

Eficiência na redução da mortalidade infantil: uma análise para os municípios da região Nordeste.

Jorge Luiz Mariano*

Fredna Marta†

March 2018

Resumo

Este estudo tem como objetivo analisar a eficiência dos municípios da região Nordeste no alcance de menores taxas de mortalidade infantil. Na estratégia metodológica adotou-se a proposta de Simar e Wilson (2007) para correção do viés nos indicadores de eficiência obtidos no modelo DEA. Na segunda etapa, usando a regressão Tobit, estimam-se os possíveis determinantes da ineficiência dos municípios. Entre os resultados, constatou-se que a maioria dos municípios apresentou baixos níveis de eficiência. Municípios com alta incidência de analfabetos, elevadas proporções de crianças pobres, baixo nível de renda per capita e alta concentração de renda, podem encontrar grandes dificuldades em reduzir a mortalidade infantil. Notou-se ainda, que o crescimento da cobertura do Bolsa Família pode ajudar os municípios no combate à mortalidade infantil.

Palavras-chaves: Mortalidade infantil, eficiência, DEA bootstrap.

Abstract

This study aims to analyze the health quality efficiency of Brazil's northeast municipalities in 2010, and to verify the determinants of their inefficiency. For this purpose, two methodological approaches were used, firstly, the Data Envelope Analysis (DEA) model was used with variable returns of scale with the correction of the estimation bias, for the measurement of efficiency levels, and secondly, the Tobit regression model that will analyze the determinants of health quality inefficiency. Among the results of the Tobit regression, it noticed that municipalities with a high proportion of illiterates, with increasing levels of poor children, with low GDP per capit and higher income inequality, might find great difficulties in reducing infant mortality. The coverage of the Bolsa Família Program can help municipal management improve efficiency in reducing infant mortality.

Keywords: Infancy mortality, Efficiency, DEA bootstrap.

JEL Classification: I15, I18, C14.

*Doutor em Economia PIMES, Professor titular UFPB.

†Mestranda em Demografia UFRN

1 Introdução

O princípio fundamental e universal para proteção à criança é o direito à vida. Em 2015 o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF), a Organização Mundial para Saúde (OMS) e o Banco Mundial apresentaram um relatório sobre a tendência de queda da mortalidade infantil a nível global. O estudo destacava que entre os anos de 1990 e 2015, a mortalidade de crianças abaixo de cinco anos de vida tinha declinado de 12.7 milhões para 5.9 milhões.

Entretanto, inserida nos objetivos do milênio, a proposta das Nações Unidas de reduzir em dois terços a mortalidade infantil, não foi alcançada pelos países mais pobres. As menores reduções foram observados nos países do sudeste da Ásia e da África subsaariana. Nessas regiões as taxas de mortalidade infantil atingiram, respectivamente, 59 e 83 mortes por mil nascidos vivos, sinalizando, nesse sentido, uma grande distância em relação ao desempenho alcançado por países mais desenvolvidos, que registraram uma taxa média de mortalidade de 5 crianças por mil nascidas vivas. Esses números são mais discrepantes ao observar que na Finlândia ocorreram apenas 3 mortes por mil nascido vivos, enquanto em Serra Leoa essa estatística chegou 182 mortes, You et al. (2015).

O Brasil vem se destacando por alcançar significativa redução na taxa de mortalidade infantil, que declinou de 61 mortes por mil nascido vivos, em 1990, para 16 mortes, em 2015. Entretanto, ainda assim, persistem as disparidades ao observar as informações para as regiões, estados e municípios. Entre os 5.500 municípios analisados mais de mil apresentaram taxas de mortalidade infantil abaixo de 5 mortes por mil nascido vivos. Sendo que, em 32 deles a taxa de mortalidade infantil superou a 80 mortes, número semelhante ao encontrado em África subsaariana You et al. (2015).

A região Nordeste, que historicamente tem revelado os menores indicadores de desenvolvimento humano incluindo e os mais elevados indicadores de desigualdade de renda e de extrema pobreza, é responsável pelas maiores taxas de mortalidade infantil do país, em que crianças morrem antes de completar um ano de vida. As mais elevadas taxas de mortalidade infantil se concentram nessa região, principalmente nos estados de Maranhão, Alagoas, Piauí e Paraíba, que coincidentemente possuem as maiores taxas de pobreza.

As principais causas desse cruel indicador estão relacionadas com às condições socioeconômicas da população mais pobre, notadamente residente em municípios com baixo nível de desenvolvimento, sem acesso ao saneamento básico, ao consumo de água tratada, e com limitado sistema público de saúde. De acordo com Lisboa et al. (2015), as condições sociais da população, a disponibilidade de saneamento básico e de serviços de saúde inadequados influenciam fortemente nos indicadores da mortalidade infantil. Essa é a concepção de Lansky et al. (2014) ao afirmaram que a região Nordeste continua a apresentar as maiores taxas de mortalidade neonatal, por infecções e por baixo peso e, que, parte desses registros poderiam ser evitados se não ocorresse negligência nos investimentos no sistema de saúde.

As responsabilidades pela atenção primária em saúde e pela provisão de serviços públicos, tem despertado o interesse de pesquisas na avaliação de sistemas de saúde de municípios, Marinho (2003), Sousa e Stošić (2005) e Rocha, Orellano e Nishijima (2016). Esses estudos são motivados principalmente pela importância que a qualidade dos sistemas de saúde pública municipal tem sobre os indicadores de estado de saúde da população. Uma maior eficiência dos municípios sobre a redução da mortalidade infantil pode representar uma melhoria na expectativa de vida da população, principalmente, naqueles em que com elevados níveis de pobreza e com baixos indicadores serviços públicos.

É nesse contexto que o presente estudo tem como objetivo mensurar os níveis de eficiência dos municípios da região Nordeste em reduzir as taxas de mortalidade infantil. A estratégia empírica está sustentada no trabalho de Simar e Wilson (2007), que usaram o método double

bootstrap para corrigir o viés de estimação dos níveis de eficiência nos modelos de análise de envoltória de dados, DEA, aplicados em dois estágios. Além disso, na segunda etapa, procura-se analisar os efeitos do acesso da população ao saneamento básico e aos programas sociais sobre os níveis de eficiência dos municípios na redução da mortalidade infantil. Além da introdução, o estudo contém mais três seções. Na segunda seção descrevem-se a estratégia para estimação da eficiência dos municípios e a base de dados utilizada. Na terceira seção analisam-se os resultados, e a última é reservada para as considerações finais.

2 Mortalidade infantil na região Nordeste

De acordo com Lisboa et al. (2015) tem sido observado, ao longo dos anos, uma maior redução da mortalidade infantil pós-neonatal. A mortalidade neonatal associa-se a assistência pré-natal, ao parto e ao recém-nascido, enquanto a mortalidade pós-neonatal está relacionada com a infraestrutura ambiental e ao desenvolvimento socioeconômico. Nesse sentido, estudos que procuram relacionar as condições de infraestrutura urbana e as características socioeconômicas e demográficas dos municípios com a taxa de mortalidade infantil são importantes para compreensão e formação de políticas que visem reduzir a mortalidade de crianças por causas evitáveis.

Em 2010, as maiores taxas de mortalidade de crianças abaixo de 5 anos foram mostradas pelas regiões Norte e Nordeste, e as menores pelas regiões Sul e Sudeste. Particularmente, em relação a região Nordeste, a grande parte dos municípios registraram elevadas taxas de mortalidade infantil, com predominância daqueles mais afastados das regiões metropolitanas. A Figura 1 mostra a distribuição da mortalidade de crianças menores de 5 anos nos municípios da região Norte.

