

Método para estimação de indicadores de mortalidade infantil e baixo peso ao nascer para municípios do Brasil, 2012*

doi: 10.5123/S1679-49742016000300020

Method for estimating infant mortality and low birth weight indicators for Brazilian municipalities, 2012

Alicia Matijasevich¹

Juan José Cortez-Escalante²

Dacio Rabello Neto³

Roberto Men Fernandes³

Cesar Gomes Victora⁴

¹Universidade de São Paulo, Departamento de Medicina Preventiva, São Paulo-SP, Brasil

²Organização Pan-Americana da Saúde, Oficina Nacional no Brasil, Brasília-DF, Brasil

³Ministério da Saúde do Brasil, Coordenação-Geral de Informação e Análise Epidemiológica, Brasília-DF, Brasil

⁴Universidade Federal de Pelotas, Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia, Pelotas-RS, Brasil

Resumo

Objetivo: apresentar um método para estimação dos indicadores de prevalência de baixo peso ao nascer (BPN) e coeficiente de mortalidade infantil (CMI) para municípios brasileiros, de modo a incorporar considerações de flutuação amostral. **Métodos:** as distribuições binomial e de Poisson foram usadas para estimar os intervalos de confiança de 95% (IC_{95%}); quando o número de óbitos infantis foi zero, o limite superior do IC_{95%} foi estimado pelo método da “regra do três”; como demonstração, foram estimados indicadores para o ano de 2012. **Resultados:** observou-se discreto aumento do BPN e diminuição do CMI com o aumento da população municipal; as estimativas foram mais precisas para o BPN do que para o CMI, apresentaram grande amplitude dos IC_{95%} em municípios pequenos e baixa confiabilidade quando analisadas apenas para um ano específico. **Conclusão:** foi desenvolvida uma planilha eletrônica que permitirá aos gestores estimarem a precisão desses indicadores para seus municípios.

Palavras-chave: Mortalidade Infantil; Recém-Nascido de Baixo Peso; Técnicas de Estimativa; Cidades; Vigilância Epidemiológica/estatística & dados numéricos.

Abstract

Objective: to present a method for estimating low birth weight (LBW) prevalence and infant mortality rate (IMR) indicators for Brazilian municipalities, so as to incorporate considerations with regard to sampling fluctuation. **Methods:** binomial and Poisson distributions were used to estimate 95% confidence intervals (95%CI); when the number of infant deaths was zero, the upper limit of the 95%CI was estimated by the cross-multiplication method; indicators were estimated for the year 2012 for demonstration purposes. **Results:** a slight increase in LBW and a decrease in IMR were detected as municipality population size increased; LBW estimates were more accurate than those for IMR; single-year estimates showed large width 95%CI in small municipalities and low reliability. **Conclusion:** an electronic spreadsheet was developed which will allow service managers to estimate the precision of these indicators for their municipalities.

Key words: Infant Mortality; Infant, Low Birth Weight; Estimation Techniques; Cities; Epidemiological Surveillance/statistics & numerical data.

*Estudo financiado pela Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde, e pelo Escritório para o Brasil do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF): Processo nº 43127038.

Alicia Matijasevich e Cesar Gomes Victora são bolsistas de produtividade científica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

Endereço para correspondência:

Alicia Matijasevich – Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina, Departamento de Medicina Preventiva, Av. Dr. Arnaldo, nº 455, 2º andar, sala 2166, São Paulo-SP, Brasil. CEP: 01246-903
E-mail: amatija@yahoo.com

Introdução

Ao longo do tempo, diferentes instituições e órgãos nacionais e internacionais, alguns vinculados ao planejamento público e outros ligados à pesquisa, desenvolveram e aprimoraram diversos indicadores para a análise e acompanhamento das condições de vida e saúde das populações.¹

No contexto da descentralização administrativa e tributária, são cada vez mais demandadas as informações sociais e demográficas nos diferentes níveis populacionais, incluindo o municipal, para fins de formulação de políticas públicas. O conhecimento dos limites e potencialidades dos indicadores sociais, especialmente quando estratificados, é de fundamental importância para gestores definirem com maior precisão as prioridades sociais e a alocação de recursos públicos.²

Dos 5.565 municípios brasileiros, cerca de 2.100 tiveram menos de 100 nascidos vivos em 2012, e outros 1.200, entre 100 e 200 nascidos vivos.³ Para municípios com números relativamente pequenos de nascidos vivos, a precisão de cálculos de indicadores de saúde infantil – como o baixo peso ao nascer e o coeficiente de mortalidade infantil – pode ser prejudicada devido a flutuações anuais.

O objetivo do presente estudo foi apresentar um método para estimação dos indicadores de prevalência de baixo peso ao nascer (BPN) e coeficiente de mortalidade infantil (CMI) para municípios brasileiros, de modo a incorporar considerações de flutuação amostral. Como complemento do trabalho, foi desenvolvida uma planilha na plataforma Excel que permitirá aos gestores estimarem a precisão das estatísticas futuras de baixo peso ao nascer e mortalidade infantil para seus municípios.

