

SARAH DINIZ LEITE

**EFICIÊNCIA TÉCNICA DOS SERVIÇOS DE SAÚDE NA REGIÃO NORTE DO
BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Economia Aplicada, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2016

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

L533e
2016 Leite, Sarah Diniz, 1989-
 Eficiência técnica dos serviços de saúde na Região Norte do
 Brasil / Sarah Diniz Leite. – Viçosa, MG, 2016.
 x, 67f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexo.

Orientador: Viviani Silva Lírio.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 56-63.

1. Saúde pública - Região Norte. 2. Política de saúde.
3. Acesso ao serviços de saúde. 4. Eficiência organizacional.
5. Análise de envoltória de dados. I. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Economia Rural. Programa de
Pós-graduação em Economia Aplicada. II. Título.

CDD 22. ed. 338.47362109811

SARAH DINIZ LEITE

**EFICIÊNCIA TÉCNICA DOS SERVIÇOS DE SAÚDE NA REGIÃO NORTE DO
BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVAÇÃO: 04 de Fevereiro de 2016.

Prof. Dr. Evandro Camargos Teixeira

Prof. Dr. Rubicleis Gomes da Silva
(Coorientador)

Prof. Dr^a. Viviani Silva Lírio
(Orientadora)

*Aos meus pais Plácido e Marilene, aos
meus irmãos Felipe e Giovanna, e ao meu
grande amor Marcel, por toda dedicação
e amor dispensados a mim.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dar forças e colocar pessoas especiais à minha volta durante toda esta trajetória.

Aos meus pais, por me apoiarem e incentivarem sempre em cada escolha minha e apesar da distância, sempre se fizeram presentes nesta etapa me dedicando muito carinho e amor.

Aos meus irmãos, Felipe e Geovanna, pelo amor e apoio contínuo.

Ao meu amor Marcel, pela compreensão, carinho e companheirismo que mesmo a distância foi fundamental nesta caminhada.

Aos meus amigos do Departamento, Zenaide, Talita, Paulo Henrique, Iara, por compartilharmos dias e noites de estudo, além claro, dos dias de descanso.

As minhas amigas de república, a Rep. Glam, por todos os momentos compartilhados e os grandes momentos de descontração.

A minha orientadora, professora Viviani, por toda compreensão, conselhos, ensinamentos e carinho. Sua serenidade sempre me acalma.

A todos os professores do Departamento de Economia Rural, pelos ensinamentos ao longo do curso que contribuíram bastante para meu crescimento acadêmico.

Aos meus coorientadores Marco Aurélio e em especial ao Rubicleis Gomes da Silva, por todo incentivo em iniciar o mestrado e apoio durante todo o curso, além das importantes contribuições para a finalização do trabalho.

A todos os funcionários do Departamento de Economia Rural.

À Universidade Federal de Viçosa pela excelência em ensino e a oportunidade de aprendizado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

