2023. A amostra compreende 1.711 municípios, dos quais 886 registraram exclusivamente secas ou estiagens durante o período analisado, compondo o grupo de tratamento, enquanto 825 municípios sem qualquer ocorrência de desastre formam o grupo de controle estrito. O desenho empírico exclui municípios afetados por outras tipologias de desastres, permitindo isolar o efeito específico da seca. Seguindo o arcabouço de Malani e Reif (2015), adaptado por Assunção et al. (2023), estimam-se especificações que distinguem o impacto bruto *ex ante*, que incorpora a adaptação estrutural dos municípios, do efeito causal *ex post*, líquido dessa adaptação. Os erros-padrão são agrupados (clusterizados) no nível municipal.

Os resultados revelam um padrão temporal assimétrico. Não se observa penalidade salarial contemporânea entre os trabalhadores que permanecem empregados formalmente, padrão que pode refletir a saída seletiva do emprego formal dos trabalhadores mais afetados pelo choque, hipótese que não é testada diretamente neste estudo. Em contrapartida, o efeito defasado torna-se negativo e cresce com o horizonte de análise, alcançando uma redução entre 1,5% e 2,2% nos salários dois anos após a ocorrência da seca, a depender da inclusão de efeitos fixos de município. Esse comportamento se assemelha às perdas salariais persistentes documentadas pela literatura sobre o ingresso no mercado de trabalho em condições adversas (WACHTER, 2020).

A análise de heterogeneidade indica que esses efeitos não são uniformes. As perdas mostram-se mais pronunciadas entre as mulheres jovens, os trabalhadores do setor primário e aqueles localizados na região Nordeste, ao passo que não se observam efeitos persistentes estatisticamente significativos para os demais grupos. Esses resultados sugerem que a seca pode aprofundar desigualdades preexistentes ao afetar de forma mais intensa segmentos estruturalmente vulneráveis do mercado de trabalho.

Este estudo contribui para três vertentes da literatura. Primeiro, diferentemente dos estudos que utilizam dados agregados (HSIANG, 2016; FOMBY; IKEDA; LOAYZA, 2013; LOAYZA et al., 2012; NOY, 2009), desloca a unidade de análise do município para o trabalhador, o que permite acompanhar a trajetória salarial de uma mesma coorte e evidencia que a ausência de penalidade salarial contemporânea não deve ser lida como neutralidade do choque, uma vez que as estimativas são condicionais à permanência no emprego formal. Segundo, ao definir o tratamento a partir de desastres efetivamente registrados, aproxima-se da perspectiva conceitual do IPCC (2022), segundo a qual desastres resultam da interação entre o fenômeno físico e a vulnerabilidade do território, em

vez de serem definidos exclusivamente por anomalias meteorológicas contínuas (BASTOS; BUSSO; MILLER, 2013; BRANCO; FÉRES, 2021; MARCA et al., 2026; ASSUNÇÃO; CHEIN, 2016). Por fim, amplia a literatura sobre perdas salariais persistentes ao mostrar que choques climáticos também podem produzir trajetórias duradouras de deterioração salarial, especialmente entre grupos estruturalmente mais vulneráveis (WACHTER, 2020).

O restante desta pesquisa está organizado da seguinte forma. A Seção 2 apresenta a revisão de literatura. A Seção 3 descreve as bases de dados, os procedimentos de construção da amostra e as estatísticas descritivas. A Seção 4 detalha a estratégia empírica. A Seção 5 apresenta os resultados principais e as análises de heterogeneidade. Por fim, a Seção 6 apresenta as conclusões, discute as implicações para políticas públicas e aponta direções para pesquisas futuras.

2 Revisão de Literatura

Segundo IPCC (2022), eventos extremos são fenômenos físico-atmosféricos que se desviam significativamente do padrão climatológico de uma região, ocorrendo nas caudas da distribuição estatística de frequência, como ondas de calor, secas severas ou precipitações acima da média. Desastres naturais, por sua vez, constituem uma categoria distinta: resultam da interação entre esses fenômenos e sistemas humanos vulneráveis, produzindo perdas materiais, mortes e deslocamentos populacionais. Assim, um mesmo evento pode ou não configurar um desastre, dependendo do grau de exposição e vulnerabilidade das populações atingidas.

Essa distinção conceitual reflete o fato de que os estudos sobre o tema operam em esferas analíticas diferentes. Enquanto parte da literatura se dedica à caracterização física dos eventos extremos, sua frequência, intensidade e tendências associadas às mudanças climáticas, outra parte volta-se para os impactos socioeconômicos e os fatores que amplificam ou reduzem os danos decorrentes desses fenômenos. Neste estudo, adota-se a perspectiva dos desastres naturais, tratando-os como eventos que resultam da combinação entre fenômenos extremos e as condições de vulnerabilidade dos territórios e populações.

Uma primeira constatação da literatura sobre eventos climáticos extremos e desastres naturais é que seus efeitos econômicos estão longe de ser uniformes, variando conforme o estágio de desenvolvimento dos países, a natureza do evento e as características estruturais dos territórios atingidos. Fomby, Ikeda e Loayza (2013) demonstram que os impactos dos desastres sobre o crescimento são heterogêneos, mostrando-se mais intensos em países em desenvolvimento do que em economias avançadas, e que alguns choques de intensidade moderada chegam a produzir respostas positivas sobre o crescimento.

Em perspectiva macroeconômica convergente, Loayza et al. (2012) mostram que os efeitos dependem do tipo de choque, do setor econômico e da magnitude do evento, de modo que desastres de menor intensidade podem estimular o crescimento em determinados setores, ao passo que eventos severos tendem a produzir impactos predominantemente negativos sobre a atividade econômica. Essa não linearidade indica que a direção do efeito não é dada a priori, o que reforça a importância de investigar tipos específicos de choque em setores particularmente expostos, em vez de tratar os desastres naturais como categoria homogênea.

Para além da natureza do evento, as características estruturais e a exposição diferenciada dos territórios condicionam de forma decisiva a magnitude dos danos. Noy (2009) mostra que os custos macroeconômicos dos desastres são mais elevados em economias menores e em desenvolvimento, e que atributos como maior renda per capita, melhor qualidade institucional, escolaridade mais alta, maior abertura comercial e maior capacidade de atuação do setor público ampliam a resiliência e atenuam os efeitos adversos. Em nível

mais desagregado, Xu et al. (2020), ao combinarem a abordagem do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) com o referencial dos meios de subsistência sustentáveis, verificam que o grau de exposição às condições climáticas constitui o principal determinante das diferenças de vulnerabilidade observadas entre regiões.

Considerados em conjunto, esses resultados sugerem que a vulnerabilidade a choques climáticos depende tanto do estágio de desenvolvimento quanto da exposição diferenciada dos territórios, o que ampara o foco deste estudo em um contexto de renda relativamente baixa, o semiárido brasileiro, e em um choque específico, a seca, além de justificar a estratégia de explorar a variação na incidência de secas entre municípios como fonte de identificação dos efeitos sobre o mercado de trabalho formal.

A direção e a magnitude dos efeitos de curto prazo dos desastres sobre a atividade econômica e o emprego estão longe de ser consensuais na literatura, variando conforme o horizonte temporal considerado e a existência de esforços de reconstrução. Klomp (2016), ao empregar a luminosidade noturna captada por satélite como proxy da atividade econômica, identifica uma redução significativa dessa atividade já no período imediatamente posterior ao evento. Em sentido oposto, Leiter, Oberhofer e Raschky (2009), ao examinarem firmas europeias atingidas por inundações, encontram maior crescimento do emprego e dos ativos nas empresas situadas em áreas afetadas do que naquelas localizadas em regiões não atingidas, resultado atribuído à necessidade de recompor o capital físico destruído e de ampliar a contratação durante a reconstrução. Groen, Kutzbach e Polivka (2020) conciliam parcialmente essas evidências ao distinguir horizontes temporais: no exame dos furacões Katrina e Rita, as perdas de rendimento de curto prazo decorrem sobretudo das separações de emprego provocadas pelo choque, ao passo que, no longo prazo, os salários se elevam pela combinação entre a redução da oferta de trabalhadores e o aumento da demanda por mão de obra no processo de reconstrução.

Em conjunto, esses achados sugerem que o efeito de um desastre sobre o emprego não possui sinal único, dependendo de o choque destruir capital a ser repostado ou apenas contrair a demanda local. Tal distinção é particularmente relevante para o caso das secas recorrentes, cujo caráter difuso e prolongado tende a inibir o tipo de reconstrução que sustenta a recuperação observada nos desastres de início súbito.

A intensidade com que um choque climático se traduz em perdas de rendimento depende, ademais, das fricções que limitam o ajuste dos trabalhadores. Jayachandran (2006) demonstra que a fragilidade dos trabalhadores rurais intensifica a resposta dos salários a choques de produtividade, pois, em ambientes marcados por restrições de crédito, baixa mobilidade e proximidade ao nível de subsistência, os trabalhadores dispõem de menor capacidade de reduzir a oferta de trabalho durante períodos de crise, o que aprofunda a queda dos rendimentos. Em direção complementar, Hernandez-Cortes e Mathes (2024), ao examinarem os efeitos de ondas de calor, mostram que esses eventos

elevam a probabilidade de desligamento ao longo do ano e aumentam de maneira persistente a probabilidade de aposentadoria, sem que se observe resposta significativa por meio de troca de ocupação ou migração entre municípios e estados.

Ademais, enquanto parte da literatura sobre desastres de início súbito enfatiza a realocação espacial da mão de obra, os resultados de Hernandez-Cortes e Mathes (2024) sugerem que os efeitos de um choque climático recorrente tendem a recair sobre o vínculo de trabalho existente, na margem extensiva do emprego, em vez de serem absorvidos por deslocamentos setoriais ou geográficos. Esse contraste é especialmente relevante para o semiárido nordestino, onde a dependência agrícola e a limitada capacidade de suavização do consumo tornam a oferta de trabalho pouco elástica e ampliam a magnitude dos efeitos dos episódios de seca sobre os grupos mais expostos.

Em contraposição aos fatores que amplificam os danos, outra vertente investiga os determinantes da resiliência frente aos desastres. Horwich (2000) argumenta que a rápida recuperação de Kobe após o terremoto de 1995 evidencia o papel do capital humano como principal ativo da reconstrução, uma vez que, preservados o conhecimento, as habilidades e a capacidade produtiva da população, o capital físico tende a ser recomposto com relativa celeridade. Em sentido convergente, Kahn (2005) mostra que a renda, a qualidade das instituições e o regime político são determinantes fundamentais da mortalidade associada a desastres, pois, embora países ricos e pobres enfrentem eventos extremos com frequência semelhante, os primeiros registram um número significativamente menor de mortes.

Em conjunto, esses estudos indicam que os impactos observados de um choque não refletem apenas sua intensidade física, mas também a capacidade adaptativa e institucional previamente acumulada.

A mensuração desses efeitos apoia-se em avanços metodológicos recentes da econometria climática. Hsiang (2016), ao revisar essa literatura, destaca que o uso de variações meteorológicas de curto prazo constitui uma estratégia válida para identificar e estimar os efeitos econômicos das mudanças climáticas, na medida em que tais variações permitem isolar empiricamente os impactos do clima e avaliar os processos de adaptação das sociedades.

A literatura recente que dialoga mais diretamente com este estudo evidencia que os efeitos da seca sobre o emprego formal raramente se esgotam no momento do evento. Marca et al. (2026) mostram que as perdas ocupacionais não se manifestam de forma exclusivamente imediata, tornando-se perceptíveis já no primeiro ano após o choque e voltando a se intensificar cerca de uma década depois, o que revela a presença de ajustes tardios e de efeitos persistentes. Esse padrão é coerente com a hipótese de que um choque inicialmente transitório desencadeia uma trajetória de deterioração mais duradoura, à medida que a recorrência dos episódios de seca enfraquece as empresas e reduz a demanda local Marca et al. (2026).

Os mecanismos subjacentes, contudo, não são unívocos. Branco e Féres (2021) argumentam que, diante da limitada disponibilidade de recursos para adotar tecnologias de adaptação, como irrigação e sementes melhoradas, as famílias rurais recorrem ao ajuste na oferta de trabalho como principal estratégia, transferindo mão de obra da atividade agrícola para atividades não agrícolas durante os períodos de seca, ainda que o total de horas trabalhadas permaneça praticamente inalterado.

A leitura dos dois trabalhos sugere uma tensão produtiva, pois, enquanto Branco e Féres (2021) identificam sobretudo uma recomposição setorial da ocupação, com horas estáveis, Marca et al. (2026) apontam uma erosão persistente do emprego formal, o que indica que a realocação nem sempre é suficiente para preservar os vínculos e os rendimentos quando os episódios se tornam recorrentes.

