



Fatores associados à letalidade por tuberculose respiratória na população pediátrica: análise multinível do SIH-DATASUS, 2008-2024

Renata Benevides Araújo Ramos¹; Amanda Beatriz Bezerra Santiago²; Rafaela Carvalho Girardello³; Talita Bonfim Brito Amorim Duarte⁴; Letícia Guimarães de Moraes⁵; Luana Klein⁶; Thaís Caroline Dallabona Dombroski⁷; Hugo Dias Hoffmann-Santos⁸; Giovanna Pereira Tardin⁹

Como Citar:

RAMOS, Renata Benevides Araújo et al. Fatores associados à letalidade por tuberculose respiratória na população pediátrica: análise multinível do SIH-DATASUS, 2008-2024. Revista Sociedade Científica, vol. 9, n. 1, p. 729-749, 2026. <https://doi.org/10.61411/rsc2026128519>

DOI: 10.61411/rsc2026128519

Área do conhecimento:

Ciências da Saúde

Sub-área:

Saúde Coletiva; Epidemiologia

Palavras-chave:

Tuberculose; Pediatria; Taxa de Letalidade.

Publicado: 9 de abril de 2026.

Resumo

A tuberculose respiratória na população pediátrica mantém elevada relevância epidemiológica no Brasil, especialmente na faixa etária menor que 5 anos de idade, caracterizando-se por dificuldades diagnósticas e influência de determinantes individuais e contextuais nos desfechos clínicos. Este estudo teve como objetivo analisar a letalidade hospitalar por tuberculose respiratória na população pediátrica no Brasil, investigando a influência de fatores individuais (como idade, sexo e características clínicas) e contextuais (regionais e estruturais da assistência), por meio de modelagem multinível com um método estatístico inovador, mais adequado ao perfil dos dados analisados, ainda não previamente utilizado na literatura brasileira com esse recorte populacional, a fim de compreender como diferentes níveis de determinação interagem na ocorrência do desfecho no período analisado. Trata-se de um estudo epidemiológico transversal, baseado em dados do SIH-DATASUS (2008–2024), incluindo internações por A15 da Classificação Internacional de Doenças em crianças de 0 a 14 anos no Brasil. Realizou-se análise descritiva e comparação do tempo de internação por teste t ou ANOVA ($p < 0,05$). A letalidade hospitalar foi avaliada por modelo linear generalizado misto, com intercepto aleatório para unidade federativa, distribuição binomial e função logit, estimando-se o coeficiente de correlação intraclasse. Foram registradas 8.153 internações por tuberculose em crianças (média de 40 ao mês), com maior frequência na faixa de 0–4 anos, no sexo masculino e no período pré-pandêmico (2008–2012). Predominaram internações de urgência, de

¹Centro Universitário de Várzea Grande, Várzea Grande-MT, Brasil. Email: ✕

²Centro Universitário de Várzea Grande, Várzea Grande-MT, Brasil. Email: ✕

³Centro Universitário de Várzea Grande, Várzea Grande-MT, Brasil. Email: ✕

⁴Centro Universitário de Várzea Grande, Várzea Grande-MT, Brasil. Email: ✕

⁵Centro Universitário de Várzea Grande, Várzea Grande-MT, Brasil. Email: ✕

⁶Centro Universitário de Várzea Grande, Várzea Grande-MT, Brasil. Email: ✕

⁷Centro Universitário de Várzea Grande, Várzea Grande-MT, Brasil. Email: ✕

⁸Centro Universitário de Várzea Grande, Várzea Grande-MT, Brasil. Email: ✕

⁹Centro Universitário de Várzea Grande, Várzea Grande-MT, Brasil. Email: ✕



natureza clínica, principalmente por tuberculose pulmonar confirmada por baciloscopia, com desfecho majoritário de alta hospitalar. O tempo de internação foi de 10,9 dias no período pré-pandêmico, aumentando para 13,6 dias durante a pandemia e reduzindo para 12,4 dias no pós-pandemia ($p < 0,001$). Houve diferença regional significativa, com maior média no Sudeste (14,4 dias) e menor no Sul (8,2 dias). Pacientes internados em UTI apresentaram maior tempo de permanência (14,9 vs. 10,9 dias; $p < 0,001$). Quanto à letalidade, crianças de 0–4 anos apresentaram risco de óbito 101% maior em comparação às de 10–14 anos; o sexomascúlo apresentou risco 24% menor que o feminino; e a necessidade de UTI associou-se a risco de óbito nove vezes maior. A tuberculose infantil mantém-se como importante desafio de saúde pública no Brasil, com maior vulnerabilidade nas faixas etárias mais jovens e persistência de limitações diagnósticas e assistenciais, influenciadas por determinantes sociais e impactos estruturais. A modelagem multinível demonstrou a contribuição concomitante de fatores individuais e contextuais nos desfechos hospitalares, ressaltando a necessidade de políticas públicas integradas e estratégias voltadas à redução das desigualdades regionais.

