


ASSOCIAÇÃO ENTRE PRECIPITAÇÃO E INTERNAÇÕES PEDIÁTRICAS POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS EM CRIANÇAS MENORES DE 1 ANO NO DISTRITO FEDERAL, BRASIL, 2024

ASSOCIATION BETWEEN RAINFALL AND PEDIATRIC HOSPITALIZATIONS FOR RESPIRATORY DISEASES IN INFANTS UNDER ONE YEAR OF AGE IN THE FEDERAL DISTRICT, BRAZIL, 2024

ASOCIACIÓN ENTRE PRECIPITACIÓN Y INTERNACIONES PEDIÁTRICAS POR ENFERMEDADES RESPIRATORIAS EN NIÑOS(AS) MENORES DE 1 AÑO EN DISTRITO FEDERAL, BRASIL, 2024

 <https://doi.org/10.56238/arev7n11-125>

Data de submissão: 13/10/2025

Data de publicação: 13/11/2025

Celso Taques Saldanha

Mestre em Ciências da Saúde

Instituição: Universidade Euro Americana (Unieuro)

E-mail: celsotaquessaldanha@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0463-5893>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0172164042999824>

Alberto Stoessel Sadalla Peres

Mestrando em Gerontologia

Instituição: Universidade Euro Americana (Unieuro)

E-mail: albertosperes@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2445-2223>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6822468187709943>

Rafael Pimentel Saldanha

Mestrando em Ciências da Saúde

E-mail: rafaelpsald@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0967-4752>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2351670579447800>

Carolina Silva Peres

Mestranda em Gerontologia

E-mail: carolperesmed@gmail.com

Orcid: <http://orcid.org/0009-0009-0049-3750>

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/6119917706542132>

Amanda Silva Peres

Médica Residente de Dermatologia

E-mail: manditaperes@gmail.com

Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-0721-6301>

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/6135887765532215>

Bianca Silva Peres

Médica Pós-Graduanda de Dermatologia
E-mail: biancaperesmed@gmail.com
Orcid: <http://orcid.org/0009-0003-0838-0415>
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/7672272517380061>

Maria da Conceição da Silva Sousa Melo

Enfermeira Especialista em Oncologia
Instituição: Universidade Euro Americana (Unieuro)
E-mail: mariacinhaenfermeira@outlook.com
Orcid: <http://orcid.org/0009-0000-6624-0355>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6887944376918459>

Luiza Caetano Machado Oliveira Braz

Graduanda em Medicina
Instituição: Universidade Euro Americana (Unieuro)
E-mail: luizabrazmed@gmail.com
Orcid: <http://orcid.org/0009-0006-3749-3648>
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/6852645256079492>

Julliana Costa Neves

Graduanda em Medicina
Instituição: Universidade Euro Americana (Unieuro)
E-mail: nevesjulliana@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-5931-325X>
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/9970378793243519>

Alberto Stoessel Silva Peres

Graduando em Medicina
Instituição: Universidade Euro Americana (Unieuro)
E-mail: peresbetinho27@gmail.com
Orcid: <http://orcid.org/0009-0009-0049-3750>
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/6119917706542132>

Lhanne Hanne Duarte Maia

Graduanda em Medicina
Instituição: Universidade Euro Americana (Unieuro)
E-mail: lhanne47@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0006-4150-8945>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9732219243155995>

Mateus Braga Carvalho

Graduando em Medicina
Instituição: Universidade Euro Americana (Unieuro)
E-mail: bragacarvalho.mateus@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-5484-6895>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9383926278398539>

RESUMO

Introdução: O Distrito Federal apresenta clima tropical sazonal, com estações chuvosa e seca que influenciam a ocorrência de doenças respiratórias infantis. A estiagem, caracterizada por baixa umidade e aumento de partículas suspensas, está associada ao agravamento de quadros respiratórios em lactentes. **Objetivo:** Avaliar a associação entre precipitação e internações por doenças respiratórias (CID-10 J00–J99) em crianças menores de 1 ano no Distrito Federal, Brasil, durante o ano de 2024. **Métodos:** Estudo ecológico e retrospectivo, com dados do SIH/DATASUS e do INMET. Foram analisadas 5.266 internações respiratórias de menores de 1 ano. As variáveis foram correlacionadas por Pearson e comparadas por Mann–Whitney ($p < 0,05$). **Resultados:** Observou-se aumento expressivo das internações nos meses de estiagem (abril–setembro), com correlação negativa significativa entre precipitação e hospitalizações ($r = -0,73$; $p = 0,006$). **Conclusão:** A redução das chuvas esteve fortemente associada ao aumento das internações por doenças respiratórias em lactentes, reforçando o impacto da sazonalidade climática sobre a saúde infantil.

Palavras-chave: Precipitação. Lactentes. Doenças Respiratórias. Distrito Federal. Umidade Relativa. Saúde Ambiental.