No caso brasileiro, os efeitos das mudanças climáticas sobre a atividade econômica originam-se, em grande medida, na sensibilidade da produção agrícola ao regime de temperatura e precipitação. Assunção e Chein (2016) estimam que, mantidas as condições tecnológicas atuais, o aquecimento global reduziria substancialmente a produtividade agrícola do país, com perdas concentradas nas regiões Norte e Nordeste e eventuais ganhos em parte da região Sul, o que evidencia que a vulnerabilidade climática não é uniforme no território nacional. Essa sensibilidade propaga-se ao mercado de trabalho por canais diretos e indiretos. Bastos, Busso e Miller (2013) demonstra que o aumento da frequência de secas reduz o valor adicionado, o emprego e os salários na agricultura e transmite efeitos negativos aos setores locais de manufatura e serviços, além de intensificar a migração para outras regiões, movimento particularmente pronunciado entre os trabalhadores mais jovens. Esse último achado dialoga diretamente com o recorte etário deste estudo, ao sugerir que os jovens figuram entre os grupos mais sensíveis aos choques climáticos, seja pela maior propensão a deixar as áreas afetadas, seja pela posição mais frágil que ocupam no mercado de trabalho local.

Os efeitos das secas, todavia, não se restringem à esfera produtiva, propagando-se também pelo sistema financeiro, ainda que a magnitude desse canal seja objeto de divergência. Albert, Bustos e Ponticelli (2021) mostram que o aumento persistente da aridez reduz de maneira significativa a oferta de crédito, com efeitos que alcançam não apenas as áreas diretamente atingidas, mas também regiões financeiramente integradas a elas, comprometendo o investimento e a atividade econômica. Assunção et al. (2023) qualificam esse diagnóstico ao observar que os eventos climáticos extremos exercem efeitos limitados sobre o sistema financeiro no curto prazo, embora as projeções de longo prazo apontem impactos expressivos sobre os depósitos bancários e a oferta de crédito. A tensão entre os dois resultados, a saber, um efeito forte e difuso em Albert, Bustos e Ponticelli (2021) e um efeito de curto prazo contido em Assunção et al. (2023), sugere que o canal de crédito opera sobretudo no horizonte mais longo.

Essa leitura é reforçada por Mel, McKenzie e Woodruff (2012), que verificam que o acesso ao capital constitui um dos principais obstáculos à retomada da atividade empresarial após desastres naturais, de modo que firmas beneficiadas por subsídios recuperam seus níveis de lucro consideravelmente antes daquelas sem apoio financeiro. Em conjunto, esses resultados delineiam um mecanismo pelo qual um choque inicialmente localizado gera efeitos persistentes sobre o emprego, à medida que a contração do crédito retarda a recuperação das empresas e, com ela, a recomposição dos postos de trabalho.

A escolha por focar em jovens adultos nesta pesquisa justifica-se pela vulnerabilidade desse grupo diante de choques econômicos locais, como os ocasionados por secas e estiagens. De acordo com Wachter (2020), a entrada no mercado de trabalho e os primeiros dez anos de carreira representam a fase de maior produtividade, crescimento salarial e mobilidade profissional na vida de um indivíduo.

Quando um choque econômico atinge uma região e deprime o mercado de trabalho local, os jovens são desproporcionalmente afetados por terem o desenvolvimento de suas carreiras interrompido exatamente nessa janela de oportunidade crucial. Ademais, são excluídos das redes tradicionais de proteção social, como o seguro-desemprego, deixando-os significativamente mais expostos a riscos financeiros imediatos e a níveis maiores de pobreza durante choques econômicos (WACHTER, 2020).

Os efeitos da seca, por fim, distribuem-se de maneira desigual segundo características demográficas, setoriais e regionais. No eixo de gênero, Dinkelman (2017) demonstra que a exposição à seca produz consequências duradouras sobre a saúde e sobre a formação do capital humano em comunidades de baixa renda, efeitos sistematicamente mais intensos entre os homens. Um padrão de diferenciação por gênero e escolaridade também emerge em Barreto et al. (2025), cujos resultados indicam que os efeitos das políticas de mitigação hídrica se concentram entre homens jovens e com maior nível de escolaridade.

Ainda sob a perspectiva de gênero, a literatura evidencia que as dinâmicas sociais, os desastres climáticos e as políticas públicas estão intrinsecamente conectados, exigindo abordagens capazes de reconhecer tanto as vulnerabilidades quanto as capacidades das mulheres. Nesse sentido, Centre for Gender and Disaster (2021) argumentam que papéis e estereótipos de gênero socialmente construídos tornam mulheres e meninas desproporcionalmente mais suscetíveis aos impactos dos desastres naturais, destacando a importância da incorporação de uma perspectiva interseccional tanto na produção científica quanto nas estratégias de gestão e redução de riscos.

No eixo regional, a concentração das perdas de produtividade agrícola no Norte e no Nordeste Assunção e Chein (2016) e a intensificação dos efeitos com a recorrência dos episódios no Nordeste Marca et al. (2026) indicam que o semiárido reúne as condições que amplificam a vulnerabilidade aos choques hídricos. No eixo setorial, a transferência de mão de obra da agricultura para atividades não agrícolas documentada por Branco

e Féres (2021) sugere que a exposição ao choque varia conforme o setor de inserção do trabalhador. Esses eixos, contudo, não operam isoladamente, e a intensidade da exposição à seca condiciona a magnitude dos efeitos em cada um deles.

A vulnerabilidade regional, entretanto, não é imutável, e as políticas de mitigação alteram os impactos líquidos da seca. Barreto et al. (2025) encontram evidências de que o acesso antecipado às cisternas aumenta a probabilidade de inserção no emprego formal e, entre os já empregados, associa-se a rendimentos mais altos, efeitos atribuídos em parte à redistribuição do tempo antes dedicado à busca e ao transporte de água, sem que a difusão do programa implicasse aumento da migração permanente. Marca et al. (2026) sugerem, no mesmo sentido, que a exposição prolongada à seca no Nordeste pode ter favorecido o desenvolvimento de mecanismos adaptativos capazes de amenizar parte dos impactos médios, ainda que a dependência da agricultura e a baixa resiliência da infraestrutura permaneçam como fatores centrais de vulnerabilidade. Esse papel da adaptação encontra formulação conceitual em Carleton et al. (2024), que organizam a literatura em torno de dois mecanismos, a saber, as decisões preventivas tomadas antes da materialização dos impactos (*ex ante*) e as respostas implementadas após a ocorrência dos choques (*ex post*), a partir dos quais discutem o papel das políticas públicas na correção das falhas de mercado que limitam a adaptação privada.

A revisão precedente evidencia que a literatura sobre desastres naturais e choques climáticos documenta amplamente seus efeitos econômicos, embora quase sempre em nível agregado. Os estudos internacionais medem esses efeitos sobre o crescimento e o produto (FOMBY; IKEDA; LOAYZA, 2013; LOAYZA et al., 2012; NOY, 2009), sobre a produtividade agrícola regional (ASSUNÇÃO; CHEIN, 2016) ou sobre o sistema financeiro (ALBERT; BUSTOS; PONTICELLI, 2021), ao passo que a econometria climática dominante identifica os impactos a partir de variações meteorológicas contínuas (HSIANG, 2016). No caso brasileiro, mesmo os trabalhos que aproximam a seca do mercado de trabalho permanecem, em grande medida, na dimensão municipal ou setorial, seja ao estimar a propagação dos choques agrícolas ao emprego e à migração (BASTOS; BUSSO; MILLER, 2013), seja ao mensurar a persistência das perdas ocupacionais em contagens de vínculos formais (MARCA et al., 2026). Essa opção pelo nível agregado impõe uma limitação analítica relevante, pois dados municipais não distinguem a saída seletiva de trabalhadores do que efetivamente ocorre com aqueles que permanecem no mercado formal, o que pode ocultar os mecanismos individuais por trás de efeitos médios aparentemente nulos.

É nesse ponto que se situa a contribuição deste estudo. Ao articular os registros administrativos de desastres do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais aos vínculos formais da RAIS, articulação ainda pouco explorada na literatura nacional sobre o tema, constrói-se um painel individual que acompanha o mesmo trabalhador ao longo do tempo, o que permite distinguir a margem extensiva do emprego da margem intensiva dos rendimentos

e separar os efeitos contemporâneos dos efeitos defasados do choque.

Essa estratégia difere da literatura predominante em três aspectos. Primeiro, desloca a análise do município para o indivíduo, o que torna visível o viés de composição que um efeito médio nulo sobre os salários pode encobrir. Segundo, define o tratamento a partir de desastres efetivamente registrados, na perspectiva conceitual do IPCC (2022), que trata o desastre como a interação entre o fenômeno físico e a vulnerabilidade do território, e não a partir de anomalias meteorológicas contínuas. Terceiro, transporta para o campo dos choques climáticos uma questão até então restrita aos choques econômicos, a das perdas persistentes associadas ao ingresso no mercado de trabalho em condições adversas, ao investigar como um desastre natural afeta a trajetória formal de trabalhadores jovens.

Desse modo, o problema de pesquisa que orienta este estudo pode ser enunciado da seguinte forma: qual o efeito causal da seca sobre os rendimentos no mercado de trabalho formal dos jovens brasileiros, uma vez isolado o componente marginal do choque da adaptação estrutural acumulada no território.

3 Dados e Estatísticas Descritivas

Nesta seção, são apresentadas as bases de dados utilizadas na pesquisa, os procedimentos de construção da amostra analítica e do banco de dados consolidado. A caracterização da exposição aos desastres climáticos é realizada a partir do *Atlas Brasileiro de Desastres Naturais*, que registra a ocorrência municipal desses eventos e permite identificar sua localização e momento de incidência. As informações sobre o mercado de trabalho formal são obtidas da *Relação Anual de Informações Sociais* (RAIS), coletada anualmente pelo então Ministério do Trabalho, possibilitando o acompanhamento longitudinal dos vínculos empregatícios e das trajetórias individuais. A integração dessas duas bases resulta em um banco de dados original, construído especificamente para esta pesquisa, cuja combinação entre registros administrativos longitudinais do mercado de trabalho e informações oficiais sobre desastres naturais amplia significativamente as possibilidades de investigação dos impactos dos eventos climáticos sobre as trajetórias laborais dos jovens.

3.1 Atlas de Desastres

A origem da base de dados do Atlas dos Desastres do Brasil remonta à atuação da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC) nos anos 1990. Naquela época, o registro de ocorrências era feito por meio de dois instrumentos do Sistema Nacional de Informações de Defesa Civil (SINDEC): a Notificação Preliminar de Desastre (NOPRED) e o Formulário de Avaliação de Danos (AVADAN). O objetivo desses instrumentos era documentar minuciosamente as características dos desastres e os prejuízos associados.

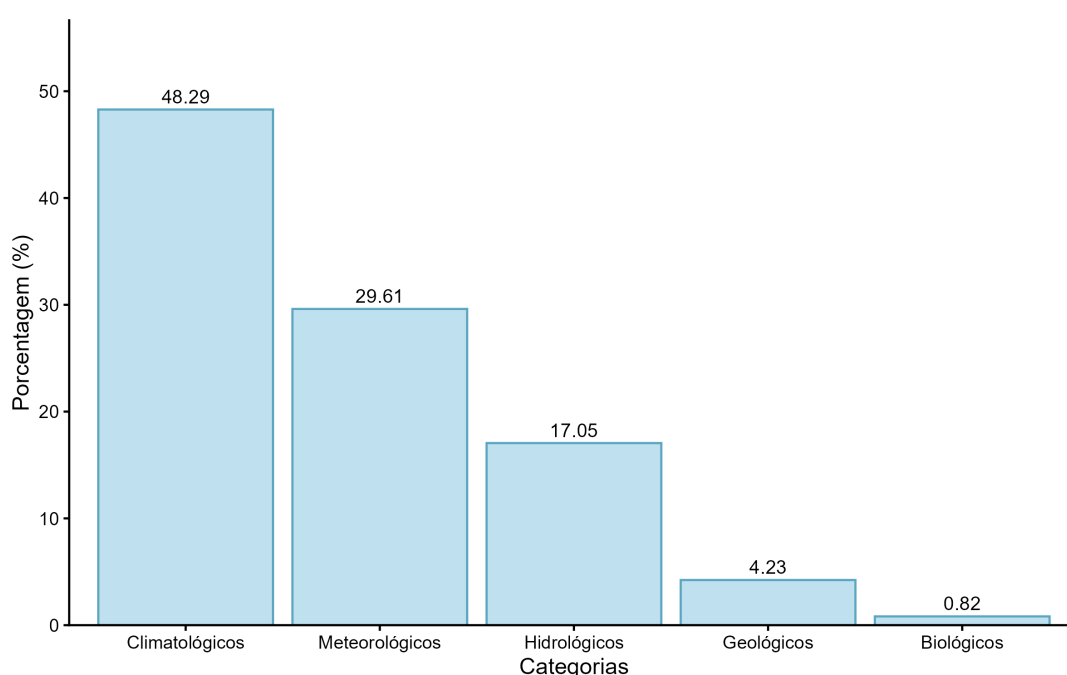
A consolidação desses registros em uma plataforma digital única, o Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), foi o resultado de um Acordo de Cooperação (2010-2012) entre a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil e o Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil (CEPED). Com a digitalização dos dados históricos e a criação do S2ID, o processo foi modernizado. Em seguida, a Instrução Normativa nº 01, de 2012, estabeleceu o Formulário de Informações de Desastre (FIDE) como o documento obrigatório para todos os novos registros, padronizando a entrada de informações.