Factors associated with mortality from respiratory tuberculosis in the pediatric population: multilevel analysis of SIH-DATASUS, 2008-2024

Abstract

Respiratory tuberculosis in the pediatric population remains of high epidemiological relevance in Brazil, particularly among children under 5 years of age, and is characterized by diagnostic challenges and the influence of individual and contextual determinants on clinical outcomes. This study aimed to analyze hospital case fatality from respiratory tuberculosis in the pediatric population in Brazil, investigating the influence of individual factors (such as age, sex, and clinical characteristics) and contextual factors (regional and structural aspects of healthcare), using multilevel modeling with an innovative statistical approach, more appropriate to the profile of the analyzed data and not previously applied in the Brazilian literature with this population focus, in order to understand how different levels of determination interact in the



occurrence of the outcome during the analyzed period. This is a cross-sectional epidemiological study based on SIH-DATASUS data (2008–2024), including hospitalizations for A15 of the International Classification of Diseases in children aged 0 to 14 years in Brazil. Descriptive analysis was performed, and length of hospital stay was compared using the t-test or ANOVA ($p < 0.05$). Hospital case fatality was evaluated using a generalized linear mixed model, with random intercept for federative unit, binomial distribution, and logit link function, estimating the intraclass correlation coefficient. A total of 8,153 hospitalizations for tuberculosis in children were recorded (mean of 40 per month), with higher frequency among those aged 0–4 years, males, and in the pre-pandemic period (2008–2012). Urgent hospitalizations of a clinical nature predominated, mainly due to pulmonary tuberculosis confirmed by bacilloscopy, with hospital discharge as the most frequent outcome. The mean length of stay was 10.9 days in the pre-pandemic period, increasing to 13.6 days during the pandemic and decreasing to 12.4 days in the post-pandemic period ($p < 0.001$). There was a significant regional difference, with the highest mean in the Southeast (14.4 days) and the lowest in the South (8.2 days). Patients admitted to the ICU had longer hospital stays (14.9 vs. 10.9 days; $p < 0.001$). Regarding case fatality, children aged 0–4 years had a 101% higher risk of death compared with those aged 10–14 years; males had a 24% lower risk than females; and ICU admission was associated with a ninefold higher risk of death. Childhood tuberculosis remains an important public health challenge in Brazil, with greater vulnerability among younger age groups and persistent diagnostic and healthcare limitations influenced by social determinants and structural factors. Multilevel modeling demonstrated the simultaneous contribution of individual and contextual factors to hospital outcomes, highlighting the need for integrated public policies and strategies aimed at reducing regional inequalities.

Keywords: Tuberculosis, Pediatrics, Case Fatality Rate.



1. **Introdução**

A tuberculose (TB) é uma doença infecciosa crônica causada por micobactérias do complexo *Mycobacterium tuberculosis*, com 7 espécies, sendo o *Mycobacterium tuberculosis* o agente etiológico mais frequente no Brasil. A TB permanece como uma das principais causas de morbidade e mortalidade entre crianças, constituindo importante problema de saúde pública em nível global [1]. A patogênese da infecção pulmonar inicia-se quando bacilos alcançam vias aéreas terminais e provocam um processo inflamatório local, que pode ou não ser reprimido pelo sistema imunológico. No Brasil, a vacinação com a Bacilo de Calmette-Guérin (BCG) é recomendada universalmente ao nascimento, como estratégia de prevenção das formas graves da tuberculose; ainda assim, crianças apresentam heterogeneidade imunológica, resultando em diferentes respostas à progressão da doença após a exposição ao patógeno. Nesse contexto, apesar da ocorrência frequente de formas extrapulmonares, a tuberculose respiratória constitui a principal apresentação clínica da doença na infância [2].

Apesar de sua elevada prevalência, existe dificuldade na realização do diagnóstico da tuberculose pulmonar na população pediátrica, especialmente nos menores de 5 anos, enquanto nos maiores de 10 anos o diagnóstico se assemelha com o adulto. Ressalta-se que as crianças menores de 5 anos ou imunocomprometidas tendem a ter um pior desfecho clínico, fato que coopera com a elevada e subestimada mortalidade infantil por tuberculose associada ao atraso diagnóstico, mesmo em contextos de vacinação universal com a BCG, que protege principalmente contra as formas graves de doença, destacando a diferença marcante nas taxas de letalidade por tuberculose entre crianças de 0–4 anos e 5–14 anos [3,4].

Apesar dos esforços, o Brasil esteve entre os 30 países listados pela Organização Mundial de Saúde (OMS) com alta incidência de tuberculose em 2024 [5]. De acordo com o Boletim Epidemiológico do Ministério da Saúde, a mortalidade por TB em 2023 por região do país foi maior na região sudeste, inclusive quando se faz um recorte na



faixa etária de 0 a 14 anos [6]. Durante a pandemia de COVID-19, a redução dos atendimentos na Atenção Primária à Saúde, associada à menor realização de testes diagnósticos para tuberculose, resultou na diminuição das consultas ambulatoriais, comprometendo a detecção precoce e o início oportuno do tratamento, fatores diretamente relacionados à ocorrência de desfechos graves e óbitos evitáveis [7].

Embora a tuberculose respiratória pediátrica seja amplamente estudada quanto à incidência, ao diagnóstico e ao tratamento, a letalidade hospitalar ainda é pouco explorada, especialmente em análises de base nacional. A maioria das pesquisas prioriza a ocorrência dos casos e os desfechos terapêuticos, havendo escassez de estudos focados nos óbitos hospitalares em crianças e adolescentes [8]. São raras as investigações que incorporam as desigualdades regionais entre as unidades federativas brasileiras, relacionadas à organização da rede assistencial, aos recursos disponíveis e ao acesso ao cuidado [9]. A tuberculose respiratória na população pediátrica resulta da interação entre fatores individuais e contextuais, o que demanda abordagens analíticas capazes de capturar essa complexidade. Fatores como idade, sexo e gravidade clínica podem influenciar a letalidade hospitalar, ao mesmo tempo em que desigualdades regionais relacionadas à organização dos serviços de saúde e ao contexto assistencial das unidades federativas também exercem papel relevante [10]. Portanto, este estudo teve como objetivo identificar os principais fatores associados à letalidade hospitalar por tuberculose respiratória na população pediátrica no Brasil, utilizando abordagem multinível no período de 2008 a 2024.