SUMÁRIO

| | |
|--|------|
| LISTA DE TABELAS..... | v |
| LISTA DE FIGURAS | vii |
| RESUMO | viii |
| ABSTRACT | x |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1. Considerações Iniciais | 1 |
| 1.2. O problema e sua importância | 5 |
| 1.3. Hipóteses..... | 8 |
| 1.4. Objetivos | 9 |
| 1.4.1. Objetivo Geral | 9 |
| 1.4.2. Objetivos Específicos | 9 |
| 1.5. Estrutura do Trabalho | 9 |
| 2. SISTEMA DE SAÚDE NAS REGIÕES BRASILEIRAS | 10 |
| 2.1. Características dos serviços de saúde | 10 |
| 3. REFERENCIAL TEÓRICO | 17 |
| 3.1. Bens Públicos e Serviços de Saúde..... | 17 |
| 3.2. Teoria econômica da análise de eficiência técnica | 18 |
| 4. METODOLOGIA | 23 |
| 4.1. Modelo Empírico | 23 |
| 4.1.1. Fronteira de Produção Estocástica..... | 23 |
| 4.1.2. Determinantes da eficiência | 28 |
| 4.1.3. Análise Exploratória de Dados Espaciais..... | 31 |
| 4.1.3.1. Autocorrelação Espacial Global de Moran | 32 |
| 4.1.3.2. I de Moran Local | 34 |
| 4.2. Fonte de dados e Análise descritiva das variáveis | 35 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 37 |
| 5.1. Eficiência Técnica dos serviços públicos de saúde na região Norte..... | 37 |
| 5.2. Determinantes da Eficiência Técnica dos serviços públicos de saúde na região Norte..... | 45 |
| 5.3. Análise Exploratória de Dados Espaciais | 47 |
| 6. CONCLUSÕES..... | 54 |
| 7. REFERÊNCIAS | 56 |
| ANEXO | 64 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Gasto com ações e serviços públicos de saúde como proporção do PIB para as regiões brasileiras no período de 2000 a 2010. | 10 |
| Tabela 2 - Taxa de Mortalidade infantil e Esperança de vida ao nascer para as regiões brasileiras, 2000 e 2010. | 11 |
| Tabela 3 - Esperança de vida ao nascer para os estados da região Norte, 2000 – 2010. | 12 |
| Tabela 4 - Evolução das equipes de atenção básica para as regiões brasileiras. | 13 |
| Tabela 5 - Crescimento do total de Consultas do SUS para as regiões brasileiras para período de 2000 a 2010. | 14 |
| Tabela 6 - Total de internações por 100 habitantes da região Norte para o período de 2005 a 2010. | 15 |
| Tabela 7 - Serviços de saúde para as regiões brasileiras no ano de 2010..... | 15 |
| Tabela 8 - Número de profissionais selecionados da saúde por 1000 habitantes para a região Norte no período de 2005 e 2010. | 16 |
| Tabela 9 - Quantidade de leitos hospitalares do SUS por 1000 habitantes da região Norte para o período de 2005 a 2010..... | 16 |
| Tabela 10 - Resumo das variáveis utilizadas na análise de eficiência dos serviços de saúde para as microrregiões da região Norte para o ano de 2010. | 36 |
| Tabela 11 - Resultados da estimação da fronteira de produção estocástica para o modelo 1- Número total de internações hospitalares..... | 39 |
| Tabela 12 - Resultados da estimação da fronteira de produção estocástica para o modelo 2 - Taxa de Sobrevivência Hospitalar..... | 40 |
| Tabela 13 - Análise descritiva do nível de eficiência técnica dos serviços de saúde das microrregiões da região Norte do Brasil, ano de 2010. | 41 |
| Tabela 14 - Distribuição da frequência dos níveis de eficiência técnica para o modelo 1. | 42 |
| Tabela 15 - Distribuição da frequência dos níveis de eficiência técnica para o modelo 2. | 43 |
| Tabela 16 – Determinantes da eficiência técnica dos serviços públicos de saúde para o modelo 1. | 46 |
| Tabela 17 - Determinantes da eficiência técnica dos serviços públicos de saúde para o modelo 2. | 46 |

| | |
|--|----|
| Tabela 18 - I de Moran Global Univariado para a eficiência técnica nas microrregiões da região Norte do Brasil..... | 48 |
| Tabela 19 - I de Moran Global Bivariado da eficiência técnica dos serviços de saúde – modelo 1 e modelo 2. | 51 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1- Gastos governamentais, em US\$, com saúde por habitante para países selecionados, ano de 2011. | 2 |
| Figura 2- Taxa de Mortalidade infantil para estados da região Norte do Brasil, 2000-2010. | 12 |
| Figura 3 - População coberta pela Equipe da Saúde da Família por habitante - Estados da região Norte. | 13 |
| Figura 4 - Representação da Eficiência Técnica. | 19 |
| Figura 5 - Representação da fronteira de produção estocástica | 27 |
| Figura 6 - Ranking da eficiência técnica dos serviços públicos de saúde para os estados da região Norte- modelo 1 | 43 |
| Figura 7 – Ranking da eficiência técnica dos estados da região Norte – modelo 2. | 44 |
| Figura 8 - Distribuição espacial da Eficiência Técnica dos serviços público de saúde na Região Norte no modelo 1. | 47 |
| Figura 9 - Distribuição espacial da Eficiência Técnica dos serviços público de saúde na Região Norte no modelo 2. | 48 |
| Figura 10 - Clusters de eficiência dos serviços de saúde das microrregiões da região Norte- modelo 1. | 49 |
| Figura 11 - Clusters de eficiência dos serviços de saúde das microrregiões da região Norte- modelo 2. | 50 |
| Figura 12 - Clusters de eficiência técnica dos serviços públicos de saúde e renda per capita – modelo 2. | 51 |
| Figura 13 - Clusters de eficiência técnica dos serviços de saúde e Taxa de Analfabetismo – modelo 2. | 52 |
| Figura 14 - Clusters de eficiência técnica dos serviços públicos de saúde e densidade demográfica – modelo 1 | 53 |

RESUMO

LEITE, Sarah Diniz, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, Fevereiro de 2016. **Eficiência técnica dos serviços de saúde na região Norte do Brasil.** Orientadora: Viviani Silva Lírio. Coorientadores: Rubicleis Gomes da Silva; Marco Aurélio Marques Ferreira.

