

## **Mortalidade neonatal e fatores de risco no estado do Paraná: tendência temporal no período de 2000 a 2016**

**Neonatal mortality and risk factors in the state of Paraná: temporal trend from 2000 to 2016**

**Mortalidad neonatal y factores de riesgo en el estado de Paraná: tendencia temporal de 2000 a 2016**

Recebido: 25/05/2022 | Revisado: 11/06/2022 | Aceito: 15/06/2022 | Publicado: 27/06/2022

**Yana Miranda Borges**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1866-5524>  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Brasil  
E-mail: [borges.yana@gmail.com](mailto:borges.yana@gmail.com)

**Eniuce Menezes de Souza**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0265-7586>  
Universidade Estadual de Maringá, Brasil  
E-mail: [emsouza@uem.br](mailto:emsouza@uem.br)

**Brian Alvarez Ribeiro de Melo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8217-114X>  
Universidade Estadual de Maringá, Brasil  
E-mail: [brian.rmelo@gmail.com](mailto:brian.rmelo@gmail.com)

**Rosana Rosseto de Oliveira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3373-1654>  
Universidade Estadual de Maringá, Brasil  
E-mail: [rosanarosseto@gmail.com](mailto:rosanarosseto@gmail.com)

### **Resumo**

Analisar as séries das taxas de mortalidade neonatal no estado do Paraná e fatores de risco entre os anos de 2000 a 2016. Trata-se de um estudo ecológico-descritivo-analítico utilizando modelos de regressão Quasi-Poisson e Gaussiano. Foram considerados os fatores sexo e idade da criança; idade e escolaridade da mãe. As taxas de mortalidade neonatal e neonatal precoce foram, em média, maiores para meninos em aproximadamente 2,6 e 2,4 mortes a cada 1.000 nascidos vivos, respectivamente, houve redução de uma morte a cada oito anos para meninas e uma morte a cada quatro anos para meninos em ambas as taxas. A cada cinco anos a taxa de mortalidade neonatal precoce decresceu 16% para mães até 19 anos e 12% para mães com mais de 19. Para a taxa de mortalidade neonatal houve queda de 11% a cada cinco anos nas duas faixas etárias. Entre mães com têm até sete anos de estudo houve queda de 6% na taxa de mortalidade neonatal e 11% na precoce, a cada cinco anos. Em todos os casos a taxa de mortalidade neonatal tardia não foi significativa. Houve queda significativa na taxa de mortalidade neonatal no estado do Paraná no período avaliado, com a mortalidade neonatal precoce despontando como o principal componente no decaimento; a mortalidade neonatal tardia manteve-se constante. Em média, o risco de morte neonatal é maior para os meninos; para bebês cujas mães têm até dezenove anos e entre recém-nascidos de mães com até sete anos de escolaridade.

**Palavras-chave:** Mortalidade neonatal; Séries temporais; Modelos lineares generalizados; Modelo Quasi-Poisson.

### **Abstract**

To analyze the series of neonatal mortality rates in the state of Paraná and risk factors between 2000 and 2016. This is an ecological-descriptive-analytical study using Quasi-Poisson and Gaussian regression models. The factors gender and age of the child were considered; age and education of the mother. Neonatal and early neonatal mortality rates were, on average, higher for boys at approximately 2.6 and 2.4 deaths per 1,000 live births, respectively, reduction of one death every eight years for girls and one death every four years for boys at both rates. Every five years the early neonatal mortality rate decreased by 16% for mothers up to 19 years old and 12% for mothers over 19. For neonatal mortality rate there was a decrease of 11% every five years in both age groups. Among mothers with up to seven years of education, there is a drop of 6% in the neonatal mortality rate and 11% at the beginning, every five years. In all cases the late neonatal mortality rate was not significant. There was a significant reduction in the neonatal mortality rate in the state of Paraná in any period evaluated, with early neonatal mortality emerging as the main component of the decay; late neonatal mortality remained constant. On average, the risk of neonatal death is higher for boys; for babies whose mothers are up to nineteen and among newborns of mothers with up to seven years of schooling.

**Keywords:** Neonatal mortality; Time series; Generalized linear models; Quasi-Poisson model.

## Resumen

Analizar la serie de tasas de mortalidad neonatal en el estado de Paraná y factores de riesgo entre los años 2000 a 2016. Se trata de un estudio ecológico-descriptivo-analítico utilizando modelos de regresión Quasi-Poisson y Gaussiana. Los factores considerados fueron el sexo y la edad del niño; la edad y la educación de la madre. Las tasas de mortalidad neonatal y neonatal temprana fueron, en promedio, más altas para los niños, con aproximadamente 2,6 y 2,4 muertes por cada 1.000 nacidos vivos, respectivamente, hubo una reducción de una muerte cada ocho años para niñas y una muerte cada cuatro años para niños en ambas tasas. Cada cinco años, la tasa de mortalidad neonatal temprana disminuyó un 16% para las madres hasta los 19 años y un 12% para las madres mayores de 19. Para la tasa de mortalidad neonatal, hubo una disminución del 11% cada cinco años en ambos grupos de edad. Entre las madres con hasta siete años de escolaridad, hubo una caída del 6% en la tasa de mortalidad neonatal y del 11% en la tasa de mortalidad temprana, cada cinco años. En todos los casos la tasa de mortalidad neonatal tardía no fue significativa. Hubo una caída significativa en la tasa de mortalidad neonatal en el estado de Paraná en el período evaluado, emergiendo la mortalidad neonatal precoz como el principal componente de la caída; la mortalidad neonatal tardía se mantuvo constante. En promedio, el riesgo de muerte neonatal es mayor para los niños; para los bebés cuyas madres tengan hasta diecinueve años y entre los recién nacidos de madres con hasta siete años de escolaridad.

