



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS MÉDICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE COLETIVA

ALINE BEATRIZ DOS SANTOS SILVA

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA MORTALIDADE NAS PRIMEIRAS 24
HORAS DE VIDA E SUA EVITABILIDADE NO ESTADO DE PERNAMBUCO, 2000-
2019**

Recife

2021

ALINE BEATRIZ DOS SANTOS SILVA

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA MORTALIDADE NAS PRIMEIRAS 24
HORAS DE VIDA E SUA EVITABILIDADE NO ESTADO DE PERNAMBUCO, 2000-
2019**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Saúde Coletiva

Área de Concentração: Saúde Coletiva

Linha de Pesquisa: Epidemiologia de doenças e agravos e atenção à saúde

Orientadora: Prof^a Dr^a. Cristine Vieira do Bonfim

Co-orientadora: Prof^a Dr^a. Ana Catarina de Melo Araújo

Recife

2021

Catálogo na Fonte
Bibliotecária: Elaine Freitas CRB 1790

S586a Silva, Aline Beatriz dos Santos
Análise espaço-temporal da mortalidade nas primeiras 24 horas de vida e sua evitabilidade no estado de Pernambuco, 2000- 2019 / Aline Beatriz dos Santos Silva . – 2021.
119 f.

Orientadora: Cristine Vieira do Bonfim.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Médicas. Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva. Recife, 2021.
Inclui referências, apêndice e anexos.

1. Mortalidade neonatal precoce. 2. Estatísticas vitais. 3. Análise espaço-temporal. 4. Evitabilidade. I. Bonfim, Cristine Vieira do. (Orientadora). II. Título.

614 CDD (23.ed.)

UFPE (CCS 2022-041)

ALINE BEATRIZ DOS SANTOS SILVA

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA MORTALIDADE NAS PRIMEIRAS 24
HORAS DE VIDA E SUA EVITABILIDADE NO ESTADO DE PERNAMBUCO, 2000-
2019**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva do Centro de Ciências Médicas da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Saúde Coletiva.

Área de Concentração: Saúde Coletiva

Linha de Pesquisa: Epidemiologia de doenças e agravos e atenção à saúde

Aprovada em: 30/08/2021

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Dr^a. Cristine Vieira do Bonfim (Orientadora)
Fundação Joaquim Nabuco – FUNDAJ

Prof^a Dr^a. Thália Velho Barreto de Araújo (1^a examinadora interna)
Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva – PPGSC/UFPE

Prof^o Dr^o. Rafael da Silveira Moreira (1^o examinador externo)
Instituto Aggeu Magalhães – IAM/Fiocruz

Prof^a Dr^a. Sandra Valongueiro Alves (2^a examinadora interna)
Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva – PPGSC/UFPE

Dr^a. Bárbara de Queiroz Figueiroa (2^a examinadora externo)
Secretaria de Saúde do Estado de Pernambuco – SES/PE

AGRADECIMENTOS

A Deus que desenhou nos mínimos detalhes planos incríveis que nem eu mesma sonharia vivenciar.

Aos meus pais e meu irmão por todo amor, fé, ética, respeito, coragem e admiração que compartilhamos durante nossas vidas e pela certeza de que sempre estarão presentes em todos os momentos.

Ao Thiago, meu melhor amigo e companheiro de vida, que esteve sempre presente, dando suporte, sendo compreensível, leve e mostrando que sempre podemos extrair coisas boas de tudo que nos acontece.

Ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva que proporcionou espaços ímpares na construção do conhecimento. Um agradecimento especial à minha orientadora Cristine Bonfim pela paciência e contribuição em lapidar minha formação no mestrado e na materialização desse trabalho.

Aos estimados professores Paulo Frias, Amanda Cabral, Mirella Bezerra pelas contribuições na construção da dissertação. E um agradecimento muito especial à professora Luciana Scarlazzari, que me acolheu desde às aulas de bioestatística e aceitou meu convite de participar da condução dos resultados; grata por sua paciência e seu caráter profissional. Obrigada por me ensinarem tanto!

Aos meus amigos do mestrado, em especial Tássia e Rafael, pela parceria que construímos ao longo do curso. Foi muito gratificante ver nosso amadurecimento no campo acadêmico.

RESUMO

Analisar os padrões espaço-temporal da mortalidade nas primeiras 24 horas de vida e sua evitabilidade no estado de Pernambuco no período de 2000 a 2019. Trata-se de estudo ecológico misto tendo o trimestre e os municípios como unidade de análise. Constituíram como fontes de dados os sistemas de Informações sobre Mortalidade e Nascidos Vivos. Foram incluídos todos os óbitos nas primeiras 24 horas de vida e por causas evitáveis no estado e caracterizados conforme fatores de riscos proximais, intermediários e distais. A análise de evitabilidade dos óbitos utilizou a Lista Brasileira de Causas de Mortes Evitáveis por Intervenções do Sistema Único de Saúde. Foram calculadas as taxas de mortalidade e da evitabilidade nas primeiras 24 horas de vida. A análise espacial foi conduzida por meio da estatística *scan* e a temporal segundo o Modelo Autorregressivo Integrado de Médias Móveis. No período de 2000 a 2019 foram registrados 13.601 óbitos nas primeiras 24 de vida, sendo 10.497 (77,19%) por causas evitáveis. Destes, 5.513 (40,53%) foram classificados como reduzíveis por adequada atenção à mulher na gestação. As variáveis do nível proximal idade gestacional <22 semanas (RA = 855,01) e peso ao nascer <1.500 gramas (RA=204,03) representam uma parcela importante dos óbitos ocorridos nas primeiras 24 horas de vida. As variáveis idade gestacional, sexo, peso ao nascer, tipo de gravidez, tipo de parto, idade da mãe e escolaridade materna foram estatisticamente significantes ($p<0,01$). A varredura espacial identificou o aumento de *clusters* para ambas as taxas. A análise temporal evidenciou que a taxa de mortalidade e taxa de mortalidade por causas evitáveis apresentaram padrão estacionário no período e a previsão revela tendência crescente. Os resultados mostram que a mortalidade nas primeiras 24 horas de vida e por causas evitáveis se configura como um problema de saúde pública no estado. Áreas de maior risco de óbito foram apontadas e a previsão revela um aumento nas taxas.

Palavras-chave: Mortalidade neonatal precoce; estatísticas vitais; análise espaço-temporal; evitabilidade.

ABSTRACT

To analyze the spatiotemporal patterns of mortality in the first 24 hours of life and its avoidability in the state of Pernambuco from 2000 to 2019. A mixed-type ecological study was conducted using the quarter and the municipalities as the unit of analysis. The data sources were the Mortality and Live Births Information systems. All deaths in the first 24 hours of life and from preventable causes in the state and characterized according to proximal, intermediate and distal risk factors were included. An analysis of the preventability of deaths using a Brazilian List of Causes of Preventable Deaths by Interventions of the Unified Health System. They were calculated as mortality and preventability rates in the first 24 hours of life. Spatial analysis was conducted using scan and temporal statistics according to the Auto-Regressive Integrated Moving Average Model. From 2000 to 2019, 13,601 deaths were registered in the first 24 of life, 10,497 (77.19%) of which due to preventable causes. Of these, 5,513 (40.53%) were classified as reducible due to care for women during pregnancy. The variables of the proximal level gestational age <22 weeks (RA = 855.01) and birth weight <1,500 grams (RA = 204.03) represent an important portion of the deaths occurring in the first 24 hours of life. The variables gestational age, sex, birth weight, type of pregnancy, type of delivery, mother's age and maternal education were statistically significant ($p < 0.01$). Spatial scanning identified the increase in clusters for both rates. A temporal analysis showed that the mortality rate and mortality rate from preventable causes was stationary in the period and the forecast increasing revelation. The results show that mortality in the first 24 hours of life and from preventable causes is a public health problem in the state. Areas of higher risk of death were identified and the forecast reveals an increase in rates.

Keywords: Early neonatal mortality; vital statistics; spatio-temporal analysis; avoidability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Taxa global da mortalidade infantil (por 1.000 nascidos vivos) em 2019.....	16
Figura 2 – Taxa global da mortalidade neonatal (por 1.000 nascidos vivos) em 2019.....	16
Figura 3 – Modelo hierarquizado dos fatores de risco para o óbito infantil, adaptado de Mosley & Chen (2003).....	18
Figura 4 – Macrorregiões e Regiões de Saúde do estado de Pernambuco.....	28
Quadro 1 – Descrição das variáveis selecionadas do Sistema de Informação de Mortalidade para caracterização dos óbitos ocorridos nas primeiras 24 horas de vida.....	29
Quadro 2 – Fórmulas de cálculo dos indicadores utilizados no estudo.....	29
<i>Artigo 3 – Spatial patterns of the total mortality over the first 24 hours of life and that due to preventable causes</i>	
Figure 1 – Location map of the state of Pernambuco and its division in macro-regions and healthcare regions.....	56
Figure 2 – Spatial distribution of the total mortality rate over the first 24 hours of life in Pernambuco, Brazil.....	56
Figure 3 – Spatial distribution of the mortality rate over the first 24 hours of life due to preventable causes in Pernambuco, Brazil.....	57
<i>Artigo 4: Predicting mortality in the first 24 hours of life and its preventability using Auto-Regressive Integrated Moving Average Model</i>	
Figure 1 – Mortality (A) and mortality rates due to preventable causes (B) in the first 24 hours of life according to trimesters and its respective autocorrelation (ACF) and partial autocorrelation (PACF) functions, Pernambuco, Brazil, 2000 to 2019.....	72
Figure 2 – Prediction (2020 to 2025) of the mortality rate in the first 24 hours of life, Pernambuco, Brazil.....	72
Figure 3 – Prediction (2020 to 2025) of the mortality rate in the first 24 hours of life due to preventable causes, Pernambuco, Brazil.....	73

LISTA DE TABELA

Artigo 2 – Fatores associados e causas evitáveis da mortalidade nas primeiras 24 horas de vida

- Tabela 1** – Variáveis relacionadas à gestante, nascido vivo e parto com o óbito ocorrido nas primeiras 24 horas de acordo com os níveis propostos no modelo conceitual hierarquizado. Pernambuco, 2000-2019 (n=13.601 óbitos) 38
- Tabela 2** – Óbitos ocorridos nas primeiras 24 horas de vida segundo agrupamentos de causas de mortes dispostos na Lista de causas de mortes evitáveis por intervenções do Sistema Único de Saúde do Brasil. Pernambuco, 2000-2019 39

Artigo 3 – Spatial patterns of the total mortality over the first 24 hours of life and that due to preventable causes

- Table 1** – Description of clusters of deaths over the first 24 hours of life, in total and due to preventable causes during 2000-2019 in Pernambuco, Brazil 57

Artigo 4: Predicting mortality in the first 24 hours of life and its preventability using Auto-Regressive Integrated Moving Average Model

- Table 1** – Adjusted models for mortality and mortality rates due preventable causes in the first 24 hours. Pernambuco, 2000-2019 63
- Table 2** – Forecast of quarterly mortality rates in the first 24 hours of life and from preventable causes in the state of Pernambuco between 2020 and 2024 64

LISTA DE SIGLAS

AIC	Critério de informação de Akaike
ACF	Função de autocorrelação
ARIMA	Modelo Auto-regressivo Integrado de Médias Móveis
BIC	Critério de informação Bayesiano
CDC	Centro de Controle de Doenças
CEP	Comitê de ética em pesquisa
CELADE	Centro Latino-americano de Demografia
CID	Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil
DO	Declaração de óbito
ESF	Estratégia Saúde da Família
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IVS	Índice de Vulnerabilidade Social
MS	Ministério da Saúde
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
PACF	Função de autocorrelação parcial
PubMed	National Library of Medicine
SARIMA	Modelagem Sazonal Autorregressiva Integrada de Médias Móveis
SIM	Sistema de Informações sobre Mortalidade
Sinasc	Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos
SUS	Sistema Único de Saúde
UNICEF	United Nations Children's Fund
UN IGME	The United Nations Inter-agency Group for Child Mortality Estimation

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	Panorama global da mortalidade infantil.....	15
2.2	Óbitos infantis: condicionantes e causas evitáveis.....	17
2.3	Séries temporais: conceito, modelagem e aplicabilidade na mortalidade infantil	22
3	JUSTIFICATIVA	26
4	OBJETIVOS	27
4.1	Objetivo geral.....	27
4.2	Objetivos específicos	27
5	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	28
5.1	Área de estudo.....	28
5.2	População de estudo e período de referência	28
5.3	Desenho do estudo.....	29
5.4	Definição de variáveis e indicadores	29
5.5	Fonte de dados.....	30
5.6	Sistematização da pesquisa	30
5.6.1	<i>Objetivo a) Descrever aspectos conceituais e metodológicos a respeito do Modelo Autorregressivo Integrado de Médias Móveis contextualizando sua aplicabilidade com a mortalidade infantil.....</i>	30
5.6.1.1	<u>Desenho e período do estudo</u>	30
5.6.1.2	<u>Análise dos dados</u>	30
5.6.2	<i>Objetivo b) Descrever os fatores associados e causas evitáveis aos óbitos ocorridos nas primeiras 24 horas de vida no estado de Pernambuco, no período de 2000 a 2019</i>	30
5.6.2.1	<u>Desenho do estudo</u>	30
5.6.2.2	<u>Análise dos dados</u>	31

5.6.3	<i>Objetivo c) Analisar os padrões espaciais da mortalidade nas primeiras 24 horas de vida e causas evitáveis no estado de Pernambuco nos decênios de 2000 a 2000 a 2009 e 2010 a 2019</i>	31
5.6.3.1	<u>Desenho do estudo</u>	31
5.6.3.2	<u>Análise dos dados</u>	31
5.6.4	<i>Objetivo d) Analisar os padrões temporais e estimar a tendência das taxas de mortalidade nas primeiras 24 horas de vida e por causas evitáveis no estado de Pernambuco no período de 2000 a 2019</i>	32
5.6.4.1	<u>Desenho do estudo</u>	32
5.6.4.2	<u>Análise dos dados</u>	32
5.7	Considerações éticas	33
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
6.1	Artigo 1: Modelo Autorregressivo Integrado de Médias Móveis (arima): aspectos conceituais e metodológicos e sua aplicabilidade na mortalidade infantil	34
6.2	Artigo 2: Fatores associados e causas evitáveis da mortalidade nas primeiras 24 horas de vida	34
6.3	Artigo 3: <i>Spatial patterns of the total mortality over the first 24 hours of life and that due to preventable causes</i>	45
6.4	Artigo 4: <i>Predicting mortality in the first 24 hours of life and its preventability using Auto-Regressive Integrated Moving Average Model</i>	58
7	CONCLUSÃO	74
	REFERÊNCIAS	75
	APÊNDICE A - ARTIGO PUBLICADO: MODELO AUTORREGRESSIVO INTEGRADO DE MÉDIAS MÓVEIS (ARIMA): ASPECTOS CONCEITUAIS E METODOLÓGICOS E SUA APLICABILIDADE NA MORTALIDADE INFANTIL	83
	ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA	93
	ANEXO B – NORMAS PARA SUBMISSÃO À REVISTA BRASILEIRA DE ENFERMAGEM	100

ANEXO C – NORMAS PARA SUBMISSÃO AO PERIÓDICO <i>GEOSPATIAL HEALTH</i>	114
ANEXO D – NORMAS PARA SUBMISSÃO AO PERIÓDICO <i>THE INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOSTATISTICS</i>	118

1 INTRODUÇÃO

As mortes neonatais ocorridas no primeiro dia de vida permanecem como problema de saúde pública mundial por representarem a maior proporção da mortalidade infantil (MAIA, SOUZA, MENDES, 2020). Corresponde ao momento mais vulnerável para o neonato, pois requer cuidados constantes e efetivos que diminuam os riscos de desfechos desfavoráveis (BOGALE et al., 2017). O cuidado perpassa desde aqueles prestados no pré-natal à gestante até os imediatamente após o nascimento (TEIXEIRA et al., 2019).

A magnitude das mortes neonatais é mensurada pelo cálculo da taxa de mortalidade neonatal (0 a 27 dias), a qual pode ser analisada por componentes: neonatal precoce (0 a 6 dias) ou neonatal tardio (7 a 27 dias) (FRANÇA et al., 2017). Trata-se de um cálculo padronizado resultante da razão do número de óbitos (correspondente à faixa etária que abarca cada componente) pelo total de nascidos vivos na população residente de determinado local e ano considerado (ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE, 2018).

No mundo, a taxa de mortalidade em menores de um ano passou de 64,7 para 28,9 por mil nascidos vivos, entre os anos de 1990 e 2018. O componente neonatal, na mesma série histórica, também declinou, passando de 36,7 para 17,7 por mil nascidos vivos (THE UNITED NATIONS INTER-AGENCY GROUP FOR CHILD MORTALITY ESTIMATION, 2019).

Ao analisar o declínio global das mortes infantis, devem-se considerar as disparidades espaciais determinadas por fatores contextuais, a exemplo da polarização econômica e social que segrega os países (HUYNH et al., 2018; KHAJAVI et al., 2017). Países e regiões de baixa renda são os mais atingidos por altas taxas de mortalidade infantil e neonatal (BOUTAYEB et al., 2020; MAIA, SOUZA, MENDES, 2020).

O Brasil acompanhou a tendência de decréscimo global, passando de 52,5 para 12,8 óbitos por mil nascidos vivos, de 1990 a 2018. O componente neonatal reduziu de 25,3, em 1990, para 8,1 por mil nascidos vivos em 2018 (THE UNITED NATIONS INTER-AGENCY GROUP FOR CHILD MORTALITY ESTIMATION, 2019). Essa redução é resultante da articulação de políticas públicas para ampliar o acesso aos serviços de saúde, como a Estratégia Saúde da Família (ESF), junto com melhorias das condições sociais (escolaridade, urbanização, programas de transferência de rendas, dentre outros) (CARVALHO et al., 2020). Algumas intervenções assistenciais para redução dessas mortes precoces foram essenciais, tais como: o acesso a cuidados efetivos no pré-natal, incremento de tecnologias médica, boas práticas de atenção ao parto e ao nascimento incluindo uma atenção obstétrica humanizada, a organizada

da rede de atenção à mulher e recém-nascido, além dos cuidados intensivos para gerir doenças neonatais (KC et al., 2020; PEREIRA et al., 2018).

No estado de Pernambuco, no período de 2000 a 2016, ocorreram 30.119 mortes neonatais, representando 60,6% do total de mortes em menores de um ano (LIMA et al., 2020). Dentre o total de mortes neonatais, 68,1% foram por causas evitáveis no período neonatal precoce (LIMA et al., 2020).

A relação com o cuidado assistencial torna esses óbitos potencialmente evitáveis (TEIXEIRA et al., 2019). Por se tratar de mortes precoces são considerados como eventos sentinelas ao indicarem que o cuidado em saúde está desarticulado e atuando de forma ineficaz (KIM et al., 2019). A aplicabilidade das listas que classificam a evitabilidade, como a Lista Brasileira de Causas de Mortes Evitáveis, possibilita identificar os principais fatores etiológicos das mortes neonatais nas primeiras 24 horas de vida (LEHTONEN et al., 2017).

Estudos de série temporal e análise espacial auxiliam na identificação de padrões de comportamentos de determinando evento e possibilitam prever cenários e identificar territórios com maior vulnerabilidade para intervir com ações de saúde direcionadas (KANAMORI, KONDO, NAKAMURA, 2020). Quando associados com análise de evitabilidade, permitem conhecer as principais causas evitáveis e intervir com ações de saúde direcionadas (DIAS et al., 2019; KANAMORI, KONDO, NAKAMURA, 2020). Esses estudos combinados auxiliam na captação de recursos de investimento em intervenções eficazes na redução da mortalidade no primeiro dia de vida (LEHTONEN et al., 2017).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Panorama global da mortalidade infantil

Os óbitos neonatais são caracterizados como problema de saúde pública por representam mais de dois terços dos óbitos infantis, com um agravante de que é o subgrupo que apresenta tendência decrescente mais lenta quando comparada aos óbitos pós-neonatais (VICTORA et al., 2011). Correspondem a 60% das mortes entre os menores de um ano (SEWARD et al., 2018). Estima-se que cerca de 7.000 mortes de neonatos ocorram todos os dias sendo 80% por causas evitáveis (UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND, 2018).

Por se tratar de um problema historicamente persistente, os investimentos na melhoria dos indicadores referentes à saúde da criança é pauta constante em agendas governamentais (FRANÇA et al., 2017). A Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável é um plano de ação global que representa o compromisso em reduzir as iniquidades em saúde, as quais são injustas, desnecessárias e evitáveis. Dentre elas, a redução das mortes neonatais evitáveis para pelo menos 12 por 1.000 nascidos vivos no mundo (BHATIA; KRIEGER; SUBRAMANIAN, 2019).

Para avaliar os indicadores de saúde das mulheres, crianças e adolescentes pactuados na Agenda 2030, foi desenvolvida uma estratégia de monitoramento global: a Contagem Regressiva 2030 (BOERMA et al., 2018). Ela permite acompanhar o progresso dos 81 países que apresentam as maiores taxas de mortalidade materna e infantil do mundo. Monitora aqueles que estão longe de atingirem as metas pactuadas, bem como, de ampliarem a cobertura de intervenções essenciais (BOERMA et al., 2018).

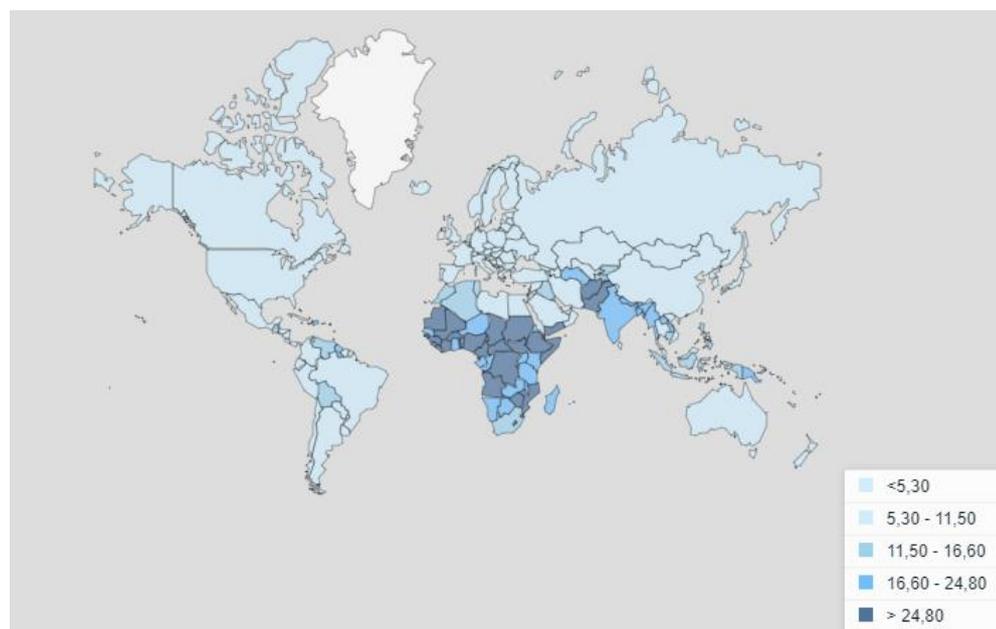
Para atingir os objetivos propostos pela Agenda 2030, os países com elevadas taxas deverão acelerar o ritmo de intervenções e acordos globais, principalmente para o componente neonatal precoce (BOERMA et al., 2018). Dos 10 países com maiores taxas de mortalidade no nascimento, oito se encontram na África Subsaariana (República Centro-Africana, Somália, Lesoto, Guiné-Bissau, Sudão do Sul, Costa do Marfim, Mali e Chade) (Figuras 1 e 2) (UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND, 2018).

Figura 1 – Taxa global da mortalidade infantil (por 1.000 nascidos vivos) em 2019



Fonte: The World Bank Group (2021)

Figura 2 – Taxa global da mortalidade neonatal (por 1.000 nascidos vivos) em 2019



Fonte: The World Bank Group (2021)

Nas Américas, observa-se que houve redução do risco de morte em menores de um ano em cerca de 55% de 1995 a 2017. No ano de 2017, as taxas variaram de quatro a 59 mortes por mil nascidos vivos entre os países (ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, 2019).

No Brasil, observou-se uma queda importante da mortalidade neonatal na série histórica de 1990 a 2019. A taxa passou para 25,3 para 8,6 óbitos por mil nascidos vivos (BRASIL, 2021). Em 1990 a faixa etária que apresentava maior proporção foi o componente

pós-neonatal com 85.131 (44%) óbitos dentre todos ocorridos na infância. Em 2015, o componente neonatal precoce foi o primeiro em proporção de óbitos, com 21.001 (41%) (FRANÇA et al., 2017). O número de óbitos ocorridos no primeiro dia de vida no país representa cerca de 25% dos óbitos infantis (BRASIL, 2021).

Dentre as regiões brasileiras, observam-se disparidades assistenciais e desigualdades sociais que impactam diferentemente nas mortes infantis. Para o componente neonatal precoce, no período de 1997 a 2012, a menor redução (23,0%) foi observada na região Nordeste (11,5 para 8,8 por 1.000 nascidos vivos); em contrapartida, a maior redução (42,5%) foi na região Sudeste (11,1 para 6,4 por 1.000 nascidos vivos) (RODRIGUES et al., 2016). Esses diferenciais entre regiões também se observam com os óbitos no primeiro dia de vida (CASTRO; LEITE; GUINSBURG, 2016). Em 2019, a região Nordeste liderou no número de óbitos, totalizando 3.020. Destes, 482 (16%) ocorreram no estado de Pernambuco (BRASIL, 2021). A distribuição geográfica dos óbitos infantis auxilia na identificação de espaços vulneráveis relacionados a uma série de fatores que os condicionam e que variam conforme componentes (neonatal e pós-neonatal) (SOUZA; DUIM; NAMPO, 2019).

Dentre os fatores, o setor saúde tem potencial de equalizar as desigualdades sociais em saúde, ao garantir acesso aos serviços essenciais bem como a disponibilidade de recursos humanos qualificados à atenção à saúde da mulher e da criança (BATISTA; CARVALHO; VASCONCELOS, 2018).

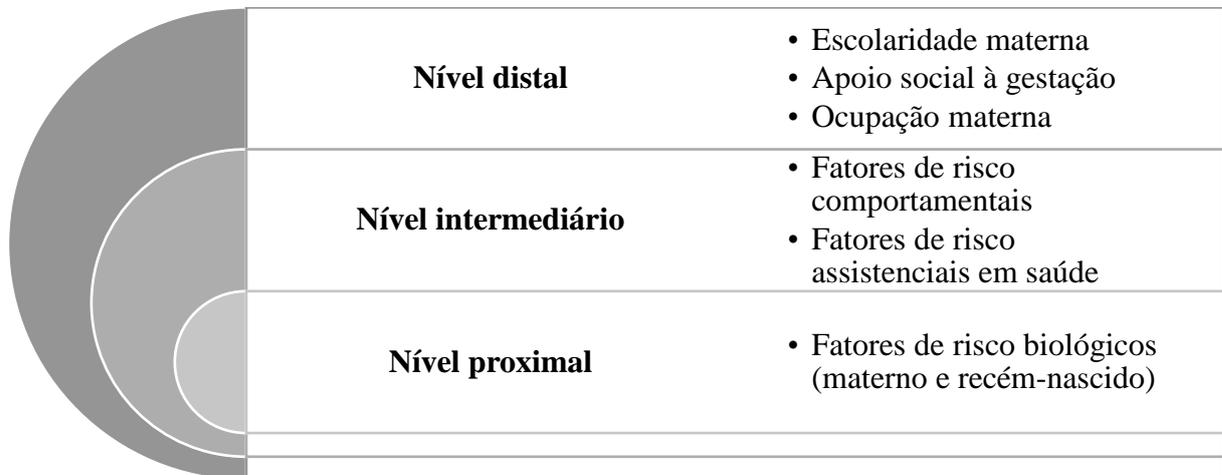
Fazem-se necessário analisar a rede causal dos óbitos ocorridos nas primeiras 24 horas de vida e a implicação das estruturas sociais, econômicas e políticas no estado de saúde, singulares de cada território (SOUZA; DUIM; NAMPO, 2019).

2.2 Óbitos infantis: condicionantes e causas evitáveis

As mortes infantis são resultantes da relação de variáveis de diversas naturezas: biológicas, sociais, econômicas e assistenciais (MAIA; SOUZA; MENDES, 2020). Os diferentes perfis econômicos dos países (que os categorizam como capitalista central ou periférico) repercutem na determinação dos óbitos infantis e neonatais, por esse motivo são desigualmente distribuídos (AHETO, 2019; RAMOS, WEISS, HEYMANN, 2018).

Devido à determinação multifatorial dos óbitos infantis, W. Henry Mosley e Lincoln Chen propuseram um modelo conceitual hierarquizado aplicável aos países em desenvolvimento (MOSLEY, CHEN, 2003) (Figura 3).

Figura 3 – Modelo hierarquizado dos fatores de risco para o óbito infantil, adaptado de Mosley & Chen (2003)



Fonte: Mosley e Chen, 2003.

No modelo proposto, as variáveis situadas na base (proximais) são condicionadas pelas variáveis intermediárias e distais. Eles partiram do pressuposto de que o óbito infantil raramente provém de uma variável explicativa (MOSLEY, CHEN, 2003). No nível mais distal encontram-se os fatores de risco socioeconômicos; no nível intermediário, o cuidado assistencial e; no nível proximal, as condições biológicas maternas e do recém-nascido (GARCIA; FERNANDES; TRAEBERT, 2019). Essa proposta de modelo permite compreender a relação dos fatores de risco que condicionam o óbito infantil e neonatal. Além de favorecer às políticas públicas na elaboração de estratégias macro ou pontuais na prevenção das mortes precoces (GARCIA; FERNANDES; TRAEBERT, 2019).

A influência dos fatores proximais, intermediários e distais difere para os componentes da mortalidade infantil (BOUTAYEB et al., 2020; RAMOS; WEISS; HEYMANN, 2018). No componente neonatal precoce as principais causas de morte estão relacionadas aos cuidados em saúde prestados desde a gestação até o momento do parto e intraparto, além das condições biológicas da gestante e neonato (BAZZANO et al. 2019; LOHELA et al., 2019). Já a sobrevivência pós-neonatal relaciona-se com melhorias das condições socioeconômicas que garantam alimentação, saneamento e, conseqüentemente, melhores padrões de saúde (LOHELA et al., 2019).

No nível distal, as diferentes taxas de mortalidade infantil e neonatal são parcialmente explicadas pelo grau de investimento em políticas públicas de saúde. Em concomitância com o investimento em políticas sociais compensatórias, como os de transferência de renda (AHETO, 2019). Mitigar os fatores de risco que representam o nível distal repercute positivamente na redução da taxa, ao passo que melhoram a assistência em saúde (do planejamento familiar ao

período pós-parto) e as condições socioeconômicas da população (AHETO, 2019). Assim, gestantes, e consequentemente os recém-nascidos, que vivem em contextos de privação social e baixo investimento em políticas socioeconômicas, têm maior probabilidade de serem acometidos por desfechos adversos (HUYNH et al., 2018; SILVA, TOBIAS, TEIXEIRA, 2019).

O nível intermediário inclui as oportunidades perdidas no acesso no período gestacional, parto e pós-parto imediato (TAVONI, 2019). O cuidado assistencial deve prevenir oportunamente, dentro da sua governabilidade, os óbitos infantis e neonatais (STREETLY, DORMANDY, 2018). Fortalecer o pilar da promoção da saúde é uma estratégia que tem potencial para reduzir as mortes precoces (RIVERA MIRANDA et al., 2018). Por se tratar de uma competência inerente aos profissionais, estes poderiam incentivar ações de educação em saúde que possam intervir positivamente na condução de uma gestação segura (SHIFA, AHMED, YALEW, 2018).

Os fatores proximais se caracterizam pela condição biológica do neonato e materna (VELOSO et al., 2020). Em decorrência da mudança do meio intra para o extrauterino, as primeiras 24 horas de vida carregam fragilidades que requerem cuidados constantes e efetivos (MEDEIROS et al., 2019). Baixo peso ao nascer, avaliação clínica do recém-nascido comprometida (escore de Apgar), sexo, asfixia perinatal, malformação congênita, são exemplos de fatores de risco proximais (NAVARRO et al., 2018; KOSOWAN et al., 2019). Além desses, outros fatores que podem estar ligados à condição materna que favorecem elevadas taxas de mortalidade neonatal: estado nutricional rebaixado, história de alcoolismo, tabagismo e drogas ilícitas, morte neonatal prévia, nível educacional e estado civil (ORSIDO, ASSEFFA, BERHETO, 2019; AVOKA et al., 2018).

Dentro do grupo dos fatores de risco proximais relacionados à condição biológica do recém-nascido, para analisar a prematuridade é necessário considerar os fatores que a condiciona: deficiência de surfactante pulmonar, desconforto respiratório do recém-nascido, hemorragia intraventricular, enterocolite necrosante, infecções e asfixia (ANDEGIORGISH et al., 2020; GOLDENBERG, McCLURE, SALEEM, 2018). No caso brasileiro, a exemplo da região Nordeste, a prematuridade também está condicionada a complicações gestacionais (sífilis, infecção do trato uterino, pré-eclâmpsia, entre outras) e fatores clínicos materna pré-existentes (hipertensão arterial sistêmica, *diabetes mellitus* e doenças cardíacas) (PENHA et al., 2019). O hábito de fumar, fator que pode estar ligado à condição materna, afeta o crescimento intrauterino e favorece a prematuridade e baixo peso ao nascer, elevando o risco de morte do recém-nascido (STREETLY, DORMANDY, 2018).

Um gerenciamento precoce das possíveis complicações ao recém-nascido e gestante, assim como, a garantia do acesso ao cuidado e investimento em instalações e recursos humanos qualificados, permitem atenuar as taxas de mortalidade neonatal (ANDERGIORGISH et al., 2020). Tem-se como exemplo a ESF, que representa um agente modulador na evitabilidade de mortes neonatais por contar de equipe multiprofissional e ser a principal porta de entrada do Sistema Único de Saúde (SUS) (GUERRA et al., 2019). O pré-natal deve ser ofertado em tempo oportuno (captação da gestante desde o início da gravidez) e resolutivo, ampliando a sobrevivência dos neonatos (ROY; HAQUE, 2018).

Contudo, no Brasil a garantia do acesso universal e qualidade assistencial ao pré-natal ainda apresentam falhas (CUNHA et al., 2019). A região Nordeste, em 2017, deixou a desejar ao permanecer com dificuldades na garantia do acesso e adesão ao pré-natal. Esse fato mostra que a garantia das consultas não reflete assistência em saúde adequada (MAIA, SOUZA, MENDES, 2020). Essa associação entre o pré-natal e a ocorrência de óbito neonatal está relatada na literatura (GARCIA; FERNANDES; TRAEBERT, 2019).

Os óbitos neonatais precoces, por estarem condicionados fortemente a variáveis intermediárias e proximais, são passíveis de redução por intervenção do setor saúde, e por isso, potencialmente evitáveis (LOHELA et al., 2019). Ao refletirem a qualidade da assistência prestada pelo sistema de saúde, são categorizados como eventos sentinelas (RUTSTEIN et al., 1976). O conceito de evitabilidade partiu da observação do crescimento de variadas tecnologias e incremento de profissionais, principalmente médicos, pelos diversos serviços de saúde (RUTSTEIN et al., 1976).

Métodos e listas de classificação foram construídos para discutir as causas preveníveis no óbito infantil e neonatal e proporcionar o planejamento de estratégias para preveni-las (KEELING et al., 1989). O primeiro método classifica a evitabilidade em dois grandes eixos: condições claramente evitáveis (dentre elas as mortes infantis) e condições limitavelmente evitáveis (como as neoplasias) (RUTSTEIN et al., 1976).

Outras contribuições foram importantes para conceituar, identificar e classificar as mortes evitáveis. Em 1978, foi desenvolvido um trabalho para o Centro Latino-americano de Demografia (CELADE) sobre tendências e causas de mortes no Chile no período de 1955 a 1975. Afirmava que 82,8% das mortes ocorridas nos menores de um ano eram consideradas evitáveis. A metodologia proposta agrupou as causas de mortes em evitáveis (vacinas ou tratamento preventivo, diagnóstico e tratamento médico oportuno, melhorias das condições de saneamento ambiental e ações mistas) e não evitáveis (dificilmente evitáveis por limitação tecnológica de saúde, causas mal definidas e outras causas) (TAUCHER, 1978).