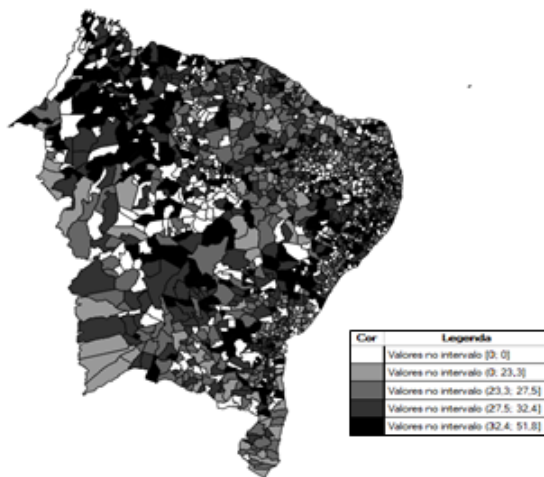


Figura 1 – Taxa de Mortalidade infantil abaixo de cinco anos, Nordeste, Brasil

Um dos grandes problemas dos municípios dos municípios da região Nordeste, principalmente aqueles mais afastados da região metropolitana da capital, é a captação de profissionais da área de saúde. Na maioria dos municípios da região o número de médicos por mil habitantes está abaixo do número recomendado pela organização mundial de saúde.

Em 2010, o número de médicos e enfermeiros não alcançou, na média, a 1 profissional por

mil habitantes. A maior presença de médicos poderia ajudar na redução da mortalidade infantil, principalmente nos municípios mais pobres, Figura 2.

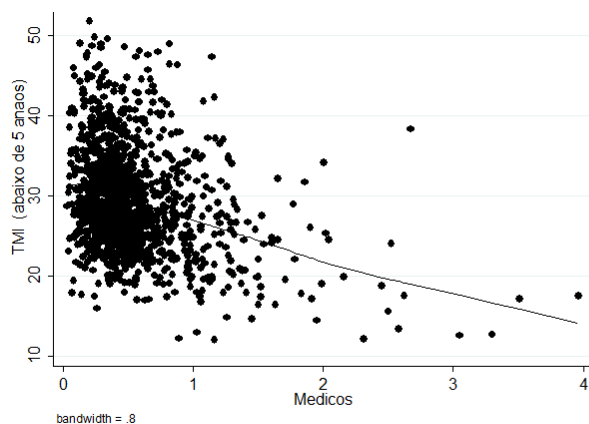


Figura 2 – Taxa de mortalidade infantil e número de médicos, por mil habitantes. Municípios da região Nordeste, Brasil 2010

Uma importante condição de infraestrutura dos municípios é o fornecimento de serviços de saneamento básico, água tratada, esgoto e a coleta de lixo. Entretanto, a região Nordeste ainda apresenta baixas taxas de cobertura desses serviços públicos. O consumo de água, não tratada, pode ser a porta de entrada de diversas doenças intestinais, como a cólera, a diarreia entre outras. Localidades rurais, pobres, que tem menor acesso a água tratada e as condições sanitárias adequadas, apresentam maiores taxa de mortalidade infantil por causa de doenças intestinas. Conforme a UNICEF et al. (2013) a melhoria das condições sanitárias está diretamente associada com as reduções das taxas de mortalidade por causa da diarreia.

A desigualdade de renda e o grau de pobreza são importantes indicadores socioeconômicos que afetam a qualidade da saúde dos indivíduos de uma determinada localidade. De forma geral, a mortalidade infantil se concentra em municípios com maiores intensidades da pobreza. Essa relação pode ser observada no Figura 3, que mostra uma relação direta entre a taxa de mortalidade e a proporção de domicílios pobres com crianças. Os municípios que apresentam alta de domicílios pobres com crianças tendem a apresentar maiores dificuldades de reduzirem a taxa de mortalidade infantil.

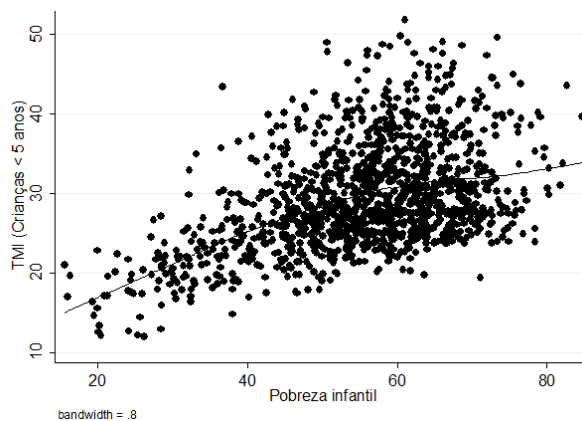


Figura 3 – Taxa de mortalidade infantil e número de domicílios pobres com crianças. Municípios da região Nordeste, Brasil, 2010

Uma das principais causas da redução da mortalidade infantil está associado ao crescimento do grau de escolaridade das mães em idade fértil. As mães com maiores níveis educacional desenvolvem melhor a capacidade de compreensão e adoção dos cuidados essenciais para sua saúde e da criança UNICEF et al. (2013). Para informações agregadas, espera-se uma relação positiva entre taxa de mortalidade infantil e taxa de analfabetismo. Isto é, municípios com alta taxa de analfabeto tendem apresentar maiores taxas de mortalidade infantil, Figura 4.

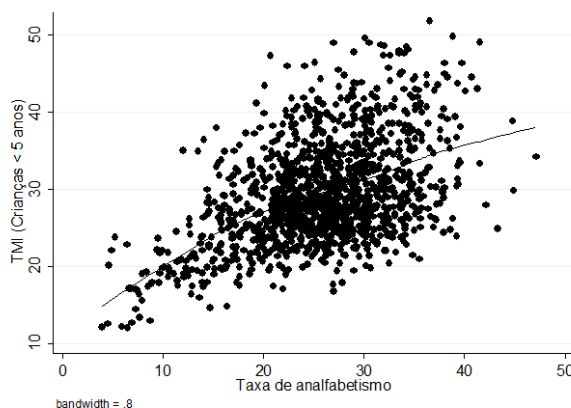


Figura 4 – Taxa de mortalidade infantil e taxa de analfabetismo. Municípios da região Nordeste, Brasil, 2010

As condicionalidades do acesso ao programa Bolsa Família, em especial, a realização do pré-natal e o acompanhamento do calendário de vacinação de crianças, além das campanhas de amamentação materno, recebem o destaque pelos profissionais da área de saúde como uma das principais políticas de redução da mortalidade infantil. Outro programa que tem permitido uma maior ação para redução da mortalidade infantil é a expansão do programa saúde da família PSF, em especial, em municípios com maiores dificuldades na provisão dos serviços de saúde.

É nesse sentido que esse estudo pretende mensurar a eficiência na redução da mortalidade infantil dos municípios da região Nordeste, e analisar quais os fatores do desenvolvimento socioeconômico do município afetam a eficiência da gestão municipal na diminuição da taxa de mortalidade infantil.