**Palabras clave:** Mortalidad neonatal; Series de tiempo; Modelos lineales generalizados; Modelo Quasi-Poisson.

## 1. Introdução

Globalmente, estima-se que 2,5 milhões de crianças morreram no primeiro mês de vida em 2017 - aproximadamente 7000 mortes neonatais todos os dias - a maioria na primeira semana. Cerca de 36% morreram no mesmo dia em que nasceram e aproximadamente 3/4 de todas as mortes de recém-nascidos em 2017 ocorreram na primeira semana de vida. Ainda assim, a taxa de mortalidade neonatal (TMN) global caiu de 36,38 mortes por 1.000 nascimentos em 1990 para 17,20 em 2017 (UNICEF, 2018). Enquanto as taxas de mortalidade neonatal caíram nas últimas décadas, elas ainda estão atrasadas em relação aos ganhos relacionados às crianças de 1 mês a 5 anos de idade. Entre 1990 e 2016, a taxa de mortalidade nessa faixa etária caiu 62%. Em contraste, a TMN diminuiu apenas 49% e, como resultado, as mortes de recém-nascidos agora são responsáveis por uma maior e crescente participação de todas as mortes entre crianças menores de 5 anos. Com base nas tendências atuais, 28 milhões de recém-nascidos morreriam entre 2018 e 2030 (Alive, 2018).

A taxa de mortalidade neonatal precoce (TMNP) representa o risco de um nascido vivo morrer durante a primeira semana de vida, enquanto a taxa de mortalidade neonatal tardia (TMNT) é interpretada como a estimativa do risco de um nascido vivo morrer dos sete aos 27 dias de vida. Ambas as taxas compõem a taxa de mortalidade neonatal. Essas taxas refletem, de maneira geral, as condições socioeconômicas e de saúde da mãe, bem como a inadequada assistência pré-natal, ao parto e ao recém-nascido (Brasil & Ministério da Saúde, 2009).

Vários fatores de risco estão envolvidos na tendência dos óbitos neonatais. Recém-nascidos cujas mães têm menos de 20 anos de idade têm cerca de 1.5 vez mais chance de morrer no primeiro mês de vida em comparação aos filhos de mães entre 20 e 29 anos (UNICEF, 2018). Além da idade materna, os bebês nascidos de mães sem educação escolar enfrentam quase o dobro do risco de morrer durante o período neonatal quando comparados aos bebês nascidos de mães com pelo menos o ensino médio (Teixeira et al. 2019).

Tendo em vista que a mortalidade neonatal representa a maior parcela dos óbitos infantis, e que sinaliza problemas de saúde e desigualdades sociais dos locais onde ocorrem, investigá-la é uma iniciativa necessária para o planejamento de ações de prevenção e vigilância à saúde.

Neste cenário, este trabalho tem por objetivo avaliar o comportamento das taxas de óbitos neonatais precoce e tardio, no período de 2000 a 2016, no estado do Paraná, Brasil, bem como a relação e a influência do sexo do recém-nascido, idade e da escolaridade da mãe nas referidas taxas.

## 2. Metodologia

### 2.1 Base de dados

Realizou-se um estudo ecológico-descritivo-analítico (Morgenstern, 1998) da taxa de mortalidade neonatal das crianças no Estado do Paraná, no período de 2000 a 2016. Justifica-se a não inclusão de anos mais recentes devido às atualizações na fonte de dados, que são feitas até dois anos mais tarde à publicação das informações, sendo que a data de início das investigações deu-se no começo de 2018.

A população de estudo constituiu-se de todos os óbitos de crianças menores de 28 dias residentes no Estado do Paraná, no período de 2000 a 2016. Os dados são originários do Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM) e do Sistema de Informação sobre Nascidos Vivos (SINASC), fornecidos pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil (DATASUS). Neste período, foram registrados 2.680.329 nascidos vivos e 23.135 óbitos neonatais, o que corresponde a uma taxa média de 8.6 mortes a cada mil nascidos vivos. Além dos números de óbitos e nascidos vivos também coletamos informações a respeito do sexo da criança, faixa etária e escolaridade da mãe.

A TMN é a razão entre o número de óbitos de crianças de zero a 27 dias de vida completos e o número total de nascidos vivos, multiplicado por mil. O cálculo da TMNP e da TMNT são feitas de maneira similar, utilizando no numerador o número de óbitos de crianças de zero a sete dias de vida incompletos e o número de óbitos de crianças de sete a 27 dias de vida completos, respectivamente. Para as análises, utilizou-se as taxas de mortalidade mensais entre os anos de 2000 e 2016.

Desse modo, tem-se as séries temporais para a TMN, a TMNP e a TMNT, sendo que para cada taxa existem 8 grupos, formados pela combinação dos níveis das variáveis sexo da criança, idade e escolaridade da mãe. A partir dessas séries, avaliou-se o comportamento das taxas entre 2000 e 2016, verificando a ocorrência de sazonalidade e/ou tendência, e a influência dos possíveis fatores de risco, através de modelos de regressão para séries temporais.

Os dados foram processados em *software* estatístico R utilizando os pacotes *stats* (R Core Team, 2019) e *MASS* (Venables & Ripley, 2002), para modelagem dos dados e estimação dos parâmetros; *hnp* (Moral et al. 2017), para qualidade do ajuste; *forecast* (Hyndman & Athanasopoulos, 2021), para análise de resíduos e *randtests* (Caeiro & Mateus, 2015), para testes de aleatoriedade.

### 2.2 Estimação de modelos para séries temporais

Para avaliar a tendência das séries de taxas de mortalidade neonatal, utilizou-se técnicas de regressão linear e modelos lineares generalizados. Essas técnicas permitem uma clara interpretação da tendência e da influência dos fatores nas taxas de mortalidade.

Neste trabalho, consideramos quatro covariáveis, a saber: o tempo, que assume valores de 1 a 17 indicando o ano (2000 a 2016); o sexo da criança; a idade e a escolaridade da mãe que são variáveis indicadoras. Considerando essas covariáveis o modelo de regressão linear múltipla (Hyndman & Khandakar, 2008), na forma

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 \text{tempo}_t + \beta_2 \text{sexo}_t + \beta_3 \text{idades}_t + \beta_4 \text{escolaridade}_t + s_t, t = 1, \dots, n.$$

em que  $y_t$  é o valor observado para a variável resposta (taxa de mortalidade) no tempo  $t$ ,  $s_t$  é o erro aleatório que captura toda a variação em  $y_t$  que não é explicada pelas variáveis predictoras. Os parâmetros  $\beta_0, \dots, \beta_4$ , medem o efeito de cada variável preditora depois de levar em conta o efeito de todas as outras predictoras no modelo. Na regressão linear múltipla, é suposto que os erros  $s_t$ , seguem distribuição Normal, de média zero, variância constante e são independentes entre si.

