

ANÁLISE ESPAÇOTEMPORAL DA MORTALIDADE INFANTIL EM PERNAMBUCO: UMA ABORDAGEM SOCIOECONÔMICA

Aloísio Machado da Silva Filho
Doutor e mestre em Modelagem
Computacional e Tecnologia Industrial,
pelo Serviço Nacional de Aprendizagem
Industrial (Senai). Professor adjunto
B do Departamento de Ciências
Exatas e professor permanente do
Programa de Pós-graduação em
Modelagem em Ciências da Terra e
do Meio Ambiente da Universidade
Estadual de Feira de Santana (UEFS).
aloisioestatistico@yahoo.com.br

André Luis Santiago Maia
Doutor em Ciência da Computação
e mestre em Estatística, pela
Universidade Federal de Pernambuco
(UFPE). Pesquisador da Fundacentro.
andresantiagomaia@gmail.com

Gilson de Almeida Dantas
Mestre em Modelagem Computacional,
pela Faculdade Visconde de Cairu
(FVC) e pós-graduando em Estatística
Aplicada, pelo Centro Universitário
Jorge Amado (Unijorge). Professor da
FVC e da Rede Estadual de Ensino
do Estado da Bahia e analista de
sistemas da Companhia de Eletricidade
do Estado da Bahia (Coelba).
gdantas89@terra.com.br

Nos últimos anos, tem havido um esforço por parte da comunidade acadêmica e de instituições governamentais e não governamentais para monitorar e identificar fatores que possam contribuir com a mitigação das taxas de mortalidade infantil no Brasil. Nesta perspectiva, é possível encontrar na literatura diversas pesquisas interessadas em compreender a dinâmica temporal e espacial dos indicadores relativos à mortalidade infantil no Brasil e fatores associados. Neste universo, é possível citar as pesquisas de Szwarcwald e outros (2002), Costa e outros (2003), Duarte (2007), Caldeira e outros (2005), Cardoso, Santos e Coimbra (2005), Costa e Frias (2011) e Guimarães, Alves e Tavares (2009), entre outras.



Para compreender a dinâmica temporal e espacial das taxas de mortalidade infantil e fatores associados no Brasil e, especificamente, no estado de Pernambuco, adotaram-se dois procedimentos: a construção de mapas temáticos e a confecção de gráficos de séries de tempo

Alicerçado e motivado com essas questões supracitadas, o presente artigo tem como objetivo geral analisar a dinâmica espacial e temporal da mortalidade infantil no estado de Pernambuco e fatores associados, tendo como fonte a base de dados do Censo 2010 e o Sistema de Informações de Saúde do Ministério da Saúde.

Para contemplar o objetivo geral desta pesquisa, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Executar uma análise exploratória dos dados (univariada e bivariada), a partir das bases de dados mencionadas anteriormente.
- Analisar descritivamente a relação espacial entre a proporção de pobres no estado de Pernambuco e a taxa de mortalidade infantil a cada mil crianças nascidas vivas, segundo a metodologia adotada pelo IBGE.
- Descrever a relação temporal entre o PIB per capita e as taxas de mortalidade infantil, de acordo com a metodologia adotada pelo Datasus, no período de 2000 a 2012.

Com o intuito de contemplar os objetivos desta pesquisa, este artigo está estruturado em cinco seções: introdução; materiais e métodos; dados, resultados e discussão; conclusões e referências.

MATERIAIS E MÉTODOS

Todos os procedimentos da estatística descritiva executados nesta pesquisa foram obtidos com o auxílio do *software* estatístico livre R versão 3.1.3 (R, 2014). Na presente pesquisa, foram utilizados os recursos da estatística descritiva univariada e bivariada (cálculo de coeficientes e de medidas descritivas (média, desvio padrão, coeficiente de variação, coeficiente de assimetria e curtose e representação gráfica)).

Para compreender a dinâmica temporal e espacial das taxas de mortalidade infantil e fatores associados no Brasil e, especificamente, no estado de Pernambuco, adotaram-se dois procedimentos: a construção de mapas temáticos e a confecção de gráficos de séries de tempo.

Entende-se como mapa temático uma apresentação de dados agregados por área geográfica (bairro, município, estado, país etc.) com o objetivo de identificar um padrão espacial do fenômeno (ou variável objeto de estudo). Segundo Motettin e Tolo (2006), série temporal é um conjunto de observações ordenadas no tempo. E de acordo com Ehlers (2007), a característica

mais relevante nesse tipo de série é que as observações vizinhas são dependentes, e geralmente é de interesse a análise de tal dependência.