Os serviços de saúde ofertados por uma localidade são de suma importância, pois são os responsáveis por cuidar da vida das pessoas. Desse modo, é importante avaliar os níveis de eficiência técnica em que estes se encontram e quais os fatores que o determinam. Para tanto, empregou-se o método de fronteira estocástica de produção para mensurar os níveis de eficiência técnica dos serviços públicos de saúde na região Norte do Brasil para o ano de 2010, utilizando duas variáveis diretamente relacionadas ao seu bom desempenho, isto é, o número total de internações hospitalares – relacionada a estrutura do SUS; e, a taxa de sobrevivência infantil - dada pelo inverso da taxa de mortalidade infantil. Além disso, mais importante que saber quais os níveis de eficiência técnica, é saber quais variáveis as influenciam. Desse modo, realizou-se um segunda etapa de análise para averiguar se fatores exógenos influenciam na performance destes índices. Esses procedimentos, aliados a Análise Exploratória de Dados Espaciais, com a detecção de dependência espacial e a caracterização dos *clusters* espaciais, são essenciais para subsidiar políticas públicas voltadas com a realidade encontrada na região. Os resultados mostram que a eficiência técnica para a produção total de internações hospitalares por habitante é, em média, de 77,51%, evidenciando que o mesmo pode incrementar em 22,49% da produção de internações dada a estrutura que possuem. Estes valores são influenciados positivamente pelas variáveis geográficas e negativamente por variáveis de saneamento básico e taxa de analfabetismo. Entretanto, a eficiência técnica da produção da taxa de sobrevivência infantil é influenciada mais por variáveis geográficas do que as socioeconômicas, apresentando uma eficiência técnica média de 96,79%, ou seja, bem próximo a fronteira de produção. Além do mais, a análise exploratória de dados espaciais mostram que a eficiência técnica dos serviços públicos de saúde apresentam dependência espacial, em que municípios/microrregiões com alto índice de eficiência técnica estão rodeados por municípios/microrregiões com também altos índice de eficiência técnica. Já com relação as variáveis ambientais, observa-se que somente a Renda per capita e taxa

de analfabetismo apresenta dependência espacial com o índice de eficiência técnica para o modelo 2. Enquanto para o modelo 1, somente a densidade demográfica apresentou não aleatoriedade.

ABSTRACT

LEITE, Sarah Diniz, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, February 2016. **Technical efficiency of health services in northern Brazil.** Adviser: Viviani Silva LÍrio. Co-Advisers: Rubicleis Gomes da Silva; Marco Aurélio Marques Ferreira

The services of health offered by a locality are really important, because they are responsible for taking care of people's lives. So, it is important to evaluate the levels of technic efficiency that they are and which factors determinate them. For that, it was applied the method of stochastic frontier of production to measure the levels of technic efficiency of the public health services from the North Region of Brazil in the year of 2010, using two variables directly related to its good performance, this is, the total number of hospital internments – related to the SUS structure; and, rate of child survival – obtained by the inverse of the child mortality rate. Beyond that, more important than knowing what levels of technic efficiency are, it is to know what variables influence them. Thus, it was realized a second step of analysis to make sure if exogenous factors influence in the performance of these ratings. These procedures, allied to the Exploratory Analysis of Spacial Data, with the detection of spacial dependency and the description of the spacial clusters, are essential to subsidize public policy to the reality found in that region. The results show that the technic efficiency to the total production of hospital internments per habitant is an average of 77,51% showing that the same can increase 22,49% the production of internments with the same structure that they already have. This values are positively influenced by the geographic variables and negatively by basic sanitation and analphabetism rate. However, the technic efficiency of the production of child survival is more influenced by geographic variables than the socioeconomic's, presenting an average technic efficiency of 96,79%, so, really close from the frontier production. Beyond that, the exploratory analysis of spacial data show that the technic efficiency of public services of health presents spacial dependency, where cities/micro-regions with high level of technic efficiency are rounded by cities/micro-regions with also high level of technic efficiency. Related to the enviroment variables, it is observed that only the per capita income and the analphabetism rate present spacial dependency with high rate of technic efficiency for the model 2. While for the model 1, only the demographic density presented non randomness.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações Iniciais

O conceito de saúde pode ser entendido, conforme a Organização Mundial de Saúde (OMS), como “um estado de completo bem-estar físico, mental e social, e não apenas a ausência de doença ou enfermidade”. (OMS, 1946). Entretanto, esta caracterização é considerada bastante ampla e deveras criticada por abranger uma perfeição de difícil concretização.