Na década de 1980, foi desenvolvido na Europa um sistema de classificação das mortes infantis que dispensava a análise de necropsia para categorizar os óbitos nos grupos de causa. Em 1989, houve uma atualização dessa classificação (KEELING et al., 1989). Três patologistas pediátricos, um pediatra perinatal, um obstetra e um epidemiologista participaram desse processo. Os agrupamentos propostos foram: grupo 1 (mortes ocorridas antes do período do parto), grupo 2 (malformações congênitas), grupo 3 (condições associadas à prematuridade, apenas para os neonatos), grupo 4 (asfixias desenvolvidas durante o trabalho de parto) e grupo 5 (outras causas) (KEELING et al., 1989).

No Brasil, o estado de São Paulo foi pioneiro ao elaborar o primeiro método de classificação de evitabilidade das mortes infantis (ORTIZ, 2000). Na primeira versão, com base na Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID-9), as causas foram agrupadas em evitáveis (imunoprevenção, adequado controle na gravidez, adequada atenção no parto e diagnóstico e tratamento precoces), não evitáveis e mal definidas. Posteriormente, o método foi adaptado conforme CID-10 (ORTIZ, 2000).

Em 2007, o Ministério da Saúde (MS) reuniu especialistas da área para discutir o conceito de mortes evitáveis com base na oferta de serviços de saúde do SUS (MALTA; DUARTE, 2007). Esse movimento resultou na Lista de causas e mortes evitáveis por intervenções do SUS do Brasil. As causas foram separadas para dois grupos etários: os menores de cinco anos e os maiores de cinco anos até 75 anos de idade, sendo o limite proposto com base na expectativa de vida brasileira. Os três grandes grupos de causas foram: causas evitáveis, causas mal definidas e demais causas (não claramente evitáveis) (MALTA et al., 2007). Esse instrumento deu visibilidade ao processo de monitoramento e avaliação dos serviços de saúde, para que estes fossem objetos de pesquisa de futuros estudos (MALTA; DUARTE, 2007).

Os sistemas de saúde são incrementados e atualizados, continuamente, com diversas tecnologias. Por esse motivo, as listas de causas evitáveis deveriam passar por constantes atualizações (SALTARELLI et al., 2019). Porém, a última atualização da Lista de causas de mortes evitáveis por intervenções do SUS do Brasil foi em 2010 para o grupo etário de menores de cinco anos (MALTA et al., 2010).

Em 2010, a Portaria nº 72 de 11 de janeiro de 2010 estabeleceu que a vigilância do óbito infantil e fetal é obrigatória nos serviços de saúde (públicos e privados) que compõem o SUS (BRASIL, 2010). Essa iniciativa de 2010 consolidou um passo importante na identificação de óbitos evitáveis e fortalecimento dos compromissos de gestão na identificação de fatores determinantes, para potencializar a rede (BRASIL, 2010).

A instituição da vigilância do óbito infantil e fetal trouxe benefícios para real elucidação das causas básicas e associadas e dos critérios de evitabilidade. Contribuiu significativamente para a completude das variáveis da Declaração de Óbito (DO), diminuindo o percentual de variáveis em branco e ignoradas (SALTARELLI et al, 2019).

Em 2014, no intuito de dar mais evidência, os óbitos maternos e infantil infantis foram incluídos na Lista Nacional de Notificação Compulsória no ano de 2014, por meio da Portaria do MS nº 1.271 (BRASIL, 2014). A mortalidade infantil é objeto de vigilância e investigação por se enquadrar nos critérios que a categoriza como evento de saúde pública: magnitude, transcendência, evitabilidade e compromissos nacionais e internacionais (FRIAS et al., 2013).

Reconhecer o comportamento desse problema de saúde pública é fundamental na condução de políticas públicas que visem à redução das taxas de mortalidade infantil e neonatal, principalmente o componente precoce (CARLO; TRAVERS, 2016). Para isso, os estudos de séries temporais, os quais evidenciam tendências e cenários futuros, são fundamentais no planejamento de ações estratégicas, projetando um cenário que reduzam as taxas tendo como base dados passados e presentes (FOREMAN et al., 2018).

2.3 Séries temporais: conceito, modelagem e aplicabilidade na mortalidade infantil

A série temporal, ou série histórica, é uma amostra das possíveis trajetórias que poderiam ser observadas durante um período para um determinado fenômeno. Ao conjunto dessas probabilidades dá-se o nome de processo estocástico (KEIEL; BENDER, 2018). As séries temporais são uma sequência de valores observados de determinado fenômeno e distribuídos sobre uma base de tempo. A natureza desses valores pode caracterizar a série temporal em contínua ou discreta (MORETTIN, TOLOI, 2018).

Na contínua evidencia os dados referentes à determinada variável de forma contínua no tempo, como por exemplo, a mensuração de determinado sinal biológico. Geralmente, é comum o uso de instrumentos físicos de aferição, mensuração (JAIME, 1994). Na série temporal discreta, as quais são as mais utilizadas, as observações são obtidas em tempos específicos, equiespaçados (XAVIER, 2016), a citar a taxa de mortalidade infantil.

Ao analisar uma série temporal, alguns aspectos básicos devem ser levados em consideração para poder compreender o comportamento da variável. Dentre eles a periodicidade, que depende da natureza da variável em análise e do objetivo de estudo proposto. Outro fator se refere à comparabilidade entre séries temporais de diferentes contextos (populações, por exemplo) (SONG et al., 2017) onde nesses casos é necessário respeitar

determinadas circunstâncias que permitam a comparação. Uma técnica muito utilizada é a padronização, cujo principal necessidade é controlar fatores de confusão (JAIME, 1994).

A instabilidade é uma característica considerada importante no tratamento da série temporal e deve ser evitada, pois dificulta as previsões. Assim, uma série instável pressupõe que o modelo é determinado pela aleatoriedade das observações, pelo acaso (KEIEL; BENDER, 2018).

O objetivo da análise das séries temporais é construir modelos explicativos, ou determinísticos, para o fenômeno estudado. E com isso, realizar as respectivas previsões (LUZ; KARAM; DUMITH, 2019). Eles são construídos com base em funções matemáticas que representam a correlação da variável com o tempo. Deve-se estimar também a margem de erro do modelo: o erro aleatório, o qual não é possível encontrar uma função capaz de explicar seu comportamento em relação ao tempo estudado (MORETTIN; TOLOI, 2018).

Para estimar o modelo, deve-se primeiramente certificar se não é uma sequência puramente aleatória, também chamada de variação aleatória, ruído branco ou resíduo aleatório (a_t). Caso não seja, a função do modelo pode ser constituída por componentes que representam padrões ou regularidades parciais da série estudada, sendo: tendência (T_t), sazonalidade (S_t) e a estimação do resíduo aleatório para constituir os intervalos de confiança (FERREIRA, DUCA, 2018).

O autocorrelograma (gráfico temporal) é fundamental para visualizar as componentes, identificar valores atípicos (*outliers*) e modelagem da dependência (autocorrelação) das regularidades encontradas. A autocorrelação, como o nome remete, é a correlação entre uma série temporal e ela mesma: observações da mesma variável em tempos defasados (*lag*), x_t com x_{t+l} (FERREIRA, 2018). Dessa forma, para considerar a sequência como série temporal, basta apenas uma autocorrelação simples da variável, representada pela extrapolação dos limites do intervalo de confiança (estatisticamente significante) para qualquer *lag* (ZHENG et al., 2020).

A autocorrelação em séries temporais só pode ser útil se ela não apresentar tendência ou esta ser removida, apresentando um padrão estacionário (FERREIRA, 2018). Nesse padrão os valores se desenvolvem no tempo ao redor de uma média e variância constantes, tornando possível a técnica de predição (MORETTIN, TOLOI, 2018).

A primeira componente a ser identificada é a tendência por meio do gráfico e de alguns métodos que suavizam (alisamento) as flutuações da série original, a citar as médias móveis ou transformações lineares (BENVENUTO et al., 2020). As médias móveis, ou filtros lineares, são utilizadas quando uma série se mostra marcadamente irregular com muitas flutuações dificultando a visualização da tendência. Quanto mais sinuosa a tendência, maior o

suavizamento necessário para identificar a real tendência da série (JAIME, 1994). A remoção da tendência é feita por técnica de diferenciação da própria série no intuito de torná-la estacionária. Uma diferença elimina uma tendência linear, duas diferenças eliminam uma tendência exponencial (BENVENUTO et al., 2020).

O componente sazonalidade é um fenômeno que ocorre regularmente no tempo, por exemplo, casos incidentes de dengue em períodos chuvosos (SIQUEIRA et al., 2018), mortalidade respiratória associada às epidemias anuais de influenza (IULIANO et al., 2018) ou aumento das mortes neonatais em países que apresentam invernos severos (KARLSSON; LUNDEVALLER; SCHUMANN, 2019). As relações das observações em séries que apresentam sazonalidade ocorrem em duas dimensões temporais importantes: anos e meses. Padrões sazonais são identificados no gráfico original e no correlograma por meio de oscilações em mesma frequência. A análise é feita por meio dos coeficientes de autocorrelação nos períodos sazonais (MORETTIN; TOLOI, 2018).

Dentro da análise de séries temporais discretas, a modelagem mais comumente usada é o modelo Autorregressivo Integrado de Médias Móveis (ARIMA) ou Modelo Box-Jenkins, em homenagem aos criadores. O método foi bastante difundido na área econômica. Na área da saúde foi incorporado em meados década de 1980 quando o Centro de Controle de Doenças (CDC) o adota como referência nas análises em saúde. Assim, surge com uma proposta de análise simples e prática de séries, visto que, o comportamento da variável estudada é modelado integralmente por meio das autocorrelações presentes (JAIME, 1994).

Nesse tipo de modelagem, a estabilidade serial é fundamental. Pois, a partir desse pressuposto podem-se inferir padrões futuros do comportamento esperado da série (técnica de predição ou *forecasting*). Essa técnica se utiliza de dados passados para prever valores futuros, e a instabilidade com suas flutuações é um empecilho para predição (MISHRA; SAHANAA; MANIKANDAN, 2019). No setor saúde, outro problema é evidente na modelação de séries temporais: a qualidade dos dados vitais disponíveis, pois fornecem informações necessárias para determinar políticas e delimitar os grupos vulneráveis. Para as localidades que não apresentam dados confiáveis é necessário estimá-los (OZA et al., 2015).

A estabilidade serial ou estacionariedade é talvez a característica mais importante na diferenciação de séries temporais contínuas e discretas, e essa, é a primeira etapa da modelagem. A contínua é resultante de um processo estocástico estacionário, em que a média, variância e autocorrelações são invariantes e independentes no tempo. As séries discretas, as quais são as mais comuns na área da saúde, geralmente não apresentam estacionariedade devido

às flutuações (tendência, sazonalidade) inerentes das mesmas. Mesmo nessas ocasiões, o modelo ARIMA possibilita obter resultados satisfatórios (JAIME, 1994).

A indução à estacionariedade segue uma ordem que parte do pressuposto de conservação das flutuações da série original. Primeiro, avalia-se a instabilidade da variância, seguida das autocorrelações e por último, a instabilidade da média (BENVENUTO et al., 2020). A depender do grau da tendência apresentada na série, ao corrigir a instabilidade da variância, conseqüentemente, estabiliza a média e as autocorrelações. Por isso, deve ser respeitada a ordem de ajuste de instabilidade da série citada anteriormente, fazendo com que não seja necessário induzir estacionariedade a respeito das autocorrelações e média (JAIME, 1994).

De uma maneira geral, a metodologia ARIMA consegue diagnosticar a série quanto à condição de estacionariedade e identificar o modelo adequado por meio de um ciclo iterativo, com os próprios dados da série, com as seguintes fases: identificação, especificação, estimação e diagnóstico (FERREIRA; MATTOS, 2018). Desmembrando a sigla ARIMA na fase de identificação dos possíveis modelos, o AR ou ordem p representa o processo autorregressivo, ou seja, a influência do valor anterior da variável sobre o valor considerado; o I ou ordem d ao número de diferenciações para induzir à estacionariedade e; MA ou ordem q a influência do ruído produzido no valor anterior (SATO, 2013). Os parâmetros do modelo ARIMA são estimados pelo gráfico da função de autocorrelação (ACF) e pelo correlograma de autocorrelação parcial (PACF) (BENVENUTO et al., 2020).

A incorporação de estudos de séries temporais na área da saúde surge da necessidade de planejar onde concentrarão os investimentos, ou seja, de construir cenários de impacto nos principais indicadores epidemiológicos (FOREMAN et al., 2018). No Irã, foi possível avaliar o impacto em saúde após segunda reforma, por meio de um estudo de série. A reforma trouxe avanços aos cuidados prestados às populações rurais, expandindo a atenção primária com o incremento de médicos de família e parteiras. A mortalidade neonatal decresceu significativamente ($\beta = -0,341$ e $p\text{-valor} = 0,003$) após a introdução do programa médico de família rural e esquema de proteção social, em 2005 (NADERIMAGHAM et al., 2017).

Por meio das séries históricas pode-se compreender o comportamento de variáveis durante um período de tempo, descobrir padrões atípicos na morbimortalidade e compreender a determinação das causas, além de serem úteis para a avaliação do impacto produzido por intervenções (LI et al., 2020). A modelagem ARIMA oferece uma alternativa para aplicar a técnica de previsão. Na área da saúde é uma ferramenta de grande aplicabilidade, pois as variáveis epidemiológicas são dinâmicas, como a taxa de mortalidade infantil, e esse método é versátil para uma grande variedade de situações: séries estacionárias ou não (LI et al., 2020).

3 JUSTIFICATIVA

O impacto na sociedade devido às mortes ocorridas nas primeiras 24 horas de vida constitui-se um problema de saúde pública por refletirem o grau de vulnerabilidade social, a qual é potencializada por contextos de redução de recursos com políticas públicas essenciais. Assim, estudos menos onerosos, como os que se utilizam de dados secundários e instrumentos de classificação validados, tornam-se relevantes.

O estudo tem como propósito contribuir para descrever o comportamento espaço-temporal e construção de cenário de previsão da taxa de mortalidade por causas evitáveis nas primeiras 24 horas de vida no estado de Pernambuco. Assim como, pretende elencar as causas evitáveis associadas ao óbito na série histórica, possibilitando discutir a qualidade do cuidado assistencial prestado à gestante e recém-nascido no estado.

Ao propor analisar a evolução temporal, irá apontar o comportamento da taxa de mortalidade e evitabilidade nas primeiras 24 horas de vida e, assim, fornecer subsídios às atividades de planejamento ao evidenciar a magnitude do problema de saúde. Na perspectiva da análise espacial, auxiliará na identificação de padrões de agrupamento ou dispersão das taxas de mortalidade nas primeiras 24 horas de vida e evitabilidade nos municípios do estado de Pernambuco. Dessa forma, o estudo permitirá a identificação de áreas de maior risco de mortes precoces que necessitam do investimento em políticas públicas.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Analisar o padrão espaço-temporal da mortalidade nas primeiras 24 horas de vida e sua evitabilidade no estado de Pernambuco, no período de 2000 a 2019.

4.2 Objetivos específicos

- a) Descrever aspectos conceituais e metodológicos a respeito do Modelo Autorregressivo Integrado de Médias Móveis contextualizando sua aplicabilidade com a mortalidade infantil;
- b) Descrever os fatores associados e causas evitáveis aos óbitos ocorridos nas primeiras 24 horas de vida no estado de Pernambuco, no período de 2000 a 2019;
- c) Analisar os padrões espaciais da mortalidade nas primeiras 24 horas de vida e causas evitáveis no estado de Pernambuco nos decênios de 2000 a 2009 e 2010 a 2019;
- d) Analisar os padrões temporais e estimar a tendência das taxas de mortalidade nas primeiras 24 horas de vida e por causas evitáveis no estado de Pernambuco no período de 2000 a 2019.

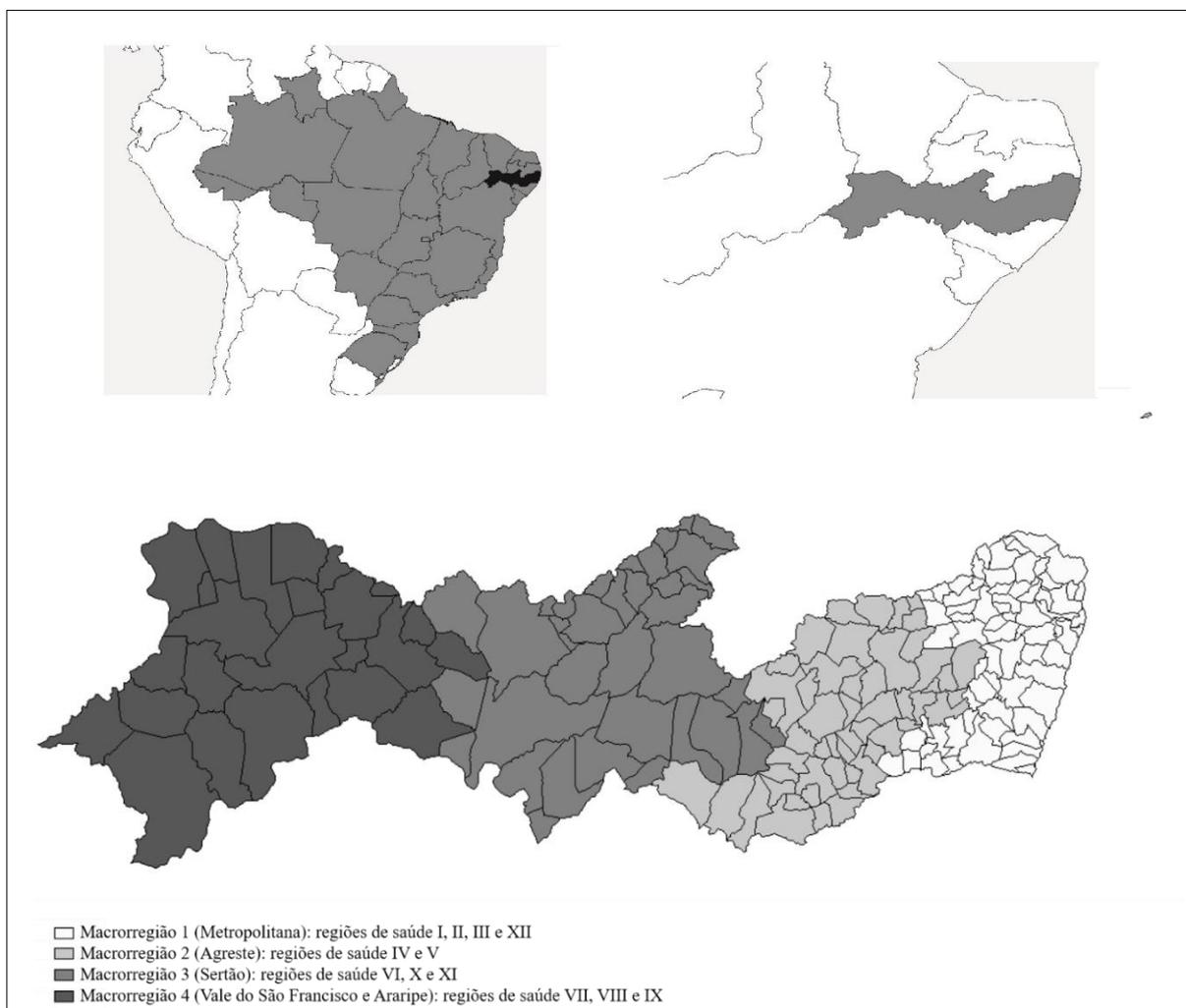
5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

5.1 Área de estudo

O estudo foi realizado no estado de Pernambuco, localizado na região Nordeste do Brasil com área territorial de 98.068,021 km² (IBGE, 2017). Possui 184 municípios e o distrito estadual de Fernando de Noronha. Possui como capital o município do Recife (IBGE, 2019).

O número de nascidos vivos no ano de 2019 no estado foi 133.359 (BRASIL, 2021). A conformação territorial de saúde do estado é composta por quatro macrorregiões em que estão dispostas as 12 regiões (Figura 3) (PERNAMBUCO, 2016).

Figura 4 - Macrorregiões e Regiões de Saúde do estado de Pernambuco



Fonte: Elaborado pela própria autora com dados da Secretaria Estadual de Saúde do Estado de Pernambuco, 2016.

5.2 População de estudo e período de referência

Utilizaram-se as estimativas e dados de óbitos ocorridos nas primeiras 24 horas de vida e nascidos vivos de mães residentes do estado de Pernambuco no período de 2000 a 2019.

5.3 Desenho do estudo

Trata-se de um estudo ecológico misto cujas unidades de análise foram os municípios do estado de Pernambuco e o trimestre.

5.4 Definição de variáveis e indicadores

Os óbitos ocorridos nas primeiras 24 horas de vida foram caracterizados conforme variáveis (fatores de risco) e suas respectivas categorizações (Quadro 1).

Quadro 1- Descrição das variáveis selecionadas do Sistema de Informação de Mortalidade para caracterização dos óbitos ocorridos nas primeiras 24 horas de vida

VARIÁVEL	DESCRIÇÃO	CATEGORIZAÇÃO
Escolaridade mãe	Escolaridade da mãe em anos de estudos completos	Sem escolaridade; 1 a 3; 4 a 7; 8 a 11; ≥12
Tipo de parto	Vias que conduzem o momento do nascimento da criança	Vaginal; cesariana
Idade gestacional	Números de semana da gestação	<22; 22 a 27; 28 a 36; ≥37
Sexo	Sexo do recém-nascido falecido	Masculino; feminino
Peso ao nascer	Peso do recém-nascido em gramas	<1.500g; 1.500g - 2.499g; ≥2.500g
Tipo de gravidez	Tipo de gravidez conforme número de recém-nascidos	Única; dupla; tripla e mais
Idade mãe	Idade materna (em anos) no dia do parto	<10; 10 a 19; 20 a 34; >34

Fonte: Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM). Ministério da Saúde.

No estudo foram calculadas as taxas de mortalidade e da evitabilidade nas primeiras 24 horas de vida bem como as proporções de óbitos ocorridos nas primeiras 24 horas de vida e óbitos ocorridos nas primeiras 24 horas de vida evitáveis em relação às mortes ocorridas em menores de um ano, referente a cada ano do período do presente estudo (Quadro 2).

Quadro 2 - Fórmulas de cálculo dos indicadores utilizados no estudo

INDICADOR	DESCRIÇÃO
Taxa de mortalidade nas primeiras 24 horas de vida	$= \frac{\text{n}^\circ \text{ de óbitos ocorridos nas primeiras 24 horas de vida}}{\text{total de nascidos vivos}} \times 1.000$
Taxa de mortalidade evitável nas primeiras 24 horas de vida	$= \frac{\text{n}^\circ \text{ de óbitos evitáveis ocorridos nas primeiras 24 horas de vida}}{\text{total de nascidos vivos}} \times 1.000$
Proporção de óbitos ocorridos nas primeiras 24 horas de vida	$= \frac{\text{n}^\circ \text{ de óbitos ocorridos nas primeiras 24 horas de vida}}{\text{n}^\circ \text{ de óbitos em menores de 1 ano}} \times 100$
Proporção de óbitos evitáveis ocorridos nas primeiras 24 horas de vida	$= \frac{\text{n}^\circ \text{ de óbitos evitáveis ocorridos nas primeiras 24 horas de vida}}{\text{n}^\circ \text{ de óbitos em menores de 1 ano}} \times 100$

Fonte: Elaboração da própria autora.

5.5 Fonte dos dados

Os dados para realização do estudo foram extraídos dos Sistemas de Informações sobre Mortalidade (SIM) e sobre Nascidos Vivos (Sinasc) e obtidos no *site* do DATASUS por meio do *link* de acesso aberto ao público: <https://datasus.saude.gov.br/> (BRASIL, 2021).

5.6 Sistematização da pesquisa

5.6.1 *Objetivo a) Descrever aspectos conceituais e metodológicos a respeito do Modelo Autorregressivo Integrado de Médias Móveis contextualizando sua aplicabilidade com a mortalidade infantil*

5.6.1.1 Desenho e período do estudo

Artigo de cunho teórico-reflexivo acerca da série temporal utilizando a modelagem ARIMA e a sua aplicabilidade na mortalidade infantil. A série histórica utilizada para modelar a taxa de mortalidade infantil no Brasil correspondeu aos anos de 2000 a 2018.

5.6.1.2 Análise dos dados

O apoio referencial para estruturar conceitos e métodos foi proveniente de livros e artigos científicos publicados em periódicos indexados nas bases de dados da LILACS e *US National Library of Medicine* (PubMed), além da biblioteca virtual da ScieLO.

Foram utilizadas as taxas de mortalidade infantil no Brasil distribuídas em uma série temporal para exemplificar a aplicabilidade da modelagem ARIMA por meio de gráfico linear e os gráficos de autocorrelações. Os dados foram analisados teoricamente, discorrendo aspectos conceituais e metodológicos acerca da série temporal utilizando a modelagem ARIMA e a sua aplicabilidade na mortalidade infantil. Por fim, o passo a passo da modelagem foi proposto em formato de fluxograma, proporcionando a compreensão de todas as etapas e apresentado quadro descritivo de artigos que utilizam o método ARIMA aplicado à mortalidade infantil.

5.6.2 *Objetivo b) Descrever os fatores associados e causas evitáveis aos óbitos ocorridos nas primeiras 24 horas de vida no estado de Pernambuco, no período de 2000 a 2019*

5.6.2.1 Desenho do estudo

Trata-se de um estudo descritivo de caráter transversal.

5.6.2.2 Análise dos dados

Os óbitos ocorridos nas primeiras 24 horas de vida foram caracterizados conforme variáveis (fatores de risco) e suas respectivas categorizações.

A evitabilidade dos óbitos ocorridos nas primeiras 24 horas de vida foi classificada a partir da Lista Brasileira de causas e mortes evitáveis por intervenções do SUS para menores de cinco anos que classifica as mortes em três agrupamentos de causas: evitáveis, mal definidas e demais causas de morte (não claramente evitáveis). A listagem categoriza os óbitos em: evitáveis (reduzíveis por ações de imunoprevenção, por adequada atenção à mulher na gestação, ao parto e ao recém-nascido; por ações adequadas de diagnóstico e tratamento; por ações adequadas de promoção e atenção à saúde); causas mal definidas (sintomas, sinais e achados anormais de exames clínicos e laboratoriais não classificados em outra parte; morte fetal de causa não especificada; afecções originadas no período perinatal, não especificadas) e demais causas não claramente evitáveis (as demais causas e mortes).

A associação entre as variáveis e o desfecho óbito foi verificada por meio do teste estatístico de Qui-quadrado de Pearson e a magnitude da relação avaliada pelo risco relativo, ambos com $\alpha=5\%$. O programa utilizado nessa etapa foi o Epi Info versão 7.2.3.1.

5.6.3 *Objetivo c) Analisar os padrões espaciais da mortalidade nas primeiras 24 horas de vida e causas evitáveis no estado de Pernambuco nos decênios de 2000 a 2009 e 2010 a 2019*

5.6.3.1 Desenho do estudo

Trata-se de um estudo ecológico cujas unidades de análise espacial foram os municípios de Pernambuco.

5.6.3.2 Análise dos dados

Foram calculadas as taxas brutas de mortalidade nas primeiras 24 horas de vida e por causas evitáveis, para cada município de residência, por decênio (2000-2009 e 2010-2019). Por não possuir continuidade geográfica com o continente, o município de Fernando de Noronha foi excluído da análise.

Posteriormente, para a detecção de *clusters*, foi utilizada a estatística *scan*. A técnica se baseia na varredura do território analisado, por meio de janelas circulares com raio que, nesse estudo, agregou no máximo 10% da população exposta (nascidos vivos) (KULLDORF, 2021). Para cada janela circular de área analisada são estimados valores esperados caso a distribuição

do evento fosse homogênea e comparado com os valores observados (KULLDORF, 2021). Em regiões com valores discrepantes, são formados *clusters* com risco relativo baseado na relação entre os valores observados e esperados, além da significância estatística (KULLDORF, 2021).

A malha municipal digital do estado de Pernambuco foi obtida por meio do IBGE (IBGE, 2015). Foram utilizados os programas QGIS versão 2.14.18, e SaTScan versão 9.4.4.

5.6.4 Objetivo d) Analisar os padrões temporais e estimar a tendência das taxas de mortalidade nas primeiras 24 horas de vida e por causas evitáveis no estado de Pernambuco no período de 2000 a 2019

5.6.4.1 Desenho do estudo

Trata-se de um estudo ecológico de série temporal, realizado no estado de Pernambuco no período de 2000 a 2019, em que o trimestre constituiu a unidade de análise.

5.6.4.2 Análise dos dados

A evitabilidade dos óbitos ocorridos nas primeiras 24 horas de vida foi analisada a partir da Lista Brasileira de causas e mortes evitáveis por intervenções do SUS para menores de cinco anos que classifica as mortes em três agrupamentos de causas: evitáveis, mal definidas e demais causas de morte (não claramente evitáveis). Essa classificação considera as diversas densidades tecnológicas de saúde que estão disponíveis à população no contexto nacional de saúde do Brasil (MALTA et al., 2010).

Foram analisadas as séries históricas da taxa de mortalidade e taxa de mortalidade por causas evitáveis nas primeiras 24 horas de vida e se estimaram os valores futuros (predição). A análise das séries utilizou o modelo Auto Regressivo Integrado de Média Móvel (ARIMA). O programa utilizado foi o R versão 3.6.1. A metodologia ARIMA permitiu diagnosticar as séries quanto à condição de estacionariedade e identificar o modelo adequado por meio dos próprios dados da série, configurando um ciclo iterativo composto de etapas que se complementam.

Os gráficos de autocorrelação (ACF) e autocorrelação parcial (PACF) auxiliaram na identificação da condição de sazonalidade e estacionariedade por meio da perda da significância estatística dos coeficientes de autocorrelação nos intervalos de tempos (*lags*). O teste de raiz unitária Dicky-Fuller (ADF) foi utilizado para testar a hipótese alternativa de estacionariedade.

A função geral do modelo ARIMA é uma combinação dos seguintes parâmetros: valores passados (p) e ruídos (q) passados, e quando a série não é estacionária se aplicam diferenciações (d) para torná-la estacionária (JAIME, 1994). Assim, o gráfico da ACF é um parâmetro estatístico que irá determinar se valores passados (p) estão relacionados com os

valores presentes, já o gráfico da PACF indica se os ruídos passados estão correlacionados com os dados presentes (q) (JAIME, 1994). Dessa forma, foram identificados modelos experimentais, antes de definir o modelo ajustado.

Por fim, o modelo final foi validado por meio da análise estatística Q de Ljung Box, que testa a hipótese de que os resíduos não são autocorrelacionados. Após a fase de validação, foi realizada a previsão para o período pós-amostra de cinco anos (2019-2023), o que correspondeu a 21 pontos estimados.

5.7 Considerações éticas

Esta pesquisa teve como base de dados informações de domínio público, disponíveis para acesso no site do DATASUS do Ministério da Saúde. Logo, são de caráter sigiloso e agregado, não possibilitando a identificação individual. A pesquisa foi enviada ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Pernambuco e aprovada de acordo com o Parecer Consubstanciado N° 4.272.341 e CAAE N° 36549020.0.0000.5208 (Anexo A).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo será apresentado no formato de artigos científicos.

6.1 Artigo 1: Modelo Autorregressivo Integrado de Médias Móveis (ARIMA): aspectos conceituais e metodológicos e sua aplicabilidade na mortalidade infantil

Este primeiro artigo foi elaborado com o propósito de discorrer a respeito de aspectos conceituais e metodológicos a respeito do Modelo Autorregressivo Integrado de Médias Móveis (ARIMA), descrevendo suas etapas e mostrando sua aplicabilidade, potencialidades e seus limites. Trata-se de um manuscrito publicado na modalidade artigo especial, na Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil (Apêndice A).

6.2 Artigo 2: Fatores associados e causas evitáveis da mortalidade nas primeiras 24 horas de vida

Este artigo analisou os fatores associados e causas evitáveis para o óbito ocorrido nas primeiras 24 horas de vida. Trata-se de um manuscrito submetido na modalidade artigo original na Revista Brasileira de Enfermagem (Anexo B).



ARTIGO ORIGINAL

Mortalidade nas primeiras 24 horas de vida e suas causas evitáveis

RESUMO

Objetivo: Analisar as variáveis relacionadas à gestante, nascido vivo e parto e as causas evitáveis com o óbito ocorrido nas primeiras 24 horas de vida. **Métodos:** Estudo transversal (2000 a 2019) realizado no estado de Pernambuco utilizando como fonte de dados os sistemas de Informações sobre Mortalidade e sobre Nascidos Vivos. Foram utilizadas variáveis relacionadas à gestante, nascido vivo e parto e categorizados em grupos de evitabilidade as quais foram associadas ao óbito pelo teste de Qui-quadrado de Pearson e a magnitude avaliada pelos riscos relativo e atribuível. **Resultados:** Foram registrados 13.601 óbitos nas primeiras

24 de vida, sendo 10.497 (77,19%) por causas evitáveis. Destes, 5.513 (40,53%) eram reduzíveis por adequada atenção à mulher na gestação. As variáveis analisadas apresentaram associação com o óbito nas primeiras 24 horas de vida. **Conclusão:** O cuidado efetivo prestado à gestante durante a gestação e parto é fundamental para reduzir mais da metade dos óbitos nas primeiras 24 horas de vida.

Descritores: Causas de morte; Mortalidade infantil; Mortalidade neonatal; Sistemas de informação; Estatísticas vitais.

Descriptors: Cause of death; Infant mortality; Neonatal mortality; Information systems; Vital Statistics.

Descriptores: Causas de muerte; Mortalidad infantil; Mortalidad neonatal; Sistemas de información; Estadísticas Vitales.

INTRODUÇÃO

Os óbitos neonatais persistem como problema de saúde pública por representam mais de dois terços dos óbitos infantis, além de apresentarem tendência decrescente mais lenta quando comparado aos óbitos pós-neonatais⁽¹⁾. Momentos próximos ao nascimento constituem o período de maior risco para o óbito por requererem cuidados e intervenções apropriadas e oportunas, constituindo período de maior risco para o óbito⁽²⁾.

Os determinantes da mortalidade neonatal são de naturezas diversas: biológicas, sociais, econômicas e assistenciais⁽³⁾. Um modelo conceitual hierarquizado aplicável aos países em desenvolvimento categoriza os determinantes em níveis: distal (com os fatores de risco socioeconômicos), intermediário (referente ao cuidado assistencial) e proximal (condições biológicas maternas e do recém-nascido)⁽⁴⁾.

A influência dos fatores de cada nível difere para os componentes da mortalidade infantil.³ As mortes ocorridas nas primeiras 24 horas de vida possuem forte determinação de fatores proximais, que representam as condições biológicas do neonato e materna⁽⁵⁾. Baixo peso ao nascer e escore de Apgar, sexo, asfixia perinatal, malformação congênita, prematuridade são alguns⁽⁵⁾. Além desses, outros fatores que podem estar ligados à condição materna que favorecem à mortalidade neonatal: estado nutricional rebaixado, alcoolismo, tabagismo e drogas ilícitas, morte neonatal prévia, escolaridade e estado civil. A estes, se agregam a dificuldade no acesso à assistência materna e neonatal adequada e oportuna⁽⁶⁾.

A aplicabilidade de instrumentos validados que permitam classificar os óbitos quanto aos critérios de evitabilidade, como a Lista Brasileira de Causas de Mortes Evitáveis por

Intervenções do Sistema Único de Saúde (SUS), é uma potente ferramenta de gestão em saúde pública⁽⁷⁾. Possibilita a identificação dos principais entraves assistenciais para o adequado planejamento de intervenções efetivas direcionadas à redução das mortes durante os momentos intraparto, periparto e imediato após o nascimento, como períodos assistenciais críticos⁽⁸⁾.

Embora a mortalidade infantil seja amplamente estudada, o foco nas mortes nas primeiras 24 horas de vida nem sempre emerge com a expressão de suas especificidades e características. Avaliações que mostrem os pontos críticos assistenciais para esse grupo etário podem contribuir para a redução das mortes evitáveis

OBJETIVO

Analisar as variáveis relacionadas à gestante, nascido vivo e parto e as causas evitáveis com o óbito ocorrido nas primeiras 24 horas de vida.