2. Metodologia

Trata-se de um estudo epidemiológico, observacional, analítico, de corte transversal, realizado com dados do Sistema de Informações Hospitalares (SIH-DATASUS). A amostra foi composta por internações ocorridas entre janeiro de 2008 e



dezembro de 2024, cujo diagnóstico principal correspondeu aos códigos da categoria A15 da CID-10, em indivíduos de 0 a 14 anos, residentes em todo o território brasileiro.

As seguintes variáveis foram incluídas no estudo: período de internação, faixa etária, sexo, caráter do procedimento, caráter de internação, necessidade de UTI, tipo de UTI, diagnóstico, evolução, período em relação a pandemia.

As variáveis categóricas foram sumarizadas por meio de frequências absolutas (n) e relativas (%) e as variáveis numéricas foram sumarizadas através de média e desvio-padrão.

O tempo médio de internação foi comparado por meio do teste t não pareado quando estratificada por variável categórica com duas categorias ou pela ANOVA um fator quando estratificada por variável categórica com três categorias ou mais, considerando significativo $p < 0,05$ no teste bilateral.

Neste estudo utilizamos um modelo linear generalizado misto (GLMM) para estimar a proporção da variância na letalidade hospitalar atribuível a dois níveis hierárquicos: unidades federativas (UF) e indivíduos (variância residual após a contabilização da variância entre UFs).

O método GLMM é uma técnica de modelagem estatística que incorpora uma combinação de efeitos fixos e aleatórios, os efeitos aleatórios representam relações lineares compartilhadas em nível de grupo, permitindo que os valores dos desfechos individuais variem aleatoriamente em torno da média do grupo. Essa abordagem possibilita estimar a parcela do desfecho que varia entre as UFs e a que varia entre os indivíduos dentro de cada UF. Nesta análise, o efeito de intercepto aleatório foi especificado para a UF de residência, de modo que a probabilidade de óbito de cada paciente pode variar aleatoriamente em torno da média estadual.

As seguintes variáveis foram incluídas como efeito fixo: faixa etária, sexo, necessidade de UTI e período pandêmico. A letalidade hospitalar, variável binária (óbito versus alta), foi modelada com distribuição binomial e função de ligação logit. A



variabilidade entre UFs foi quantificada pelo coeficiente de correlação intraclasse (ICC). Todas as análises foram realizadas por meio de software estatístico Jamovi 2.6.44.

3. Desenvolvimento e discussão

No período analisado, registraram-se 8.153 internações por tuberculose na população pediátrica, o que correspondeu a uma média mensal de 40 ocorrências. De acordo com os dados da Tabela 1, observou-se que entre os anos de 2008 a 2024 a faixa etária com maior número de internações foi de 0 a 4 anos, com predomínio na população masculina, sendo que o maior número de internações ocorreu pré pandemia, com destaque nos anos de 2008 a 2012. Ademais, a maior parte dos procedimentos foram de origem clínica, com o diagnóstico mais evidente de Tuberculose pulmonar, confirmado por exame microscópico de expectoração, com ou sem melhora. A maioria das internações ocorreram de caráter de urgência, necessitando de UTI, principalmente a UTI infantil tipo II. A evolução principal dos pacientes analisados foi a alta hospitalar.

Tabela 1: Variáveis hospitalares em internações por tuberculose na população pediátrica no ano de 2008 a 2024 no Brasil

Variável	Categoria	n	%
Faixa etária	0 - 4 anos	4963	60,9
	5 - 9 anos	1596	19,6
	10 - 14 anos	1594	19,6
Período	2008 - 2012	2982	36,6
	2013 - 2017	1840	22,6
	2018 - 2022	2252	27,6
	2023 - 2024	1079	13,2
Sexo	Feminino	3655	44,8
	Masculino	4498	55,2
Procedimento	Cirúrgicos	2436	29,9
	Clínicos	5692	69,8



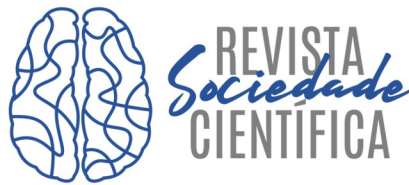
Variável	Categoria	n	%
	Diagnóstico	22	0,3
	Transplantes	3	0
Diagnóstico	Outras formas de tuberculose de vias respiratórias, com confirmação bacteriológica e histológica	290	3,6
	Pleuris tuberculoso, com confirmação bacteriológica e histológica	1927	23,6
	Tuberculose da laringe, da traqueia e dos brônquios, com confirmação bacteriológica e histológica	23	0,3
	Tuberculose dos gânglios intratorácicos, com confirmação bacteriológica e histológica	196	2,4
	Tuberculose não especificada das vias respiratórias, com confirmação bacteriológica e histológica	940	11,5
	Tuberculose primária das vias respiratórias, com confirmação	63	0,8



