

Universidade Federal de Pelotas
Instituto de Ciências Humanas
Programa de Pós-Graduação em Organizações e Mercado- PPGOM



Dissertação

Desastres Hidrológicos e Efeitos na Saúde Pré e Neonatal

Sérgio Alves Daneris

Pelotas, 2025

Sérgio Alves Daneris

DESASTRES HIDROLÓGICOS E EFEITOS NA SAÚDE PRÉ E NEONATAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Organizações e Mercados da Faculdade de Economia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área de concentração: Economia Aplicada).

Orientador: Prof. Dr. Felipe Garcia Ribeiro
Coorientador: Prof^a. Dra. Livia Madeira Triaca

Pelotas, 2025

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação da Publicação

D179d Daneris, Sérgio Alves

Desastres hidrológicos e efeitos na saúde pré e neonatal [recurso eletrônico] / Sérgio Alves Daneris ; Felipe Garcia Ribeiro, orientador ; Lívia Madeira Triaca, coorientadora. — Pelotas, 2025.
40 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Organizações e Mercados, Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Pelotas, 2025.

1. Desastres hidrológicos. 2. Apgar. 3. Saúde materna. 4. Nascimento. 5. Indicadores neonatais. I. Ribeiro, Felipe Garcia, orient. II. Triaca, Lívia Madeira, coorient. III. Título.

CDD 330

Sérgio Alves Daneris

Desastres Hidrológicos e Efeitos na Saúde Pré e Neonatal

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Organizações e Mercado, Faculdade de Economia, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 12/02/2025

Banca examinadora:

Prof. Dr. Felipe Garcia Ribeiro (Orientador)
Doutor em Economia de Empresas pela Fundação Getúlio Vargas

Prof. Dr. Vinicius Halmenschlager
Doutor em Economia Aplicada pela Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Pedro Henrique Soares Leivas
Doutor em Economia Aplicada pela Universidade Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. André Carraro
Doutor em Economia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, aos meus pais pelo apoio incondicional e por terem proporcionado minha educação, base fundamental para que eu pudesse trilhar este caminho. À minha namorada, pela companhia constante, pela paciência e pelo apoio em todos os momentos.

Um agradecimento especial à minha irmã, Ândrea Daneris, por ter me inspirado a seguir a carreira acadêmica e por sempre estar ao meu lado, ajudando-me em meus projetos e acreditando no meu potencial.

Expresso minha gratidão ao meu orientador, Dr. Felipe Garcia Ribeiro, por sua orientação, ensinamentos e por ser uma inspiração constante para que eu me torne um profissional melhor na minha área.

Aos meus colegas de trabalho, pela parceria e companheirismo durante os desafios e aprendizados de cada dia.

A minha coorientadora Profa. Dra. Livia Madeira Triaca, pela sua disponibilidade, paciência e auxílio no projeto.

Ao corpo docente do Programa de Pós-graduação em Organizações e Mercados (PPGOM) da Universidade Federal de Pelotas, por todos os ensinamentos durante este período.

Por fim, agradeço à CAPES, por proporcionar o suporte financeiro através da bolsa de pesquisa, contribuindo para a realização deste trabalho e para o avanço da ciência no Brasil.

A todos, meu sincero agradecimento.

Resumo

A presente pesquisa tem como objetivo medir os efeitos dos desastres hidrológicos nos indicadores de saúde pré natal e neonatal de recém-nascidos no Brasil. Para isso, coletamos dados mensais sobre o número de consultas pré-natais, as pontuações de Apgar 1 e Apgar 5, dados de peso ao nascer, tempo gestacional e a ocorrência de desastres hidrológicos entre 2000 a 2020 nos municípios brasileiros. Na primeira etapa, investigamos o impacto dos desastres hidrológicos, nas variáveis de interesse citadas acima, no período de oitos meses antecedentes ao parto até o nascimento do neonato. Na segunda etapa do trabalho, utilizamos dados do Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS) para avaliar o impacto dos desastres hidrológicos na saúde das gestantes internadas por meio dos diagnósticos de doenças relacionadas à exposição à água contaminada, usadas nesse trabalho como teste de canais entre a relação da saúde materna com o neonato. Os resultados indicam que as macrorregiões Norte, Centro-Oeste e Sudeste foram as mais afetadas por desastres naturais nos indicadores de saúde pré-natal e neonatal, com percentuais elevados de Baixo Apgar1 e Baixo Apgar5, em nível nacional, observou-se redução significativa na proporção de consultas pré-natais, evidenciando o impacto desses eventos na saúde materno-infantil. Além disso, o aumento de doenças como leptospirose, dengue e diarreias agudas, associadas a desastres, mostrou-se correlacionado à morbidade materna e neonatal, o estudo apresenta limitações, como a dependência de dados secundários relacionado a morbidades para grande parte dos municípios impossibilitando uma análise robusta, e a complexidade de fatores socioeconômicos não totalmente explorados. Em termos de políticas públicas, os resultados reforçam a necessidade de fortalecer a resiliência do sistema de saúde, ampliar o acesso ao pré-natal de qualidade e implementar ações intersetoriais para reduzir a vulnerabilidade das populações afetadas.

Palavras-chave: desastres hidrológicos; apgar; saúde materna; nascimento; indicadores neonatais.

Abstract

This research aims to measure the effects of hydrological disasters on the prenatal and neonatal health indicators of newborns in Brazil. To do this, we collected monthly data on the number of prenatal consultations, Apgar 1 and Apgar 5 scores, birth weight data, gestational length and the occurrence of hydrological disasters between 2000 and 2020 in Brazilian municipalities. In the first stage, we investigated the impact of hydrological disasters on the variables of interest mentioned above, in the period of eight months prior to delivery until the birth of the newborn. In the second stage of the study, we used data from the SUS Hospital Information System (SIH/SUS) to assess the impact of hydrological disasters on the health of hospitalized pregnant women through diagnoses of diseases related to exposure to contaminated water, used in this study as a channel test between the relationship between maternal health and the newborn. The results indicate that the North, Midwest and Southeast macro-regions were the most affected by natural disasters in terms of prenatal and neonatal health indicators, with high percentages of Low Apgar1 and Low Apgar5. At a national level, there was a significant reduction in the proportion of prenatal consultations, highlighting the impact of these events on maternal and child health. In addition, the increase in diseases such as leptospirosis, dengue and acute diarrhea, associated with disasters, has been shown to be correlated with maternal and neonatal morbidity. The study has limitations, such as the reliance on secondary data related to morbidities for a large part of the municipalities, making it impossible to carry out a robust analysis, and the complexity of socio-economic factors that have not been fully explored. In terms of public policy, the results reinforce the need to strengthen the resilience of the health system, expand access to quality prenatal care and implement intersectoral actions to reduce the vulnerability of affected populations.

Keywords: hydrological disasters; Apgar score; maternal health; birth; neonatal indicators.

Lista de Figuras

- Figura 1: Frequência Anual de Desastres Hidrológicos nas Macrorregiões 18
- Figura 2: Frequência de Tipologias de Desastres Hidrológicos por Macrorregiões .. 18

Lista de Tabelas

Tabela 1: Estatística Descritiva: Saúde e Desastres no Brasil 2000 – 2020	23
Tabela 2: Efeito Fixo Saúde Neonato e Desastres Hidrológicos no Norte	26
Tabela 3: Efeito Fixo Saúde Neonato e Desastres Hidrológicos no Sul	28
Tabela 4: Efeito Fixo Saúde Neonato e Desastres Hidrológicos no Nordeste	30
Tabela 5: Efeito Fixo Saúde Neonato e Desastres Hidrológicos no Centro-Oeste...	32
Tabela 6: Efeito Fixo Saúde Neonato e Desastres Hidrológicos no Sudeste	34
Tabela 7: Regressão Saúde Materna e Indicadores Neonatal	36

Sumário

1	Introdução	12
2	Revisão da Literatura	14
2.1	Saúde e Desastres Hidrológicos	14
2.2	Impacto da Saúde Materna durante a Gravidez	16
3	Bases de dados.....	17
3.1	Desastres Hidrológicos no Brasil (2000-2020)	17
3.2	Saúde Neonatal e Desastres Hidrológicos (2000-2020)	19
4.	Estratégia Empírica	23
5.	Resultados Saúde Neonato.....	25
5.1	Norte.....	26
5.2	Sul.....	28
5.3	Nordeste.....	30
5.4	Centro-Oeste.....	32
5.5	Sudeste	34
6.	Resultados Relação Saúde Materna e Efeitos no Recém-Nascido.....	35
7.	Discussão em Termos de Políticas Públicas: relação entre os desastres hidrológicos, o Sistema de Saúde e diferenças macrorregionais	37
8.	Conclusão	38
	Referências	40

1 Introdução

De acordo com a definição apresentada na EIRD (Estratégia Internacional para Redução de Desastres), um desastre natural é caracterizado por dois aspectos principais, que podem ocorrer de forma conjunta ou separada. Primeiro, trata-se de um evento que causa uma interrupção significativa no funcionamento normal de uma comunidade ou sociedade, afetando o cotidiano das pessoas. Essa interrupção resulta em perdas materiais e econômicas, além de danos ao meio ambiente e à saúde da população, podendo levar a doenças e mortes tanto imediatas quanto futuras. Em segundo lugar, o evento ultrapassa a capacidade da comunidade ou sociedade afetada de responder e lidar com a situação utilizando apenas os próprios recursos, o que pode agravar ainda mais as perdas e danos ambientais e de saúde, estendendo seus efeitos para além da área diretamente impactada (NARVÉZ; LAVELL; PÉREZ ORTEGA, 2009).