Métodos

Com o objetivo de demonstrar o método proposto, foi realizado um estudo ecológico descritivo com dados sobre a população total, o número de nascidos vivos e o número de óbitos infantis (crianças menores de um ano de vida) de todos os municípios brasileiros para o ano de 2012.

As fontes de dados foram o Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (Sinasc) e o Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM), gerenciados pelo Ministério da Saúde. Os dados sobre o tamanho dos

municípios foram obtidos dos censos e estimativas populacionais produzidos pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Todos os dados utilizados estavam disponíveis no sítio eletrônico do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (Datasus): <http://datasus.saude.gov.br>

O coeficiente de mortalidade infantil (CMI) foi calculado dividindo-se o número de crianças que morreram no primeiro ano de vida pelo número de nascidos vivos no mesmo município e período, multiplicando-se por 1.000.

Para municípios com números relativamente pequenos de nascidos vivos, a precisão do cálculo de indicadores de saúde infantil pode ser prejudicada devido a flutuações.

A prevalência de baixo peso ao nascer (BPN) foi calculada dividindo-se o número de recém-nascidos com baixo peso (BPN inferior a 2.500g) pelo número total de nascidos vivos no mesmo município, multiplicando-se por 100.

Para avaliar a confiabilidade das estimativas, os indicadores também foram calculados segundo nove estratos de porte populacional municipal: 0-4; 5-9; 10-19; 20-29; 30-49; 50-99; 100-199; 200-499; e 500 milhares de habitantes ou mais.

Dois métodos estatísticos foram utilizados para estimar os intervalos de confiança de 95% para os indicadores BPN e CMI:⁴

- distribuição binomial – indicada para a análise de variáveis binárias (por exemplo: o peso ao nascer, que pode ser <2.500 gramas ou ≥ 2.500 gramas) em uma amostra finita.
- distribuição de Poisson – pode ser tratada como um caso especial da distribuição binomial, quando o número de eventos (por exemplo: óbitos infantis) tende a ser muito inferior ao denominador (no caso, nascidos vivos).

Quando o número de eventos foi igual a zero, propôs-se um método alternativo para estimar o limite superior do intervalo de confiança de 95% (o limite inferior, por definição, é igual a zero), tendo em vista que o valor nulo no numerador inviabilizaria o cálculo do indicador. Esse método, conhecido como a “regra do três”⁵ no caso de estimativas de mortalidade infantil, estima o limite

superior como sendo igual a três, dividido pelo número de nascidos vivos. Como foram poucos municípios sem nenhum recém-nascido vivo com BPN, o método proposto foi utilizado apenas para o CMI.

Foi elaborada uma planilha Excel (Anexo 1, disponível como material suplementar na versão *online*) com o intuito de demonstrar como os gestores devem proceder para estimar a precisão dos indicadores de BPN e CMI de seus municípios. Gestores municipais podem realizar seus próprios cálculos para esses indicadores – por exemplo, para 2013 e anos futuros – ou mesmo agregar resultados de períodos de 2 ou 3 anos, pois o método proposto possibilita a obtenção de estimativas mais estáveis, com maiores numeradores e denominadores. A planilha permite digitar os números de nascidos vivos, de crianças com BPN e de óbitos infantis, e calcula automaticamente as estimativas com intervalos de confiança de 95%. Para a utilização da referida planilha, é necessária a instalação de um macro para o programa Excel que se encontra em um arquivo do tipo Microsoft Excel Add-In (ou Suplemento). Para instalar esse arquivo, aciona-se o botão Microsoft Office nas ‘opções de Excel’, e posteriormente, nos Suplementos (buscando o nome ‘conf int’). Uma vez localizado o arquivo, aciona-se o botão ‘sim’ para instalar e segue-se as instruções de instalação. Caso não se encontre o arquivo entre os suplementos de Excel disponíveis, deve-se baixar o programa do sítio eletrônico statpages.info, seção ‘confidence intervals, single-population tests’, e instalá-lo no computador cumprindo-se as recomendações dadas no passo anterior.

O presente estudo utilizou apenas dados secundários, sem identificação dos sujeitos. Foi realizado em conformidade com os princípios éticos definidos na Resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS) nº 466, de 12 de dezembro de 2012.

Resultados

Inicialmente, serão discutidos os resultados para os municípios, e em seguida, por estratos de população municipal.

Resultados para os municípios do país

Os resultados obtidos nas estimativas de BPN e mortalidade infantil para os 5.565 municípios brasileiros em 2012 são apresentados em uma

planilha Excel (Anexo 2, disponível na versão *online*). A planilha inclui duas páginas ou abas: uma com resultados simplificados, de mais fácil interpretação para gestores; e outra com a comparação detalhada entre os três métodos (binomial, Poisson e “regra do três”).