Variável	Categoria	n	%
	bacteriológica e histológica		
	Tuberculose pulmonar, com confirmação histológica	128	1,6
	Tuberculose pulmonar, com confirmação por exame microscópico de expectoração, com ou sem melhora	2800	34,3
	Tuberculose pulmonar, com confirmação por meio não especificado	1620	19,9
	Tuberculose pulmonar, com confirmação somente por cultura	166	2,0
Necessidade de UTI	Sim	6896	84,6
	Não	1257	15,4
Caráter de Internação	Eletivo	1568	19,2
	Urgência	6585	80,8
Tipo UTI	Infantil	918	75,1
	Neonatal	304	24,9
Evolução	Alta	7849	96,3
	Óbito	304	3,7
Período Pandêmico	Pré-Pandemia	5636	69,1
	Pandemia	1438	17,6
	Pós-Pandemia	1079	13,2

Fonte: Elaborado pelos Autores (2026).

Dentre os procedimentos realizados na internação, os mais prevalentes em ordem decrescente foram: tratamento da tuberculose (n = 4379; 53,7%); toracostomia com



drenagem pleural fechada (n = 2042; 25%); tratamento das doenças das vias aéreas inferiores (n = 915; 11,2%).

De acordo com a Figura 1, no período analisado anterior à pandemia de Covid-19, o tempo médio de internação foi igual a 10,9 (IC95% = 10,6 - 11,1). Durante a era pandêmica, observou-se aumento neste intervalo, o qual representou valor médio de 13,6 (IC 95% = 13,0 - 14,3), após a pandemia apesar de ter ocorrido diminuição no tempo de internação, sendo valor médio de 12,4 (IC 95% = 11,8 - 13,0), o menor período de permanência hospitalar se manteve antes do surto de Covid-19, com diferença estatisticamente significativa ($p < 0,001$).

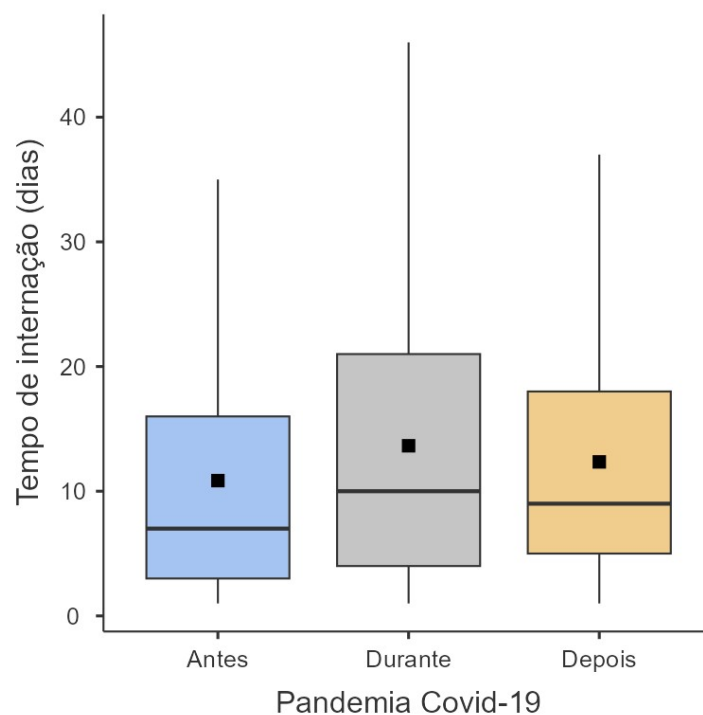


Figura 1: Tempo de internação por tuberculose respiratória na população pediátrica antes, durante e após a pandemia de Covid-19 no Brasil (2008 - 2024)

Fonte: Elaborado pelos Autores (2026).

Durante a análise por regiões geográficas, o Sudeste apresentou a maior taxa de permanência de internação com valor médio de 14,4 (IC 95% = 14,0 - 14,8), sendo



seguido pelo Centro-Oeste com valor médio de 12,4 (IC 95% = 11,6 - 13,1) e logo após pela região Norte com média de 11,3 (IC 95% = 10,7 - 11,9). Na sequência com valores mais baixos que os demais, representando as regiões com menores médias de tempo de internação, o Nordeste apresentou média de 9,4 (IC 95% = 9,1 - 9,8), e por último a região Sul com média de 8,2 (IC 95% = 7,6 - 8,7), com diferença estatisticamente significativa ($p < 0,001$, Figura 2).