3 Estratégia Empírica

Após a publicação do trabalho Farrell (1957), o interesse em estudos teóricos e empíricos de estimar funções fronteiras e avaliar as medidas de eficiências de unidades produtivas vem se ampliando ao longo dos anos. Os métodos de estimação das funções fronteiras basicamente dividem-se em duas abordagens. A primeira, considera que as medidas de eficiência podem ser obtidas por estimação de fronteiras paramétricas, que exigem a suposição sobre a forma funcional e sobre a distribuição do termo do erro, utilizado como a medida de eficiência de uma unidade de produção em relação à fronteira de melhor prática. As fronteiras determinísticas com erro unilateral de Richmond (1974) e Greene (1980) e as fronteiras estocásticas com erro compostos de Aigner, Lovell e Schmidt (1977) e Meusen e Broeck (1977) foram as mais propagadas dessa área.

A segunda abordagem utiliza técnicas não paramétricas para estimar a fronteira eficiente. Entre essas fronteiras, a que considera a suposição de convexidade é conhecida como análise de envoltória de dados, rotuladas como modelos DEA (data envelopment analysis). O método foi inicialmente tratado por Farrell (1957) e posteriormente por Charnes, Cooper e Rhodes (1978),

que utilizaram técnicas da programação linear para mensurar a eficiência de unidades formadoras decisão, (Decision Making Units), DMU's.

Após a estimação de uma fronteira eficiente teórica, não observável, por técnica de programação matemática, a fronteira emprírica eficiente obtida pelo método classifica uma DMU como ineficiente se o seu nível de produto, dado os insumos disponíveis, não alcançar a fronteira, ou para um determinado nível de produto a quantidade de insumos utilizada for além do necessário para alcançar a fronteira eficiente. A outra técnica dessa abordagem é a fronteira FDH (Free Disposal Hull), inicialmente tratada por Deprins e Simar (1984), que não necessita a condição de convexidade do conjunto de produção para estimar a fronteira eficiente.

Nos últimos anos a análise de envoltória de dados, DEA, vem se destacando como um dos principais métodos empregado na avaliação de sistemas de saúde. Os estudos que aplicam essa técnica, na avaliação dos sistemas de saúde, admitem a existência de uma fronteira de produção de saúde teórica, possível de ser construída empiricamente. Conforme Grossman (1972) a função de produção de saúde pode ser representada por uma transformação de insumos em produtos, considerando como output o status de saúde da população. Os estudos de AFONSO e AUBYN (2005), Hadad, Hadad e Simon-Tuval (2013), Novignon (2015) e Samut e Cafri (2016), Rocha, Orellano e Nishijima (2016), Sun et al. (2017) consideraram a taxa de sobrevivência infantil como um indicador do estado de saúde da população.

A mensuração da eficiência para uma atividade de produção é caracterizada por um conjunto de insumos $x \in \mathbf{R}_+^p$ empregado para produzir um conjunto de produtos $y \in \mathbf{R}_+^q$.

O conjunto de produção é definido por:

$$\Psi = \{(x, y) \in \mathbf{R}_+^{p+q} \mid x \text{ pode produzir } y\} \quad (1)$$

No espaço produto, o conjunto de requerimento de produto é definido por todo $x \in \Psi$ é representado por $P(x) = \{y \text{ in } \mathbf{R}_+^q \mid (x, y) \in \Psi\}$.

Este conjunto representa todos os produtos que uma unidade de produção pode produzir para qualquer nível de insumos x .

A fronteira eficiente radical é então:

$$\partial P(x) = \{y \in P(x) \mid \theta y \notin P(x) \forall \theta > 1\} \quad (2)$$

O nível máximo de produto para um dado nível de insumos define a fronteira de produção, representada por:

$$\partial P(x) = \{y \in \theta(x, y) = 1\} \quad (3)$$

A medida de eficiência orientada para uma unidade de produção, utilizando a combinação de insumo e produto (x_o, y_o) , é definida por:

$$\theta(x_o, y_o) = \sup\{\theta \mid \theta y_o \in P(x_o)\} = \sup\{\theta \mid (x_o, \theta y_o) \in \Psi\} \quad (4)$$

Conforme Cazals, Florens e Simar (2002), $\theta(x_o, y_o)$ é a medida de eficiência produto orientada de Farrell (1957), uma recíproca da função distância de Shepard (1970). Essa é uma medida Euclidianda da função distância do ponto (x_o, y_o)

$$\theta(x_o, y_o) = \text{Max}\{\theta \mid \theta y \in P(x)\} \quad (5)$$

Esse é um processo semelhante a solução do seguinte problema de programação linear:

$$Max\theta(x, y) = \theta \quad (6)$$

s.a

$$\theta y_{ij} \leq \sum_j \lambda_j y_{ij} \quad (7)$$

$$x_k \geq \sum_j \lambda_j x_{kj}, \quad (8)$$

$$\sum \lambda_j = 1 \quad (9)$$

Em que θ representa a eficiência de cada municípios em atingir a fronteira de produção de saúde, x_{jk} e y_k são os níveis de insumos e de produto. A restrição sobre os pesos λ pressupõe a adoção de retornos variáveis de escala na tecnologia de produção, conforme Banker, Charnes e Cooper (1984).

Nos modelos DEA, produto orientado, a eficiência é obtida por: Eficiência = $1/\theta$. Os municípios que alcançam a fronteira de produção de melhores resultados de saúde têm escores iguais a 1. E aqueles que não a alcançam terão seus escores menores do 1, e, portanto, serão consideradas ineficientes.

Recentemente, os estudos nessa área têm procurado ir além da mensuração da ineficiência, ao realizarem, em uma segunda etapa, uma análise dos determinantes da ineficiência da gestão na saúde. Esse é o caso dos trabalhos de Marinho (2003), Afonso e Aubyn (2006), Marshall e Flessa (2011), Magherini, Lettieri e Agasisti (2016), Moran e Jacobs (2013), Matranga et al. (2013), Yogo (2015), Novignon (2015), Lavado e Domingo (2015), Cheng et al. (2015), Samut e Cafri (2016) e Sun et al. (2017).

Simar e Wilson (2007) chamam atenção de que o DEA mensura a eficiência em relação a uma fronteira não paramétrica, estimativa de uma fronteira verdadeira não observável, condicional aos dados resultantes de um processo gerador dados, data-generating process (DGP). Muitos desses estudos utilizam uma análise em dois estágios, onde a eficiência estimada no primeiro estágio é regredida contra conváriáveis, que são consideradas como variáveis ambientais, usando regressão censurada, tobit, no segundo estágio.

$$\hat{\theta}_i = z_i, \beta + \xi_i, \geq 1. \quad (10)$$

Entretanto grande parte da literatura não considera a presença de erros de correlação serial nas medidas de eficiência. Simar e Wilson (2007) consideram que o conjunto de informações reais é dado por $\varphi_n = \{x_i, y_i, z_i\}_{i=1}^n$.

Nesse caso, z não é independente com relação a x e y .

Simar e Wilson (2007) chamam atenção aos problemas que podem surgir na abordagem convencional do DEA. Eles argumentam que os escores de eficiência obtidos no primeiro estágio são fortemente relacionados com as variáveis do segundo estágio, e consideram, que a equação (10) correta a ser estimada é a seguinte:

$$\hat{\theta}_i - BIAS(\hat{\theta}_i) - u_i = z_i, \beta + \xi_i, \geq 1. \quad (11)$$

Ele consideraram que o termo do viés pode ser estimado por métodos de bootstrap e sugeriram o método double bootstrap para melhorar a inferência estatística e corrigir o viés das medidas de eficiência.