A Tabela 1 representa um extrato da planilha Excel do Anexo 2 (aba ‘Estimativas detalhadas’) e um exemplo desses procedimentos, com os primeiros 19 dos 5.565 municípios brasileiros. O primeiro município em ordem alfabética é Abadia de Goiás-GO, onde foram registrados 143 nascidos vivos, dos quais 5 com baixo peso, e 1 óbito infantil em 2012. A prevalência de BPN foi igual a 3,5%, com intervalos de confiança de 95% ($IC_{95\%}$) de 1,1 a 8,0% (binomial) e de 1,1 a 8,2% (Poisson). Para o CMI de 7,0 por 1.000 nascidos vivos, os respectivos $IC_{95\%}$ foram de 0,2 a 38,3 e de 0,2 a 39,0. Os intervalos de Poisson são ligeiramente mais amplos, embora a superposição entre os intervalos seja quase total, o que evidencia que os dois métodos produziram resultados com precisão semelhante. Salienta-se que os limites de confiança foram assimétricos em relação à estimativa pontual, ou seja, o limite superior ficou mais distante da estimativa do que o limite inferior. A planilha apresenta a diferença entre o limite superior e a estimativa, que pode ser interpretada como a margem de erro (para mais) do valor obtido para o ano em questão.

Ainda na Tabela 1, destaca-se o exemplo de um município de maior porte populacional: Abaetetuba-PA, com 2.532 nascidos vivos, 214 crianças com BPN e 44 óbitos infantis. A prevalência de BPN foi de 8,5%, com $IC_{95\%}$ binomial de 7,4 a 9,6%, praticamente igual ao IC obtido com a distribuição de Poisson (7,4 a 9,7%). O limite superior foi apenas 1,2 ponto percentual maior do que a estimativa. O CMI de 17,4 por 1.000 nascidos vivos teve um $IC_{95\%}$ binomial de 12,7 a 23,3, sendo o $IC_{95\%}$ de Poisson praticamente idêntico (12,6 a 23,3). A margem de erro foi de 6,0 óbitos por 1.000 nascidos vivos.

Dos 5.565 municípios analisados, 1.306 não notificaram óbito infantil no ano de 2012. É o caso do município de Abdon Batista-SC, com 33 nascidos vivos, sendo 3 com BPN e nenhum óbito infantil. Devido ao pequeno número de nascidos vivos, os intervalos de confiança foram muito amplos. Naqueles municípios que tiveram zero óbitos, aplicou-se a “regra do três” descrita no capítulo Métodos: no exemplo de Abdon Batista-SC, obteve-se um limite superior do $IC_{95\%}$ igual

Tabela 1 – Extrato da planilha Excel para estimativas de prevalência de baixo peso ao nascer e do coeficiente de mortalidade infantil. Brasil, 2012

Municípios	Código do município	UF ^a	População	NV ^b (n)	BPN ^c (n)	Baixo peso ao nascer (%)				Óbitos infantis (n)	Coeficiente de mortalidade infantil (por 1000 nascidos vivos)				Margem de erro para zeros ^h (/1000)			
						BPN ^c LI ^d	Binomial BPN ^c LI ^d	Poisson BPN ^c LI ^d	Poisson BPN ^c LI ^d		Margem de erro (p.p.) ^f	CMI ^g (/1000)	Binomial CMI ^g LI ^d	Poisson CMI ^g LI ^d		Poisson CMI ^g LI ^d	LS ^e	
Abadia de Goiás	5200050	GO	7.164	143	5	3,5	1,1	8,0	1,1	8,2	4,7	1	7,0	0,2	38,3	0,2	39,0	32,0
Abadia dos Dourados	3100104	MG	6.743	68	4	5,9	1,6	14,4	1,6	15,1	9,2	1	14,7	0,4	79,2	0,4	81,9	67,2
Abadiânia	5200100	GO	16.408	205	20	9,8	6,1	14,7	6,0	15,1	5,3	2	9,8	1,2	34,8	1,2	35,2	25,5
Abaeté	3100203	MG	22.740	238	28	11,8	8,0	16,6	7,8	17,0	5,2	5	21,0	6,9	48,3	6,8	49,0	28,0
Abaetetuba	1500107	PA	144.415	2.532	214	8,5	7,4	9,6	7,4	9,7	1,2	44	17,4	12,7	23,3	12,6	23,3	6,0
Abaíara	2300101	CE	10.815	155	15	9,7	5,5	15,5	5,4	16,0	6,3	3	19,4	4,0	55,5	4,0	56,6	37,2
Abaíra	2900108	BA	8.659	53	5	9,4	3,1	20,7	3,1	22,0	12,6	3	56,6	11,8	156,6	11,7	165,4	108,8
Abaré	2900207	BA	17.685	318	24	7,5	4,9	11,0	4,8	11,2	3,7	6	18,9	7,0	40,6	6,9	41,1	22,2
Abatiá	4100103	PR	7.690	97	10	10,3	5,1	18,1	4,9	19,0	8,6	3	30,9	6,4	87,7	6,4	90,4	59,5
Abdon Batista	4200051	SC	2.635	33	3	9,1	1,9	24,3	1,9	26,6	17,5	0	-	-	105,8	-	111,8	90,9
Abelardo Luz	4200101	SC	17.200	269	18	6,7	4,0	10,4	4,0	10,6	3,9	1	3,7	0,1	20,5	0,1	20,7	17,0
Abel Figueiredo	1500131	PA	6.905	114	7	6,1	2,5	12,2	2,5	12,7	6,5	0	-	-	31,8	-	32,4	26,3
Abre Campo	1500131	PA	13.306	163	17	10,4	6,2	16,2	6,1	16,7	6,3	1	6,1	0,2	33,7	0,2	34,2	28,0
Abreu e Lima	2600054	PE	95.243	1.394	111	8,0	6,6	9,5	6,6	9,6	1,6	24	17,2	11,1	25,5	11,0	25,6	8,4
Abreulândia	1700251	TO	2.422	27	1	3,7	0,1	19,0	0,1	20,6	16,9	0	-	-	127,7	-	136,6	111,1
Acaíca	3100401	MG	3.925	47	5	10,6	3,5	23,1	3,5	24,8	14,2	2	42,6	5,2	145,4	5,2	153,7	111,2
Açaílandia	2100055	MA	106.422	1.934	115	5,9	4,9	7,1	4,9	7,1	1,2	19	9,8	5,9	15,3	5,9	15,3	5,5
Acajutiba	2900306	BA	14.730	216	17	7,9	4,7	12,3	4,6	12,6	4,7	5	23,1	7,6	53,2	7,5	54,0	30,9