Para uma melhor compreensão dos procedimentos estatísticos executados neste artigo, é possível consultar Triola (2008), Bussab e Morettin (2003), Motettin e Toloi (2006), Morettin (2010) e Mello e Peternelli (2013).

DADOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, apresenta-se a estrutura das bases de dados e suas respectivas fontes, os resultados de sua análise descritiva (univariada e bivariada), construção de mapas temáticos e análise temporal.

ESTRUTURA DA BASE DE DADOS

Para confecção deste artigo foram utilizadas as seguintes variáveis:

- Mortalidade infantil: definida pelo número de crianças que não deverão sobreviver ao primeiro ano de vida em cada 1.000 crianças nascidas vivas (CENSO DEMOGRÁFICO 2010).
- Taxa de mortalidade infantil por 100 mil habitantes: definida pelo número de óbitos infantis tendo como base a população estimada do ano correspondente pelo IBGE (Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM), 2000 a 2012).
- Proporção de pobres: definida pela proporção de indivíduos com renda domiciliar per capita igual ou inferior a R\$ 140,00 mensais em agosto de 2010. Nota: o universo de indivíduos é limitado àqueles que vivem em domicílios particulares e é relevante mencionar que o valor de R\$ 140,00 foi definido pelo IBGE (CENSO DEMOGRAFICO 2010).
- Produto interno bruto per capita: definido com base na população proveniente da base demográfica do MS/Datasus de 2000 a 2012.

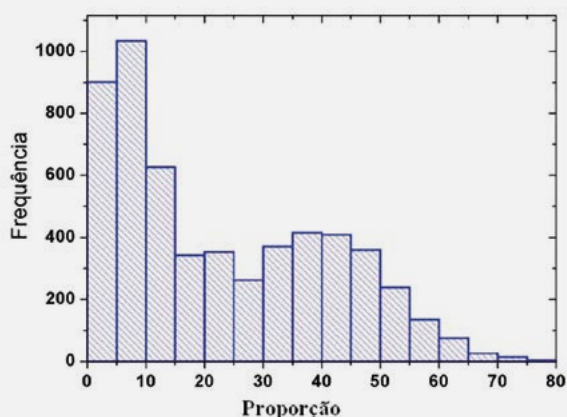
ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS – UNIVARIADA

As figuras 1 e 2 representam, respectivamente, o histograma da proporção de pobres no Brasil em 2010 e o histograma da taxa de mortalidade infantil a cada mil crianças nascidas no Brasil no ano de 2010. A Tabela 1 mostra as medidas descritivas da proporção de pobres e da taxa de mortalidade infantil no Brasil no mesmo período.

A distribuição da proporção de pobres e a taxa de mortalidade no Brasil no período de 2010 (Tabela 1) apresentaram comportamento assimétrico positivo, o que denota concentração de dados abaixo da média. E tal comportamento pode ser também constatado nos seus histogramas (Figura 1 e Figura 2), que concentram maiores frequências à esquerda.

Entre as variáveis analisadas, considerando o espaço geográfico Brasil, a que apresentou maior variação relativa foi proporção de pobres, com 77,20% de variação em torno da média (Tabela 1). Vinte cinco por cento dos municípios brasileiros possuem taxa de mortalidade infantil igual ou inferior a 13,80; 75%, acima de 23,80; e 50% dos municípios brasileiros têm uma proporção de pobres entre 7,03 e 38,52% (Tabela 1).

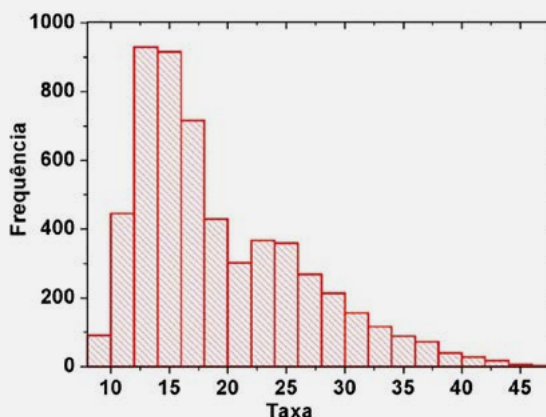
Figura 1
Proporção de pobres no Brasil – 2010



Fonte: IBGE – Censo 2010.