O FIDE desempenha um papel fundamental ao estabelecer as diretrizes para que municípios decretem situação de emergência ou estado de calamidade pública e obtenham o reconhecimento federal. O formulário foi desenhado para capturar informações essenciais, como a localização e o tipo de desastre, a data do evento e o perfil da área atingida. Ele também exige uma descrição das causas e consequências, um levantamento quantitativo dos danos humanos, materiais e ambientais, e uma estimativa das perdas econômicas nos setores público e privado. Por fim, a identificação da instituição registradora garante a procedência e a confiabilidade dos dados.

Conforme a tipologia adotada pela 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).

Conforme o Atlas Digital de Desastres no Brasil (Atlas Digital, 2024), entre 2013 e 2023, no Brasil, 48,29% das ocorrências foram de caráter climatológico, seguidas por 29,61% de eventos meteorológicos. Os registros das demais categorias, incluindo hidrológicos, geológicos e biológicos, somam cerca de 22%.

Figura 1 – Distribuição dos desastres naturais no Brasil (2013–2023)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Atlas dos Desastres do Brasil.

Os desastres são categorizados de acordo com sua origem. Os desastres climatológicos estão associados a variações extremas do clima, como a falta ou o excesso de umidade. Nesta dissertação, utilizaremos a estiagem, caracterizada por uma ausência prolongada de chuvas que afeta a umidade do solo e prejudica atividades como a agricultura, e a seca, que é uma forma mais grave e duradoura de estiagem, capaz de gerar graves desequilíbrios hidrológicos e comprometer o abastecimento de água para a população.

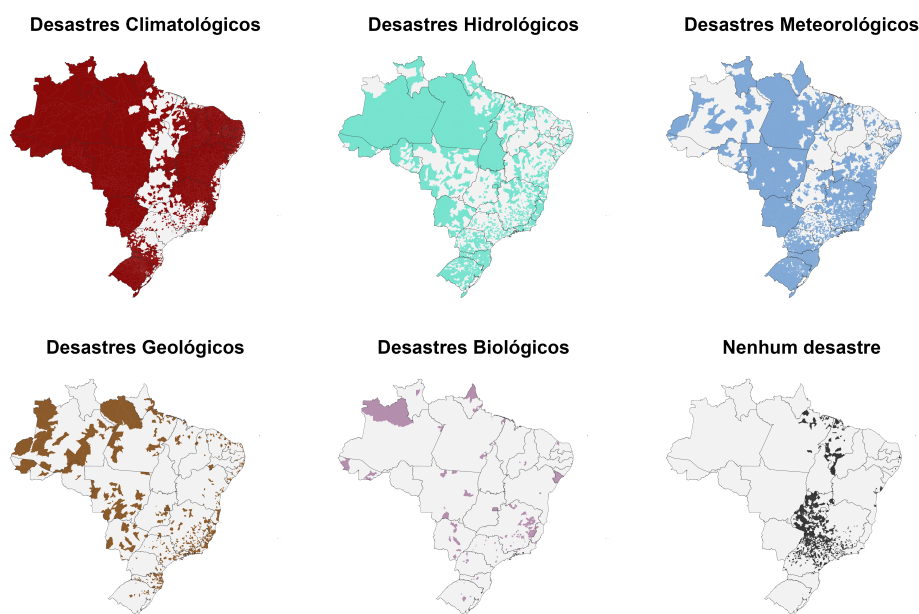
Para analisar o impacto desses fenômenos sobre os jovens no mercado de trabalho formal, a metodologia deste estudo isola os efeitos de cada tipo de desastre. Foram definidos como grupo de tratamento os municípios que sofreram apenas desastres climatológicos entre 01 de janeiro de 2013 e 31 de dezembro de 2023. Como grupo de controle, foram selecionados os municípios que não registraram nenhum desastre natural no mesmo período.

A distribuição geográfica desses eventos é visualizada em uma série de seis mapas

municipais (Figura 2), que ilustram, respectivamente, a ocorrência de desastres: (1) climatológicos, (2) hidrológicos, (3) meteorológicos, (4) geológicos, (5) biológicos e (6) a ausência total de desastres.

Cerca de 62% dos municípios afetados registraram duas ou mais categorias distintas de desastres entre 2013 e 2023. Essa coexistência de eventos revela um problema central para a identificação do efeito causal de interesse: quando um mesmo município é atingido por seca e, concomitantemente, por enchentes, deslizamentos ou outros choques ambientais, torna-se impossível atribuir eventuais efeitos sobre o mercado de trabalho especificamente à seca, e não a esse conjunto combinado de eventos. Um desenho amostral que considerasse todos os municípios afetados por desastres naturais como grupo de tratamento estaria, na prática, capturando um efeito composto, misturando choques de natureza e intensidade distintas.

Figura 2 – Mapa temático: municípios segundo ocorrência de desastres por tipologia (2013–2023)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Atlas dos Desastres do Brasil.

Para contornar essa limitação, a estratégia de identificação adotada neste estudo restringe os grupos de tratamento e controle a municípios com exposição não ambígua ao evento de interesse. Essa restrição amostral é o que permite isolar, na análise empírica desenvolvida na Seção 4, o efeito líquido da seca sobre os resultados do mercado de trabalho, sem a contaminação de choques ambientais concorrentes.

Dos 1.711 municípios considerados, 886 sofreram exclusivamente desastres climatológicos do tipo seca e/ou estiagem, formando o grupo de tratamento. Em contrapartida, 825 municípios não tiveram nenhum registro de desastre no período, compondo o grupo

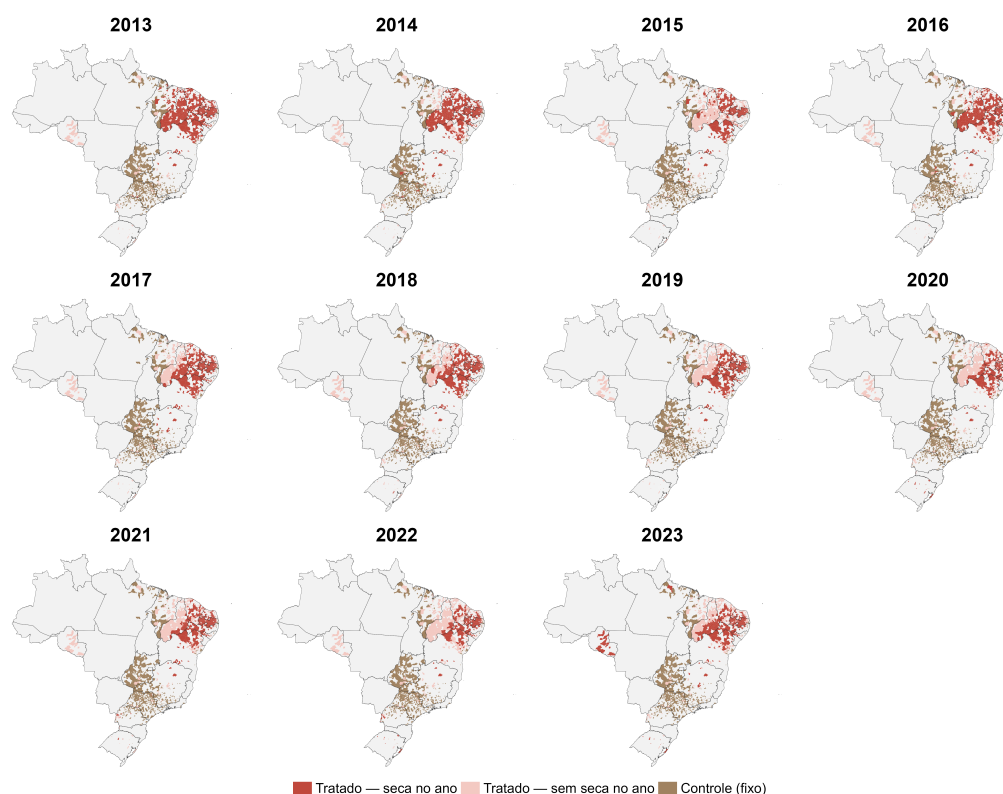
de controle para a análise comparativa.

A Figura 3 apresenta a evolução espacial e temporal do status de tratamento entre 2013 e 2023, distinguindo três situações possíveis em cada ano: municípios tratados que enfrentam seca no ano corrente, municípios tratados que, embora pertençam ao grupo de exposição à seca ao longo do período, não registram o evento naquele ano específico, e municípios de controle fixo, sem qualquer ocorrência de desastre climatológico do tipo seca e/ou estiagem em todo o intervalo analisado. Essa representação ano a ano evidencia que o tratamento não é estático: um mesmo município pode alternar entre exposição e não exposição ao longo dos onze anos, revelando a natureza dinâmica e intermitente do fenômeno da seca/estiagem.

A alternância observada nos mapas revela que a exposição à seca não é uma característica fixa dos municípios tratados, mas um evento que se manifesta de forma intermitente ao longo do tempo: dentro do próprio grupo de exposição, um mesmo município pode registrar a ocorrência do evento em um ano e sua ausência no ano seguinte, e vice-versa. Essa característica distingue o desenho empírico deste estudo de uma abordagem de tratamento binário e permanente, na qual o status de cada município seria fixado uma única vez para todo o período, a partir de sua pertença histórica a uma região propensa ao fenômeno. Ao contrário, a variação intra-grupo aqui documentada permite explorar, dentro do próprio grupo de tratamento, tanto os casos em que a seca passa a ocorrer quanto aqueles em que deixa de ocorrer, isolando o efeito contemporâneo do evento daquele associado à mera exposição acumulada ou histórica.

Do ponto de vista geográfico, os mapas confirmam a concentração persistente da seca na região Nordeste ao longo de toda a série, com a mancha vermelha se adensando progressivamente a partir de 2015 e permanecendo intensa até 2023, ano em que se observa também um foco inédito na região Norte. Já o grupo de controle, concentrado majoritariamente no Centro-Oeste e em partes do Sudeste e Sul, mantém-se relativamente estável ao longo do período, funcionando como um contraponto fixo às oscilações observadas no grupo tratado. Essa estabilidade espacial do controle, combinada à variação temporal do tratamento, será explorada na Seção 4.1 como parte da estratégia que permite isolar o efeito local líquido da seca sobre os resultados do mercado de trabalho.

Figura 3 – Mapa temático: evolução espacial e temporal do status de tratamento



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Atlas dos Desastres do Brasil.

3.2 Relação Anual de Informações Sociais - RAIS

A RAIS cobre praticamente todo o setor formal da economia e permite acompanhar pessoas e vínculos ao longo do tempo graças a identificadores persistentes, o que viabiliza análises longitudinais da trajetória ocupacional e salarial dos indivíduos. Os microdados brasileiros de vínculos empregador-empregado incluem um identificador ao nível do trabalhador que é único ao longo do tempo, possibilitando o pareamento intertemporal de vínculos e a observação de movimentos entre firmas, ocupações e municípios.

A base de dados está estruturada no nível trabalhador-ano-vínculo, ou seja, cada linha corresponde a um vínculo formal de um trabalhador em determinado ano, contendo informações como remuneração de dezembro, tamanho da firma, ocupação e data de admissão. A população de interesse é composta por uma coorte de indivíduos de 18 a 29 anos que estavam empregados no mercado formal em 31/12/2013. Esses trabalhadores são acompanhados continuamente ao longo de todo o período de 2013 a 2023, independentemente de ultrapassarem a faixa etária de referência, podendo chegar a até 39 ou 40 anos ao final do painel. Essa definição permite observar, para os mesmos indivíduos, saídas, retornos e permanências no mercado formal ao longo do tempo.

Para garantir consistência e evitar duplicidades, são eliminadas observações repetidas referentes ao mesmo CPF¹ no mesmo ano. Em casos de múltiplos vínculos para um mesmo trabalhador em um dado ano, adotamos um procedimento hierárquico de seleção do vínculo representativo do ano: em primeiro lugar, mantemos o vínculo com maior remuneração no período; persistindo empate, aplicamos critérios de desempate com base em maior carga horária ou maior tempo de empresa, assegurando que a observação anual reflita, tanto quanto possível, o posto de trabalho economicamente mais relevante para o indivíduo. Assim, é possível reduzir ruído estatístico, evitar supercontagem de vínculos e melhorar a comparabilidade temporal da remuneração.