a) UF: unidade da federação

b) NV: nascidos vivos

c) BPN: baixo peso ao nascer

d) LI: limite inferior do intervalo de confiança de 95%

e) LS: limite superior do intervalo de confiança de 95%

f) p.p.: pontos percentuais

g) CMI: coeficiente de mortalidade infantil

h) Naqueles municípios com nenhum óbito, foi aplicada "a regra do três" descrita no capítulo Métodos.

Nota:

A planilha detalhada, com os 5.565 municípios do Brasil, mostrando os resultados conforme as distribuições binomial, de Poisson, e a "regra do três", constitui o Anexo 2 da versão online do artigo, referente à aba "Estimativas detalhadas".

a 90,9 por 1.000 nascidos vivos, comparado com 111,8 de acordo com a distribuição de Poisson e 105,8 conforme a distribuição binomial.

Como a planilha descrita acima é de interpretação complexa, a planilha Excel do Anexo 2 apresenta os resultados sumarizados, com o objetivo de facilitar sua compreensão e interpretação por gestores: na aba das 'Estimativas resumidas', foram apresentados apenas os intervalos de confiança de Poisson. Este método estatístico é mais adequado para eventos pouco frequentes na população, caso de óbitos infantis. Embora se destaquem neste estudo, os resultados alcançados com a aplicação do método de Poisson foram muito similares aos obtidos com a distribuição binomial.

A Figura 1 reproduz a planilha Excel do Anexo 1, que permitirá aos gestores digitar os números de nascidos vivos, de crianças com BPN e de óbitos infantis dos municípios, e obter as estimativas de BPN e do CMI com os intervalos de confiança de Poisson. Na Figura 1, foram digitadas, a título de ilustração, as informações do município de Abaeté-MG.

Resultados por estratos de população municipal

A Tabela 2 e as Figuras 2 e 3 apresentam os valores médios das estimativas da prevalência de BPN e do CMI e os respectivos IC_{95%} de Poisson para nove estratos de porte populacional municipal.

A Tabela 2 e a Figura 2 mostram que houve um discreto aumento na prevalência de BPN, à medida em que aumentou o porte populacional municipal. Nota-se que houve grande amplitude dos IC_{95%} em municípios pequenos. Por exemplo, no estrato de menos de 5 mil habitantes, o intervalo médio de confiança variou de 2,1 a 25,2%, para uma prevalência média de BPN de 8,1%, tendo sido o IC_{95%} 2,9 vezes maior do que a estimativa de BPN, o que demonstra maior imprecisão nas estimativas. A razão IC/BPN caiu na medida em que aumentou a população, tendo sido essa razão menor do que a unidade a partir do intervalo de 20 a 29.999 habitantes. No estrato de municípios com 500 mil ou mais habitantes, o intervalo variou de 8,7 a 9,7%, para uma prevalência média de BPN de 9,2%, resultando em uma razão IC/BPN de 0,11.

Cálculo de intervalos de confiança para baixo peso ao nascer e mortalidade infantil	
Entrar com os dados nas cinco fileiras abaixo:	
Nome do município	Abaeté
Ano	2012
Número de nascidos vivos	238
Número de nascidos com peso menor do que 2.500g	28
Número de óbitos infantis	5
Resultados para baixo peso ao nascer:	
Prevalência de baixo peso ao nascer	11,8%
Limite inferior de confiança de 95%	7,8%
Limite superior de confiança de 95%	17,0%
Resultados para mortalidade infantil:	
Coefficiente de mortalidade infantil por 1.000 nascidos vivos	21,0
Limite inferior de confiança de 95%	6,8
Limite superior de confiança de 95%	49,0

a) A planilha – em formato Excel – encontra-se no Anexo 1 da versão *online* do artigo; os intervalos de confiança são baseados na distribuição de Poisson.