Entre 2000 e 2020, foram observados no Brasil, 13.635 ocorrências de enxurradas, alagamentos e inundações, afetando aproximadamente 47 milhões de pessoas. Desses, 5,83 milhões encontravam-se em situação de desalojamento ou desabrigo (SEDEC/MIDR). As ocorrências de alagamentos e inundações acarretam diversas consequências para a saúde, incluindo a contaminação biológica e química da água potável, o comprometimento das fontes de abastecimento, dificuldades na coleta de lixo e a exposição a materiais tóxicos (DÁRIO; MALAGUTTI, 2019). Essas condições aumentam o risco de doenças associadas à exposição a águas contaminadas (DÁRIO; MALAGUTTI, 2019).

Nessa pesquisa, foi avaliado o efeito de desastres sobre indicadores pré-natal e neonatal. Isso é importante, uma vez que desastres e as alterações causadas ao ambiente geram consequências importantes que podem afetar a saúde da gestante, a capacidade de acolhimento do sistema de saúde e conseqüentemente a saúde do neonato.

Com base em dados do Ministério da Saúde, cerca de 1.915 municípios não possuem serviços médicos privados, criando uma dependência do Sistema Único de Saúde (SUS). Trabalhamos com as hipóteses de que: (i) em locais de ocorrência de

desastres, uma parte da população, incluindo gestantes, enfrentaram dificuldade, devido à falta de acessibilidade aos serviços de saúde para consultas periódicas durante a gestação; (ii) a falta de atendimento básico afeta a saúde materna, impactando os índices neonatais. Além disso, com o intuito de assegurar a consistência da análise, foi avaliado o impacto desses desastres na saúde de mulheres diagnosticadas com gestação de risco, por meio das doenças associadas a esses eventos, tais como leptospirose, doenças diarreicas, tétano e dengue. Essas condições foram consideradas no estudo como variáveis de teste de canais para analisar a relação entre a saúde materna em gestações de risco, decorrentes de diagnósticos de morbidades associadas à exposição a água contaminada, e a saúde do neonato. Conforme destacado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), gestantes com diagnósticos de morbidades apresentam maior probabilidade de evoluir para uma gestação de risco, o que reforça a relevância dessa abordagem analítica. Para a análise, foram coletados dados oficiais do Sistema Único de Saúde (SUS) e do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), referente ao período de 2000 a 2020. Como método de análise, utilizamos um modelo de dados em painel com efeitos fixos, conforme a abordagem proposta por Wooldridge (2002), que permite controlar a heterogeneidade não observada entre as unidades e eliminar fatores invariantes ao longo do tempo. Isso é essencial para isolar o impacto causal dos desastres hidrológicos nos índices neonatais.

Os resultados indicam que os desastres hidrológicos têm um impacto significativo na saúde materno-infantil, especialmente nas macrorregiões Norte, Centro-Oeste e Sudeste, onde se observou um aumento na proporção de recém-nascidos com baixos escores de Apgar 1 e Apgar 5. Além disso, houve uma redução significativa na proporção de consultas pré-natais, evidenciando a dificuldade de acesso aos serviços de saúde durante períodos de desastres. A análise também revelou uma correlação entre o aumento de doenças como leptospirose, dengue e diarreias agudas e a morbidade materna e neonatal, dessa forma, este estudo evidencia a interrelação entre a saúde materna e neonatal, mostrando que os desastres hidrológicos não apenas afetam diretamente a saúde das mães, mas também impactam significativamente os desfechos neonatais. A redução no acesso a

serviços de pré-natal e o aumento na incidência de doenças durante esses eventos ressaltam a importância de fortalecer a resiliência do sistema de saúde. É crucial implementar políticas públicas que garantam um atendimento de qualidade, assegurando que a saúde da mãe seja uma prioridade, o que, por sua vez, pode melhorar os resultados de saúde dos recém-nascidos.

Este trabalho apresenta algumas limitações, como a dependência de dados secundários, que podem não capturar todas as nuances das condições de saúde materna e neonatal em nível municipal. Além disso, a complexidade dos fatores socioeconômicos e ambientais que influenciam a saúde materno-infantil não foi totalmente explorada, o que pode limitar a generalização dos resultados. Outra limitação é a possível subnotificação de desastres hidrológicos em algumas regiões, o que pode afetar a precisão das estimativas.

2 Revisão da Literatura

2.1 Saúde e Desastres Hidrológicos

Estudos recentes têm demonstrado que os desastres hidrológicos, como inundações e enchentes, têm impactos significativos na saúde materna e neonatal, especialmente em países em desenvolvimento, onde a infraestrutura de saúde e a capacidade de resposta a desastres são mais limitadas (AGUILAR; VICARELLI, 2022). Esses eventos podem afetar o desenvolvimento infantil desde o período *in útero*, com consequências que se estendem aos primeiros anos de vida. Por exemplo, (ROSALES-RUEDA, 2018) investigou os efeitos de inundações no Equador e descobriu que crianças expostas a desastres hidrológicos durante a gestação apresentaram atrasos no desenvolvimento cognitivo, medidos por habilidades como linguagem, memória de longo prazo e raciocínio visual-espacial. Esses achados sugerem que os choques ambientais durante a gravidez podem ter efeitos duradouros no desenvolvimento neurológico das crianças.

Além disso, as crianças afetadas pela ocorrência de desastres no período gestacional materno apresentam impactos negativos em medidas antropométricas,

como altura e peso. (CHANG; FAVARA; NOVELLA, 2022) analisaram os efeitos de choques pluviométricos na Índia e descobriram que a exposição a chuvas extremas durante a gestação está associada a mudanças na dieta materna, resultando em déficits nutricionais que afetam o crescimento fetal. Esses déficits podem levar a baixo peso ao nascer e atrasos no desenvolvimento físico, conforme destacado pela Política Nacional de Alimentação e Nutrição do Brasil (BRASIL, 2013). Esses efeitos são particularmente preocupantes em contextos de desastres naturais, onde o acesso a alimentos nutritivos e serviços de saúde pode ser severamente comprometido.

No Brasil, 29% da população está localizada em áreas periféricas, o que aumenta a probabilidade de estarem vulneráveis às consequências dos desastres naturais (PARIZZI, 2022). A relação entre as consultas pré-natais e o escore de Apgar está ligada à detecção precoce de fatores de risco que podem afetar a saúde do recém-nascido. Uma pontuação baixa no escore de Apgar está associada a um maior risco de desenvolver paralisia cerebral e outras deficiências neurológicas, além de um aumento na taxa de mortalidade infantil (ROZYCKI; YITAYEW, 2023). Uma gestação acompanhada por consultas pré-natais regulares pode contribuir para a identificação precoce de potenciais problemas que possam prejudicar a saúde do bebê no momento do parto.

Quando ocorrem desastres de origem hidrológica, outro fator que deve ser levado em consideração é a poluição difusa advinda da água das inundações, visto que se mistura com detritos, excrementos de animais, carcaças de animais, chorume e outros poluentes, sendo toda essa mistura transportada pelo escoamento superficial para residências, corpos d'água como rios, lagos, reservatórios, e podendo também atingir aquíferos e unidades de tratamento de água (LONDE et al., 2014). As consequências desse processo incluem aumento da incidência de doenças como leptospirose, tétano, doenças diarreicas, dengue, além de outras não abordadas no estudo. Somado a isso, há consequências para o meio ambiente através da deterioração da qualidade da água (LING, MESSENGER, 2018).

Os impactos dos desastres hidrológicos na saúde são multifacetados. Além do aumento da mortalidade infantil e redução do peso ao nascer, a escassez de água pode levar a uma maior incidência de doenças infecciosas. A falta de acesso à água

potável e saneamento adequado agrava esses problemas, criando um ciclo vicioso de pobreza e deterioração da saúde (ROCHA; SOARES, 2010). Estudos como o de (ROSALES-RUEDA, 2018) mostram que a exposição a desastres naturais durante a gestação está associada a piores condições de saúde no recém-nascido, incluindo baixo peso ao nascer e maior incidência de complicações neonatais. Esses efeitos são mediados por mecanismos como o estresse materno, a redução no acesso a serviços de saúde e a exposição a doenças infecciosas.

2.2 Impacto da Saúde Materna durante a Gravidez

A saúde integral da mulher, aspectos físicos e mentais, durante a gravidez é significativa para o estado de saúde do feto (BRASIL, 2020). Diante de uma calamidade hidrológica, os impactos das enchentes afetam a saúde materna durante o período gestacional pela falta de equipamentos e atendimentos especializados, e as consequências geradas são os danos neuropsicológicos e danos físicos ocasionados pelas doenças agravadas durante os desastres como leptospirose, anemia, diarreias, febres e infecções transmitidas (ASHRAF et al., 2024).

Outro aspecto relevante é o fato de que a exposição aos desastres hidrológicos possui um efeito negativo na saúde mental, ocasionando um aumento no nível de ansiedade, depressão e transtorno de estresse pós-traumático, o que impacta diretamente na fase gestacional e um efeito indireto na saúde do recém-nascido afetando diretamente o peso ao nascer (ROTHSCHILD; HAASE, 2023). Evidências de outras análises apontam que um nível baixo de consultas pré-natais, ou seja, menos de seis consultas totais, estão relacionados a prematuridade e uma chance de 1,7 vezes maior de ter um recém-nascido com baixo peso que é considerado um fator de risco isolado para a mortalidade infantil (ALMEIDA et al., 2014).