Todas as variáveis de salário mensal foram construídas a partir da variável remuneração em 31/12 e são deflacionadas a preços de dezembro de 2023 utilizando o *Índice Nacional de Preços ao Consumidor* (INPC), calculado pelo IBGE, de modo a expressar os valores em termos reais comparáveis ao longo do tempo. Denotando por w_{it}^{nom} a remuneração nominal do indivíduo i no ano t , e por d_t o fator de deflação que traz o ano t para dezembro/2023, definimos o salário real como:

$$w_{it}^{\text{real,dez/2023}} = \frac{w_{it}^{\text{nom}}}{d_t}. \quad (3.1)$$

A base de dados é construída como um *painel balanceado*, mantendo a variável de vínculo ativo em dezembro como indicador da situação formal no encerramento do ano. Essa decisão é coerente com um dos objetivos centrais do estudo: investigar a dinâmica de entrada e saída do mercado de trabalho formal frente a choques e condições locais. Para viabilizar essa análise, o painel foi construído a partir do universo de trabalhadores identificados no ano-base de referência, assegurando que cada indivíduo estivesse presente em todos os anos do período analisado (2013-2023). Essa estratégia assegura que as variações observadas ao longo do painel reflitam transições na situação formal dos trabalhadores e não flutuações artificiais decorrentes da entrada e saída da amostra. Além disso, como o conjunto de indivíduos é definido uma única vez, no ano-base, a ausência de vínculo em determinado ano passa a indicar a saída do trabalhador do mercado formal, e não a perda de seu acompanhamento na base. Cabe ressaltar, contudo, que o balanceamento se refere à construção da base, e não à amostra utilizada nas estimações. Como a variável de resultado é o logaritmo da remuneração de dezembro, ela só é observada nos anos em que o trabalhador mantém vínculo formal ativo em 31/12. Os anos sem vínculo permanecem na base, mas não entram nas regressões de salário, de modo que a amostra de estimação é desbalanceada e sua composição pode variar ao longo do tempo, aspecto considerado na interpretação dos resultados.

¹ CPF (Cadastro de Pessoas Físicas) é um número de identificação único exigido para indivíduos no Brasil. Nesta pesquisa, utiliza-se apenas o identificador *anonimizado* correspondente nos microdados, preservando o sigilo do CPF real.

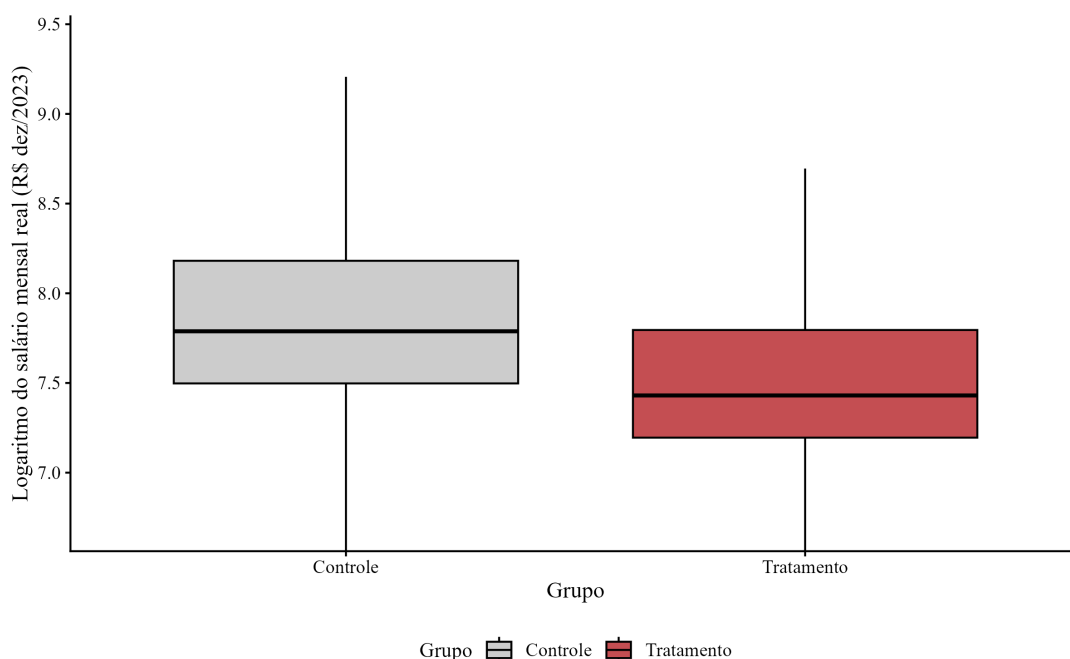
As dimensões ocupacional e setorial são analisadas de forma agregada a partir de classificações padronizadas: utilizamos o CNAE (7 dígitos) e a CBO 2002. Ressalta-se que a padronização ocupacional pós-2003 sustenta a comparabilidade histórica; aqui, a janela empírica central começa em 2013, o que mantém consistência classificatória.

Por fim, a amostra final retém apenas vínculos em municípios que (i) não sofreram desastres no período (*controle estrito*) ou (ii) experimentaram especificamente desastres climatológicos, conforme detalhado a seguir. Ao final, obtém-se um painel balanceado com 16.376.789 observações trabalhador-ano e 1.488.799 indivíduos únicos.

3.3 Estatísticas Descritivas

Esta seção apresenta um panorama descritivo do painel de trabalhadores utilizado na análise empírica, com o objetivo de caracterizar as principais diferenças observáveis entre os grupos de tratamento e controle antes da estimação dos efeitos causais das secas sobre os resultados do mercado de trabalho formal. O painel final é composto por 16.376.789 observações, distribuídas conforme a classificação de exposição às secas descrita na seção anterior. A Figura 4 apresenta a distribuição do logaritmo do salário mensal real (em valores de dezembro de 2023, deflacionados pelo INPC) para os grupos de controle e tratamento.

Figura 4 – Distribuição do logaritmo do salário mensal real por grupo

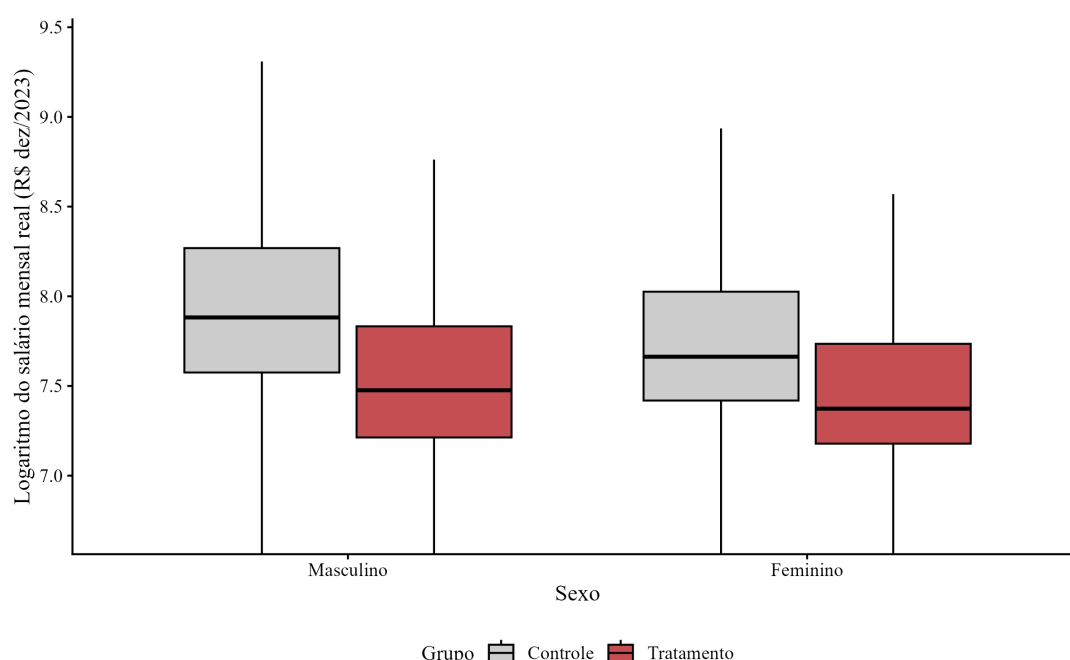


Fonte: Elaboração própria com base nos dados da RAIS e do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais.

Em termos de valores absolutos, na Figura 4, o grupo de controle apresenta mediana

salarial de R\$ 2.092,50, ao passo que o grupo de tratamento registra mediana de R\$ 1.516,08, uma diferença de R\$ 576,42 entre os grupos. Essa assimetria também se manifesta nos demais quantis: o primeiro quartil do grupo de controle (R\$ 1.345,08) supera o do grupo de tratamento (R\$ 1.214,77) em R\$ 130,31, enquanto a diferença no terceiro quartil é mais acentuada, com R\$ 3.189,51 no controle frente a R\$ 2.204,20 no tratamento, resultando em uma diferença de R\$ 985,31. Esse padrão sugere que o diferencial salarial entre os grupos se amplia na cauda superior da distribuição. Entretanto, essa diferença bruta não deve ser interpretada como evidência de um efeito causal da exposição à seca sobre os salários, uma vez que municípios tratados e não tratados podem apresentar diferenças estruturais e socioeconômicas preexistentes que também influenciam os rendimentos.

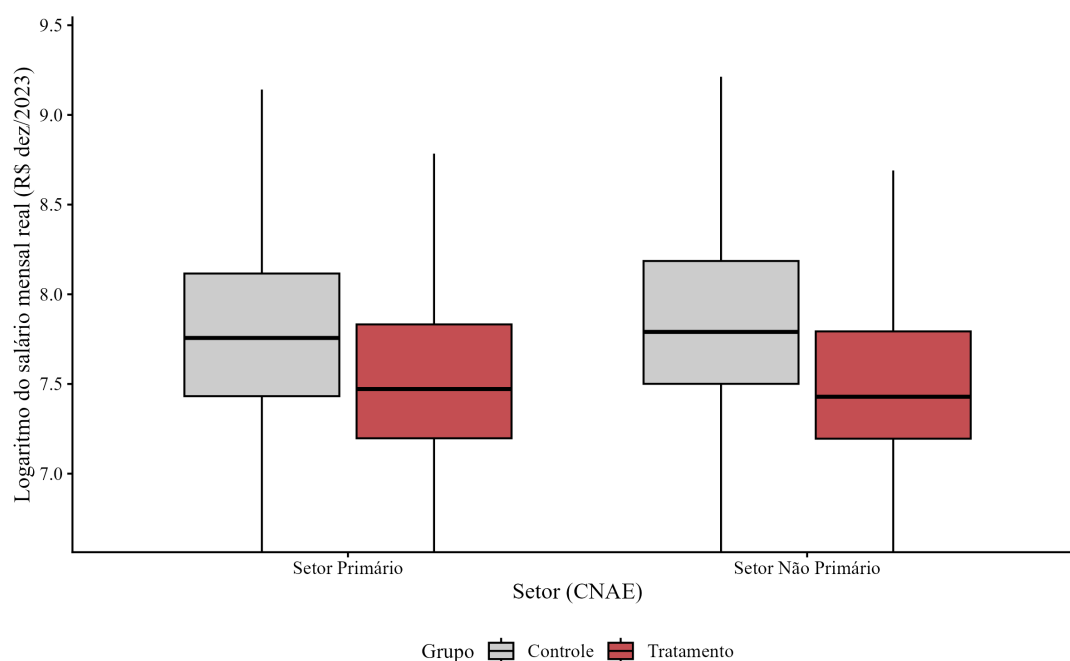
Figura 5 – Distribuição do logaritmo do salário mensal real por sexo e grupo



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da RAIS e do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais.

A desagregação por sexo revela um padrão qualitativamente semelhante ao observado no painel completo, com o grupo de controle apresentando medianas do logaritmo do salário superiores às do grupo de tratamento tanto entre trabalhadores do sexo masculino quanto entre trabalhadoras do sexo feminino. Nota-se, contudo, que o nível salarial das mulheres é sistematicamente inferior ao dos homens em ambos os grupos, refletindo a disparidade salarial de gênero no mercado de trabalho formal brasileiro (Figura 5).