- (1) O histograma foi gerado com o programa R versão 3.1.3.
- (2) Proporção de pobres aqui denota a proporção dos indivíduos com renda domiciliar per capita igual ou inferior a R\$ 140,00 mensais em agosto de 2010. O universo de indivíduos é limitado àqueles que vivem em domicílios particulares.
- (3) Aqui, frequência denota o número de municípios.

Figura 2
Taxa de mortalidade infantil para cada mil crianças nascidas no Brasil – 2010



Fonte: IBGE – Censo 2010.

- (1) O histograma foi gerado com o programa estatístico R versão 3.1.3.
- (2) A taxa de mortalidade infantil foi definida a partir do número de crianças que não deverão sobreviver ao primeiro ano de vida em cada 1.000 crianças nascidas vivas.
- (3) Aqui, frequência denota o número de municípios.

Tabela 1
Análise descritiva da proporção de pobres e da taxa de mortalidade infantil no Brasil – 2010

Indicador	Mínimo	Máximo	Média	DP	CV(%)	ASS	Q ₁	Q ₂	Q ₃
Taxa da mortalidade infantil	8,49	46,80	19,25	17,92	37,08	1,01	13,80	16,90	23,80
Proporção de pobres	0,00	78,59	23,21	7,14	77,20	0,54	7,03	18,14	38,52

Fonte: IBGE – Censo 2010.

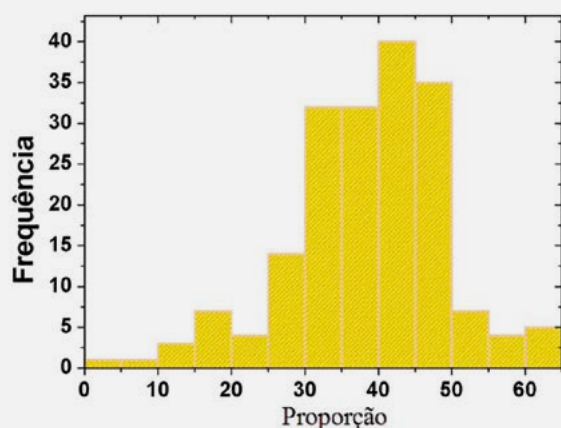
- (1) As medidas descritivas foram obtidas com o programa R versão 3.1.3 (R, 2014).
- (2) DP denota o desvio padrão; a assimetria (ASS) foi definida pelo terceiro momento; Q₁, o primeiro quartil; Q₂, o segundo quartil; Q₃, o terceiro quartil; CV, o coeficiente de variação de Pearson; e K, o coeficiente de curtose definida pelo quarto momento.

A taxa de proporção de pobres, considerando como unidade de análise o estado de Pernambuco no período de 2010 (Figura 3 e Tabela 2), apresentou distribuição assimétrica negativa ($ASS=-0,46$), caracterizando, assim, curva com concentração de dados acima da média estadual. E a taxa de mortalidade infantil para cada mil crianças nascidas do estado de Pernambuco exibiu comportamento assimétrico positivo ($ASS=0,50$), denotando concentração de dados abaixo da média (Figura 4 e Tabela 2).

A partir da análise via *boxplot*, foram identificados valores atípicos ou discrepantes nas proporções de pobres e na taxa de mortalidade infantil no estado de Pernambuco (Figura 5 e Figura 6). A distribuição em relação ao grau de achatamento (curtose) apresentou curva leptocúrtica ($K=-0,25$) na taxa de mortalidade infantil de Pernambuco e curva platicúrtica ($K=0,55$) para a proporção de pobres no mesmo período (Tabela 2).

A análise da Tabela 2 permite afirmar que, no estado de Pernambuco, 25% dos municípios possuem taxa de mortalidade infantil igual ou superior a 30,6, enquanto que o menor valor entre as 25% menores proporções de pobres entre os municípios do estado de Pernambuco no ano de 2010 foi 32,76.