No sentido de corrigir o viés eles sugerem dois algoritmos. O primeiro tem a seguinte especificação:

$$\tilde{\theta} = \hat{\theta} - vies(\hat{\theta}) = z\beta + \xi_{ik} \quad (12)$$

em que $(\hat{\theta})$ é a medida de eficiência com viés, Z é o vetor de variáveis ambientais e ξ são os resíduos da regressão truncada. O segundo admite tem a seguinte especificação:

$$\tilde{\theta} = \hat{\theta}^* - vies(\hat{\theta}) = 2\hat{\theta} - \bar{\theta}_j^* \quad (13)$$

em que $\bar{\theta}_j^* = \frac{1}{B} \sum_b^B \theta_{b,j}^*$. O total de interações é representado por B e $\theta_{b,j}^*$ é a medida de eficiência do j -ésimo município no b -ésimo pseudo bootstrap amostral. Após aplicação de simulações de Monte Carlo eles sugeriram o segundo algoritmo por apresentar melhores performance em subamostras.

Adotou-se neste estudo o segundo algoritmo para corrigir o viés de estimação da medida de eficiência.

Após a mensuração da eficiência, pode-se propor metas a partir das informações dos municípios que alcançaram os melhores indicadores de saúde. O presente estudo segue a proposta de Simar e Wilson (2007) para mensurar os níveis de eficiência e, no sendo estágio, estimar os efeitos de variáveis socioeconômicas sobre a eficiência dos municípios na redução da mortalidade infantil. A função dos determinantes da eficiência da taxa de sobrevivência infantil tem a seguinte especificação:

$$\theta_{ik}^* = \beta_k Z_{ik} + \xi_{ik} \quad (14)$$

$$\theta_{ik} = \begin{cases} \theta_{ik}^* & \text{se } \theta_{ik}^* < 1 \\ 1 & \text{se } \theta_{ik}^* = 1 \end{cases} \quad (15)$$

As informações de 1270 municípios utilizados neste trabalho foram obtidas no sistema DATASUS, do Ministério da Saúde, no Atlas do Desenvolvimento Humano, do IBGE e no Ministério do Desenvolvimento Social, para o ano de 2010. Os dados foram agrupados em dois conjuntos. O primeiro é formado pelas variáveis que foram utilizadas na estimação dos índices de eficiência e o segundo pelas variáveis utilizadas na regressão Tobit. A taxa de mortalidade infantil foi obtida no sistema de informação sobre mortalidade, SIM. O número de médicos, enfermeiros e de leitos foram obtidos no sistema de cadastro de estabelecimentos, CNES. A taxa de cobertura vacinal de crianças foi obtida no sistema de informação do programa nacional de imunização, SIPNI. A taxa de cobertura do programa saúde da família foi obtida no sistema de informações ambulatoriais, SIAB. As informações sobre população, saneamento e desigualdade de renda foram obtidas no site IBGE, e a cobertura do Bolsa Família no site do Ministério de Desenvolvimento Social.

A Tabela 1 resume as principais estatísticas descritivas das variáveis empregadas no modelo DEA e na função dos determinantes da eficiência dos municípios no combate à mortalidade infantil.

A medida de eficiência produtiva nesse estudo está baseada no relacionamento entre produto alcançado representada pelo status em saúde e o nível de insumos requeridos. Considerando o princípio microeconômico, intrínseco na medida de eficiência produto orientada, de

Tabela 1 – Estatísticas descritivas das variáveis do modelo DEA e da regressão Tobit

| Variáveis | Média | Desvio Padrão | Mínimo | Máximo |
|---------------------------------|-------|---------------|--------|--------|
| DEA | | | | |
| Taxa de sobrevivência infantil | 35.8 | 8.43 | 19.3 | 83.8 |
| Taxa de mortalidade intantil | 29.4 | 6.60 | 12.0 | 51.8 |
| Médicos (por mil habitantes) | 0.54 | 0.39 | 0.03 | 4.0 |
| Enfermeiros (por mil habitan | 0.52 | 0.22 | 0.05 | 3.0 |
| Leitos (por mil habitantes) | 2.25 | 4.8 | 0.70 | 165 |
| Instrumentos (por mil habita | 1.3 | 0.98 | 0.09 | 8.70 |
| Cobertura vacinal | 78.9 | 10.58 | 30.1 | 182.4 |
| Cobertura do PSF | 8.7 | 9.08 | 0.00 | 186 |
| Regressão Tobit | | | | |
| Eficiência - primeiro estágio | 0.53 | 0.08 | 0.35 | 0.94 |
| Acesso à água tratada | 0.64 | 0.35 | 0.00 | 5.1 |
| Acesso à coleta pública de lixo | 0.55 | 0.31 | 0.0 | 4.7 |
| Sistema de fossa séptica | 0.60 | 0.40 | 0.00 | 5.2 |
| Índice de Gini | 0.52 | 0.04 | 0.39 | 0.8 |
| Domicílios com crianças pobres | 55.3 | 11.9 | 15.6 | 84.6 |
| Cobertura Bolsa Família | 80.0 | 15.8 | 0.0 | 100.0 |
| Taxa de analfabetismo | 25.7 | 6.6 | 4.0 | 47.1 |

Fonte: IBGE, DATASUS e Ministério do Desenvolvimento Social.

que “more is better”, representou-se o status de saúde pela taxa de sobrevivência infantil até cinco anos de idade, $TSI = (1.000 - TMI)/TMI$. Esta medida também foi utilizada por Afonso e Aubyn (2006) e Novignon (2015).

Admitiu-se ainda, que os municípios utilizaram os seguintes insumos: médico, enfermeiros, leitos de internação, instrumentos, representado pelo número de equipamentos de imagens disponíveis pelo SUS, a cobertura vacinal, que representa o percentual de crianças vacinadas, e a proporção de famílias acompanhadas pelo Programa Saúde da Família (PSF).

A literatura empírica tem sugerido que, além da qualidade e a eficiência no sistema de saúde, diversos fatores influenciam na mortalidade infantil, com destaque para o crescimento da renda per capita, o aumento dos gastos em saúde, o acesso ao saneamento básico, a desigualdade de renda e o nível de educação das mães, Rewilak (2014), VÁIDEAN e FERENTÛ-PIPAŞ (2015). Makuta e O’Hare (2015) sugeriram que a relação entre gasto em saúde e status de saúde da população não se apresenta de forma direta e que as taxas de mortalidade infantil estão diretamente associadas ao estado nutricional, ao acesso à água tratada e as condições sanitárias.

Com base na argumentação desses estudos adotou-se as seguintes variáveis na estimação da função dos determinantes da eficiência dos municípios: a proporção de domicílios com acesso a água tratada, a proporção de domicílios com acesso a coleta de lixo pública, e a proporção de domicílios com fossa séptica. Além dessas variáveis outras foram relacionadas ao bem-estar econômico e social dos municípios, entre as quais a proporção de crianças pobres, a taxa de cobertura do Bolsa Família, o índice de Gini - um indicador da desigualdade de renda, taxa de analfabetismo - uma proxy do nível da educação básica da população, e o PIB per capita municipal - uma proxy do nível de desenvolvimento do município.