Figura 6 – Distribuição do logaritmo do salário mensal real por setor e grupo

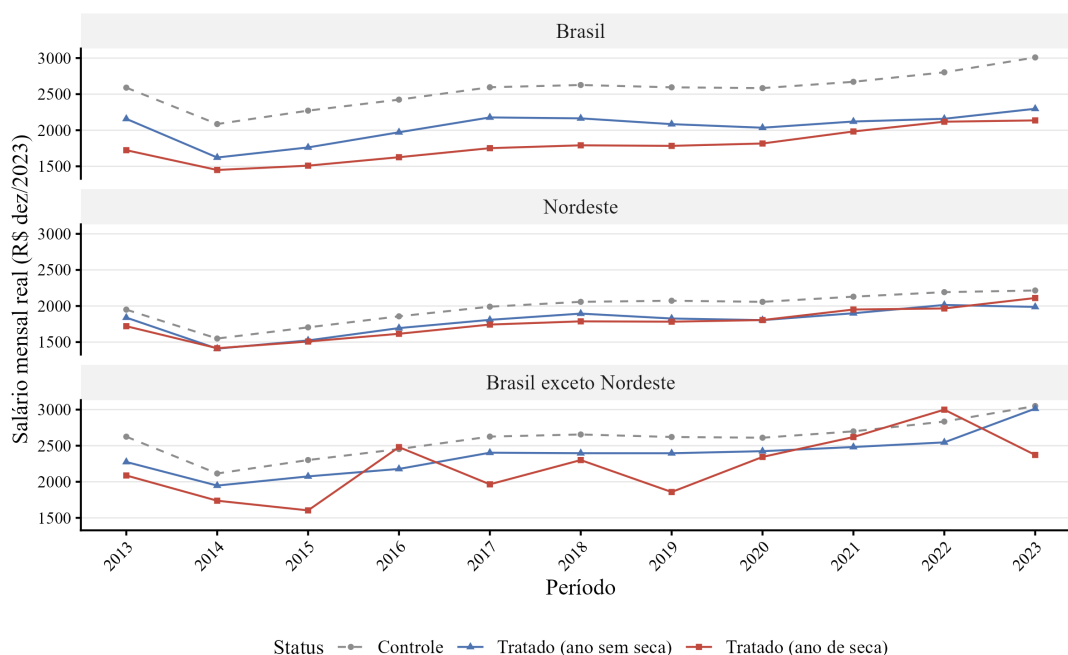


Fonte: Elaboração própria com base nos dados da RAIS e do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais.

Observando a Figura 6, a comparação entre os setores primário e não primário indica um padrão descritivo também semelhante ao verificado no painel completo, com o grupo de tratamento apresentando medianas inferiores às do grupo de controle, tanto no setor primário quanto no restante da economia. As diferenças brutas entre tratamento e controle são, nesse sentido, próximas em magnitude nos dois setores, o que não permite, a esta altura, qualquer inferência sobre a importância relativa do setor agropecuário na propagação dos efeitos das secas sobre o mercado de trabalho formal. Essa aparente similaridade descritiva contrasta com a literatura que aponta o setor agropecuário como canal mais direto de transmissão dos choques climáticos (ASSUNÇÃO; CHEIN, 2016; BRANCO; FÉRES, 2021), e reforça a necessidade de isolar o efeito causal por meio da estratégia empírica adotada, uma vez que a comparação bruta entre grupos pode estar mascarada por diferenças composicionais entre trabalhadores agropecuários e não agropecuários que não se relacionam diretamente à exposição às secas.

Por fim, a Figura 7 apresenta a trajetória do salário mensal médio entre 2013 e 2023, desagregada por status de tratamento e por recorte regional (Brasil, Nordeste e Brasil exceto Nordeste).

Figura 7 – Trajetória do salário mensal médio por status e região (2013-2023)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da RAIS e do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais.

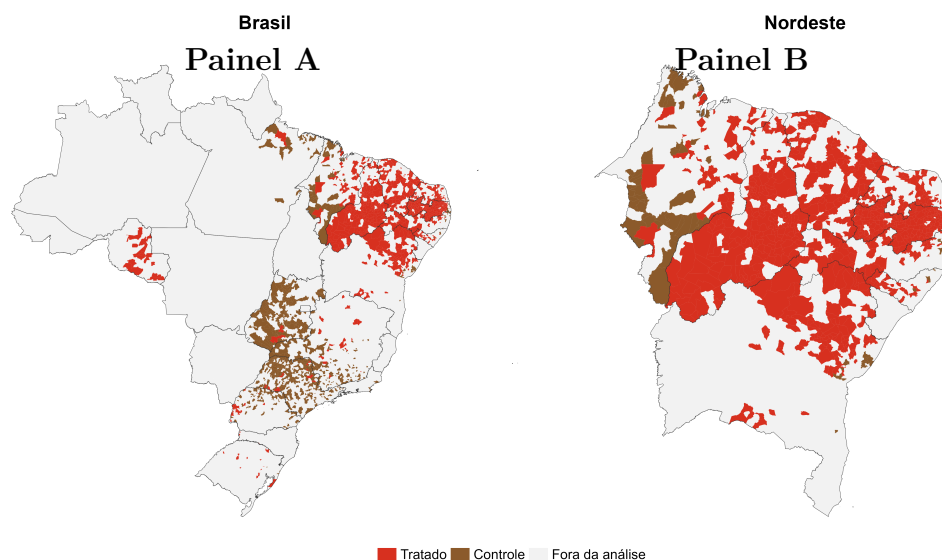
No painel para o Brasil como um todo, observa-se uma redução do salário médio entre 2013 e 2014 nos três grupos, seguida de recuperação sustentada até 2023, com o grupo de controle mantendo-se persistentemente acima dos grupos tratados ao longo de toda a série (atingindo aproximadamente R\$ 3.020 em 2023, contra R\$ 2.300 no grupo tratado em anos sem seca e R\$ 2.130 no grupo tratado em anos de seca). Essa distância entre as três trajetórias, no entanto, esconde diferenças regionais expressivas.

No painel do Nordeste, as três séries apresentam trajetórias muito mais próximas entre si, com convergência crescente a partir de 2017 e uma aproximação ainda maior ao final do período, quando o salário médio do grupo tratado em anos de seca (R\$ 2.100) supera ligeiramente o do grupo tratado em anos sem seca (R\$ 2.000), ambos relativamente próximos do controle (R\$ 2.220). Esse padrão sugere uma menor dispersão salarial entre municípios nordestinos, independentemente da exposição contemporânea à seca.

Já no painel que exclui o Nordeste, a trajetória do grupo tratado em anos de seca revela volatilidade, com oscilações marcantes ao longo da série. Essa instabilidade contrasta com a trajetória mais suave do grupo tratado em anos sem seca, que converge de forma gradual para os valores do grupo de controle ao final do período. A maior volatilidade observada fora do Nordeste é consistente com a hipótese de que, nessa região, os municípios atingidos por secas constituem uma amostra mais reduzida e potencialmente menos representativa, sujeita a maior variação amostral ano a ano, o que reforça a necessidade de cautela na interpretação de efeitos pontuais fora do recorte nordestino onde as secas

são recorrentes.

Figura 8 – Classificação dos municípios em tratamento e controle — Brasil e Nordeste



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da RAIS e do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais.

A Figura 8 complementa essa análise ao evidenciar a distribuição geográfica dos municípios classificados nos grupos de tratamento e controle. No Painel A, que contempla o Brasil como um todo, observa-se que os municípios tratados concentram-se predominantemente na região Nordeste, refletindo a maior incidência e recorrência de eventos de seca e estiagem nesse território ao longo do período analisado. O Painel B, restrito à região Nordeste, torna essa concentração ainda mais evidente: uma parcela expressiva dos municípios nordestinos compõe o grupo de tratamento, indicando que a exposição às secas, nesse contexto, não representa um evento isolado ou esporádico, mas um fenômeno estrutural e geograficamente disseminado. Essa configuração reforça a relevância do Nordeste como recorte analítico e justifica a apresentação de análises desagregadas para a região nos capítulos seguintes.

Em conjunto, as evidências descritivas apresentadas nesta seção indicam que trabalhadores em municípios afetados por secas apresentam níveis salariais inferiores aos de seus pares em municípios de controle, independentemente do recorte considerado, seja por sexo, setor de atividade ou região. Essa diferença bruta, contudo, não pode ser interpretada como evidência causal do efeito das secas sobre os salários, uma vez que municípios tratados e não tratados diferem entre si em características estruturais preexistentes que também determinam o nível salarial local, configurando um problema de seleção que a simples comparação de médias ou medianas não é capaz de abordar. A análise por região revelou ainda um padrão de heterogeneidade particularmente relevante:

enquanto o Nordeste apresenta trajetórias salariais relativamente próximas entre os grupos tratado e controle ao longo do período, o restante do país exibe maior volatilidade no grupo tratado em anos de seca, sugerindo que a natureza e a magnitude do efeito das secas sobre o mercado de trabalho formal podem variar substancialmente conforme o contexto regional de adaptação estrutural ao fenômeno.

4 Estratégia Empírica

Esta dissertação adota uma estratégia empírica que se desdobra em duas dimensões complementares para identificar e quantificar os efeitos de eventos climáticos extremos, especificamente secas e estiagens, sobre o mercado de trabalho formal brasileiro. A variável de resultado é o logaritmo da remuneração de dezembro, obtida a partir dos microdados da RAIS.

4.1 Efeitos de desastres climáticos sobre o mercado de trabalho

A estratégia de identificação central fundamenta-se no arcabouço de efeitos de antecipação proposto por Malani e Reif (2015) e adaptado por Assunção et al. (2023). Essa abordagem é especialmente adequada ao contexto analisado, pois permite acomodar a possibilidade de que agentes econômicos ajustem seu comportamento em antecipação à ocorrência de choques climáticos recorrentes, o que torna as especificações tradicionais potencialmente enviesadas. A equação estimada assume a seguinte forma:

$$Y_{mt} = \alpha + \beta D_{mt} + \sum_j \lambda_j \mathbb{E}[D_{m,t+j}] + X'_{mt} \theta + \varepsilon_{mt} \quad (4.1)$$

Em que Y_{mt} representa o *outcome* de interesse no município m e período t ; D_{mt} é uma variável indicadora que assume valor um quando o município m é atingido por um evento climático extremo no período t , e zero caso contrário; X_{mt} é um vetor de controles municipais variantes no tempo, incluindo população e produto interno bruto (PIB); e ε_{mt} é o termo de erro idiossincrático.

O coeficiente β captura o impacto causal médio da seca/estiagem sobre os municípios afetados, líquido das expectativas de ocorrência futura desses eventos, ou seja, controlando pelo fato de que parte da resposta observada pode refletir ajustes antecipados e não o choque contemporâneo em si. Os termos λ_j associados a $\mathbb{E}[D_{i,t+j}]$ absorvem esses efeitos prospectivos, garantindo que β identifique o impacto corrente do evento.

Uma propriedade relevante da especificação (4.1) é sua flexibilidade para representar diferentes hipóteses sobre o processo gerador dos eventos climáticos e, consequentemente, sobre o comportamento adaptativo dos agentes. Consideremos dois casos:

Caso I — Eventos idiossincráticos e identicamente distribuídos

Se os eventos extremos forem independentes entre municípios e ao longo do tempo, de modo que $\mathbb{E}[D_{i,t+j}] = c$ para alguma constante c , os termos de antecipação são absorvidos no intercepto e a equação (4.1) reduz-se a:

$$Y_{mt} = \alpha + \beta D_{mt} + X'_{mt} \theta + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (4.2)$$

A inclusão do efeito fixo individual μ_i justifica-se pela estrutura de painel longitudinal dos dados: como acompanhamos os mesmos trabalhadores ao longo do tempo, é necessário controlar por características individuais invariantes no tempo, como habilidade, escolaridade e experiência prévia, que afetam simultaneamente a remuneração e a exposição ao choque climático.

Nesta especificação, o coeficiente β captura o impacto total da seca, porém, ao omitir as diferenças estruturais entre as regiões, esse modelo sofre de viés de variável omitida. Como as secas são amplamente concentradas na região do semiárido brasileiro, a omissão das características municipais permanentes faz com que β capture não apenas o choque, mas também as condições de pobreza e o menor dinamismo estrutural dos mercados de trabalho nas regiões endemicamente secas.

No contexto deste trabalho, a especificação estimada sob o Caso I assume a seguinte forma:

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 \text{Seca}_{m(i,t),t} + \beta_2 \text{Seca}_{m(i,t),t-1} + X'_{m(i,t),t}\theta + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (4.3)$$

em que $\text{Seca}_{m(i,t),t}$ é o indicador contemporâneo de seca no município do indivíduo i no período t , $\text{Seca}_{m(i,t),t-1}$ é sua defasagem temporal, e μ_i é o efeito fixo individual. A inclusão do termo defasado $\text{Seca}_{m(i,t),t-1}$ captura efeitos que se manifestam com atraso temporal, como a contração de novas contratações e o congelamento de reajustes salariais que, embora desencadeados pelo choque climático no período anterior, repercutem sobre a remuneração observada apenas no período seguinte. Essa distinção entre o canal contemporâneo e o canal defasado é central para a análise, pois permite separar os impactos imediatos da seca dos efeitos persistentes que configuram potenciais cicatrizes no mercado de trabalho jovem.

Caso II — Efeito de Adaptação Municipal

Alternativamente, se os eventos forem independentes ao longo do tempo dentro de cada município, mas cada localidade possuir uma probabilidade específica e estável de ser afetada, então $\mathbb{E}[D_{i,t+j}] = \gamma_{m(i)}$, e a equação (4.1) é equivalente a:

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 \text{Seca}_{m(i,t),t} + \beta_2 \text{Seca}_{m(i,t),t-1} + X'_{m(i,t),t}\theta + \mu_i + \gamma_{m(i)} + \varepsilon_{it} \quad (4.4)$$

em que $\gamma_{m(i)}$ representa o efeito fixo municipal. Essa especificação controla por qualquer característica não observada em nível municipal que seja invariante ao longo do tempo, incluindo a propensão histórica de cada município à ocorrência de secas. Os efeitos fixos $\gamma_{m(i)}$ absorvem tanto as vantagens comparativas estruturais do mercado de trabalho local quanto as estratégias de adaptação de longo prazo adotadas por trabalhadores e firmas em

resposta às condições climáticas persistentes. Portanto, os coeficientes β_1 e β_2 estimados pela equação (4.4) representam o efeito local de desastres climáticos sobre o mercado de trabalho além de toda a adaptação estrutural já incorporada pelas economias locais.