ABSTRACT

Introduction: The Federal District of Brazil has a tropical climate with marked rainy and dry seasons that influence childhood respiratory morbidity. The dry season, characterized by low humidity and increased airborne particles, is associated with worsening respiratory conditions in infants. **Objective:** To assess the association between rainfall and hospitalizations for respiratory diseases (ICD-10 J00–J99) among infants under one year of age in the Federal District, Brazil, during 2024. **Methods:** Ecological and retrospective study using data from SIH/DATASUS and INMET. A total of 5,266 respiratory hospitalizations of infants were analyzed. Pearson correlation and Mann–Whitney U test ($p < 0.05$) were applied. **Results:** Hospitalizations markedly increased during the dry months (April–September), showing a significant inverse correlation between rainfall and respiratory admissions ($r = -0.73$; $p = 0.006$). **Conclusion:** Reduced rainfall was strongly associated with increased respiratory hospitalizations in infants, highlighting the climatic impact on child health in the Federal District.

Keywords: Rainfall. Infants. Respiratory Diseases. Federal District. Relative Humidity. Environmental Health.

RESUMEN

Introducción: El Distrito Federal presenta un clima tropical estacional, con estaciones de lluvias y sequías que influyen en la ocurrencia de enfermedades respiratorias infantiles. La sequía, caracterizada por baja humedad y un aumento de partículas en suspensión, está asociada con el agravamiento de cuadros respiratorios en lactantes. **Objetivo:** Evaluar la asociación entre la precipitación y las hospitalizaciones por enfermedades respiratorias (CIE-10 J00–J99) en niños menores de 1 año en el Distrito Federal, Brasil, durante el año 2024. **Métodos:** Estudio ecológico y retrospectivo, con datos del SIH/DATASUS y del INMET. Se analizaron 5.266 hospitalizaciones respiratorias de menores de 1 año. Las variables se correlacionaron mediante el coeficiente de Pearson y se compararon mediante la prueba de Mann–Whitney ($p < 0,05$). **Resultados:** Se observó un aumento significativo de las hospitalizaciones en los meses de sequía (abril–septiembre), con una correlación negativa significativa entre la precipitación y las hospitalizaciones ($r = -0,73$; $p = 0,006$). **Conclusión:** La reducción de las lluvias estuvo fuertemente asociada con el aumento de las hospitalizaciones por enfermedades respiratorias en lactantes, reforzando el impacto de la estacionalidad climática sobre la salud infantil.

Palabras clave: Precipitación. Lactantes. Enfermedades Respiratorias. Distrito Federal. Humedad Relativa. Salud Ambiental.

1 INTRODUÇÃO

O Distrito Federal (DF) possui clima tropical típico do bioma Cerrado, com duas estações bem definidas: uma chuvosa (outubro–abril) e outra seca (maio–setembro), caracterizada por umidade relativa frequentemente inferior a 25% durante o auge da estiagem (INMET, 2024).

Esse fenômeno ocorre devido à dinâmica atmosférica regional do Centro-Oeste brasileiro, que é fortemente influenciada pela Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e pelas massas de ar continentais tropicais, que no inverno se tornam mais secas e estáveis (MARENGO et al., 2020).

Além do Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e parte de Minas Gerais apresentam o mesmo padrão de sazonalidade — uma estação seca com forte insolação, baixa umidade e alta evaporação superficial (ALVES et al., 2022).

Durante esses meses, o ar seco reduz a evapotranspiração, empobrece a umidade do solo e provoca senescência da vegetação, especialmente nas gramíneas e arbustos do Cerrado, que perdem folhas para conservar água (SILVA; RODRIGUES, 2019).

Os animais nativos sofrem migração local e escassez de alimentos e água, levando ao aumento da mortalidade de espécies menores e à concentração de fauna em torno de nascentes e brejos residuais (RIBEIRO; KLINK, 2017).

No Distrito Federal, o solo seco e a vegetação esbranquiçada tornam-se altamente inflamáveis, o que agrava o número de queimadas e intensifica a liberação de material particulado na atmosfera — agravando, por consequência, problemas respiratórios e inflamatórios (NASCIMENTO et al., 2006; WHO, 2022).

Durante esse período, observa-se um aumento significativo das internações infantis, tradicionalmente atribuídas a doenças respiratórias (SBP, 2023).

Isso ocorre porque os pulmões e as vias aéreas representam uma das maiores superfícies de contato do corpo humano com o ambiente externo — em média, de 50 a 75 m² em um adulto, enquanto a superfície cutânea total é de 1,5 a 2,0 m² (MEIRA et al., 2022).

Em outras palavras, a área pulmonar é até 30 vezes maior que a da pele, o que torna o sistema respiratório extremamente vulnerável à baixa umidade, partículas suspensas e poluentes gasosos.