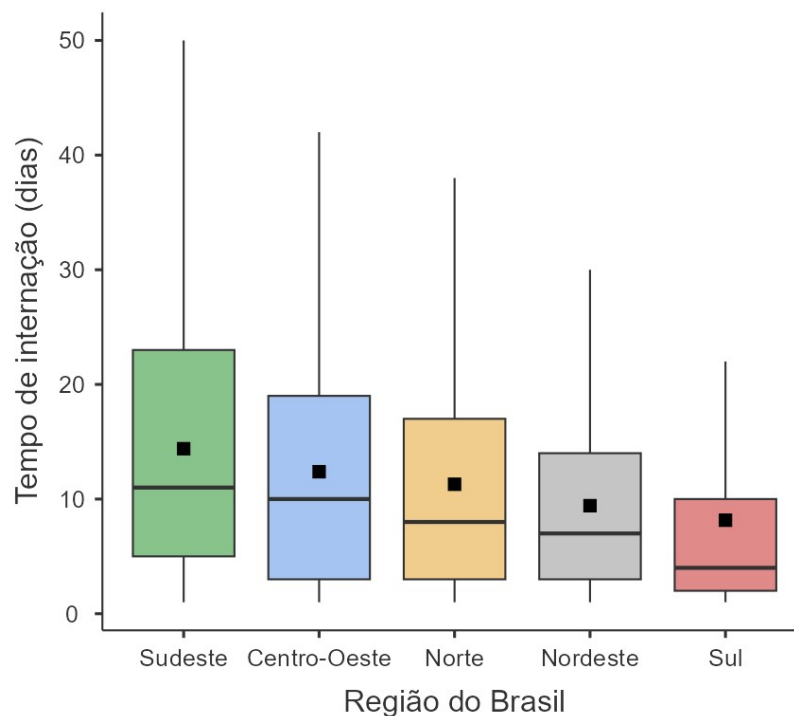


Figura 2: Variação do tempo de internação por tuberculose respiratória na população pediátrica de 2008 a 2024 de acordo com a região do Brasil

Fonte: Elaborado pelos Autores (2026).

Ao se analisar o tempo de internação e a necessidade de UTI, foi possível visualizar que entre os pacientes que necessitaram de internação em UTI a média em dias de permanência foi maior, correspondendo a 14,9 (IC 95% = 14,2 - 15,6). Por outro lado, entre os pacientes que não necessitaram de UTI, o tempo de internação foi menor, tendo como média 10,9 (IC 95% = 10,7 - 11,2), com diferença estatisticamente significativa ($p < 0,001$, Figura 3).

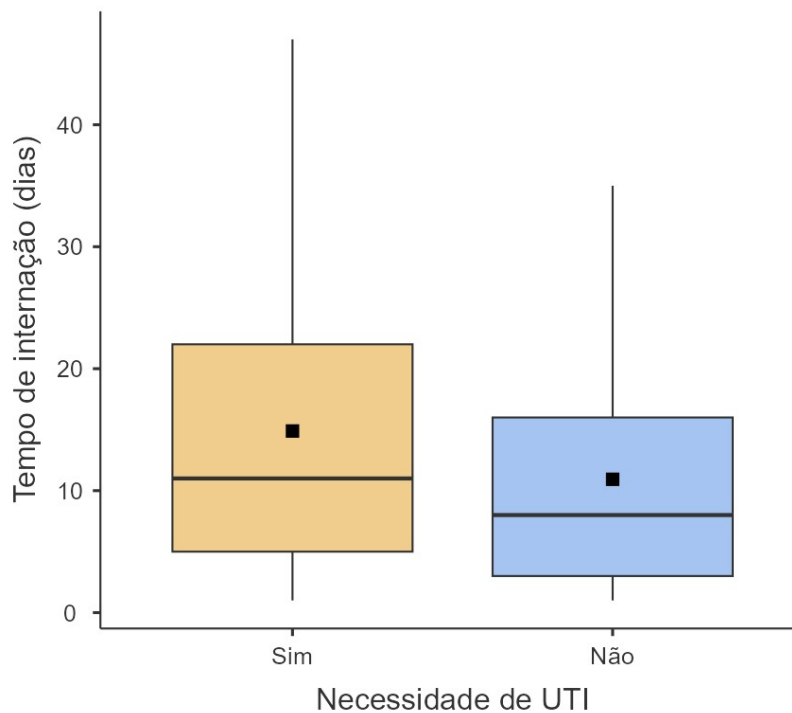


Figura 3: Tempo de internação hospitalar segundo a necessidade de UTI em pacientes pediátricos com tuberculose respiratória, Brasil, 2008 a 2024

Fonte: Elaborado pelos Autores (2026).

A distribuição do tempo de internação hospitalar estratificada segundo a evolução clínica da internação, demonstrou que os pacientes que evoluíram para alta hospitalar apresentaram maior tempo médio de internação, com média de 11,7 dias (IC 95% = 11,4 - 11,9) quando comparados aos pacientes que evoluíram para óbito, cuja média foi de 7,9 dias (IC 95% = 6,9 - 8,9) com diferença estatisticamente significativa ($p < 0,001$, Figura 4).

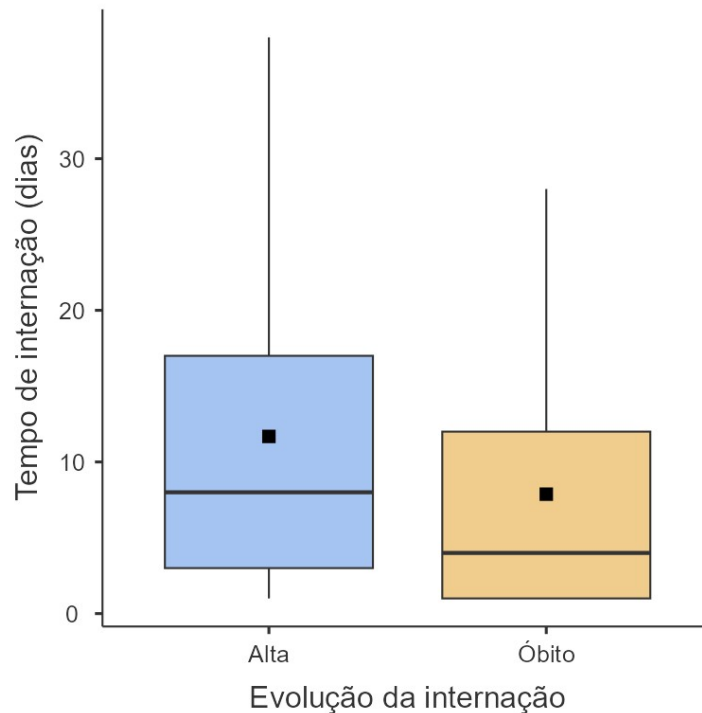
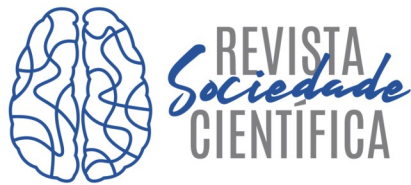