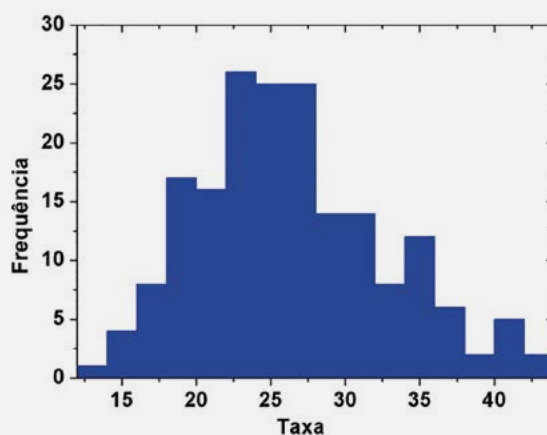
Figura 3
Proporção de pobres no estado de Pernambuco – 2010



Fonte: IBGE – Censo 2010.

- (1) O histograma foi gerado com o programa R versão 3.1.3.
- (2) Proporção de pobres aqui denota a proporção dos indivíduos com renda domiciliar per capita igual ou inferior a R\$ 140,00 mensais, em agosto de 2010. O universo de indivíduos é limitado àqueles que vivem em domicílios particulares.
- (3) Aqui, frequência denota o número de municípios.

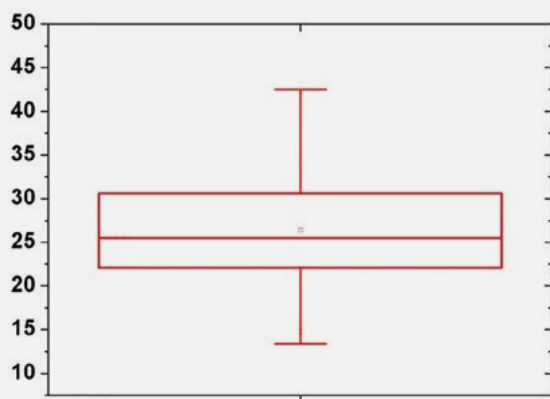
Figura 4
Taxa de mortalidade infantil para cada mil crianças nascidas no estado de Pernambuco – 2010



Fonte: IBGE – Censo 2010.

- (1) O histograma foi gerado com o programa R versão 3.1.3.
- (2) A taxa de mortalidade infantil foi definida a partir do número de crianças que não deverão sobreviver ao primeiro ano de vida em cada 1.000 crianças nascidas vivas.
- (3) Aqui, frequência denota o número de municípios.

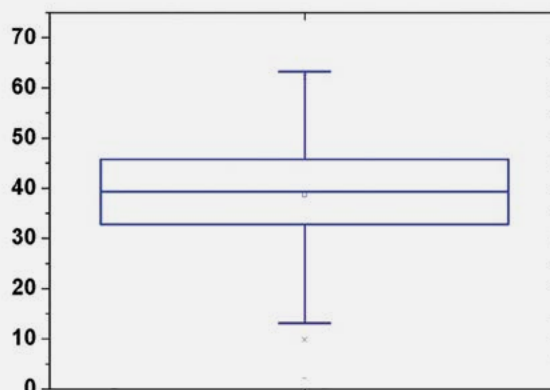
Figura 5
Boxplot da taxa de mortalidade infantil no estado de Pernambuco – 2010



Fonte: IBGE – Censo 2010.

- (1) O *boxplot* em foi gerado com o programa R versão 3.1.3.
- (2) A taxa de mortalidade infantil foi definida a partir do número de crianças que não deverão sobreviver ao primeiro ano de vida em cada 1.000 crianças nascidas vivas.

Figura 6
Boxplot da proporção de pobres no estado de Pernambuco – 2010



Fonte: IBGE – Censo 2010.

- (1) Proporção de pobres aqui denota a proporção dos indivíduos com renda domiciliar per capita igual ou inferior a R\$ 140,00 mensais, em agosto de 2010. O universo de indivíduos é limitado àqueles que vivem em domicílios particulares.
- (2) O *boxplot* foi obtido com o programa R versão 3.1.3 (R, 2014).

Tabela 2
Análise descritiva da proporção de pobres e da taxa de mortalidade infantil no estado de Pernambuco – 2010

Indicador	Mín	Máx	Média	DP	CV(%)	ASS	K	Q ₁	Q ₂	Q ₃
Taxa da mortalidade infantil	13,40	42,5	23,38	6,29	23,86	0,50	-0,25	22,10	25,50	30,60
Proporção de pobres	2,20	63,21	38,69	10,68	27,61	-0,46	0,55	32,76	39,36	42,82

Fonte: IBGE – Censo 2010.