As suposições sobre o erro aleatório podem restringir o uso da regressão linear múltipla, nesses casos, torna-se necessária a utilização de modelos mais flexíveis. Uma classe de modelos que pode adequar corretamente os dados é a dos

modelos lineares generalizados.

### 2.3 Modelo de regressão Poisson e Quasi-Poisson

Entre as diversas distribuições da família exponencial, a distribuição de Poisson torna-se interessante para modelar os dados deste trabalho, uma vez que ela é adequada para modelar dados de contagem. Nesse caso, considera-se como variável resposta a contagem de mortes em cada ano.

Como o interesse deste trabalho é modelar a taxa de mortalidade, assume-se  $Y_t = \text{Poisson}(\mu_t z_t)$ , sendo  $Y_t$  e  $z_t$ , respectivamente, o número de óbitos e de nascidos vivos no ano  $t$ , e  $\mu_t$  é a taxa média de mortalidade. A inserção das covariáveis para a construção de um modelo de regressão de Poisson é feita através de uma função de ligação, que conecta o valor médio,  $\mu_t$ , às predictoras. Utilizando a função de ligação  $\log(\cdot)$ , tem-se o modelo log-linear

$$\log(\mu_t) = \beta_0 + \beta_1 \text{tempo}_t + \beta_2 \text{sexo}_t + \beta_3 \text{idade}_t + \beta_4 \text{escolaridade}_t - \log(z_t). \quad (1)$$

No modelo apresentado pela equação (1) a variável  $z_t$  é chamada de variável offset e a inserção dela no modelo permite realizar inferências a respeito da taxa de mortalidade  $\mu_t$ .

Nos casos em que não ocorre equidispersão, torna-se necessária a utilização de um modelo mais flexível. Uma opção é o modelo Quasi-Poisson, que utiliza a técnica de estimação de Quasi-Verossimilhança para lidar com problemas de sobredispersão (Wedderburn, 1974).

Portanto, a utilização da quase-verossimilhança e o modelo de regressão Poisson levam às mesmas estimativas de tendência e de efeito das covariáveis nas taxas de mortalidade, mas a inferência é ajustada para a sobredispersão (Zuur et al. 2009; Maindonald & Braun, 2010).

### 2.4 Seleção do modelo

Nas análises que seguem, os modelos foram selecionados da seguinte forma: quando as suposições de regressão linear foram satisfeitas, modelou-se a taxa de mortalidade diretamente em função das covariáveis. Quando as suposições foram violadas, aplicou-se a regressão Poisson e quando não houve equidispersão foi considerado o modelo Quasi-Poisson, sendo que em ambos os casos o modelo ajustado é representado pela equação (2.1).

Inicialmente, realizou-se uma análise descritiva para avaliar o comportamento geral das taxas de mortalidade neonatal, precoce e tardia no período estudado. Em seguida, avaliou-se a existência de tendência nas séries através de modelos de regressão que consideraram as covariáveis uma a uma e a interação das covariáveis com o tempo. Esta análise permitiu-se verificar a existência de tendência em geral e em cada nível das covariáveis sexo, idade e escolaridade. Por fim, construiu-se um modelo de regressão com as três covariáveis de interesse, o que permite avaliar a influência individual de cada fator nas taxas de mortalidade.

Para verificar se os ajustes dos modelos de regressão satisfizeram as suposições necessárias foi realizada a análise de resíduos de todos os modelos ajustados. Mais especificamente, testes Wald-Wolfowitz, Mann-Kendall e Kolmogorov-Smirnov foram utilizados na avaliação da normalidade e independência dos dados e a homogeneidade foi verificada através de gráficos de dispersão dos resíduos. Também foram construídos gráficos de envelope e de autocorrelação dos resíduos.

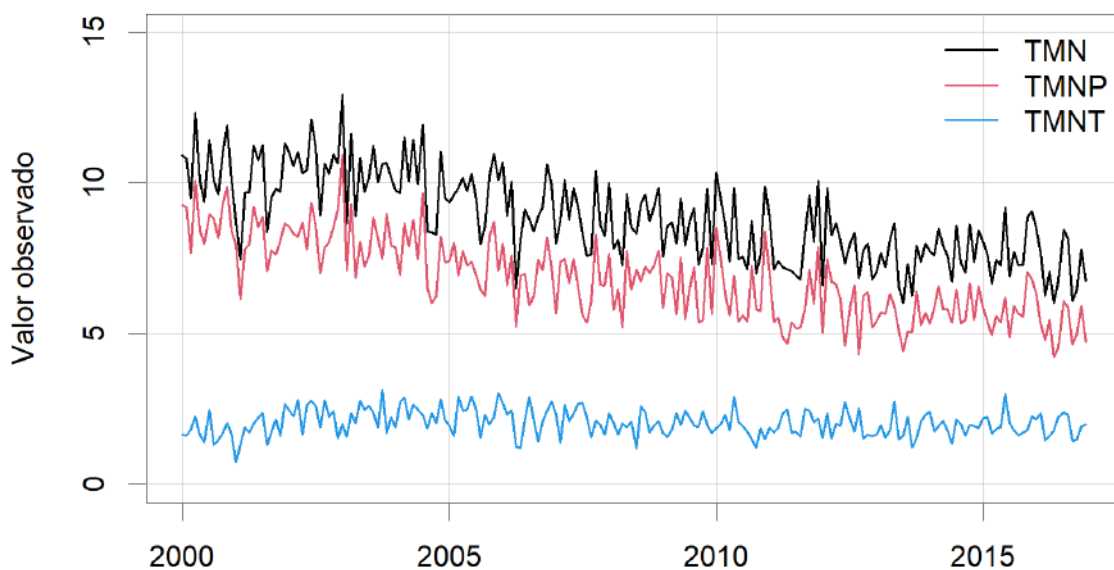
Os modelos de regressão linear simples foram adotados para avaliar as taxas de mortalidade neonatal sob influência da variável sexo; para os modelos usando a escolaridade da mãe como regressora foi utilizado o modelo Quasi-Poisson para TMN e TMNP, enquanto que para a TMNT foi utilizado o modelo de regressão simples; modelos nos quais a variável idade da

mãe foi considerada, adotou-se o modelo Quasi-Poisson; o modelo Quasi-Poisson também foi o mais adequado ao se associar a influência das três variáveis concomitantemente.