Figura 1 – Exemplo da planilha para cálculo dos intervalos de confiança para baixo peso ao nascer e mortalidade infantil^a

Tabela 2 – Valores médios da prevalência de baixo peso ao nascer (BPN) e coeficiente de mortalidade infantil (CMI) e respectivos intervalos de confiança de 95% de Poisson, por estratos de população municipal. Brasil, 2012

Estratos da população (em milhares)	Número de municípios	População total do estrato no Brasil	Nascidos vivos	Recém-nascidos com BPN	Valores médios						
					Prevalência de BPN ^a (%)	Limite inferior (%)	Limite superior (%)	Óbitos infantis	CMI ^b	Limite inferior	Limite superior
0-4	1.298	3.368	40	3	8,1	2,1	25,2	0,5	13,2	1,1	141,5
5-9	1.209	7.079	92	7	7,8	3,2	16,4	1,4	14,5	2,3	70,7
10-19	1.389	14.157	197	15	7,6	4,2	12,8	2,9	14,4	3,5	45,0
20-29	590	24.271	357	27	7,8	5,1	11,4	5,4	14,9	5,5	34,4
30-49	465	37.900	576	44	7,7	5,6	10,4	8,5	14,7	6,6	28,7
50-99	326	69.152	1.060	84	8,0	6,3	9,9	14,9	13,8	7,7	23,1
100-199	152	134.523	2.090	181	8,7	7,4	10,1	27,0	12,7	8,4	18,7
200-499	98	302.987	4.772	424	8,9	8,1	9,8	61,1	12,6	9,6	16,4
≥500	38	1.493.543	22.512	2091	9,2	8,7	9,7	280,2	12,5	10,7	14,4

a) BPN: baixo peso ao nascer.
b) CMI: coeficiente de mortalidade infantil.

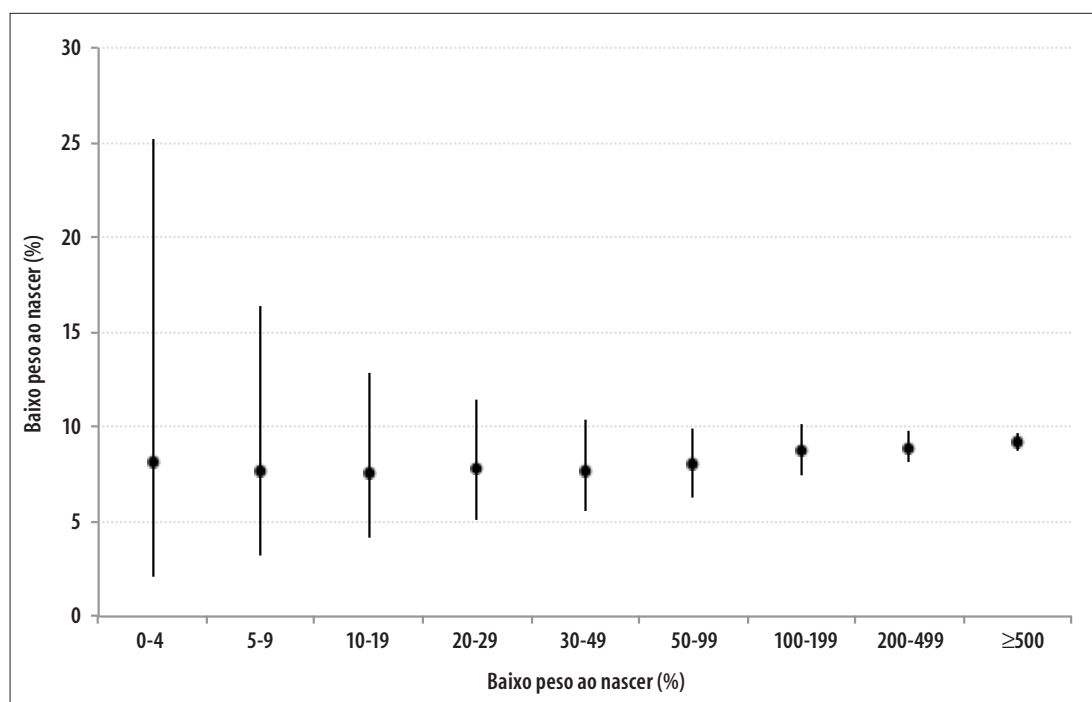


Figura 2 – Valores médios da prevalência de baixo peso ao nascer (pontos) e intervalos de confiança de 95% de Poisson (hastes), por estratos de população municipal. Brasil, 2012

A variabilidade foi ainda maior para a mortalidade infantil (Tabela 2 e Figura 3), haja vista tratar-se de um evento mais raro e, portanto, mais difícil de medir com precisão. A razão entre IC e CMI foi de 10,6 no estrato de menos de 5 mil habitantes; somente a partir de 100 mil habitantes, essa razão passou a

ser menor do que a unidade. Ao contrário do baixo peso ao nascer, a mortalidade infantil tendeu a cair discretamente na medida em que aumentou o porte populacional dos municípios.