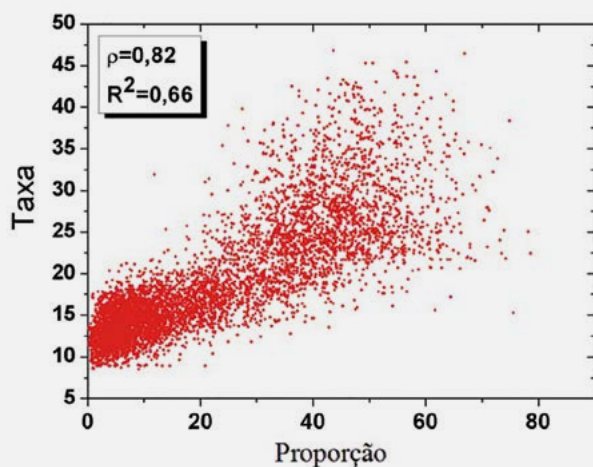
- (1) As medidas descritivas foram obtidas com o programa R versão 3.1.3.
- (2) DP denota o desvio padrão; a assimetria (ASS) foi definida pelo terceiro momento; Q₁, o primeiro quartil; Q₂, o segundo quartil; Q₃, o terceiro quartil; CV, o coeficiente de variação de Pearson; e K, o coeficiente de curtose definida pelo quarto momento.

ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS – BIVARIADA

Com o objetivo de identificar correlação linear simples, construiu-se o diagrama de dispersão entre a proporção de pobres e a taxa de mortalidade infantil no Brasil (Figura 7) e no estado de Pernambuco no período de 2010 (Figura 8). Com a Figura 7, foi possível identificar uma correlação positiva entre a proporção de pobres e a taxa de mortalidade infantil no Brasil em 2010, com menor dispersão entre os indicadores com menores valores, com um coeficiente de correlação de Pearson de 0,82 e o coeficiente de determinação igual a 0,66 (Figura 7).

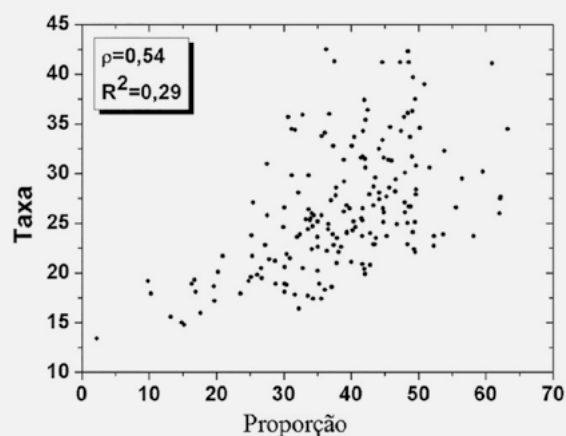
Assim como na Figura 7, foi constatado, via diagrama de dispersão, uma correlação positiva no estado de Pernambuco entre os fenômenos proporção de pobres e taxa de mortalidade infantil no mesmo período (Figura 8) e um

Figura 7
Diagrama de dispersão da proporção de pobres e mortalidade infantil no Brasil – 2010



Fonte: IBGE – Censo 2010.

Figura 8
Diagrama de dispersão da proporção de pobres e mortalidade infantil no estado de Pernambuco – 2010



Fonte: IBGE – Censo 2010.

coeficiente de correlação de Pearson igual a 0,54 e um coeficiente de determinação igual a 0,29, denotando que 29% das variações da proporção de pobres e da taxa de mortalidade infantil em Pernambuco são explicadas pelo modelo de regressão linear simples (Figura 8).

O coeficiente de correlação positivo indica que existe uma relação linear entre proporção de pobres e taxa de mortalidade infantil a cada mil crianças nascidas, ou seja, existe uma tendência de que quanto maior a proporção de pobres maior sejam as taxas de mortalidade infantil para cada mil crianças nascidas nos municípios de Pernambuco (Figura 8).

Na próxima seção serão apresentados os mapas temáticos da taxa de mortalidade infantil para cada mil crianças nascidas e da proporção de pobres, segundo metodologia adotada pelo IBGE (Censo, 2010) no estado de Pernambuco.