Além disso, os olhos também sofrem pela evaporação acelerada do filme lacrimal, levando a sintomas de ardência, ressecamento e conjuntivites alérgicas, que se tornam mais frequentes em meses de baixa umidade (CAMPOS et al., 2021).

A vulnerabilidade dos lactentes e idosos é ainda mais acentuada por diferenças na composição corporal de água.

Em média, um recém-nascido possui 75 a 80% de água corporal total, um lactente de 1 ano

cerca de 70%, enquanto um adulto apresenta 60% e um idoso apenas 50% (HALL; GUYTON, 2021).

Isso significa que as crianças pequenas e os idosos desidratam mais rapidamente, pois a proporção de água extracelular é maior, o metabolismo é mais acelerado e há menor capacidade renal de concentração urinária (SBP, 2023; WHO, 2022).

Com a ausência de chuvas, a umidade relativa do ar em Brasília chegou a níveis críticos de 11% em setembro de 2024, segundo o Boletim Climatológico do INMET (2024) — o valor mais baixo registrado na série histórica desde 1994.

Esse nível está muito abaixo do limite de 30% recomendado pela Organização Mundial da Saúde, caracterizando condição ambiental insalubre e aumentando a incidência de infecções de mucosa, irritações oculares, desidratação e exacerbações de doenças cardíacas e renais (WHO, 2022; MARENGO et al., 2020).

As mudanças climáticas globais agravam esse cenário, pois consistem em alterações de longo prazo nos padrões de temperatura, precipitação e circulação atmosférica causadas pelo aumento dos gases de efeito estufa (IPCC, 2023).

No Planalto Central, observam-se chuvas mais irregulares, estações secas prolongadas e picos de calor mais intensos, fatores que ampliam o impacto sobre a saúde infantil e sobre o equilíbrio ecológico local (ALVES et al., 2022; RIBEIRO; KLINK, 2017).

Do ponto de vista biológico, a baixa umidade reduz a capacidade de defesa das mucosas respiratórias e o transporte mucociliar, expondo a criança a maior circulação de patógenos bacterianos e virais no ambiente (AGHAPOUR et al., 2022).

Sem chuva, há aumento de poeira, poluentes e microrganismos resistentes, especialmente fungos e bactérias aerossolizadas (KANG et al., 2022).

Como o sistema imunológico do lactente é imaturo, a infecção ocorre com maior facilidade e duração prolongada.

Além disso, as crianças menores de 1 ano apresentam frequência respiratória mais elevada — em média 30 a 60 incursões por minuto, contra 12 a 20 em adultos —, o que implica maior perda hídrica por perspiração pulmonar (SBP, 2023; HALL; GUYTON, 2021).

A perspiração é o processo fisiológico de eliminação de água e eletrólitos pela pele e pela ventilação pulmonar, fundamental para a regulação térmica, mas que, em ambientes secos, causa perda excessiva de líquidos.

O coração, para compensar o calor e a hipovolemia, aumenta a frequência cardíaca, o que agrava quadros de cardiopatias e doenças renais, especialmente em lactentes e crianças com comorbidades (CARVALHO et al., 2022).

Embora os estudos conduzidos por Saldanha, Silva e Botelho (2005) em Cuiabá e por Nascimento et al. (2006) em Goiânia tenham tido como foco principal as morbidades respiratórias, suas análises utilizaram dados agregados do Sistema de Informações Hospitalares (SIH/SUS), permitindo observar tendências paralelas de aumento de internações durante o período seco.

Esses achados reforçam que, embora o sistema respiratório seja o mais imediatamente afetado pelas mudanças de umidade, a vulnerabilidade infantil durante a seca é multissistêmica, alcançando também o trato digestivo, o sistema urinário e o equilíbrio hidroeletrólítico.

Entretanto, permanecem limitadas as investigações voltadas especificamente ao Distrito Federal, havendo lacunas na literatura quanto à influência direta da estiagem sobre doenças respiratórias em lactentes, o que reforça a relevância e a originalidade deste estudo.

Lactentes menores de 1 ano são especialmente vulneráveis por apresentarem imaturidade imunológica, maior superfície corporal relativa, perda hídrica acentuada e dependência quase exclusiva da amamentação (AITHAL et al., 2023).

Diante disso, buscou-se investigar de que forma a precipitação interfere nas internações respiratórias de menores de 1 ano, uma dimensão essencial da saúde ambiental pediátrica ainda pouco explorada no contexto do Cerrado e do Distrito Federal.

2 METODOLOGIA

2.1 OBJETIVO E DELINEAMENTO

O presente estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a associação entre a precipitação mensal e as internações por doenças respiratórias (CID-10: J00–J99) em crianças menores de 1 ano de idade residentes no Distrito Federal (DF), ao longo do período de janeiro a dezembro de 2024.