### 3. Resultados

Ao se avaliar graficamente o panorama geral no Estado do Paraná quanto às taxas de mortalidade neonatal, precoce e tardia, na Figura 1, foi possível observar o comportamento decrescente da TMN e da TMNP, sugerindo que o maior responsável para o decaimento da TMN é a TMNP. Por outro lado, a TMNT se manteve estável, em torno de 3 óbitos para cada mil nascidos vivos. Não foi identificada sazonalidade em nenhuma das três séries, o que foi confirmado através das análises gráficas das funções de autocorrelação, que foram aqui omitidas.

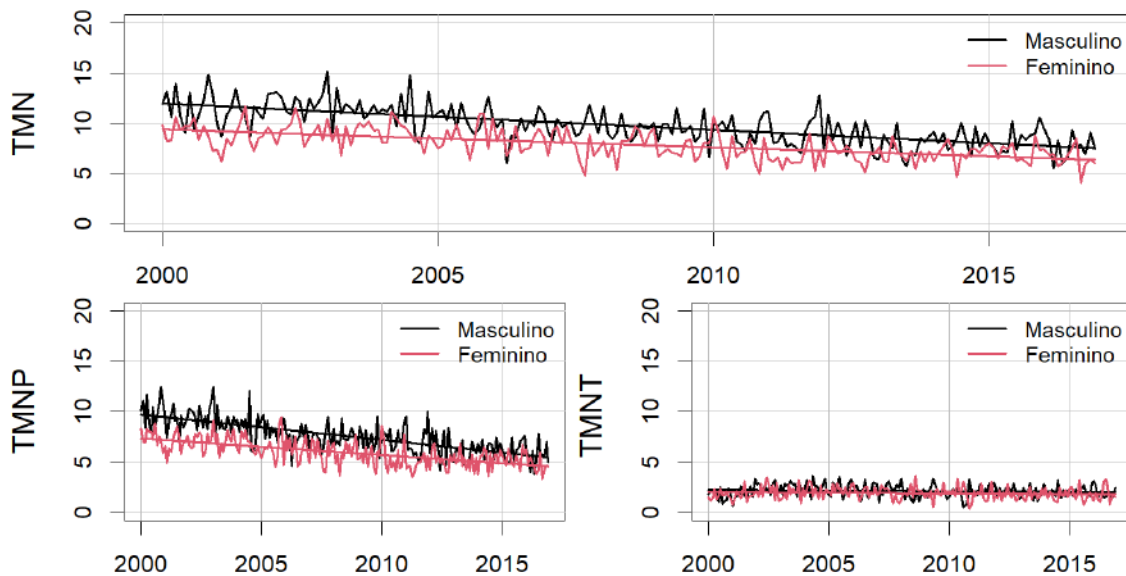
**Figura 1:** Taxas de mortalidade neonatal no Estado do Paraná de 2000 a 2016.



Fonte: Autores.

Os resultados das estimativas das taxas de mortalidade em função do sexo indicam que a TMN e TMNP são, em média, maiores para meninos ( $p < 0,001$ ) em aproximadamente 2,6 e 2,4 mortes a cada 1.000 nascidos vivos. Existe uma tendência decrescente estatisticamente significativa, tanto para meninas quanto para meninos. Para as meninas o decréscimo é de 0,01 ao mês ( $p < 0,001$ ) no período estudado para ambas as taxas, ou seja, a cada 8 anos aproximadamente há redução de 1 morte a cada 1.000 nascidos vivos. Embora as taxas neonatal e precoce sejam maiores para os meninos, o decréscimo delas é mais acentuado que o das meninas ( $p < 0,001$ ). O decréscimo da TMN e TMNP para os meninos é de aproximadamente 0,02, ( $p < 0,001$ ), ou seja, há redução de uma morte a cada quatro anos aproximadamente. Quanto à TMNT, não há evidências significativas de existência de tendência ( $p = 0,124$ ). A análise gráfica, na Figura 2, indica que, para a TMN e TMNP, o decréscimo é mais acentuado para recém-nascidos do sexo masculino. Por outro lado, visualiza-se a invariabilidade da TMNT em função do tempo, comparando os sexos.