O fato é que a concepção de saúde está diretamente ligada a conjuntura social, econômica e política de uma sociedade, não tendo uma homogeneidade em todos os lugares e/ou épocas. Neste contexto, a saúde deve estar relacionada com a qualidade de vida dos indivíduos e a oferta de seus serviços passam a ter um papel primordial para alcançar o bem-estar da população. (SEGRE; FERRAZ, 1997; SCLIAR, 2007).

Desde a Declaração dos Direitos Humanos (1948), a saúde é admitida como um dos direitos básicos da humanidade, sendo revalidado na Declaração de Alma Ata em 1978 e na Carta de Ottawa em 1986. Contudo, até meados dos anos 1980, a assistência à saúde no Brasil era feita basicamente pelo Instituto Nacional de Previdência Social (INPS), que posteriormente ganhou a denominação de Instituto Nacional de Assistência Médica da Previdência Social (INAMPS), beneficiando somente os trabalhadores da economia formal e seus dependentes. Enquanto a parte da população que não possuía carteira assinada gozava da assistência médico-hospitalar prestada por instituições filantrópicas, já que não possuíam nenhum direito assegurado. (SOUZA, 2002)

Com a promulgação da Constituição Federal do Brasil (1988), importantes modificações foram introduzidas no sistema público de saúde. Desde então, a saúde passou a ser um direito de todos e um dever do Estado garantir sua assistência, por meio de políticas sociais e econômicas, objetivando a redução do risco de doenças e outros agravos, assegurando o acesso igualitário dos indivíduos às ações e serviços de proteção, promoção e recuperação de modo a proporcionar um maior bem-estar aos indivíduos com financiamento exclusivo de recursos públicos. Foi nessa perspectiva que nasceu o Sistema Único de Saúde (SUS), conforme o artigo 196 da CF de 1988.

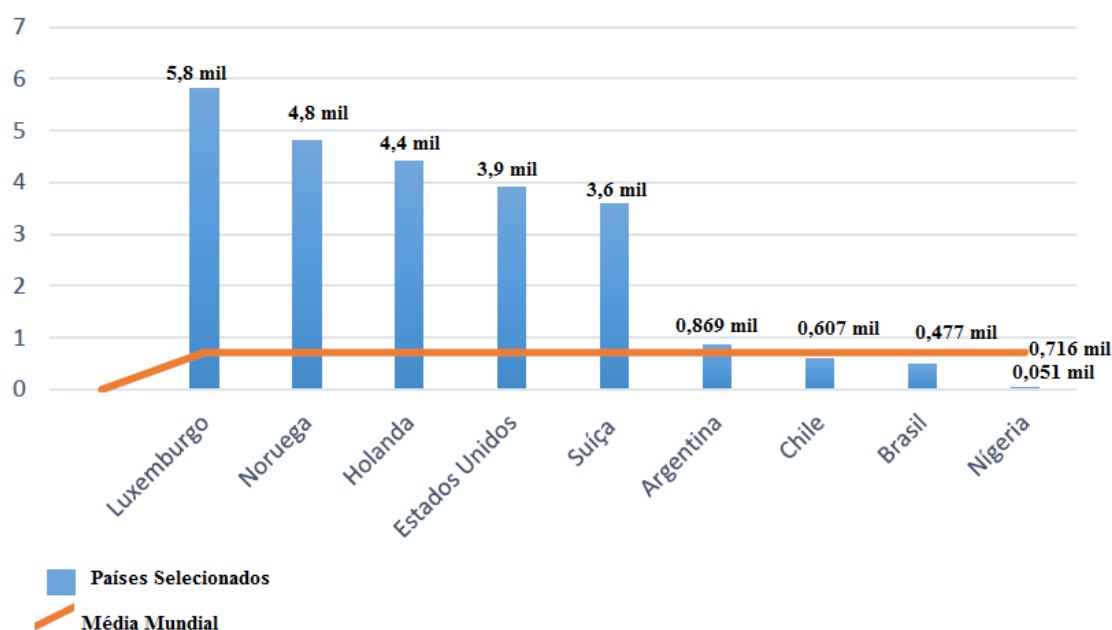
O SUS é fruto de décadas de luta iniciado com o Movimento da Reforma Sanitária, no qual seus serviços são organizados de forma regionalizada e hierarquizada, levando em consideração a participação social. Além do mais, foi com a Lei Orgânica de Saúde

de 1990 que determinou que o SUS deve ser eficaz e eficiente, ou seja, é preciso que a saúde pública aloque de forma racional os recursos para que se tenha um atendimento eficaz aos usuários.