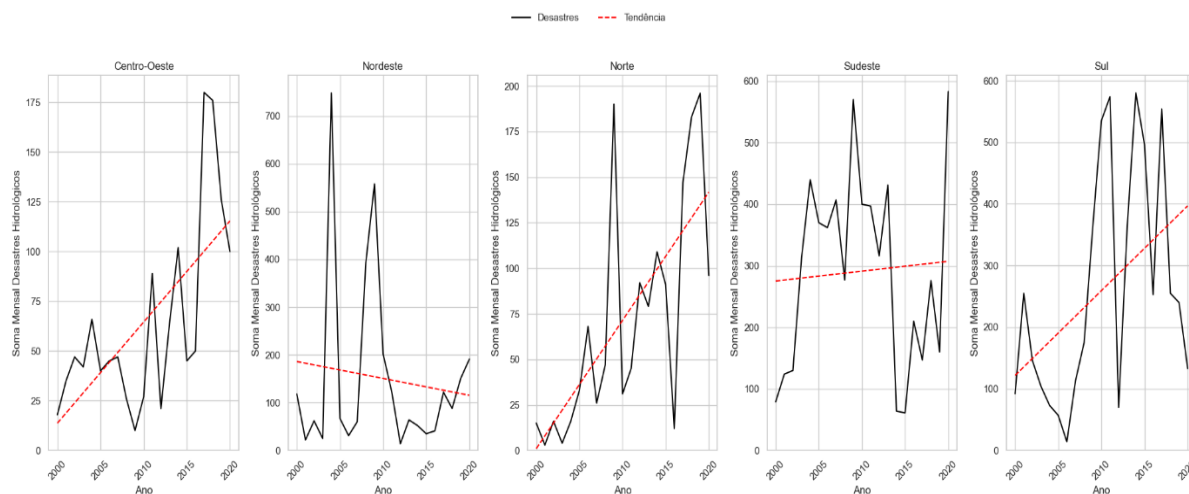
3 Bases de dados

3.1 Desastres Hidrológicos no Brasil (2000-2020)

A base de dados relacionada aos desastres naturais utilizada neste estudo foi construída a partir das séries históricas fornecidas pelo S2ID (Sistema Integrado de Informações sobre Desastres), mantido pela SEDEC/MIDR (Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil). O período analisado abrange os anos de 2000 a 2020, incluindo 4921 municípios entre todos os estados do Brasil. Essa série histórica apresenta estimativas mensais das ocorrências de desastres, segundo dados fornecidos foram registrados um total de 16.819 desastres de origem hidrológica, de tipologias denominadas enxurradas, alagamentos, inundações e chuvas intensas. Esses eventos afetaram aproximadamente 62,81 milhões de pessoas, sendo que 6,45 milhões são desabrigadas ou desalojadas, e foram contabilizados 2.718 óbitos.

Esses números evidenciam que uma parte significativa da população brasileira experimentou consequências em decorrência desses desastres. Inicialmente, identificamos as tipologias referentes ao grupo de desastres hidrológicos, a partir dessas categorias. O processamento dos dados envolveu a filtragem das ocorrências de desastres hidrológicos por município, ano e mês, de forma a identificar quando esses eventos ocorreram. Foi criada uma variável dummy que sinaliza a ocorrência de desastres hidrológicos em um determinado município, em um dado mês e um dado ano. Em seguida, foi realizada uma análise anual de desastres hidrológicos para cada macrorregião do Brasil. A Figura 1 ilustra os resultados dessa análise, em que o eixo y representa o somatório mensal de ocorrências, enquanto o eixo x mostra os anos em que os desastres atingiram as macrorregiões do país. A figura 2 ilustra o somatório mensal por tipologia de desastres Hidrológicos.

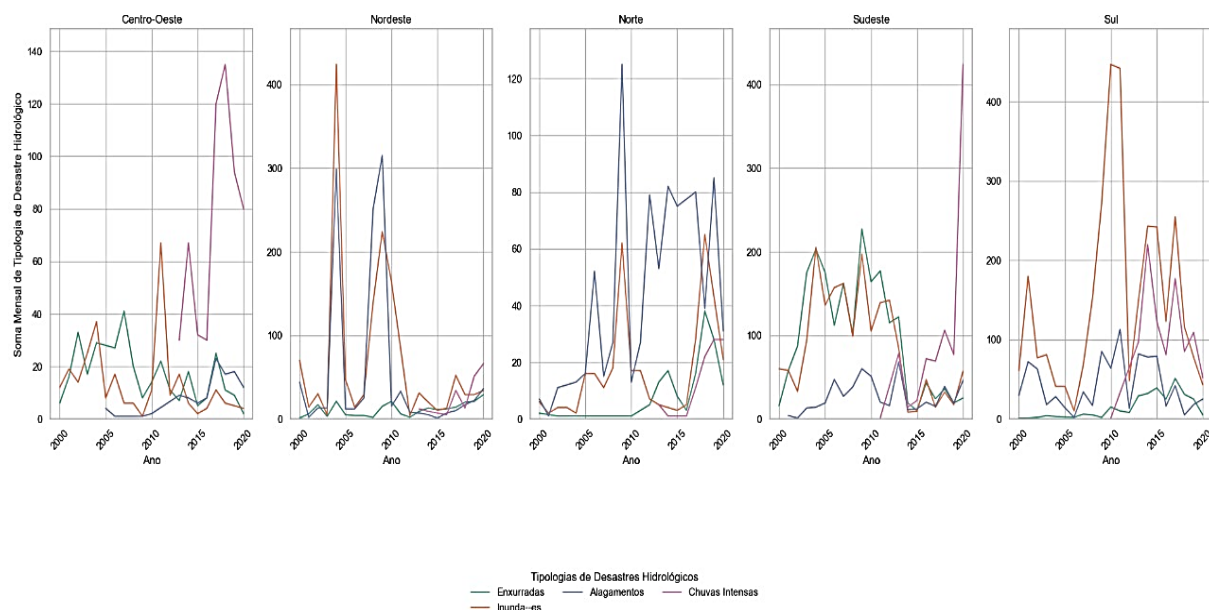
Figura 1: Frequência Anual de Desastres Hidrológicos nas Macrorregiões



Fonte: Elaborado pelo Autor

Nota: gráfico gerado a partir dos dados disponibilizados pelo S2ID - Sistema Integrado de Informações sobre Desastres, onde consta o somatório mensal de ocorrências de hidrológicos por macrorregião, no período de 2000 a 2020

Figura 2: Frequência de Tipologias de Desastres Hidrológicos por Macrorregiões



Fonte: Elaborado pelo Autor

Nota: gráfico gerado a partir dos dados disponibilizados pelo S2ID - Sistema Integrado de Informações sobre Desastres, onde consta o somatório mensal por tipologia de desastres Hidrológicos, no período de 2000-2020.

Os gráficos da figura 1 indicam uma tendência geral de aumento nos desastres hidrológicos nas macrorregiões brasileiras entre 2000 e 2020. No entanto, os dados reais mostram flutuações anuais significativas, com quedas nos anos finais observadas nas macrorregiões Norte, Sul e Centro-Oeste, enquanto o Nordeste e Sudeste mantêm uma trajetória mais consistente de crescimento.

Os gráficos da figura 2 indicam que, no Centro-Oeste, as tipologias mais frequentes são as chuvas intensas e as inundações. No Nordeste, predominam as inundações e os alagamentos, enquanto no Norte, as chuvas intensas se destacam, seguidas pelas inundações. No Sudeste, os desastres mais comuns são os alagamentos e as inundações, e, no Sul, as inundações aparecem como a tipologia mais frequente, acompanhadas pelas chuvas intensas. Esses dados refletem diferentes características climáticas, geográficas e estruturais em cada macrorregião.

3.2 Saúde Neonatal e Desastres Hidrológicos (2000-2020)

Para realizarmos a análise dos índices de saúde relacionados a consultas pré-natais e índices de apgar e peso do neonato, utilizamos a base de dados do Sistema de Informações de Nascidos Vivos (SINASC). Desse modo, como indicadores de saúde neonatal temos as variáveis explicadas que foram utilizadas: índice de Apgar 1 e Apgar 5, que é usado como ferramenta para avaliar a vitalidade do recém-nascido e sua adaptação imediata à vida extrauterina, sendo pontuado de 0 a 10, sendo de 0 a 3, indica asfixia grave; de 4 a 6, asfixia moderada; e de 7 a 10, boa vitalidade e adaptação adequada (TAN; DAVIS, 2018).

A influência na pontuação do apgar está relacionado a fase gestacional pois segundo a pesquisa realizada por (ROZYCKI; YITAYEW, 2023), o apgar está relacionado diretamente com a saúde materna. Somado a isso, outra variável analisada é o peso, sendo dividida em baixo peso (<2,5kg), muito baixo peso (<1.5kg) e extremo baixo peso (<1kg) (OMS).

Quanto a variáveis pré-natais: consultas pré-natais, elas permitem identificar condições e tratamentos maternos durante a gestação e o parto, além de mensurar os riscos de desfechos imediatos para os recém-nascidos durante a hospitalização inicial, bem como os riscos de desfechos posteriores (ROZYCKI;YITAYEW,2023), preconizadas pelo Ministério da Saúde, a mulher grávida deve Iniciar o pré-natal na Atenção Primária à Saúde tão logo descubra ou desconfie que esteja grávida, preferencialmente até a 12ª semana de gestação (captação precoce), após isso mensalmente até 28 semana quinzenalmente, da 28ª até a 36ª semana; semanalmente, no termo (MS,2024) . A outra variável é semana gestacional, sendo classificado em <37 semanas prematuridade (OMS,2023).