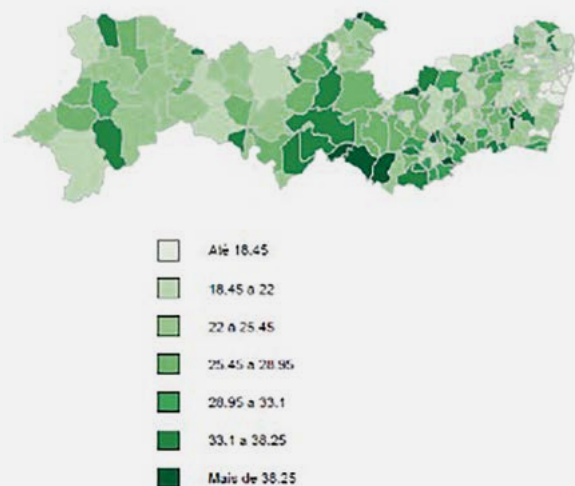
ANÁLISE ESPACIAL

Os resultados obtidos na Figura 7 e Figura 8 revelaram que existe uma relação positiva entre mortalidade infantil e proporção de pobres. A modelagem realizada espacialmente com as variáveis mortalidade infantil e proporção de pobres no estado de Pernambuco em 2010 convergiram para os resultados das figuras 7 e 8.

O mapa temático da taxa de mortalidade infantil em Pernambuco em 2010 (Figura 9), nos municípios que fazem parte do litoral, revelou menores taxas (cores mais claras), assim como as menores proporções de pobres (cores mais claras) (Figura 10). Pode-se afirmar, com esse resultado, que para esses municípios existe uma relação espacial entre taxa de mortalidade infantil e proporção de pobres (Figura 9 e Figura 10). Além dos municípios que compõem o litoral (Paulista, Goiana, Itamaracá, Olinda, Recife, entre outros), é possível encontrar menores taxas de mortalidade infantil e proporção de pobres também em Petrolina e São José do Belmonte (Figura 9 e Figura 10). E maiores taxas de mortalidade infantil e proporção de pobres em Itaíba, Águas Belas e Ibimirim (Figura 9 e Figura 10).

Nesta seção, foram relacionadas as taxas de mortalidade infantil com a variável socioeconômica proporção de pobres, de acordo com conceito e metodologia adotados pelo IBGE (Censo, 2010). Na próxima seção, será

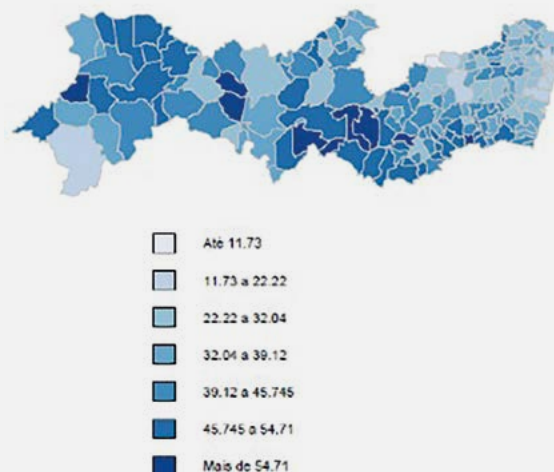
Figura 9
Mapa temático da mortalidade infantil no estado de Pernambuco – 2010



Fonte: IBGE – Censo 2010.

- (1) O mapa temático foi gerado com o programa R versão 3.1.3.
- (2) As legendas denotam os intervalos das taxas de mortalidade infantil, tendo como separador de decimal o ponto.
- (3) As cores mais fortes indicam maiores taxas de mortalidade infantil, enquanto que as cores mais claras e mais próximas do branco indicam menores taxas de mortalidade infantil.

Figura 10
Mapa temático da proporção de pobres do estado de Pernambuco – 2010



Fonte: IBGE – Censo 2010.

- (1) O mapa temático foi gerado com o programa R versão 3.1.3.
- (2) As legendas denotam os intervalos das proporções de pobres, tendo como separador de decimal o ponto.
- (3) As cores mais fortes indicam maiores proporções de pobres, enquanto que as cores mais claras e mais próximas do branco indicam menores proporções de pobres.