Desse modo, os princípios do Sistema Único de Saúde estão baseados na Universalidade, Equidade e Integralidade da atenção à saúde de forma a assegurar o acesso universal a bens e serviços necessários para garantia da saúde e do bem-estar da população brasileira, de forma equitativa e integral. (BRASIL,1988; TEIXEIRA, 2011).

Conforme denotado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 2013), ter uma vida longa e saudável é primordial para alcançar uma vida plena. Para isso, são necessários que os governos proporcionem maneiras adequadas para que as pessoas evitem doenças e mortes prematuras, garantindo, assim, um ambiente saudável.

Apesar da saúde ser considerado um bem de todos os brasileiros, o país não deve ser considerado um país que possui grandes investimentos em saúde. Contudo, não se configura entre os que investem pouco. (BENEGAS; SILVA, 2014). Por exemplo, em 2011, o custo com saúde de cada cidadão brasileiro para o governo foi abaixo da média mundial, isto é, cada brasileiro custava cerca de US\$ 477, enquanto em média no mundo gastou-se cerca de US\$ 716 por pessoa (OMS, 2011). A Figura 1 apresenta a relação dos gastos governamentais com saúde por habitante, em dólares americanos, para países selecionados.



Fonte: OMS (2011)

Figura 1- Gastos governamentais, em US\$, com saúde por habitante para países selecionados, ano de 2011.

O Brasil com suas multiciplidades estruturais e geográficas entre os municípios, de certa forma, compromete o provimento adequado que o SUS propõe em suas diretrizes e objetivos. Segundo Teixeira (2011), mesmo que a população não precise pagar diretamente pelos serviços de saúde, já que este é assegurado pelo Estado, há uma enorme parcela desta população que é pobre e vive em municípios com baixo grau de desenvolvimento econômico ou mesmo nas periferias de grandes cidades que não possuem as condições mínimas de acesso aos serviços pois não são capazes de chegar a uma unidade de saúde. Em decorrência disso, tem-se que a oferta de serviços de saúde não acontece de forma igualmente equânime e com a qualidade adequada em todo seu território.

Nesse sentido, o governo brasileiro vem investindo na evolução de organismos que atuam no setor para promover o melhor atendimento e a universalização dos serviços de saúde pública, uma vez que os indivíduos não se encontram sob as mesmas realidades socioeconômicas. Para tanto, são desenvolvidas políticas com o intuito de elevar os níveis de eficiência e a qualidade dos serviços públicos de saúde. Um exemplo disso é o sistema de saúde baseado na Atenção Primária à Saúde (APS), que segundo a literatura recente, alcança melhores resultados à saúde das populações.

A atenção primária¹ à saúde a cada dia torna-se indispensável para os gestores de políticas públicas nas mais diversas economias, pois apresenta características surpreendentes, isto é, apresenta um menor custo, é efetivo, lida diretamente com a população e é mais equânime.

Ademais, a atenção primária² é a porta de entrada ao sistema de saúde e seu efeito é quantificado de acordo com o bem-estar da população, pois quanto mais alto estiver o nível de saúde de um indivíduo, maior será a sua disposição ao trabalho e conseqüentemente a sua capacidade de geração de rendimentos, evidenciando a presença de uma correlação positiva entre o nível de saúde individual, a produtividade e o nível de renda. (ALVES; ANDRADE, 2003; ANDRADE *et. al*, 2013).

¹ A atenção primária à saúde estabelece todas as ações de promoção, prevenção e proteção à saúde e é de responsabilidade do município; A atenção secundária é prestada por meio de uma rede de unidades especializadas, ou seja, ambulatorios e hospitais. Enquanto a atenção terciária é integrada pelos serviços ambulatoriais e hospitalares especializados de alta complexidade.

² Neste sentido, foi implementado em 1994 pelo Ministério da Saúde (MS) o Programa Saúde da Família (PSF), considerado como a principal iniciativa de atenção primária desenvolvida no âmbito do SUS. Com sua expansão célere e maior cobertura ao acesso dos serviços básicos, principalmente para os mais carentes, este passou a ganhar maior importância, tornando-se peça indispensável para os governantes nas três esferas do governo. (MENDES, 2002; TEIXEIRA, 2011; ANDRADE *et.al*, 2013).