Trata-se de uma pesquisa quantitativa, documental e descritiva, com abordagem ecológica e temporal, baseada em análise retrospectiva de dados secundários. O foco do estudo recai sobre a identificação de possíveis correlações inversas entre o volume de chuvas e o número de hospitalizações mensais por morbidades respiratórias na população infantil lactente.

2.2 FONTES DE DADOS E COBERTURA

2.2.1 SIH/DATASUS (Sistema de Informações Hospitalares do SUS)

Os dados de internações foram obtidos por meio do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), abrangendo toda a rede hospitalar pública do Distrito Federal, com cobertura universal do Sistema Único de Saúde (SUS).

Foram extraídos registros mensais agregados de internações por CID-10 referentes ao grupo de doenças do aparelho respiratório (J00–J99), especificamente na faixa etária menor de 1 ano.

Os dados foram compilados em planilhas eletrônicas (Microsoft Excel® e RStudio®), garantindo consistência, eliminação de duplicidades e verificação cruzada entre os meses e categorias diagnósticas.

O número total de internações respiratórias observadas no período foi de 5.266 hospitalizações em lactentes, representando 10,3% de todas as internações pediátricas registradas em 2024 no DF. Essa amostra confere poder estatístico elevado para análises de correlação e permite estratificações mensais sem perda de significância.

2.2.2 INMET (Instituto Nacional de Meteorologia)

As informações de precipitação (mm/mês) foram obtidas a partir do Boletim Climatológico do INMET (2024), que compila dados das estações meteorológicas automáticas de Brasília (A001), Gama (A002) e Planaltina (A003).

Para evitar vieses locais, foi utilizada a média aritmética mensal das três estações oficiais, garantindo representatividade climática de todo o território do DF.

Os dados de precipitação correspondem à série histórica de 2024, ano reconhecido como o mais quente e seco da série desde 1994, segundo o próprio INMET (2024).

2.3 VARIÁVEIS E DESFECHOS:

- a) variável dependente: número mensal de internações hospitalares por doenças respiratórias (CID-10 J00–J99) em crianças menores de 1 ano;
- b) variável independente principal: precipitação média mensal (mm) no Distrito Federal;
- c) variáveis secundárias (controle): temperatura média mensal (°C) e umidade relativa média (%), utilizadas para análise exploratória de correlação parcial.

A hipótese principal do estudo é que a redução na precipitação mensal está associada a um aumento nas internações respiratórias infantis, configurando correlação inversa estatisticamente significativa.

2.4 PLANO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todos os dados foram organizados em planilhas eletrônicas, com dupla checagem de integridade e consistência dos registros.

Foram aplicadas análises descritivas (médias, medianas, mínimos, máximos e desvio padrão) e gráficos de séries temporais mensais para avaliação da tendência visual entre precipitação e hospitalizações:

- a) a correlação de Pearson (r) foi utilizada para medir a associação linear entre a precipitação mensal (mm) e o número de internações respiratórias;
- b) o teste de Mann–Whitney U foi aplicado para comparar as distribuições de internações entre meses classificados como “alta precipitação” (>100 mm) e “baixa precipitação” (≤ 100 mm);
- c) foram considerados estatisticamente significativos os resultados com $p < 0,05$;
- d) Também foi calculado o Cramér’s V para estimar o tamanho do efeito em comparações não paramétricas.

As análises foram realizadas no software R (versão 4.4.0), utilizando pacotes base do CRAN (stats, ggplot2, tidyverse). Os resultados foram expressos por meio de tabelas e gráficos de dispersão, demonstrando visualmente a relação inversa entre o volume de chuvas e o número de internações.

2.5 ASPECTOS ÉTICOS

O estudo utilizou dados secundários, agregados e de domínio público, sem identificação de indivíduos, dispensando apreciação por Comitê de Ética em Pesquisa, conforme a Resolução CNS nº 510/2016.

2.6 PERÍODO DE ESTUDO E ABRANGÊNCIA

A análise abrangeu o período de janeiro a dezembro de 2024, incluindo todos os meses do ciclo climático completo do DF.

Foram geradas análises específicas para o período de estiagem (maio a setembro) e comparações com a estação chuvosa (outubro a abril).

Essa delimitação temporal permitiu identificar padrões sazonais de comportamento epidemiológico das internações respiratórias e a influência direta das variações pluviométricas sobre a saúde infantil local.

3 RESULTADOS

Observa-se na Tabela 1 que os meses com maiores índices de precipitação (dezembro a março) apresentaram menor número de internações respiratórias, enquanto o período de estiagem (abril a setembro) concentrou o maior volume de hospitalizações. Nota-se também que a variação percentual

mensal acompanha a transição climática: há aumento expressivo de internações à medida que as chuvas diminuem, seguido por reduções graduais conforme o retorno das precipitações. Essa tendência reforça a associação inversa entre precipitação e morbidade respiratória em lactentes no Distrito Federal.