MÉTODOS

Aspectos éticos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Pernambuco. Por se tratar de uma análise de dados secundários, dispensou-se o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Desenho, período e local de estudo

Trata-se de um estudo de corte transversal, correspondente ao período de 2000 a 2019, realizado no estado de Pernambuco, localizado na região Nordeste do Brasil, com área territorial de 98.068,021 km²⁽⁹⁾. Foram utilizadas as diretrizes para Estudos Observacionais em Epidemiologia (STROBE).

Base de dados

A fonte de dados foram os sistemas de Informações sobre Mortalidade (SIM) e sobre Nascidos Vivos (Sinasc), disponíveis no site do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) por meio do link de acesso: <https://datasus.saude.gov.br/>⁽¹⁰⁾.

População, critérios de inclusão e exclusão

Foram incluídos no estudo todos os óbitos nas primeiras 24 horas de vida ocorridos no período de 1 de janeiro de 2000 a 31 de dezembro de 2019, totalizando 13.601 óbitos. A variável raça/cor não pôde ser analisada devido à proporção de incompletude da mesma (17%).

Protocolo do estudo

Foi elaborado um banco de dados em planilha do programa *Microsoft Excel*. Os óbitos foram distribuídos por ano e mês de ocorrência e de acordo com as seguintes variáveis: idade gestacional em semanas (<22, 22 a 27, 28 a 36, ≥ 37), sexo (masculino e feminino), peso ao nascer em gramas (<1.500, 1.500 a 2.499, ≥ 2.499), tipo de gravidez (única, dupla, tripla ou mais), tipo de parto (vaginal e cesariana), idade da mãe em anos (10 a 19, 20 a 34, ≥ 35) e escolaridade materna em anos de estudo (sem escolaridade, 1 a 3, 4 a 7, 8 a 11, ≥ 12).

A evitabilidade dos óbitos ocorridos nas primeiras 24 horas de vida foi analisada a partir da Lista Brasileira de causas e mortes evitáveis por intervenções do SUS para menores de cinco anos que classifica as mortes em três agrupamentos de causas: evitáveis, mal definidas e demais causas de morte (não claramente evitáveis). As causas evitáveis foram categorizadas de acordo com os seguintes grupos: reduzíveis por ações de imunoprevenção, reduzíveis por adequada atenção à mulher na gestação e no parto, ao feto e recém-nascido, reduzíveis por ações adequadas de diagnóstico e tratamento e, reduzíveis por ações adequadas de promoção à saúde, vinculadas a ações adequadas de atenção em saúde⁽⁷⁾.

Análise dos resultados e estatística

As variáveis foram analisadas por meio da distribuição de frequências (absolutas e relativas) correspondentes ao período do estudo (2000 a 2019). Para análise dos fatores associados, as variáveis do estudo foram descritas a partir dos níveis propostos no modelo de Henry Mosley e Lincoln Chen: proximal, intermediário e distal⁽⁴⁾.

A associação entre as variáveis e o desfecho óbito foi verificada por meio do teste estatístico de Qui-quadrado de Pearson e a magnitude da relação avaliada pelo risco relativo, ambos com $\alpha=5\%$. O programa utilizado nessa etapa foi o Epi Info versão 7.2.3.1.

RESULTADOS

No período estudado foram registrados 52.831 óbitos infantis. Destes 13.601 (25,74%) ocorreram nas primeiras 24 de vida, sendo 10.497 (77,19%) por causas evitáveis. As variáveis do nível proximal idade gestacional <22 semanas (risco atribuível = 855,01) e peso ao nascer <1.500 gramas (risco atribuível = 204,03) representam uma parcela importante dos óbitos ocorridos nas primeiras 24 horas de vida (Tabela 1).

Tabela 1. Variáveis relacionadas à gestante, nascido vivo e parto com o óbito ocorrido nas primeiras 24 horas de acordo com os níveis propostos no modelo conceitual hierarquizado. Pernambuco, 2000-2019 (n=13.601 óbitos).

VARIÁVEIS	n (%)	NV ^a	Taxa	RR ^b	RA ^c	p-valor*
DISTAL						
Escolaridade materna (em anos de estudo)						<0,01
Sem escolaridade	1.011 (7,43)	111.091	9,10	3,37	6,40	
1 a 3	1.538 (11,31)	318.818	4,82	1,79	2,12	
4 a 7	3.879 (28,52)	907.848	4,27	1,58	1,57	
8 a 11	4.112 (30,23)	1.181.929	3,48	1,29	0,78	
≥12	912 (6,71)	338.175	2,70	1,00	(referência)	
INTERMEDIÁRIO						
Tipo de parto						<0,01
Vaginal	9.612 (70,67)	1.634.034	5,88	1,00	(referência)	
Cesariana	2.949 (21,68)	1.261.935	2,34	0,40		
PROXIMAL						
Idade Gestacional (em semanas)						<0,01
< 22	1.488 (10,94)	1.738	856,16	744,48	855,01	
22 a 27	3.629 (26,68)	11.842	306,45	266,48	305,30	
28 a 36	4.026 (29,60)	216.443	18,60	16,17	17,45	
≥37	3.012 (22,15)	2.620.821	1,15	1,00	(referência)	
Sexo						<0,01
Masculino	7.604 (55,9)	1.484.230	5,12	1,26	0,26	
Feminino	5.776 (42,5)	1.414.101	4,08	1,00	(referência)	
Peso ao nascer (em gramas)						<0,01
< 1.500	7.089 (52,1)	34.553	205,16	181,56	204,03	
1.500 a 2.499	2.289 (16,8)	186.425	12,28	10,87	11,15	
≥2.500	3.017 (22,2)	2.671.807	1,13	1,00	(referência)	
Tipo de gravidez						<0,01
Única	11.341 (83,4)	2.844.106	3,99	1,00	(referência)	
Dupla	1.221 (9,00)	51.240	23,83	5,97	19,84	
Tripla ou mais	62 (0,5)	1.481	41,86	10,49	37,87	
Idade da mãe (em anos)						<0,01
10 a 19	3.351 (24,6)	640.631	5,23	1,38	1,44	
20 a 34	7.512 (55,2)	1.983.743	3,79	1,00	(referência)	
≥35	1.278 (9,4)	273.865	4,67	1,23	0,88	

Fonte: Sistema de Informações sobre Mortalidade e Sistema de Informação sobre Nascidos Vivos.

Legenda:

^aNV= nascidos vivos

^bRR= risco relativo

^c IC= Intervalo de Confiança 95%

^dRA= risco atribuível

Nota:

**p*-valor com relação ao teste de qui-quadrado de Pearson.

As variáveis idade gestacional, sexo, peso ao nascer, tipo de gravidez, tipo de parto, idade da mãe e escolaridade materna foram estatisticamente significantes ($p < 0,01$), indicando que há associação entre eles com o óbito nas primeiras 24 horas de vida (Tabela 1).

Os óbitos poderiam ter sido reduzíveis por adequada atenção à mulher no período gravídico, o que representa uma proporção de 40,53% ($n=5.513$) dentre o total de óbitos nas primeiras 24 horas de vida (Figura 1).

Tabela 2. Óbitos ocorridos nas primeiras 24 horas de vida segundo agrupamentos de causas de mortes dispostas na Lista de causas de mortes evitáveis por intervenções do Sistema Único de Saúde do Brasil. Pernambuco, 2000-2019.

1. CAUSAS EVITÁVEIS	10.497 (77,19)
1.1 Reduzíveis por ações de imunoprevenção	3(0,02)
Síndrome da Rubéola Congênita	2 (0,01)
Meningite por <i>Haemophilus</i>	1 (0,01)
1.2 Reduzíveis por adequada atenção à mulher na gestação	5.513 (40,53)
Transtornos relacionados com a gestação de curta duração e peso baixo ao nascer	1.534 (11,28)
Síndrome da Angústia Respiratória do recém-nascido	1.146 (8,43)
Complicações maternas da gravidez que afetam o feto ou o recém-nascido	1.118 (8,22)
Afecções maternas que afetam o feto ou o recém-nascido	911 (6,70)
Feto e recém-nascidos afetados por complicações da placenta e das membranas	561 (4,12)
Sífilis congênita	83 (0,61)
Crescimento fetal retardado e desnutrição fetal	59 (0,43)
Hemorragia pulmonar originada no período perinatal	45 (0,33)
Doenças hemolíticas do feto ou do recém-nascido devidas à isoimunização	21 (0,15)
Isoimunização Rh e ABO do feto ou do recém-nascido	17 (0,12)
Hemorragia intracraniana não traumática do feto e do recém-nascido	11 (0,08)
Doenças pelo vírus da imunodeficiência humana	1 (0,01)
1.3 Reduzíveis por adequada atenção à mulher no parto	2.639 (19,40)
Hipóxia intrauterina e asfixia ao nascer	1.502 (11,04)
Aspiração neonatal (exceto leite materno regurgitado)	406 (2,99)
Placenta prévia e descolamento prematuro da placenta	323 (2,37)
Outras complicações do trabalho de parto ou do parto que afetam o recém-nascido	209 (1,54)
Feto e recém-nascido afetados por afecções do cordão umbilical	151 (1,11)
Traumatismo de parto	47 (0,35)
Transtornos relacionados com gestação prolongada e peso elevado ao nascer	1 (0,01)
1.4 Reduzíveis por adequada atenção ao feto e ao recém-nascido	2.263 (16,64)
Transtornos respiratórios específicos do período perinatal	1.474 (10,84)
Infecções específicas do período perinatal (exceto SRC** e Hepatite viral congênita)	466 (3,43)

Afecções que comprometem o tegumento e a regulação térmica do recém-nascido	101 (0,74)
Outros transtornos originados no período perinatal	100 (0,74)
Hemorragia neonatal	43 (0,32)
Transtornos endócrinos e metabólicos transitórios específicos e do recém-nascido	35 (0,26)
Transtornos hematológicos do recém-nascido	29 (0,21)
Transtornos do aparelho digestivo do recém-nascido	13 (0,10)
Outras icterícias perinatais	2 (0,01)
1.5 Reduzíveis por ações adequadas de diagnóstico e tratamento	21 (0,15)
Síndrome de Down	14 (0,10)
Pneumonia	3 (0,02)
Outras doenças bacterianas	3 (0,02)
Infecções agudas das vias aéreas superiores	1 (0,01)
1.6 Reduzíveis por ações adequadas de promoção à saúde, vinculadas a ações adequadas de atenção à saúde	58 (0,43)
Síndrome da morte súbita na infância	21 (0,15)
Eventos cuja intenção é intermediária	14 (0,10)
Agressões	9 (0,07)
Quedas acidentais	6 (0,04)
Doenças infecciosas intestinais	3 (0,02)
Deficiências nutricionais	2 (0,01)
Outros riscos acidentais à respiração	2 (0,01)
Acidentes de transporte	1 (0,01)
Total de óbitos evitáveis	10.497 (77,2)
2. DEMAIS CAUSAS (NÃO CLARAMENTE EVITÁVEIS)	2.701 (19,86)
3. CAUSAS DE MORTE MAL DEFINIDAS	403 (2,96)
Total de óbitos	13.601 (100)

*Proporção em relação ao total de óbitos nas primeiras 24 horas (n=13.601);

**SRC = Sarampo, Rubéola e Caxumba.

DISCUSSÃO

Os resultados do estudo mostraram que os nascidos vivos com maior risco de óbito nas primeiras 24 horas de vida foram aqueles com duração gestacional menor que 22 semanas, sexo masculino, com muito baixo peso (<1.500g), com três ou mais gestações, parto vaginal, idade materna igual ou superior a 35 anos e gestante sem nenhuma escolaridade em anos de estudo. As variáveis associadas ao óbito ocorrido das primeiras 24 horas de vida em todos os níveis analisados se mostraram estatisticamente significantes (p-valor <0,01). O óbito reduzível por adequada atenção à mulher na gestação foi a principal categoria de evitabilidade no estudo.

Pesquisas realizadas em outras localidades brasileiras mostraram que os riscos de óbito neonatal são semelhantes para as variáveis utilizadas nesse estudo^(1,11,12). O risco atribuível referente ao nível de escolaridade materna contribuiu para ocorrência dos óbitos ocorridos nas primeiras 24 horas de vida. Essa variável, em outras pesquisas sobre mortalidade infantil, é

utilizada para descrever desigualdades sociais, permitindo conhecer a magnitude da mortalidade infantil⁽¹³⁾. Ademais, possui relação positiva na busca de cuidados assistências que favoreçam uma gestação saudável e com menos riscos⁽¹⁴⁾.

A multiparidade encontrada no estudo como variáveis associada ao óbito é evidenciada em outras localidades que compartilham o mesmo *status* socioeconômico⁽³⁾. Essa variável está associada a desigualdades de acesso educacional, assistencial e de direitos reprodutivos, tornando as mulheres e os respectivos neonatos um grupo mais vulnerável a resultados adversos⁽¹⁴⁾.

Neste estudo a principal causa de óbito foram os transtornos relacionados com a gestação de curta duração e baixo peso ao nascer, bem como, hipóxia intrauterina e asfixia ao nascer. As principais causas básicas relacionadas às mortes ocorridas nas primeiras 24 horas de vida do presente estudo foram referentes a fatores endógenos e biológicos, relacionados diretamente à condição materna e do recém-nascido.

Em um estudo realizado no estado de São Paulo evidenciou que bebês prematuros, com idade gestacional entre 23 e 32 semanas, apresentam maiores gravidades clínicas nos traçados eletroencefalográficos no primeiro dia de vida⁽¹⁵⁾. Em uma coorte de nascimentos na Inglaterra se evidenciou que 68% das mortes ocorridas no período neonatal precoce foram explicadas por fatores biológicos relacionados ao nascimento⁽¹⁶⁾.

Dentre as variáveis biológicas, os transtornos relacionados com a gestação de curta duração e baixo peso ao nascer explicam uma proporção significativa nas mortes ocorridas nas primeiras 24 horas de vida (11,1%). Na região Nordeste do Brasil o muito baixo peso ao nascer (menor que 1.000 gramas) aumentou três vezes o risco de morte nas primeiras 24 horas de vida, quando comparado a recém-nascidos com peso superior⁽¹⁷⁾. Em uma coorte realizada no estado de Goiás evidenciou que as variáveis prematuridade e baixo peso ao nascer apresentaram os maiores valores de *odds ratio* no período neonatal. Essa alta magnitude está relacionada à proximidade de determinação dessas mortes precoces⁽¹⁸⁾.

A condição de baixo peso ao nascer (2.500 gramas) está relacionada direta e indiretamente às patologias de base no período gestacional⁽¹⁹⁾. No Uruguai, foi evidenciado, na série histórica de 2009 a 2015, que a hipertensão arterial e distúrbios hipertensivos na gravidez, como a pré-eclâmpsia, aumentaram as chances de baixo peso ao nascer⁽¹⁹⁾. Uma coorte que teve como unidade as maternidades públicas em nove capitais da região Nordeste do Brasil, evidenciou que a mortalidade nas primeiras 24 horas de vida é alta nos prematuros com baixo peso. Dos 627 neonatos estudados, 59 (9,4%) morreram nas primeiras 24 horas⁽¹⁷⁾.

A hipóxia intrauterina e asfixia ao nascer foram as principais causas evitáveis de óbito entre as reduzíveis por adequada atenção à mulher no parto. As regiões Norte e Nordeste do Brasil, no período de 2005 a 2010, apresentaram a maior carga de óbitos em até 168 horas após o nascimento em recém-nascidos com baixo peso ao nascer. Do total de óbitos ocorridos nas primeiras 24 horas de vida, 71% foram por asfixia no nascimento, sendo a aspiração neonatal por mecônio (CID10-P24.0) a mais prevalente (38%)⁽²⁰⁾.

O presente estudo apontou que os óbitos evitáveis representaram mais da metade do total de óbitos nas primeiras 24 horas de vida. Melhorias assistenciais por meio de investimentos custo-efetivos e oportunos para os serviços de atenção à saúde da mulher que assistem gestantes e recém-nascidos são imprescindíveis para reversão da situação⁽²¹⁾. A análise da causa básica sob a ótica da evitabilidade permite identificar desafios na redução das mortes neonatais ao explicitar os estrangulamentos na assistência à saúde⁽²²⁾.

As mortes poderiam ter sido evitadas se o *continuum* assistencial fosse garantido através de serviços integrados que incluem o cuidado materno e ao recém-nascido (pré-natal, atenção especializada no parto e cuidados pós-natais imediatos)⁽²³⁾. O investimento em estratégias para avaliação dos pontos críticos assistenciais e para identificação de variáveis associadas às mortes neonatais e suas causas evitáveis podem subsidiar a estruturação e reorganização da rede de atenção à saúde materna e neonatal⁽⁸⁾.

A proporção dos óbitos evitáveis por adequada atenção à mulher na gestação evidenciada no estudo reforça o papel do pré-natal de risco habitual e alto risco⁽¹³⁾. Um estudo de série temporal realizado no Rio de Janeiro evidenciou que a principal causa de óbito neonatal evitável para o componente neonatal estava relacionada à adequada atenção na mulher na gestação⁽¹³⁾.

As mortes precoces e potencialmente evitáveis requerem intervenções públicas de caráter universal e de cuidados assistenciais garantidos e impactem positivamente na redução da mortalidade⁽²⁴⁾. No estado de Pernambuco os programas Rede Cegonha e Mãe Coruja suscitaram efeitos positivos na redução da mortalidade infantil e seus componentes. Porém, a regionalização dessas ações estratégicas não repercutiu homogeneamente no estado, diante dos vazios assistenciais no interior do estado⁽²⁴⁾.

O modelo assistencial hegemônico da institucionalização do parto requer medidas obstétricas e neonatais efetivas que diminuam os desfechos desfavoráveis para mães e neonatos⁽²¹⁾. A partir dessa constatação, em 2011 foi estruturada a Rede Cegonha, uma das estratégias direcionadas para redução da mortalidade materna e infantil, em especial o componente neonatal⁽²⁵⁾. Essa política pública de saúde ampliou o acesso a tecnologias ao parto

e nascimento, como a garantia do parto assistido por equipe multiprofissional e da instalação de Centros de Partos Normais⁽²¹⁾.

A evitabilidade das mortes ocorridas nas primeiras 24 horas de vida reflete as iniquidades em saúde, as quais são imputadas às desigualdades socioeconômicas, biológicas e assistenciais⁽²⁶⁾. A proporção representada dos óbitos evitáveis por adequada atenção à mulher na gestação, parto, feto e ao recém-nascido evidencia que há falhas assistências importantes na condução de um nascimento saudável⁽²⁶⁾.

Limitações do Estudo

As limitações do estudo se referem aos bancos de dados secundários disponíveis nos sistemas de informação do Ministério da Saúde, ainda que, no estado de Pernambuco haja avanços importantes referente ao SIM⁽²⁷⁾. Isso implica em problemas de cobertura, regularidade, completude e qualidade dos dados e, podendo limitar a associação de variáveis explicativas com o óbito. Como forma de minimizar essa limitação, foram incluídas no estudo as variáveis cujos percentuais de incompletude foram menores que 15%. Dessa forma, os resultados documentados no estudo podem contribuir para conhecer as principais causas de óbitos e por causas evitáveis e ser uma ferramenta que subsidia o planejamento das ações de saúde materna e infantil no estado de Pernambuco.

Contribuições para a área da enfermagem

Os resultados do presente estudo podem contribuir com a identificação de variáveis associadas ao óbito prematuro e consecutivamente os cuidados direcionados aos recém-nascidos, diminuindo os desfechos negativos de morbidade e mortalidade. Além de possibilitar o desenvolvimento e/ou aprimoramento de protocolos assistenciais à saúde materno-infantil.

CONCLUSÕES

O estudo permitiu caracterizar as mortes ocorridas nas primeiras 24 horas de vida segundo os determinantes distais, intermediários e proximais, e evidenciar sua evitabilidade. Essas mortes refletem o grau de vulnerabilidade social, a qual é potencializada em contextos de redução de recursos para as políticas públicas. Além disso, para evitar essas mortes precoces, os dados do estudo mostram que é necessário investir nos cuidados prestados em todos os ciclos que perpassam o nascimento, principalmente no pré-natal e parto.

REFERÊNCIAS

1. Garcia LP, Fernandes CM, Traebert J. Risk factors for neonatal death in the capital city with the lowest infant mortality rate in Brazil. *J Pediatr (Rio J)*. 2019; 95 (2):194-200. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jped.2017.12.007>.
2. Kim HJ, Jo MW, Bae SH, Yoon SJ, Lee JY. Measuring the Burden of Disease Due to Preterm Birth Complications in Korea Using Disability-Adjusted Life Years (DALY). *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2019; 16(519):1-12. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijerph16030519>.
3. Maia LTS, Souza WV, Mendes ACG. Individual and contextual determinants of infant mortality in Brazilian state capitals: a multilevel approach. *Cad. Saúde Pública*. 2020; 36(2). Available from: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00057519>.
4. Mosley WH, Chen LC. An analytical framework for the study of child survival in developing countries: public health classics. *Bull. World Health Organ*. 2003; 81(2):140-145. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/71801>.
5. Kosowan L, Mignone J, Chartier M, Piotrowski C. Maternal social and economic factors and infant morbidity, mortality, and congenital anomaly: are there associations? *Fam. commun. health*. 2019; 42(1). Available from: <https://doi.org/10.1097/fch.0000000000000211>.
6. Daemi A, Ravaghi H, Jafari M. Risk factors of neonatal mortality in Iran: a systematic review. *Medical journal of the Islamic Republic of Iran*, v.33, n.87, 2019. Available from: <https://doi.org/10.34171/mjiri.33.87>.
7. Malta DC, Sardinha LMV, Moura L, Lansky S, Leal MC, Szwarcwald CL, França E, Almeida MF, et al. Atualização da lista de causas de mortes evitáveis por intervenções do Sistema Único de Saúde do Brasil. *Epidemiol. Serv. Saúde*. 2010; 19(2):173-176. Available from: <http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742010000200010>.
8. Lehtonen L, Gimeno A, Parra-Llorca A, Vento M. Early neonatal death: A challenge worldwide. *Semin. fetal neonatal med*. 2017; 22(3). Available from: <https://doi.org/10.1016/j.siny.2017.02.006>.
9. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [Internet]. IBGE Cidades [cited 2021 apr 30]. Available from: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/panorama>.
10. Brasil. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do SUS. DATASUS. Available from: <https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/> [cited 2021 jan 20].
11. Teixeira JAM, Araujo WRM, Maranhão AGK, Cortez-Escalante JJ, Rezende LFM, Matijasevich A. Mortality on the first day of life: trends, causes of death and avoidability in eight Brazilian Federative Units, between 2010 and 2015. *Epidemiol. Serv. Saúde*. 2015; 28(1). Available from: <https://doi.org/10.5123/S1679-49742019000100006>.
12. Veloso FC, Kassar LM, Oliveira MJ, Lima TH, Bueno NB, Gurgel RQ, et al. Analysis of neonatal mortality risk factors in Brazil: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *J Pediatr (Rio J)*. 2019; 95:519-30. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jped.2018.12.014>.
13. Kale PL, Fonseca SC, Oliveira PWM, Brito AS. Fetal and infant mortality trends according to the avoidability of causes of death and maternal education. *Rev. bras. epidemiol*. 2021; 24(supl. 1). Available from: <https://doi.org/10.1590/1980-549720210008.supl.1>.
14. Guinsburg R, Sanudo A, Kiffer CRV, Marinonio ASS, Costa-Nobre DT, Areco KN, et al. Annual trend of neonatal mortality and its underlying causes: population-based study-São Paulo State, Brazil, 2004-2013. *BMC Pediatr* 21. 2021;54. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12887-021-02511-8>.
15. Castro JS, Leslie AT, Guinsburg R. Fatores perinatais associados a anormalidades eletroencefalográficas com amplitude integrada em prematuros no primeiro dia de vida. *J Pediatr (Rio J)*. 2020; 96: 622–9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jped.2019.06.004>.
16. Zylbersztejn A, Gilbert R, Hjern A, Wijlaars L, Hardelid P. Child mortality in England compared with Sweden: a birth cohort study. *Lancet*. 2018; 19(391). Available from: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)30670-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30670-6).
17. Castro ECM, Leite AJM, Guinsburg R. Mortality in the first 24h of very low birth weight preterm infants in the Northeast of Brazil. *Rev. Paul. Pediatr*. 2016; 34(1):106-113. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.rpped.2015.08.011>.

18. Saloio CA, Morais NOL, Gonçalves DA, Bessa HEM, Coelho Júnior JP, Afonso MSM et al . Magnitud y determinantes de la mortalidad neonatal y posneonatal en Goiânia, Goiás, Brasil: estudio de cohorte retrospectivo, 2012. *Epidemiol. Serv. Saúde.* 2020;29(5). Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/s1679-49742020000500008>.
19. Pereyra I, Bustos P. Trend and factors associated with adverse birth weight in Uruguayan children between 2009 and 2015. *Rev. Bras. Saude Mater. Infant.* 2020; 20(3): 819-827. Available from: <https://doi.org/10.1590/1806-93042020000300009>.
20. Almeida MFB, Kawakami MD, Moreira LMO, Santos RMV, Anchieta LM,Guinsburg R. Early neonatal deaths associated with perinatal asphyxia in infants ≥ 2500 g in Brazil,. *J. Pediatr. (Rio J.)*. 2017; 93(6):576-584. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jped.2016.11.008>.
21. Leal MC, Esteves-Pereira AP, Vilela MEA, Brito MTSSB, Neri MA, Queiroz RCS, et al. Reduction of inequities of Access to appropriate child birth care in Rede Cegonha. *Ciênc. saúde coletiva.* 2021; 26(3):823-835. Available from: <https://doi.org/10.1590/1413-81232021263.06642020>.
22. Ruoff AB, Andrade SR, Piccoli T. The analysis process of preventable cases of child and fetal death: single-case study. *Texto contexto - enferm.* 2018; 27(4). Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/0104-07072018004030017>.
23. Iqbal S, Maqsood S, Zakar R, Zakar MZ, Fischer F. Continuum of care in maternal, newborn and child health in Pakistan: analysis of trends and determinants from 2006 to 2012. *BMC Health Serv Res.* 2017; 9(17). Available from: <https://doi.org/10.1186/s12913-017-2111-9>.
24. Lima SS, Braga MC, Vanderlei LCM, Luna CF, Frias PG. Assessment of the impact of prenatal, childbirth, and neonatal care on avoidable neonatal deaths in Pernambuco State, Brazil: anadequacy study. *Cad. Saúde Pública.* 2020; 36(2). Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311x00039719>.
25. Santos Filho SB, Souza KV. Rede Cegonha network and the methodological challenges of implementing networks in the SUS. *Ciênc. Saúde Colet.* 2021; 26(3):775-780. Available from: <https://doi.org/10.1590/1413-81232021263.21462020>.
26. Wang XL, Wang J, Yuan L, Shi WJ, Cao Y, Chen C. Trend and causes of neonatal mortality in a level III children's hospital in Shanghai: a 15-year retrospective study. *World J Pediatr.* 2018; 14(1):44-51. Available from: <https://doi.org/10.1007/s12519-017-0101-y>.
27. Figueiroa BQ, Frias PG, Vanderlei LCM, Vidal SA, Carvalo PI, Pereira CCB, et al. Evaluation of the implantation of the Mortality Information System in Pernambuco state, Brazil, in 2012. *Epidemiol. Serv. Saúde.* 2019; 28(1). Available from: <http://dx.doi.org/10.5123/s1679-49742019000100013>.

6.3 Artigo 3: *Spatial patterns of the total mortality over the first 24 hours of life and that due to preventable causes*

O objetivo do artigo foi analisar os padrões espaciais da mortalidade nas primeiras 24 horas de vida e causas evitáveis no estado de Pernambuco nos decênios de 2000 a 2009 e 2010 a 2019. Trata-se de um manuscrito submetido na modalidade artigo original à revista *Geospatial Health: Health Applications in Geospatial Science* (Anexo C).

Title: *Spatial patterns of the total mortality over the first 24 hours of life and that due to preventable causes*

Abstract

This is an ecological study analysing spatial patterns of the total mortality over the first 24 hours of life and that due to preventable causes using data from the Mortality Information System (SIM) and Live Birth Information System (SINASC) based on the municipalities of

Pernambuco State, Brazil. The total mortality rates over the first 24 hours and that due to preventable causes were calculated for each municipality for the decades of 2000 to 2009 and for 2010 to 2019 to enable a comparison of the spatial patterns with spatial scan statistic used to identify clusters. Over the first 24 hours of life, 13,571 deaths were reported in total, out of which 10,476 (77.2%) were preventable. The total mortality rate over the first 24 hours of life decreased from 5.5 (2000-2009) to 3.7 (2010-2019) per 1,000 live births: a reduction of 32.7%, while the mortality rate due to preventable causes decreased from 4.4 to 2.8 per 1,000 live births, a reduction of 36.7%. In the first decade, the spatial exploratory analysis found three mortality rate clusters over the first 24 hours of life encompassing 56 municipalities. With respect to preventable causes over the first 24 hours of life, two mortality rate clusters were identified encompassing 41 municipalities. Risk areas for mortality over the first 24 hours of life, in total and due to preventable causes, were detected through spatial scan statistic. This method, directed towards deaths of very premature infants, can act as a tool for identifying priority areas and for guiding healthcare interventions.

Keywords: Early neonatal mortality; Spatial analysis; Cluster Analysis; Vital Statistics; Public Health; Brazil.

Introduction

The first month of life is regarded as the most critical for a child's survival, and the closer the day of birth, the higher the risk of death and complications (Desalew *et al.*, 2020). In 2019, 2,440,464 neonatal deaths occurred around the world, representing a mortality rate of 17.5 per 1,000 live births (World Bank Group, 2021). Low-income countries and regions are most affected by infant and neonatal mortality, and the proportion of deaths on the first day of life accounts for one in every three neonatal deaths in these locations (Boutayeb *et al.*, 2020; Baqui *et al.*, 2016).

In Brazil, 35,293 neonatal deaths were reported in 2019, out of which 8,807 occurred over the first 24 hours of life. From this number of deaths, 6,261 (71.1%) could have been avoided (Brazil, 2021). Deaths over the first 24 hours of life occur heterogeneously among the geographical regions of Brazil as a result of health disparities (Castro *et al.*, 2016). The north-eastern region recorded the largest number of deaths (3,020) in this age group in 2019. Out of this total, 482 (16%) were reported in the state of Pernambuco (Brazil, 2021). About 70% of the deaths that occurred in the early neonatal period could have been avoided through cost-effective healthcare measures, such as access to prenatal medical appointments (Justino *et al.*, 2019). Very early deaths are categorised as sentinel and potentially preventable events because they reflect the quality of the care provided through the healthcare system (Lohela *et al.*, 2019).

The concept of preventability has emerged through observation of the growth of various technologies and the increasing numbers of professionals, especially physicians, in different healthcare services (Rutstein *et al.*, 1976). In Brazil, in 2007, a list of causes of death that can be prevented through interventions within the National Health System (SUS) was prepared. This systematized the concepts and methods for prevention after discussion within the healthcare specialities involved (Malta *et al.*, 2007). In that list, causes of death were grouped as: preventable, ill-defined and other causes (not preventable) (Malta *et al.*, 2007, 2010). The preventable causes, i.e. those that could be prevented through interventions within the healthcare system in the population under five years of age were grouped in the list as follows: reducible through immunoprevention actions; reducible through adequate delivery of care to women during pregnancy and at childbirth and to the newborns; reducible through appropriate diagnostic and treatment actions; and reducible through appropriate health promotion actions, linked to appropriate health care actions (Malta *et al.*, 2007, 2010) (Supplementary material).

Incorporation of spatial analysis techniques into public health management helps to detect priority regions with higher risk of morbidity/mortality and/or areas with difficult access to healthcare (Tesema and Teshale, 2021). Thus, it directs planned investments in public policies toward maternal and child health (Weiland *et al.*, 2021). The aim of this study was to analyse the spatial patterns of the total mortality over the first 24 hours of life, and that due to preventable causes in the state of Pernambuco, Brazil over the period from 2000 to 2019.

Materials and methods

Study area

This was an ecological study in which the spatial analysis units were the municipalities of Pernambuco with a territorial area of 98,068.021 km² in Brazil's north-eastern region. Given that the municipality of the island of Fernando de Noronha is geographically separated from the continent, it was excluded from the analysis. In 2019, according to Brazilian Institute for Geography and Statistics (IBGE) the estimated population of Pernambuco was 9,557,071 people with 14,307 of whom less than one year old (IBGE, 2017). Healthcare in Pernambuco is organized in terms of 12 healthcare regions distributed among four macro-regions, namely: Macro-region 1 (Metropolitan), Macro-region 2 (Agreste), Macro-region 3 (Sertão) and Macro-region 4 (Vale do São Francisco and Araripe) (Pernambuco, 2016) (Figure 1).

Data

The sources of data for this study were official, public domain systems of the Ministry of Health of Brazil. These systems are essential for management of healthcare services because they provide population data that enable delineation of epidemiological profiles (Pinto *et al.*, 2018). The Mortality Information System (SIM) and the Live Birth Information System (SINASC), for which data are available on the website of the Information Technology Department, the National Health System (SUS) (DATASUS) at <https://datasus.saude.gov.br/>, were used for the analyses of the present study (Brazil, 2021).

Approach

The total, crude mortality rates over the first 24 hours of life and those due to preventable causes were calculated for each municipality of residence per decade (2000-2009 and 2010-2019). At the municipal level, crude rates can be influenced by small areas/populations or by underreporting, which can generate random fluctuations in rates. To circumvent this behaviour, rate smoothing was adopted using the local empirical Bayesian method (Assunção *et al.*, 1998).

Subsequently, the scan statistic was used to detect clusters. This technique is based on scanning the land area under analysis through circular windows with a radius that, in this study, aggregated a maximum of 10% of the population exposed (live births) (Kulldorf, 2021). For each circular window in the area analysed, the expected values are estimated as if the distribution of the event were homogeneous and compared with the values observed (Kulldorf, 2021). In regions with diverse values, clusters with relative risk based on the relationship between observed and expected values, in addition to statistical significance, are formed (Kulldorf, 2021).

The digital municipal network for the state of Pernambuco was obtained from IBGE (2015). We used the QGIS software, version 2.14.18 (QGIS, 2021) and the SaTScan software, version 9.4.4 (SaTScan, 2016).

Results

The mortality rates over the first 24 hours of life were 5.5 and 3.7 per 1,000 live births in the two decades studied (2000-2009 and 2010-2019), respectively. Thus, there was a decrease

of 32.7%. The mortality rates due to preventable causes over the first 24 hours of life over the same periods were 4.4 and 2.8 per 1,000 live births, which corresponds to a decrease of 36.7%.

Figures 2A and 2B show the mortality rates over the first 24 hours of life. It can be seen that the rates in 88 municipalities were lower in the second decade, such that these rates became less than 5.0 deaths per 1,000 live births. A similar outcome was identified with regard to mortality due to preventable causes, in which the rates in 48 municipalities became lower (Figures 3A and 3B).

Although the number of municipalities with high mortality rates decreased, the scan analysis revealed that mortality continued to occur heterogeneously (Figures 2 and 3). The relative risk showed that, for both periods, there were areas with risks higher than 60% of the value expected for the Macro-regions of Agreste and Sertão (Table 1).

For the total mortality over the first 24 hours in the first decade studied, the scan analysis showed three clusters, which included 17.1% of all births in the state in this period and 22.1% of infant deaths. In one of these clusters, composed of 19 municipalities, almost all of which belonged to Macro-region 4 (Vale do São Francisco and Araripe), the relative risk of death was 40% higher than expected (Figure 2C and Table 1). With respect to the mortality due to preventable causes in the first decade, we noted two clusters encompassing 41 of the municipalities. The proportions of births and deaths over the first 24 hours for these clusters were 14.2% and 18.6%, respectively. The municipalities in the cluster with the higher relative risk of death due to preventable causes was 50% higher than expected and corresponded to the same municipalities in the cluster with the higher total mortality over the first 24 hours for the same period (Figure 3C and Table 1).

For the total mortality rate over the first 24 hours of life in the second decade, we detected four clusters that together encompassed 49 municipalities; the proportions of births and deaths were 17.9% and 26.4%, respectively. In a cluster of 17 municipalities, most of them in Macro-region 3 (Sertão), the relative risk of death was 70% higher (Figure 2D and Table 1). In relation to deaths due to preventable causes, four clusters were detected, encompassing 56 municipalities and representing 31.8% of total deaths and 20.8% of total births. A cluster with 18 municipalities, belonging to Macro-regions 3 and 4, presented a 70% higher relative risk than expected regarding preventability (Figure 3D and Table 1).