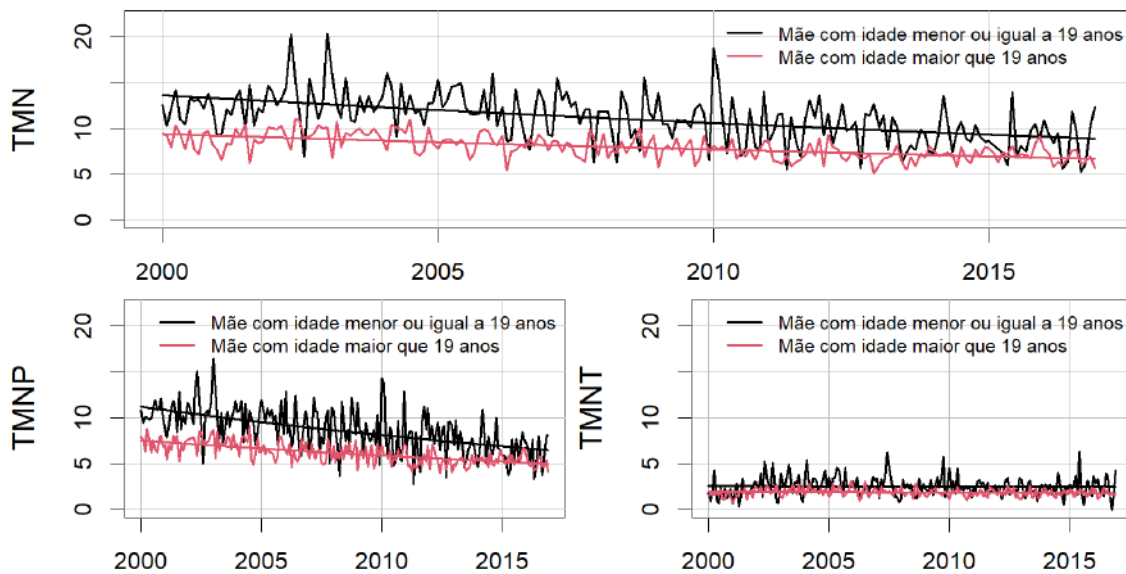
**Figura 2:** Séries das taxas de mortalidade neonatal segundo a variável sexo do recém-nascido com as respectivas retas das taxas médias estimadas a partir do modelo Gaussiano.



Fonte: Autores.

Pelo modelo Quasi-Poisson, foi investigada a influência da idade da mãe, variável que é classificada em “mãe com idade menor ou igual a 19 anos” e “mãe com idade maior que 19 anos”, além da tendência desses dois grupos nas taxas. As séries temporais das taxas de mortalidade neonatal e suas respectivas retas de regressão, segundo a faixa etária da mãe, podem ser observadas na Figura 3, na qual nota-se que somente a TMNT vem se mantendo constante no período estudado.

**Figura 3:** Séries das taxas de mortalidade neonatal de acordo com a idade da mãe com as retas das taxas médias estimadas a partir do modelo Quasi-Poisson.



Fonte: Autores.

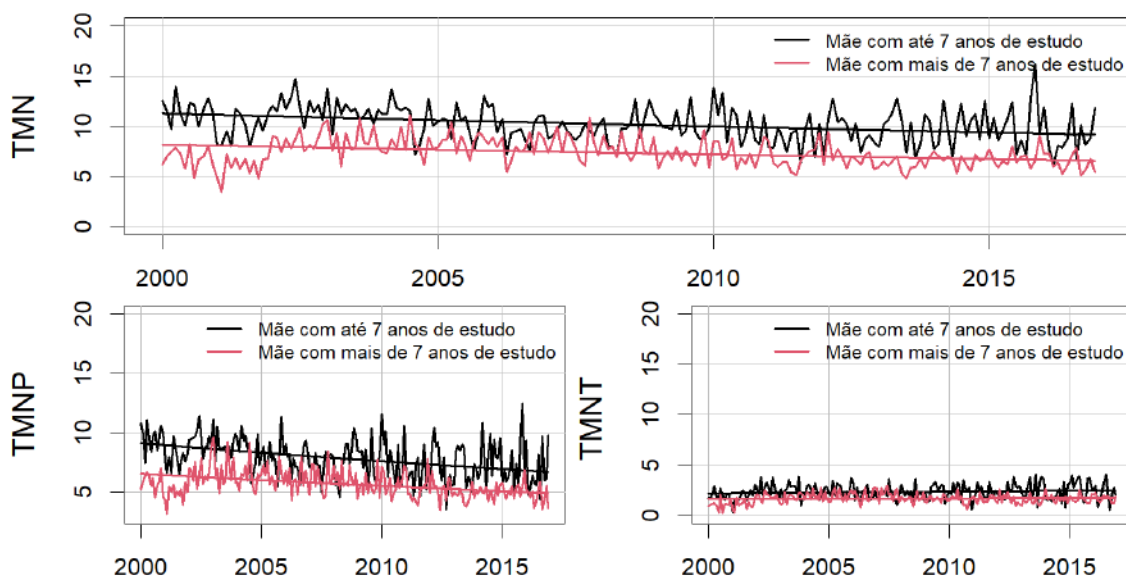
Ao se avaliar a TMN, nota-se que existe uma tendência decrescente no decorrer dos anos que não é influenciada pela idade da mãe, o que é confirmado ( $p = 0,142$ ). Mais especificamente, essa taxa cai aproximadamente 11% a cada cinco



anos. Por outro lado, na TMNP, o decréscimo é mais acentuado entre mães com idade menor ou igual a 19 anos ( $p = 0,048$ ). Assim, tem-se que, entre mães com menos de 20 anos, há um decréscimo médio de, aproximadamente, 16% a cada cinco anos na TMNP, enquanto que para mães com mais de 19 anos, este decréscimo é de 12%. Não há evidência de tendência descendente para a TMNT.

Para verificar a tendência e a influência da escolaridade da mãe nas taxas de mortalidade foram selecionados dois modelos. Para a TMN e TMNP adotou-se o modelo Quasi-Poisson, enquanto que para a TMNT foi utilizado o modelo de regressão linear simples. A variável escolaridade foi classificada em “mãe com até 7 anos de estudo” e “mãe com mais de 7 anos de estudo”. Os resultados são apresentados na Figura 4, na qual verifica-se que existe uma tendência significativa de queda para as TMN e TMNP ( $p < 0,001$ ), porém essa queda é branda, encolhendo apenas 6% e 11% a cada 5 anos. Destaca-se também que o decréscimo dessas taxas é independente da escolaridade da mãe, o que significa que, embora essas taxas de mortalidade sejam maiores entre mães com menos de 7 anos de estudo, o decaimento dessas taxas é igual ao decaimento entre mães com mais de 7 anos de estudo. Novamente, não há indícios de queda significativa para a TMNT ( $p = 0,061$ ).

**Figura 4:** Séries das taxas de mortalidade neonatal segundo escolaridade materna com as retas das taxas médias estimadas a partir dos modelos Quasi-Poisson (TMN, TMNP) e Gaussiano (TMNT).