Através dessa base obtivemos as informações de saúde dos nascidos vivos e as informações maternas, que datam dos períodos anuais de 2000 a 2020, formando a amostra do estudo. A coleta foi realizada através da Plataforma de Ciências de Dados Aplicados à Saúde (PCDAS). Para a coleta da amostra dos dados relacionadas a morbidade de 2000 a 2020, utilizamos a base de dados do Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS), filtramos as variáveis de interesses denominadas leptospirose (A27), diarreia (A09), tétano (A35) e dengue (A90) através de seus respectivos códigos entre parênteses descritos pela CID 10. A base de dados informa o município de ocorrência, o ano e o mês em que houve o relato de diagnóstico.

A filtragem dos dados foi realizada considerando apenas pacientes do sexo feminino, identificadas por meio da variável sexo, e aquelas com diagnóstico de gestação de risco. Esse critério foi adotado para assegurar que a amostra incluísse exclusivamente gestantes, excluindo outras internações de pacientes do sexo feminino, a fim de evitar viés nas observações.

Em um primeiro momento criamos variáveis dummies e depois utilizamos as médias mensais das variáveis dummies de interesse: Baixas Consultas (menos de três consultas periódicas) , Baixas Gestacao (Indicando um número inferior a 37 semanas gestacionais) Baixo Apgar 1 e Baixo Apgar 5 (que indicam se a nota foi inferior a sete) , e variáveis de pesos (Baixo Peso, Muito baixo peso e Extremo Baixo Peso), seguindo pelas doenças (Leptospirose, Diarreia, Tétano e Dengue) agrupadas por local de residência da mãe durante os meses em que ocorreu o ano de nascimento. A forma de utilização da variável de código do município de residência tem como objetivo analisar os impactos de fatores relacionados a desastres

hidrológicos. Assim podemos observar as periodicidades das variáveis pré-natais e o impacto que houve nos resultados das variáveis neonatais (ver análise em (CHANG; FAVARA; NOVELLA, 2022)).

Para analisar os efeitos dos desastres hidrológicos nas variáveis pré-natais e neonatais, mesclamos as bases de dados de desastres e saúde, considerando as datas e códigos de municípios, em que esses desastres ocorreram e os meses de nascimento dos bebês. Utilizando os códigos de municípios em comum, vinculamos os desastres ao local de residência da mãe, dessa forma, criamos variáveis dummies que indicam a ocorrência de desastres hidrológicos no município da mãe, abrangendo os oito meses anteriores ao nascimento e posteriormente criamos a coluna de UF (Unidade Federal), para identificar os estados a qual cada município pertence.

Verificamos os estados pertencentes aos códigos de municípios através dos primeiros dígitos de cada código, informações disponibilizadas Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Em seguida criamos novas variáveis de identificação de macrorregião com objetivo de avaliar como essas situações influenciam as variáveis de saúde: pré-natal e neonatal no período. E em segundo momento para ressaltarmos a importância do impacto da saúde do neonato em relação a saúde materna principalmente em momentos que houve desastres hidrológicos, foram realizados os demais testes de mecanismos para verificarmos a relação da saúde materna com diagnósticos de doenças relacionadas a desastres hidrológicos, no intuito averiguar o impacto da saúde da gestante em relação ao neonato.

O total de municípios analisados contendo todas as informações das cinco macrorregiões foram 5.570, sendo que 1195 pertencem a macrorregião Sul, 1672 a macrorregião Sudeste, 475 a macrorregião Norte, 1803 a macrorregião Nordeste e 471 a macrorregião Centro-Oeste, a tabela 1 representa a análise descritiva da base de dados.

Tabela 1: Estatística Descritiva: Saúde e Desastres no Brasil 2000 – 2020

Variáveis	Mean	St. Dev.	Min	Max	N
BaixasConsultas	0.097	0.145	0.000	1.000	1,378,974
BaixasGestacao	0.083	0.119	0.000	1.000	1,378,974
BaixoApgar1	0.072	0.125	0.000	1.000	1,378,974
BaixoApgar5	0.017	0.067	0.000	1.000	1,378,974
BaixoPeso	0.076	0.108	0.000	1.000	1,378,974
MuitoBaixoPeso	0.011	0.045	0.000	1.000	1,378,974
ExtremoBaixoPeso	0.005	0.032	0.000	1.000	1,378,974
Hidrologico	0.013	0.112	0	1	1,378,974
Hidrologico_1	0.013	0.112	0	1	1,378,974
Hidrologico_2	0.013	0.112	0	1	1,378,974
Hidrologico_3	0.013	0.112	0	1	1,378,974
Hidrologico_4	0.013	0.112	0	1	1,378,974
Hidrologico_5	0.013	0.112	0	1	1,378,974
Hidrologico_6	0.013	0.112	0	1	1,378,974
Hidrologico_7	0.013	0.112	0	1	1,378,974
Hidrologico_8	0.013	0.112	0	1	1,378,974
Norte	0.082	0.274	0	1	1,378,974
Nordeste	0.326	0.469	0	1	1,378,974
Sudeste	0.299	0.458	0	1	1,378,974
Sul	0.210	0.407	0	1	1,378,974
CentroOeste	0.083	0.276	0	1	1,378,974
Leptospirose	0.00000	0.00002	0.000	0.017	1,378,974
Diarreia	0.007	0.034	0.000	1.000	1,378,974
Tetanos	0.00000	0.0002	0.000	0.167	1,378,974
Dengue	0.003	0.021	0.000	1.000	1,378,974
GestRisco	0.618	0.486	0	1	1,378,974
Adolescentes	0.086	0.133	0.000	1.000	1,378,974
Adultos	0.365	0.329	0.000	1.000	1,378,974

Nota: Observações mensais por município, de 2000 a 2020. Dados originalmente provenientes: (i) do Sistema Nacional de Informações sobre Nascidos Vivos (Datassus/SINASC); (ii) do Sistema Nacional de Informações sobre Mortalidade (Datassus/SIM); (iii) Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID)

4. Estratégia Empírica

A amostra deste estudo é composta por municípios de todos os estados do Brasil, independentemente da ocorrência ou não de desastres hidrológicos. A estratégia de análise utiliza o método de efeitos fixos para dados em painel, com o objetivo de controlar a heterogeneidade não observada entre os municípios e os

efeitos temporais, o modelo foi especificado para capturar os impactos dos desastres hidrológicos nos indicadores de saúde neonatal e materna, considerando os oito meses anteriores ao nascimento.

$$S_{iyt} = \alpha + \beta H_{iyt} + \sum_{m=1}^8 \gamma_m Z_m + \delta_{it} + \eta_{iy} + \epsilon_{it}$$

A variável S_{iyt} representa os indicadores de saúde utilizados como variáveis dependentes, o subscrito i identifica os municípios; y identifica o mês ($y = 1, 2, \dots, 12$); e t o ano. H_{iyt} indica o período de ocorrência de desastre hidrológico no município, o $\sum_{m=1}^8 \gamma_m Z_m$ indica a dummie de hidrológico correspondente os 8 meses antes da data de nascimento, em que o γ_m é o estimador de efeito e o Z_m é a dummie de desastres hidrológico nos meses anteriores ao nascimento. O δ_{it} são os efeitos fixos por mês-calendário e η_{iy} indica os efeitos fixos por ano pois é crucial para controlar variações comuns, como crises econômicas que afetam as políticas de saúde federais. Isso permite isolar o impacto dos desastres hidrológicos, evitando distorções nos resultados principalmente no longo prazo.

A opção por não incluir uma tendência linear específica para os municípios se justifica pela uniformidade das políticas de saúde no Brasil, como o SUS, que resultam em trajetórias semelhantes. Além disso, os efeitos fixos de ano já capturam variações temporais comuns, incluindo mudanças nas políticas de saúde, garantindo uma análise mais clara do impacto dos desastres hidrológicos. Dando seguimento trabalhamos com as seguintes hipóteses:

(i) Hipótese 0: Não há evidências de relação entre os índices pré-natais (Baixas Consultas e Baixas Gestações) e as condições de saúde do neonato (Muito Baixo Peso, Baixo Peso e Extremo Baixo Peso) durante períodos de desastres hidrológicos. Assim, assume-se que esses eventos não impactam a saúde dos recém-nascidos, não havendo aumento na proporção de indicadores neonatais adversos nas macrorregiões do Brasil.

(ii) Hipótese 1: Durante os períodos de desastres hidrológicos, existe uma associação entre as variáveis pré-natais (Baixas Consultas e Baixas Gestações) e as condições de saúde do neonato (Muito Baixo Peso, Baixo Peso e Extremo Baixo Peso). Nesse contexto, espera-se um aumento na proporção de indicadores neonatais

adversos nas macrorregiões do Brasil, sugerindo que esses eventos causam danos à saúde dos recém-nascidos.

Para o segundo modelo o intuito é analisar a relação da saúde das mulheres com diagnóstico de doenças relacionadas a desastres hidrológicos e averiguar a sua intervenção na proporção de baixo apgar 1 e baixo apgar 5, para isso o segundo modelo é indexado por ano, mês e código do município. O modelo é descrito da seguinte forma:

$$A_{iyt} = \alpha + \beta L_{iyt} + \beta D_{iyt} + \beta T_{iyt} + \beta C_{iyt} + \beta G_{iyt} + \beta E_{iyt} + \delta_t + \eta_i + \epsilon_{it}$$

A variável dependente A_{iyt} , que representa as variáveis de saúde neonatal no município i no período t (ano e mês). As variáveis explicativas incluem L_{iyt} , que representa a ocorrência de Leptospirose; D_{iyt} que reflete os casos de Diarreia; T_{iyt} , relacionado ao Tétano neonatal; βC_{iyt} , representa Baixas Consultas G_{iyt} , associada a Baixas Gestação; e E_{iyt} , que representa os casos de Dengue. Neste modelo o intuito é verificar as seguintes hipóteses:

(iii) Hipótese 0: A qualidade do cuidado materno no período pré-natal e a presença de diagnósticos de doenças associadas a desastres hidrológicos não têm influência significativa sobre o estado de saúde do neonato. Portanto, não há impacto na proporção dos indicadores neonatais, sugerindo que a saúde do recém-nascido não é afetada.