A análise DEA, em dois estágios, possibilita a explicação de variáveis socioeconômicas que estão ao alcance do gestor municipal, e por outras, que estão além do controle do administrador municipal. Nesse sentido, adotou-se um procedimento de testar os efeitos dessas variáveis

utilizando duas especificações, apresentadas a seguir

O Modelo I, considera-se que a eficiência é afetada apenas pelas variáveis de competência da gestão municipal. Ou seja, a prestação de serviços de saneamento básico, compreendendo o fornecimento de água tratada, coleta de lixo urbano, tratamento de resíduos e provisão do ensino básico e fundamental. Esses serviços estão representados pelo número de domicílios com acesso a água tratada, domicílios com disponibilização de fossa séptica, e pela taxa de analfabetismo.

$$\theta y_{ij} = \beta_1 + \beta_2 X_2(\text{Água tratada}) + \beta_3 X_3(\text{Fossa séptica}) + \beta_4 X_4(\text{Coleta de lixo}) + \beta_5 X_5(\text{Analfabetismo}) + \epsilon_{ik} \quad (16)$$

O Modelo II além das variáveis do modelo I, considera que a eficiência dos municípios também depende de fatores que não são controlados pelo gestor municipal. Entre esses fatores estão a desigualdade de renda, mensurada pelo índice de Gini, a privação de crianças pobres, mensurada pelo número de domicílios com crianças pobres, a focalização da pobreza, mensurada pela taxa de cobertura do programa Bolsa Família em domicílios com crianças pobres, e pelo nível de renda do município, mensurado pelo PIB per capita municipal.

$$\theta y_{ij} = \beta_1 + \beta_2 X_2(\text{Água tratada}) + \beta_3 X_3(\text{Fossa séptica}) + \beta_4 X_4(\text{Coleta de lixo}) + \beta_5 X_5(\text{Analfabetismo}) + \beta_6 X_6(\text{Gini}) + \beta_7 X_7(\text{Bolsa Família}) + \beta_8 X_8(\text{Pobreza}) + \beta_9 X_9(\text{PIBpc}) + \epsilon_{ik} \quad (17)$$

4 Análise dos resultados

Na correção do viés da estimação do primeiro estágio utilizou-se o software R, versão 3.2.3, instalado o package rDEA. Adotou-se um bootstrap de 2000 vezes para construir intervalos de confiança de 95 por cento dos escores de eficiência. As distribuições de eficiência antes e após a correção do viés pode ser observada no Gráfico 4. Nota-se, quando não se leva em consideração a presença do viés, que os níveis de eficiência do DEA convencional ficam superestimados, escalonando o grau de desempenho dos municípios, como pode ser observado pela área mais escura da distribuição. A área mais clara mostra a plotagem dos escores de eficiência após a correção do viés.

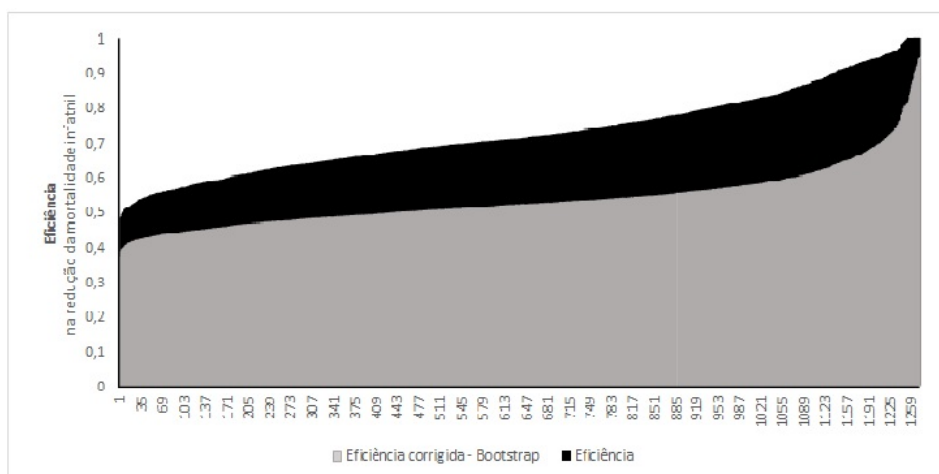


Figura 5 – Distribuição dos níveis de eficiência com viés e sem o viés de mensuração

A Tabela 2 apresenta as estatísticas descritivas dos escores de eficiência antes e após a correção do viés por bootstrap. Nota-se, que os níveis de eficiência corrigidos do viés são menores do que o escores de eficiência, em todos os níveis da distribuição. Realizou-se ainda o Kolmogorov-Smirnov no sentido de verificar a semelhança entre as duas distribuições de eficiência. O resultado do teste indicou que a diferenças entre as duas distribuições é estatisticamente significativa. E, assim, a não consideração do viés levaria a interpretações erradas sobre a eficiência dos municípios, ao considerá-los com maiores níveis de eficiência.

Tabela 2 – Estatísticas descritivas e teste de diferenças de distribuição

| Distribuições | Média | Desvio Padrão | Mín | Máx | 25th | 50th | 75th |
|--|-------|---------------|------|------|------|------|------|
| Eficiência | 0.72 | 0.11 | 0.48 | 1.0 | 0.64 | 0.71 | 0.80 |
| Eficiência por Bootstrap | 0.53 | 0.083 | 0.35 | 0.94 | 0.48 | 0.52 | 0.56 |
| Teste Kogolmorov-Smirnov (k-S) = 0.23* p-value <0.001 | | | | | | | |

Fonte: Resultados da pesquisa

Um resumo das características dos dez primeiros e dez últimos municípios classificados por escores de eficiência pode ser observado na Tabela 3. Entre os municípios da região Nordeste, Camaçari, no Estado da Bahia, destacou-se por apresentar o melhor desempenho da gestão da política pública de redução da mortalidade infantil. Além Camaçari os municípios baianos de Madre de Deus, Pojuca, Lauro de Freitas, Salvador e Dias d'Ávila foram classificados entre os dez melhores indicadores de eficiência no alcance de maiores taxas de sobrevivência infantil, Tabela 3. Na cauda inferior da distribuição o município de Salgadinho, em Pernambuco, apresentou o mais baixo escore de eficiência da região, e entre os dez municípios com menores nível de eficiência predominaram os do Maranhão, de Alagoas e do Piauí. Esses estados também apresentam os maiores níveis de domicílios pobres.

Tabela 3 – Características dos dez municípios mais eficientes e dos dez mais ineficientes na política pública de redução da mortalidade infantil

| Munic/Estado | θ | Pobreza infancia | TSI | Munic/Estado | θ | Pobreza infancia | TSI |
|---------------------|----------|------------------|-----|-----------------------|----------|------------------|-----|
| Camaçari/BA | 0,941 | 25,7 | 69 | Poção de Pedras/MA | 0,403 | 61,6 | 27 |
| Madre de Deus/BA | 0,937 | 30,7 | 45 | Arame/MA | 0,402 | 75,4 | 22 |
| Pojuca/BA | 0,925 | 32,5 | 56 | Cacimbinhas/AL | 0,397 | 63,1 | 22 |
| Paulista/PE | 0,916 | 25,3 | 82 | Girau do Ponciano/AL | 0,397 | 71,8 | 33 |
| Simões Filho/BA | 0,915 | 32,8 | 53 | Padre Marcos/PI | 0,394 | 61,4 | 23 |
| Lauro de Freitas/BA | 0,905 | 20,1 | 79 | Pedro Alexandre/AL | 0,394 | 72,2 | 40 |
| Salvador/BA | 0,901 | 20,5 | 82 | Craibas/AL | 0,392 | 66 | 20 |
| Dias d'Ávila/BA | 0,896 | 30, 1 | 52 | Alagoinha do Piauí/PI | 0,386 | 66,5 | 26 |
| Candeias/BA | 0,879 | 24,8 | 58 | Traipu/AL | 0,37 | 80,2 | 33 |
| Aracaju/SE | 0,874 | 20,9 | 58 | Salgadinho/PE | 0,351 | 62,9 | 29 |

Fonte: Resultado da pesquisa.