Fonte: Autores.

Em relação ao efeito dos fatores associados, além do sexo, idade da mãe e escolaridade da mãe, de forma conjunta, isto é, em um único modelo de regressão, a variável tempo também foi incluída no modelo. No entanto, a fim de obter interpretações mais claras a respeito da influência dos fatores associados nas taxas de mortalidade, as interações entre tempo e fatores não foram consideradas. Para essa análise, o modelo Quasi-Poisson foi o que melhor se adequou aos dados. Os resultados estão apresentados na Tabela 1, na qual pode-se avaliar a TMN. Nesta, nota-se um efeito positivo para o sexo, indicando que a taxa média de mortes é 23% maior entre meninos, enquanto que para a idade tem-se um efeito negativo, de modo que a TMN para mães com mais de 19 anos é 26% menor que para mães com idade de até 19 anos. Para a escolaridade o efeito é similar, sendo que entre as mães com mais de 7 anos de escolaridade a TMN fica em média 25% menor que entre mães com 7 anos ou menos de escolaridade.

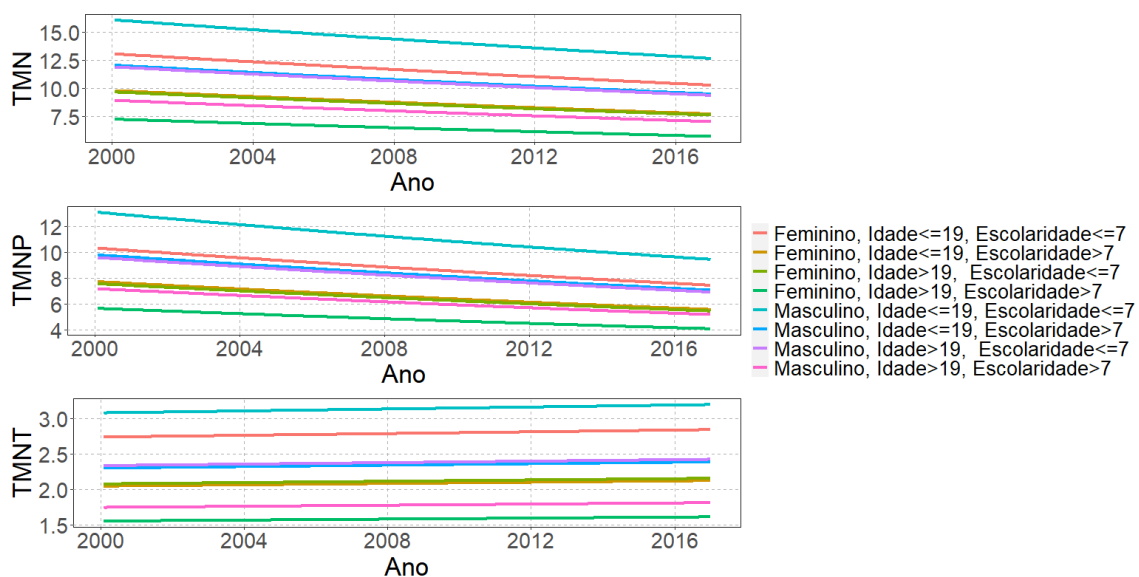
**Tabela 1:** Estimativas do modelo Quasi-Poisson, de acordo com o sexo do bebê, idade da mãe e escolaridade da mãe.

Efeito	TMN		TMNP		TMN	
	Estimativa	Valor-p	Estimativa	Valor-p	Estimativa	Valor-p
Intercepto	-4,338	<0,001	-4,573	<0,001	-5,900	<0,001
Tendência	-0,001	<0,001	-0,002	<0,001	0,000	0,462
Sexo	0,210	<0,001	0,238	<0,001	0,118	<0,001
Idade	-0,303	<0,001	-0,311	<0,001	-0,278	<0,001
Escolaridade	-0,290	<0,001	-0,290	<0,001	0,293	<0,001

Fonte: Autores.

Avaliando a TMNP observam-se resultados muito parecidos aos obtidos para a TMN. A TMNP entre meninos é 24% maior que entre as meninas e, avaliando os demais fatores, nota-se que a TMNP é 37% menor para mães com pelo menos 20 anos de idade e 25% menor entre mães com mais de 7 anos de escolaridade. Para a TMNT, nota-se que a diferença entre os sexos é menor que nas outras taxas, sendo que, nesse caso, a TMNT entre os meninos é, em média, 12% maior que entre as meninas. Para a idade e escolaridade os valores são muito próximos aos da TMN e TMNP, ficando em 24% a menos para mães com mais de 19 anos de idade e 25% menor entre mães com mais de 7 anos de estudo. A tendência foi significativa para as taxas neonatal e precoce, mas não para a tardia, mostrando novamente a estabilidade da TMNT no período estudado. Na Figura 5 pode-se observar as retas estimadas pelos modelos de regressão para as três taxas estudadas. No caso da TMNT nota-se um leve aumento nas taxas conforme passam os anos, contudo, esse crescimento não é significativo. Já para a TMN e para a TMNP, destaca-se um decréscimo acentuado ao longo do período.

**Figura 5:** Taxas médias de mortalidade estimadas pelo modelo Quasi-Poisson em função do sexo da criança, idade e escolaridade da mãe.



Fonte: Autores.



Em relação aos fatores associados, em todas as taxas ocorre um comportamento similar, sendo que o grupo com maiores taxas de mortalidade é formado por meninos, com mães menores de 20 anos e com 7 anos ou menos de estudo. As menores taxas estão entre as meninas, com mães de pelo menos 20 anos e mais de 7 anos de escolaridade. Os efeitos da idade e da escolaridade da mãe são muito parecidos, o que é visto comparando a curva estimada do grupo “idade menor ou igual a 19 e mais de 7 anos de estudo” com a curva do grupo “idade maior que 19 e 7 anos ou menos de estudo”. Essas curvas são muito próximas independentemente do sexo da criança.

