



MODELAGEM DA MORTALIDADE MATERNA NO ESTADO DO RJ

Gustavo Mota Rodrigues¹, Mariana Albi de Oliveira Souza², Patrícia Lusié Velozo da Costa³

Resumo

Um indicador de saúde é uma medida que quantifica ou qualifica aspectos específicos do estado de saúde de uma população ou indivíduo. Um desses indicadores é a Razão de Mortalidade Materna. Segundo a Organização Pan-Americana de Saúde, a maioria destas mortes poderia ser evitada e ocorre em países em desenvolvimento. Este artigo realizou uma análise da mortalidade materna no estado do Rio de Janeiro ocorrida no ano de 2018. Usou-se um Modelo de Regressão Poisson sob a abordagem Bayesiana para analisar a influência de fatores socioeconômicos, tais como idade, escolaridade e raça/cor. Obteve-se que a taxa de mortalidade atingiu valores mais altos entre as mulheres acima de 40 anos, da cor preta e que não cursaram qualquer série do Fundamental II. Os resultados destacam a necessidade de investigações mais profundas das disparidades socioeconômicas e de acesso aos serviços de saúde. Estes resultados enfatizam a urgência de políticas públicas e intervenções específicas para grupos vulneráveis, visando reduzir as taxas de mortalidade materna.

Palavras-chave: Estatística, Modelos Lineares Generalizados, Mortalidade Materna, Inferência Bayesiana.

Abstract

A health indicator is a measure that quantifies or qualifies specific aspects of the health status of a population or individual. One such indicator is the Maternal Mortality Ratio. According to the Pan American Health Organization, most of these deaths could be prevented and occur in developing countries. This article conducted an analysis of maternal mortality in the state of Rio de Janeiro that occurred in the year 2018. A Poisson Regression Model under the Bayesian approach was used to analyze the influence of socioeconomic factors, such as age, education and race/ethnicity. It was found that the mortality rate was highest among women over 40 years old, of black race/ethnicity, and who had not completed any grade of middle school. The results highlight the need for further investigations into socioeconomic disparities and access to healthcare services. These findings underscore the urgency of public policies and specific interventions for vulnerable groups aimed at reducing maternal mortality rates.

Keywords: Statistics, Generalized Linear Models, Maternal Mortality, Bayesian Inference.

Introdução

Um indicador de saúde é uma medida que quantifica ou qualifica aspectos específicos do estado de saúde de uma população ou indivíduo. Um desses indicadores é a Razão de Mortalidade Materna. Em WHO (2016) consta que a Organização Mundial de Saúde (OMS) define mortalidade materna como sendo a morte de uma mulher durante a gestação ou até 42 dias após o término da gestação, independente da duração ou localização da gravidez,

¹ Universidade Federal Fluminense (UFF), motagustavo@id.uff.br

² Universidade Federal Fluminense (UFF), malbi@id.uff.br

³ Universidade Federal Fluminense (UFF), patricialusie@id.uff.br



devida a qualquer causa relacionada com ou agravada pela gravidez ou por medidas em relação a ela, porém não devida a causas acidentais ou incidentais. Reduzir o número de ocorrências de mortes maternas tem sido uma prioridade de nível global e esta meta foi incluída nas metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e na Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU). Além disso, diversos países, ao estudarem as causas de morte materna, apresentaram resultados indicativos da negligência em direitos humanos das mulheres e da falta de atenção à saúde primária, pois a grande maioria das mortes poderiam ter sido evitada se estivessem disponíveis tratamentos e cuidados essenciais.

Grande parte da literatura sobre mortalidade materna no Brasil se concentra na análise exploratória de dados, descrevendo aspectos qualitativos sobre estes (Ozimek e Kilpatrick, 2018; Leal *et al*, 2022; Oladipo *et al*, 2023). Rodrigues *et al* (2016), por outro lado, trataram aspectos quantitativos deste fenômeno, modelando as taxas de mortalidade materna ocorridas nos estados do Brasil entre 1997 e 2012. Por meio de um modelo Binomial Negativo sob a abordagem frequentista, concluíram que a mortalidade materna aumentou nas regiões Nordeste, Norte e Sudeste, afirmando que essas taxas deixaram de atingir os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio; motivando assim novas investigações sobre o assunto.

Objetivo

O objetivo deste artigo está na compreensão do comportamento da mortalidade materna no Estado do Rio de Janeiro no ano de 2018. Para isso, fez-se uma análise descritiva dos dados obtidos pelo DATASUS (2023) para identificar as principais variáveis socioeconômicas associadas às taxas de mortalidade materna no Estado. Além disso, ajustou-se um modelo de regressão Poisson sob a perspectiva Bayesiana para quantificar a influência de tais fatores.