Além Camaçari os municípios baianos de Madre de Deus, Pojuca, Lauro de Freitas, Salvador e Dias d'Ávila foram classificados entre os dez melhores indicadores de eficiência no alcance de maiores taxas de sobrevivência infantil, Tabela 3. Na cauda inferior da distribuição o município de Salgadinho, em Pernambuco, apresentou o mais baixo escore de eficiência da região, e entre os dez municípios com menores nível de eficiência predominaram os do Maranhão, de Alagoas e do Piauí. Esses estados também apresentam os maiores níveis de domicílios pobres.

A Tabela 4 destaca algumas informações socioeconômicas entre os municípios mais eficiente e menos eficiente em cada Estado da região Nordeste. Entre as capitais apenas São Luís, Aracajú, Terezinha e João Pessoa alcançaram os maiores indicadores de eficiência nos seus respectivos estados. Enquanto que os municípios de Paulista, em Pernambuco, Camaçari, na Bahia, Maracanaú, no Ceará, e Parnamirim, no Rio Grande do Norte, superaram os níveis de eficiência

das capitais. De forma geral, os municípios mais eficientes apresentaram maiores indicadores de número de médicos, enfermeiros, leitos e de instrumentos de alta complexidade do que os mais ineficientes.

Tabela 4 – Características entre o município mais eficiente e o mais ineficiente nos estados da região Nordeste

| Munic/Estado | Rank | θ | Médicos | Leitos | Equip | Vacinação | PSF | Analfab | Pobreza | GS/PIB | BF | TMI |
|-----------------------|------|----------|---------|--------|-------|-----------|------|---------|---------|--------|------|-----|
| São Luís/MA | 1 | 0,87 | 1,3 | 3 | 0,7 | 85,0 | 4,9 | 4,6 | 22,33 | 2,8 | 31 | 20 |
| Arame/MA | 161 | 0,40 | 0,1 | 1,8 | 0,5 | 78,0 | 10,4 | 38 | 75,43 | 6,77 | 51 | 45 |
| Teresina/PI | 1 | 0,77 | 1,8 | 0,8 | 2,7 | 71,1 | 5,3 | 8,8 | 24,1 | 4,7 | 80 | 18 |
| Alagoinha/PI | 111 | 0,4 | 0,1 | 0,8 | 1,6 | 76,2 | 11,7 | 44,4 | 66,5 | 5,9 | 96 | 39 |
| Maracanaú/CE | 1 | 0,87 | 0,9 | 0,6 | 1,1 | 64,7 | 9,2 | 9,4 | 29,1 | 2,2 | 66 | 22 |
| Granja/CE | 170 | 0,41 | 0,1 | 0,2 | 0,6 | 76,8 | 10,2 | 39,2 | 78,4 | 4,5 | 100 | 24 |
| Parnamirim/RN | 1 | 0,8 | 0,5 | 0,8 | 1,1 | 65,5 | 6,5 | 7,6 | 19,3 | 3,3 | 94,1 | 16 |
| Serra de São Bento/RN | 127 | 0,43 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 71,3 | 12,3 | 34,5 | 60,4 | 7,7 | 96,8 | 31 |
| João Pessoa/PB | 1 | 0,81 | 2,6 | 1,2 | 3,2 | 76,0 | 8,1 | 7,7 | 20,2 | 3,4 | 51 | 13 |
| São José de Caiana/PB | 103 | 0,41 | 0,3 | 0,3 | 2,5 | 82,5 | 1,5 | 42,1 | 67,9 | 6,8 | 52 | 28 |
| Paulista/PE | 1 | 0,92 | 0,9 | 0,7 | 1,5 | 73,7 | 10,2 | 5,9 | 25,3 | 2,5 | 100 | 12 |
| Salgadinho/PE | 172 | 0,35 | 0,4 | 0,3 | 0,5 | 66,7 | 7,2 | 47,1 | 62,9 | 4,2 | 85 | 34 |
| Maceió/AL | 1 | 0,7 | 2 | 0,6 | 2,6 | 71,6 | 2,6 | 11,3 | 27,1 | 2,7 | 27 | 25 |
| Traipu/AL | 54 | 0,37 | 0,2 | 0,4 | 0,4 | 74,0 | 10,6 | 44,9 | 80,2 | 5,8 | 93 | 30 |
| Aracaju/SE | 1 | 0,87 | 3,5 | 1 | 2,7 | 67,9 | 10,0 | 6,6 | 20,9 | 3 | 68 | 17 |
| Poço Redondo/SE | 35 | 0,44 | 0 | 0,3 | 0,9 | 81,3 | 11,1 | 35,5 | 70,4 | 4,3 | 100 | 29 |
| Camaçari/BA | 1 | 0,94 | 2 | 0,7 | 0,8 | 72,4 | 1,5 | 7,3 | 25,7 | 0,9 | 31 | 15 |
| Pedro Alexandre/BA | 337 | 0,39 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 88,5 | 1,7 | 43,3 | 72,2 | 4,6 | 79 | 25 |

Fonte: Resultados da pesquisa

Apesar de os municípios ineficientes revelarem as maiores taxas de cobertura do Bolsa Família não alcançaram níveis maiores de eficiência na redução da taxa de mortalidade infantil. É importante também destacar a relação entre a mortalidade infantil com o grau de educação da população. A eficiência das políticas de públicas para redução da mortalidade infantil parece ter mais efeito quanto a sociedade também apresenta uma menor taxa de analfabetismo. Essa relação também é verificada nos resultados do estudo. Ou seja, os municípios mais eficientes, na busca pela redução da mortalidade infantil tinham como características menores taxas de analfabetos.

As campanhas preventivas de saúde, por meio por meio da cobertura vacinal podem influenciar na redução de doenças, em especial, na profilaxia de epidemias que incidem sobre as crianças. Em cada estado, os municípios mais eficientes apresentaram altas taxas de cobertura vacinal.

Os avaliadores de políticas públicas em saúde geralmente relacionam os melhores resultados em saúde com o volume de recursos aplicados no setor. Os resultados ilustrados na tabela mostram que os municípios ineficientes, em bora tenham realizada um maior gasto em saúde, relativo ao PIB, maior do que os municípios eficientes, apresentaram menores taxas de sobrevivência infantil.

A Tabela 5 apresenta os resultados da estimação dos modelos I, II que procuram analisar os fatores socioeconômicos que afetam a eficiência dos municípios na redução da mortalidade infantil. O primeiro modelo procura examinar apenas os efeitos de indicadores da competência do município, e o segundo inclui as variáveis socioeconômicas que não são controladas pelo gestor local, mas podem afetar a taxa da mortalidade infantil no município.

Em ambas as equações, o teste da estatística Wald foi significativo a 1 por cento, rejeitando-se a hipótese nula de que todos os parâmetros são iguais a zero. No modelo I, todas as variáveis apresentaram parâmetros estatisticamente significativos. O crescimento de domicílios com acesso à água tratada e de domicílios com acesso à coleta pública de lixo impactam positivamente na eficiência dos municípios no alcance de maiores taxas de sobrevivência infantil. No entanto o crescimento de domicílios que dispõem de fossas sépticas apresentou um sinal negativo.