#### 4. Discussões

A taxa de mortalidade neonatal no Estado do Paraná vem apresentando comportamento decrescente ao longo do período de 2000 a 2016, sendo que a redução dos óbitos entre recém-nascidos até o sétimo dia de vida é o fator mais relevante para essa ocorrência. Fatores como sexo da criança, idade da mãe e escolaridade materna são fatores que estão intimamente ligados às TMNP e TMNT, o que, por consequência, se reflete na TMN.

Investigações não tão recentes já apontavam que a maior incidência de morte entre recém-nascidos ocorre entre indivíduos do sexo masculino que, entre outros fatores, está relacionada à genética. A maturação dos sistemas orgânicos em fetos masculinos é diferente em fetos femininos de mesma idade gestacional, ocasionando maior vantagem de sobrevivência para meninas (Dhanireddy et al. 1983), o que reforça um resultado amplamente divulgado que afirma que há maior vulnerabilidade natural de indivíduos do sexo masculino (Crawford, 1987). Outro achado importante é a maior prevalência de imunodeficiência entre meninos (Green, 1992). Outra justificativa para se verificar maior MN entre recém-nascidos do sexo masculino, está relacionada à maior frequência de anomalias congênitas, baixo índice de Apgar aos 5 minutos de vida, maior necessidade de ventilação auxiliar e síndrome do desconforto respiratório, em comparação ao sexo feminino (Alkema et al. 2014).

Em escala nacional, a mortalidade neonatal é maior entre crianças do sexo masculino em todas as regiões do Brasil (Lansky et al. 2014). Os meninos também morrem mais no período neonatal precoce, com maior ocorrência no primeiro dia de vida (Teixeira, 2019).

Semelhante comportamento foi identificado neste estudo, no qual a TMN entre meninos é, em média, 23% maior com relação às meninas no estado do Paraná. Esse valor torna-se 27% quando se trata da TMNP e 12% para a TMNT. A tendência descendente é significativa para ambos os sexos, sendo mais acentuada entre os meninos, ou seja, a taxa de mortalidade é maior entre recém-nascidos do sexo masculino, mas apresenta um decaimento mais acelerado, quando comparada aos recém-nascidos do sexo feminino.

Quanto à mãe, a tenra idade desta apresenta natural vulnerabilidade devido à condição biológica imatura, que aumenta o risco de morte para o filho (Watanabe et al. 2019). Existe ainda a associação entre gravidez na adolescência e parto prematuro, sendo esta condição um problema na saúde pública, por contribuir para a taxa de mortalidade infantil no país (de Bulhões et al. 2018). Recém-nascidos cujas mães têm até 19 anos apresentam maiores chances de vir a óbito no período neonatal precoce e, ainda, o risco de um bebê morrer no primeiro dia de vida também é maior entre mães adolescentes (Migoto et al. 2018; Teixeira, 2019). Em concordância com essas observações, no estado do Paraná as taxas para mães maiores de 19 anos foram aproximadamente 26%, 27% e 24% menores que entre mães com idade até 19 anos para a TMN, TMNP e TMNT, respectivamente. Portanto, o risco de uma criança morrer antes de completar um mês de vida é maior entre mães com idade menor ou igual a 19 anos no estado.

Além da idade, escolaridade da mãe associa-se à mortalidade neonatal (MN) por interferir no entendimento de possíveis complicações que surgem durante a gravidez, facilitando a compreensão sobre os cuidados que se deve ter em relação a possíveis intercorrências na gestação, como observado em estudo realizado em maternidade de Teresina, onde jovens

mães com idade entre 16 e 25 anos e com no máximo ensino médio, apresentaram maior prevalência nos óbitos neonatais (de Bulhões et al. 2018; Muniz et al. 2018).

O mesmo ocorreu no estado aqui analisado, em que se observa que as três taxas são, aproximadamente, 25% menores para mães com mais de sete anos de estudo. Constatou-se também que, apesar das taxas serem maiores entre mães com menos escolaridade, a velocidade com que esse decréscimo ocorre não é afetada pela escolaridade da mãe.

A preocupação em averiguar a escolaridade materna dá-se devido à grande influência positiva desse fator sobre o comportamento da mãe, que se inicia durante a gravidez e estende-se à criação dos filhos. Além disso, é um indicador da condição socioeconômica da família, refletindo a desigualdade social relacionada às mortes infantis. No que concerne aos cuidados neonatais, a maior escolaridade induz adequada proteção à criança e melhores práticas de higiene e outros cuidados que estão ligados diretamente à redução da mortalidade natal (Teixeira et al. 2016; Cavalcante et al. 2018).

As estimativas aqui encontradas indicam que filhos de mães com até sete anos de estudo somente, têm aproximadamente 73% mais risco de vir a morrer no período neonatal que filhos de mães com mais de sete anos de estudo. Não muito diferente, o risco de morte no período neonatal precoce é de 72%, aproximadamente, para recém-nascidos de mães com até sete anos de estudo, enquanto que para o período neonatal tardio é de aproximadamente 56%, quando comparado com a categoria alternativa. A forte influência da educação no risco de óbito de recém-nascidos está novamente confirmada.

## 5. Conclusão

Neste trabalho foi avaliado o comportamento das taxas de mortalidade neonatal geral, precoce e tardia, no período de 2000 a 2016 e sua relação com possíveis fatores associados. De forma geral, destacou-se uma queda na taxa de mortalidade neonatal ao longo do período, causada pela queda na mortalidade neonatal precoce, uma vez que não foram encontrados indícios de tendência significativa para a taxa de mortalidade neonatal tardia.

Os fatores sexo e idade do recém-nascido, idade materna e escolaridade da mãe estão diretamente relacionados à mortalidade neonatal. Crianças do sexo masculino, filhos de mães com baixa escolaridade e de mães com até 19 anos de idade apresentam maior risco de óbito neonatal no Estado do Paraná.

Verificar se ao longo do tempo existe variação nas taxas de mortalidade e potenciais fatores associados ao risco do recém-nascido de morrer nos primeiros dias de vida, possibilitam levantar discussões acerca da saúde da mãe e do nascituro, sendo fonte para tomadas de decisões em prol da saúde coletiva, e subsidiando programas preventivos que possam contribuir para a redução da mortalidade infantil no estado do Paraná.