Espera-se que as estimativas obtidas pelas equações (4.3) e (4.4) diverjam de forma economicamente significativa. Em particular, espera-se que o coeficiente contemporâneo β_1 da equação (4.3) se atenue substancialmente na equação (4.4), na medida em que o efeito fixo municipal remove diferenças estruturais entre municípios que são erroneamente atribuídas ao choque na especificação sem controle de características municipais permanentes. Quanto ao coeficiente defasado β_2 , espera-se que este sobreviva à inclusão do efeito fixo municipal, indicando um canal causal que opera com atraso temporal e que não é explicado pela adaptação estrutural de longo prazo.

5 Resultados

Esta seção apresenta os resultados das estimativas do efeito das secas sobre o logaritmo do salário mensal (remuneração de dezembro) no mercado de trabalho formal jovem, organizando-se em duas partes. Inicialmente, discutem-se os resultados principais, distinguindo o efeito contemporâneo da exposição à seca de seu efeito defasado. Na sequência, exploram-se as heterogeneidades do efeito estimado segundo gênero, setor de atividade e recorte regional.

5.1 Resultados Principais

A Tabela 1 apresenta as estimativas principais do efeito da seca sobre o logaritmo do salário mensal (remuneração de dezembro) real dos trabalhadores jovens formais (18–29 anos) no Brasil, para o período 2013–2023. A coluna (1) reporta a especificação com efeitos fixos de indivíduo, que capta o impacto bruto da seca, incluindo a adaptação estrutural dos municípios, ao passo que a coluna (2) adiciona efeitos fixos de município, isolando o efeito local líquido dessa adaptação, conforme o enquadramento de Malani e Reif (2015) adaptado por Assunção et al. (2023). Em ambas as especificações, os erros-padrão são clusterizados no nível do município. A amostra compreende aproximadamente 6,9 milhões de observações-ano referentes a trabalhadores com vínculo formal ativo.

Tabela 1 – Efeito da Seca sobre os Salários (em log) — Estimação Principal (Brasil)

	(1)	(2)
Seca_t	−0,0032 (0,0048)	0,0010 (0,0044)
Seca_{t-1}	−0,0125** (0,0063)	−0,0073 (0,0054)
Controles	Sim	Sim
EF fixo de indivíduo	Sim	Sim
EF fixo de município	Não	Sim
Observações	6.942.504	6.942.504
R ² ajustado	0,7740	0,7765

Nota: Erros-padrão clusterizados ao nível do município reportados entre parênteses. A coluna (1) inclui efeitos fixos de indivíduo; a coluna (2) adiciona efeitos fixos de município. Controles incluídos em todas as especificações: logaritmo do PIB municipal e logaritmo da população municipal. * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$.

O coeficiente contemporâneo da Seca_t mostra-se estatisticamente não significativo em ambas as especificações (Tabela 1). Esse resultado, contudo, não deve ser interpretado necessariamente como ausência de impacto. Como a variável dependente é o logaritmo do salário, a estimação exclui, por construção, os trabalhadores com salário zero em

dezembro, isto é, aqueles que perderam o vínculo formal. Trata-se, portanto, de uma estimativa condicional à permanência no emprego. Uma interpretação plausível para a ausência de significância é a presença de um viés de composição positivo: caso a seca expulse do mercado formal predominantemente os trabalhadores de menor remuneração e menor produtividade, como sugere a literatura (HERNANDEZ-CORTES; MATHES, 2024; MARCA et al., 2026), a média salarial dos remanescentes tenderia a se elevar, atenuando o coeficiente estimado em direção a zero. Ressalta-se, contudo, que essa leitura constitui uma hipótese interpretativa, e não uma conclusão estabelecida, uma vez que este estudo não realiza uma decomposição formal que separe o efeito de composição do efeito sobre os salários dos trabalhadores que permanecem empregados.

O efeito defasado da Seca_{t-1} , por sua vez, revela uma dinâmica temporal distinta. Na especificação com efeitos fixos de indivíduo, a exposição à seca no período anterior estaria associada a uma redução de 1,24% nos salários correntes, significativa ao nível de 5%. Essa evidência sugere que o impacto da seca sobre a remuneração não se manifestaria de forma imediata entre os trabalhadores que permanecem empregados, mas com defasagem, possivelmente por meio de mecanismos como a deterioração do emparelhamento ocupacional, a perda de poder de barganha e a redução da demanda local por trabalho (MARCA et al., 2026). O resultado é coerente com a literatura de perdas salariais persistentes em choques no início da carreira, que documenta penalidades duradouras mesmo após a dissipação do choque inicial (DINKELMAN, 2017; MARCA et al., 2026; WACHTER, 2020).

A comparação entre as colunas (1) e (2) evidencia o papel da adaptação municipal. Na especificação com efeitos fixos de município e indivíduo, o coeficiente de Seca_{t-1} atenua-se para $-0,73\%$ e perde significância estatística. Essa atenuação indica que parte do efeito defasado captado na coluna (1) refletiria diferenças estruturais entre municípios, tais como a disponibilidade de infraestrutura de irrigação, a diversificação da base produtiva e o acesso a políticas de mitigação (BARRETO et al., 2025; MARCA et al., 2026), que são absorvidas pelo efeito fixo municipal. Nos termos de Malani e Reif (2015), a coluna (1) capta o impacto *ex ante*, que incorpora a adaptação estrutural, enquanto a coluna (2) isola o efeito causal *ex post*, líquido dessas respostas adaptativas de longo prazo.

Como resultado secundário, estimou-se o modelo principal utilizando como variável dependente o logaritmo do salário em $t + 1$, de modo a captar a persistência da penalidade salarial para além do período de exposição ao choque. Os resultados, apresentados na Tabela 2, indicam que o efeito defasado da seca se amplificaria no horizonte mais longo, alcançando $-2,20\%$ com efeitos fixos de indivíduo (significativo a 1%) e $-1,53\%$ com efeitos fixos de município e indivíduo (significativo a 5%), o que sugere a existência de um canal causal persistente à adaptação estrutural dos municípios. O aumento da magnitude do coeficiente de t para $t + 1$ mostra-se consistente com um processo de deterioração acumulada das condições de reinserção dos trabalhadores jovens, associado ao rebaixamento

ocupacional, à perda de capital humano específico e ao congelamento prolongado das contratações, que amplificaria a penalidade inicial ao longo do tempo (MARCA et al., 2026).

Tabela 2 – Efeito da Seca sobre os Salários no Ano Seguinte (em log, $t+1$) — Brasil

	(1)	(2)
$Seca_t$	−0,0060 (0,0064)	−0,0042 (0,0048)
$Seca_{t-1}$	−0,0222*** (0,0068)	−0,0154** (0,0065)
Controles	Sim	Sim
EF fixo de indivíduo	Sim	Sim
EF fixo de município	Não	Sim
Observações	5.960.163	5.960.163
R^2 ajustado	0,7821	0,7849

Nota: Erros-padrão clusterizados ao nível do município reportados entre parênteses. A coluna (1) inclui efeitos fixos de indivíduo; a coluna (2) adiciona efeitos fixos de município. Controles incluídos em todas as especificações: logaritmo do PIB municipal e logaritmo da população municipal. * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$.

5.2 Heterogeneidade por sexo

Na análise desagregada por sexo, o efeito contemporâneo mostra-se estatisticamente nulo para ambos os grupos, padrão compatível com a hipótese de viés de composição discutida na estimação principal. O coeficiente defasado, contudo, diverge substancialmente entre homens e mulheres. Para o sexo masculino, a seca defasada apresenta coeficientes pequenos e não significativos em ambas as especificações (−0,83% e −0,35%, respectivamente), o que indica que os trabalhadores jovens do sexo masculino que permanecem no emprego formal não sofreriam penalidade salarial no período subsequente ao choque. Para o sexo feminino, em contraste, o efeito defasado seria de −1,71% com efeitos fixos de indivíduo e de −1,17% com efeitos fixos de município e indivíduo, ambos significativos ao nível de 5%. As trabalhadoras jovens, portanto, concentrariam a quase totalidade do efeito defasado estimado para a amostra agregada.

Tabela 3 – Efeito da Seca sobre os Salários (em log) — Estimação Principal (Feminino)

	(1)	(2)
$Seca_t$	−0,0031 (0,0055)	0,0005 (0,0050)
$Seca_{t-1}$	−0,0172** (0,0067)	−0,0118** (0,0057)
Controles	Sim	Sim
EF fixo de indivíduo	Sim	Sim
EF fixo de município	Não	Sim
Observações	2.949.058	2.949.058
R^2 ajustado	0,7577	0,7608

Nota: Erros-padrão clusterizados ao nível do município reportados entre parênteses. A coluna (1) inclui efeitos fixos de indivíduo; a coluna (2) adiciona efeitos fixos de município. Controles incluídos em todas as especificações: logaritmo do PIB municipal e logaritmo da população municipal. * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$.

O resultado feminino é particularmente relevante porque o efeito de $Seca_{t-1}$ sobrevive à inclusão dos efeitos fixos de município, o que aponta para a existência de um canal causal persistente que não é absorvido pela adaptação estrutural. Em outras palavras, os mecanismos municipais de mitigação (BARRETO et al., 2025), seriam insuficientes para proteger as trabalhadoras jovens da penalidade salarial de médio prazo. A magnitude do coeficiente feminino (−1,17%) supera, inclusive, o efeito agregado na mesma especificação (−0,73%, não significativo), o que revela que a estimativa para o Brasil como um todo corresponde a uma média ponderada que dilui o efeito feminino com a ausência de efeito masculino.

A vulnerabilidade diferenciada das mulheres jovens é consistente com múltiplos mecanismos documentados na literatura (DINKELMAN, 2017; Centre for Gender and Disaster, 2021; THURSTON; STÖCKL; RANGANATHAN, 2021; RIZZOTTO; SIMS; GIBBS, 2025). Em primeiro lugar, as mulheres tendem a ocupar posições de maior rotatividade e menor proteção contratual no mercado formal brasileiro, concentrando-se em setores como comércio e serviços, mais sensíveis a contrações da demanda local (BARRETO et al., 2025). Em segundo lugar, a literatura sobre choques climáticos e gênero aponta que eventos extremos sobrecarregam desproporcionalmente as mulheres com responsabilidades de cuidado e trabalho doméstico, reduzindo sua disponibilidade e sua flexibilidade para buscar reinserções de melhor qualidade. (Centre for Gender and Disaster, 2021; THURSTON; STÖCKL; RANGANATHAN, 2021; RIZZOTTO; SIMS; GIBBS, 2025) Essa restrição tenderia a deteriorar o emparelhamento ocupacional no retorno ao emprego, gerando precisamente o tipo de penalidade persistente captada pelo coeficiente defasado. Em terceiro lugar, a literatura sobre perdas salariais persistentes sugere que interrupções e transições involuntárias no início da carreira afetam mais intensamente os grupos com

menor acúmulo de capital humano específico e menor poder de barganha (WACHTER, 2020)

Tabela 4 – Efeito da Seca sobre os Salários (em log) — Estimação Principal (Masculino)

	(1)	(2)
$Seca_t$	−0,0030 (0,0048)	0,0018 (0,0045)
$Seca_{t-1}$	−0,0083 (0,0063)	−0,0035 (0,0055)
Controles	Sim	Sim
EF fixo de indivíduo	Sim	Sim
EF fixo de município	Não	Sim
Observações	3.974.895	3.974.895
R^2 ajustado	0,7783	0,7809

Nota: Erros-padrão clusterizados ao nível do município reportados entre parênteses. A coluna (1) inclui efeitos fixos de indivíduo; a coluna (2) adiciona efeitos fixos de município. Controles incluídos em todas as especificações: logaritmo do PIB municipal e logaritmo da população municipal. * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$.