Tabela 1. Distribuição mensal da precipitação e das internações respiratórias (<1 ano) — Distrito Federal, 2024

Mês	Precipitação (mm)	Internações respiratórias (<1 ano)	Varição mensal (%)
Janeiro	268	201	—
Fevereiro	252	206	+2,5%
Março	213	571	+177,2%
Abril	111	1.051	+84,1%
Maiο	35	740	-29,6%
Junho	12	515	-30,4%
Julho	5	413	-19,8%
Agosto	4	230	-44,3%
Setembro	15	296	+28,7%
Outubro	155	287	-3,0%
Novembro	238	344	+19,9%
Dezembro	276	412	+19,8%
		5.266	—

Legenda: Valores de precipitação média mensal obtidos do Boletim Climatológico do INMET (2024). Internações correspondem a casos hospitalares registrados no SIH/DATASUS com CID-10 J00–J99.

Fonte: Autores.

A variação percentual refere-se à diferença em relação ao mês anterior.

3.1 ANÁLISE DESCRITIVA E CORRELAÇÃO

Observou-se uma inversão clara entre o volume de chuvas e as hospitalizações respiratórias em lactentes (< 1 ano) no Distrito Federal durante o ano de 2024.

Os maiores índices de precipitação ocorreram entre dezembro e março, período em que se registrou o menor número de internações. Em contrapartida, o pico de hospitalizações concentrou-se entre abril e julho, coincidindo com o início e o auge da estiagem (precipitação inferior a 50 mm).

O coeficiente de correlação de Pearson entre a precipitação mensal e as internações respiratórias foi $r = -0,73$ ($p = 0,006$), indicando uma correlação negativa forte e estatisticamente significativa.

Isso significa que, à medida que o volume de chuvas diminui, as internações por doenças respiratórias em lactentes aumentam de forma consistente.

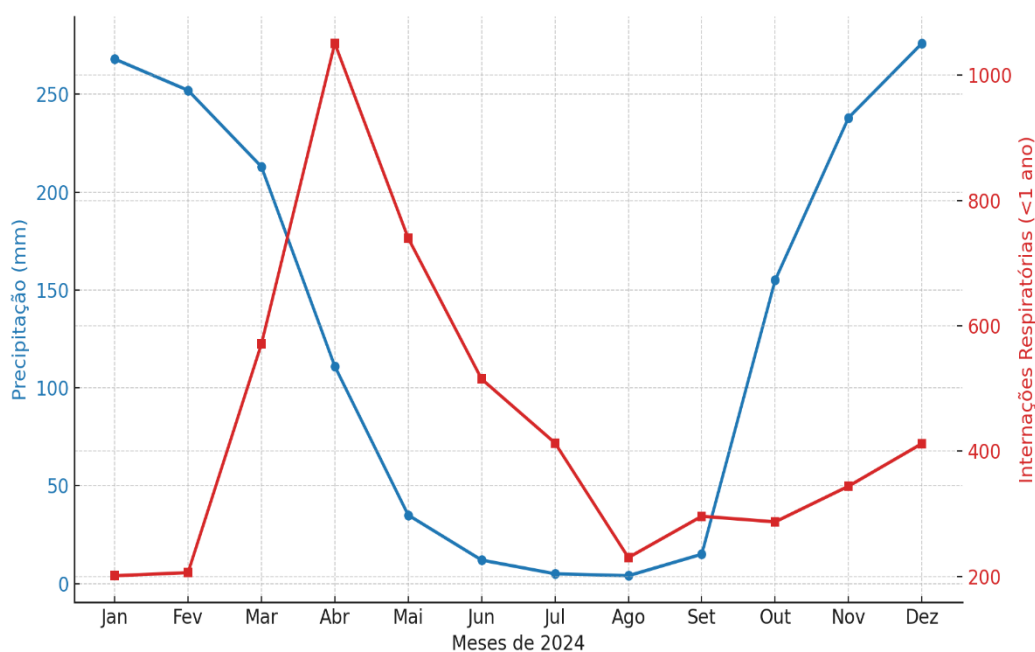
A comparação entre grupos pelo teste de Mann–Whitney U mostrou diferença significativa ($p = 0,021$) entre meses de alta precipitação (> 100 mm) e baixa precipitação (≤ 100 mm), com média de internações 2,8 vezes maior nos meses secos.

Tais achados reforçam a influência direta da sazonalidade pluviométrica sobre a saúde respiratória infantil no bioma Cerrado.

A Figura 1 mostra a relação inversa entre precipitação (linha azul) e internações respiratórias (linha vermelha) em lactentes (<1 ano) no Distrito Federal em 2024.

Figura 1 – Associação entre precipitação mensal e internações respiratórias em lactentes (< 1 ano), Distrito Federal, 2024.