Como pesquisas futuras, sugere-se: Analisar as séries temporais mensais das taxas de mortalidade das Regionais de Saúde, avaliando quanto a presença de sazonalidade e se há formação de agrupamentos, considerando os mesmos fatores de risco; investigar outros fatores de risco na ocorrência do óbito neonatal e verificar se medidas de atenção à saúde são fatores relevantes no decaimento das taxas de mortalidade e quais são elas.

## Referências

- Alive, E. C. (2018). *The urgent need to end newborn deaths*. UNICEF.
- Alkema, L., Chao, F., You, D., Pedersen, J., & Sawyer, C. C. (2014). National, regional, and global sex ratios of infant, child, and under-5 mortality and identification of countries with outlying ratios: a systematic assessment. *The Lancet Global Health*, 2(9), e521-e530.
- Brasil, & Ministério da Saúde. (2009). *Manual de vigilância do óbito infantil e fetal e do Comitê de Prevenção do Óbito Infantil e Fetal*.
- Cavalcante, A. N. M., Araújo, M. A. L., Lopes, S. V. S., de Almeida, T. Í. F., & de Almeida, R. L. F. (2018). Epidemiologia da mortalidade neonatal no Ceará no período de 2005-2015. *Revista Brasileira em Promoção da Saúde*, 31(4).
- Crawford, M. A., Doyle, W., & Meadows, N. (1987). Gender differences at birth and differences in fetal growth. *Human Reproduction*, 2(6), 517-520.

- de Bulhões, T. R. B., Alves, J. B., Moreno, C. A., Silva, T. B., & Dutra, L. P. (2018). Prevalência de recém nascidos pré-termo de mães adolescentes. ID on line. *Revista de psicologia*, 12(39), 84-96.
- Dhanireddy, R., Smith, Y. F., Hamosh, M., Mullon, D. K., Scanlon, J. W., & Hamosh, P. (1983). Respiratory distress syndrome in the newborn: Relationship to serum prolactin, thyroxine, and sex. *Neonatology*, 43(1-2), 9-15.
- Green, M. S. (1992). The male predominance in the incidence of infectious diseases in children: a postulated explanation for disparities in the literature. *International journal of epidemiology*, 21(2), 381-386.
- Hyndman, R. J., & Khandakar, Y. (2008). Automatic time series forecasting: the forecast package for R. *Journal of statistical software*, 27, 1-22.
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: principles and practice*. OTexts.
- Lansky, S., Friche, A. A. D. L., Silva, A. A. M. D., Campos, D., Bittencourt, S. D. D. A., Carvalho, M. L. D., ... & Cunha, A. J. L. A. D. (2014). Pesquisa Nascer no Brasil: perfil da mortalidade neonatal e avaliação da assistência à gestante e ao recém-nascido. *Cadernos de saúde pública*, 30, S192-S207.
- Maindonald, J., & Braun, J. (2006). *Data analysis and graphics using R: an example-based approach* (Vol. 10). Cambridge University Press.
- Mateus, A., & Caeiro, F. (2014, October). An R implementation of several randomness tests. In AIP Conference Proceedings (Vol. 1618, No. 1, pp. 531-534). *American Institute of Physics*.
- Migoto, M. T., Oliveira, R. P. D., Silva, A. M. R., & Freire, M. H. D. S. (2018). Early neonatal mortality and risk factors: a case-control study in Paraná State. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 71, 2527-2534.
- Moral, R. A., Hinde, J., & Demétrio, C. G. (2017). Half-normal plots and overdispersed models in R: the hnp package. *Journal of Statistical Software*, 81, 1-23.
- Morgenstern H. (1998). *Ecologic studies*. In: Rothman KJ, Greenland S. *Modern Epidemiology*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott-Raven. p.459-480.
- Muniz, D. W. R., de Miranda, M. G., Costa, A. P., Lima, G. W. F., & de Araújo Vale, E. (2018). O Perfil Epidemiológico de Mortalidade Neonatal no Ambiente Hospitalar/The Epidemiological Profile of Neonatal Mortality in the Hospital Environment. *Saúde em Foco*, 118-128.
- R Core Team, R. (2019). *R Core Team R: a language and environment for statistical computing*. Foundation for Statistical Computing.
- Ripley, B. D. (2002). *Modern applied statistics with S*. Springer.
- Teixeira, G. A., Costa, F. M. D. L., Mata, M. D. S., Carvalho, J. B. L. D., Souza, N. L. D., & Silva, R. A. R. D. (2016). Fatores de risco para a mortalidade neonatal na primeira semana de vida. *Fundam Care Online*, 8(1), e4036-46.
- Teixeira, J. A. M., Araujo, W. R. M., Maranhão, A. G. K., Cortez-Escalante, J. J., Rezende, L. F. M. D., & Matijasevich, A. (2019). Mortalidade no primeiro dia de vida: tendências, causas de óbito e evitabilidade em oito Unidades da Federação brasileira, entre 2010 e 2015. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 28.
- Teixeira, J. A. M. (2019). *Mortalidade no primeiro dia de vida no Brasil: causas e prevenção* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- UNICEF, U. (2015). *Levels and trends in child mortality*. UNICEF, 1-30.
- Watanabe, T. M., Alencar, K. M., Marin, L. E., Simongini, R. L., Griep, R., & Cavalli, L. O. (2019). Idade materna, prematuridade, baixo peso e pré-natal como critérios de risco ao nascer no município de cascavel/pr, 2013. *Revista Thêma et Scientia*, 9(1), 169-186.
- Wedderburn, R. W. (1974). Quasi-likelihood functions, generalized linear models, and the Gauss—Newton method. *Biometrika*, 61(3), 439-447.
- Zuur, A. F., Ieno, E. N., Walker, N. J., Saveliev, A. A., & Smith, G. M. (2009). *Mixed effects models and extensions in ecology with R* (Vol. 574). Springer.