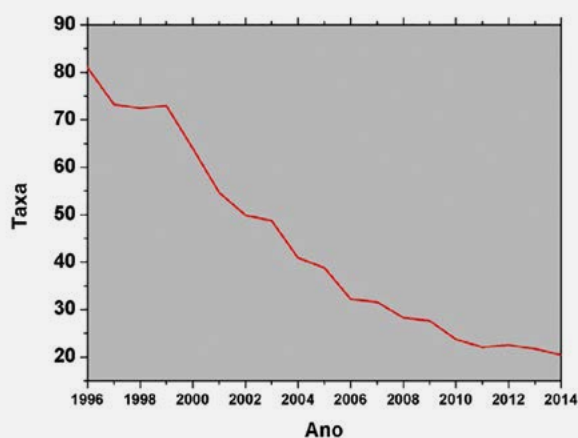
utilizado como taxa de mortalidade infantil o indicador de mortalidade infantil idealizado pelo Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM), e a variável socioeconômica eleita para verificar uma relação temporal foi o PIB per capita.

ANÁLISE TEMPORAL UNIVARIADA

Com o intuito de contemplar os objetivos deste artigo, foi analisada a dinâmica temporal das taxas de mortalidade infantil por mil habitantes de 1996 a 2014 (Figura 11).

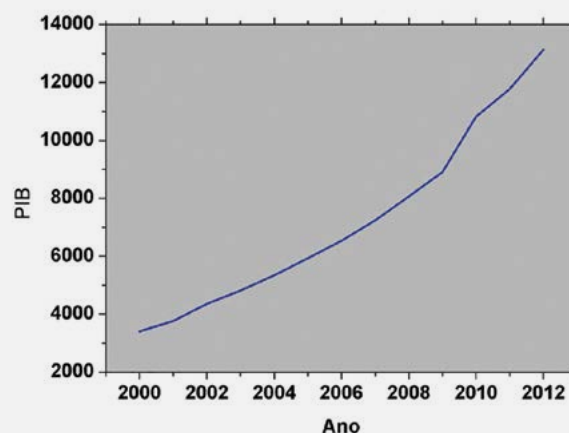
A série temporal da taxa de mortalidade infantil por mil habitantes em Pernambuco apresentou um comportamento de decrescimento ano após ano (Figura 11). Para verificar uma relação temporal das taxas de mortalidade infantil por mil habitantes com um fator econômico, elegeu-se o PIB per capita de 2000 a 2012 (Figura 12). E tal análise revelou uma tendência inversa em relação às taxas de mortalidade por mil habitantes (Figura 12).

Figura 11
Série temporal da taxa de mortalidade infantil por 100 mil habitantes no estado de Pernambuco – 1996-2014



Fonte: MS/SVS/CGIAE – Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM).
(1) A taxa de mortalidade infantil foi definida a partir do número de óbitos infantis, tendo como denominador a população estimada do ano correspondente.

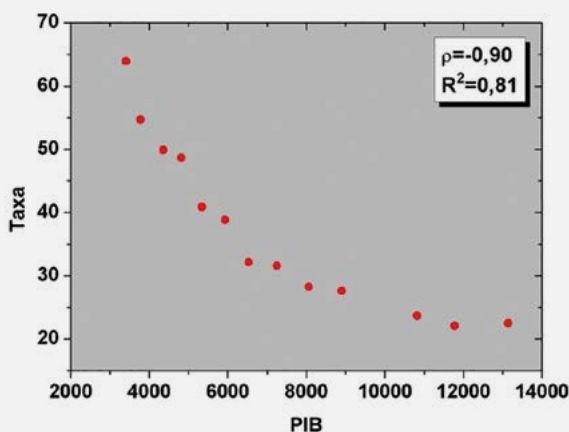
Figura 12
Série temporal do produto interno bruto per capita do estado de Pernambuco – 2000-2012 – Referência 2002



Fontes: IBGE, órgãos estaduais de estatística, secretarias estaduais de governo, Superintendência da Zona Franca de Manaus (Suframa).

(1) Valores do PIB per capita estão em reais correntes.
(2) A população utilizada é a proveniente da base demográfica do MS/Datasus.

Figura 13
Diagrama de dispersão do PIB per capita e da taxa de mortalidade infantil por 100 mil habitantes – 2000-2012



Fontes: IBGE, SIM.

(1) O coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis em análise no período foi igual -0,9045, e o de determinação, igual a 0,8181.