The results showed that, for the two events analysed, there was a decrease from the first to the second decade. Among the deaths that occurred over in the first 24 hours, the proportion of preventable deaths was 77.2%. The clusters detected showed that for the mortality rates in the first 24 hours of life, in total and due to preventable causes, were higher than expected in most municipalities.

Discussion

These findings presented here indicate presumptive links with biological and healthcare conditions that influence early deaths and it is therefore necessary to take into account the social determinants of health that relate to the real situation of pregnant women and their newborns (Root *et al.*, 2020). Identification of clusters of early and preventable deaths, in macro-regions with municipalities that have cities with poor socioeconomic conditions, demonstrates the association between social determinants and these outcomes. This relationship has been recognised in different studies (Adeyinka *et al.*, 2019). In addition, the social dynamics of health problems differ spatially (Yourkavitch *et al.*, 2018). A study carried out in different municipalities in the state of Pernambuco, Brazil, showed that variables representing social need are related to foetal mortality (Canuto *et al.*, 2021).

A study similar to ours, carried out in eight Brazilian federative units (i.e., states plus the federal district), found that the rates of deaths over in the first 24 hours had decreased in the period from 2010 to 2015, from 2.7 to 2.3 per 1,000 live births (Teixeira *et al.*, 2019). Our

finding in Pernambuco is in line with these results, while the stronger decrease (32.7%) can be explained by the longer period studied and that it also included the end of the second decade of the millennium. These results are indisputably due to the measures that were implemented in relation to the pregnancy-postpartum cycle have been fundamental for decreasing early neonatal deaths. These have included access to effective prenatal care; advances in medical technologies; good delivery and birth care practices, including humanised obstetric care; organisation of the healthcare network for women and newborns; and availability of intensive care for managing neonatal diseases (Kc *et al.*, 2020).

It was observed that the proportions of the municipalities in which the mortality rates over the first 24 hours of life, in total and due to preventable causes, were not the same, in comparing the two periods. This indicates that there were persisting failures in the state with regard to the care for pregnant women and newborns. Access to healthcare services and the capacity of these services to resolve problem during the gestational period and delivery are factors that reduce the risk of premature death, as shown by a study carried out in the state of São Paulo (Guerra *et al.*, 2019). A study in China showed that basic maternal healthcare management service during pregnancy impacted neonatal indicators in both urban and rural areas in a positive way (Zhao *et al.*, 2020).

The present study identified larger clusters in the second decade studied, which shows that there was an increase in the number of areas with vulnerabilities. These areas require strategic actions in order to reduce premature mortality. In healthcare planning, at different management levels (state, regional, and local), the main gaps in maternal and child healthcare need to be considered, including deaths that may be prevented through healthcare actions (Weiland *et al.*, 2021; Mendes *et al.*, 2019). Strengthening and expanding the obstetrics and neonatology care network, prioritizing immediate low-cost actions such as early prenatal care, would reduce the number of premature deaths (Al-Sheyab *et al.*, 2020). Prevention of complications during pregnancy and the anticipation of risk conditions have been shown effective in reaching these goals (Justino *et al.*, 2019).

The results show that the risks of mortality due to premature birth and due to preventable causes increased with increasing distance from Macro-region 1 (the metropolitan region of the state capital, Recife), such that these risks were found to be greater in the macro-regions of Sertão, Agreste and Vale do São Francisco and Araripe. These are areas that lack installed capacity in terms of obstetric care and human resources (Lima *et al.*, 2020). In these socioeconomically vulnerable regions, the risk of infant and neonatal death is therefore higher (Grady *et al.*, 2017). Public policies dealing with premature deaths need to be articulated by each sector given the scenario of health disparities that exist in these locations (Grady *et al.*, 2017). The presence of clusters at the municipality level in a large part of Pernambuco State found in this study reflects health inequalities. There is a need to identify the barriers access to primary healthcare services and the quality provided there (Canuto *et al.*, 2021). In economically disadvantaged places, spatial differences regarding early neonatal mortality rates are linked to health inequalities and, consequently, also to uneven distribution of, and differentiated access to, healthcare services (Boutayeb *et al.*, 2020).

Additionally, the heterogeneous distribution of clusters of municipalities found for the periods analysed in this study shows that, even though clearly important, one-off actions and programmes barely have any overall effects with regard to decreasing the rates of very early, neonatal mortality (Lima *et al.*, 2020). Extension of primary care to more distant areas in Macro-region 1 did not accentuate the decreasing trend in neonatal deaths, unlike what has been observed for post-neonatal components (Lima *et al.*, 2020). This once again corroborates the need for integration of public policies in consideration of the causes that determine neonatal death over the first 24 hours of life.

This study had limitations relating to its use of secondary data. This may have underestimated the rates calculated, due to underreporting and incomplete information systems. Another limitation related to use of municipalities as the unit of analysis, which may have masked spatial inequalities within them.

This study allowed us to identify inequalities regarding the distribution of deaths that occurred over the first 24 hours of life and their preventability. The clusters of municipalities that were identified form are priority areas for interventions, in order to ensure that there is an effective maternal and neonatal care network. The statistical method of spatial scanning allowed us to estimate risk coefficients for the two events. These, may be used in healthcare services supporting the planning and assessment of healthcare policies aimed at reducing infant mortality and its components.

Ethical considerations

This study was approved by the Research Ethics Committee of the Federal University of Pernambuco, in accordance with the opinion report based on project number 4.272.341 (CAEE 36549020.0.0000.5208).

Contribution

All authors contributed to study conception, design, analysis and writing of the article. All authors read and approved the final version.

Conflict of interests

The authors declare that they did not have any potential conflict of interests.

Funding

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001.

References

- Adeyinka DA, Olakunde BO, Muhajarine N, 2019. Evidence of health inequity in child survival: spatial and Bayesian network analysis of stillbirth rates in 194 countries. *Sci Rep* 9(1):19755: 1-11. doi: 10.1038/s41598-019-56326-w
- Al-Sheyab NA, Khader YS, Shattawi KK, Alyahya MS, Batiha A, 2020. Rate, Risk Factors, and Causes of Neonatal Deaths in Jordan: Analysis of Data from Jordan Stillbirth and Neonatal Surveillance System (JSANDS). *Front. Public Health* 595379:1-10. doi: 10.3389/fpubh.2020.595379. eCollection 2020

- Assunção RM, Barreto SM, Guerra HL, Sakurai E, 1998. Maps of epidemiological rates: a Bayesian approach. *Cad Saúde Pública* 14 (4): 713-23. doi 10.1590/S0102-311X1998000400013
- Baqi AH, Mitra DK, Begum N, Hurt L, Soremekun S, Edmond K, Kirkwood B, Bhandari N, Teneja S, Mazumder S, Nisar MI, Jehan F, Ilyas M, Ali M, Ahmed I, Ariff S, Soofi SB, Dhingra U, Dutta A, Ali SM, Ame SM, Semrau K, Hamomba FM, Grogan C, Hamer DH, Bahl R, Yoshida S, Manu A, 2016. Neonatal mortality within 24 hours of birth in six low- and lower-middle-income countries. *Bull World Health Organ* 94(10): 752-758. doi 10.2471/BLT.15.160945
- Boutayeb A, Lamlili M, Ouazza A, Abdu M, Azouagh N, 2020. Infant mortality in Sudan: Health equity, territorial disparity and social determinants of health. *J Public Health Afr* 10(2):133-136. doi [10.4081/jphia.2019.1015](https://doi.org/10.4081/jphia.2019.1015)
- Brazil. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do SUS. DATASUS [Online]. 2021. Available at: <https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/>
- Canuto, IMB, Macêdo VM, Frias PG, Oliveira CM, Costa HVV, Portugal JL, Bonfim CV, 2021. Spatial patterns of avoidable fetal mortality and social deprivation. *Rev. bras. Epidemiol* 24(suppl 1). doi 10.1590/1980-549720210007.supl.1
- Castro ECM, Leite AJM, Guinsburg R, 2016. Mortality in the first 24h of very low birth weight preterm infants in the Northeast of Brazil. *Rev. Paul. Pediatr* 34(1):106-113. doi 10.1016/j.rppede.2015.12.008
- Desalew A, Gelano TF, Semahegn A, Geda B, Ali T, 2020. Childhood hearing impairment and its associated factors in sub-Saharan Africa in the 21st century: A systematic review and meta-analysis. *SAGE Open Medicine* 8:1-11. doi 10.1177/2050312120919240

- Grady SC, Frake AN, Zhang Q, Bene M, Jordan DR, Vertalka J, Dos Santos TC, Kadhim A, Namanya J, Pierre LM, Fan Y, Zhou P, Barry FB, Kutch L, 2017. Neonatal mortality in East Africa and West Africa: a geographic analysis of district-level demographic and health survey data. *Geospatial Health*, 12(1): 137-150. Doi 10.4081/gh.2017.501
- Guerra AB, Guerra LM, Probst LF, Gondinho BVC, Ambrosano GMB, Melo EA, Brizon VSC, Bulgareli JV, Cortellazzi KL, Pereira AC, 2019. Can the primary health care model affect the determinants of neonatal, post-neonatal and maternal mortality? A study from Brazil. *BMC Health Serv Res.*19(133): 1-11. doi 10.1186/s12913-019-3953-0
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017. IBGE Cidades [Online]. Available at: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/panorama>
- Justino DCP, Lopes MS, Santos DCP, Andrade FB, 2019. Historical evaluation of children's public health policies in Brazil: integrative review. *Revista Ciência Plural* 5(1):71-88.
- Kc A, Jha AK, Shrestha MP, Zhou H, Gurung A, Thapa J, Budhathoki SS, 2020. Trends for Neonatal Deaths in Nepal (2001-2016) to Project Progress Towards the SDG Target in 2030, and Risk Factor Analyses to Focus Action. *Matern Child Health J.* 23(suppl 1):5-14. doi 10.1007/s10995-019-02826-0
- Kulldorf M. SaTScan User Guide. Software for the spatial, temporal, and space-time scan statistics, 2021 [Online]. Available at: <https://www.satscan.org/techdoc.html>
- Lima SS, Braga MC, Vanderlei LCM, Luna CF, Frias PG, 2020. Assessment of the impact of prenatal, childbirth, and neonatal care on avoidable neonatal deaths in Pernambuco State, Brazil: an adequacy study. *Cad. Saúde Pública*; 36(2): 1-12. doi 10.1590/0102-311X00039719

- Lohela TJ, Nesbitt RC, Pekkanen J, Gabrysch S, 2019. Comparing socioeconomic inequalities between early neonatal mortality and facility delivery: Cross-sectional data from 72 low- and middle-income countries. *Scientific reports*; 9(9786):1-11. doi 10.1038/s41598-019-45148-5
- Malta DC, Duarte EC, Almeida MF, Dias MAS, Morais Neto OL, Moura L, Ferraz W, Souza MFM, 2007. List of avoidable causes of deaths due to interventions of the Brazilian Health System. *Epidemiol. Serv. Saúde* 16(4): 233-244. doi 10.5123/S1679-49742007000400002
- Malta DC, Sardinha LMV, Moura L, Lansky S, Leal MC, Szwarcwald CL, França E, Almeida MF, Duarte EC. Update of avoidable causes of deaths due to interventions at the Brazilian Health System. *Epidemiol. Serv. Saúde* 19(2):173-176. doi 10.5123/S1679-49742010000200010
- Mendes RB, Santos JMJ, Prado DS, Gurgel RQ, Bezerra FD, Gurgel RQ, 2019. Maternal characteristics and type of prenatal care associated with peregrination before childbirth. *Rev. Saúde Pública* 53:1-10. doi 10.11606/s1518-8787.2019053001087
- Pernambuco. Secretaria Estadual de Saúde. Secretaria Executiva de Vigilância em Saúde. Diretoria Geral de Promoção, Monitoramento e Avaliação da Vigilância em Saúde. Perfil Socioeconômico, Demográfico e Epidemiológico: Pernambuco 2016. 1ª Ed. Recife. 238p. Available at: <http://portal.saude.pe.gov.br/secretaria/perfil-socioeconomico-demografico-e-epidemiologico>
- Pinto LF, Freita MPS, Figueiredo AWS, 2018. National Information and Population Survey Systems: selected contributions from the Ministry of Health and the IBGE for analysis of Brazilian state capitals over the past 30 years. *Ciênc. Saúde colet* 23(6):1859-1870. doi 10.1590/1413-81232018236.05072018

QGIS.org, 2021. QGIS Geographic Information System. QGIS Association.
<http://www.qgis.org>

Root ED, Bailey ED, Gorham T, Browning C, Song C, Salsberry P, 2020. Geovisualization and Spatial Analysis of Infant Mortality and Preterm Birth in Ohio, 2008-2015: Opportunities to Enhance Spatial Thinking. *Public Health Rep* 135(4):472-482. doi: 10.1177/0033354920927854

Rutstein DD, Berenberg W, Chalmers TC, Child CG, Fishman AP, Perrin EB, Feldman JJ, Leaverton PE, Lane JM, Sencer DJ, Evans CC, 1976. Measuring the Quality of Medical Care- A Clinical Method. *N England J Med* 294(11):582-588. doi: 10.1056/NEJM197603112941104

SaTScan™. Software for the spatial, temporal and space-time scan statistics. SaTScan v9.4.4 [Internet]. 2016. Available at: <https://www.satscan.org/>

Teixeira JAM, Araújo WRM, Maranhão AGK, Cortez-Escalante JJ, Rezende LFM, Matijasevich A, 2019. Mortality on the first day of life: trends, causes of death and avoidability in eight Brazilian Federative Units, between 2010 and 2015*. *Epidemiol. Serv. Saude* 28(1): 1-11. doi: 10.5123/S1679-49742019000100006

Tesema GA, Teshale AB, 2021. Residential inequality and spatial patterns of infant mortality in Ethiopia: evidence from Ethiopian Demographic and Health Surveys. *Trop Med Health* 49(8): 1-15. doi 10.1186/s41182-021-00299-y

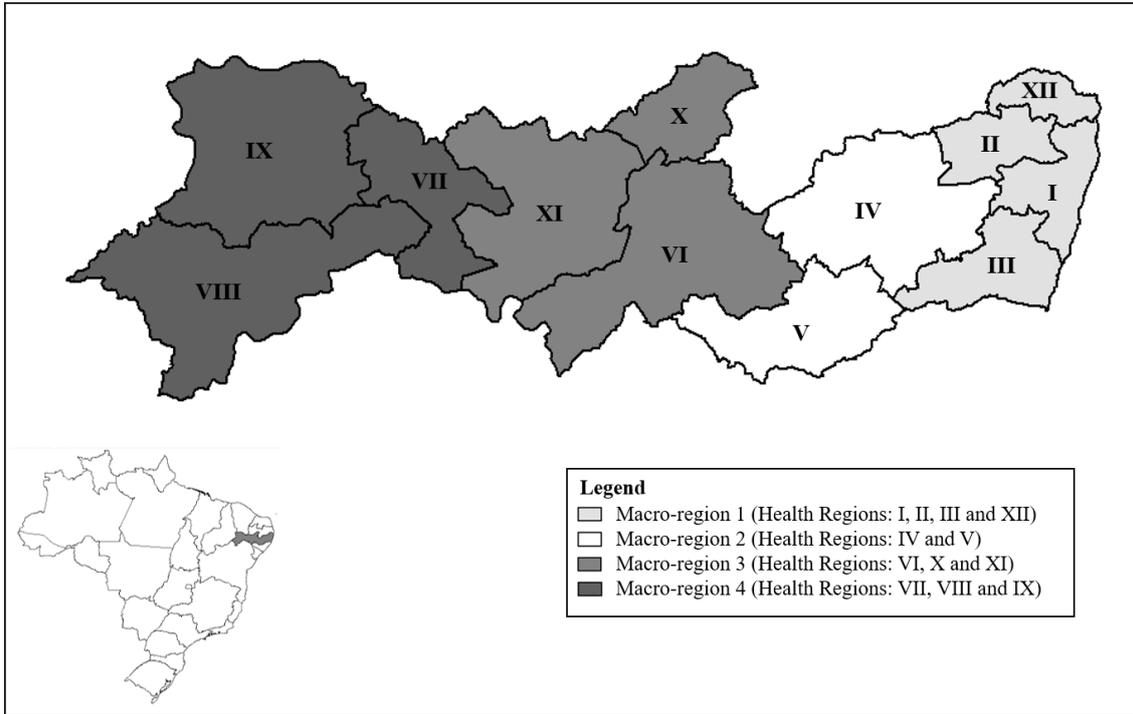
Weiland M, Santana P, Costa C, Doetsch J, Pilot E, 2021. Spatial Access Matters: An Analysis of Policy Change and Its Effects on Avoidable Infant Mortality in Portugal. *Int J Environ Res Public Health* 18(3):1-18. doi [10.3390/ijerph18031242](https://doi.org/10.3390/ijerph18031242)

World Bank Group. World Bank Open Data, 2021 [Online]. Available at: <https://data.worldbank.org/>. Retrieved on: April 14, 2021.

Yourkavitch J, Burgert-Brucker C, Assaf S, Delgado S, 2018. Using geographical analysis to identify child health inequality in sub-Saharan Africa. PLOS ONE 13(8): 1-23. doi [10.1371/journal.pone.0201870](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201870)

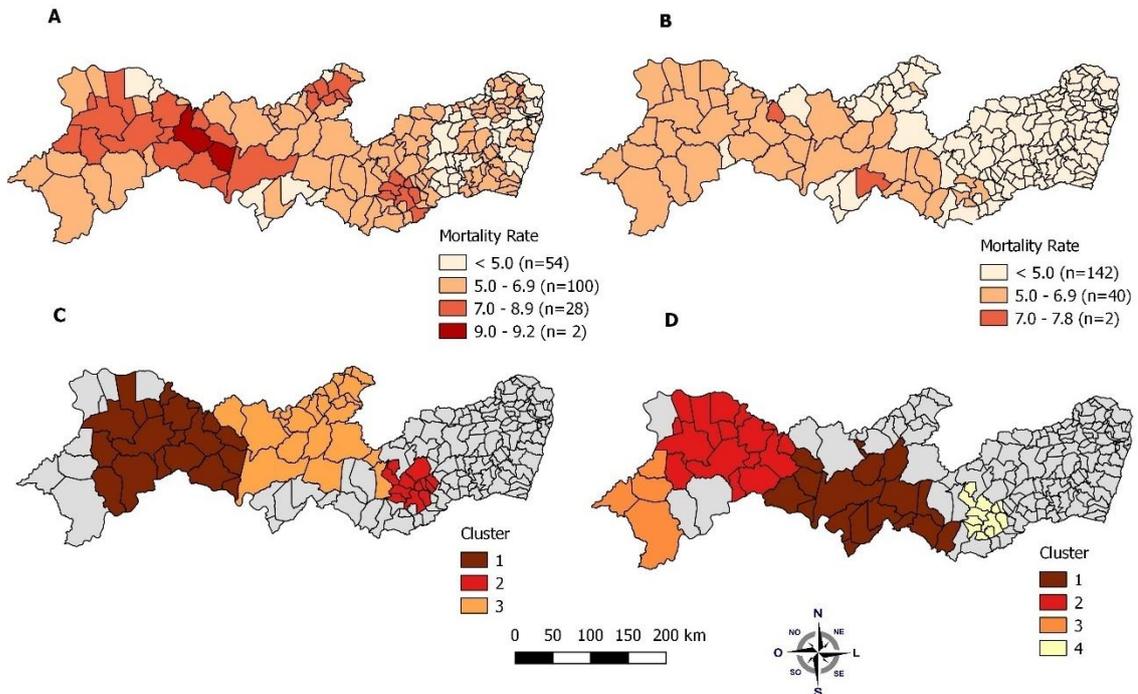
Zhao P, Han X, You L, Zhao Y, Yang L, Liu Y, 2020. Effect of basic public health service project on neonatal health services and neonatal mortality in China: a longitudinal time-series study. BMJ Open 10(7):1-6. doi [10.1136/bmjopen-2019-034427](https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-034427)

Figure 1. Location map of the state of Pernambuco and its division in macro-regions and healthcare regions.



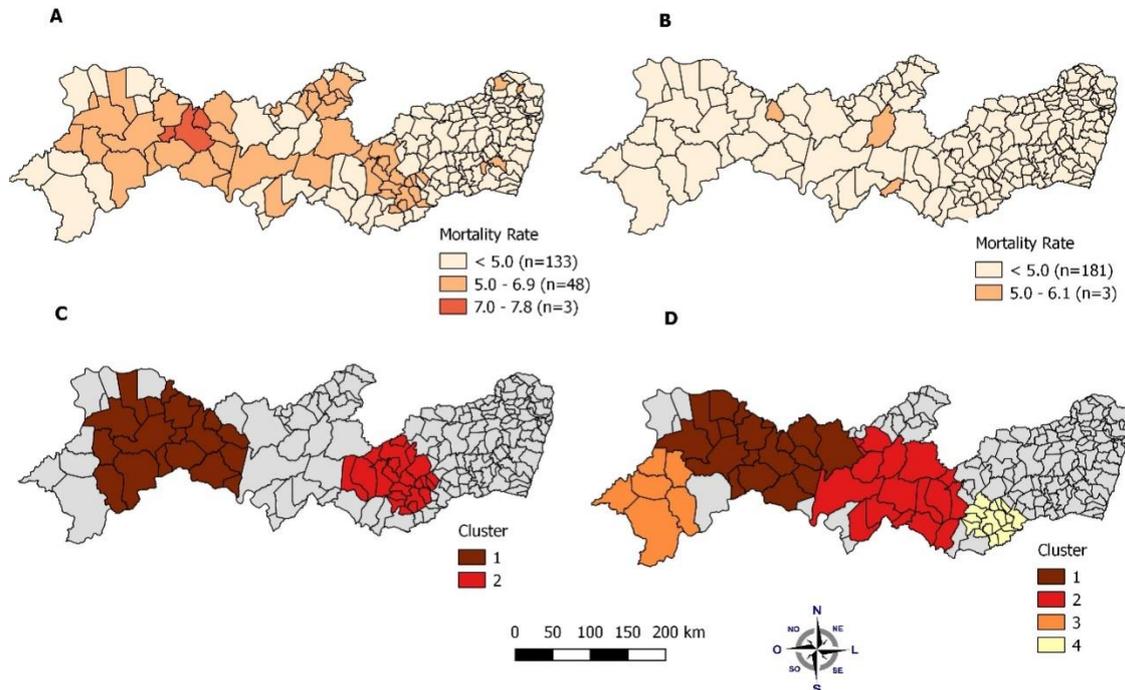
Source: Pernambuco State Health Department. Master Plan for Regionalization, 2011.

Figure 2. Spatial distribution of the total mortality rate over the first 24 hours of life in Pernambuco, Brazil



Estimated by means of the Bayesian method (per thousand births) during the periods of 2000-2009 (A) and 2010-2019 (B), and clusters for the periods of 2000-2009 (C) and 2010-2019 (D).

Figure 3. Spatial distribution of the mortality rate over the first 24 hours of life due to preventable causes in Pernambuco, Brazil



Estimated by means of the Bayesian method (per thousand births) during the periods 2000-2009 (A) and 2010-2019 (B) and clusters for the periods 2000-2009 (C) and 2010-2019 (D).

Table 1. Description of clusters of deaths over the first 24 hours of life, in total and due to preventable causes during 2000-2019 in Pernambuco, Brazil

	Cluster	Number of municipalities	Deaths		Relative risk	<i>p</i> -value	Deaths (%)	Births (%)
			Observed	Expected				
Total deaths over the first 24 hours of life (2000-2009)	1	19	681	487	1.4	0.0000	8.1	5.8
	2	12	496	375	1.3	0.0000	5.9	4.5
	3	25	678	573	1.2	0.0048	8.1	6.8
Total deaths over the first 24 hours of life (2010-2019)	1	17	369	230	1.7	0.0000	7.1	4.4
	2	16	394	254	1.6	0.0000	7.6	4.9
	3	4	346	257	1.4	0.0000	6.7	5.0
	4	12	260	189	1.4	0.0000	5.0	3.6
Deaths over the first 24 hours of life due to preventable causes (2000-2009)	1	19	556	385	1.5	0.0000	8.4	5.8
	2	22	676	555	1.2	0.0002	10.2	8.4
Deaths over the first 24 hours of life due to preventable causes (2010-2019)	1	18	383	229	1.7	0.0000	10.0	6.0
	2	16	319	203	1.6	0.0000	8.3	5.3
	3	6	303	208	1.5	0.0000	7.9	5.4
	4	16	216	161	1.4	0.0120	5.6	4.1

6.4 Artigo 4: *Predicting mortality in the first 24 hours of life and its preventability using Auto-Regressive Integrated Moving Average Model*

A proposta deste manuscrito foi analisar os padrões temporais e estimar a tendência das taxas de mortalidade nas primeiras 24 horas de vida e por causas evitáveis no estado de Pernambuco no período de 2000 a 2019. Trata-se de um manuscrito submetido na modalidade artigo original à revista *The International Journal of Biostatistics* (Anexo D).

Title: Predicting mortality in the first 24 hours of life and its preventability using Auto-Regressive Integrated Moving Average Model

Abstract

Objective: To forecast the mortality rates in the first 24 hours of life and from preventable causes in the state of Pernambuco (2000 to 2019). **Methods:** Ecological study whose temporal unit was the quarter. The data source was the Mortality and Live Birth Information systems. The preventability of deaths was classified by the Brazilian List of Causes of Preventable Deaths from Interventions of the Unified Health System. Mortality rates and from preventable causes were calculated per 1,000 live births. The modeling was conducted according to the Integrated Autoregressive Moving Average Model. **Results:** 13,601 (25.74%) deaths were recorded in the first 24 of life, 10,497 (77.19%) of which were due to preventable causes. Mortality rates (p-value 0.02) and from preventable causes (p-value 0.03) showed a steady pattern. The 21-point forecast (years 2020 to 2024) showed an increasing trend for both rates, in which mortality went from 5.46 to 5.93 and preventable causes from 4.30 to 4.60 deaths per 1,000 live births. **Conclusions:** The mortality rate in the first 24 hours of life and from preventable causes shows an increasing trend, suggesting that investments in care during the neonatal period were insufficient to reverse the trend, requiring additional efforts to face it.

Keywords: Cause of death. Early Neonatal Mortality. Epidemiological studies. Prediction. Public Health.

Introduction

Neonatal mortality, which occurs in the first 28 days of life, is an important health indicator of a population [1]. The closer the day of birth the greater the risk of death. The first 24 hours of life correspond to the most vulnerable time for the neonate, as it requires constant and effective care that reduces the risks of unfavorable outcomes [2].

The magnitude of neonatal deaths is measured by calculating the neonatal mortality rate (0 to 27 days), which can be analyzed by components: early neonatal (0 to 6 days) or late neonatal (7 to 27 days) [3]. Between the years 1990 and 2019, the global neonatal mortality rate declined from 36.7 to 17.5 per thousand live births and, in Brazil, it went from 25.3 to 7.9 deaths per thousand live births [4]. Deaths occurring in the first 24 hours of life represent an important proportion (25% to 45%) of global neonatal mortality [5].

In Brazil, it is possible to note that, among the major regions, the mortality rate in the first 24 hours of life shows variations. In the time series from 2000 to 2019, the Northeast region stands out with the highest rates, which ranged from 6.1 to 3.8, respectively. During the period, the region that presented the highest percentage reduction in the rate was the Southeast (45.2%), followed by the South (42.5%) [6]. In the state of Pernambuco, in the time series from 2000 to 2016, 30,119 neonatal deaths occurred, representing 60.6% of infant deaths. Of this total, 68.1% were due to preventable causes in the early neonatal period [7].

The relation of neonatal deaths with health care makes these deaths potentially preventable [8]. Methods and ranking lists were developed to discuss preventable causes of infant and neonatal death [9]. Some methods were developed in different parts of the world, among them in Chile (1979), Europe (1980), the United States (1989), and in Brazil (2007) with the Brazilian List of Preventable Causes of Death through Interventions of the Unified Health System – SUS [9].

The application of preventability methods allows for the identification of the main etiological factors involved in neonatal deaths, especially in the first 24 hours of life [10]. This

approach, as an integral part of the discussion of death, assists in raising funds to invest in planning effective interventions directed to reduce deaths in this critical healthcare period [10].

In Brazil, it was provided that infant and fetal death surveillance is mandatory in the (public and private) healthcare services included in SUS [11]. This initiative induced the identification of preventable deaths and the strengthening of management commitments to the identification of determinant factors to potentiate the network [12]. The institution of surveillance of these deaths has benefited the actual elucidation of the underlying and associated causes and the preventability criteria, and contributed to the completeness of the Medical Certificate of Death (DO) variables, reducing the percentage of blank and ignored variables [13].

Surveillance and systematic monitoring of the temporal behavior of such early death indicators are strategies that support the decisions of policymakers and health services managers to improve maternal and neonatal health care [14]. Time-series analysis studies, which aim to estimate states of health using the prediction of indicators is a strategy that should be given priority, since it is also a low-cost type of study [14, 15]. One of the most common methods for prediction is the Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA), which only requires data in a given time frame [16].

Few studies analyzed infant mortality and its components based on the ARIMA model. Therefore, the study aimed to analyze the time pattern and estimate the mortality rates in the first 24 hours of life and due to preventable causes in the state of Pernambuco from 2000 to 2019.

Methods

This is an ecological time-series study, where the quarter was the time unit of analysis. The choice of the unit of analysis resulted from the assumption of a minimum 50 observations

that the time series should have for the estimation of the autocorrelation coefficient, and thus build an acceptable model [17].

The choice of the unit also took into account the analysis of the variability of the rate calculated for the state during one year, in which the quarter showed the lowest variation.

The study was carried out in the state of Pernambuco, located in the Northeast region of Brazil, with a land area of 98,068.021 km². Deaths reported in the first 24 hours of life and live births from 2000 to 2019 in the state were included. As a data source, we used official data from the Information Technology Department of the Unified Health System (DATASUS) of the Ministry of Health of Brazil: Mortality Information System (SIM) and Live Birth Information System (Sinasc) [6].

The mortality rate is calculated as the number of deaths in the first 24 hours of life divided by the total number of live births, multiplied by 1,000. The mortality rate due to preventable causes is calculated as the number of deaths in the first 24 hours of life due to preventable causes divided by the total number of live births, multiplied by 1,000.

The preventability of deaths in the first 24 hours of life was analyzed using the Brazilian List of causes of death that can be prevented with interventions of SUS for children under the age of five, which classifies deaths into three groups of causes: preventable, ill-defined, and other causes of death (not clearly preventable) [18]. This classification considers different medical device densities available to the population in the Brazilian healthcare context [18].

We analyzed the historical series of mortality rate and mortality rate due to preventable causes in the first 24 hours of life and estimated future numbers (prediction). The analysis of the series used the Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) model. The software used was R version 3.6.1. The ARIMA method enabled the diagnosis of the stationary condition in the series and to identify a proper model through the series' own data, creating an iterative cycle composed of steps that supplement one another.

The autocorrelation function (ACF) and partial autocorrelation function (PACF) plots helped to identify the seasonality and stationarity condition through the loss of statistical significance of the autocorrelation coefficients over time lags. The Augmented Dickey-Fuller test (ADF) was used to test the alternative hypothesis of stationarity.

The general function of the ARIMA model is a combination of the following parameters: past autoregressive values (p) and noise, moving averages, (q) past, and, when the series is not stationary, differentiations are applied (d) to make it stationary [17]. Thus, the ACF plot is a statistical parameter that will determine whether past values (p) are related to present values, while the PACF plot indicates whether past noises are correlated with present data (q) [17]. Thus, experimental models were identified before defining the adjusted model.

Finally, the final model was validated through Ljung Box's Q-statistics analysis, which tests the hypothesis that the residuals are not autocorrelated. After the validation phase, a forecast was made for the five-year post-sample period (2019-2023), which corresponded to twenty-one (21) estimated points.

The paper was approved by the Research Ethics Committee of Universidade Federal de Pernambuco under Certificate of Presentation for Ethical Consideration (CAAE) number 36549020.0.0000.5208. Research funding was provided by the Coordination for Improvement of Higher Education Personnel – CAPES – Brazil.

Results

In the study period, 52,831 infant deaths were reported; of these 13,601 (25.7%) occurred in the first 24 months of life. The total number of deaths due to preventable causes in the study was 10,497 (77.2% of total deaths reported in the first 24 hours of life). The mortality rate in the first 24 hours of life in this period varied from 7.0 to 3.6 deaths per thousand live births, and the mortality rate in the first 24 hours due to preventable causes, from 5.6 to 2.5

preventable deaths per thousand live births. The average mortality rate for the period was 4.7 deaths per 1,000 live births and 3.6 deaths due to preventable causes (Figure 1).

Figure 1. Mortality (A) and mortality rates due to preventable causes (B) in the first 24 hours of life according to trimesters and its respective autocorrelation (ACF) and partial autocorrelation (PACF) functions, Pernambuco, Brazil, 2000 to 2019.

[Insert figure 1.]

The plot of the two series analyzed describes a variable but stable behavior throughout the period analyzed (Figure 1). This characteristic is evidenced by the result of the Augmented Dickey-Fuller test (ADF) with a significant p -value for both series: mortality rate ($p = 0.02$) and mortality rate due to preventable causes ($p = 0.03$), therefore, both series are stationary, requiring no differentiation.

The correlograms evidence that the series are stationary (loss of statistical significance of the autocorrelation coefficients) and suggest potential ARIMA models for both series (Figure 1). After modeling the ARIMA combinations, the models that best adjusted to both series were those with the lowest values for the Akaike (AIC) and Bayesian Information Criterion (BIC) and the lowest number of parameters (parsimonious model) (Table 1). The analysis of residuals did not violate the assumptions, lying within the confidence level with normal distribution, proving that the final models are suitable for predicting the rates.

Table 1. Adjusted models for mortality and mortality rates due preventable causes in the first 24 hours. Pernambuco, 2000-2019

Models	AR (order p)	AR (p-value)	I (order d)	MA (order q)	MA (p-value)	AIC	BIC
ARIMA (3,0,3) MORTALITY RATE	3	<0,001	0	3	<0,001	242.031	266.382
ARIMA (3,0,3) MORTALITY RATE DUE TO PREVENTABLE CAUSES	3	<0,001	0	3	<0,001	232.975	257.327

For predicting these two series we considered five years (from 2020 to 2024), amounting to 21 points of the forecast. It is possible to note that the mortality rate in the first 24 hours of life varied from 5.46 to 5.93 per 1,000 live births, and the mortality rate due to preventable causes increased from 4.30 to 4.60 per 1,000 live births (Figure 2 and 3) (Table 2).

[Insert figure 2 and 3.]

Table 2. Forecast of quarterly mortality rates in the first 24 hours of life and from preventable causes in the state of Pernambuco between 2020 and 2024

Period	Mortality rate in the first 24 hours of life (CI 95%)	Mortality rate due to preventable causes in the first 24 hours of life (CI 95%)
January to March, 2020	5.46 (4.00-6.92)	4.30 (2.91-5.69)
April to June, 2020	5.26 (3.64-6.88)	4.32 (2.86-5.79)
July to September, 2020	5.30 (3.62-6.97)	4.31 (2.83-5.80)
October to December, 2020	5.52 (3.84-7.19)	4.31 (2.83-5.80)
January to March, 2021	5.62 (3.93-7.30)	4.35 (2.87-5.84)
April to June, 2021	5.55 (3.82-7.28)	4.40 (2.89-5.91)
July to September, 2021	5.51 (3.73-7.29)	4.42 (2.87-5.98)
October to December, 2021	5.60 (3.81-7.39)	4.42 (2.85-5.99)
January to March, 2022	5.70 (3.91-7.50)	4.42 (2.85-5.99)
April to June, 2022	5.72 (3.91-7.53)	4.45 (2.88-6.02)
July to September, 2022	5.70 (3.86-7.53)	4.49 (2.90-6.08)
October to December, 2022	5.72 (3.87-7.57)	4.51 (2.90-6.12)
January to March, 2023	5.78 (3.93-7.64)	4.51 (2.89-6.13)
April to June, 2023	5.83 (3.96-7.69)	4.51 (2.89-6.14)
July to September, 2023	5.83 (3.96-7.70)	4.53 (2.91-6.16)
October to December, 2023	5.83 (3.95-7.71)	4.56 (2.93-6.20)
January to March, 2024	5.86 (3.98-7.75)	4.58 (2.93-6.23)
April to June, 2024	5.90 (4.01-7.79)	4.58 (2.93-6.24)
July to September, 2024	5.92 (4.02-7.82)	4.59 (2.93-6.24)
October to December, 2024	5.93 (4.02-7.83)	4.60 (2.94-6.26)

Legend:

CI = Confidence Interval

Discussion

The results of the study show a stationary behavior of the rates analyzed with an increasing trend in the forecast for the years 2020 to 2025, which represents an increase of 8.6% for mortality and 6.9% for mortality due to preventable causes in the first 24 hours of life. This result shows the importance of studies that analyze the trend to optimize health care services and use resources rationally, reducing such early deaths [19].