Figura 4: Evolução dos pacientes pediátricos internados com diagnóstico de tuberculose de acordo com o tempo de internação hospitalar nos anos de 2008 a 2024 no Brasil

Fonte: Elaborado pelos Autores (2026).

Segundo a Tabela 2, em relação à letalidade segundo a faixa etária, crianças de 0 a 4 anos apresentaram risco de óbito 101% maior quando comparadas à faixa etária de 10 a 14 anos. No que se refere ao sexo, o sexo masculino apresentou risco de óbito 24% menor em comparação ao sexo feminino. Quanto à internação em Unidade de Terapia Intensiva, pacientes que necessitaram de internação em UTI apresentaram risco de óbito 9 vezes maior quando comparados àqueles que não foram internados.

Tabela 2: Análise dos fatores associados à letalidade por tuberculose respiratória na população pediátrica, Brasil, 2008 – 2024

Variáveis	Categorias	RR (IC 95%)	p-valor
Faixa etária	0 - 4 anos	2,01 (1,31 - 3,07)	0,001
	5 - 9 anos	0,000	0,344
	10 - 14 anos	Ref.	



Variáveis	Categorias	RR (IC 95%)	p-valor
Sexo	0,000	0,000	0,016
	0,000	0,000	
Necessidade de UTI	0,000	0,000	0,000
	0,000	0,000	
Período Pandêmico	0,000	0,000	0,513
	0,000	0,000	
	0,000	0,000	0,175

Fonte: Elaborado pelos Autores (2026).

Neste estudo observou-se que o acometimento por tuberculose em crianças, no período analisado, gerou importante impacto na saúde pública, evidenciado por elevados índices de internações, incluindo internações em unidades de terapia intensiva, apesar da baixa mortalidade, sendo as menores faixas etárias as mais acometidas. Estudo realizado no município de São Paulo, em 1984, apresentou achados semelhantes ao analisar pacientes menores de 15 anos, nos quais o sexo masculino e crianças menores de cinco anos foram os mais acometidos pelo *Mycobacterium tuberculosis*. Apesar da diferença temporal de 24 anos entre os dois estudos, observa-se a manutenção do perfil epidemiológico no país, uma vez que, mesmo diante dos avanços tecnológicos nos métodos diagnósticos e das melhorias nas medidas terapêuticas, as crianças continuam sendo um grupo vulnerável à infecção [11].

Sob essa perspectiva, a maior suscetibilidade das crianças à tuberculose pode ser atribuída a diversos fatores, incluindo aspectos imunológicos inerentes à faixa pediátrica, o maior acometimento entre imunodeprimidos assim como ocorre na faixa adulta, determinantes sociais relacionados a condições de moradia e ao contato com casos-fonte e desafios diagnósticos. De acordo com o Boletim de Pneumologia Sanitária do Rio de Janeiro, os principais obstáculos diagnósticos da tuberculose na infância incluem a apresentação clínica com poucos sintomas e manifestações inespecíficas, além da baixa adesão às ferramentas diagnósticas, o que dificulta a confirmação da doença e contribui para a manutenção desse grupo como alvo da tuberculose [12]. Entre



os fatores marcantes relacionados ao diagnóstico em crianças, destaca-se que os quadros respiratórios são mais frequentes acima dos 10 anos, quando a doença tende a se manifestar de forma semelhante à observada em adultos; em contrapartida, em menores de 10 anos, há maior dificuldade para a obtenção de confirmação bacteriológica, uma vez que muitas crianças não conseguem expectorar e os exames frequentemente resultam abacilíferos [13]. Nesse contexto, a abordagem diagnóstica da tuberculose pediátrica deve abranger, além da avaliação clínica criteriosa, mesmo diante de sintomas inespecífico, a investigação de contatos do paciente e a análise detalhada da história clínica. Soma-se a isso a necessidade de considerar possíveis quadros de imunodepressão e de realizar a pesquisa para HIV, dada sua relevância clínica e seu impacto no manejo futuro da doença [14].

Nos resultados deste estudo, observou-se que a região Sudeste apresentou maior tempo médio de internação hospitalar, enquanto a literatura aponta o Nordeste como a região com maiores taxas de internação e mortalidade por tuberculose [15]. Esses achados não são necessariamente contraditórios, uma vez que taxa de internação e duração da permanência hospitalar representam indicadores distintos. Enquanto a taxa de internação reflete a magnitude da ocorrência da doença e a necessidade de hospitalização, o tempo de internação pode estar relacionado à complexidade dos casos, à organização da rede assistencial e à disponibilidade de recursos hospitalares. Estudos sobre a avaliação da organização dos serviços de atenção à tuberculose no Brasil apontam desigualdades na capacidade de tanto de diagnóstico quanto de manejo da doença nas macrorregiões, o que também pode impactar trajetórias assistenciais e desfechos clínicos [16].