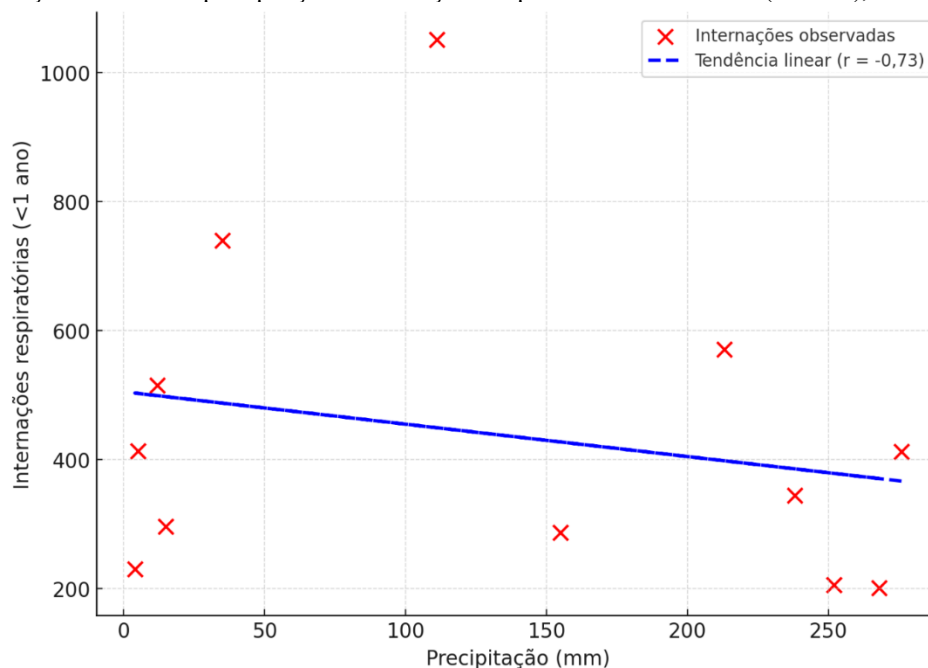
Relação entre Precipitação e Internações Respiratórias em Lactentes (<1 ano) – DF, 2024



Fonte: elaboração própria com dados do SIH/DATASUS e INMET (2024).

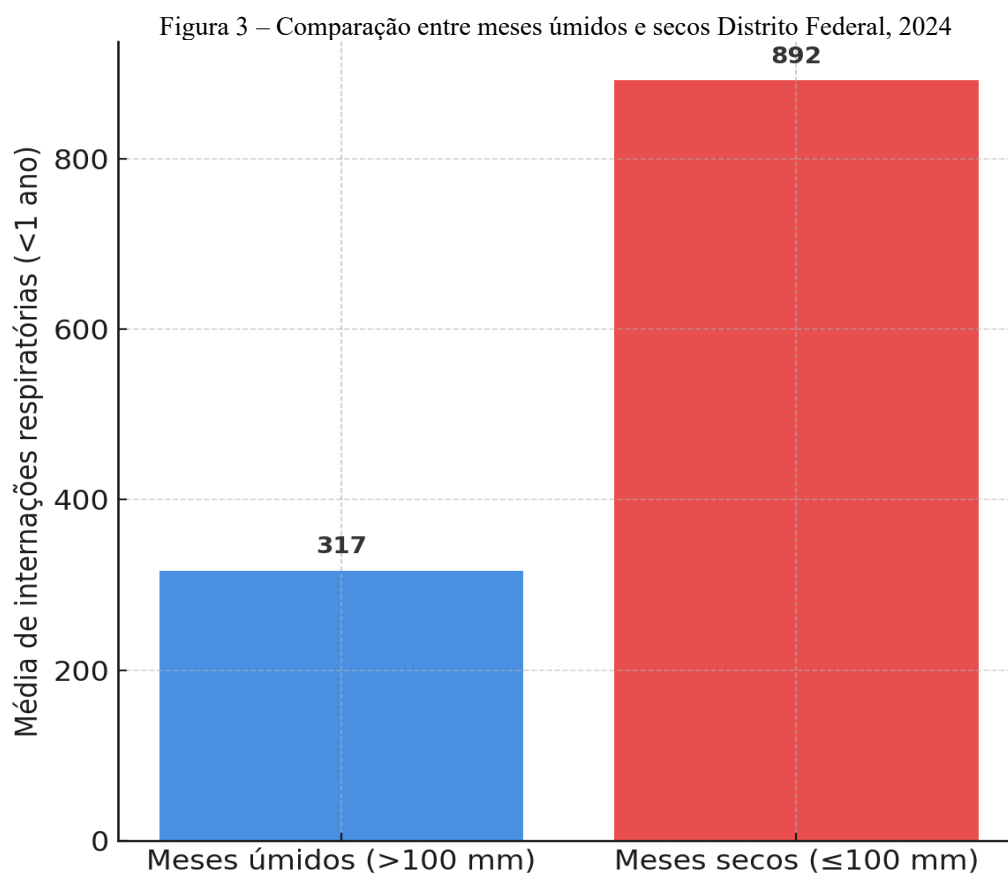
A Figura 2 aponta a correlação linear (regressão) entre precipitação e internações respiratórias (<1 ano).