Material e Método

O conjunto de dados utilizados neste artigo foi obtido pelo portal DATASUS (2023), do Ministério da Saúde. Foram utilizados dados das declarações de nascidos vivos e o número de óbitos maternos. Selecionaram-se variáveis socioeconômicas das mães com potencial influência no risco de Mortalidade Materna e que estivessem contidas em ambos os conjuntos de dados, dando origem ao seguinte conjunto de variáveis: idade da mãe ao falecer (em anos), raça/cor e último grau de escolaridade, sendo as variáveis idade e escolaridade categorizadas em faixas. Calculou-se o número de mortes maternas e de nascidos vivos para cada diferente padrão socioeconômico definido pelo cruzamento dos valores das variáveis qualitativas utilizadas. Por exemplo, uma linha da base de dados



contém o total de mulheres mortas e o total de nascidos vivos cuja mãe é branca, com última série cursada sendo do Fundamental I e possui de 30 a 39 anos de idade.

Para avaliar a relação entre as variáveis qualitativas e a mortalidade, ajustou-se o seguinte modelo de regressão Poisson:

$$Y_i \sim \text{Poisson}(\mu_i), \quad \ln(\mu_i) = X_i^T \beta + O_i,$$

sendo Y_i o número de mulheres mortas considerando um dado padrão socioeconômico representado pelo vetor linha X_i^T , cujos valores estão associados às covariáveis, β um vetor coluna (com mesma dimensão de X_i^T) indicando os efeitos das covariáveis e O_i o total de nascidos vivos sob o mesmo padrão socioeconômico. Esse último termo é chamado de *offset* e serve para adequar a escala da variável resposta, tornando-a comparável em diferentes unidades amostrais. Tanto X_i^T quanto O_i são conhecidos. O vetor β é desconhecido e, portanto, considerado um vetor paramétrico.

Sob a abordagem Bayesiana, a inferência sobre o vetor paramétrico desconhecido é realizada por meio da distribuição *a posteriori*, que, no caso, consiste na distribuição de probabilidade de β após observar uma amostra da variável Y , dada uma distribuição *a priori* que indica o conhecimento prévio sobre o vetor de parâmetros. Neste artigo, considerou-se *a priori* que o vetor paramétrico possui uma distribuição normal multivariada independente centrada em zero e com variâncias suficientemente grandes, caracterizando uma distribuição *a priori* não informativa. A distribuição *a posteriori* do vetor paramétrico é desconhecida e, portanto, recorreu-se ao Monte Carlo Hamiltoniano (Neal, 2011) para obter uma amostra desta distribuição.

Mais informações sobre modelos lineares generalizados e inferência Bayesiana podem ser vistas em Agresti (2015) e Migon *et al* (2014), respectivamente. Os códigos R e os dados utilizados encontram-se disponíveis em <https://github.com/gmotar/seruff2024>.

Resultados e Discussão

Em 2018, considerando o RJ como o estado de residência, houve 126 óbitos classificados como mortalidade materna, 220.499 nascidos vivos e a razão de mortalidade materna foi de 57,14. Os dados de óbitos maternos e nascidos vivos, além da razão entre esses números, foram segmentados por faixa etária, raça/cor e nível de escolaridade, a fim de entender melhor o efeito destas características nos dados, uma vez que essas variáveis sociodemográficas desempenham papéis significativos na determinação dos riscos e desafios enfrentados pelas mulheres durante o período gravídico-puerperal.



Analisando descritivamente os dados obteve-se taxas de mortalidade materna mais altas para mulheres na faixa etária a partir de 40 anos, pretas e que não cursaram qualquer série do Ensino Fundamental II. Buscando quantificar o efeito dessas variáveis na mortalidade materna, dicotomizou-se essas variáveis, para reduzir a complexidade dos dados, identificando padrões mais claros e permitindo a construção dos modelos mais precisos e eficazes na identificação de fatores associados aos óbitos maternos. Para cada padrão socioeconômico i , utilizou-se as seguintes variáveis indicadoras: x_{i1} a da faixa etária a partir de 40 anos, x_{i2} a da raça/cor Preta e x_{i3} a de não ter cursado qualquer série do Ensino Fundamental II. Além disso, permitiu-se intercepto na modelagem e, portanto, considerou-se então que $X_i^t = (1, x_{i1}, x_{i2}, x_{i3})$.

Para o modelo utilizado, obteve-se uma distribuição *a posteriori* desconhecida analiticamente, e métodos de MCMC foram usados para amostrar desta distribuição. O método escolhido neste artigo foi o Monte Carlo Hamiltoniano, implementado por meio do uso da função **stan_glm** do pacote **rstanarm** (Goodrich *et al*, 2020). Utilizando esta função, gerou-se 2 cadeias para cada um dos parâmetros a serem estimados, cada uma com 6.000 iterações. A convergência das cadeias foi verificada por critérios visuais de análise de seus traços e confirmada pela estatística R-hat de Gelman-Rubin (Gelman e Rubin, 1992), obtida também por meio da função **stan_glm**, apresentando valor 1 para as cadeias associadas a todos os parâmetros, sugerindo boa convergência e consistência entre as múltiplas cadeias de Markov utilizadas no modelo.

Uma forma de interpretar os coeficientes é através do cálculo do risco relativo, definido como a exponencial do coeficiente associado às covariáveis. Quando o risco relativo é maior do que 1, tem-se que a taxa de mortalidade materna aumenta quando comparada com a categoria de base. Na Tabela 1 ilustramos as médias *a posteriori* para os coeficientes e para os riscos relativos.