Observou-se aumento significativo do tempo médio de internação durante a pandemia, seguido de redução parcial no período pós-pandêmico, porém sem retorno aos níveis basais. Esse achado sugere que o impacto da Covid-19 não foi apenas agudo, mas estrutural na organização assistencial. A literatura demonstra que, durante a



pandemia, houve reorganização dos serviços de saúde, realocação de equipes e redução do acesso aos atendimentos eletivos, atrasando diagnósticos e início terapêutico [17]. Conseqüentemente, pacientes passaram a chegar em piores condições clínicas, exigindo hospitalizações mais prolongadas. Além disso, medidas de isolamento, medo de contágio e dificuldades de transporte reduziram a procura precoce por atendimento, contribuindo para maior gravidade na admissão [18]. Mesmo após o período crítico, persistiram repercussões organizacionais e assistenciais, com recuperação lenta dos fluxos de cuidado. Assim, a permanência hospitalar prolongada durante e após a pandemia reflete não apenas a doença em si, mas falhas sistêmicas transitórias na continuidade do cuidado [19].

Para enfrentar os desafios da tuberculose na infância, é fundamental investir na educação continuada de profissionais de saúde, especialmente na Atenção Primária, para garantir a identificação precoce dos sintomas, além de promover campanhas comunitárias que incentivem a busca por atendimento médico. Também são necessários investimentos em pesquisa para desenvolver métodos diagnósticos mais precisos e tratamentos específicos para crianças, bem como fortalecer a colaboração internacional e o compartilhamento de boas práticas. A incorporação de tecnologias como a telemedicina pode melhorar o acompanhamento e a adesão ao tratamento, enquanto a ampliação da vacinação e de ações educativas atua na prevenção. Assim, uma abordagem multidisciplinar integrada é essencial para reduzir significativamente o impacto da tuberculose infantil no mundo [20].

Diante do exposto, a principal limitação encontrada neste estudo foi a escassez de estudos prévios relacionados com a população infantil. Além disso, tem-se uma diferença temporal significativa entre as referências base, o que por um lado dificulta a comparação atual, mas por outro é possível ver a permanência ou mudança das características ao longo do tempo. A principal contribuição deste estudo reside na aplicação de um método estatístico inovador e inédito na literatura brasileira para este



recorte específico. Ao contrário das análises de regressão logística convencionais, o modelo multinível permitiu decompor a variância entre diferentes níveis de agregação, revelando como as disparidades regionais e a infraestrutura hospitalar interagem com o perfil clínico do paciente. Essa abordagem amplia o rigor analítico e oferece um modelo metodológico replicável para investigações futuras.

Este estudo avança na compreensão da letalidade por tuberculose respiratória em crianças no Brasil ao evidenciar que o desfecho não depende exclusivamente de características individuais, mas é significativamente influenciado por determinantes contextuais. Os achados demonstram que a inovação metodológica não é apenas um exercício estatístico, mas uma ferramenta necessária para identificar com maior precisão os gargalos na assistência à tuberculose infantil.

4. **Considerações finais**

Conclui-se que a tuberculose infantil permanece como importante desafio de saúde pública no Brasil, mantendo um perfil epidemiológico semelhante ao descrito em décadas anteriores, com maior vulnerabilidade nas faixas etárias mais jovens. Apesar dos avanços diagnósticos e terapêuticos, persistem dificuldades na identificação precoce e no manejo adequado, agravadas por determinantes sociais e impactos estruturais como os observados durante a pandemia. A aplicação da análise multinível evidenciou que os desfechos não dependem apenas de fatores individuais, mas também de contextos regionais e estruturais da assistência. Assim, o fortalecimento das políticas públicas deve integrar inovação metodológica, qualificação da atenção primária e redução das desigualdades para enfrentar de forma mais eficaz a tuberculose na infância.

5. **Declaração de direitos**

Os autores declaram ser detentores dos direitos autorais da presente obra, que o artigo não foi publicado anteriormente e que não está sendo considerado por outra(o) Revista/Journal. Declaram que as imagens e textos publicados são de responsabilidade dos autores, e não possuem direitos autorais reservados a terceiros. Textos e/ou



imagens de terceiros são devidamente citados ou devidamente autorizados com concessão de direitos para publicação quando necessário. Declaram respeitar os direitos de terceiros e de Instituições públicas e privadas. Declaram não cometer plágio ou autoplágio e não ter considerado/gerado conteúdos falsos e que a obra é original e de responsabilidade dos autores.