Tabela 5 – Resultados da estimação de segundo estágio da regressão Tobit com bootstrap

| Variáveis | Modelo I | | | Modelo II | | |
|------------------|----------------------------|-------|-----|-----------------------------|-------|------|
| | Coefficientes | z | P>z | Coefficientes | z | P>z |
| Água tratada | 0.0259287* (0.0037638) | 6.88 | 0.0 | 0.0302871* (0.0031112) | 9.73 | 0.0 |
| Lixo | 0.0259732* (0.0037274) | 6.97 | 0.0 | 0.0050667 (0.0037535) | 1.35 | 0.17 |
| Domicílios fossa | -0.0608042* (0.0031903) | -19.0 | 0.0 | -0.0539688* (0.0027555) | -19.6 | 0.0 |
| Analfabetismo | -0.0117793* (0.0002848) | -41.3 | 0.0 | -0.0104079* (0.000195) | -53.3 | 0.0 |
| PIB per capita | | | | 3.09e-06* (6.96e-07) | 4.44 | 0.0 |
| Crianças pobres | | | | -0.0003217** (0.0001307) | -2.46 | 0.01 |
| Bolsa Família | | | | 0.0001815* (0.0000431) | 4.21 | 0.0 |
| Gini | | | | -0.0690067* (0.0191405) | -3.61 | 0.0 |
| Constante | 0.8436005* (0.0088577) | 95.2 | 0.0 | 0.8327685* (0.011) | 74.63 | 0.0 |
| Sigma | 0.029701 (0.0064297) | | | 0.0200332 (0.0016333) | | |
| Wald c2(k) | 2272.55 | | | 5005.78 | | |
| | Prob > chi2 = 0.000 | | | Prob > chi2 = 0.000 | | |
| Log likelihood | 2661.89 | | | 3161.62 | | |
| Pseudo R2 | -1077 | | | -14670 | | |
| 1270 observações | | | | | | |

Nota: Os símbolos *, **, *** representam, respectivamente, significância $p < (0,01)$, $p < (0,05)$ e $p < (0,10)$. Em parêntese os erros-padrões obtidos por Bootstrap com 2000 replicações.

Uma possível explicação é o efeito reverso do aumento de domicílios com fossas sépticas sobre os indicadores da qualidade da saúde nos municípios. Conforme Castro, Santana et al. (2005) os compostos de nitrogênio e nitratos das fossas sépticas podem contaminar os efluentes, causando um efeito negativo sobre a eficiência na gestão municipal.

O efeito negativo da taxa de analfabetismo sobre a eficiência da gestão municipal na busca da redução da mortalidade infantil ressalta a importância da educação sobre os indicadores da qualidade da saúde. A educação básica é uma das atribuições dos municípios que recebem para sua execução recursos do Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, FUNDEB. O maior esforço dos gestores municipais em reduzir a taxa de analfabetismos, poderia ser alcançado por meio da aplicação do FUNDEB e de recursos próprios na educação básica, ajudando, assim, que a população com um maior grau de escolarização consiga reduzir a taxa de mortalidade infantil. Os municípios que não conseguem diminuir o crescimento da taxa de analfabetismo, provavelmente encontram dificuldades em alcançar melhores indicadores da qualidade da saúde.

Com relação ao modelo II os efeitos das variáveis de competência do gestor municipal foram semelhantes aqueles encontrados no modelo I. Isto é, a maior proporção de domicílios com acesso à água tratada e à coleta pública de lixo maior causa um efeito positivo sobre a

eficiência do município na redução da mortalidade infantil. E, que o aumento de domicílios com fossa séptica causa um efeito contrário. Também foi observado, que o crescimento da proporção de analfabetismo causa um efeito negativo sobre a eficiência na redução da mortalidade infantil. Este resultado tem semelhança aqueles encontrados por AFONSO e AUBYN (2005) e por Samut e Cafri (2016), ao analisarem o impacto da educação sobre o nível de eficiência na redução da mortalidade infantil de países membros da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico, OECD.

Consistente com os estudos de AFONSO e AUBYN (2005), Samut e Cafri (2016) e Sun et al. (2017), constatou-se que o crescimento do PIB per capita pode ajudar a aumentar a eficiência do sistema de saúde no controle da mortalidade infantil. O impacto da renda e da educação sobre a eficiência na redução da mortalidade infantil significa que uma população com maior grau de educação e com nível de renda compatível com uma maior qualidade de vida tem como resultado um melhor status de saúde.

Os municípios que têm altas taxas de crianças pobres podem apresentar maiores dificuldades em diminuir a mortalidade infantil. Esse resultado é observado pelo efeito negativo da variável proporção dos domicílios com crianças pobres sobre a eficiência na redução da mortalidade infantil. É importante reconhecer o impacto do programa Bolsa Família em reduzir a pobreza, e indiretamente, via condicionalidades do programa em relação à atenção às crianças em situações de pobreza. Os resultados da estimação do segundo modelo revelam que o crescimento da taxa de cobertura do Bolsa Família contribui para o acréscimo dos níveis de eficiência dos municípios no alcance de maiores taxas de sobrevivência infantil. A focalização e a universalidade dos programas de transferência de renda certamente podem melhorar a redução do número de crianças pobres, impactando, nesse sentido, em maiores indicadores da gestão municipal com a saúde. A desigualdade de renda nos municípios, mensuradas pelo índice de Gini, apresentou uma relação negativa sobre a eficiência na qualidade da saúde. Isto é, os municípios com elevados índices de desigualdade de renda, entre outros, o índice de Gini, teriam dificuldades em alcançar melhores resultados na redução da mortalidade infantil.

5 Considerações finais

Esse trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de municípios da região Nordeste na ação de reduzir a mortalidade infantil e, também, de verificar os possíveis impactos das variáveis socioeconômicas sobre a eficiência. Os resultados encontrados revelam baixos níveis de eficiência dos municípios, quando o produto em saúde é a taxa de sobrevivência infantil. Constatou-se, que os municípios com maiores níveis de eficiência tinham menores incidências de domicílios pobres e menores taxas de analfabetismo. Esse resultado destaca a importância da educação e dos programas de combate à pobreza sobre o desempenho dos municípios na mortalidade infantil.

É importante ressaltar, que compete ao município os principais serviços associados à qualidade da saúde da população, com destaque para o fornecimento de água tratada, o saneamento, a limpeza urbana e a educação básica. Este estudo tentou analisar como esses serviços podem afetar a eficiência dos municípios no alcance de maiores taxas de sobrevivência infantil. Municípios que investem na melhoria da infraestrutura urbana podem alcançar melhores indicadores de saúde da população, principalmente maiores taxas de sobrevivência infantil e uma maior expectativa de vida da população.

Constatou-se ainda, que municípios com menores taxas de analfabetismos alcançaram menores taxas de mortalidade infantil. Esse resultado enaltece o alcance da educação sobre indicadores de saúde, e ressalta a importância do investimento na educação para ampliar o conhecimento da população, em especial, o nível educacional das mães, e assim, a maior absorção dos cuidados básicos com a saúde das crianças.

Certamente, que não se pode associar toda a variação da ineficiência aos fatores que são controlados pelo gestor municipal. Nem todos os problemas existentes no município são resolvidos unicamente pelo prefeito. Fatores como a pobreza e desigualdade de renda não são diretamente controlados pela administração local, mas, são variáveis importantes na relação com o nível de bem-estar da população e interferem na produção do resultado de saúde da população. A mortalidade infantil é um dos mais graves problemas de saúde, que está diretamente associada às condições de vida da população de baixa renda, que, geralmente, reside em locais onde os serviços básicos de saneamento e limpeza urbana praticamente inexistem.