The results showed an important proportion of preventable deaths to the total number reported in the first 24 hours of life. An ecological study that assessed the trend in preventable neonatal mortality in the major regions of Brazil showed that 76% of neonatal deaths could have been avoided [19]. The preventability of deaths that occurred in the first 24 hours of life reflects health inequities, which are attributed to socioeconomic, biological, and healthcare inequalities [20].

The forecast behavior of the variable at stake supports the literature review, as it points to resistance in reducing such early deaths, especially in the first 24 hours of life. Early and potentially preventable deaths require universal public interventions and guaranteed health care that have a positive impact on mortality reduction [7].

The ARIMA model enabled the identification of a stationary pattern for the mortality rates and mortality rates due to preventable causes during the period analyzed. A study that assessed the impact of community actions directed to the perinatal period demonstrated that the neonatal mortality rate used to show a stationary pattern in the past [21]. In the state of Maranhão, in the historical series from 2001 to 2015, the trend for early neonatal mortality was stationary [22]. This type of pattern entails actions that need to be intensified, such as early prenatal care, access to health care and resolute attention during and after labor [22]. The lack of or little investment in socioeconomic improvements and in healthcare services for pregnant women and babies are predictors of this stationarity [23].

The results evidence that the forecasts made for both rates increased from 2020 to 2024. A model made in China showed that, in the neonatal period, a slight increase was noted in the rate forecasted for a five-year period (2016 to 2020) as a result of some transitions in society, such as advanced maternal age, obesity/diabetes/hypertension in pregnant women, increased rate of C-sections, air pollution, among others [24].

In counterpoint to the expected increasing trend evidenced in the results of this study, in Nigeria, the ARIMA model predicted a consistent decrease in the indicator by 16% in 2019 and 2020, from 33.0 to 17.8 per 1,000 live births [25]. This means that the implementation of the Integrated Maternal, Newborn, and Child Health Strategy and the increased availability of neonatal intensive care are showing promising effects in the reduction of early deaths [25, 26]. Using the prediction technique provided by the method favors healthcare programs directed to maternal and child health strategies, as it allows the comparison of predicted data with goals agreed in local and international healthcare policies [15].

As this is an event characterized as stochastic, it should be considered that the findings in this study are a probable way the event will behave. It must be emphasized, however, that the predictions presented through the technique are influenced by political, social, and economic issues, especially when there are scenarios of restrictions on social policies to compensate for inequalities in society [27]. Special attentions should be paid to Public Health Emergencies of National and International Concern, such as the coronavirus pandemic, which made the Brazilian population vulnerable and, in particular, pregnant and postpartum women and the network of public health and maternal and child health care services in the country [27].

The results of the study showed, in the diagnostic and validation phase, that the models chosen for both series were relevant, evidencing that the errors are white noise and that the adjusted model and the ARIMA specification are adequate. The incorporation of the ARIMA method in the analysis of infant deaths, and by components, presents itself as another tool for planning health management interventions [15].

As an example of the use of the ARIMA model, a study carried out in India assessed the performance of some states regarding infant mortality and showed that the method was satisfactory in forecasts, evidencing that some states would not be able to achieve the goal of a 2017 national policy of 29 deaths per 1,000 live births until 2019 [28]. Accordingly, to the

results, the forecast methods may be applied to change healthcare practices and direct the preparation of public health policies [29, 30]. In addition to being a methodology that allows for the use of data from official sources and that has low operating costs [29].

However, the use of this type of modeling in decision-making and health policy-making in the poorest countries is still a challenge. Whether due to the absence of or weaknesses in the systematic collection of epidemiological data or the difficulty to consolidate quality information systems and create a culture of data use [30].

The limitations of the study refer to the use of secondary data, which are subject to underreporting. Another limitation refers to the use of the ARIMA model, which is based on the assumption that the study event is treated as a uniform (linear) behavior during the period observed [17].

The ARIMA models showed satisfactory estimates for mortality rates and mortality rates due to preventable causes in the first 24 hours of life. The forecast of increasing rates points out that the efforts of qualification and expansion of the continuous healthcare invested in the state were not enough, which invites us to make additional studies on the delivery and birth healthcare network. Thus, we expect that the results found may contribute to the formulation of strategies and decision-making in order to reduce neonatal deaths.

This work was supported by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) [Finance code 001].

Declaration of Conflicting Interests: The Authors declares that there is no conflict of interest

REFERENCES

1. Mulu GB, Gebremichael B, Wondwossen Desta K, Adimasu Kebede M, Asmare Aynalem Y, Bimirew Getahun M. Determinants of Low Birth Weight Among Newborns Delivered

- in Public Hospitals in Addis Ababa, Ethiopia: Case-Control Study. *Pediatric Health Med Ther.* 2020;24(11):119-126.
2. Bogale TN, Worku AG, Bikis GA, Kebede ZT. Why gone too soon? Examining social determinants of neonatal deaths in northwest Ethiopia using the three-delay model approach. *BMC Pediatr.* 2017; 17(1):216.
 3. França EB, Lansky S, Rego MAS, Malta DC, França JS, Teixeira R, et al. Leading causes of child mortality in Brazil, in 1990 and 2015: estimates from Global Burden of Disease study. *Rev. bras. epidemiol., São Paulo.* 2017;20(suppl 1):46-60.
 4. United Nations Inter-Agency Group for Child Mortality Estimation [UN IGME]. 19 setembro de 2019. Available at: <https://childmortality.org/data>. Retrieved on: March 6, 2020.
 5. Baqui AH, Mitra DK, Begum N, Hurt L, Soremekun S, Edmond K, et al. Neonatal mortality within 24 hours of birth in six low- and lower-middle-income countries. *Bull World Health Organ.* 2016; 94(10): 752-758.
 6. Brasil. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do SUS. DATASUS [Online]. 2021. Available from: <https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/>
 7. Lima SS, Braga MC, Vanderlei LCM, Luna CF, Frias PG. Assessment of the impact of prenatal, childbirth, and neonatal care on avoidable neonatal deaths in Pernambuco State, Brazil: an adequacy study. *Cad. Saúde Pública.* 2020;36(2).
 8. Fonseca SC, Kale PL, Teixeira GHMC, Lopes VGS. Avoidability of fetal deaths: reflections on the Brazilian List of Avoidable Causes of Deaths through interventions by the Brazilian Unified National Health System. *Cad. Saúde Pública.* 2021;37(7).
 9. Dias BAS, Santos Neto ET, Andrade MAC. Classification systems for avoidability of infant deaths: different methods, different repercussions? *Cad. Saúde Pública.* 2017;33(5).

10. Lehtonen L, Gimeno A, Parra-Llorca A, Vento M. Early neonatal death: A challenge worldwide. *Semin. fetal neonatal med.* 2017;22(3):153-160.
11. Brasil. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria nº 72, de 11 de janeiro de 2010. Estabelece que a vigilância do óbito infantil e fetal é obrigatória nos serviços de saúde (públicos e privados) que integram o Sistema Único de Saúde (SUS). Diário Oficial da União, Brasília, DF, jan 12; Seção 1:29.
12. Ruoff AB, Andrade SR, Piccoli T. The analysis process of preventable cases of child and fetal death: single-case study. *Texto contexto - enferm.* 2018;27(4): e4030017.
13. Saltarelli RMF, Prado RR, Monteiro RA, Malta DC. Trend in mortality from preventable causes in children: contributions to the evaluation of the performance of public health services in the southeast region of Brazil. *Rev. bras. epidemiol.*, 2019;22; e190020.
14. Oliveira CM, Bonfim CV, Guimarães MJB, Frias PG, Medeiros ZM. Infant mortality: temporal trend and contribution of death surveillance. *Acta Paul Enferm.* 2016;29(3):282-290.
15. Nyoni SP, Nyoni T. Modeling and forecasting Infant deaths in Zimbabwe using ARIMA Models. *JournalNX - A Multidisciplinary Peer Reviewed Journal.* 2020;6(7):142-151.
16. Mishra, AK, Sahana C, Manikandan M. Forecasting Indian infant mortality rate: An application of autoregressive integrated moving average model. *J Family Community Med.* 2019;26(2):123-126.
17. Jaime AA. Introducción al tratamiento de series temporales: aplicación de las ciencias de la salud. Madrid: Díaz de Santos; 1994.
18. Malta DC, Sardinha LMV, Moura L, Lansky S, Leal MC, Szwarcwal CL, et al. Update of avoidable causes of deaths due to interventions at the Brazilian Health System. *Epidemiol. Serv. Saúde.* 2010;19(2):173-176, 2010.

19. Prezotto KH, Oliveira RR, Pelloso SM, Fernandes CAM. Trend of preventable neonatal mortality in the States of Brazil. *Rev Bras. Saude Mater. Infant.* 2021;21(1):291-299.
20. Wang XL, Wang J, Yuan L, Shi WJ, Cao Y, Chen C. Trend and causes of neonatal mortality in a level III children's hospital in Shanghai: a 15-year retrospective study. *World J Pediatr.* 2018;14(1):44-51.
21. Eriksson L, Nga NT, Hoa DTP, Duc DM, Bergström A, Wallin L, et al. Secular trend, seasonality and effects of a community-based intervention on neonatal mortality: follow-up of a cluster-randomised trial in Quang Ninh province, Vietnam. *J Epidemiol Community Health.* 2018;72(9):776-782.
22. Souza CDF, Albuquerque AR, Cunha EJO, Silva Junior LCF, Silva JVM, Santos FGB, et al. New century, old problems: infant mortality trend and its components in the northeast region of Brazil. *Cad Saúde Colet.* 2021;29(1):133-142.
23. Freitas JLG, Alves JC, Pereira PPS, Moreira KFA, Farias ES, Cavalcante DFB. Child mortality for avoidable causes in Rondônia: temporal series study, 2008-2018. *Rev Gaúcha de Enferma.* 2021;42:e20200297.
24. Cao H, Wang J, Li Y, Li D, Guo J, Hu Y, et al. Trend analysis of mortality rates and causes of death in children under 5 years old in Beijing, China from 1992 to 2015 and forecast of mortality into the future: an entire population-based epidemiological study. *BMJ Open.* 2017;7.
25. Usman A, Sulaiman MA, Abubakar I. Trend of Neonatal Mortality in Nigeria from 1990 to 2017 using Time Series Analysis. *J. Appl. Sci. Environ. Manage.* 2019;23(5): 865-869.
26. Nwokiki C, Offorha BC, Obubu M, Uche-Ikonne O. ARIMA Modelling of Neonatal Mortality in Abia State of Nigeria. *AJPAS.* 2020;6(2): 54-62.
27. Castro JA. Social protection in times of Covid-19. *Saúde em Debate.* 2020; 44(n.spe4): 88-99.

28. Singh MP, Singh RD. Predicting infant mortality in India using time series models. *International Journal of Statistics and Applied Mathematics*. 2018; 3(5): 33-42.
29. Slama A, Śliwczyński A, Woźnica J, Zdrolik M, Wiśnicki B, Kubajek J, et al. Impact of air pollution on hospital admissions with a focus on respiratory diseases: a time-series multi-city analysis. *Environ Sci Pollut Res*, 2019, 26:16998:17009.
30. Vankan E, Kuijk SM, Nijhuis JG, Aardenburg R, Delemarre FMC, Dirksen CD, et al. External validation of a prediction model on vaginal birth after caesarean in The Netherlands: a prospective cohort study. *J. Perinat. Med.* 2021, 49(3):357-363.

Figure 1. Mortality (A) and mortality rates due to preventable causes (B) in the first 24 hours of life according to trimesters and its respective autocorrelation (ACF) and partial autocorrelation (PACF) functions, Pernambuco, Brazil, 2000 to 2019.

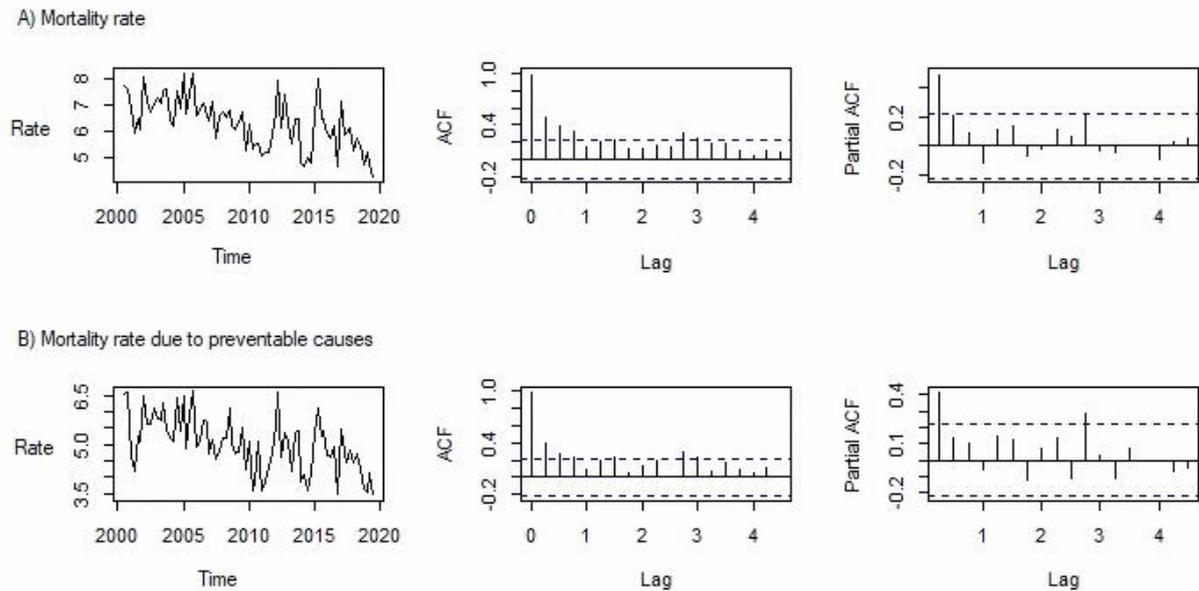


Figure 2. Prediction (2020 to 2025) of the mortality rate in the first 24 hours of life, Pernambuco, Brazil.

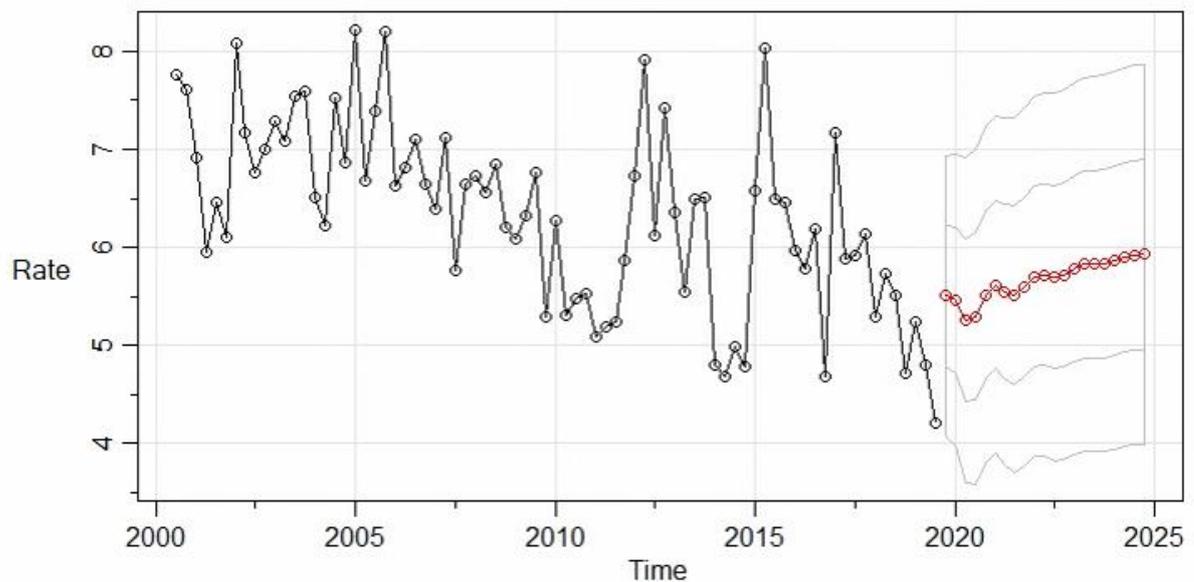
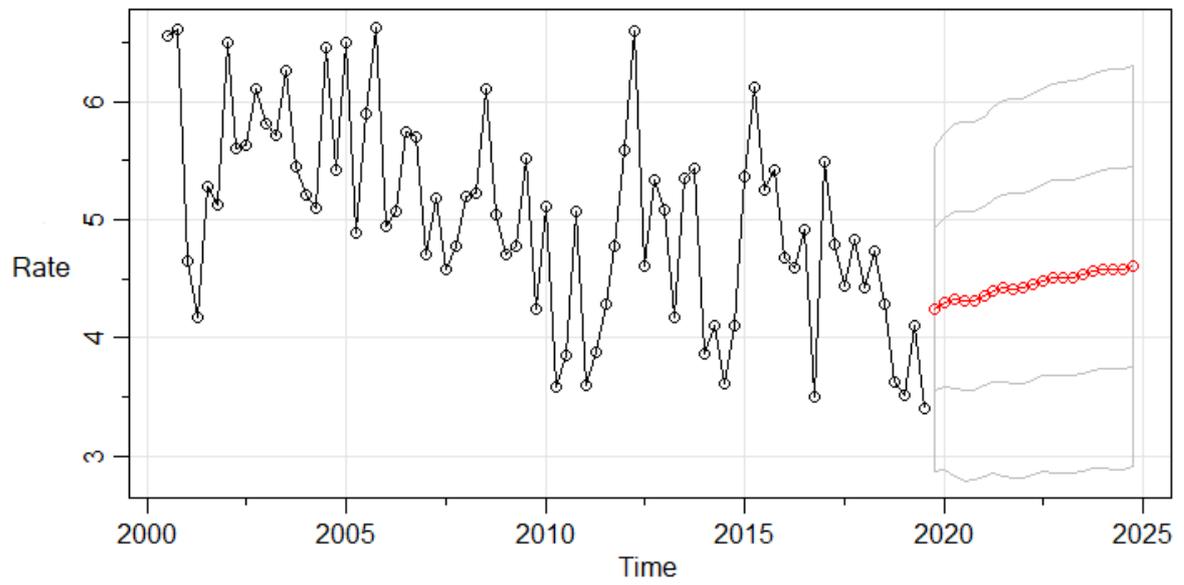


Figure 3. Prediction (2020 to 2025) of the mortality rate in the first 24 hours of life due to preventable causes, Pernambuco, Brazil.



7 CONCLUSÃO

As previsões que a modelagem ARIMA proporciona podem anteceder as ações estratégicas e atenuar a carga de morbimortalidade, fazendo das previsões um meio para aumentar as alternativas para a tomada de decisões. Mesmo diante das limitações inerentes e externas ao método discutido, suas potencialidades, aplicações e versatilidade sobressaem-se, configurando um método viável na prática em saúde.

O estudo permitiu caracterizar as mortes ocorridas nas primeiras 24 horas de vida segundo os determinantes distais, intermediários e proximais, e evidenciar sua evitabilidade. Essas mortes refletem o grau de vulnerabilidade social, a qual é potencializada em contextos de redução de recursos para as políticas públicas. Além disso, para evitar essas mortes precoces, os dados do estudo mostram que é necessário investir nos cuidados prestados em todos os ciclos que perpassam o nascimento, principalmente no pré-natal e parto.

O estudo permitiu identificar desigualdades na distribuição da ocorrência dos óbitos ocorridos nas primeiras 24 horas de vida e sua evitabilidade. Os *clusters* de municípios identificados configuraram áreas prioritárias de intervenção para garantir a efetivação da uma rede de cuidados maternos e neonatais. O método estatístico de varredura espacial permitiu estimar coeficientes de riscos para a taxa de mortalidade e por causas evitáveis nas primeiras 24 horas de vida, que poderão ser utilizados nos serviços de saúde subsidiando o planejamento e avaliação de políticas de saúde que visem a redução da mortalidade infantil e seus componentes.

Os modelos ARIMA apresentaram estimativas satisfatórias para as taxas de mortalidade e por causas evitáveis nas primeiras 24 horas de vida. A estacionariedade identificada em ambas as taxas aponta que os esforços na qualificação e ampliação do contínuo assistencial investido no estado não foram suficientes, o que convida a elaboração de estudos qualitativos sobre a rede de cuidados ao parto e nascimento. Desse modo, espera-se que os resultados encontrados possam contribuir para a formulação de estratégias e tomada de decisões com o intuito de reduzir as mortes neonatais.

REFERÊNCIAS

- AHETO, J.M.K. Predictive model and determinants of under-five child mortality: evidence from the 2014 Ghana demographic and health survey. **BMC pregnancy childbirth**, v.19, n. 64, p.10, 2019. Disponível em: <https://bmcpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-019-6390-4> Acesso em: 14 abril 2020.
- ANDEGIORGISH, A.K. et al. Neonatal mortality and associated factors in the specialized neonatal care unit Asmara, Eritrea. **BMC Public Health**, v.20, n.10, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12889-019-8118-x>. Acesso em: 14 abril 2020.
- AVOKA, J.A. et al. Maternal and neonatal characteristics that influence very early neonatal mortality in the Eastern Regional Hospital of Ghana, Koforidua: a retrospective review. **BMC research notes**, v.11, n.1, 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5795793/>. Acesso em: 18 março 2020.
- BATISTA, C.B.; CARVALHO, M.L.; VASCONCELOS, A.G.G. Acesso e utilização de serviços de saúde como fatores associados à mortalidade neonatal no Norte, Nordeste e Vale do Jequitinhonha, Brasil. **J. Pediatr. (Rio J.)**, Porto Alegre, v.94, n.3, p.293-299, 2018. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0021-75572018000300293&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 21 março 2020.
- BAZZANO, A.N. et al. Neonatal deaths in Cambodia: findings from a community-based mortality review. **BMC Res Notes**, v.12, n.236, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13104-019-4265-5> Acesso em: 14 abril 2020.
- BENVENUTO, D. et al. Application of the ARIMA model on the COVID-2019 epidemic dataset. **Data in brief**, v.19, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105340>. Acesso em: 15 abril 2020.
- BHATIA, A.; KRIEGER, N.; SUBRAMANIAN, S.V. Learning From History About Reducing Infant Mortality: Contrasting the Centrality of Structural Interventions to Early 20th-Century Successes in the United States to Their Neglect in Current Global Initiatives. **TheMilbankQuarterly**, v.97, n.1, p.285-345, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1468-0009.12376>. Acesso em: 04 março 2020.
- BOERMA, T. et al. Countdown to 2030: tracking progress towards universal coverage for reproductive, maternal, newborn, and child health. **The Lancet**, Canadá, v.391, p.1538-48, 2018. Disponível em: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(18\)30104-1/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(18)30104-1/fulltext). Acesso em: 06 dezembro 2019.
- BOGALE, T.N. et al. Why gone too soon? Examining social determinants of neonatal deaths in northwest Ethiopia using the three delay model approach. **BMC Pediatr.**, v17, n.1, 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29282018>. Acesso em: 08 março 2020.
- BOUTAYEB, A. et al. Infant mortality in Sudan: Health equity, territorial disparity and social determinants of health. **Journal of public health in Africa**, v.10, n.2, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.4081/jphia.2019.1015>. Acesso em: 09 abril 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do SUS. **DATASUS**. 2021. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/> .

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria nº 72, de 11 de janeiro de 2010. Estabelece que a vigilância do óbito infantil e fetal é obrigatória nos serviços de saúde (públicos e privados) que integram o Sistema Único de Saúde (SUS). Diário Oficial da União, Brasília, DF, jan 12; Seção 1:29.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 1271 de 6 de junho de 2014. Define a Lista Nacional de Notificação Compulsória de doenças, agravos e eventos de saúde pública nos serviços de saúde públicos e privados em todo o território nacional, nos termos do anexo, e dá outras providências. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2014/prt1271_06_06_2014.html.

CARLO, W.A.; TRAVERS, C.P. Mortalidade materna e neonatal: hora de agir. **J. Pediatr. (Rio J.)**, v. 92, n. 6, p. 543-545, 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0021-75572016000700543&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 31 março 2020.

CARVALHO, C. A. et al. Changes in Infant and Neonatal Mortality and Associated Factors in Eight Cohorts from Three Brazilian Cities. **Scientific reports**, v.10, n.1, p. 3249, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-59910-7>. Acesso em: 10 abril 2020.

CASTRO, E.C.M.; LEITE, A.J.M.; GUINSBURG, R. Mortalidade com 24 horas de vida de recém-nascidos pré-termo de muito baixo peso da Região Nordeste do Brasil. *Rev. Paul. Pediatr.*, v. 34, n.1, p.106-113, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rpped.2015.08.011>. Acesso em: 14 abril 2020.

CUNHA, A.C. et al . Avaliação da atenção ao pré-natal na Atenção Básica no Brasil. **Rev. Bras. Saude Mater. Infant.**, Recife, v.19, n. 2, p. 447-458, 2019. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-38292019000200447&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 23 novembro 2019.

DIAS, B.A.S. et al . Análise espacial dos óbitos infantis evitáveis no Espírito Santo, Brasil, 2006-2013. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v.28, n.3, 2019. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2237-96222019000300301&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 06 março 2020.

FERREIRA, P.G.C. Processos não estacionários. *In*: BARROS, A.C. et al. **Análise de Séries Temporais em R: um curso introdutório**. 1.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018. p. 95-120.

FERREIRA, P.G.C.; DUCA, V.E.L.A. Modelos de suavização exponencial. *In*: BARROS, A.C. et al. **Análise de Séries Temporais em R: um curso introdutório**. 1.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018. p. 75-93.

FRANÇA, E.B, et al. Principais causas da mortalidade da infância no Brasil, em 1990 e 2015: estimativas do estudo de Carga Global de Doença. **Rev. bras. epidemiol.**, São Paulo, v. 20, supl. 1, p. 46-60, 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-790X2017000500046&lng=en&nrm=iso. Acesso em 04 dezembro 2019.

FOREMAN, K.J. et al. Forecasting life expectancy, years of life lost, and all-cause and cause-specific mortality for 250 causes of death: reference and alternative scenarios for 2016-40 for 195 countries and territories. **The Lancet**, v.392, p.2052-90, 2018. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31694-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31694-5). Acesso em: 31 março 2020.

FRIAS, P.G. et al. Vigilância do óbito: uma ação para melhorar os indicadores de mortalidade e a qualidade da atenção à saúde da mulher e da criança. *In*: Bittencourt, S.D.A. (Org.) **Vigilância do óbito materno, infantil e fetal e atuação em comitês de mortalidade**. Rio de Janeiro, EAD/Ensp, 2013. 268 p.

GARCIA, L.P.; FERNANDES, C.M.; TRAEBERT, J. Risk factors for neonatal death in the capital city with the lowest infant mortality rate in Brazil. **J. Pediatr. (Rio J.)**, v. 95, n. 2, p. 194-200, 2019. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0021-75572019000200194&lng=en&nrm=iso. Acesso em 06 dezembro 2019.

GOLDENBERG, R.L.; MCCLURE, E.M.; SALEEM, S. Improving pregnancy outcomes in low- and middle-income countries. **Reprod Health**, v.15, n.88, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12978-018-0524-5>. Acesso em: 26 março 2020.

GUERRA, A.B. et al. Can the primary health care model affect the determinants of neonatal, post-neonatal and maternal mortality? A study from Brazil. **BMC health services research**, v.19, n.1, p. 133, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12913-019-3953-0> Acesso em: 14 abril 2020.

GUINSBURG, R. et al. Annual trend of neonatal mortality and its underlying causes: population-based study-São Paulo State, Brazil, 2004-2013. **BMC Pediatr**, v. 21, n.54, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12887-021-02511-8>.

HUYNH, M. et al. Spacial social polarization and birth outcomes: preterm birth and infant mortality- New York City, 2010-14, **Scand. j. public health**, New York, v.46, p.157-166, 2018. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1403494817701566>. Acesso em: 09 dezembro 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). **IBGE Cidades**. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/panorama>. Acesso em: 01 de maio de 2020.

IULIANO, A.D. et al. Estimates of global seasonal influenza-associated respiratory mortality: a modelling study. **Lancet** (London, England), v. 391, n.10127, p.1285-1300, 2018. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)33293-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)33293-2). Acesso em: 04 março 2020.

JAIME, A.A. **Introducción al tratamiento de series temporales: aplicación de las ciencias de la salud**. Madrid: Díaz de Santos; 1994.

KANAMORI, M.; KONDO, N.; NAKAMURA, Y. Infant mortality rates for farming and unemployed households in the Japanese prefectures: An ecological time trend analysis, 1999-2017. **J Epidemiol.**, 2020. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jea/advpub/0/advpub_JE20190090/_article/-char/en. Acesso em: 06 março 2020.

KARLSSON, L.; LUNDEVALLER, E.H.; SCHUMANN, B. Season of birth, stillbirths, and neonatal mortality in Sweden: the Sami and non-Sami population, 1800-1899. **Int J Circumpolar Health**, v.78, n.1, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/22423982.2019.1629784>. Acesso em: 14 abril 2020.

KC, A. et al. Trends for Neonatal Deaths in Nepal (2001-2016) to Project Progress Towards the SDG Target in 2030, and Risk Factor Analyses to Focus Action. **Matern Child Health J.**, v. 24, Sup 1, p. 5-14, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10995-019-02826-0> Acesso em: 10 abril 2020.

KEELING, J.W. et al. Classification of perinatal death. **Arch Dis Child**, v.64, n.10, p. 1345-1351, 1989. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1590112/>. Acesso em: 07 março 2020.

KEIEL, G.; BENDER, F.A. Modelagem de séries temporais financeiras: uma abordagem estatística para a identificação de modelos de média condicional. **Scientia cum Industria**, v. 6, n.1, p.22-28, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18226/23185279.v6iss1p22>. Acesso em: 15 abril 2020.

KHAJAVI, A. et al. Desigualdades socioeconômicas na mortalidade neonatal e pós-natal: Evidências do Irã rural, 1998-2013. **Int J Equity Health.**, v.16, n.1, p.83, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12939-017-0570-6>. Acesso em: 10 abril 2020.

KIM, H.J. et al. Measuring the Burden of Disease Due to Preterm Birth Complications in Korea Using Disability-Adjusted Life Years (DALY). **Int. J. Environ. Res. Public Health**, v.16, n.519, p. 1-12, 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6388252/>. Acesso em: 24 novembro 2019.

KOSOWAN, L. et al. Maternal social and economic factors and infant morbidity, mortality, and congenital anomaly: are there associations? **Fam. commum. health.**, v.42, n.1, 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30431469>. Acesso em: 02 janeiro 2020.

LEHTONEN, L. et al. Early neonatal death: A challenge worldwide. **Semin. fetal neonatal med.**, v.22, n.3, 2017. Disponível em: [https://www.sfnjournal.com/article/S1744-165X\(17\)30021-5/fulltext#articleInformation](https://www.sfnjournal.com/article/S1744-165X(17)30021-5/fulltext#articleInformation). Acesso em: 14 março 2020.

LIMA, S.S. et al. Avaliação do impacto de programas de assistência pré-natal, parto e ao recém-nascido nas mortes neonatais evitáveis em Pernambuco, Brasil: estudo de adequação. **Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro**, v. 36, n. 2, 2020. Disponível em: <http://cadernos.ensp.fiocruz.br/csp/artigo/987/avaliacao-do-impacto-de-programas-de-assistencia-pr-natal-parto-e-ao-recem-nascido-nas-mortes-neonatais-evitveis-em-pernambuco-brasil-estudo-de-adequacao>. Acesso em: 22 fevereiro 2020.

LOHELA, T. J. et al. Comparing socioeconomic inequalities between early neonatal mortality and facility delivery: Cross-sectional data from 72 low- and middle-income countries. **Scientific reports**, v.9, n.1, p. 9786. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45148-5>. Acesso em: 14 abril 2020.

LUZ, G.S.; KARAM, S.M.; DUMITH, S.C. Anomalias congênitas no estado do Rio Grande do Sul: análise de série temporal. **Rev. bras. epidemiol.**, v. 22, 2019. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-790X2019000100435&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 15 abril 2020.

MALTA, D.C. et al. Atualização da lista de causas de mortes evitáveis por intervenções do Sistema Único de Saúde do Brasil. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v.19, n.2, p.173-176, 2010. Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742010000200010&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 15 novembro 2019.

MALTA, D.C. et al. Lista de causas de mortes evitáveis por intervenções do Sistema Único de Saúde do Brasil. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v.16, n.4, p.233-44, 2007. Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742007000400002. Acesso em: 15 novembro 2019.

MAIA, L.T.S.; SOUZA, W.V.; MENDES, A.C.G. Determinantes individuais e contextuais associados à mortalidade infantil nas capitais brasileiras: uma abordagem multinível. **Cad. Saúde Pública**, v. 36, n. 2, 2020. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2020000205012&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 09 abril 2020.

MISHRA, A. K.; SAHANAA, C.; MANIKANDAN, M. Forecasting Indian infant mortality rate: An application of autoregressive integrated moving average model. **Journal of family & community medicine**, v. 26, n. 2, p.123-126. Disponível: https://doi.org/10.4103/jfcm.JFCM_51_18. Acesso em: 04 março 2020.

MORETTIN, P.A.; TOLOI, C.M.C. **Análise de séries temporais**- 3.ed. ampliada. São Paulo: Blucher, 2018, 474p. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=UwC5DwAAQBAJ&pg=PA221&lpg=PA221&dq=ciclo+iterativo+ARIMA&source=bl&ots=IzKqnX5LQ_&sig=ACfU3U1ZL-GNMQm3KesB8sToZGLoSTk6fQ&hl=pt-BR&sa=X&ved=2ahUKEwjFi6yzge_nAhVvIbkGHeCbARkQ6AEwBHoECAoQAO#v=onepage&q=ciclo%20iterativo%20ARIMA&f=false. Acesso em: 20 maio 2020.

MOSLEY, W.H.; CHEN, L.C. An analytical framework for the study of child survival in developing countries: public health classics. **Bull. World Health Organ.**, v.81, n.2, p.140-145. 2003. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/71801>. Acesso em: 07 dezembro 2019.

NADERIMAGHAM, S. et al. Impact of rural family physician program on child mortality rates in Iran: a time-series study. **Popul Health Metrics**, v. 15, n.21, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12963-017-0138-0>. Acesso em: 04 março 2020.

NAVARRO, M.B. et al. Principales factores de riesgo de la morbilidad y mortalidad neonatales. **MediSan**, v.22, n.7, 2018. Disponível em: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=81628>. Acesso em: 02 janeiro 2020.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD [OPAS]. Indicadores básicos 2019: Tendencias de la salud en las Américas. Washington. 2019. Disponível em: <http://iris.paho.org/xmlui/handle/123456789/51543>. Acesso em: 25 novembro 2019.

ORSIDO, T.T.; ASSEFFA, N.A.; BERHETO, T.M. Predictors of Neonatal mortality in Neonatal intensive care unit at referral Hospital in Southern Ethiopia: a retrospective cohort study. **BMC pregnancy childbirth**, v.19, n. 83, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12884-019-2227-5> Acesso em: 23 novembro 2019.

ORTIZ, L.P. Agrupamento das causas evitáveis de morte dos menores de um ano segundo critério de evitabilidade das doenças. São Paulo: Fundação SEADE, 2000. Mimeo. Disponível em: https://www.saude.mg.gov.br/index.php?option=com_gmg&controller=document&id=2867 Acesso em: 20 fevereiro 2020.

OZA, S. et al. Neonatal cause-of-death estimates for the early and late neonatal periods for 194 countries: 2000-2013. **Bulletin of the World Health Organization**, v.93, n.1, p.19–28, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.2471/BLT.14.139790>. Acesso em: 04 março 2020.