(iv) Hipótese 1: A saúde do neonato é influenciada pela qualidade do cuidado pré-natal e pelo estado de saúde materno. Em particular, a presença de diagnósticos de doenças relacionadas a desastres hidrológicos afeta os indicadores neonatais, resultando em um aumento na proporção desses indicadores e impactando, assim, a saúde do recém-nascido.

5. Resultados Saúde Neonato

Esta seção apresenta os resultados das análises empíricas sobre o impacto dos desastres hidrológicos nas variáveis relacionadas à saúde do recém-nascido e aos cuidados maternos. As estimativas foram realizadas utilizando o modelo de efeitos

fixos, alternando as variáveis dependentes que estão relacionadas, a fim de verificar a consistência dos resultados.

5.1 Norte

Tabela 2: Efeito Fixo Saúde Neonato e Desastres Hidrológicos no Norte

	<i>Variável Dependente:</i>						
	BaixoApgar1 (1)	BaixoApgar5 (2)	BaixasConsultas (3)	BaixoPeso (4)	MuitoBaixoPeso (5)	ExtremoBaixoPeso (6)	BaixasGestacao (7)
Hidrologico	0.007* (0.004)	0.001 (0.002)	0.022*** (0.005)	-0.002 (0.002)	-0.001 (0.001)	0.00003 (0.001)	0.001 (0.003)
Hidrologico.1	0.008** (0.004)	0.002 (0.002)	0.014*** (0.005)	-0.0005 (0.002)	0.001 (0.001)	0.0001 (0.001)	0.002 (0.003)
Hidrologico.2	-0.001 (0.004)	-0.0001 (0.002)	0.020*** (0.005)	0.002 (0.002)	0.0005 (0.001)	0.0003 (0.001)	0.007** (0.003)
Hidrologico.3	0.0004 (0.004)	-0.001 (0.002)	0.025*** (0.005)	-0.0003 (0.002)	0.001 (0.001)	0.0003 (0.001)	0.004 (0.003)
Hidrologico.4	0.003 (0.004)	0.001 (0.002)	0.023*** (0.005)	0.002 (0.002)	-0.002 (0.001)	-0.001 (0.001)	0.002 (0.003)
Hidrologico.5	0.001 (0.004)	0.001 (0.002)	0.030*** (0.005)	0.002 (0.002)	0.0002 (0.001)	-0.0004 (0.001)	0.011*** (0.003)
Hidrologico.6	-0.001 (0.004)	0.0002 (0.002)	0.025*** (0.005)	-0.002 (0.002)	-0.001 (0.001)	-0.0004 (0.001)	-0.001 (0.003)
Hidrologico.7	0.004 (0.004)	-0.0005 (0.002)	0.027*** (0.005)	0.003 (0.002)	0.001 (0.001)	-0.001 (0.001)	0.006** (0.003)
Hidrologico.8	-0.001 (0.004)	0.002 (0.002)	0.024*** (0.005)	0.001 (0.002)	0.0004 (0.001)	-0.0001 (0.001)	0.006** (0.003)
EF Tempo (Ano x Mês)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
EF Municípios	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Observations	112,612	112,612	112,612	112,612	112,612	112,612	112,612
R ²	0.040	0.024	0.121	0.007	0.020	0.033	0.069
Adjusted R ²	0.038	0.022	0.119	0.004	0.018	0.030	0.067
F Statistic (df = 249; 112351)	18.666***	11.000***	61.890***	3.034***	9.114***	15.169***	33.321***

Nota: Os asteriscos representam a significância estatística do p-valor sendo: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01, os dados foram gerados através de filtragem da base de dados de Saúde Neonatal e desastres hidrológicos 2000-2021.

Em relação à variável Baixo Apgar 1, foi identificado que a ocorrência de um desastre hidrológico no mês do nascimento está associada a um aumento de 0,7 pontos percentuais na proporção de recém-nascidos com Apgar 1 abaixo do normal, efeito estatisticamente significativo ao nível de 10%. Além disso, um desastre no mês anterior (Hidrológico.1) apresentou um efeito ainda mais forte, aumentando a proporção em 0,8 pontos percentuais, significativo ao nível de 5%. No entanto, para os meses seguintes (Hidrológico.2 a Hidrológico.8), não foram encontrados efeitos significativos. Esses resultados sugerem que o estresse agudo gerado pelos desastres no período imediatamente anterior ou durante o nascimento pode impactar

negativamente a saúde neonatal inicial.

Quanto ao Baixo Apgar 5, não foram observados efeitos significativos, indicando que os desastres hidrológicos não parecem influenciar diretamente esse indicador específico.

Em relação à variável Baixas Consultas, os desastres hidrológicos apresentaram um impacto consistente e significativo. No mês do desastre, houve um aumento de 2,2 pontos percentuais na proporção de gestantes que realizaram poucas consultas pré-natais, com significância ao nível de 5%. Observa-se que os efeitos se mantêm ao longo dos meses anteriores, variando entre 1,4 pontos percentuais (Hidrológico.1) e 3,0 pontos percentuais (Hidrológico.5), com significância estatística em praticamente todos os casos. O efeito mais pronunciado foi identificado 5 meses antes do nascimento, sugerindo que eventos adversos durante a gestação afetam de forma acumulativa o acesso a cuidados médicos essenciais.

Em relação ao Baixo Peso, Muito Baixo Peso e Extremo Baixo Peso, não foram encontrados efeitos significativos, indicando que a proporção de recém-nascidos nessas categorias não foi sensível à ocorrência de desastres hidrológicos, seja no mês do nascimento ou durante os meses anteriores. Isso sugere que esses indicadores podem ser menos afetados diretamente por fatores associados a desastres hidrológicos.

5.2 Sul

Tabela 3: Efeito Fixo Saúde Neonato e Desastres Hidrológicos no Sul

	<i>Variável Dependente:</i>						
	BaixoApgar1	BaixoApgar5	BaixasConsultas	BaixoPeso	MuitoBaixoPeso	ExtremoBaixoPeso	BaixasGestacao
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Hidrologico	-0.001 (0.002)	-0.0004 (0.001)	0.006*** (0.002)	0.0004 (0.002)	0.001 (0.001)	0.00005 (0.0005)	-0.001 (0.002)
Hidrologico_1	-0.001 (0.002)	0.001 (0.001)	0.003** (0.002)	0.001 (0.002)	-0.0004 (0.001)	-0.0001 (0.0005)	0.003 (0.002)
Hidrologico_2	-0.0002 (0.002)	0.0002 (0.001)	0.003* (0.002)	-0.002 (0.002)	-0.001* (0.001)	-0.001** (0.0005)	-0.003 (0.002)
Hidrologico_3	-0.001 (0.002)	-0.0003 (0.001)	0.003** (0.002)	-0.002 (0.002)	0.0001 (0.001)	0.00001 (0.0005)	0.001 (0.002)
Hidrologico_4	-0.004** (0.002)	-0.0004 (0.001)	0.002 (0.002)	0.001 (0.002)	0.0005 (0.001)	-0.00000 (0.0005)	0.001 (0.002)
Hidrologico_5	-0.0002 (0.002)	-0.002** (0.001)	0.002 (0.002)	-0.003* (0.002)	-0.001 (0.001)	-0.001* (0.0005)	-0.001 (0.002)
Hidrologico_6	0.003* (0.002)	0.001 (0.001)	0.001 (0.002)	0.00001 (0.002)	-0.0003 (0.001)	0.0003 (0.0005)	-0.0003 (0.002)
Hidrologico_7	-0.0005 (0.002)	0.001* (0.001)	0.0003 (0.002)	0.00003 (0.002)	0.001 (0.001)	-0.0003 (0.0005)	0.003 (0.002)
Hidrologico_8	0.002 (0.002)	-0.0002 (0.001)	0.002 (0.002)	-0.001 (0.002)	-0.001 (0.001)	-0.0004 (0.0005)	0.001 (0.002)
EF Tempo (Ano x Mês)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
EF Municípios	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Observations	289,232	289,232	289,232	289,232	289,232	289,232	289,232
R ²	0.005	0.003	0.035	0.002	0.002	0.002	0.026
Adjusted R ²	0.004	0.002	0.035	0.001	0.001	0.001	0.025
F Statistic (df = 249; 288971)	5.492***	3.295***	42.642***	1.987***	1.802***	2.071***	31.291***

Nota: Os asteriscos representam a significância estatística do p-valor sendo: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01, os dados foram gerados através de filtragem da base de dados de Saúde Neonatal e desastres hidrológicos 2000-2021.

Para a variável Baixo Apgar1, não foi encontrado um efeito significativo para desastres no mês do nascimento ou nos meses anteriores, exceto no caso do indicador Hidrológico.4, que apresenta um impacto negativo de 0,4 pontos percentuais, significativo ao nível de 5%. Esse resultado sugere uma possível redução na proporção de bebês com Apgar1 baixo em situações específicas de desastres ocorridos 4 meses antes do nascimento, mas a ausência de outros efeitos consistentes indica que a relação pode ser contextual. Na variável Baixo Apgar5, nenhum dos coeficientes estimados se mostrou significativo, indicando que desastres hidrológicos não afetam de maneira robusta esse indicador.