Ou seja, a eficiência está diretamente ligada ao conceito de saúde. Mas qual seu conceito? A eficiência, em economia, é entendida como um processo produtivo onde procura-se utilizar a melhor combinação dos fatores de produção, dados seus preços, objetivando maximizar a produção, isto é, produz-se o máximo empregando o mínimo uso dos insumos. Onde a ineficiência técnica indica que a produção não está sendo utilizada da melhor forma possível. (SARAFIDIS, 2002; ALMEIDA, 2012).

Dada as características da área da saúde, JCAHO (1997) define a eficiência como a otimização dos recursos disponíveis onde se produz o máximo de resultados e benefícios. Como os recursos são escassos, é preciso minimizar os custos sem alterar o nível de melhoria da saúde.

Conforme Benegas e Silva (2014), o interesse por análises de eficiência técnica vem se intensificando no Brasil, seja pela importância do estado na economia brasileira em oferecer serviços como educação, saúde e segurança. No campo da saúde, Fonseca e Ferreira (2009), mostram que desde os anos de 1990 há uma preocupação dos pesquisadores quanto a eficiência e qualidade dos serviços públicos de saúde. Contudo, a maior parte destes trabalhos não buscam os impactos que fatores ambientais exercem sobre estes, dando destaque apenas para seus níveis de eficiência.

Diante disto, observa-se que o setor de saúde apresenta uma importância social indiscutível, sofrendo constantemente interferências políticas, uma vez que o pleno exercício desse direito exige a superação de barreiras tanto econômicas quanto sociais. Ademais, é sabido que os recursos do orçamento são escassos, sendo relevante que seu uso seja feito da forma mais eficiente possível, sem a necessidade da inclusão de novos elementos ou recursos como mostram os trabalhos de Souza, Nishijima e Rocha (2010), Daniel (2011), Duarte *et. al.* (2012), Marinho, Cardoso e Almeida (2012), Varela e Fávero (2008); Faria, Januzzi e Silva (2008); Dias (2010), Santos *et. al.* (2010), dentre outros.

Dessa forma, neste trabalho o objetivo geral é avaliar e caracterizar a eficiência técnica dos serviços públicos de saúde na região Norte por microrregião e por estado utilizando dados de 2010 por meio da metodologia de fronteira estocástica de produção. Além disso, será possível identificar como certas características ambientais dos estados e microrregiões influenciam sua performance no atendimento aos serviços de saúde. Outra contribuição será a utilização de técnicas de análise espacial por meio da Análise Exploratória de Dados Espaciais com o intuito de caracterizar o padrão espacial da eficiência dentro da referida região por meio de suas microrregiões e estados.

1.2. O problema e sua importância

Analisar a eficiência dos serviços públicos de saúde é de suma importância e uma tarefa primordial, pois estamos lidando aqui com a vida das pessoas. O interesse nesse assunto é devido, dentre outras coisas, a grande incidência de pacientes que necessitam dos serviços de saúde pública no Brasil. Conforme Benegas e Silva (2014), 99% dos atendimentos ocorridos no Brasil entre janeiro de 2008 e julho de 2010 foram realizados pelo SUS, conforme o DATASUS. Além disso, a saúde é um dos componentes essenciais do bem-estar social.

Logo, pela importância e complexidade que apresentam, possuir serviços de saúde eficientes tecnicamente são essenciais para que se atinja níveis elevados de desenvolvimento humano. Fortes e Zoboli (2005), acentuam que os sistemas de saúde são frutos das condições econômicas e sociais em que se encontra o país. Assim, este tem como prioridade proporcionar a sua população um ótimo nível de saúde e satisfazer as necessidades de saúde de cada indivíduo, pois como afirma Hamer (2004), o serviço de saúde não necessita só ser oferecido, é importante que o mesmo seja atingido pelos pacientes.

Conhecer a eficiência técnica dos serviços públicos de saúde e, principalmente, os fatores que estão vinculados à esta, é fundamental para o Brasil, já que o país possui discrepâncias tanto regionais quanto intrarregionais à exemplo da região Norte que apresenta as maiores peculiaridades em detrimento com as outras regiões. Ademais, segundo Sarafidis (2002), esta ferramenta proporciona a identificação de *benchmarking* para as agências reguladoras governamentais, pois auxilia os tomadores de decisão a identificar o desempenho dos serviços prestados.

Além disso, a insuficiência de métodos de avaliação aplicados aos serviços de saúde para os estados e microrregiões pertencentes a região Norte constitui-se como a principal motivação deste estudo.