PENHA, S.C. et al. Fatores de risco maternos associados à prematuridade de uma maternidade-escola. SANARE (Sobral, Online), Ceará, v.18, n.2, p.43-51, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.36925/sanare.v18i2.1373>. Acesso em: 01 agosto de 2020.

PEREIRA, S.B. et al. Boas práticas de atenção ao parto e ao nascimento na perspectiva de profissionais de saúde. **Rev. Bras. Enferm.**, Brasília, v.71, p. 1313-1319, 2018. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-71672018000901313&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 31 julho de 2020.

RAMOS, A.P.; WEISS, R.E.; HEYMANN, J.S. Improving program targeting to combat early-life mortality by identifying high-risk births: an application to India. **Popul Health Metrics**, v.16, n. 15, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12963-018-0172-6>. Acesso em: 23 novembro 2019.

RIVERA MIRANDA, M.A. et al. Asfíxia al nacer: factores de riesgo materno y su repercusión en la mortalidad neonatal. **Rev. inf. cient.**, Guantánamo, v. 97, n. 5, p. 1020-1030, oct. 2018. Disponível em: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-99332018000501020&lng=es&nrm=iso. Acesso em: 24 de novembro 2019.

RODRIGUES, N.C.P. et al. Temporal and spatial evolution of maternal and neonatal mortality rates in Brazil, 1997-2012. **J Pediatr (Rio J)**, v.92, n.6, p.567-573, 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0021-75572016000700567&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 12 abril 2020.

ROY, S.; HAQUE, M.A. Effect of antenatal care and social well-being on early neonatal mortality in Bangladesh. **BMC pregnancy childbirth**, v.18, n.485, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12884-018-2129-y>. Acesso em: 23 novembro 2019.

RUTSTEIN, D.D. et al. (1976). Measuring the Quality of Medical Care. **New England Journal of Medicine**, v. 294, n.11, p. 582–588, 1976. Disponível em: https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJM197603112941104?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rfr_dat=cr_pub%3Dpubmed. Acesso em: 22 fevereiro 2020.

SALTARELLI, R.M.F. et al. Tendência da mortalidade por causas evitáveis na infância: contribuições para a avaliação de desempenho dos serviços públicos de saúde da Região Sudeste do Brasil. **Rev. bras. epidemiol.**, São Paulo, v.22, e190020, 2019. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-790X2019000100426&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 15 novembro 2019.

SEWARD, N. et al. Effects of women's groups practising participatory learning and action on preventive and care-seeking behaviours to reduce neonatal mortality: A meta-analysis of cluster-randomised trials. **PLoS medicine**, v.14, n.12, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002467>. Acesso em: 10 abril 2020.

SHIFA, G.T.; AHMED, A.A.; YALEW, A.W. Socioeconomic and environmental determinants of under-five mortality in Gamo Gofa Zone, Southern Ethiopia: a matched case control study. **BMC Int Health Hum Rights**, v. 12, n.1, 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5830345/>. Acesso em: 19 março 2020.

SILVA, A.P.; TOBIAS, G.C.; TEIXEIRA, C.C. Perfil dos óbitos infantis: um reflexo da assistência à saúde. **Rev enferm UFPE on line.**, Recife, n.13, v.4, p. 973-80, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistaenfermagem/article/view/237731/31783> Acesso em: 24 fevereiro 2020.

SIQUEIRA, I.S. et al. A Relação da Incidência de Casos de Dengue com a Precipitação na Área Urbana de Belém-PA, 2007 a 2011, através de Modelos Multivariados de Séries Temporais. **Rev. bras. meteorol.**, São Paulo, v. 33, n.2, p.380-389, 2018. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-77862018000200380&lng=en&nrm=iso. Acesso em 01 abril 2020.

SONG, Y.H. et al. Trends in Fetal and Perinatal Mortality in Korea (2009–2014): Comparison with Japan and the United States. **J Korean Med Sci.**, v. 32, n.8, 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5494332/>. Acesso em: 01 abril 2020.

SOUZA, S.; DUIM, E; NAMPO, F.K. Determinants of neonatal mortality in the largest international border of Brazil: a case-control study. **BMC Public Health**, v.19, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12889-019-7638-8>. Acesso em: 22 março 2020.

STREETLY, A.; DORMANDY, E. Reducing child mortality in England. **The Lancet**, v.392, n. 10146, 2018. Disponível em: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(18\)31495-8/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(18)31495-8/fulltext). Acesso em: 29 dezembro 2019.

TAUCHER, E. Chile: mortalidad desde 1955 a 1975. Tendencias y causas. NU. CEPAL. CELADE. Série A, n. 162, 83p. 1978. Disponível em: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/8618>. Acesso em: 22 fevereiro 2020.

TAVONI, A.G.T. Fatores associados à internação nas primeiras 24 horas de vida em uma unidade neonatal: um estudo de caso-controle. 2019. 87f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública)- Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/riipsa/resource/pt/biblio-1015958>. Acesso em: 02 dezembro 2019.

TEIXEIRA, J.A.M. et al. Mortalidade no primeiro dia de vida: tendências, causas de óbito e evitabilidade em oito Unidades da Federação brasileira, entre 2010 e 2015. **Epidemiol. Serv.**

Saúde, Brasília, v.28, n.1, 2019. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2237-96222019000100303&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 06 março 2020.

UNITED NATIONS INTER-AGENCY GROUP FOR CHILD MORTALITY ESTIMATION [UN IGME]. 19 setembro de 2019. Disponível em: <https://childmortality.org/data>. Acesso em: 06 março 2020.

VELOSO, F.C.S. et al. Analysis of neonatal mortality risk factors in Brazil: a systematic review and meta-analysis of observational studies. **J Pediatr (Rio J)**, v.95, n.5, p. 519–530, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jped.2018.12.014>. Acesso em: abril 2020.

VICTORA, C.G. et al. Maternal and child health in Brazil: progress and challenges. **The Lancet**, v.377, n.9780, p.1863-76, 2011. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21561656> Acesso em: 23 novembro 2019.

XAVIER, J.M.N. **Análise e previsão de séries temporais com modelos ARIMA e análise espectral singular**. 2012. Dissertação (Mestrado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial)- SENAI CIMATEC. Salvador, 2012. Disponível em: https://repositorioaberto.uab.pt/bitstream/10400.2/5873/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Jorge_Xavier_%201104916.pdf.

ZHENG, A. et al. An application of ARIMA model for predicting total health expenditure in China from 1978-2022. **J Glob Health**, v.10, n.1, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.7189/jogh.10.010803>. Acesso em: 15 abril 2020.

APÊNDICE A – ARTIGO PUBLICADO “MODELO AUTORREGRESSIVO INTEGRADO DE MÉDIAS MÓVEIS (ARIMA): ASPECTOS CONCEITUAIS E METODOLÓGICOS E SUA APLICABILIDADE NA MORTALIDADE INFANTIL”

ARTIGOS ESPECIAIS

Modelo Autorregressivo Integrado de Médias Móveis (ARIMA): aspectos conceituais e metodológicos e sua aplicabilidade na mortalidade infantil

Aline Beatriz dos Santos Silva ¹
 <https://orcid.org/0000-0001-9559-8524>

Ana Catarina de Melo Araújo ²
 <https://orcid.org/0000-0003-1558-9789>

Paulo Germano de Frias ³
 <https://orcid.org/0000-0003-4497-8898>

Mirella Bezerra Rodrigues Vilela ⁴
 <https://orcid.org/0000-0001-5113-7144>

Cristine Vieira do Bonfim ⁵
 <https://orcid.org/0000-0002-4495-9673>

¹ Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva. Universidade Federal de Pernambuco. Av. Prof. Moraes Rego, 1235. Recife, PE, Brasil. CEP: 50.670-901. E-mail: alinebeatriz92@gmail.com

² Secretaria Estadual de Saúde de Pernambuco. Recife, PE, Brasil.

³ Instituto de Medicina Integral Prof. Fernando Figueira. Recife, PE, Brasil.

⁴ Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE, Brasil.

⁵ Fundação Joaquim Nabuco. Recife, PE, Brasil.

Resumo

Este artigo, de cunho teórico-reflexivo, objetiva discutir os aspectos conceituais e metodológicos sobre as aplicações da modelagem de série temporal, em especial, o Modelo Autorregressivo Integrado de Médias Móveis e sua aplicabilidade na mortalidade infantil. Essa modelagem possibilita prever os valores futuros utilizando os dados passados, delimitando e estimando os cenários possíveis do evento em saúde, evidenciando a sua magnitude. Devido à persistência da mortalidade infantil como um problema de saúde pública, a aplicabilidade desse método é útil no gerenciamento oportuno e sistemático dos indicadores da saúde infantil, além de ser um método que apresenta baixo custo operacional, que, em contextos de redução de gastos em saúde, se torna uma ferramenta de gestão em potencial. No entanto, ainda há lacunas na utilização de métodos estatísticos no processo decisório e formulador de políticas em saúde, a exemplo da modelagem em questão. São obstáculos de natureza metodológica (estatística robusta), institucional (sistemas de informações defasados) e cultural (desvalorização dos dados produzidos, principalmente em nível local).

Palavras-chave Estudos de séries temporais, Mortalidade infantil, Políticas públicas de saúde



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições, desde que o trabalho original seja corretamente citado.

<http://dx.doi.org/10.1590/1806-93042021000200016>

Rev. Bras. Saúde Mater. Infant., Recife, 21 (2): 657-666 abr.-jun., 2021 **657**

Introdução

A análise da situação de saúde, o monitoramento de indicadores prioritários e a previsão de cenários são desafios em todos os países, em especial, naqueles que têm dificuldades para o alcance de ações internacionalmente pactuadas.¹ A mortalidade infantil é particularmente estudada pela sua expressão como um problema de saúde pública e pela disponibilidade de tecnologia para o seu enfrentamento.^{1,2} Para esse evento, a utilização da metodologia de séries temporais é favorável na construção de cenários futuros, monitoramento e análise da situação de saúde.^{3,4} Essa modelagem permite diagnosticar e compreender os padrões de comportamento temporal de eventos que acometem uma determinada população e avaliar os impactos de intervenções em saúde.⁵

Diversas técnicas de análise de séries temporais são capazes de prever valores futuros, utilizando os dados passados, por meio de conclusões estatísticas. A finalidade é modelar o evento, construindo uma função matemática que representa a correlação da variável com o tempo.⁶

Nenhum modelo proposto assume integralmente as previsões exatas devido a ocorrências de variações aleatórias às quais o processo de observação dos eventos está sujeito. Porém, constituem ferramentas valiosas para avaliar rapidamente a gravidade de uma situação e auxiliam as autoridades públicas de saúde na definição ou nos ajustes das estratégias de controle.⁷ Dentre os tipos de modelos, destacam-se: a análise de tendência (média móvel e suavização exponencial); os modelos de regressão, que lidam com diferentes padrões presentes na série, como os pontos de inflexão (*joinpoint regression analysis*); a rede neural artificial, que foi pensada para funcionar de forma matematicamente semelhante ao cérebro humano e poder realizar generalizações por meio de dados passados e não lineares e o Modelo Autorregressivo Integrado de Médias Móveis (ARIMA), ou Modelo Box-Jenkins, bastante utilizado na área econômica.^{9,10} Na área da saúde, na década de 1980, o Centro de Controle de Doenças (CDC) adotou essa modelagem como referência nas análises em saúde e, desde então, ele foi difundido em estudos na área.^{7,8}

Este artigo objetiva discutir os aspectos conceituais e metodológicos acerca da série temporal utilizando a modelagem ARIMA e a sua aplicabilidade na mortalidade infantil. A proposta de construir o manuscrito tem a finalidade de contribuir com a prática em saúde na redução das iniquidades persistentes na saúde infantil, utilizando uma modelagem

estatística robusta. Ao propor antever cenários futuros, a incorporação sistemática do método abordado fortalecerá o planejamento de ações direcionadas nos diversos níveis do sistema de saúde.

O apoio referencial para estruturar conceitos e métodos foi proveniente de livros e artigos científicos publicados em periódicos indexados nas bases de dados da LILACS e US *National Library of Medicine* (PubMed), além da biblioteca virtual da SciELO. As explicações e ponderações foram organizadas nos seguintes tópicos: Séries temporais: aspectos teóricos e metodológicos e a modelagem ARIMA; Aplicações da análise de séries temporais na mortalidade infantil: possibilidades e limitações metodológicas. Foram utilizadas as taxas de mortalidade infantil no Brasil distribuídas em uma série temporal para exemplificar a aplicabilidade da modelagem ARIMA por meio de gráfico linear e os gráficos de autocorrelações. Os dados para o cálculo da taxa de mortalidade infantil foram extraídos dos Sistemas de Informação sobre Mortalidade (SIM) e do Sistema de Informação sobre Nascidos Vivos (Sinasc) e obtidos no site do DATASUS por meio do link de acesso aberto ao público: <https://datasus.saude.gov.br/>.

Séries temporais: aspectos teóricos e metodológicos e a modelagem ARIMA

As séries temporais são uma sequência de valores observados de determinado fenômeno e distribuídos sobre uma base de tempo. A expressão matemática que descreve uma série temporal é dada por $\{Y(t), t \in T\}$, em que Y representa a variável de interesse e T representa o conjunto de índices relacionados aos tempos de medição. A análise de série temporal objetiva construir modelos explicativos, ou determinísticos, para o fenômeno estudado e, com isso, realizar as respectivas previsões.⁶

A natureza dos valores observados caracteriza a série temporal em contínua ou discreta. Com base na função geral, uma série discreta $T = t_1, t_2, \dots, t_n$, as observações são feitas em intervalos de tempo fixos e enumeráveis, podendo ser equiespaçados ou não. Na série contínua, os dados referentes à determinada variável são evidenciados de forma sequencial em um intervalo de tempo $T = t : t_1 < t < t_2$, por exemplo, a mensuração contínua de determinado sinal biológico como a pressão arterial.⁸

Na análise da série, alguns aspectos básicos devem ser considerados para poder compreender melhor o comportamento da variável observada. O primeiro refere-se à periodicidade, a qual depende da natureza da variável em análise, se contínua ou

discreta, e do objetivo de estudo proposto. No caso da taxa de mortalidade infantil, sua periodicidade está relacionada com a disponibilidade dos dados nos sistemas oficiais de informações e de investigadores em saúde que realizem as análises críticas constantes para mensurar a magnitude do evento em questão.⁵ Outro aspecto importante refere-se à comparabilidade entre séries temporais de diferentes contextos, em que, nessa situação, é necessário respeitar determinadas circunstâncias que permitam contrastar as séries.⁸

A não estacionariedade é uma característica considerada importante no tratamento da série temporal e deve ser evitada, pois dificulta as previsões. Uma série não estacional é resultante da frequência dos dados estudados e esta pode ser instável referente à sua média, variância e autocovariância. Referente à taxa de mortalidade infantil, valores muito altos ou baixos de óbitos dentro de um período causam grandes variações na série. Dessa maneira, o tratamento da série, quanto à sua estacionariedade, é uma condição necessária na modelagem de séries temporais. Uma série não estacionária pressupõe que o modelo é determinado pela aleatoriedade das observações, pelo acaso.⁵

Para estimar o modelo, deve-se primeiramente certificar se não é uma sequência puramente aleatória, também chamada de variação aleatória, ruído branco ou resíduo aleatório. Caso não seja, a função do modelo pode ser constituída por componentes que representam padrões ou regularidades parciais da série estudada, sendo: tendência, sazonalidade e a estimação da variabilidade do resíduo aleatório para constituir os intervalos de confiança para as previsões provenientes do modelo.⁶

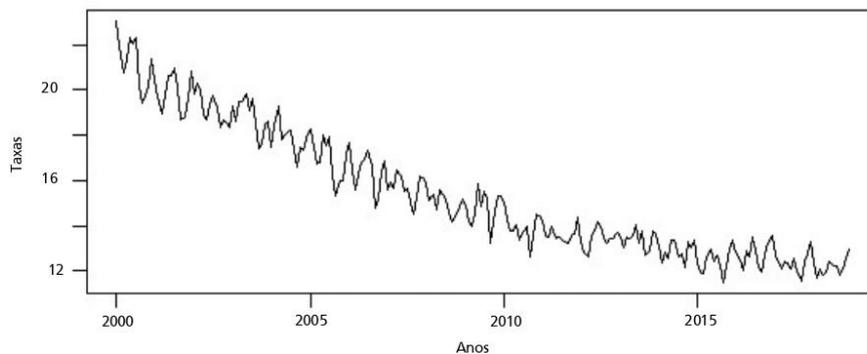
O gráfico temporal, ou gráfico de linha, é fundamental para visualizar os componentes e identificar valores atípicos (*outliers*). A Figura 1 evidencia a série temporal da taxa de mortalidade infantil no Brasil durante o período de 2000 a 2018. O comportamento temporal da taxa por meio do gráfico evidencia a presença de tendência. A estacionariedade pode ser identificada por meio de testes estatísticos, como, por exemplo, o teste de Dickey-Fuller Aumentado, o qual testa a hipótese alternativa de estacionariedade.

O autocorrelograma permite visualizar e identificar a dependência das regularidades encontradas. A autocorrelação, como o nome remete, é a correlação entre uma série temporal e ela mesma. No autocorrelograma, os períodos em que houver correlação são representados pela nomenclatura lag. A autocorrelação temporal é identificada por meio dos gráficos de autocorrelação simples (ACF) e parcial (PACF), que são testes que apontam a significância estatística da autocorrelação, ou seja, quando os lags extrapolam (para cima ou para baixo) os limites do intervalo de confiança traçados no gráfico (Figura 2).^{6,11}

Na análise de modelos ARIMA, a presença da autocorrelação só pode ser útil se a série temporal em questão não apresentar tendência ou esta for removida, o que é classificado como padrão estacionário. Nesse padrão, os valores desenvolvem-se no tempo ao redor de uma média e variância

Figura 1

Taxa de mortalidade infantil no Brasil, 2000-2018 (n= 228 observações).



*Teste de estacionariedade (Dickey-Fuller Aumentado): p -valor 0,38. Isso indica que a série não é estacionária.
Fonte: Sistema de Informação de Mortalidade e Sistema de Informação sobre Nascidos Vivos- DATASUS, Ministério da Saúde.

constantes, tornando possível a técnica de predição.⁶ O primeiro componente a ser identificado é a tendência por meio do gráfico temporal e de alguns métodos que suavizam as flutuações da série original, como as médias móveis ou transformações lineares. As médias móveis, ou filtros lineares, são utilizadas quando uma série se mostra marcadamente irregular, com muitas flutuações, dificultando a visualização da tendência. Quanto mais sinuosa a tendência, maior o suavizamento necessário para identificar a real tendência da série.⁸

A remoção da tendência é feita por técnica de diferenciação da própria série no intuito de torná-la estacionária (Figura 3). Uma diferença elimina uma tendência linear e duas diferenças eliminam uma tendência exponencial. A quantidade de diferenças está relacionada ao grau do polinômio estimado para a tendência.⁶

O componente sazonalidade é um fenômeno que ocorre regularmente no tempo.¹² As relações das observações em séries que apresentam sazonalidade ocorrem com frequência em séries temporais anuais e mensais, podendo também ocorrer em séries mensuradas em outras dimensões temporais. Padrões sazonais são identificados no gráfico original (Figura 1) e no correlograma por meio de oscilações em mesma frequência (Figura 3). A análise é feita por meio dos coeficientes de autocorrelação nos períodos sazonais.⁶

O Modelo Autorregressivo Integrado de Médias Móveis (ARIMA), ou Modelo Box-Jenkins, é bastante utilizado para predição, ou forecasting. Essa técnica utiliza dados passados para estimar valores

futuros e a instabilidade com suas flutuações é um empecilho para a aplicabilidade da técnica.^{13,14} A identificação da estabilidade serial, ou estacionariedade, é a primeira etapa da modelagem. Devido à possibilidade de existir períodos sazonais na série, a modelagem ARIMA apresenta uma extensão, a Modelagem Sazonal Autorregressiva Integrada de Médias Móveis (SARIMA) ou ARIMA sazonal.⁶ Nas séries que não apresentam estacionariedade devido às flutuações (tendência, sazonalidade) inerentes das mesmas, o modelo ARIMA possibilita obter resultados satisfatórios.⁸

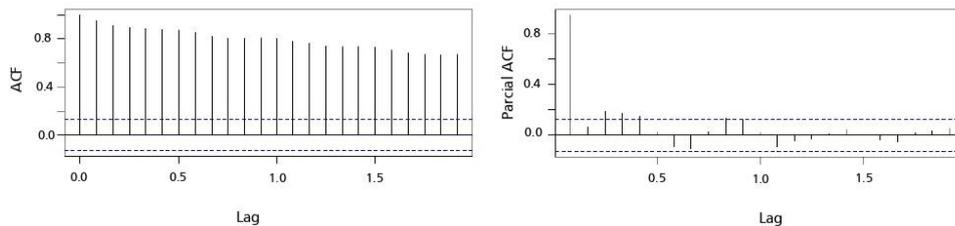
A indução à estacionariedade segue uma ordem que parte do pressuposto de conservação das flutuações da série original. Primeiro, avalia-se a não estacionariedade da variância, seguida das autocorrelações e, por último, da média. A depender do grau da tendência apresentada na série, ao corrigir a não estacionariedade da variância, consequentemente, estabilizam-se a média e as autocorrelações. Por isso, deve ser respeitada a ordem de ajuste da série citada anteriormente, fazendo com que não seja necessário induzir estacionariedade a respeito das autocorrelações e média.⁸

Em geral, a metodologia ARIMA, proposta por George Box e Gwilym Jenkins, consegue diagnosticar a série quanto à condição de estacionariedade e identificar o modelo adequado por meio de um ciclo iterativo, com os próprios dados da série, com as seguintes fases: identificação, especificação, estimação e diagnóstico.⁶

Ao desmembrar a sigla ARIMA na fase de identificação dos possíveis modelos, o AR, ou ordem p,

Figura 2

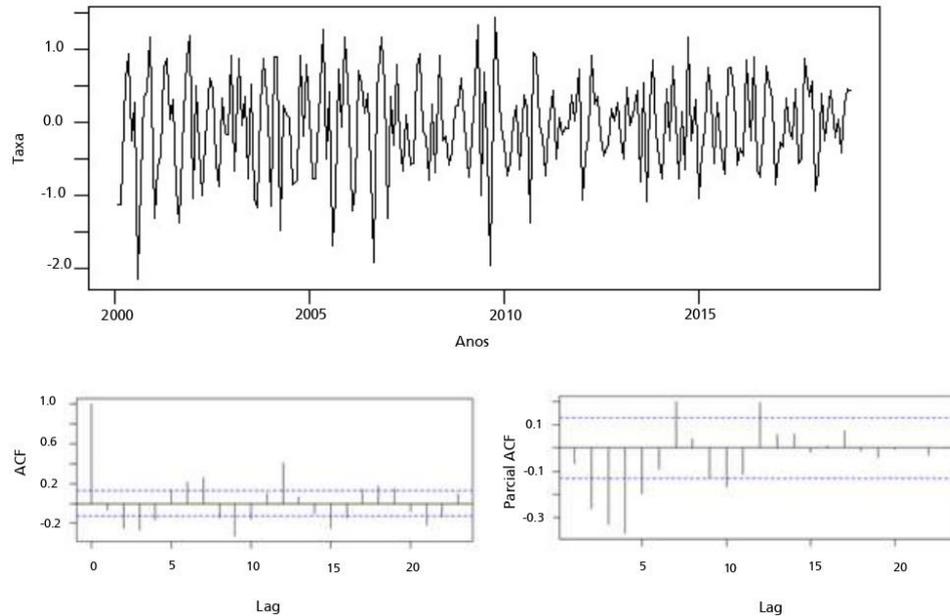
Função de autocorrelação (ACF) e função de autocorrelação parcial (PACF) da taxa mensal da mortalidade infantil no Brasil, 2000-2018.



Fonte: Sistema de Informação de Mortalidade e Sistema de Informação sobre Nascidos Vivos- DATASUS, Ministério da Saúde.

Figura 3

Taxa mensal da mortalidade infantil e função de autocorrelação (ACF) e autocorrelação parcial (PACF) após o processo de diferenciação ($d=1$), Brasil, 2000-2018.



*Teste de estacionariedade (Dickey-Fuller Aumentado): p -valor 0,01. Isso indica que a hipótese nula de não estacionariedade foi rejeitada. Fonte: Sistema de Informação de Mortalidade e Sistema de Informação sobre Nascidos Vivos - DATASUS, Ministério da Saúde.

representa o processo autorregressivo, ou seja, a influência do valor anterior da variável sobre o valor considerado; o I, ou ordem d , está relacionado ao número de diferenciações para induzir à estacionariedade, e o MA, ou ordem q , está relacionado à influência do ruído produzido no valor anterior.^{5,14,15} As ordens dos modelos ARIMA e SARIMA são estimadas pelo gráfico da função de autocorrelação (ACF) e pelo correlograma de autocorrelação parcial (PACF), sendo o ACF sugestivo de ordem MA e o PACF da ordem AR. O número da ordem está relacionado à quantidade de lags que ultrapassem o intervalo de confiança do gráfico.^{13,14} Observar a ACF e PACF é útil para se ter uma ideia do modelo a ser testado, objetivando escolher aquele que apresente a menor quantidade de parâmetros (mais parcimonioso).

Os modelos SARIMA apresentam ordem não sazonal (p, d, q) e sazonal (P, D, Q) e, por isso, é também chamado de modelo multiplicativo. A estimação dos parâmetros (ou coeficientes) é realizada por meio dos seguintes métodos: mínimos quadrados, máxima verossimilhança ou método dos momentos.⁶

O processo de modelagem da série temporal pode ser sistematizado a partir do seguinte fluxograma (Figura 4).

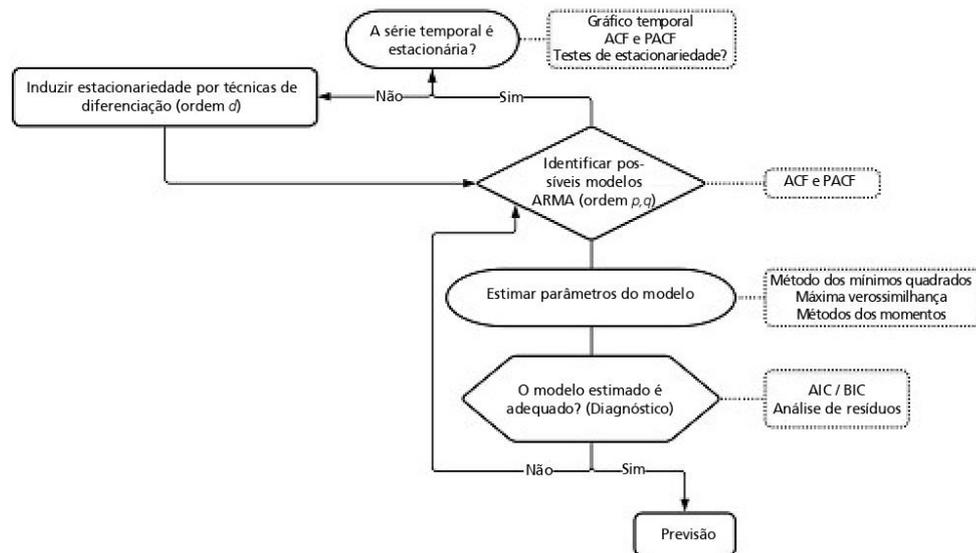
Aplicações da análise de séries temporais na mortalidade infantil: possibilidades e limitações metodológicas

Atuar nos principais determinantes e condicionantes dos agravos em saúde requer estudos que apresentem modelagem robusta, como os de séries

Silva ABS *et al.*

Figura 4

Etapas da modelagem ARIMA (Box-Jenkins).



ACF = Função de Autocorrelação; PACF = Função de Autocorrelação Parcial; AIC = Critério de Informação de Akaike; BIC = Critério Bayesiano de Schwarz.

temporais, os quais permitem trazer evidências científicas que subsidiem a tomada de decisão em saúde.¹⁶

A incorporação de estudos de séries temporais na área da saúde surge da necessidade de planejar onde alocar os investimentos, objetivando impactar os principais indicadores epidemiológicos, como a mortalidade infantil e materna.⁴ Além disso, trata-se de uma modelagem prática ao permitir utilizar dados demográficos, epidemiológicos, ambientais e socioeconômicos de fontes oficiais.¹⁷

Por meio desse tipo de estudo, pode-se compreender o comportamento de variáveis durante um período, descobrir padrões atípicos na morbimortalidade e compreender a determinação das causas, além de ser útil para a avaliação do impacto produzido por intervenções em saúde.¹⁸

Prever cenários requer o uso de técnicas diversificadas, incluindo aquelas que avaliam as caracterís-

ticas do dado estudado. A modelagem ARIMA apresenta essa versatilidade frente às variáveis epidemiológicas, que são dinâmicas por natureza, por isso, é útil em séries estacionárias ou não.^{12,19} Outra vantagem metodológica, em detrimento de outras técnicas de predição, é a de construir modelos parcimoniosos por conterem uma quantidade reduzida de parâmetros (fase da estimação do ciclo iterativo) e as previsões obtidas podem ser bem precisas em diversos contextos.⁶

Apesar das potencialidades expostas, há algumas limitações, que podem surgir ao utilizar a modelagem de séries temporais. Uma delas, inerente a esse tipo de estudo, considera que exista relação linear entre os dados observados e dados passados, fato não visto com os dados reais, os quais apresentam relação complexa e não linear.⁷ A mortalidade infantil, por exemplo, possui determinação multifatorial resultante da interação de variáveis

biológicas, sociais, econômicas e assistenciais.²⁰

Outra limitação relaciona-se à qualidade dos dados disponíveis, pois esses interferem diretamente na modelagem.¹⁵ Dados disponíveis e confiáveis são fundamentais para fornecer informações necessárias para determinar políticas e delimitar os grupos vulneráveis. Por isso, é imprescindível a alimentação adequada dos sistemas de informação em saúde.²¹

Os estudos de série temporal, ainda que clássicos e imprescindíveis para a compreensão sobre a situação de um dado problema de saúde, por vezes, são considerados complexos e de difícil operacionalização, não sendo utilizados em toda sua potencialidade. Em especial à modelagem ARIMA, ainda existem dificuldades no manuseio e na aplicabilidade no campo da saúde devido à sua natureza matemática oriunda da área econômica. Trata-se de um modelo sofisticado, que requer uma aproximação com os aspectos teóricos e treinamentos em análise estatística para realizar todo o ciclo iterativo e a predição.⁶

A persistência como problema de saúde pública mundial torna as mortes infantis uma agenda consensual na saúde, sendo a modelagem ARIMA uma possibilidade metodológica para a gestão.^{4,20,22} Por meio dela, é possível delinear e analisar tendências em saúde mais prováveis, caracterizando-as como importantes dispositivos de planejamento de intervenções.^{4,22}

A utilização de modelos ARIMA na saúde infantil funcionaria como uma ferramenta que antecede e subsidia a prática assistencial. Sua incorporação no planejamento de ações estratégicas de impacto pode contribuir na redução de desfechos desfavoráveis no processo saúde-doença materno e infantil.⁴ Recentemente, alguns estudos utilizaram a modelagem ARIMA para expressar diferentes dimensões sobre a questão. A Tabela 1 apresenta alguns exemplos.

Apesar disso, há uma lacuna significativa na utilização de métodos estatísticos no processo decisório e formulador de políticas em saúde.^{1,23} Um exemplo é a incorporação dos estudos de séries temporais como ferramenta para a prática de gestão em saúde.^{1,23} Realizar as predições exige a superação de uma limitação já mencionada: dados coletados sistematicamente (oportunos e de qualidade) e acesso aos dados epidemiológicos, não só pelos tomadores de decisão. Essa é uma realidade na maioria dos países mais pobres, principalmente aqueles com dificuldades em consolidar os sistemas de informações de qualidade e instituir uma cultura de utilização de dados.²¹

Construir e fortalecer os sistemas de informações em saúde robustos permanece como um desafio. Em 2015, como desdobramento das discussões sobre os objetivos e as metas da Agenda 2030, foram propostos princípios-chave (foco, relevância, inovação, equidade, liderança e propriedade do país) para se alcançar e transpor modelagens robustas de monitoramento mundial dos indicadores em saúde materna e infantil, incluindo a modelagem ARIMA, para as realidades nacionais e locais.¹

O foco refere-se à definição de indicadores de saúde materna e infantil padronizados globalmente para tornar possível medi-los, monitorá-los e estimá-los em todos os subníveis nacionais de saúde.²⁴ O propósito é valorizar a produção de dados nacionais e locais, corresponsabilizando os atores nesses espaços na tomada de decisão. Para tanto, é necessário muni-los de capacidade técnica e fomentar tecnologias para superar a complexidade no manejo dos dados. Adicionalmente, requerem-se incentivos subjetivos, como o estímulo e as motivações para o uso dos dados, ao identificarem a potencialidade que a modelagem representa. Somada a esses princípios, agrega-se a perspectiva da inovação.¹ O modelo ARIMA, entre outros abordados, trata-se de uma ferramenta promissora na interpretação dos dados.

As predições que a modelagem ARIMA proporciona podem anteceder as ações estratégicas e atenuar a carga de morbimortalidade, fazendo das previsões um meio para aumentar as alternativas para a tomada de decisões. Mesmo diante das limitações inerentes e externas ao método discutido, suas potencialidades, aplicações e versatilidade sobressaem-se, configurando um método viável na prática em saúde.

Contribuição dos autores

Silva ABS, Frias PG, Vilela MBR, Bonfim CV e Araújo ACM contribuíram em todas as etapas de elaboração artigo: concepção, delineamento, redação do artigo e aprovação da versão final do artigo.

Silva ABS *et al.***Tabela 1**

Estudos de séries temporais utilizando a modelagem ARIMA na aplicabilidade de estudos sobre a mortalidade infantil.

Título	Autores (Ano de publicação)	Aplicabilidade do método
Change of Outcomes in Pediatric Intestinal Failure: Use of Time-Series Analysis to assess the evolution of an Intestinal Rehabilitation Program	Oliveira <i>et al.</i> ²⁵ (2016)	O estudo evidenciou a versatilidade do método ARIMA, expandindo seu campo de aplicação à clínica. Foi avaliada a eficácia das opções de tratamento na melhoria do quadro clínico da insuficiência intestinal neonatal e infantil, mostrando a tendência decrescente no desfecho primário (mortalidade).
Post Millennium Development Goals Prospect on Child Mortality in India: An Analysis Using Autoregressive Integrated Moving Averages (ARIMA) Model	De <i>et al.</i> ¹⁵ (2016)	A modelagem ARIMA foi utilizada para subsidiar o monitoramento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável na Índia e antever as ações em saúde que devem ser priorizadas para se atingir as respectivas metas, bem como uma ferramenta crucial para a formulação de um planejamento geral de saúde nacional.
Predicting infant mortality in India using time series models	Singh e Singh ²⁶ (2018)	O método foi aplicado para prever a taxa de mortalidade infantil em alguns Estados da Índia. Permitiu comparar as respectivas séries históricas e as previsões.
Trend of Neonatal Mortality in Nigeria from 1990 to 2017 using Time Series Analysis	Usman <i>et al.</i> ¹⁴ (2019)	A modelagem ARIMA foi utilizada para investigar a tendência da incidência da mortalidade neonatal, realizando a previsão de 20 anos. Evidenciam-se um declínio consistente da taxa de mortalidade neonatal e que a política local de saúde neonatal está atuante e comprometida em reduzir as mortes neonatais.
Trends and future of maternal and child health in Bangladesh	Raja <i>et al.</i> ²² (2019)	O método permitiu analisar a tendência dos indicadores de saúde materno-infantil. Com o cenário previsto das taxas, configura-se como uma potencial ferramenta para subsidiar a tomada de decisão da gestão local no monitoramento e as implicações de políticas públicas para atingir as metas propostas na Agenda 2030.
A mortalidade infantil no estado de São Paulo: uma previsão da taxa por meio da modelagem SARIMA	Chaib ²⁷ (2019)	A série histórica foi utilizada para descrever a evolução temporal da taxa de mortalidade infantil (1996-2016). A metodologia ARIMA aplicada permitiu evidenciar o comportamento sazonal da mortalidade infantil, uma vez que apresenta quedas em períodos específicos, com isso, identificando um modelo SARIMA. A previsão realizada evidencia a tendência de queda da taxa.
Forecasting Indian infant mortality rate: An application of autoregressive integrated moving average model	Mishra <i>et al.</i> ³ (2019)	A modelagem ARIMA permitiu traçar um panorama de cenário futuro a respeito da mortalidade infantil. A previsão foi referente ao período de nove anos (2017-2025), com tendência decrescente. O estudo traz uma potencialidade do método: a confiabilidade da predição ao estimar o período da amostra utilizando dados disponíveis. Depreende-se que é uma ferramenta estatística de grande utilidade na saúde, auxiliando no planejamento adequado de intervenções.
Modeling and Forecasting Infant Deaths in Zimbabwe using ARIMA Models	Nyoni e Nyoni ⁵ (2020)	O modelo foi aplicado para prever o número de mortes infantis em um país de capitalismo periférico que apresenta taxa de mortalidade elevada. Dispor dessas informações traria ganhos nos programas de intervenção em saúde locais de uma maneira mais eficaz.