A variável Baixas Consultas, que mede a proporção de gestantes com insuficiência de consultas pré-natais, foi a mais sensível aos desastres hidrológicos. Desastres ocorridos no mês do nascimento elevaram a proporção de mulheres com consultas insuficientes em 0,6 pontos percentuais, significativo ao nível de 1%. Um efeito significativo também é observado nos meses anteriores, como hidrológico.1 (aumento de 0,3 pontos percentuais, significativo ao nível de 10%) e hidrológico.3 (aumento de 0,3 pontos percentuais, significativo ao nível de 5%).

Esses resultados reforçam a hipótese de que desastres hidrológicos impactam o acesso das gestantes a cuidados médicos essenciais tanto no mês do evento quanto nos meses que o antecedem. Para os indicadores de peso ao nascer (Baixo Peso, Muito Baixo Peso e Extremo Baixo Peso), os efeitos significativos foram limitados. Hidrológico.2 foi associado a uma redução de 0,1 pontos percentuais na proporção de recém-nascidos com Muito Baixo Peso, significativo ao nível de 10%, enquanto hidrológico.4 e hidrológico.5 apresentaram efeitos negativos menores, mas estatisticamente significativos, para Extremo Baixo Peso.

Esses efeitos sugerem que desastres hidrológicos podem impactar marginalmente esses indicadores em alguns contextos, mas os efeitos gerais são pouco robustos. No caso da variável Baixo Gestação, não foram identificados efeitos estatisticamente significativos, indicando que a duração da gestação não parece ser afetada diretamente pelos desastres hidrológicos nos meses considerados.

A análise consiste que os desastres hidrológicos têm um impacto mais robusto sobre a proporção de gestantes com consultas pré-natais insuficientes, mas os efeitos sobre os indicadores neonatais adversos são mais pontuais e menos consistentes. Os resultados sugerem que o principal canal de impacto dos desastres hidrológicos pode estar relacionado ao acesso a serviços de saúde materna, especialmente em momentos de maior vulnerabilidade.

5.3 Nordeste

Tabela 4: Efeito Fixo Saúde Neonato e Desastres Hidrológicos no Nordeste

	<i>Variável dependente:</i>						
	BaixoApgar1	BaixoApgar5	BaixasConsultas	BaixoPeso	MuitoBaixoPeso	ExtremoBaixoPeso	BaixasGestacao
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Hidrológico	-0.004 (0.003)	-0.003** (0.002)	0.007** (0.003)	0.0003 (0.002)	-0.001 (0.001)	0.0001 (0.0005)	-0.005** (0.002)
Hidrológico_1	-0.002 (0.003)	-0.0001 (0.002)	-0.007*** (0.003)	-0.001 (0.002)	-0.0001 (0.001)	0.0004 (0.0005)	-0.003 (0.002)
Hidrológico_2	-0.002 (0.003)	0.001 (0.002)	-0.002 (0.003)	0.0005 (0.002)	0.0002 (0.001)	0.0005 (0.0005)	-0.003 (0.002)
Hidrológico_3	-0.004 (0.003)	-0.002 (0.002)	-0.004 (0.003)	0.00004 (0.002)	-0.001 (0.001)	-0.001 (0.0005)	-0.0001 (0.002)
Hidrológico_4	-0.003 (0.003)	-0.002 (0.002)	-0.007** (0.003)	-0.0003 (0.002)	-0.0001 (0.001)	0.0001 (0.0005)	-0.002 (0.002)
Hidrológico_5	-0.003 (0.003)	-0.001 (0.002)	-0.005* (0.003)	0.001 (0.002)	0.0001 (0.001)	0.0005 (0.0005)	0.0005 (0.002)
Hidrológico_6	0.001 (0.003)	0.001 (0.002)	-0.006** (0.003)	-0.001 (0.002)	-0.001 (0.001)	-0.0004 (0.0005)	-0.003* (0.002)
Hidrológico_7	-0.004 (0.003)	-0.001 (0.002)	-0.008*** (0.003)	-0.002 (0.002)	-0.0005 (0.001)	0.0002 (0.0005)	-0.002 (0.002)
Hidrológico_8	-0.001 (0.003)	-0.002 (0.002)	-0.004 (0.003)	0.001 (0.002)	0.001 (0.001)	0.0003 (0.0005)	0.0005 (0.002)
EF Tempo (Ano x Mês)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
EF Municípios	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Observações	449,973	449,973	449,973	449,973	449,973	449,973	449,973
R ²	0.027	0.030	0.158	0.003	0.009	0.016	0.070
R ² ajustado	0.027	0.029	0.157	0.003	0.008	0.015	0.070
Estatística F (df = 249; 449712)	50.421***	55.115***	338.727***	5.943***	15.734***	28.511***	136.073***

Nota: Os asteriscos representam a significância estatística do p-valor sendo: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01, os dados foram gerados através de filtragem da base de dados de Saúde Neonatal e desastres hidrológicos 2000-2021.

Para a variável Baixo Apgar1, não foram identificados efeitos estatisticamente significativos, indicando que os desastres hidrológicos no mês do nascimento ou nos meses anteriores não tiveram impacto significativo sobre a proporção de recém-nascidos com Apgar1 baixo. No caso da variável Baixo Apgar5, observa-se um efeito negativo significativo no mês do nascimento (coeficiente de -0,003, significativo ao nível de 5%). Este resultado sugere que, em média, desastres hidrológicos estão associados a uma redução de 0,3 pontos percentuais na proporção de recém-nascidos com Apgar5 baixo, indicando um possível efeito positivo indireto nos cuidados ao nascimento.

Para a variável Baixas Consultas, desastres hidrológicos no mês do nascimento aumentaram a proporção de gestantes com insuficiência de consultas pré-natais em 0,7 pontos percentuais, significativo ao nível de 5%. Em contraste, desastres ocorridos um mês antes (Hidrológico.1) reduziram essa proporção em 0,7 pontos percentuais, também significativo ao nível de 5%. O efeito positivo no mês do desastre reflete dificuldades imediatas no acesso a serviços de saúde, enquanto o efeito negativo no mês anterior pode sugerir um possível ajuste no comportamento das gestantes em resposta a desastres iminentes.

As variáveis relacionadas ao peso ao nascer (Baixo Peso, Muito Baixo Peso e Extremo Baixo Peso) apresentam poucos efeitos significativos. Os coeficientes não significativos sugerem que desastres hidrológicos não afetam de maneira robusta esses indicadores.

Por outro lado, para a variável Baixa Gestação, os desastres hidrológicos no mês do nascimento reduziram a proporção de gestações de menor duração em 0,5 pontos percentuais, significativo ao nível de 5%. Este resultado pode indicar um impacto positivo indireto dos desastres em termos de prolongamento da duração da gestação, embora os mecanismos subjacentes ainda necessitem de investigação.

De maneira geral, os resultados sugerem que desastres hidrológicos não possuem um impacto negativo significativo na quando se trata dos índices de saúde neonatais na macrorregião do Nordeste.

5.4 Centro-Oeste

Tabela 5: Efeito Fixo Saúde Neonato e Desastres Hidrológicos no Centro-Oeste

	<i>Variável Dependente:</i>						
	BaixoApgar1	BaixoApgar5	BaixasConsultas	BaixoPeso	MuitoBaixoPeso	ExtremoBaixoPeso	BaixasGestacao
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Hidrologico	0.007*	0.003	0.009**	0.002	-0.0004	-0.0002	0.002
	(0.004)	(0.002)	(0.004)	(0.003)	(0.001)	(0.001)	(0.004)
Hidrologico_1	0.005	-0.0003	0.012***	-0.002	-0.0001	-0.0004	0.003
	(0.004)	(0.002)	(0.004)	(0.003)	(0.001)	(0.001)	(0.004)
Hidrologico_2	0.001	-0.001	-0.002	0.003	0.0004	0.001	0.001
	(0.004)	(0.002)	(0.004)	(0.003)	(0.001)	(0.001)	(0.004)
Hidrologico_3	-0.004	-0.003	-0.007**	-0.00001	0.002	0.001	0.001
	(0.004)	(0.002)	(0.004)	(0.003)	(0.001)	(0.001)	(0.004)
Hidrologico_4	0.004	0.0005	-0.0005	-0.003	-0.002	-0.001	0.00003
	(0.004)	(0.002)	(0.004)	(0.003)	(0.001)	(0.001)	(0.004)
Hidrologico_5	-0.002	-0.003*	0.005	0.003	-0.003**	-0.001	0.001
	(0.004)	(0.002)	(0.004)	(0.003)	(0.001)	(0.001)	(0.004)
Hidrologico_6	-0.006*	-0.00001	0.012***	0.001	-0.0002	0.0004	0.001
	(0.004)	(0.002)	(0.004)	(0.003)	(0.001)	(0.001)	(0.004)
Hidrologico_7	0.005	0.001	-0.002	0.005	0.002	-0.0004	0.008**
	(0.004)	(0.002)	(0.004)	(0.003)	(0.001)	(0.001)	(0.004)
Hidrologico_8	-0.001	-0.001	0.004	-0.003	-0.001	-0.0002	0.004
	(0.004)	(0.002)	(0.004)	(0.003)	(0.001)	(0.001)	(0.004)
EF Tempo (Ano x Mês)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
EF Municípios	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Observations	114,488	114,488	114,488	114,488	114,488	114,488	114,488
R ²	0.015	0.009	0.033	0.004	0.003	0.003	0.038
Adjusted R ²	0.013	0.007	0.031	0.002	0.001	0.001	0.035
F Statistic (df = 249; 114227)	7.037***	4.373***	15.681***	1.765***	1.376***	1.381***	17.946***

Nota: Os asteriscos representam a significância estatística do p-valor sendo: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01, os dados foram gerados através de filtragem da base de dados de Saúde Neo natal e desastres hidrológicos 2000-2021.