A Tabela 3 confirma essas observações, evidenciando a diferença entre o valor médio da estimativa

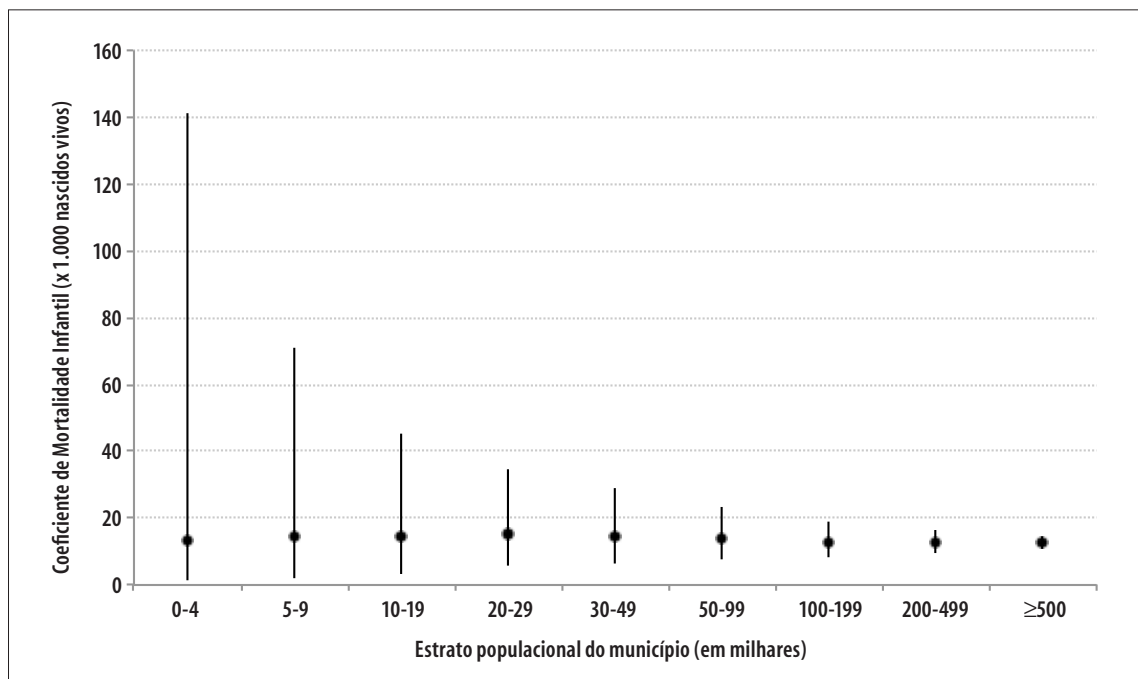


Figura 3 – Valores médios do coeficiente de mortalidade infantil (pontos) e intervalos de confiança de 95% de Poisson (hastes), por estratos de população municipal. Brasil, 2012

e de seus limites inferior e superior de $IC_{95\%}$ para o BPN e o CMI de acordo com os estratos de população municipal. Nota-se, mais uma vez, que os intervalos foram assimétricos, com maiores margens de erro nos intervalos superiores.

Discussão

Foram realizadas análises de natureza exploratória sobre a confiabilidade de estatísticas da prevalência de BPN e do CMI, conforme estratos de população municipal. Dispor de dados desagregados de boa qualidade no nível municipal é fundamental para realizar uma gestão adequada. O planejamento e a gestão dos municípios são processos que exigem um diagnóstico global e contínuo da realidade local. As informações descentralizadas no nível municipal fornecem dados essenciais para o planejamento, diagnóstico e monitoramento das condições locais, permitindo aos gestores realizar uma gestão descentralizada.⁶ No entanto, a qualificação insuficiente de recursos humanos e o pouco conhecimento dos sistemas de informações, entre outros problemas, podem comprometer a robustez e a fidedignidade das informações existentes nas bases de dados nacionais e prejudicar a avaliação da situação de saúde da população.^{7,8}

Embora os números de nascidos vivos com BPN e de óbitos infantis incluam todos os eventos registrados nas bases nacionais (Sinasc e SIM, respectivamente) e não uma amostra desses eventos, em análises estatísticas é necessário pressupor a existência de perda de informação e aplicar técnicas que permitam o cálculo de precisão (intervalo de confiança) das estimativas.⁹

Os principais achados dessas análises eram esperados, pois é bastante bem conhecida a dependência da precisão de estimativas frente ao tamanho do grupo estudado¹⁰ – no caso, o número anual de nascidos vivos. Quanto maior o tamanho amostral, maior será a precisão das estimativas calculadas. Essa precisão também depende da frequência do desfecho estudado. Nas presentes análises, para cada estrato populacional considerado, os intervalos de confiança das estimativas de BPN foram sempre menores (indicando maior precisão das estimativas) que os intervalos de confiança para o CMI. Isto é devido a que o BPN é um evento mais frequente que o óbito infantil, e, para um mesmo tamanho amostral, maior será a precisão das estimativas se o evento estudado for mais frequente. Quando nenhum óbito foi observado e o número de nascidos vivos foi igual a zero, os três métodos anali-