Referências

- Marchant T, Boerma T, Diaz T, Huicho L, Kyobutungi C, Mershon CH, Schellenberg J, Somers K, Waiswa P. Measurement and accountability for maternal, newborn and child health: fit for 2030? *BMJ Global Health*. 2020; 5: e002697.
- Szwarcwald CL, Leal MC, Almeida WS, Barreto ML, Frias PG, Theme Filha MM, Domingues RMSM, Franca EB, Gama SGN, Boccolini CS, Victora C. Child Health in Latin America. *Glob Public Health* 2019; 1: 1-49.
- Mishra AK, Sahana C, Manikandan M. Forecasting Indian infant mortality rate: An application of autoregressive integrated moving average model. *J Family Community Med*. 2019; 26 (2): 123-6.
- Foreman KJ, Marquez N, Dolgert A, Fukutaki K, Fullman N, McGaughey M, Pletcher MA, Smith AE, Tang K, Yuan CW, Brown JC, Friedman J, He J, Heuton KR, Holmberg M, Patel DJ, Reidy P, Carter A, Cercy K, Chapin A, Douwes-Schultz D, Frank T, Goettsch F, Liu PY, Nandakumar V, Reitsma MB, Reuter V, Sadat N, Sorensen RJD, Srinivasan V, Updike RL, York H, Lopez AD, Lozano R, Lim SS, Mokdad AH, Völler SE, Murray CJL. Forecasting life expectancy, years of life lost, and all cause and cause-specific mortality for 250 causes of death: reference and alternative scenarios for 2016-40 for 195 countries and territories. *Lancet*. 2018; 392: 2052-90.
- Nyoni SP, Nyoni T. Modeling and forecasting Infant deaths in Zimbabwe using ARIMA Models. *JournalNX - A Multidisciplinary Peer Reviewed Journal*. 2020; 6 (7): 142-51.
- Moretton PA, Toloí CM. *Análise de Séries Temporais*. 3 ed. São Paulo: Blucher; 2018.
- Wang YW, Shen ZZ, Jiang Y. Comparison of ARIMA and GM (1,1) models for prediction of hepatitis B in China. *PLoS One*. 2018; 13(9): e0201987.
- Jaime AG. *Introducción al tratamiento de series temporales: Aplicación a las Ciencias de la Salud*. Madrid: Díaz de Santos, S.A; 1994.
- Lima LMM, Vianna RPT, Moraes RM. Identificação das anomalias congênitas baseado em um modelo de decisão a partir de redes neurais artificiais. *J Health Inform* 2019; 11 (1): 8-12.
- Ramalho AA, Andrade AM, Martins FA, Koifman RJ. Infant mortality trend in the city of Rio Branco, AC, 1999 to 2015. *Rev Saúde Pública*. 2018; 52: 33.
- Zheng A, Fang Q, Zhu Y, Jiang C, Jin F, Wang X. An application of ARIMA model for predicting total health expenditure in China from 1978-2022. *J Glob Health*. 2020; 10 (1): 010803.
- Liu Q, Li Z, Ji Y, Zia UH, Javaid A, Lu W, Wang J. Forecasting the seasonality and trend of pulmonary tuberculosis in Jiangsu Province of China using advanced statistical time-series analyses. *Infect Drug Resist*. 2019; 26 (12): 2311-22.
- Singh RK, Rani M, Bhagavathula AS, Sah R, Rodriguez-Morales AJ, Kalita H, Nanda C, Sharma S, Sharma YD, Rabban AA, Rahmani J, Kumar P. Prediction of the COVID-19 Pandemic for the Top 15 Affected Countries: Advanced Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Model. *JMIR Public Health Surveill*. 2020; 6(2).
- Usman A, Sulaiman MA, Abubakar I. Trend of Neonatal Mortality in Nigeria from 1990 to 2017 using Time Series Analysis. *J Appl. Sci. Environ. Manage*. 2019; 23 (5): 865-9.
- De P, Sahu D, Pandey A, Gulati BK, Chandhiok N, Shukla AK, Mohan P, Mitra RG. Post Millennium Development Goals Prospect on Child Mortality in India: An Analysis Using Autoregressive Integrated Moving Averages (ARIMA) Model. *Health* 2016; 8 (15): 1845-72.
- GBD 2015 Mortality and Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national life expectancy, all-cause mortality, and cause-specific mortality for 249 causes of death, 1980-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet*. 2016; 388: 1459-1544.
- Slama A, Śliwczyński A, Woźnica J, Zdrolik M, Wiśnicki B, Kubajek J, Turzańska-Wieczorek O, Gozdowski D, Wierzbna W, Franek E. Impact of air pollution on hospital admissions with a focus on respiratory diseases: a time-series multi-city analysis. *Environ Sci Pollut Res*. 2019 26 (17) 16998-17009.
- Naderimaghani S, Jamshidi H, Khajavi A, Pishgar F, Ardani A, Larijani B, Mahmoudi Z, Jeddian A, Bahrani-Taghanaki HR, Farzadfar F. Impact of rural family physician program on child mortality rates in Iran: a time-series study. *Popul Health Metrics*. 2017; 15: 21.
- Li Y, Chen SF, Dong XJ, Zhao XJ. Prediction of cause-specific disability-adjusted life years in China from 2018 through 2021: a systematic analysis. *Public Health*. 2020; 180: 90-9.
- Maia LTS, Souza WV, Mendes ACG. Determinantes individuais e contextuais associados à mortalidade infantil nas capitais brasileiras: uma abordagem multinível. *Cad Saúde Pública*. 2020; 36 (2): e00057519.
- Frias PG, Szwarcwald CL, Moraes Neto OL, Leal MC, Cortez-Escalante JJ, Souza Junior PRB, Almeida WS, Silva Junior JB. Utilização das informações vitais para a estimação de indicadores de mortalidade no Brasil: da busca ativa de eventos ao desenvolvimento de métodos. *Cad Saúde Pública*. 2017; 33 (3): e00206015.
- Rajia S, Sabiruzzaman M, Islam MK, Hossain MG, Lestrel PE. Trends and future of maternal and child health in Bangladesh. *PLoS One*. 2019; 14 (3): e0211875.
- Oelke ND, Lima MADS, Acosta AM. Translação do conhecimento: traduzindo pesquisa para uso na prática e na formulação de políticas. *Rev Gaúcha Enferm*. 2015; 36 (3): 113-7.
- Allik M, Leyland A, Ichihara MYT, Dundas R. Creating small-area deprivation indices: a guide for stages and options. *J Epidemiol Community Health*. 2019; 74 (1): 20-5.
- Oliveira C, Silva NT, Stanojevic S, Avitzur Y, Bayoumi AM, Ungar WJ, Hoch JS, Wales PW. Change of Outcomes in Pediatric Intestinal Failure: Use of Time-Series Analysis

Silva ABS *et al.*

- to assess the evolution of an Intestinal Rehabilitation Program. *J Am Coll Surg*. 2016; 222 (6): 1180-8.
26. Singh MP, Singh RD. Predicting infant mortality in India using time series models. *Int J Statistics Appl Mathematics*. 2018; 3(5): 33-42.
27. Chaib DC. A mortalidade infantil no estado de São Paulo: uma previsão da taxa por meio da modelagem SARIMA. *Rev Econ UEGJ*. 2019; 15 (1): 43-52.

Recebido em 1 de Setembro de 2020

Versão final apresentada em 18 de Janeiro de 2021

Aprovado em 24 de Março de 2021

ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: MORTALIDADE NAS PRIMEIRAS 24 HORAS DE VIDA E SUA EVITABILIDADE: ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL EM PERNAMBUCO, 2000-2018

Pesquisador: Aline Beatriz dos Santos Silva

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 36549020.0.0000.5208

Instituição Proponente: Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.272.341

Apresentação do Projeto:

Trata-se de Projeto de dissertação apresentado como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de mestre do Programa de Pós- Graduação em Saúde Coletiva do Centro de Ciências Médicas da Universidade Federal de Pernambuco, tendo como orientadora a professora Dr.^a Cristine Vieira do Bonfim e Co orientação a professora Dr.^a Ana Catarina de Melo Araújo.

A pesquisa apresentada pretende analisar os óbitos ocorridos nas primeiras 24 horas de vida ocorridos no estado de Pernambuco no período de 2000 a 2018. O componente neonatal precoce é o que apresenta tendência de redução menor quando comparado ao componente neonatal tardio e pós-neonatal. Dentro do volume de óbitos ocorridos no período neonatal precoce, as primeiras 24 horas ainda representam uma proporção importante desses desfechos desfavoráveis.

Objetivo da Pesquisa:

1. Objetivo Geral:

Analisar o padrão espaço-temporal da mortalidade nas primeiras 24 horas de vida e sua evitabilidade no estado de Pernambuco, no período de 2000 a 2018.

2. Objetivos Específicos:

a) Descrever os óbitos neonatais ocorridos nas primeiras 24 horas de vida no estado de Pernambuco segundo características sociodemográficas da mãe, da gestação e parto e do nascido vivo;

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br



Continuação do Parecer: 4.272.341

- b) Analisar a distribuição espacial da taxa de mortalidade e taxa de evitabilidade nas primeiras 24 horas de vida nos municípios do estado de Pernambuco;
- c) Analisar a série temporal da mortalidade nas primeiras 24 horas de vida e a série temporal segundo critérios de evitabilidade no estado de Pernambuco;
- d) Estimar as taxas de mortalidade e evitabilidade nas primeiras 24 horas de vida no estado de Pernambuco.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Mesmo se tratando de uma pesquisa que se utilizará de dados de domínio público, considera-se a possibilidade de identificação nominal. Entretanto, caso isso ocorra, a pesquisadora tomará os devidos cuidados éticos, mantendo o compromisso e sigilo ético de qualquer dado obtido.

Benefícios:

O estudo tem como propósito contribuir para o diagnóstico situacional e construção de cenário de previsão da taxa de mortalidade por causas evitáveis nas primeiras 24 horas de vida no estado de Pernambuco. Assim como, pretende elencar as causas evitáveis associadas ao óbito na série histórica, possibilitando discutir a qualidade do cuidado assistencial prestado à gestante e recém-nascido no estado. Ao propor analisar a evolução temporal, irá apontar o comportamento da taxa de mortalidade e evitabilidade nas primeiras 24 horas de vida e, assim, fornecer subsídios às atividades de planejamento ao evidenciar a magnitude do problema de saúde. Na perspectiva da análise espacial, auxiliará na identificação de padrões de agrupamento ou dispersão das taxas de mortalidade nas primeiras 24 horas de vida e evitabilidade nos municípios do estado de Pernambuco. Dessa forma, o estudo permitirá a identificação de localidades-alvo que necessitam de maior atenção das políticas públicas.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa tem relevância evidenciada pois descreve que o impacto na sociedade devido às mortes ocorridas nas primeiras 24 horas de vida constitui-se um problema de saúde pública. Elas refletem o grau de vulnerabilidade social, a qual é potencializada por contextos de redução de recursos com políticas públicas essenciais. Assim, estudos menos onerosos, como os que se utilizam de dados secundários e instrumentos de classificação validados, tornam-se relevantes.

O estudo tem como propósito contribuir para o diagnóstico situacional e construção de cenário de previsão da taxa de mortalidade por causas evitáveis nas primeiras 24 horas de vida no estado de Pernambuco.

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br



Continuação do Parecer: 4.272.341

Assim como, pretende elencar as causas evitáveis associadas ao óbito na série histórica, possibilitando discutir a qualidade do cuidado assistencial prestado à gestante e recém-nascido no estado. Ao propor analisar a evolução temporal, irá apontar o comportamento da taxa de mortalidade e evitabilidade nas primeiras 24 horas de vida e, assim, fornecer subsídios às atividades de planejamento ao evidenciar a magnitude do problema de saúde. Na perspectiva da análise espacial, auxiliará na identificação de padrões de agrupamento ou dispersão das taxas de mortalidade nas primeiras 24 horas de vida e evitabilidade nos municípios do estado de Pernambuco. Dessa forma, o estudo permitirá a identificação de localidades-alvo que necessitam de maior atenção das políticas públicas.

Desenho Metodológico

a) Desenho do estudo

Trata-se de um estudo ecológico misto. O trimestre constituirá a unidade de análise da série temporal. A escolha da unidade de análise (trimestre) resultou do pressuposto mínimo de 50 observações que a série temporal deve possuir para se realizar a estimação do coeficiente de autocorrelação, e assim, construir um modelo aceitável. A escolha da unidade também levou em consideração a análise de variabilidade da taxa calculada para o estado no período de um ano, em que o trimestre apresentou menor variação.

Na análise espacial serão utilizadas as taxas agregadas por período (2000-2009 e 2010-2018) para cada município por município para uma melhor comparabilidade do padrão espacial das taxas de mortalidade nas primeiras 24 horas de vida e taxa de evitabilidade no estado.

b) Local de Pesquisa

Serão estudados todos os registros dos municípios do estado de Pernambuco.

c) Fonte dos dados

O Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) e o Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (Sinasc), constituirão a fonte de dados, os quais serão utilizados para fins de cálculo da taxa de mortalidade nas primeiras 24 horas de vida. Os dados estão disponíveis no site do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) por meio do link de acesso: <https://datasus.saude.gov.br/>.

d) Definição de variáveis e indicadores

Os óbitos ocorridos nas primeiras 24 horas de vida serão caracterizados conforme variáveis e suas respectivas categorizações (Quadro 1 descrito no projeto). Será calculada a taxa de mortalidade nas primeiras 24 horas correspondente ao período do estudo (2000-2018) para cada categoria das

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br



Continuação do Parecer: 4.272.341

variáveis do Quadro 1 (descrito no projeto). O cálculo considerará como numerador o número de óbitos ocorridos nas

primeiras 24 horas da categoria e o denominador o número de nascidos vivos da mesma categoria (Quadro 2 apresentado no projeto). As taxas depois de calculadas serão comparadas em termos relativos [risco relativo (RR)] e absoluto [risco atribuível (RA)], tendo como referência a categoria que de menor risco. As causas básicas dos óbitos ocorridos nas primeiras 24 horas de vida serão classificadas conforme agrupamentos descritos na Lista de causas de mortes evitáveis por intervenções do SUS do Brasil para os menores de cinco anos. Sendo: causas evitáveis, causas de mortes mal-definidas e demais causas de morte (não claramente evitáveis) (MALTA et al., 2010). Serão calculadas as taxas de mortalidade e da evitabilidade nas primeiras 24 horas de vida (Quadro 2 apresentado no projeto), que serão utilizadas na análise espacial e temporal. Também serão calculadas as proporções de óbitos ocorridos nas primeiras 24 horas de vida e óbitos ocorridos nas primeiras 24 horas de vida evitáveis em relação às mortes ocorridas em menores de um ano, referente a cada ano do período do presente estudo (Quadro 2 apresentado no projeto).

e) Análise espacial

Serão construídos mapas temáticos das taxas brutas de mortalidade e evitabilidade, categorizadas em percentis ou desvio-padrão. Serão aplicados estimadores bayesianos, também conhecidos como técnicas de suavização espacial. São úteis quando a variabilidade da taxa é alta (evento raro ou a população sob risco é muito pequena). Permitem o aprimoramento do mapeamento e interpretações dos resultados ao suavizar as taxas (DIAS et al., 2019). No processo de identificação da autocorrelação espacial, será elaborada a matriz de proximidade, onde cada município assume uma linha e uma coluna na matriz. As caselas assumem valor 1 ou 0 conforme o conceito de vizinhança adotado no estudo: municípios contíguos, aqueles que fazem fronteiras (BRAGA; MARQUES; BRAGA, 2016). O município de Fernando de Noronha será excluído da análise espacial, dado a inexistência de continuidade geográfica com outros municípios, impossibilitando detectar autocorrelações espaciais.

Também não serão incluídos na análise espacial os óbitos ocorridos nas primeiras 24 horas de vida cujo registro do município de residência esteja como "Município ignorado", impossibilitando realizar a análise espacial por não conhecer a localização geográfica do mesmo.

Os indicadores globais, como por exemplo, o Índice de Moran, constituem uma aproximação do

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br



Continuação do Parecer: 4.272.341

efeito da dependência espacial, a qual é representada por um único valor. Os indicadores locais produzem valores específicos para cada unidade de análise, permitindo a identificação de padrões espaciais, situações atípicas (outliers) ou apontar agrupamentos de valores semelhantes (clusters) (ANSELIN, 1995). Os indicadores locais são denominados como Local Indicator of Spatial Association (LISA) (ANSELIN, 1995).

Será verificada a existência de autocorrelação espacial por meio do Índice de Moran Global. Este índice é utilizado na identificação de aglomerados espaciais que compartilham riscos ou não. Mede quanto o valor do atributo observado em uma região é independente dos valores deste mesmo atributo nas localizações vizinhas (WANG, REN, 2019).

O Índice de Moran Global varia de -1 a 1. Valores positivos indicam autocorrelação espacial positiva, ou seja, que há similiaridade espacial entre as unidades de análise; valores negativos o inverso. A inexistência de autocorrelação é indicada pelo Índice de Moran igual a zero, esta sendo a hipótese nula (independência espacial) (ALMEIDA, GOMES, NASCIMENTO, 2014; WANG, REN, 2019). Para verificar a significância estatística da autocorrelação espacial poderão ser utilizados os seguintes testes: pseudo-significância ou teste de distribuição aproximada.

Para representar o Índice de Moran Global será utilizado o diagrama de espalhamento de Moran, um tipo de indicador local. O diagrama é uma forma adicional de representar a correlação espacial por meio dos dados normalizados. É dividido em quatro quadrantes: Q1 e Q2 representam pontos de associação espacial positiva (alto-alto e baixo-baixo) e Q3 e Q4 associação negativa (alto-baixo e baixo-alto). No eixo x encontram-se o valor da taxa normalizada de cada município (valor da taxa subtraído da taxa média dividido pelo desvio-padrão) e no eixo y encontram-se as médias dos municípios vizinhos (Figura 4) (BRAGA; MARQUES; BRAGA, 2016).

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados os seguintes termos de apresentação obrigatória:

1. Projeto Completo;
2. Folha de Rosto;
3. Termo de Dispensa de TCLE;
4. Termo de Dispensa de Anuência;
5. Termo de Confidencialidade;
6. Orçamento Detalhado;

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br



Continuação do Parecer: 4.272.341

7. Comprovante de vínculo institucional com o Programa de Pós-Graduação;
8. Comprovante de Matrícula no Programa de Pós-Graduação;
9. Currículo Lattes dos pesquisadores envolvidos.

Recomendações:

Sem Recomendações. As pendências apresentadas foram devidamente acatadas.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem Pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

As exigências foram atendidas e o protocolo está APROVADO, sendo liberado para o início da coleta de dados. Informamos que a APROVAÇÃO DEFINITIVA do projeto só será dada após o envio do Relatório Final da pesquisa. O pesquisador deverá fazer o download do modelo de Relatório Final para enviá-lo via "Notificação", pela Plataforma Brasil. Siga as instruções do link "Para enviar Relatório Final", disponível no site do CEP/CCS/UFPE. Após apreciação desse relatório, o CEP emitirá novo Parecer Consubstanciado definitivo pelo sistema Plataforma Brasil.

Informamos, ainda, que o (a) pesquisador (a) deve desenvolver a pesquisa conforme delineada neste protocolo aprovado, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao voluntário participante (item V.3., da Resolução CNS/MS Nº 466/12).

Eventuais modificações nesta pesquisa devem ser solicitadas através de EMENDA ao projeto, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

Para projetos com mais de um ano de execução, é obrigatório que o pesquisador responsável pelo Protocolo de Pesquisa apresente a este Comitê de Ética relatórios parciais das atividades desenvolvidas no período de 12 meses a contar da data de sua aprovação (item X.1.3.b., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). O CEP/CCS/UFPE deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (item V.5., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). É papel do/a pesquisador/a assegurar todas as medidas imediatas e adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e ainda, enviar notificação à ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, junto com seu posicionamento.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br



Continuação do Parecer: 4.272.341

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1605824.pdf	04/09/2020 12:48:16		Aceito
Outros	Resposta_pendencias.pdf	04/09/2020 12:46:29	Aline Beatriz dos Santos Silva	Aceito
Outros	Dispensa_anuencia.pdf	04/09/2020 12:45:06	Aline Beatriz dos Santos Silva	Aceito
Folha de Rosto	Folha_rosto.pdf	04/09/2020 12:42:14	Aline Beatriz dos Santos Silva	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Detalhado_Aline.docx	04/09/2020 12:29:31	Aline Beatriz dos Santos Silva	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO.docx	12/08/2020 14:51:21	Aline Beatriz dos Santos Silva	Aceito
Outros	Termo_Confidencialidade.docx	12/08/2020 09:48:46	Aline Beatriz dos Santos Silva	Aceito
Outros	comprovante_vinculo.pdf	12/08/2020 09:48:16	Aline Beatriz dos Santos Silva	Aceito
Outros	comprovante_matricula.pdf	12/08/2020 09:37:30	Aline Beatriz dos Santos Silva	Aceito
Outros	Lattes_Ana.pdf	12/08/2020 09:34:48	Aline Beatriz dos Santos Silva	Aceito
Outros	Lattes_Cristine.pdf	12/08/2020 09:34:33	Aline Beatriz dos Santos Silva	Aceito
Outros	Lattes_Aline.pdf	12/08/2020 09:33:48	Aline Beatriz dos Santos Silva	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	DispensaTCLE.pdf	09/08/2020 18:53:25	Aline Beatriz dos Santos Silva	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RECIFE, 12 de Setembro de 2020

Assinado por:
LUCIANO TAVARES MONTENEGRO
(Coordenador(a))

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br

ANEXO B – NORMATIZAÇÃO PARA SUBMISSÃO À REVISTA BRASILEIRA DE ENFERMAGEM

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

- [1. POLÍTICA EDITORIAL](#)
- [2. CATEGORIAS DE MANUSCRITOS](#)
- [3. PREPARO DOS MANUSCRITOS](#)
- [4. PROCESSO DE SUBMISSÃO DO MANUSCRITO](#)
- [5. PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE MANUSCRITOS](#)
- [6. REVISÃO TÉCNICA DE LÍNGUA PORTUGUESA E TRADUÇÃO DOS MANUSCRITOS](#)
- [7. TAXAS DE AVALIAÇÃO E DE EDITORAÇÃO](#)

.....

1. POLÍTICA EDITORIAL

A **REBEn** é um periódico de acesso aberto (*open access*) revisado por pares que tem a missão de divulgar a Ciência da Enfermagem e da Saúde.

Aceita manuscritos nos idiomas português, inglês e espanhol. É publicada somente na versão eletrônica e em fluxo contínuo. Os conteúdos publicados na REBEn estão sob licença da Creative Commons (CC-BY) Atribuição 4.0 Internacional (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt>).

Manuscritos redigidos em português ou espanhol, deverão ser traduzidos para o inglês, em sua versão **final**, após o aceite do artigo.

Os manuscritos devem destinar-se exclusivamente à **REBEn**, não sendo permitida sua submissão simultânea a outro(s) periódico(s).

A **REBEn** tem a política consolidada de preservação digital juntamente com o SciELO.

A **REBEn** endossa as práticas de ciência aberta que consistem no conhecimento transparente e acessível que é compartilhado e desenvolvido por meio de redes de trabalhos colaborativos (FOSTER Open Science Definition - <https://www.fosteropenscience.eu/foster-taxonomy/open-science-definition>).

Diante desta definição, e objetivando aumentar o rigor, a responsabilidade e a reprodutibilidade da pesquisa em prol da transparência, qualidade e rapidez, conforme as recomendações TOP - *Transparency and Openness Promotion* (<https://osf.io/dngy3/>), a **REBEn** aceita manuscritos provenientes de servidores *preprints* para o processo de avaliação pelos pares.

1.1 Declaração sobre Ética e Integridade em Pesquisa

A REBEn apoia as Recomendações para a Condução, Relatório, Edição e Publicação de Trabalhos Acadêmicos em Revistas Médicas (*Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals*), do Comitê Internacional de Editores de Revistas Médicas (*International Committee of Medical Journal Editors*). Essas

recomendações, relativas à integridade e padrões éticos na condução e no relatório de pesquisas, estão disponíveis na URL http://www.icmje.org/urm_main.html.

Apoia ainda os padrões internacionais para publicação de pesquisa responsável, desenvolvidos pelo COPE (*Committee on Publication Ethics*) e destinados a editores e autores (disponíveis em: <https://publicationethics.org/resources/resources-and-further-reading/international-standards-editors-and-authors>).

Conceitos, ideias ou opiniões emitidos nos manuscritos, bem como a procedência e a exatidão das citações neles contidas, são de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

A **REBEn** adota o sistema *Ithenticate* para identificação de similaridade. Práticas que ferem a integridade científica como plágio, autoplagio, fabricação de dados, publicação redundante e conflitos de interesse não divulgados serão levadas para avaliação do Conselho Editorial que seguirá o fluxograma fornecido pelo COPE - <http://publicationethics.org/resources/flowcharts>. O Conselho Editorial da **REBEn** discutirá tais casos suspeitos e tomará as devidas decisões, tais como: embargos e suspensão de publicar no periódico por período determinado pelo Conselho Editorial. Os autores serão imediatamente comunicados de todas as etapas deste processo.

A **REBEn** não hesitará em publicar erratas, retificações, retratações e desculpas quando necessário.

1.2 Conflito de Interesse

A **REBEn** exige que todos os autores do manuscrito declarem quaisquer fontes potenciais de conflitos de interesse. Qualquer interesse ou relacionamento, financeiro ou outro, ou crenças pessoais, religiosas ou políticas que possam ser percebidas como influenciando a objetividade de um autor são considerados uma fonte potencial de conflito de interesses. Fontes potenciais de conflito de interesse incluem, mas não estão limitadas a: patente ou propriedade de ações, participação em um conselho de administração de uma empresa, participação em um conselho consultivo ou comitê de uma empresa e consultoria ou recebimento de honorários de palestrante de uma empresa. A existência de conflito de interesses não impede a publicação. Se os autores não tiverem conflito de interesses a declarar, devem declarar na submissão do manuscrito, na carta ao editor. É responsabilidade do autor correspondente revisar esta política com todos os autores e, coletivamente, divulgar com a submissão **TODAS** as relações comerciais e outras pertinentes.

A declaração de conflito de interesse deve ser informada no momento de submissão do manuscrito pelo sistema ScholarOne

1.3 Pesquisas Experimentais e com seres humanos ou animais

A **REBEn** considera condição *sine qua non* para publicação que os manuscritos submetidos tenham cumprido as diretrizes ético-legais que envolvem a elaboração de trabalhos acadêmicos e/ou técnico-científicos e a pesquisa com seres humanos ou com animais.

Em se tratando de pesquisa envolvendo seres humanos, e atendendo o disposto na Resolução CNS nº 466/2012 (<http://aplicacao.saude.gov.br/plataformabrasil/login.jsf>), o(s) autor(es) brasileiros deve(m) mencionar no manuscrito a aprovação do projeto por Comitê de Ética reconhecido pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa, do Conselho Nacional de Saúde (CONEP-CNS), ou por órgão equivalente, quando a pesquisa tiver sido executada em outro país.

Na pesquisa experimental envolvendo animais deve ser respeitada a Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, que regulamenta o inciso VII do §1º do Art. 225 da Constituição Federal, estabelecendo procedimentos para o uso científico de animais, e as normas estabelecidas no

Guide for the Care and Use of Laboratory Animals (Institute of Laboratory Animal Resources, National Academy of Sciences, Washington, D.C., EUA), de 1996, e nos Princípios Éticos na Experimentação Animal do Colégio Brasileiro de Experimentação Animal – COBEA, de 1991 (disponível em: www.cobea.org.br). Essas informações devem constar no método de acordo com a recomendação do ARRIVE (<https://www.nc3rs.org.uk/arrive-guidelines>).

2. CATEGORIAS DE MANUSCRITOS

A REBEEn considera para publicação somente os artigos que atendem aos padrões de qualidade estabelecidos pelas diretrizes para produção de pesquisa em saúde – Enhancing the Quality and Transparency of Health Research Network (EQUATOR) (<https://www.equator-network.org/>). É obrigatório indicar no método em desenho do estudo qual instrumento do Equator foi utilizado para nortear a pesquisa (<https://www.equator-network.org/toolkits/selecting-the-appropriate-reporting-guideline/>, <https://clinical-trials.ai>, <https://doi.org/10.1136/bmj.m3164>¹, <https://doi.org/10.1136/bmj.m3210>², <https://doi.org/10.1136/bmj.m3505>³ e as revisões sistemáticas devem seguir as orientações atualizadas no *guideline* PRISMA, <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>⁴). O não cumprimento dessa norma levará ao arquivamento do manuscrito.

Tipos de artigos considerados:

- **Editorial:** texto sobre assunto de interesse para o momento histórico ou a produção do conhecimento com repercussão para Enfermagem e Saúde. Pode conter até **duas (2) páginas**, incluindo até **quatro referências**, quando houver.
- **Artigos originais:** estudos que agreguem informações novas para a área da Enfermagem e da Saúde. Estão incluídos nesta categoria: ensaios clínicos randomizados, estudos de caso-controle, coorte, prevalência, incidência, estudos de acurácia, estudo de caso e estudos qualitativos. Os artigos originais devem conter um máximo de **quinze (15) páginas**, incluindo os resumos, **50 referências e até oito autores**.
- **Revisão:** utiliza métodos sistemáticos e critérios explícitos para identificar, selecionar e avaliar criticamente pesquisas relevantes, e para coletar e analisar dados dos estudos

¹ Liu X, Rivera S C, Moher D, Calvert M J, Denniston A K. Reporting guidelines for clinical trial reports for interventions involving artificial intelligence: the CONSORT-AI Extension BMJ 2020; 370 :m3164. <https://doi.org/10.1136/bmj.m3164>

² Rivera S C, Liu X, Chan A, Denniston A K, Calvert M J. Guidelines for clinical trial protocols for interventions involving artificial intelligence: the SPIRIT-AI Extension BMJ 2020; 370 :m3210. <https://doi.org/10.1136/bmj.m3210>

³ Wynants L, Smits L J M, Van Calster B. Demystifying AI in healthcare BMJ 2020; 370 :m3505. <https://doi.org/10.1136/bmj.m3505>

⁴ Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ. 2021;372(71). <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

incluídos na revisão. Estão incluídos nesta categoria: revisão sistemática com e sem meta- ou *metassíntese e revisão de escopo*. As revisões devem conter no máximo de **vinte (20) páginas**, incluindo os resumos, **50 referências e até seis autores**.

- **Reflexão** – Formulação discursiva aprofundada, focalizando um conceito ou constructo teórico da Enfermagem ou de área afim; ou discussão sobre um tema específico, estabelecendo analogias, apresentando e analisando diferentes pontos de vista, teóricos ou práticos. Deve conter no máximo **dez (10) páginas**, incluindo os resumos, **dez referências e até quatro autores**.
- **Relato de Experiência, Atualização e/ ou Inovação Tecnológica** – Estudo que se descreve situações da prática e/ou **inovação tecnológica** (ensino, assistência, pesquisa ou gestão/gerenciamento), as estratégias de intervenção e a avaliação de sua eficácia, de interesse para a atuação profissional. Deve conter no máximo **dez (10) páginas**, incluindo os resumos, **dez referências e até quatro autores**.
- **Carta ao Editor** - máximo **uma página**.
- **Resposta do autor** - máximo **250 palavras**.

Categoria de Manuscritos – Checklist

Categoria	Manuscrito (n. de págs.)	Autores (n.)	Referências (n.)
Artigos Originais	15	8	50
Revisão	20	6	50
Reflexão	10	4	10
Relato de Experiência, Atualização e/ou Inovação Tecnológica	10	4	10
Carta ao Editor	1	-	-
Editorial	2	-	4

2.1 Registro de Estudos Clínicos, Revisões Sistemáticas e outras Revisões

- A **REBEn** apoia as políticas para registro de ensaios clínicos da Organização Mundial de Saúde (OMS) e do ICMJE, reconhecendo a importância dessas iniciativas para o registro e a divulgação internacional de informação sobre estudos clínicos, em acesso aberto. Dessa forma, somente serão aceitos para publicação os artigos de pesquisas clínicas que tenham recebido um número de identificação em um dos Registros de Ensaios Clínicos validados pelos critérios estabelecidos pela OMS e pelo ICMJE (Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos – REBEC (<http://www.ensaiosclinicos.gov.br/> ou <http://apps.who.int/trialsearch/default.aspx>)). O número de identificação do registro deve ser inserido na seção “Métodos”.
- Os estudos randomizados devem seguir as diretrizes **CONSORT** (<http://www.consort-statement.org>). Esta declaração fornece uma abordagem baseada em evidências para melhorar a qualidade dos relatórios de ensaios clínicos. Todos os manuscritos que descreverem um estudo clínico devem incluir o Diagrama de Fluxo **CONSORT** mostrando o

número de participantes de cada grupo de intervenção, bem como a descrição detalhada de quantos pacientes foram excluídos em cada passo da análise de dados. Todos os testes clínicos devem ser registrados e disponibilizados em um site de acesso livre. O protocolo do ensaio clínico (incluindo o plano de análise estatística completa) deve ser encaminhado juntamente com o manuscrito (<https://trialsjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1745-6215-11-9>)

- A **REBEn** encoraja o registro de estudos observacionais, tais como de coorte e caso controle nas Plataformas REBEC – <http://www.ensaiosclinicos.gov.br/> ou similares com a Clinical Trial - <https://clinicaltrials.gov/>. Para maiores informações acesse: <https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736%2810%2960148-1/fulltext>
- Revisões sistemáticas devem seguir o protocolo PRISMA (<http://www.prisma-statement.org/Protocols/>) e devem fornecer o número de registro de protocolo no banco de dados PROSPERO (<https://www.crd.york.ac.uk/prospero/>).
- Artigos apresentando estudos clínicos ou revisões sistemáticas sem protocolos de registro serão prontamente rejeitados sem revisão por pares.
- As revisões de escopo, devem seguir as diretrizes (<http://www.prisma-statement.org/Extensions/ScopingReviews>) e incentiva que os protocolos sejam disponibilizados em repositórios de acesso e livre, como a OSF – Open Science Framework - <https://osf.io/>.

2.2 Dados de Pesquisa

A **REBEn** incentiva o depósito e o compartilhamento de dados de pesquisa que apoiam a publicação do artigo. Os dados de pesquisa referem-se aos resultados de observações ou experimentações que validam os resultados da pesquisa. Para possibilitar a reprodutibilidade e a reutilização de dados, a **REBEn** recomenda que partir de 2021 e obrigatoriamente a partir de 2022, o depósito e o compartilhamento do projeto de pesquisa, relatórios parciais da pesquisa, softwares, códigos, modelos, algoritmos, protocolos, procedimentos operacionais, metodologias de fluxo de trabalho, cadernos de campo, diários, questionários, fitas de áudio ou vídeo, métodos e outros materiais úteis relacionados ao projeto em um repositório público de dados.

Repositório de Dados é um banco de dados onde são armazenados conteúdos digitais e recursos que podem ser pesquisados e recuperados para uso posterior. Há uma variedade de repositórios brasileiros na qual é possível depositar os dados de pesquisa. Um exemplo é o SCIELO Data - <https://data.scielo.org/dataverse/brreben>. As Universidade do Estado de São Paulo (USP, UNIFESP, UNICAMP, ITA, entre outras) desenvolveram um metabuscador no qual é possível realizar uma busca em uma diversidade de repositórios de dados: <https://metabuscador.uspdigital.usp.br/>. Para encontrar o repositório mais apropriado, bem como informações sobre como depositar, compartilhar e usar dados de pesquisa e outros materiais relevantes, consulte: <https://www.re3data.org/> e <https://fairsharing.org>.