Para a variável Baixo Apgar1, os desastres hidrológicos ocorridos no mês do nascimento apresentaram um coeficiente positivo e estatisticamente significativo (0,007; $p < 0,05$), indicando um aumento de 0,7 pontos percentuais na proporção de recém-nascidos com Apgar1 baixo, esse resultado sugere um impacto negativo imediato dos desastres sobre essa métrica neonatal. Na variável Baixo Apgar5, embora os coeficientes não sejam significativos no mês do desastre e nos meses anteriores, os resultados indicam a ausência de um efeito robusto dos desastres hidrológicos sobre o Apgar5.

Para Baixas Consultas, os desastres hidrológicos no mês do nascimento aumentaram em 0,9 pontos percentuais a proporção de gestantes que realizaram um

número insuficiente de consultas pré-natais, significativo ao nível de 5%. O impacto também é observado seis meses antes do desastre (coeficiente de 0,012; $p < 0,05$), sugerindo que os desastres podem afetar negativamente o acesso ao pré-natal mesmo em períodos prévios ao nascimento.

As variáveis de peso ao nascer (Baixo Peso, Muito Baixo Peso e Extremo Baixo Peso) apresentam coeficientes pequenos e, na maior parte, estatisticamente não significativos. O único efeito significativo está associado ao indicador de Muito Baixo Peso para desastres no quarto mês antes do nascimento (coeficiente de -0,001; $p < 0,05$), sugerindo uma redução mínima na proporção de recém-nascidos nessa condição. Por outro lado, para Baixo Gestação, os desastres hidrológicos no oitavo mês antes do nascimento apresentaram um coeficiente positivo significativo (0,003; $p < 0,05$), indicando um aumento de 0,3 pontos percentuais na proporção de gestações de curta duração. Este resultado pode refletir estresses relacionados a desastres durante os estágios iniciais da gravidez.

De maneira geral, os desastres hidrológicos no mês do nascimento têm impacto mais robusto sobre a realização de consultas pré-natais (variável Baixas Consultas) e a proporção de recém-nascidos com Apgar1 baixo (Baixo Apgar1), enquanto os efeitos nos indicadores de peso ao nascer e duração da gestação são menos consistentes.

5.5 Sudeste

Tabela 6: Efeito Fixo Saúde Neonato e Desastres Hidrológicos no Sudeste

	<i>Variável Dependente:</i>						
	BaixoApgar1 (1)	BaixoApgar5 (2)	BaixasConsultas (3)	BaixoPeso (4)	MuitoBaixoPeso (5)	ExtremoBaixoPeso (6)	BaixasGestacao (7)
Hidrológico	0.001 (0.001)	0.0001 (0.001)	0.010*** (0.001)	-0.002 (0.002)	-0.0002 (0.001)	-0.0004 (0.001)	-0.001 (0.002)
Hidrológico_1	-0.001 (0.001)	-0.0002 (0.001)	0.003** (0.001)	-0.0001 (0.002)	-0.0002 (0.001)	0.0003 (0.001)	-0.001 (0.002)
Hidrológico_2	-0.002 (0.001)	0.001 (0.001)	0.005*** (0.001)	-0.001 (0.002)	-0.001 (0.001)	0.0001 (0.001)	-0.002 (0.002)
Hidrológico_3	0.001 (0.001)	0.001 (0.001)	0.003* (0.001)	-0.002 (0.002)	0.001* (0.001)	0.001 (0.001)	-0.003** (0.002)
Hidrológico_4	-0.001 (0.001)	-0.0001 (0.001)	0.001 (0.001)	-0.001 (0.002)	-0.0004 (0.001)	-0.0001 (0.001)	-0.001 (0.002)
Hidrológico_5	0.003** (0.001)	0.001 (0.001)	0.003* (0.001)	0.001 (0.002)	-0.0002 (0.001)	-0.001* (0.001)	0.002 (0.002)
Hidrológico_6	-0.001 (0.001)	-0.0003 (0.001)	0.004** (0.001)	0.0002 (0.002)	-0.001 (0.001)	-0.0003 (0.001)	0.001 (0.002)
Hidrológico_7	-0.001 (0.001)	-0.0001 (0.001)	0.002 (0.001)	0.002 (0.002)	0.00002 (0.001)	-0.0001 (0.001)	0.001 (0.002)
Hidrológico_8	0.003* (0.001)	0.001 (0.001)	0.002 (0.001)	0.002 (0.002)	0.0001 (0.001)	0.0001 (0.001)	0.0004 (0.002)
EF Tempo (Ano x Mês)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
EF Municípios	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Observations	412,669	412,669	412,669	412,669	412,669	412,669	412,669
R ²	0.005	0.005	0.040	0.002	0.007	0.013	0.035
Adjusted R ²	0.004	0.005	0.040	0.001	0.007	0.013	0.035
F Statistic (df = 249; 412408)	7.969***	8.560***	69.802***	3.156***	11.994***	22.505***	60.852***

Nota: Os asteriscos representam a significância estatística do p-valor sendo: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01, os dados foram gerados através de filtragem da base de dados de Saúde Neonatal e desastres hidrológicos 2000-2021.

Os resultados indicam que os desastres hidrológicos apresentam impactos distintos sobre as condições neonatais e o acesso ao pré-natal, considerando todas as variáveis dependentes analisadas. Em relação à proporção de gestantes com baixa frequência de consultas pré-natais, foi identificado um aumento de 1 ponto percentual no mês do desastre (coeficiente = 0.010, p<0.01), além de aumentos de 0,3 ponto percentual no primeiro mês anterior (coeficiente = 0.003, p<0.05) e de 0,5 ponto percentual no segundo mês anterior ao nascimento (coeficiente = 0.005, p<0.01).

Esses resultados sugerem que os desastres hidrológicos podem ter dificultado o acesso aos serviços de saúde durante a gestação. Para as variáveis relacionadas

ao peso ao nascer, os desastres no terceiro mês anterior ao nascimento (Hidrológico_3) estão associados a um aumento de 0,1 ponto percentual na proporção de recém-nascidos com Muito Baixo Peso (coeficiente = 0.001, $p < 0.05$), enquanto para Baixo Peso e Extremo Baixo Peso, os coeficientes estimados não foram estatisticamente significativos.

No caso das variáveis de Apgar, os desastres hidrológicos, tanto no mês do nascimento quanto nos meses anteriores, não apresentaram associações significativas com as proporções de recém-nascidos com Baixo Apgar no primeiro minuto (Baixo Apgar 1) e no quinto minuto (Baixo Apgar 5). Para a duração da gestação, os resultados revelam que, no terceiro mês anterior ao nascimento (Hidrológico_3), houve uma redução de 0,3 ponto percentual na proporção de gestações completas (coeficiente = -0.003, $p < 0.05$), enquanto nos demais períodos os coeficientes não foram significativos.

6. Resultados Relação Saúde Materna e Efeitos no Recém-Nascido

Esta seção apresenta os resultados das análises empíricas sobre o impacto das variáveis pré-natal e morbidade materna, e suas relações com as variáveis relacionadas as notas de Apgar e peso do recém-nascido. As estimativas foram realizadas utilizando o modelo de efeitos fixos alternando as variáveis dependentes que estão relacionadas, a fim de verificar a consistência dos resultados.

Tabela 7: Regressão Saúde Materna e Indicadores Neonatal

	<i>Variável Dependente:</i>				
	BaixoApgar1 (1)	BaixoApgar5 (2)	BaixoPeso (3)	MuitoBaixoPeso (4)	ExtremoBaixoPeso (5)
Leptospirose	11.352* (6.511)	0.017 (3.498)	8.671* (5.162)	-0.338 (2.298)	0.304 (1.669)
Diarreia	0.020*** (0.003)	0.005*** (0.002)	-0.021*** (0.002)	-0.005*** (0.001)	-0.003*** (0.001)
Tetanos	0.013 (0.427)	-0.060 (0.230)	-0.331 (0.339)	-0.008 (0.151)	0.001 (0.110)
BaixasConsultas	0.073*** (0.001)	0.044*** (0.0004)	0.015*** (0.001)	0.014*** (0.0003)	0.011*** (0.0002)
Dengue	0.018*** (0.005)	0.006** (0.003)	-0.021*** (0.004)	-0.002 (0.002)	-0.0001 (0.001)
BaixasGestacao	0.124*** (0.001)	0.052*** (0.0005)	0.403*** (0.001)	0.106*** (0.0003)	0.043*** (0.0002)
EF Tempo	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
EF Município	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Observations	1,378,974	1,378,974	1,378,974	1,378,974	1,378,974
R ²	0.035	0.030	0.192	0.083	0.036
Adjusted R ²	0.034	0.030	0.192	0.083	0.036
F Statistic (df = 246; 1378716)	200.973***	174.150***	1,330.452***	507.747***	210.355***

Nota: Os asteriscos representam a significância estatística do p-valor sendo: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01, os dados foram gerados através de filtragem da base de dados de Saúde Neonatal e desastres hidrológicos 2000-2021.

Os resultados da tabela demonstram como as condições maternas, incluindo morbidades e características do período pré-natal, impactam as proporções de desfechos neonatais adversos, acompanhadas dos coeficientes estimados. Para a variável dependente Baixo Apgar 1, a leptospirose materna está associada a um aumento de 1.135% na proporção de bebês com baixo Apgar no primeiro minuto (coeficiente: 11,352), enquanto a diarreia elevou essa proporção em 2% (coeficiente: 0,020), Baixas Consultas em 7% (coeficiente: 0,073), dengue em 2% (coeficiente: 0,018) e Baixas Gestações em 12% (coeficiente: 0,124).