Tabela 3 – Diferenças entre o valor médio da estimativa e de seus limites inferiores e superiores de confiança de 95% para a prevalência de baixo peso ao nascer (BPN) e o coeficiente de mortalidade infantil (CMI), conforme estratos de população municipal. Brasil, 2012

Estratos da população (em milhares)	BPN ^a (%)		CMI ^b (por 1.000 nascidos vivos)		Número de municípios
	Limite inferior	Limite superior	Limite inferior	Limite superior	
0-4	-6,0	17,1	-12,2	113,2	1.298
5-9	-4,6	8,6	-12,2	53,1	1.209
10-19	-3,4	5,2	-10,8	30,2	1.389
20-29	-2,7	3,6	-9,5	19,4	590
30-49	-2,1	2,7	-8,0	14,1	465
50-99	-1,6	1,9	-6,1	9,3	326
100-199	-1,2	1,4	-4,4	6,0	152
200-499	-0,9	0,9	-3,0	3,7	98
≥500	-0,5	0,5	-1,7	2,0	38
Total	-3,9	7,9	-10,4	49,5	5.565

a) BPN: baixo peso ao nascer.

b) CMI: coeficiente de mortalidade infantil.

sados forneceram resultados distintos, embora todos estivessem próximos de 100 por mil nascidos vivos.

O julgamento sobre o que consistiria um nível aceitável de precisão é, em grande parte, arbitrário. Para o BPN, os municípios com mais de 20 mil habitantes apresentaram estimativas mais precisas, com IC menores do que o valor médio da prevalência; mesmo assim, o IC_{95%} médio variou de 5,1 a 11,4%. Para o CMI, o IC_{95%} foi inferior ao valor médio apenas nos municípios com mais de 100 mil habitantes, entre os quais variou de 8,4 a 18,7 por mil. Não obstante, para ambos os indicadores estudados, o limite superior foi mais do que o dobro do limite inferior, evidenciando um grau importante de imprecisão.

Nas últimas décadas, o Ministério da Saúde desenvolveu diversos programas tendo como foco principal a diminuição da mortalidade infantil.¹¹ O acompanhamento das tendências da mortalidade infantil a partir das informações vitais do Ministério da Saúde, com o cálculo direto do indicador usando informações do SIM e do Sinasc, é aceito naquelas Unidades de Federação com informações sobre nascidos vivos e óbitos consideradas adequadas.¹² A melhora da qualidade dos sistemas de informações tem-se verificado no Brasil como um todo.¹³⁻¹⁵ Em estudo de coortes realizado na cidade de Pelotas-RS, com nascidos vivos nos anos de 1982, 1993 e 2004, observou-se uma crescente cobertura de registro de óbitos no período do estudo e a não ocorrência de sub-registro de óbitos infantis na cidade durante o ano de 2004.¹⁶

Diversas estratégias têm sido propostas para a estimação da mortalidade infantil em municípios pequenos a partir dos sistemas de informações do Ministério da Saúde, ou quando existe cobertura incompleta ou irregular dos registros vitais.¹⁷ Recentemente, estratégias como a estimação de fatores de correção para as informações vitais e da mortalidade infantil por município¹⁸ e o uso de métodos de análise espacial¹⁹ têm contribuído para superar a instabilidade das estimativas do CMI em áreas de pequeno porte populacional.

É importante salientar que as presentes análises se restringem a flutuações de natureza estatística ou amostral e, portanto, não levam em consideração erros não amostrais – caso da subnotificação de eventos, que pode impactar as estimativas no nível municipal.

Em análises futuras, a precisão das estimativas apresentadas no presente estudo pode ser aprimorada. Por exemplo, é possível agregar eventos (nascidos vivos e óbitos) ocorridos em dois, três ou mais anos, o que diminui as margens de erro mas sacrifica a atualidade da estimativa. Se o comportamento ao longo do tempo apresenta padrões razoavelmente definidos (como de redução ou aumento graduais), técnicas de regressão podem ser utilizadas para melhorar a precisão de determinada estimativa. Estratégias de análises que incluam fatores de risco para mortalidade – por exemplo, dados socioeconômicos, ambientais e assistenciais –, embora importantes, dependem, em

grande parte, da especificação correta do modelo de análise a ser utilizado e da mensuração precisa das variáveis explanatórias.^{20,21}

É preciso motivar os gestores municipais para o uso dos dados de mortalidade e de nascidos vivos na construção dos indicadores de saúde e auxiliá-los na interpretação correta desses indicadores, o que conduzirá a uma adequada análise da situação de saúde no nível local.

A principal contribuição deste artigo é evidenciar que estimativas municipais, em grande parte dos municípios brasileiros, apresentam baixa confiabilidade se analisadas apenas sobre um ano específico. A oferta de uma ferramenta simples para estimar intervalos de confiança pode contribuir com a interpretação adequada da confiabilidade das estatísticas de baixo peso ao nascer e de mortalidade infantil. A ferramenta

proposta poderá ser útil na detecção de municípios prioritários, implementação de ações para melhoria das informações vitais e organização da rede de atenção à saúde materno-infantil.