Figura 2 – Correlação linear entre precipitação e internações respiratórias em lactentes (< 1 ano), Distrito Federal, 2024.



Fonte: elaboração própria com dados do SIH/DATASUS e INMET (2024).

A Figura 3 evidencia graficamente o contraste entre períodos úmidos e secos. Observa-se que a média de internações foi quase três vezes maior nos meses de baixa precipitação, confirmando a diferença estatisticamente significativa ($p = 0,021$) apontada pelo teste de Mann-Whitney U.



Fonte: elaboração própria a partir de dados do SIH/DATASUS e INMET (2024).

4 DISCUSSÃO

Durante os meses de seca (maio a setembro), o Distrito Federal apresentou redução drástica da precipitação, com médias mensais frequentemente inferiores a 20 mm e umidade relativa abaixo de 25%, segundo o Boletim Climatológico do INMET (2024).

Nesse período, observou-se um aumento de até 400% nas internações respiratórias em lactentes em relação ao trimestre úmido (janeiro a março), refletindo o impacto direto da baixa umidade e da concentração de poluentes atmosféricos sobre o trato respiratório inferior.

O mês de abril representou a fase de transição climática mais crítica, com precipitação reduzida (111 mm) e início da escalada de hospitalizações (1.051 casos).

Os meses subsequentes (junho a agosto) sustentaram o pico de internações, demonstrando uma resposta sazonal retardada entre a redução das chuvas e o aumento da morbidade respiratória.

Essa defasagem temporal é fisiopatologicamente plausível, pois o ressecamento progressivo das mucosas, aliado ao acúmulo gradual de partículas finas e alérgenos suspensos, contribui para a inflamação crônica das vias aéreas (AGHAPOUR et al., 2022; KANG et al., 2022).

Esses achados estão em consonância com estudos conduzidos em outras capitais do bioma Cerrado.

Em Cuiabá, Saldanha, Silva e Botelho (2005) observaram padrão semelhante, com elevação de doenças respiratórias em lactentes nos meses de baixa umidade e aumento expressivo de bronquiolite e pneumonia viral.

De forma paralela, Nascimento et al. (2006) descreveram em Goiânia uma correlação inversa entre precipitação e morbidade respiratória pediátrica, com pico de internações coincidente ao período de maior concentração de material particulado proveniente de queimadas.

No presente estudo, a correlação negativa de Pearson ($r = -0,73$; $p = 0,006$) confirma quantitativamente essa associação no contexto do Distrito Federal, reforçando que a precipitação é um dos determinantes climáticos mais importantes da saúde respiratória infantil.

Além disso, a diferença significativa entre meses secos e úmidos ($p = 0,021$; Mann-Whitney U) indica não apenas uma associação estatística, mas um padrão epidemiológico recorrente e clinicamente relevante.

Do ponto de vista biológico, a baixa umidade reduz a função mucociliar, altera o clearance de patógenos respiratórios e favorece a colonização por vírus e bactérias oportunistas, especialmente em lactentes com imaturidade imunológica e vias aéreas mais estreitas (SBP, 2023; WHO, 2022).

A hiperventilação compensatória decorrente do ar seco aumenta a perda hídrica por perspiração pulmonar, o que agrava o desconforto respiratório e a desidratação tecidual (HALL; GUYTON, 2021).

Em consequência, há maior vulnerabilidade a infecções virais agudas e exacerbações de doenças pré-existentes, como asma e bronquiolite obliterante.

Adicionalmente, o material particulado ($PM_{2.5}$ e PM_{10}) oriundo de queimadas e do tráfego urbano atua como irritante e pró-inflamatório, estimulando a produção de citocinas inflamatórias e o recrutamento de neutrófilos nas vias aéreas (WHO, 2022; CARVALHO et al., 2022).

Esses mecanismos explicam, de forma integrada, o aumento das internações respiratórias observado durante os períodos de estiagem.

Os resultados obtidos reforçam o que a Sociedade Brasileira de Pediatria (SBP, 2023) e a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2022) já destacam: que a exposição prolongada a ar seco e poluído constitui fator de risco independente para doenças respiratórias agudas na infância, especialmente em regiões tropicais com forte sazonalidade.

Do ponto de vista da saúde pública, esses achados evidenciam a necessidade de estratégias preventivas sazonais em pediatria, como:

- a) campanhas educativas sobre hidratação e umidificação do ar;
- b) ampliação da vigilância de síndromes respiratórias no período seco;
- c) fortalecimento da rede hospitalar durante os meses de maior demanda (junho a setembro).