Esse quadro fica mais grave quando se observa a relação entre taxa de mortalidade infantil e a proporção de crianças pobres. Entretanto, as coberturas do Programa Bolsa Família e do Programa Saúde da Família interferem positivamente na eficiência do município no combate à mortalidade infantil. As condicionalidades do Bolsa Família, acompanhamento pré-natal, o acompanhamento vacinal e a maior cobertura das equipes de saúde da família permitem o alcance de melhores resultados na redução da mortalidade infantil. Os municípios que apresentam maiores proporções de crianças pobres podem ter dificuldades de atingir maiores taxas de sobrevivência infantil. A desigualdade de renda é um indicador ruim de bem-estar de uma população. Porém, níveis maiores de desigualdade de renda pode também pressionar o gestor público para melhorar os resultados na sua administração, especialmente na função primordial para a qualidade de vida, que é a saúde das crianças.

Referências

- AFONSO, A.; AUBYN, M. S. Non-parametric approaches to education and health efficiency in oecd countries. *Journal of Applied Economics*, v. 8, n. 2, p. 227–246, 2005.
- AFONSO, A.; AUBYN, M. S. Cross-country efficiency of secondary education provision: A semi-parametric analysis with non-discretionary inputs. *Economic modelling*, Elsevier, v. 23, n. 3, p. 476–491, 2006.
- AIGNER, D.; LOVELL, C. K.; SCHMIDT, P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of econometrics*, Elsevier, v. 6, n. 1, p. 21–37, 1977.
- BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management science*, INFORMS, v. 30, n. 9, p. 1078–1092, 1984.
- CASTRO, D. A. D.; SANTANA, T. S. S. et al. Influência das fossas sépticas na contaminação do manancial subterrâneo por nitratos e os riscos para os que optam pelo autoabastecimento como alternativa dos sistemas públicos de distribuição de água. In: ABES. *Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, 23. [S.l.], 2005. p. 1–7.
- CAZALS, C.; FLORENS, J.-P.; SIMAR, L. Nonparametric frontier estimation: a robust approach. *Journal of econometrics*, Elsevier, v. 106, n. 1, p. 1–25, 2002.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, Elsevier, v. 2, n. 6, p. 429–444, 1978.
- CHENG, Z. et al. Technical efficiency and productivity of chinese county hospitals: an exploratory study in henan province, china. *BMJ open*, British Medical Journal Publishing Group, v. 5, n. 9, p. e007267, 2015.

- DEPRINS, D.; SIMAR, L. *Measuring Labor Efficiency in Post Of (fices. In Marchand M., P. Pestieau and H. Tulkens (eds.), The Performance of Public Enterprises: Concepts and Measurements.* [S.l.]: Amsterdam, North (Holland. pp. 243–267, 1984.
- FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, JSTOR, v. 120, n. 3, p. 253–290, 1957.
- GREENE, W. H. Maximum likelihood estimation of econometric frontier functions. *Journal of econometrics*, North-Holland, v. 13, n. 1, p. 27–56, 1980.
- GROSSMAN, M. On the concept of health capital and the demand for health. *Journal of Political economy*, The University of Chicago Press, v. 80, n. 2, p. 223–255, 1972.
- HADAD, S.; HADAD, Y.; SIMON-TUVAL, T. Determinants of healthcare system’s efficiency in oecd countries. *The European journal of health economics*, Springer, v. 14, n. 2, p. 253–265, 2013.
- LANSKY, S. et al. Birth in brazil survey: neonatal mortality, pregnancy and childbirth quality of care. *Cadernos de saude publica*, SciELO Brasil, v. 30, p. S192–S207, 2014.
- LAVADO, R.; DOMINGO, G. Public service spending: Efficiency and distributional impact—lessons from asia. 2015.
- LISBOA, L. et al. Mortalidade infantil: principais causas evitáveis na região centro de minas gerais, brasil, 1999-2011. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, SciELO Public Health, v. 24, p. 711–720, 2015.
- MAGHERINI, L.; LETTIERI, E.; AGASISTI, T. Evaluating technical efficiency and the effect of innovative healthcare delivery on italian hospitals: A two stage dea approach. *Documents from XXI Summer School “Francesco Turco*, 2016.
- MAKUTA, I.; O’HARE, B. Quality of governance, public spending on health and health status in sub saharan africa: a panel data regression analysis. *BMC Public Health*, BioMed Central, v. 15, n. 1, p. 932, 2015.
- MARINHO, A. Avaliação da eficiência técnica nos serviços de saúde nos municípios do estado do rio de janeiro. *Revista brasileira de economia*, SciELO Brasil, v. 57, n. 3, p. 515–534, 2003.
- MARSCHALL, P.; FLESSA, S. Efficiency of primary care in rural burkina faso. a two-stage dea analysis. *Health economics review*, SpringerOpen, v. 1, n. 1, p. 5, 2011.
- MATRANGA, D. et al. Evaluating the effect of organization and context on technical efficiency: a second-stage dea analysis of italian hospitals. *Epidemiology, Biostatistics and Public Health*, v. 11, n. 1, 2013.
- MEEUSEN, W.; BROECK, J. van D. Efficiency estimation from cobb-douglas production functions with composed error. *International economic review*, JSTOR, p. 435–444, 1977.
- MORAN, V.; JACOBS, R. An international comparison of efficiency of inpatient mental health care systems. *Health Policy*, Elsevier, v. 112, n. 1, p. 88–99, 2013.
- NOVIGNON, J. On the efficiency of public health expenditure in sub-saharan africa: Does corruption and quality of public institutions matter? 2015.
- REWILAK, J. *Financial development and poverty alleviation.* Tese (Doutorado) — University of Leicester, 2014.

- RICHMOND, J. Estimating the efficiency of production. *International economic review*, JSTOR, p. 515–521, 1974.
- ROCHA, F.; ORELLANO, V. F.; NISHIJIMA, M. Health spending autonomy and infant mortality rates: A matter of local administrative capacity? *The Journal of Developing Areas*, Tennessee State University College of Business, v. 50, n. 2, p. 293–309, 2016.
- SAMUT, P. K.; CAFRI, R. Analysis of the efficiency determinants of health systems in oecd countries by dea and panel tobit. *Social Indicators Research*, Springer, v. 129, n. 1, p. 113–132, 2016.
- SIMAR, L.; WILSON, P. W. Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes. *Journal of econometrics*, Elsevier, v. 136, n. 1, p. 31–64, 2007.
- SOUSA, M. D. C. S. D.; STOŠIĆ, B. Technical efficiency of the brazilian municipalities: correcting nonparametric frontier measurements for outliers. *Journal of Productivity analysis*, Springer, v. 24, n. 2, p. 157–181, 2005.
- SUN, D. et al. Evaluation of the performance of national health systems in 2004-2011: An analysis of 173 countries. *PloS one*, Public Library of Science, v. 12, n. 3, p. e0173346, 2017.
- UNICEF et al. Committing to child survival: A promise renewed, progress report 2013, unicef. *New York*, 2013.
- VĂIDEAN, V.-L.; FERENȚ-PIPAȘ, M. The infant mortality rate in oecd countries-determinants and implications. *Bulletin of the University of Agricultural Sciences & Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture*, v. 72, n. 2, 2015.
- YOGO, U. T. Ethnic diversity and the efficiency of public spending in developing countries. 2015.
- YOU, D. et al. Levels and trends in child mortality. report 2015. estimates developed by the un inter-agency group for child mortality estimation. New York New York UNICEF 2015., 2015.