Tabela 1 – Estimativas pontuais dos coeficientes e dos riscos relativos (RR).

Coeficiente	Est. Pontual dos coeficientes	Est. Pontual do RR
Intercepto	-7,81	-
A partir de 40 anos	0,30	1,3451
Escolaridade até EF1	1,50	4,4780
Preta	0,93	2,5308

Sendo assim, a taxa de mortalidade materna tem um aumento de: 34,51% para mulheres a partir de 40 anos comparadas as mulheres com menos de 40; 347,80% para as que não tenham cursado qualquer série do Ensino Fundamental II comparadas as que tenham cursado; e 155,81% para mulheres pretas comparadas as não pretas.



Conclusão

O estudo realizado buscou investigar o comportamento da mortalidade materna no estado do Rio de Janeiro no ano de 2018 por meio de uma análise descritiva e do ajuste de uma modelo de regressão Poisson sob a perspectiva Bayesiana. Dados de nascidos vivos e de óbitos maternos foram utilizados para compreender a influência de covariáveis nas taxas de mortalidade. Obteve-se que mulheres abaixo de 40 anos apresentaram, em média, uma redução significativa na mortalidade materna em comparação com aquelas acima dessa faixa etária. A análise da escolaridade evidenciou uma correlação inversa entre os níveis educacionais e o número de mortes maternas, indicando que mulheres com menor nível de instrução têm uma tendência maior de apresentar taxas de mortalidade mais altas. Além disso, a variável raça/cor revelou uma associação positiva entre mulheres pretas e maiores taxas de mortalidade materna em comparação com mulheres não pretas, aspecto que demanda uma análise mais aprofundada das disparidades socioeconômicas e de acesso aos serviços de saúde entre diferentes grupos.

Estes resultados sugerem a necessidade de políticas públicas e intervenções direcionadas para grupos específicos, visando a redução das taxas de mortalidade materna. Estratégias que promovam a educação, o acesso equitativo à saúde e o apoio social para mulheres em situação de vulnerabilidade podem desempenhar um papel crucial na redução desses desafios. Ademais, é possível estender este artigo incorporando na modelagem estrutura espaço-temporal para uma compreensão mais abrangente e preditiva dos padrões da mortalidade materna.

Referências

- AGRESTI, A. **Foundations of Linear and Generalized Linear Models**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2015.
- DATASUS. Tabnet. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2023. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/>. Acessado em 07 de abril de 2024.
- GELMAN, A., e RUBIN, D. B. **Inference from Iterative Simulation Using Multiple Sequences**. Statistical Science, 7(4), 457-472. 1992.
- GOODRICH, B.; GABRY, J.; ALI, I.; BRILLEMANN, S. Rstanarm: Bayesian applied regression modeling via Stan. R package version 2.21.1. 2020. Disponível em: <https://mc-stan.org/rstanarm/>. Acessado em 07 de abril de 2024.
- LEAL, L. F., MALTA, D. C., SOUZA, M. de F. M., VASCONCELOS, A. M. N., TEIXEIRA, R. A., VELOSO, G. A., LANSKY, S., RIBEIRO, A. L. P., FRANÇA, G. V. A. de e NAGHAVI, M. (2022). **Maternal Mortality in Brazil, 1990 to 2019: a systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2019**. Revista Da Sociedade Brasileira De Medicina Tropical, 55, e0279–2021. 2022.
- MIGON, H. S., GAMERMAN, D., e LOUZADA, F. **Statistical Inference: An Integrated Approach**. CRC press. 2014.
- NEAL, R. M. **MCMC using Hamiltonian dynamics**. In S. Brooks, A. Gelman, G. Jones, & X. L. Meng (Eds.), Handbook of Markov Chain Monte Carlo (pp. 113-162). Chapman and Hall/CRC. 2011.
- OLADIPO, I. A., AKINWAARE, M. O. Trends and patterns of maternal deaths from 2015 to 2019, associated factors and pregnancy outcomes in rural Lagos, Nigeria: a cross-sectional study. Pan African Medical Journal. 44 (185). 2023.
- OZIMEK, J. A., KILPATRICK, S. J. Maternal Mortality in the Twenty-First Century. Obstetrics Gynecology Clinics North America. 45(2):175-186. 2018.



RODRIGUES, N. C. P., MONTEIRO, D. L. M., ALMEIDA, A. S. DE ., BARROS, M. B. DE L., PEREIRA NETO, A., O'DWYER, G., ANDRADE, M. K. DE N., FLYNN, M. B., E LINO, V. T. S. **Temporal and spatial evolution of maternal and neonatal mortality rates in Brazil, 1997-2012**. *Jornal De Pediatria*, 92(6), 567–573. 2016.

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria, 2023. Disponível em: <https://www.R-project.org/> . Acessado em 07 de abril de 2024.

WHO. **International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems: 10th Revision**. Volume 2. Manual de Instrução. 15ª Edição. World Health Organization. 2016. Disponível em https://icd.who.int/browse10/Content/statichtml/ICD10Volume2_en_2016.pdf . Acessado em 07 de abril de 2024.