A ausência de efeito entre os homens (Tabela 4) admite pelo menos duas interpretações complementares. Por um lado, os trabalhadores jovens do sexo masculino podem estar inseridos em ocupações com maior rigidez salarial ou em setores cuja demanda é menos elástica a choques climáticos locais. Por outro lado, é possível que, para os homens, a margem de ajuste opere predominantemente pela via extensiva, isto é, pela saída do emprego formal, e não pela redução salarial condicional à permanência, hipótese que poderia ser investigada mediante a análise de participação desagregada por sexo. De todo modo, o contraste entre os gêneros reforça a importância de desagregar os efeitos de choques climáticos sobre o mercado de trabalho, evitando que estimativas agregadas ocultem heterogeneidades distributivas relevantes para o desenho de políticas públicas. (Centre for Gender and Disaster, 2021)

5.3 Heterogeneidade por setor

A desagregação setorial constitui um teste direto do canal de transmissão mais intuitivo entre secas e o mercado de trabalho, a saber, a dependência da atividade econômica em relação ao regime hídrico. A Tabela 5 demonstra que no setor primário (divisões 01–03 da CNAE), o coeficiente de $Seca_{t-1}$ seria de −2,20% com efeitos fixos de indivíduo e de −1,84% com efeitos fixos de município e indivíduo, ambos com significância estatística (1% e 5%, respectivamente). Trata-se dos maiores coeficientes dentre todas as subamostras analisadas, superando inclusive os resultados femininos e os da amostra agregada. Conforme, a Tabela 6 para o setor não primário, em contraste, o efeito defasado

seria substancialmente menor ($-1,16\%$ com EF indivíduo, significativo apenas a 10%) e desapareceria por completo sob controle municipal ($-0,66\%$, não significativo).

Tabela 5 – Efeito da Seca sobre os Salários (em log) — Estimação Principal (Setor Primário)

	(1)	(2)
$Seca_t$	$-0,0006$ (0,0092)	$0,0033$ (0,0095)
$Seca_{t-1}$	$-0,0222^{***}$ (0,0074)	$-0,0186^{**}$ (0,0074)
Controles	Sim	Sim
EF fixo de indivíduo	Sim	Sim
EF fixo de município	Não	Sim
Observações	378.389	378.371
R^2 ajustado	0,7709	0,7748

Nota: Erros-padrão clusterizados ao nível do município reportados entre parênteses. A coluna (1) inclui efeitos fixos de indivíduo; a coluna (2) adiciona efeitos fixos de município. Controles incluídos em todas as especificações: logaritmo do PIB municipal e logaritmo da população municipal. Amostra restrita às divisões CNAE 01–03 (setor primário). * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$.

O resultado do setor primário (Tabela 5) é notável não apenas pela magnitude, mas pela robustez à inclusão dos efeitos fixos de município. Diferentemente do que ocorre na amostra agregada, em que o controle municipal atenua o efeito defasado a ponto de retirar sua significância, no setor primário o coeficiente se manteria em $-1,84\%$ mesmo na especificação mais exigente. Esse comportamento sugere que, para os trabalhadores jovens formais do setor primário, os mecanismos de adaptação estrutural dos municípios, tais como: Programa de Cisternas, infraestrutura de irrigação, assistência técnica rural, seguro-defeso, convivência com o semiárido e recorrência do choque, seriam insuficientes para neutralizar a penalidade salarial de médio prazo. Os resultados indicam que a dependência direta do setor em relação à disponibilidade hídrica cria uma exposição que não pode ser inteiramente absorvida por características municipais fixas, uma vez que uma seca severa compromete safras, reduz a produtividade marginal do trabalho e deteriora as condições de recontração, independentemente da capacidade adaptativa do município. (BARRETO et al., 2025)(BASTOS; BUSO; MILLER, 2013)(BRANCO; FÉRES, 2021)

Tabela 6 – Efeito da Seca sobre os Salários (em log) — Estimação Principal (Setor Não Primário)

	(1)	(2)
$Seca_t$	−0,0032 (0,0050)	0,0005 (0,0045)
$Seca_{t-1}$	−0,0117* (0,0065)	−0,0066 (0,0055)
Controles	Sim	Sim
EF fixo de indivíduo	Sim	Sim
EF fixo de município	Não	Sim
Observações	6.535.600	6.535.600
R ² ajustado	0,7781	0,7805

Nota: Erros-padrão clusterizados ao nível do município reportados entre parênteses. A coluna (1) inclui efeitos fixos de indivíduo; a coluna (2) adiciona efeitos fixos de município. Controles incluídos em todas as especificações: logaritmo do PIB municipal e logaritmo da população municipal. Amostra exclui as divisões CNAE 01–03 (setor primário). * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$.

A atenuação do efeito no setor não primário é igualmente informativa (Tabela 6). O coeficiente de $Seca_{t-1}$ parte de −1,17% na coluna (1) e perde significância na coluna (2), o que indica que a penalidade captada na especificação sem EF de município refletiria predominantemente diferenças estruturais entre municípios mais e menos expostos à seca, e não um efeito causal direto do choque climático sobre os salários urbanos e industriais (Tabela 6). Esse padrão é consistente com a hipótese de que a seca afetaria o setor não primário de forma indireta, por meio da contração da demanda agregada local e dos encadeamentos intersetoriais (ASSUNÇÃO; CHEIN, 2016), de modo que esses canais indiretos seriam em grande medida capturados pelas características fixas do município, como a composição setorial da economia local, o grau de diversificação produtiva e a integração com mercados regionais.

O contraste setorial reforça e qualifica a narrativa central desta dissertação. Os efeitos persistentes da seca sobre os salários dos jovens no mercado formal brasileiro não constituem um fenômeno homogêneo, mas se concentram de maneira desproporcional no setor primário, onde a exposição ao choque é direta e os mecanismos de adaptação se mostram insuficientes. (ASSUNÇÃO; CHEIN, 2016) No setor não primário, por sua vez, a adaptação municipal absorve a maior parte do impacto (ASSUNÇÃO et al., 2023), o que sugere que as políticas de diversificação econômica e os mecanismos institucionais de proteção operariam de maneira mais eficaz para os trabalhadores inseridos em atividades não primárias.

5.4 Heterogeneidade regional

A região Nordeste concentra a maior parte dos municípios expostos a secas recorrentes no painel e apresenta um conjunto de vulnerabilidades estruturais, tais como menor diversificação produtiva, maior informalidade, menor estoque de capital humano e maior dependência de transferências governamentais. Soma-se a esse contexto a limitada disponibilidade de tecnologias de adaptação à seca, como sistemas de irrigação, reservatórios privados de água e sementes mais resistentes, o que faz com que os episódios de estiagem reduzam a produção agropecuária, comprometendo tanto a produtividade das culturas de subsistência quanto a renda proveniente das culturas comerciais (BRANCO; FÉRES, 2021). Esse conjunto de características torna a região um laboratório natural para investigar os efeitos de choques climáticos sobre o mercado de trabalho jovem (WACHTER, 2020). A análise abrange dois horizontes temporais, a saber, a estimação principal (salário em t) e o resultado secundário com salário em $t + 1$, para cada uma das duas sub-regiões.

Tabela 7 – Efeito da Seca sobre os Salários (em log) — Estimação Principal (Nordeste)

	(1)	(2)
Seca_t	−0,0028 (0,0045)	−0,0019 (0,0046)
Seca_{t-1}	−0,0073 (0,0054)	−0,0041 (0,0055)
Controles	Sim	Sim
EF fixo de indivíduo	Sim	Sim
EF fixo de município	Não	Sim
Observações	1.777.013	1.777.013
R ² ajustado	0,7426	0,7449

Nota: Erros-padrão clusterizados ao nível do município reportados entre parênteses. A coluna (1) inclui efeitos fixos de indivíduo; a coluna (2) adiciona efeitos fixos de município. Controles incluídos em todas as especificações: logaritmo do PIB municipal e logaritmo da população municipal. * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$.

Na estimação principal para o Nordeste, o efeito contemporâneo da seca mostra-se estatisticamente nulo (−0,28% e −0,19%, ambos não significativos), reproduzindo o padrão da amostra agregada. Esse resultado é compatível com a hipótese de viés de composição, segundo a qual a saída seletiva dos trabalhadores menos remunerados atenuaria a penalidade salarial observada entre os que permanecem empregados. O efeito defasado (Seca_{t-1}) seria negativo (−0,73% e −0,41%), mas não alcançaria significância estatística convencional em nenhuma das especificações. Isoladamente, esse resultado poderia sugerir a ausência de efeito persistente da seca sobre os salários dos jovens nordestinos. Tal leitura, contudo, seria prematura, como sugere o resultado secundário com horizonte $t + 1$ (Tabela 9, Apêndice).

O resultado central da análise regional emerge da Tabela 9 (Apêndice). O coeficiente de Seca_{t-1} , que, neste horizonte, capta o efeito da seca dois períodos após a exposição, atingiria -2% com efeitos fixos de indivíduo (significativo a 1%) e $-1,64\%$ com efeitos fixos de município e indivíduo (significativo a 5%). Trata-se das perdas salariais persistentes, já que a penalidade não apenas emergiria com defasagem, como se amplificaria ao longo do tempo e resistiria à absorção da adaptação municipal. Esse padrão sugere que, no Nordeste, os mecanismos de adaptação estrutural seriam insuficientes para impedir a deterioração prolongada da trajetória salarial dos trabalhadores jovens formais expostos à seca. A magnitude do efeito ($-1,64\%$ na especificação mais exigente) supera a estimativa agregada para o Brasil ($-1,53\%$), o que confirma que o resultado nacional é predominantemente conduzido pela região Nordeste.

Os resultados para o restante do Brasil apresentam um padrão distinto. Na estimação principal, o coeficiente contemporâneo da seca seria positivo e significativo, alcançando $+3,54\%$ com efeitos fixos de indivíduo (5%) e $+3,33\%$ com efeitos fixos de município e indivíduo (1%). Uma interpretação possível para esse resultado, aparentemente contraintuitivo, é a operação de um viés de composição sob seleção intensa: nas regiões fora do Nordeste, onde as secas são eventos menos frequentes e potencialmente mais disruptivos para o mercado de trabalho local, o choque poderia expulsar proporcionalmente mais trabalhadores de baixa remuneração do emprego formal, elevando a média salarial dos remanescentes de maneira suficiente para reverter o sinal do coeficiente. Essa hipótese, embora plausível, não é testada diretamente neste estudo. A ausência de efeito defasado, com Seca_{t-1} não significativo, sugere que não haveria penalidade persistente, padrão compatível com um efeito composicional pontual.

Tabela 8 – Efeito da Seca sobre os Salários (em log) — Estimação Principal (Exceto Nordeste)

	(1)	(2)
Seca_t	0,0348** (0,0136)	0,0328*** (0,0090)
Seca_{t-1}	0,0147 (0,0210)	0,0097 (0,0146)
Controles	Sim	Sim
EF fixo de indivíduo	Sim	Sim
EF fixo de município	Não	Sim
Observações	5.161.288	5.161.288
R^2 ajustado	0,7551	0,7576

Nota: Erros-padrão clusterizados ao nível do município reportados entre parênteses. A coluna (1) inclui efeitos fixos de indivíduo; a coluna (2) adiciona efeitos fixos de município. Controles incluídos em todas as especificações: logaritmo do PIB municipal e logaritmo da população municipal. * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$.

A Tabela 10 (Apêndice) confirma a ausência de efeito causal da seca sobre os salários no restante do Brasil: o coeficiente de Seca_{t-1} mostra-se não significativo, sem qualquer indicação de penalidade persistente. Nessas regiões, a seca não produziria efeito salarial detectável entre os jovens que permanecem no emprego formal, em nenhum horizonte temporal. Esse resultado é consistente com a hipótese de que os mercados de trabalho fora do Nordeste dispõem de maior capacidade de absorção, decorrente da diversificação setorial, de mercados mais densos e integrados e de maior oferta de postos não agrícolas, que amorteceriam o impacto do choque climático sobre a margem intensiva.

O contraste regional ilumina a natureza essencialmente localizada dos efeitos persistentes sobre os salários. A penalidade salarial duradoura não constitui um fenômeno generalizado do mercado de trabalho formal brasileiro, mas uma característica específica do Nordeste, onde a interação entre vulnerabilidade climática, fragilidade institucional e menor dinamismo econômico cria as condições para que choques temporários se convertam em danos permanentes à trajetória dos trabalhadores jovens. Essa evidência é compatível com a literatura recente, que argumenta que, embora a exposição prolongada à seca possa ter favorecido o desenvolvimento de mecanismos de adaptação capazes de amenizar parte dos impactos médios, a dependência da agricultura e a limitada resiliência da infraestrutura continuam sendo importantes fontes de vulnerabilidade na região (MARCA et al., 2026).

Os resultados deste estudo sugerem, contudo, que esses mecanismos adaptativos não seriam suficientes para impedir perdas salariais persistentes entre os jovens que permanecem no mercado formal de trabalho. Fora do Nordeste, os resultados sugerem que o impacto da seca se concentraria na margem extensiva e em um possível efeito composicional de curto prazo, sem evidência de efeitos duradouros sobre os salários. Essa assimetria regional é consistente com a literatura que documenta a persistência de desigualdades regionais no Brasil como resultado da interação entre choques recorrentes e baixa capacidade adaptativa. (ASSUNÇÃO; CHEIN, 2016)

6 Conclusão

Esta dissertação documentou os efeitos causais das secas sobre os salários dos trabalhadores jovens (18–29 anos) no mercado de trabalho formal brasileiro, a partir de microdados administrativos longitudinais da RAIS vinculados a registros municipais de desastres naturais para o período 2013–2023. A estratégia empírica combinou estimações TWFE com duas especificações de efeitos fixos, seguindo o enquadramento de Malani e Reif (2015), adaptado por Assunção et al. (2023), para distinguir o impacto bruto *ex ante* do efeito causal *ex post*, líquido da adaptação estrutural dos municípios.