6. Referências

1. Hamzaoui, A; Hamzaoui, A. La tuberculose de l'enfant. *Revue de Pneumologie Clinique*, ISSN 0761-8417, v. 71, n. 2-3, p. 168-180, 2015.
doi:10.1016/j.pneumo.2014.03.006.
2. Marais, BJ; Schaaf, HS. Tuberculosis in children. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, ISSN 2157-1422, v. 4, n. 9, e017855, 2014.
doi:10.1101/cshperspect.a017855.
3. Martinez, L; Cords, O; Horsburgh, CR; Andrews, JR; Pediatric TB Contact Studies Consortium. The risk of tuberculosis in children after close exposure: a systematic review and individual-participant meta-analysis. *The Lancet*, ISSN 0140-6736, v. 395, n. 10228, p. 973-984, 2020. doi:10.1016/S0140-6736(20)30166-5.
4. Tahan, TT; Gabardo, BMA; Rossoni, AMO. Tuberculosis in childhood and adolescence: a view from different perspectives. *Jornal de Pediatria (Rio de Janeiro)*, ISSN 1678-4782, v. 96, n. Suppl 1, p. 99-110, 2020.
doi:10.1016/j.jpmed.2019.11.002.
5. World Health Organization. Global tuberculosis report 2025 [Internet]. Geneva: World Health Organization, ISBN 9789240100000, 2025. Disponível em: <https://www.who.int/teams/global-programme-on-tuberculosis-and-lung-health/tb-reports/global-tuberculosis-report-2025>. Acesso em: 30 jan. 2026.
6. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Boletim epidemiológico: tuberculose 2025, número especial, março 2025 [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde; 2025. Disponível em:

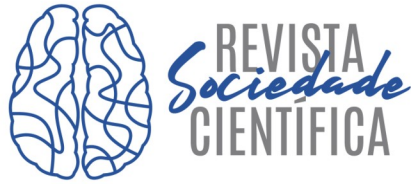


<https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/especiais/2025/be-de-tuberculose-numero-especial-mar-2025.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2026.

7. Chirinos, NEC; Meirelles, BHS; Bousfield, ABS. Representações sociais das pessoas com tuberculose sobre o abandono do tratamento. *Revista Gaúcha de Enfermagem*, ISSN 1983-1447, v. 36, n. spe, p. 207-214, 2015. doi:10.1590/1983-1447.2015.esp.56723.
8. Jenkins, HE; Yuen, CM; Rodriguez, CA; Nathavitharana, RR; McLaughlin, MM; Donald, P *et al.* Mortality in children diagnosed with tuberculosis: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Infectious Diseases*, ISSN 1473-3099, v. 17, n. 3, p. 285-295, 2017. doi:10.1016/S1473-3099(16)30474-1.
9. Dodd, PJ; Yuen, CM; Sismanidis, C; Seddon, JA; Jenkins, HE. The global burden of tuberculosis mortality in children: a mathematical modelling study. *The Lancet Global Health*, ISSN 2214-109X, v. 5, n. 9, p. e898-e906, 2017. doi:10.1016/S2214-109X(17)30289-9.
10. Siddalingaiah, N; Chawla, K; Nagaraja, SB *et al.* Risk factors for development of tuberculosis in the pediatric population: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Pediatrics*, ISSN 0340-6199, v. 182, n. 7, p. 3007-3019, 2023. doi:10.1007/s00431-023-04988-0.
11. Dias, MHP. Aspectos epidemiológicos da tuberculose em menores de 15 anos no Município de São Paulo, Brasil, 1984. *Revista de Saúde Pública*, ISSN 0034-8910, v. 25, n. 6, p. 426-434, 1991. doi:10.1590/S0034-89101991000600003.
12. Natal, S. Tuberculose na criança. *Boletim de Pneumologia Sanitária*, ISSN 0103-460X, v. 8, n. 2, p. 21-25, 2000.
13. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Manual de recomendações para o



- controle da tuberculose no Brasil. 2nd ed. Brasília: Ministério da Saúde, ISBN 9788533426840, 2. ed., 2019.
14. World Health Organization. Guidance for national tuberculosis programmes on the management of tuberculosis in children. Geneva: World Health Organization; ISBN 9789241548740, 2. ed., 2014.
 15. Cortez, AO; Melo, AC; Neves, LO; Resende, KA; Camargos, P. Tuberculosis in Brazil: one country, multiple realities. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, ISSN 1806-3756, v. 47, n. 2, e20200119, 2021. doi:10.36416/1806-3756/e20200119.
 16. Picanço, L; Dutra, RP; Saes, MO. Tendência temporal da avaliação do manejo adequado para diagnóstico e tratamento da tuberculose na atenção primária à saúde no Brasil entre 2012-2018. *Cadernos de Saúde Pública*, ISSN 1678-4464, v. 40, n. 3, e00087723, 2024. doi:10.1590/0102-311XPT087723.
 17. Pinheiro, MAS; Aurilio, RB; Parente, AAI; Sant'Anna, MFBP; Frota, ACC; Hofer, CB *et al.* Clinical forms and diagnosis of tuberculosis in children and adolescents during the COVID-19 pandemic. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, ISSN 1806-3756, v. 48, n. 6, e20220240, 2022. doi:10.36416/1806-3756/e20220240.
 18. Migliori, GB; Thong, PM; Akkerman, O *et al.* Worldwide effects of coronavirus disease pandemic on tuberculosis services, January-April 2020. *Emerging Infectious Diseases*, ISSN 1080-6040, v. 26, n. 11, p. 2709-2712, 2020. doi:10.3201/eid2611.203163.
 19. Cardozo Gonzales, RI; Cardoso da Silva, D; de Oliveira JA *et al.* Primary health care response to tuberculosis treatment in Brazilian cities during the COVID-19 pandemic: a mixed-method study. *Global Health Action*, ISSN 1654-9716, v. 18, n. 1, 2556529, 2025. doi:10.1080/16549716.2025.2556529.



20. Bif, SM; Lopes, GKS; Lira, JJ *et al.* Abordagem clínica e desafios diagnósticos da tuberculose na infância. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, ISSN 2674-8169, v. 6, n. 2, p. 1059-1068, 2024.