Contribuição dos autores

Victora CG e Matijasevich A conceberam a pergunta de pesquisa e o delineamento do estudo, participaram da análise e interpretação dos resultados e redigiram o manuscrito. Cortez-Escalante JJ, Rabello Neto D e Fernandes RM contribuíram na interpretação dos achados e na redação do manuscrito.

Todos os autores aprovaram a versão final do manuscrito e assumem responsabilidade por todos os aspectos do trabalho, incluindo a garantia de sua precisão e integridade.

Referências

1. World Health Organization. Global reference list of 100 core health indicators [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2015 [cited 2016 May 05]. Available from: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/173589/1/WHO_HIS_HSI_2015.3_eng.pdf?ua=1
2. Jannuzzi PM, Pasquali FA. Estimação de demandas sociais para fins de formulação de políticas públicas municipais: notas para discussão. *RAP*. 1999 mar-abr;33(2):75-94.
3. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Perfil dos municípios brasileiros: 2012 [Internet]. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2012 [citado 2016 maio 05]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/2012/>
4. Altman DG, Machin D, Bryant TN, Gardner MJ. *Statistics with confidence.: confidence intervals and statistical guidelines*. 2th ed. London: British Medical Journal; 2000.
5. Hanley JA, Lippman-Hand A. If nothing goes wrong, is everything all right? Interpreting zero numerators. *JAMA*. 1983 Apr;249(13):1743-5.
6. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa de informações básicas municipais [Internet]. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2013 [citado 2016 maio 05]. Disponível em : <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/>
7. Guimarães EAA, Carmo RF, Loyola Filho AI, Meira AJ, Luz ZMP. O contexto organizacional do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos segundo profissionais de saúde do nível municipal. *Rev Bras Saude Matern Infant*. 2014 abr-jun;14(2):165-72.
8. Pereira CCB, Vidal SA, Carvalho PI, Frias PG. Avaliação da implantação do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (Sinasc) em Pernambuco. *Rev Bras Saude Matern Infant*. 2013 jan-mar;13(1):39-49.
9. Hartley HO, Sielken Júnior RL. A “super-population viewpoint” for finite population sampling. *Biometrics*. 1975 Jun;31(2):411-22.
10. Lemeshow S, Hosmer Júnior DW, Klar J, Lwanga SK. Sample size for sample surveys. In: Lemeshow S, Hosmer Júnior DW, Klar J, Lwanga SK. *Adequacy of sample size in health studies*. Chichester: John Wiley & Sons; 1990. 41-7p.
11. Victora CG, Aquino EM, do Carmo Leal M, Monteiro CA, Barros FC, Szwarcwald CL. Maternal and child health in Brazil: progress and challenges. *Lancet*. 2011 May; 377(9780):1863-76.
12. Rede Interagencial de Informações para a Saúde. *Indicadores básicos para saúde no Brasil: conceitos e aplicações*. 2 ed. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde; 2008. 349 p.

13. Ministério da Saúde (BR). Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação em Saúde. Saúde Brasil 2010: uma análise da situação de saúde e de evidências selecionadas de impacto de ações de vigilância em saúde. Brasília: Ministério da Saúde; 2011. (Série G. Estatística e Informação em Saúde)
14. Pedraza DE. Qualidade do Sistema de informações sobre Nascidos Vivos (Sinasc): análise crítica da literatura. Cienc Saude Coletiva. 2012 out;17(10):2729-37.
15. Frias PG, Pereira PMH, Andrade CLT, Lira PIC, Szwarcwald CL. Avaliação da adequação das informações de mortalidade e nascidos vivos no Estado de Pernambuco, Brasil. Cad Saude Publica. 2010;26(4):671-81.
16. Santos IS, Menezes AM, Mota DM, Albernaz EP, Barros AJ, Matijasevich A, et al. Infant mortality in three population-based cohorts in Southern Brazil: trends and differentials. Cad Saude Publica. 2008;24 Suppl 3:S451-460.
17. Frias PG, Szwarcwald CL, Lira PIC. Estimação da mortalidade infantil no contexto de descentralização do Sistema Único de Saúde (SUS). Rev Bras Saude Mater Infant. 2011 out-dez;11(4):463-70.
18. Almeida WS, Szwarcwald CL. Mortalidade infantil nos municípios brasileiros: uma proposta de método de estimação. Rev Bras Saude Mater Infant. 2014 out-dez;14(4):331-42.
19. Barufi AM, Haddad E, Paez A. Infant mortality in Brazil, 1980-2000: a spatial panel data analysis. BMC Public Health. 2012 Mar;12:181.
20. Kato SK, Vieira DM, Fachel JM. Utilization of fully Bayesian modeling to detect patterns in relative risk variation for infant mortality in Rio Grande do Sul State, Brazil. Cad Saude Publica. 2009;25(7):1501-10.
21. Chin B, Montana L, Basagaña X. Spatial modeling of geographic inequalities in infant and child mortality across Nepal. Health Place. 2011 Jul;17(4):929-36.

Recebido em 08/06/2015

Aprovado em 13/04/2016