ANÁLISE TEMPORAL BIVARIADA

A partir dos resultados obtidos nas figuras 11 e 12, foi construído o diagrama de dispersão da taxa de mortalidade infantil por 100 mil habitantes e o PIB per capita no período de 2000 a 2012. Com os resultados exibidos na Figura 13 é possível afirmar descritivamente que existe uma correlação negativa de -0,9045 entre PIB per capita e mortalidade infantil por 100 mil habitantes e que, quanto maior a renda do município (PIB per capita), menor será a incidência de mortalidade infantil por 100 mil habitantes no estado de Pernambuco em média (Figura 13).

O coeficiente de determinação de 0,82, supondo um modelo linear, indica que aproximadamente 82% das variações do PIB per capita e das taxas por 100 mil habitantes do estado de Pernambuco são explicadas pelo modelo linear, tendo como base o período em estudo (Figura 13).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise espacial entre as taxas de mortalidade infantil e proporção de pobres identificou uma relação espacial entre esses indicadores, principalmente nos municípios que compõem o litoral. Já a análise temporal entre as taxas anuais de mortalidade infantil e o PIB per capita no período de 2000 a 2010, por meio do diagrama de dispersão, revelou uma relação inversa entre essas variáveis. Nesta perspectiva, em média, municípios com maior PIB per capita tendem a ter as menores taxas de mortalidade infantil.

Os resultados obtidos nesta pesquisa corroboraram as afirmações encontradas na literatura, de que a mortalidade infantil pode ser combatida ou mitigada com políticas voltadas para melhorias dos indicadores sociais e econômicos.

Acredita-se que a presente investigação possa auxiliar, de alguma forma, acadêmicos, gestores públicos e privados na busca de novas pesquisas e políticas destinadas à mitigação da mortalidade infantil no Brasil e especificamente no estado de Pernambuco. Como trabalho futuro, pretende-se relacionar a variável taxa de mortalidade no tempo e no espaço com outras variáveis socioeconômicas (taxa de escolarização, anos de estudo das mulheres, número de leitos de hospitais, saneamento básico, entre outras).

REFERÊNCIAS

- BUSSAB, W.; MORETTIN, P. Estatística Básica. São Paulo: Saraiva, 2003.
- CALDEIRAS, A.P. *et al.* Evolução da mortalidade infantil por causas evitáveis, Belo Horizonte, 1984-1998. *Rev Saúde Pública* 33(1): 67-74, 2005.
- CARDOSO, A. M.; SANTOS, R.V.; COIMBRA, C. E. A. Mortalidade infantil segundo raça/cor no Brasil: O que dizem os sistemas Nacionais de Informação. *Caderno de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 21(5): 1602-1608, set-out, 2005.
- COSTA, J. M. B.S; FRIAS, P. G. Avaliação da completude das variáveis da declaração de óbitos de menores de um ano residentes em Pernambuco, 1997-2005. *Ciência & Saúde Coletiva*, 16 (supl. 1): 1267-1274, 2011.
- DUARTE, C. M. R. Reflexos das políticas de saúde sobre as tendências da mortalidade infantil no Brasil: revisão da literatura sobre a última década. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 23(7):1511-1528, jul, 2007.
- EHLERS, R. S. Análise de séries temporais. Curitiba: UFPR, 2009.
- Censo demográfico. IBGE, 2010
- GUIMARÃES, T. M. R.; ALVES, J.G.; TAVARES, M. M. F. Impacto das ações de imunização pelo programa saúde da família na mortalidade infantil por doenças evitáveis em Olinda, Pernambuco, Brasil. *Caderno de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 25(4): 858-876, abr, 2009.
- MELLO, M. P.; PETERNELLI, L. A. Conhecendo o R: Uma visão mais que Estatística. Editora UFV, 2013.
- MILONE, Giuseppe. Estatística Geral e Aplicada. São Paulo: Editora Pioneira Thompson Learning, 2004.
- MORETTIN, L. G. Estatística Básica Volume único Probabilidade e Estatística. São Paulo: Pearson, 2010.
- MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. Análise de séries temporais. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blucher/ABE-Projeto Fisher, 2006.
- R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2014. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>.
- SZWARCWALD, C.L, *et al.* Estimção da mortalidade infantil no Brasil: O que dizem as informações sobre óbitos e nascimentos do Ministério da Saúde. *Caderno de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 18(6): 1725-1736, nov-dez, 2002.
- TRIOLA, M. Introdução à Estatística. 10ª ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos, 2008.