A região Norte, composta pelos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins, compreende a maior parte da Amazônia Legal com um total de 64 microrregiões³. Essa região é a maior, em área territorial, comparada as cinco

³ As 64 microrregiões são formadas por: Acre (Brasiléia, Cruzeiro do Sul, Rio Branco, Sena Madureira e Tarauacá); Amapá (Amapá, Macapá, Mazagão e Oiapoque); Amazonas (Alto Solimões, Boca do Acre, Coari, Itacoatiara, Japurá, Madeira, Manaus, Parintins, Purus, Rio Negro, Rio Preto da Eva e Tefé); Pará (Almeirim, Altamira, Arari, Belém, Bragantina, Cametá, Castanhal, Conceição do Araguaia, Furos de Breves, Guamá, Itaituba, Marabá, Óbidos, Paragominas, Parauapebas, Portel, Redenção, Salgado, Santarém, São Félix do Xingu, Tomé-Açu e Tucuruí); Rondônia (Alvorada D'Oeste, Ariquemes, Cacoal, Colorado D'Oeste, Guajará-Mirim, Ji-Paraná, Porto Velho e Vilhena); Roraima (Boa Vista, Caracará,

regiões do país, sendo marcada por uma mistura de realidades divergentes que se refletem no nível de vida de sua população, com baixo nível de desenvolvimento humano, pequena participação na atividade econômica do país, baixa densidade demográfica, explicado por sua ampla dimensão territorial, onde as distâncias entre as localidades são grandes e exibem visíveis carências nos sistemas de transporte de modo geral, formando uma rede de serviços de saúde geograficamente desbalanceada, os quais geram demandas reprimidas capazes de configurar como indicadores de deficiências em sua provisão.

Como destacado por Silva e Brandalize (2006), a qualidade de vida de uma população é interferida pela qualidade que os seus serviços de saúde possuem. Em outras palavras, é fundamental a busca pela maximização no uso dos recursos destinados à saúde. Desse modo, é essencial fazer a análise da eficiência desses serviços, constituindo-se como o foco principal deste trabalho.

Além disto, tão importante quanto encontrar os níveis de eficiência técnica dos serviços de saúde para a região Norte é verificar características ambientais que são determinantes para estes níveis dada as discrepâncias intrarregionais que a região se defronta que podem, inclusive, interferir de forma contrária aos princípios do SUS elencados na CF de 1988 e que necessitam de atenção.

Nesse cenário, o Ministério da Saúde desenvolveu um índice para mensurar o desempenho do SUS conforme seus princípios e diretrizes, o chamado Índice de Desempenho do Sistema Único de Saúde (IDSUS), no qual avalia a qualidade e o acesso aos serviços de saúde de acordo com a eficácia das ações e serviços de saúde. Conforme resultado do IDSUS (2012), a região Norte apresentou um valor de 4,67, sendo o mais baixo entre as regiões brasileiras e conseqüentemente abaixo da média nacional que foi de 5,47.

Além disso, o mais surpreendente é que os serviços públicos de saúde enfrentam disparidades intrarregionais dentro da própria região Norte, que apesar dos estados estarem sob as mesmas características físicas e econômicas, coexistem realidades tão discrepantes quanto as que são percebidas no país. Conhecer essas diferenças e possíveis ineficiências impulsionarão os governantes na busca de eficiência de seus processos produtivos visando ofertar cada vez mais serviços públicos de saúde de melhor qualidade à população.

Nordeste de Roraima e Sudeste de Roraima); e, Tocantins (Araguaína, Bico do Papagaio, Dianópolis, Gurupi, Jalapão, Miracema, Porto Nacional e Rio Formoso).

Outro diferencial deste estudo está em avaliar se o índice de eficiência dos serviços de saúde para os estados e microrregiões da região Norte possui transbordamentos espaciais, bem como a identificação de *clusters* espaciais, possibilitando a localização daqueles espaços que necessitam de políticas públicas mais rigorosas com intuito de conter as possíveis disparidades de acordo com as necessidades básicas dos indivíduos em manter uma vida saudável.

Essa preocupação com a forma com que os serviços de saúde vem operando no Brasil e no mundo está sendo cada vez mais intensificada, pois quanto maior o controle e conhecimento desses processos maior o progresso alcançado pelas unidades produtivas. Já Wastaff (1989), mensurou a eficiência técnica do serviço nacional de saúde britânico empregando a função de produção estocástica para 193 maternidades no ano 1971/1972. Para tanto, o autor utilizou uma translog e uma Cobb-Douglas e não detectou nenhuma ineficiência técnica para este período, ou seja, as maternidades estavam operando com 100% de eficiência técnica.