Para os autores de manuscrito que estão compartilhando seus dados, a **REBEn** encoraja a citar e linkar os mesmos no manuscrito, no capítulo MATERIAL SUPLEMENTAR, APÓS A CONCLUSÃO OU CONSIDERAÇÕES FINAIS E ANTECEDENDO a seção de Referências).

2.3 Aceitação de publicações *Preprints*

A **REBEn** aceita manuscritos que foram previamente depositados em um servidor não comercial de *preprints*, desde que não tenham sido submetidos a revisão por pares em outro periódico simultaneamente.

O *preprint* consiste em uma versão completa do artigo científico que ainda não foi revisado por pares. Os *preprints* operam independentemente do periódico e a publicação de um *preprint* não afeta o processo de revisão por pares.

O autor responsável pela submissão deve informar se o manuscrito está depositado em um servidor de *preprints* e obrigatoriamente fornecer o DOI correspondente. O manuscrito deve obedecer a uma licença que permita compartilhar o material em qualquer suporte ou formato (Creative Commons - CC-BY).

São exemplos de servidores nacionais o SciELO Preprint - <https://preprints.scielo.org/> o Emerging Researcher Information (EmerI) <https://preprints.ibict.br/> e internacionais o Medrxiv (<https://www.medrxiv.org/>).

A **REBEn** recomenda o preenchimento do [Formulário sobre Conformidade com a Ciência Aberta](#) que deve ser submetido como arquivo suplementar ao manuscrito e que ficará acessível aos revisores.

2.4 Responsabilidade da Autoria

A autoria confere crédito e tem importantes implicações acadêmicas, sociais e financeiras. A autoria implica responsabilidade pelo trabalho publicado. Para todos os autores que tiveram contribuições intelectuais e substanciais no manuscrito, a **REBEn** exige que cada autor especifique suas contribuições no trabalho. O autor correspondente ou autor que encaminhou o trabalho indicará, durante o processo de submissão, a garantia e a exatidão da integridade de todos os dados relatados no manuscrito ([Modelo de Declaração](#) – **encaminhar como arquivo suplementar**).

A **REBEn** segue a recomendação da ICMJE, que se baseia nos critérios descritos a seguir:

1. concepção ou desenho do estudo/pesquisa;
2. análise e/ou interpretação dos dados;
3. revisão final com participação crítica e intelectual no manuscrito.

Todos os colaboradores que não atendam aos critérios de autoria devem ser listados na seção **Agradecimentos**, bem como o apoio financeiro das agências de fomento.

Para manuscritos publicados previamente em servidores *preprints* orienta-se que sejam mantidos os mesmos autores, com base nos critérios já descritos.

3. PREPARO DOS MANUSCRITOS

Os **manuscritos somente serão aceitos**, para avaliação, se estiverem rigorosamente de acordo com o modelo disponível nos Templates e preparados da seguinte forma:

Arquivo do *Microsoft Office Word*, com configuração obrigatória das páginas em papel A4 (210x297mm) e margens de 2 cm em todos os lados, fonte *Times New Roman* tamanho 12, espaçamento de 1,5 pt entre linhas, parágrafos com recuo de 1,25 cm.

3.1 Página de Título ([Template 1](#))

- **Título do artigo:** até 15 palavras, no máximo, no idioma do manuscrito. Recomenda-se que o título seja composto utilizando pelo menos 3 descritores;
- **Autoria:** Nome completo dos autores. A afiliação de cada autor deve conter as informações: universidade, cidade, país e ORCID (todos os autores devem ter o identificador ORCID – *Open Researcher and Contributor ID* – <https://orcid.org/signin>);
 - Um autor correspondente deve ser indicado com o endereço do e-mail e foto.
- **Resumo:** resumo limitado a 150 palavras no mesmo idioma do manuscrito. Deverá estar estruturado em Objetivo, Métodos, Resultados e Conclusões ou Considerações Finais;
- **Descritores:** devem ser inseridos logo abaixo do resumo. Incluir cinco descritores nos três idiomas (português, inglês e espanhol). Descritores em português e espanhol devem ser extraídos do DeCS (<http://decs.bvs.br>) e em inglês do MeSH (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh> ou <https://meshb.nlm.nih.gov/MeSHonDemand>);
- **Fomento e Agradecimento:** Informar a instituição de fomento. Agradecimentos são opcionais para participantes não considerados autores.

3.2 Estrutura do texto

Não devem ser usadas abreviaturas no título e subtítulos do manuscrito e no resumo. Para tabelas e figuras com abreviações é obrigatório inserir em nota de rodapé da tabela ou figura. No texto, usar somente abreviações padronizadas. Na primeira citação, a abreviatura é apresentada entre parênteses após o termo por extenso.

- O itálico será aplicado somente para destacar termos ou expressões relevantes para o objeto do estudo, e
- Nas citações de autores, *ipsis litteris*:
 - Com até três linhas, usar aspas e inseri-las na sequência normal do texto;
 - No caso de fala de depoentes ou sujeitos de pesquisa, destacá-las em novo parágrafo, sem aspas, fonte *Times New Roman* tamanho 11, espaçamento simples entre as linhas e recuo de 3 cm da margem esquerda.
- Nas citações de autores, *ipsis litteris*, com mais de três linhas, destacá-las em novo parágrafo, sem aspas, fonte *Times New Roman* tamanho 11, espaçamento simples entre as linhas, sem itálico e recuo de 3 cm da margem esquerda.
- As citações de autores no texto devem ser numeradas de forma consecutiva, na ordem em que forem mencionadas pela primeira vez no texto;
 - Devem ser utilizados números arábicos, entre parênteses e sobrescritos, sem espaço entre o número da citação e a palavra anterior, antecedendo a pontuação da frase ou parágrafo [Exemplo: cuidado⁽⁵⁾].
 - Quando se tratar de citações sequenciais, os números serão separados por um traço [Exemplo: cuidado⁽¹⁻⁵⁾.], quando intercaladas, separados por vírgula [Exemplo:

cuidado^(1,3,5).].

- As notas de rodapé deverão ser restritas ao mínimo indispensável.
- Apêndices e anexos serão desconsiderados.

3.3 Documento Principal ([Template 2](#))

O documento principal, **sem identificação dos autores**, deve conter:

- **Título do artigo:** até 15 palavras, no máximo, no idioma do manuscrito. Componha seu título utilizando pelo menos 3 descritores;
- **Resumo e os descritores:** resumo limitado a **150 palavras no mesmo idioma do manuscrito**. Deverá estar estruturado (Objetivo, Métodos, Resultados e Conclusões ou Considerações Finais).
- **Descritores:** devem ser inseridos logo abaixo do resumo. Incluir cinco descritores nos três idiomas (português, inglês e espanhol). Para descritores em português e espanhol devem ser extraídos do DeCS: <http://decs.bvs.br> e inglês do MeSH: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh> ou <https://meshb.nlm.nih.gov/MeSHonDemand>
- **Corpo do texto:** consiste no corpo do manuscrito, propriamente dito. A estrutura do manuscrito nas categorias pesquisa e revisão é: **Introdução, Objetivo, Métodos, Resultados, Discussão e Conclusões (para pesquisa quantitativa) ou considerações finais (pesquisa qualitativa); todos os subtítulos devem ser destacados em negrito no texto.**
- **Ilustrações:** tabelas, quadros e figuras, como fotografias, desenhos, gráficos, entre outros devem ser apresentadas no corpo do manuscrito e ser numeradas, consecutivamente, com algarismos arábicos, na ordem em que forem inseridas no texto, não podendo ultrapassar o **número de cinco.**
- **Figuras e Tabelas Figuras:** Devem ter obrigatoriamente legendas, sendo para figura a legenda deve ser na parte inferior e a identificação de tabelas e quadros deve estar na parte superior, seguida do número de ordem de sua ocorrência no texto, em algarismos arábicos, travessão e do respectivo título (Ex.: Tabela 1 – título). **A fonte consultada deverá ser incluída abaixo das imagens somente se for de dados secundários.** As tabelas devem ser padronizadas conforme recomendações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Normas de apresentação tabular. 3. ed. Rio de Janeiro, 1993, disponíveis em <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv23907.pdf>
- As ilustrações devem ser enviadas em seus **arquivos editáveis originais dos programas de origem**, ou exportados vetorizados nos formatos EPS ou PDF.
- Abreviações devem ser inseridas por extenso em nota de rodapé da tabela e/ou figura.
- **Subtítulos:** os subtítulos do **Método e Discussão** devem ser destacados em negrito conforme recomendação do [CHECKLIST](#).
- **Fomento e Agradecimentos** deverão ser citados antes do capítulo das referências. Em Fomento é obrigatório citar fonte de fomento à pesquisa (se houver). Esta informação deve ser inserida na versão final após aceite. Em Agradecimentos são opcionais às pessoas que contribuíram para a realização do estudo, mas não se constituem autores e devem ser apresentados na versão final após aceite.
- **Referências:** o número de referências é limitado conforme a categoria do manuscrito. As referências, apresentadas no final do trabalho, devem ser numeradas, consecutivamente, de acordo com a ordem em que foram incluídas no texto; e conforme o estilo indicado pelo Comitê Internacional de Editores Científicos de Revistas Biomédicas (ICMJE). Exemplos do estilo de Vancouver estão disponíveis por meio do site da *National Library of Medicine* (NLM) em *Citing Medicine* <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK7256/>. No mínimo, 50% das referências devem ser preferencialmente produções publicadas nos últimos 5 anos e destas,

20% nos últimos 2 anos. A **REBEn** sugere que 40% das referências sejam de revistas brasileiras, da coleção SciELO e RevEnf.

Para os artigos disponibilizados em português e inglês, deve ser citada a versão em inglês, com a paginação correspondente.

Evitar citações de teses, dissertações, livros e capítulos, jornais ou revistas não científicas (*Magazines*) e no prelo, exceto quando se tratar de referencial teórico (Ex: *Handbook Cochrane*).

A REBEn incentiva o uso do DOI, pois garante um link permanente de acesso para o artigo eletrônico. Para artigos ou textos publicados na internet que não contenham o DOI, indicar o endereço da URL completa bem como a data de acesso em que foi consultada.

Serão aceitas até 3 referências de *preprint* (opcional).

Sugestão: A **REBEn** aceita referências de *preprint* desde que extremamente necessária. Sugerimos fortemente que durante o processo de avaliação por pares e a prova de prelo os autores verifiquem se a versão citada já foi publicada e atualizem com a referência do periódico correspondente.

Exemplos mais comuns de referências:

Artigos com o identificador DOI:

Lavorato Neto G, Rodrigues L, Silva DARD, Turato ER, Campos CJG. Spirituality review on mental health and psychiatric nursing. *Rev Bras Enferm*. 2018;71(suppl 5):2323-33. doi: 10.1590/0034-7167-2016-0429.

Artigos Eletrônicos:

Polgreen PM, Diekema DJ, Vandenberg J, Wiblin RT, Chen YY, David S, et al. Risk factors for groin wound infection after femoral artery catheterization: a case-control study. *Infect Control Hosp Epidemiol* [Internet]. 2006 [cited 2018 Jan 5];27(1):34-7. Available from: <http://www.journals.uchicago.edu/ICHE/journal/issues/v27n1/2004069/2004069.web.pdf>

Artigos em outro idioma

Cruz MSD, Bernal RTI, Claro RM. [Trends in leisure-time physical activity in Brazilian adults (2006-2016)]. *Cad Saude Publica*. 2018. 22;34(10):e00114817. doi: 10.1590/0102-311X00114817 Portuguese.

Livro

Jenkins PF. Making sense of the chest x-ray: a hands-on guide. New York: Oxford University Press; 2005. 194 p.

Livro na Internet

Higgins JP, Green S, editors. *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions* [Internet]. Version 4.2.6. Chichester (UK): John Wiley & Sons, Ltd.; 2006 [cited 2018 Oct 15]. 257 p. Available from: <http://www.cochrane.org/resources/handbook/handbook.pdf>

Preprint

Lavorato Neto G, Rodrigues L, Silva DARD, Turato ER, Campos CJG. Spirituality review on mental health and psychiatric nursing. *Medrxiv*. 2018. Preprint(v.2) [cited 2019 Oct 12]. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2016-0429>.

Vídeos

No Youtube: Viseu Now. Entrevista Marco Machado, enfermeiro em Londres [Internet]. Viseu Now; 2020 Mar 24. [cited 2020 Apr 12]. Video: 7 min 18 seg. Available from: <https://youtu.be/bJ9fDzVWOz4>

No figshare: Plessis-Faurie, Alida S. A Mother and Preterm Infant in a South African Informal Settlement [Internet]. Visualise Your Thesis. Presentation; 2019 [cited 2020 Nov 13]. Video: 1 min 13 seg. Available from: https://figshare.com/articles/presentation/A_Mother_and_Preterm_Infant_in_a_South_African_Informal_Settlement/9992606 doi: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.9992606.v1>

- **Citação e Referência de Dados de Pesquisa e Outros Conteúdos:** a REBEn encoraja citar arquivos de dados, códigos de programas e outros conteúdos subjacentes ou relevantes em seu manuscrito, citando no texto e incluindo a referência dos dados em Referências. A REBEn endossa os Princípios de Citação de Dados da FORCE 11 (*FORCE 11 Data Citation* - <https://www.force11.org/datacitationprinciples>) que indica que todos os conjuntos de dados disponíveis publicamente sejam totalmente referenciados na lista de referência com um número de acesso ou identificador exclusivo, como um identificador de objeto digital (DOI). Para maiores informações, consulte: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK7273/#A57722>

Exemplo:

Dados de Pesquisa: Coin L. Genomics of development and disease [dataset]. 2014 Jun 1 [cited 2017 Jun 9]. The University of Queensland. Available from: <http://dx.doi.org/10.14264/uql.2016.583>.

Dados de Repositório: Global Health Observatory Data Repository [Internet]. Geneva: WHO. [cited 2019 Jul 3]. Available from: <http://www.who.int/gho/database/en/>.

Dados depositados em Repositórios: Zimmermann B, Tkalčec Z, Mešić A, Kohler A. Characterizing aeroallergens by infrared spectroscopy of fungal spores and pollen [dataset]. 2015 Apr 27 [cited 2019 Jul 3]. Dryad Digital Repository. Available from: <https://datadryad.org/resource/doi:10.5061/dryad.f4v0s>. Referenced in doi: 10.1371/journal.pone.0124240.

Dados descritos em artigos: Mann C, Kane L, Dai M, Jacobson K. Description of the 2012 NEMSIS public-release research dataset. *Prehosp Emerg Care*. 2015;19(2):232-40. doi: 10.3109/10903127.2014.959219.

4. PROCESSO DE SUBMISSÃO DO MANUSCRITO

Os manuscritos devem ser submetidos à REBEn por meio da URL <http://www.scielo.br/reben/>, acessando o link *Submissão Online*.

Para iniciar o processo, o responsável pela submissão deverá cadastrar-se previamente no sistema como autor. O sistema é autoexplicativo e, ao concluir o processo, será gerada uma ID para o manuscrito, com código numérico (Exemplo: REBEn 2020-0001).

Tópicos do *Checklist*:

- Página de Título ([Template 1](#));
- Documento Principal no Modelo Indicado ([Template 2](#));
- Declaração de Responsabilidade pela Autoria, Exclusividade e Transferência de Direitos Autorais e de Ciência das Instruções da REBEn aos autores Modelo de declaração ([Modelo de Declaração](#));
- Carta ao Editor (*cover letter*);
- Comprovante de **aprovação** do projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética;
- Comprovante de pagamento de taxa de conformidade **com o nome do pagante e data de pagamento visíveis**.
- [Formulário sobre Conformidade com a Ciência Aberta](#)

O responsável pela submissão receberá uma mensagem informando a URL do manuscrito e um *login*, para que possa acompanhar, na interface de administração do sistema, o progresso do documento nas etapas do processo editorial.

Só serão verificados pelo escritório editorial quanto à adequação às normas, os manuscritos que estiverem formatados no modelo de submissão. Antes de submeter o manuscrito os autores devem verificar as normas da REBEn, seguir rigorosamente o [CHECKLIST](#) e ter todos os documentos necessários para submissão. É obrigatório o preenchimento completo dos metadados no formulário de submissão.

Cada documento deve ser anexado, separadamente, no campo indicado pelo sistema.

Para iniciar o processo, o responsável pela submissão deverá cadastrar-se previamente no sistema como autor criando/associando o cadastro do ORCID (*Open Researcher and Contributor ID* - <https://orcid.org/signin>). Todos os autores devem ter o cadastro associado ao ORCID atualizado.

Os autores devem indicar quatro possíveis pareceristas para avaliação do manuscrito. **Estes indicados deverão ser obrigatoriamente doutores, não ter conflito de interesses e não pertencer a instituições de qualquer dos autores.** Os pareceristas podem ser acatados ou não pelos editores associados. Possíveis revisores podem ser localizados na [plataforma lattes](#) de acordo com a temática do manuscrito.

Os manuscritos que não se adequarem às normas na segunda rodada do *checklist* serão arquivados sem devolução da taxa de avaliação.

5. PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE MANUSCRITOS

A REBEn adota, para manuscritos aprovados e que não tenham sido disponibilizados em servidores de *preprints*, a avaliação duplo-cega (*double-blind review*) que é constituído por dois ou mais árbitros designados para realizar a revisão do manuscrito. Os pareceres emitidos pelos avaliadores podem considerar o manuscrito aceito, rejeitado ou que requer revisões, seja de forma ou de conteúdo. Os pareceres emitidos pelos avaliadores são apreciados pelos Editores

Chefes, e um parecer final é enviado aos autores. Para manuscritos previamente publicados em servidores de *preprints* a REBEn entende que não é possível garantir o anonimato dos autores, sendo garantido apenas dos revisores envolvidos no processo. Para os dois casos, o nome do Editor Associado (EA) envolvido com o processo de *peer review* é publicado junto com o manuscrito.

Com o objetivo de tornar o processo de revisão por pares mais transparente e apoiada nos preceitos da ciência aberta, a partir de 2021 a **REBEn** adotará o processo transparente de revisão por pares (Figura 1), que consiste em compartilhar o relatório de revisão emitido pelos revisores mas sem a identificação destes. A partir de 2022 a REBEn oferecerá aos autores e revisores a possibilidade de optar por exibir os relatórios dos revisores (e as respostas dos autores) junto com o artigo publicado.

O conteúdo da revisão por pares só aparecerá quando todos aceitarem. Os revisores também poderão assinar seu relatório, se desejarem.



Figura 1 - Conceito de Revisão Por Pares Transparente/Aberta e Cega

6. REVISÃO TÉCNICA DE LÍNGUA PORTUGUESA E TRADUÇÃO DE MANUSCRITOS

Quando o artigo for aceito, o autor receberá um e-mail do escritório editorial com instruções sobre:

- Tradutores e revisores certificados pela REBEn relacionados neste [documento](#);
- Os documentos a serem enviados no template final (disponibilizado apenas pelo escritório).

A devolutiva do manuscrito nas versões traduzidas, revisadas e certificadas bem como o comprovante de pagamento da taxa de editoração **com o nome do pagante e data de pagamento visíveis**, deverão ser encaminhados ao e-mail reben@abennacional.org.br no prazo de **até 25 dias corridos**. Este prazo não atendido e a não conformidade com o modelo ([Template final enviado pelo escritório](#)), ocasionará o **arquivamento** do manuscrito.

Nesta oportunidade, verifique cuidadosamente o envio do manuscrito de acordo com o template final (nome dos autores, instituição ORCID, ordem de autoria). O Conselho Editorial decidiu a cobrança no valor de R\$ 200,00 em caso de errata por descuido dos

autores.

7. TAXA DE AVALIAÇÃO E DE EDITORAÇÃO

TAXA DE CONFORMIDADE	R\$ 400,00 (quatrocentos reais)	Comprovante do pagamento da taxa de avaliação com o nome do pagante e data de pagamento visíveis
TAXA DE EDITORAÇÃO	R\$ 1.600,00 (um mil e seiscentos reais).	Comprovante do pagamento após o aceite do manuscrito com o nome do pagante e data de pagamento visíveis
VALOR DE ERRATA	R\$ 200,00 (duzentos reais)	Comprovante do pagamento com o nome do pagante e data de pagamento visíveis

*conformidade com as Normas do Periódico

Forma de pagamento: Exclusivamente pelo Pagueguro ou Paypal (<http://reben.com.br/revista/>).

PARA PAGAMENTOS INSTITUCIONAIS, ENTRAR EM CONTATO COM:
tesouraria@abennacional.org.br

Sem a comprovação dos pagamentos pelo sistema, o artigo será arquivado definitivamente.

A taxa de avaliação não será devolvida caso o manuscrito não seja aceito para publicação.

ATENÇÃO

As dúvidas quanto as normas, submissão e ressubmissão serão atendidas exclusivamente pelo e-mail FALE CONOSCO (faleconosco.reben@abennacional.org.br).

Previamente ao uso do FALE CONOSCO reveja cuidadosamente as normas acima. Somente serão respondidas questões não contempladas nas Instruções aos Autores.

Ao iniciar a submissão do manuscrito o autor está ciente e em concordância com as normas da Revista.

ASSINATURAS

AQUISIÇÃO DE NÚMEROS AVULSOS DA REBEEn – versão IMPRESSA (sujeito à disponibilidade do produto)

A versão eletrônica da REBEn está disponível em acesso aberto e gratuito. Exemplares avulsos na forma impressa podem ser comprados, se os números estiverem disponíveis. Para adquirir números avulsos da **REBEn** na versão impressa, envie solicitação pelo e-mail reben@abennacional.org.br. Especificar no pedido o volume, o número, a quantidade desejada, nome e endereço completo do destinatário para envio, mediante o comprovante do pagamento.

Número Avulso - R\$ 50,00 (cada) acrescido das despesas de correio.

INSTRUÇÕES PARA PAGAMENTO

O valor referente a compra do(s) **número(s) avulso(s)**, deverá ser pago por meio de transferência entre contas correntes, com depósito bancário identificado, em nome da Associação Brasileira de Enfermagem, CNPJ 33.989.468-0001-00, no Banco do Brasil, Agência: 3475-4, Conta Corrente: 220.482-7. O depósito bancário identificado solicita um código identificador que, no caso de pessoa física, corresponde ao CPF, e, no caso de pessoa jurídica, ao CNPJ da instituição pagadora.

Para envio de comprovantes (transferência / depósito bancário) **ou para informações**, dirija-se a:

Revista Brasileira de Enfermagem- REBEn
SGA Norte Quadra 603 Conj. "B" Av. L2 Norte
CEP 70830-102 Brasília-DF, Brasil
Tel.: (55 61) 3226-0653
E-mail: reben@abennacional.org.br

ANEXO C – NORMATIZAÇÃO PARA SUBMISSÃO AO PERIÓDICO *GEOSPATIAL HEALTH*

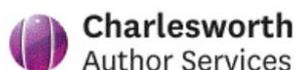
[HOME](#) / Guidelines for Authors

Guidelines for Authors

Manuscript will be carefully scrutinized for evidence of plagiarism, duplication and data manipulation; in particular, images will be carefully examined for any indication of intentional improper modification.

Any suspected misconduct ends up with a quick rejection and is then reported to the [US Office of Research Integrity](#).

Ensure that your work is written in **correct English before submission**. **Professional copyediting** can help authors improve the presentation of their work and increase its chances of being taken on by a publisher. In case you feel that your manuscript would benefit from a professional a professional English language copyediting checking language grammar and style, you can find a reliable revision service at:



The **Corresponding Author**, multiple corresponding authors are not allowed, must submit the manuscript online-only through our Manuscript Submission System.

Authors are kindly invited to suggest potential reviewers (names, affiliations and email addresses) for their manuscript, if they wish.

Manuscript preparation

Preparation of manuscripts

- Manuscripts should be written in English and submitted in MS Word Format (no PDF).
- Manuscripts should have numbered lines, with wide margins and double spacing throughout. Every page of the manuscript, including the title page, should be numbered.
- Manuscripts should be organized in the following order:
 - Title
 - Name(s) of author(s)
 - Complete postal address(es) of affiliations
 - Full telephone, Fax No. and e-mail address of the corresponding author
 - Abstract (not longer than 250 words)
 - Keywords (3-5)
 - Introduction
 - Materials and methods (with subheadings if necessary)
 - Results (with subheadings if necessary)
 - Discussion
 - Conclusions
- Acknowledgments
- References
- Titles of tables and figures
- Tables (must be pasted into the same file)
- Figures (must be pasted into the same file)

Journal Sections

Original Articles

They should be divided into an Abstract, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Conclusions and References. A maximum of 10 authors is permitted and additional authors should be listed in an ad hoc Appendix.

Reviews They should be introduced by a general summary of content in the form of an Abstract. Following a short introduction, putting the study into context and defining the aim, reviews will concentrate on the most recent developments in the field. A review should clearly describe the search strategy followed (key words, inclusion, exclusion criteria, search engines,...). No particular format is required; headings should be used to designate the major divisions of the paper.

vHealth communications The visual approach of vHealth communications does not aspire to replace normal-length articles, but aims at facilitating communication to the wider set of stakeholders involved in research today, i.e. government offices, decision-makers, funding agencies, diseases programme managers as well as the very people who live and work in endemic areas. To make visualization an integral part of the scientific communication, the journal welcomes the combination of a short manuscript and a

complementing video clip, which form together a vHealth communication. The video clip is at the core of a vHealth communication, presenting objectives, concepts, methodologies and spatial associations in a manner that is entertaining and easily understandable, yet coherent and scientifically sound. In accordance with the focus of the journal, vHealth communications need to show application of geographical information systems, remote sensing, global positioning systems, spatial statistics or other geospatial tools in the context of human and veterinary health.

How to prepare a vHealth communication

The manuscript of a vHealth communication needs to follow the instructions as provided by the journal's Guidelines for Authors, with the following exceptions and additions:

Manuscript

- Abstract not exceeding 100 words (visualisation needs to be mentioned somewhere in the abstract)
- 3-5 keywords
- Background of the visualisation (maximum 1,400 words), introducing the topic, the methodology of the research presented), some key findings of the research and the motivation behind the vHealth communication
- One figure or table
- One box summarizing the overall aim/motivation of the vHealth communication (50-100 words)
- One box describing the software used for producing the video clip (100-150 words). The objective of this box is to encourage other researchers to produce video clips for disseminating their research findings to a wider audience
- No more than 12 references

Video clip

- The video clip should be entertaining and easily understandable, yet coherent and scientifically sound
- The video should have a clear structure/story line (e.g. introduction, methodology, visualized findings, outlook)
- Duration of the video clip: maximum 10 minutes
- Video clip must be in good quality (picture and sound)

An Internet link to the video clip has to be provided when submitting a vHealth communication. It is the responsibility of the authors that no copyrights are violated in the final video clip, which will be published on YouTube by the journal.

References

- References cited in the text should be presented in a list in the section References
- In the text refer to the author's name (without initial) and year of publication.
- If reference is made in the text to a publication written by more than two authors the name of the first author should be used followed by "et al.". This indication, however, should never be used in the list of references. In this list names of first author and co-authors should be mentioned.
- References cited together in the text should be arranged chronologically.
- The references should be listed in alphabetical order and they should contain: surname and initials of each author, year of publication, title of the paper, abbreviated name and volume of the journal (for books, title and publisher), first and last page of the paper.

05/02/2022 16:32

Guidelines for Authors | Geospatial Health

- For example:

for journals

Cringoli G, Taddei R, Rinaldi L, Veneziano V, Musella V, Cascone C, Sibilio G, Malone JB, 2004. Use of remote sensing and geographical information systems to identify environmental features that influence the distribution of paramphistomosis in sheep from the southern Italian Apennines. *Vet Parasitol* 122:15-26.

for books

Elliott P, Wakefield J, Best N, Briggs D, 2000. *Spatial Epidemiology - Methods and Applications*, Oxford University Press, 494 pp.

FOR AUTHORS

SUBMIT YOUR PAPER

Benefits for Authors

Guide for Authors

How to write a scientific paper

How to write a Review article

Article Processing Charge

FOR REVIEWERS

Benefits for Reviewers

How to review

Thanks to Reviewers

INDEXING

PubMed

Scopus

DOAJ

MOST READ LAST MONTH

ANEXO D – NORMATIZAÇÃO PARA SUBMISSÃO AO PERIÓDICO *THE INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOSTATISTICS*

The International Journal of Biostatistics: Information for Authors

I. Editorial policy

Unpublished material

Submission of a manuscript to *The International Journal of Biostatistics* implies that the work described is not copyrighted, published, or submitted elsewhere, except in abstract form. The corresponding author should ensure that all co-authors approve the manuscript before its submission.

Ethical conduct of research

The authors must describe and confirm the safeguards put in place to meet ethical standards where applicable.

Conflict of interest

When authors submit a manuscript, they are responsible for recognizing and disclosing financial and/or other conflicts of interest that might bias their work and/or could inappropriately influence their judgment. If no acknowledgement is given, the Publishers assume that no such conflict of interest exists.

Copyright

Manuscripts are accepted on the condition of a transfer of copyright (for U.S. government employees: to the extent transferable) to *The International Journal of Biostatistics*. Once the manuscript is accepted, it may not be published elsewhere without the consent of the copyright holders.

II. Submission of manuscripts

Manuscripts should be submitted online at:
<https://mc.manuscriptcentral.com/dgijb>

III. Preparation of manuscripts

Language

All manuscripts must be written in clear and concise English. De Gruyter does provide a *light* copyedit of manuscripts for this journal, but authors remain responsible for being their own copyeditors. If you have reasons to doubt your proficiency with respect to spelling, grammar, etc. (e.g., because English is not your native language), then you may wish to employ—at your expense—the services of a professional language editor.

Please get in touch with the Language Editors directly to discuss details:

- Donna Reeder – <https://sites.google.com/site/editandwrite>

Areas of expertise: political science, economics, mathematical economics, natural sciences, social sciences, technology, law, humanities, liberal arts, literary studies, health and medicine

- Patience Kramer – patience.kramer@att.net

Areas of expertise: Health and Medicine (CAM and drug policy and analysis), Economics and Business (with a focus on marketing)

- Steve Peter – speter@mac.com

Areas of expertise: LaTeX, Linguistics, economics, mathematics

General format and length

Manuscripts should be submitted as DOCX (Word), RTF, or LaTeX files. Manuscripts submitted in LaTeX format should also include a PDF export of the document as a reference file. If possible, authors should provide large and/or complicated tables as supplementary material or an appendix. Tables cannot contain lists and should not contain images or dashed lines. All figures and tables should be cited in the text and should have a caption/legend.

A short template can be found at https://www.degruyter.com/publication/journal_key/IJB/downloadAsset/IJB_LaTeX-Template-for-Authors.zip

If submitting in Word or rtf.

- Manuscripts should be submitted as Word, docx, or rtf.
- If your manuscript contains special characters, equations, etc., please make sure to also supply a PDF version as a reference file.
- Articles must be written in English.
- Use the following document structure:
 1. Introduction (titled this section is optional)
 2. Subsequent sections that include tables, references to figures, and captions
 3. Appendices (if any)
 4. Explanation of symbols mentioned in the text
 5. References – include a proper bibliography following the guidelines in the References section below
 6. Please supply figures in separate files. In addition, please either embed the figures in the Word doc or please look below for more detailed instructions

Cover letter

Each manuscript should be accompanied by a cover letter briefly highlighting the main features of the contribution.

Book reviews

Book reviews must start with the citation of the book at the top of the first page.

Articles

Review articles aim to summarize recent significant advances in research. Authors should strive for brevity and clarity. The final structure of the review will depend on the focus, but wherever possible the following sections should be included: Title page, abstract, keywords, list of abbreviations, and an introduction; further, body of review, expert opinion, outlook, highlights, and references. A nomenclature list at the end of the paper is recommended when many symbols are included in the text.

References

If using LaTeX, please use the reference tool add-on. If using Word, please use the Vancouver reference style.

Mathematics and equations

- Roman letters used in mathematical expressions as variables must be italicized. Roman letters used as part of multi-letter function names should not be italicized. Subscripts and superscripts must be a smaller font size than the main text
- Type short mathematical expressions inline
- Longer expressions must appear as display math, as must expressions using many different levels (e.g., such as fractions)
- Ensure that Equations are typed or created with a plug-in, such as Word Formula Editor or MathType. Mathematical expressions must not be displayed as images
- Important definitions or concepts can also be set off as display math
- Number your equations sequentially
- Insert a blank line before and after each equation
- Whether equation numbers are on the right or left is the choice of the author(s). However, make sure to be consistent in this
- When proofing your document, pay particular attention to the rendering of the mathematics, especially symbols and notation drawn from other-than-standard fonts

Fonts

- Only use Unicode fonts (e.g. Times New Roman, Arial)

Colored text

• Set the font color to black for the majority of the text. De Gruyter encourages authors to take advantage of the ability to use color in the production of figures, maps, images, and graphs. However, you need to appreciate that this will cause some of your readers problems when they print the document on a black and white printer. For this reason, you are advised to avoid the use of colors in situations where their translation to black and white would render the material illegible or incomprehensible.

Emphasized text, titles, and foreign terms

• To indicate text you wish to emphasize, use italics rather than underlining. The use of color to emphasize text is discouraged.

- Foreign terms should be set in italics rather than underlined.
- Titles of books, movies, etc., should be set in italics rather than underlined.

Abbreviations

The use of abbreviations and acronyms is permitted provided they are defined the first time they are used.

Headings

Headings (e.g., title of sections) should be distinguished from the main body text:

- Clearly indicate the heading hierarchy.
- Be consistent in whether or not you use headline case, or you capitalize the first word and leave the rest in lower-case.

Tables

Submit tables on separate pages or as separate files and number them consecutively using Arabic numerals. Provide a short descriptive title, column headings, and (if necessary) footnotes to make each table self-explanatory. Refer to tables in the text as Table 1, etc. Use Table 1, etc. in the table legends. Especially large or complex Tables should be supplied as Supplementary Material or as an Appendix.

Figures

Graphical abstract figure and text for the table of contents (optional): A graphical abstract figure (minimum resolution of 300 dpi) and a graphical abstract text (consisting of the article title, all author names without affiliations, and a one sentence summary of the manuscript, followed by 3–5 keywords) for the table of contents may be provided. These elements are meant to provide the reader a summary of the research reviewed in the paper.

General requirements: All illustrations must be of reproduction-ready quality. They will be reduced in size to fit, whenever possible, the width of a single column. Lettering of all figures within the article should be uniform in style (preferably a sans serif typeface like Helvetica) and of sufficient size (ca. 8 pt.). Uppercase letters A, B, C, etc. should be used to identify parts of multi-part figures. Cite all figures in the text in numerical order. Indicate the approximate placement of each figure within the manuscript text. Figures should be submitted as separate files. They should also be embedded in the main document or called out in the main document where appropriate.

Halftone figures (grayscale and color) should have a minimum resolution of 300 dpi and be of good contrast; recommended file format: tif. Authors are encouraged to submit illustrations in color if necessary for conveying their scientific content. Publication of color figures is provided free of charge.

Line drawings must be of reproduction-ready quality. Please note that faint shading may be lost upon reproduction. When drawing bar graphs, use patterning instead of grayscales.

Lettering of all figures should be uniform in style. **A resolution of 1200 dpi is recommended; recommended file format: tif.**

Figure captions: Provide a short descriptive title and a legend to make each figure self-explanatory, if necessary. Explain all symbols used in the figures. Remember to use the same abbreviations as in the text body. Captions for all figures should be included and clearly marked at the end of the manuscript.

Permissions

It is the authors' responsibility to obtain permission to reproduce original or modified material that has been previously published. Copyright permissions can be obtained through the Copyright Clearance Center (www.copyright.com).

IV. Proofs, offprints, NIH funded research**Proof for correction**

Authors of accepted papers will be able to proofread their article in our Online Proofing System before publication. At the proof stage, only minor changes, other than corrections of typesetter errors, are allowed.

Offprints

The electronic files of typeset articles in Adobe Acrobat PDF format are provided free of charge; corresponding authors receive notification that their article has been published online.

Note for authors of NIH-funded research

De Gruyter acknowledges that the author of a US-agency-funded article retains the right to provide a copy of the final manuscript to that agency upon acceptance for publication or thereafter, for public archiving in PubMed Central 12 months after publication in the journal. Note that only the accepted version of the manuscript, not the PDF file of the published article, may be used for NIH archiving.

Please contact the Editorial Office for any further questions:

Natalia Białka

natalia.bialka@degruyter.com