Os principais achados podem ser sintetizados da seguinte forma. A seca não produz penalidade salarial contemporânea detectável entre os trabalhadores que permanecem empregados. Uma interpretação plausível para esse resultado é a presença de um viés de composição positivo, decorrente da saída seletiva dos trabalhadores menos remunerados do mercado formal, hipótese que, contudo, não foi testada diretamente neste estudo. O efeito defasado da seca sobre os salários, em contrapartida, emerge com magnitude crescente: com efeitos fixos de indivíduo, passa de $-1,24\%$ na estimação com salário em t para $-2,20\%$ na estimação com salário em $t + 1$, mantendo-se significativo neste último horizonte mesmo com a inclusão dos efeitos fixos de município ($-1,53\%$). Esse comportamento configura um padrão de perdas salariais persistentes consistente com a literatura.

A análise de heterogeneidade revelou que os efeitos persistentes sobre os salários não constituem um fenômeno homogêneo, mas se concentram em três dimensões. No que diz respeito ao gênero, a penalidade defasada é conduzida pelas trabalhadoras jovens ($-1,71\%$ com EF de indivíduo e $-1,17\%$ com EF de município e indivíduo, ambas significativas a 5%), ao passo que os trabalhadores do sexo masculino não apresentam efeito significativo em nenhuma especificação. Do ponto de vista setorial, o setor primário concentra os coeficientes mais elevados de toda a análise ($-2,20\%$ e $-1,84\%$), enquanto o setor não primário exibe efeitos modestos, significativos apenas a 10% na especificação com EF de indivíduo e absorvidos pela adaptação municipal na especificação mais exigente.

Em âmbito regional, o Nordeste é a principal região onde as perdas salariais duradouras se manifestam. Embora o efeito defasado não seja significativo na estimação principal, ele se amplifica para -2% e $-1,64\%$ no horizonte $t + 1$, ambos estatisticamente significativos. No restante do Brasil, por sua vez, não se observa penalidade defasada em nenhum horizonte, e o coeficiente contemporâneo positivo é compatível com um efeito composicional pontual. Esse padrão indica que os efeitos de longo prazo sobre os salários são condicionados pela interação entre exposição climática direta e recorrente, fragilidade setorial e vulnerabilidade estrutural do território, de modo que estimativas agregadas para o país tendem a diluir os impactos que recaem sobre os subgrupos mais vulneráveis.

Do ponto de vista das contribuições, este estudo avança em relação à literatura

existente em três dimensões. Primeiro, desloca a unidade de análise do município para o indivíduo, o que permite acompanhar a trajetória salarial de uma mesma coorte ao longo do tempo e evidencia que a ausência de penalidade salarial contemporânea não deve ser lida como neutralidade do choque, uma vez que as estimativas são condicionais à permanência no emprego formal e, portanto, potencialmente afetadas pela saída seletiva de trabalhadores. Segundo, define o tratamento a partir de desastres efetivamente registrados pelo Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, adotando a perspectiva conceitual do IPCC (2022), que trata o desastre como a interação entre o fenômeno físico e a vulnerabilidade do território, em vez de recorrer a anomalias meteorológicas contínuas. Terceiro, transporta para o campo dos choques climáticos uma questão até então restrita aos choques econômicos, a das perdas persistentes associadas ao ingresso no mercado de trabalho em condições adversas, ao documentar uma trajetória de deterioração salarial crescente no horizonte defasado, concentrada nos subgrupos estruturalmente mais vulneráveis: trabalhadoras jovens, setor primário e região Nordeste.

Este estudo possui limitações que apontam para uma agenda de pesquisa futura. A primeira refere-se à interpretação do efeito contemporâneo. Como a estimação é condicional à permanência no emprego e não se realizou uma decomposição formal entre o efeito de composição e o efeito sobre os salários dos trabalhadores que permanecem empregados, a hipótese de viés de composição permanece como leitura interpretativa a ser testada, por exemplo, por meio de procedimentos de correção ou de limites para seleção amostral, ou da análise conjunta da margem extensiva, inclusive desagregada por sexo. A segunda direção é a extensão da análise ao mercado informal, o que permitiria acompanhar trabalhadores que saem do emprego registrado após o choque e capturar a magnitude total das perdas. A terceira é a investigação dos canais de transmissão, como crédito, migração e recomposição setorial, por meio de dados complementares, de modo a identificar os mecanismos que sustentam a deterioração salarial defasada documentada neste estudo. A quarta é a replicação da estratégia para outros tipos de desastres e faixas etárias, avaliando se os padrões encontrados são específicos à seca no semiárido ou refletem uma regularidade mais ampla dos choques climáticos sobre o capital humano jovem.

Por fim, os resultados têm implicações diretas para o desenho de políticas públicas de adaptação às mudanças climáticas no mercado de trabalho. Em primeiro lugar, programas de proteção ao emprego e à renda em contextos de seca devem adotar focalização territorial explícita no Nordeste e prioridade no setor primário, onde a penalidade salarial não é apenas maior, mas resistente aos mecanismos convencionais de adaptação municipal. Em segundo lugar, a concentração do efeito entre as mulheres jovens sugere que políticas de mitigação, tais como programas de requalificação profissional, extensão do seguro-desemprego ou incentivos à retenção de mão de obra feminina em períodos de choque, precisam incorporar uma perspectiva de gênero para evitar o aprofundamento de desigualdades preexistentes. Ademais, a ausência de efeito salarial contemporâneo, combinada à emergência de perdas

salariais persistentes no horizonte defasado, alerta para o risco de que avaliações de impacto restritas ao período imediato do choque subestimem sistematicamente os custos de longo prazo das secas sobre o capital humano jovem.

REFERÊNCIAS

- ALBERT, C.; BUSTOS, P.; PONTICELLI, J. The effects of climate change on labor and capital reallocation. 2021.
- ASSUNÇÃO, J.; CHEIN, F. Climate change and agricultural productivity in brazil: future perspectives. *Environment and Development Economics*, v. 21, n. 5, p. 581–602, 2016.
- ASSUNÇÃO, J. J. et al. *Another Boiling Frog: the impact of climate-related events on financial outcomes in Brazil*. [S.l.], 2023.
- BARRETO, Y.; BLADIMIR; MATA, D. D.; EMANUEL, L.; SAMPAIO, B. *Cisterns for Life: Climate Adaptation Policies For Water Provision and Rural Lives*. 2025. Available at SSRN, October 6, 2025.
- BASTOS, P.; BUSSO, M.; MILLER, S. *Adapting to climate change: Long-term effects of drought on local labor markets*. [S.l.], 2013.
- BRANCO, D.; FÉRES, J. Weather shocks and labor allocation: Evidence from rural brazil. *American Journal of Agricultural Economics*, Wiley Online Library, v. 103, n. 4, p. 1359–1377, 2021.
- CARLETON, T. et al. Adaptation to climate change. In: *Handbook of the Economics of Climate Change*. [S.l.]: North-Holland, 2024. p. 143–248.
- Centre for Gender and Disaster. *Gender and Disaster: Bibliography & Reference Guide – Volume 2*. London: [s.n.], 2021. Disponível em: <<https://www.ucl.ac.uk/risk-disaster-reduction/research/centre-gender-and-disaster>>.
- DINKELMAN, T. Long-run health repercussions of drought shocks: Evidence from south african homelands. *The Economic Journal*, Oxford University Press Oxford, UK, v. 127, n. 604, p. 1906–1939, 2017.
- FOMBY, T.; IKEDA, Y.; LOAYZA, N. V. The growth aftermath of natural disasters. *Journal of applied econometrics*, Wiley Online Library, v. 28, n. 3, p. 412–434, 2013.
- GROEN, J. A.; KUTZBACH, M. J.; POLIVKA, A. E. Storms and jobs: The effect of hurricanes on individuals' employment and earnings over the long term. *Journal of Labor Economics*, v. 38, n. 3, p. 653–685, 2020.
- HERNANDEZ-CORTES, D.; MATHES, S. The effects of environmental distress on labor markets: Evidence from brazil. *Available at SSRN 4749053*, 2024.
- HORWICH, G. Economic lessons of the kobe earthquake. *Economic Development and Cultural Change*, v. 48, n. 3, p. 521–542, 2000.
- HSIANG, S. Climate econometrics. *Annual Review of Resource Economics*, v. 8, n. 1, p. 43–75, 2016.
- IPCC. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK and New York, NY, USA, 2022. 3056 p.

- JAYACHANDRAN, S. Selling labor low: Wage responses to productivity shocks in developing countries. *Journal of Political Economy*, v. 114, n. 3, p. 538–575, 2006.
- KAHN, M. E. The death toll from natural disasters: the role of income, geography, and institutions. *Review of Economics and Statistics*, v. 87, n. 2, p. 271–284, 2005.
- KLOMP, J. Economic development and natural disasters: A satellite data analysis. *Global Environmental Change*, v. 36, p. 67–88, 2016.
- LEITER, A. M.; OBERHOFER, H.; RASCHKY, P. A. Creative disasters? flooding effects on capital, labour and productivity within european firms. *Environmental and Resource Economics*, v. 43, p. 333–350, 2009.
- LOAYZA, N. V. et al. Natural disasters and growth: Going beyond the averages. *World Development*, v. 40, n. 7, p. 1317–1336, 2012.
- MALANI, A.; REIF, J. Interpreting pre-trends as anticipation: Impact on estimated treatment effects from tort reform. *Journal of Public Economics*, Elsevier, v. 124, p. 1–17, 2015.
- MARCA, L.; BRAGA, L. F. T. V.; FRANCA, M. T. A.; ALVIM, A. M. The cost of drought: A causal study for brazilian municipalities. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Elsevier, p. 106012, 2026.
- MEL, S. D.; MCKENZIE, D.; WOODRUFF, C. Enterprise recovery following natural disasters. *The Economic Journal*, v. 122, n. 559, p. 64–91, 2012.
- NOY, I. The macroeconomic consequences of disasters. *Journal of Development Economics*, v. 88, n. 2, p. 221–231, 2009.
- RIZZOTTO, J. S.; SIMS, K. M.; GIBBS, H. K. Hot tempers: Differential effects of heat and drought on domestic violence. *Review of Economics of the Household*, Springer, p. 1–26, 2025.
- THURSTON, A. M.; STÖCKL, H.; RANGANATHAN, M. Natural hazards, disasters and violence against women and girls: a global mixed-methods systematic review. *BMJ global health*, BMJ Publishing Group Ltd, v. 6, n. 4, 2021.
- WACHTER, T. V. The persistent effects of initial labor market conditions for young adults and their sources. *Journal of Economic Perspectives*, American Economic Association 2014 Broadway, Suite 305, Nashville, TN 37203-2418, v. 34, n. 4, p. 168–194, 2020.
- XU, X. et al. Climate change vulnerability assessment for smallholder farmers in china: An extended framework. *Journal of Environmental Management*, v. 276, p. 111315, 2020.

APÊNDICE A – Tabelas

A.1 Heterogeneidade Regional — Nordeste vs. Exceto Nordeste

Tabela 9 – Efeito da Seca sobre os Salários no Ano Seguinte (em log, $t+1$) — Nordeste

	(1)	(2)
$Seca_t$	−0,0055 (0,0047)	−0,0047 (0,0046)
$Seca_{t-1}$	−0,0201*** (0,0074)	−0,0165** (0,0077)
Controles	Sim	Sim
EF fixo de indivíduo	Sim	Sim
EF fixo de município	Não	Sim
Observações	1.525.780	1.525.780
R^2 ajustado	0,7500	0,7519

Nota: Erros-padrão clusterizados ao nível do município reportados entre parênteses. A coluna (1) inclui efeitos fixos de indivíduo; a coluna (2) adiciona efeitos fixos de município. Controles incluídos em todas as especificações: logaritmo do PIB municipal e logaritmo da população municipal. * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$.

Tabela 10 – Efeito da Seca sobre os Salários no Ano Seguinte (em log, $t+1$) — Exceto Nordeste

	(1)	(2)
Seca_t	0,0120 (0,0237)	0,0085 (0,0137)
Seca_{t-1}	0,0009 (0,0159)	0,0036 (0,0123)
Controles	Sim	Sim
EF fixo de indivíduo	Sim	Sim
EF fixo de município	Não	Sim
Observações	4.429.387	4.429.387
R^2 ajustado	0,7647	0,7678

Nota: Erros-padrão clusterizados ao nível do município reportados entre parênteses. A coluna (1) inclui efeitos fixos de indivíduo; a coluna (2) adiciona efeitos fixos de município. Controles incluídos em todas as especificações: logaritmo do PIB municipal e logaritmo da população municipal. * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$.