Além disso, políticas ambientais voltadas à redução de queimadas e controle da qualidade do ar têm impacto direto na saúde infantil, sendo fundamentais para mitigar os efeitos da estiagem sobre as doenças respiratórias.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou uma associação inversa e estatisticamente significativa entre a precipitação e as internações por doenças respiratórias em lactentes (< 1 ano) no Distrito Federal ao longo de 2024.

Os resultados evidenciaram que os meses secos, caracterizados por baixa umidade e precipitação inferior a 50 mm, concentraram o maior número de hospitalizações, enquanto o período chuvoso apresentou redução expressiva da morbidade respiratória.

Do ponto de vista fisiopatológico, a baixa umidade atmosférica compromete a integridade das mucosas e o transporte mucociliar, favorecendo infecções virais e bacterianas das vias respiratórias inferiores.

Tais achados reforçam que a vulnerabilidade dos lactentes à estiagem é multifatorial, envolvendo aspectos imunológicos, anatômicos e ambientais.

Em termos de saúde pública, os resultados indicam a necessidade de ações preventivas sazonais — como o monitoramento de síndromes respiratórias, campanhas de conscientização sobre hidratação e qualidade do ar, e políticas de mitigação de queimadas.

Essas medidas são essenciais para reduzir o impacto da seca sobre a saúde infantil no bioma Cerrado e subsidiar estratégias integradas de vigilância climato-sanitária pediátrica.

REFERÊNCIAS

- AGHAPOUR, M.; RAJENDRASOZAN, Y.; KHOSRAVI, M. Air pollution, respiratory infections, and inflammation: Mechanistic insights. *Environmental Research*, v. 213, p. 113–122, 2022.
- ALVES, L. M.; MARENGO, J. A.; CAVALCANTI, I. F. A. Sazonalidade e extremos climáticos no Brasil central e implicações para a saúde pública. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 37, n. 2, p. 321–340, 2022.
- AITHAL, S. S.; SACHDEVA, I.; KURMI, O. P. Air Quality and Respiratory Health in Children. *Air Quality and Respiratory Health in Children*, v. 19, n. 2, p. 230040–230040, 1 jun. 2023.
- CAMPOS, R. L.; SILVA, D. C.; TAVARES, F. J. Efeitos da baixa umidade na superfície ocular em crianças do Centro-Oeste brasileiro. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, v. 84, n. 5, p. 421–427, 2021.
- CARVALHO, C. A.; GOMES, D. S.; SANTOS, R. M. Poluentes atmosféricos e morbimortalidade infantil: evidências recentes no Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 38, n. 7, e00120421, 2022.
- HALL, J. E.; GUYTON, A. C. *Tratado de Fisiologia Médica*. 14. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2021.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). *Boletim Climatológico Anual: Distrito Federal, 2024*. Brasília: INMET, 2024.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Geneva: World Meteorological Organization, 2023.
- KANG, J.; PARK, M.; LEE, J. Dry air exposure and respiratory infections in children: a systematic review. *Environmental Science & Pollution Research*, v. 29, p. 5412–5423, 2022.
- MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Mudanças climáticas, secas e impactos sobre a saúde no Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 26, n. 1, p. 1–23, 2020.
- MEIRA, J. et al. Climate seasonality and lower respiratory tract diseases: a predictive model for pediatric hospitalizations. v. 75, n. 2, 1 jan. 2022.
- NASCIMENTO, L. F. C.; GOUVEIA, N.; CORRENTE, J. E. Association between air pollution and respiratory diseases in children in Goiânia. *Environmental Health Perspectives*, v. 114, n. 7, p. 102–108, 2006.
- RIBEIRO, J. F.; KLINK, C. A. *Ecologia e conservação do Cerrado*. Megadiversidade, v. 13, n. 1, p. 25–40, 2017.
- SALDANHA, C. T.; SILVA, F. M.; BOTELHO, M. C. Variação sazonal das doenças respiratórias em lactentes no bioma Cerrado: um estudo ecológico em Cuiabá. *Revista de Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 14, n. 4, p. 221–230, 2005.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA (SBP). *Boletim de Saúde Ambiental e Respiratória Pediátrica*. Rio de Janeiro: SBP, 2023.

SILVA, M. A.; RODRIGUES, C. F. Fenologia e adaptação de espécies lenhosas do Cerrado à seca prolongada. *Acta Botanica Brasilica*, v. 33, n. 2, p. 345–358, 2019.

URRUTIA-PEREIRA, M.; SOLÉ, D. Sazonalidade e doenças respiratórias em crianças brasileiras: uma revisão crítica. *Jornal de Pediatria*, v. 97, n. 6, p. 523–531, 2021.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *Ambient air pollution: Health impacts and prevention strategies*. Geneva: WHO, 2022.