Para Baixo Apgar 5, os aumentos mais significativos foram para diarreia (1%, coeficiente: 0,005), Baixas Consultas (4%, coeficiente: 0,044) e Baixas Gestações (5%, coeficiente: 0,052). No caso de Baixo Peso, a leptospirose elevou a proporção em 9% (coeficiente: 8,671), Baixas Consultas em 2% (coeficiente: 0,015) e Baixas Gestações apresentaram um impacto expressivo, aumentando em 40% (coeficiente: 0,403). Para Muito Baixo Peso, Baixas Consultas e Baixas Gestações aumentaram as

proporções em 1% (coeficiente: 0,014) e 11% (coeficiente: 0,106), respectivamente. Na variável Extremo Baixo Peso, os aumentos foram atribuídos a Baixas Consultas em 1% (coeficiente: 0,011) e Baixas Gestações em 4% (coeficiente: 0,043).

7. Discussão em Termos de Políticas Públicas: relação entre os desastres hidrológicos, o Sistema de Saúde e diferenças macrorregionais

Os resultados deste estudo evidenciam a necessidade de políticas públicas que fortaleçam a resiliência do sistema de saúde frente aos desastres hidrológicos, especialmente no que diz respeito ao acesso a serviços de saúde materna e neonatal. Embora não tenham sido observadas diferenças significativas entre as macrorregiões brasileiras em termos de impacto dos desastres nos indicadores de saúde neonatal, as desigualdades regionais no acesso aos serviços de saúde e na capacidade de resposta a desastres são bem documentadas na literatura (ALBUQUERQUE et al., 2017). As cinco macrorregiões do Brasil apresentam características distintas que influenciam a dependência nas internações de média e alta complexidade. A região Norte, por exemplo, destaca-se pela elevada dependência em internações de alta complexidade, com desafios logísticos significativos devido à sua vasta extensão territorial e à predominância de barreiras geográficas. De acordo com Guerra et al. (2023), apenas 21% das microrregiões do Norte apresentam um Índice de Dependência Macrorregional (IDMR) abaixo de 20%, o IDMR mede a proporção de internações que dependem de serviços de saúde de outras regiões, refletindo a capacidade local de atender às demandas de saúde.

A região Nordeste enfrenta uma situação similar, com 39% das microrregiões apresentando IDMR superior a 60%, evidenciando as desigualdades sociais e econômicas que afetam o acesso à saúde. A região Centro-Oeste, por sua vez, revela um cenário complexo, onde 67% das microrregiões demonstram alta dependência, necessitando de uma abordagem integrada que considere as particularidades territoriais. A região Sudeste, embora possua uma estrutura de saúde mais robusta, ainda enfrenta desafios relacionados à concentração de serviços e desigualdade no acesso, enquanto a região Sul se destaca positivamente, com 72% das microrregiões apresentando IDMR abaixo de 20%, refletindo uma maior resolutividade e melhor acesso aos serviços de saúde.

Nesse contexto, a criação de um programa nacional de assistência médica emergencial, inspirado no AUSMAT (Australian Medical Assistance Team), que possui uma equipe específica para respostas a desastres DART (Disaster assistance response teams) seria essencial para uma resposta rápida e eficaz em situações de crise.

Esse tipo de iniciativa poderia mobilizar equipes multidisciplinares para atender populações afetadas, com ênfase em grupos vulneráveis, como gestantes, que enfrentam riscos agravados devido à interrupção do acesso a cuidados pré-natais e ao aumento do estresse físico e emocional durante desastres. Além de garantir consultas pré-natais, imunizações e distribuição de suplementos essenciais, o programa poderia implementar maternidades temporárias para partos seguros e manejo de complicações obstétricas, além de oferecer suporte psicológico e registrar o acompanhamento contínuo dessas pacientes. A adoção de um programa dessa natureza no Brasil poderia reduzir a mortalidade materna e neonatal em cenários de emergência, além de fortalecer a resiliência do sistema de saúde público, minimizando os impactos de longo prazo de desastres na saúde das populações mais vulneráveis. (AITKEN et al., 2012)

8. Conclusão

O presente estudo buscou preencher uma lacuna existente sobre os impactos dos desastres hidrológicos sobre as variáveis de saúde neonatal relacionados as pontuações de Apgar 1, Apgar 5 e consultas pré-natais. Para tanto, foi utilizado o método robusto de dados em painel efeitos fixos, a fim de estimar a sensibilidade e o impacto dos desastres hidrológicos em saúde neonatal em todos os estados Brasileiros. Os resultados indicam que há uma forte influência negativa a média de consultas, diminuindo o percentual ao longo do tempo e conseqüentemente afetando as médias de Apgar 1 e 5.

As macrorregiões que sofreram maior interferência foram as denominadas Norte, Centro-Oeste e Sudeste, pois mostraram um resultado significativo no impacto dos desastres hidrológicos resultando os níveis percentuais mais altos nas variáveis de saúde do neonato tratando-se de Baixo Apgar1 e Baixo Apgar 5, contudo, as cinco macrorregiões obtiveram resultados estatisticamente significativos nas variáveis de cuidados pré-natais demonstrando assim o efeito em que as consultas têm sobre as

pontuações de apgares, como reforçado nas literaturas de saúde. Mediante a outra análise os resultados indicam uma forte associação entre a baixa proporção dos índices neonatais e a qualidade inadequada dos cuidados pré-natais e saúde materna, evidenciando a influência significativa dos cuidados maternos durante o período gestacional e na saúde do recém-nascido.

A falta de acesso a saúde por falta de assistência médica, em sua maioria por locais de zonas rurais ocasionam uma necessidade maior de suporte para as mulheres que necessitam realizar as consultas pré-natais necessárias até o nascimento do bebe, com o objetivo de acompanhar o estado de saúde.

Embora os resultados gerais não apresentem grandes variações entre as macrorregiões, a realização de estimativas separadas permite uma análise mais aprofundada das particularidades regionais, considerando fatores demográficos, socioeconômicos e de saúde que influenciam os indicadores neonatais. Essa abordagem possibilita a identificação de nuances relevantes, contribuindo para a formulação de políticas públicas mais eficazes. Além disso, reconheço a importância da realização de testes de robustez na validação dos resultados, embora não tenham sido conduzidos nesta fase inicial, serão incorporados em análises futuras. Ainda assim, a presente análise já se fundamenta em dados consistentes e metodologias amplamente reconhecidas, garantindo uma base sólida para as conclusões apresentadas.

Referências

AGUILAR, A.; VICARELLI, M. El Niño and children: Medium-term effects of early-life weather shocks on cognitive and health outcomes. *World Development*, v. 150, p. 105690, 1 fev. 2022.

ALMEIDA, A. H. DO V. DE et al. Baixo peso ao nascer em adolescentes e adultas jovens na Região Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil*, v. 14, p. 279–286, set. 2014.

ASHRAF, M. et al. Understanding Challenges Women Face in Flood-Affected Areas to Access Sexual and Reproductive Health Services: A Rapid Assessment from a Disaster-Torn Pakistan. *BioMed Research International*, v. 2024, p. 1113634, 1 abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Política Nacional de Alimentação e Nutrição. Brasília: Ministério da Saúde, 2013. Disponível em: <https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/pnan.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Política Nacional de Atenção Integral à Saúde da Mulher: princípios e diretrizes. Brasília: Ministério da Saúde, 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Protocolo de atenção ao pré-natal na atenção primária à saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2024.

CHANG, G.; FAVARA, M.; NOVELLA, R. The origins of cognitive skills and non-cognitive skills: The long-term effect of in-utero rainfall shocks in India. *Economics & Human Biology*, v. 44, p. 101089, 1 jan. 2022.

DÁRIO, Patrícia Passarini; MALAGUTTI, William. Desastres naturais: contribuições para atuação do psicólogo nos desastres hidrológicos. *JMPHC / Journal of Management & Primary Health Care | ISSN 2179-6750*, [S. l.], v. 10, 2019. DOI: 10.14295/jmphc.v10i0.503.

LIANG, S. Y.; MESSENGER, N. Infectious diseases after hydrologic disasters. *Emergency Medicine Clinics of North America*, v. 36, n. 4, p. 835-851, nov. 2018. DOI: 10.1016/j.emc.2018.07.002.

LONDE, L. D. R. et al. Desastres relacionados à água no Brasil: perspectivas e recomendações. *Ambiente & Sociedade*, v. 17, n. 4, p. 133–152, dez. 2014.

NARVÉZ, L.; LAVELL, A.; PÉREZ ORTEGA, G. La gestión del riesgo de desastres: Un enfoque basado en procesos. *Em: La gestión del riesgo de desastres: Un enfoque basado en procesos*. [s.l: s.n.]. p. 102–102.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). Preterm birth. Geneva: WHO, 2023.

PARIZZI, M. G. Panorama dos desastres climatológicos, hidrológicos, meteorológicos e geológicos durante o período de 2010 – 2019. *Derbyana*, v. 43, 3 ago. 2022.

ROCHA, R.; SOARES, R. R. Evaluating the impact of community-based health interventions: evidence from Brazil's Family Health Program. *Health Economics*, v. 19 Suppl, p. 126–158, set. 2010.

ROSALES-RUEDA, M. The impact of early life shocks on human capital formation: evidence from El Niño floods in Ecuador. *Journal of Health Economics*, v. 62, p. 13–44, 1 nov. 2018.

ROTHSCHILD, J.; HAASE, E. Women's mental health and climate change Part II: Socioeconomic stresses of climate change and eco-anxiety for women and their children. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, v. 160, n. 2, p. 414–420, 2023.

TAN, S. Y.; DAVIS, C. A. Virginia Apgar (1909-1974): Apgar score innovator. *Singapore Medical Journal*, v. 59, n. 7, p. 395–.