Zuckerman *et.al.* (1994), utilizou uma fronteira estocástica de custo para derivar medidas específicas de custo baseado na rentabilidade de hospitais americanos utilizando medidas de gravidade da doença, qualidade do produto. Seus resultados mostraram que reduzir a ineficiência poderia diminuir os custos hospitalares nos Estados Unidos significativamente.

Similarmente, Chirikos (1998) avaliou o nível de ineficiência de 186 hospitais da Flórida no período de 1982-1993 utilizando a fronteira estocástica, chegando a resultados que mostram uma grande ineficiência entre eles e mudanças deveriam ser feitas para trabalhar com eficiência disponível.

Rosko (2001), encontrou os níveis de eficiência de 1.631 hospitais americanos durante o período de 1990 a 1996, utilizando a fronteira estocástica para dados em painel. O autor encontrou o nível de eficiência de cada unidade hospitalar e ainda verificou que houve uma queda de 28% da média estimada de ineficiência durante o período estudado.

Em seu trabalho, Souza *et. al* (2010), utilizaram o método de fronteira estocástica. Para tanto, eles mensuraram a eficiência produtiva do setor de saúde para 366 municípios do Estado de São Paulo, correspondendo a 89% do total de municípios que possuem rede hospitalar pública ou privada contratada, nos anos de 1998 a 2003. O resultado que eles encontraram mostram que quanto maior a população do município maior sua eficiência hospitalar. Assim, os municípios que possuem um maior percentual de leitos de hospitais privados contratados são os mais eficientes.

Marinho *et. al.* (2012) buscaram comparar a eficiência na provisão dos serviços de saúde do Brasil e dos países da OCDE utilizando um painel formado pelos 31 países com referência aos anos de 2004 a 2006. Os resultados apontam que o Brasil não apresenta um desempenho tão desfavorável comparado aos países da OCDE, mesmo não possuindo efetividade nos seus serviços, já que o Brasil é eficiente na amostra, mas não é efetivo.

Diante disto, conclui-se que a eficiência do setor pode ser fundamental para o aumento no desempenho da oferta de serviços de saúde pública que está diretamente relacionado a melhores qualidades de vida das pessoas. Assim, com o intuito de contribuir para o avanço desta discussão, faz-se necessário responder a seguinte questão: Quais os níveis de eficiência técnica dos serviços de saúde na região Norte do Brasil? Estes são influenciados por fatores ambientais? Seus níveis de eficiência técnica estão autocorrelacionados espacialmente entre as diferentes microrregiões da região Norte?

Esse trabalho irá auxiliar os tomadores de decisão e formuladores de políticas no que diz respeito a melhoria dos serviços de saúde, de acordo com a realidade tipicamente nortista, a fim de aumentar o Bem-Estar de sua população, pois a determinação e mapeamento dos níveis e determinantes da eficiência contribuem para o planejamento e a verificação da presença ou não de *spillovers*, bem como a caracterização dos *clusters* espaciais, permitem que se faça uma avaliação dos efeitos de uma política pública de distribuição de recursos de acordo com as carências de cada microrregião, priorizando que suas peculiaridades sejam tratadas com uma maior eficiência, uma vez que são consideradas suas disparidades.

1.3. Hipóteses

- A maior parte dos estados da região Norte configuram abaixo da fronteira máxima de eficiência técnica dos serviços de saúde;
- A eficiência técnica dos serviços de saúde entre as microrregiões da região Norte do Brasil se encontram próximas a fronteira;
- As variáveis ambientais influenciam diretamente a performance do nível de eficiência técnica dos serviços de saúde da região.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo Geral

Identificar os níveis de eficiência técnica nos serviços públicos de saúde para a região Norte do Brasil no ano de 2010.

1.4.2. Objetivos Específicos

a) Mensurar os índices de eficiência técnica dos serviços públicos de saúde para os estados e microrregiões pertencentes a região Norte, observando aqueles que podem ser considerados *benchmarks*, espelhos, para as demais dentro da região;

b) Analisar se fatores ambientais influenciam o nível de eficiência das microrregiões no que tange aos serviços públicos de saúde.

c) Detectar se o índice de eficiência técnica dos serviços de saúde possui possíveis transbordamentos espaciais na região.

1.5. Estrutura do Trabalho

A dissertação está estruturada, além da introdução contendo as motivações, hipóteses e objetivos, em 7 seções, a saber: Na seção 2 é apresentada uma breve revisão dos sistemas de saúde, fazendo uma sobrevisão desses serviços para o Brasil. Na seção 3 é apresentado o referencial teórico. O referencial analítico é apresentado na seção 4 juntamente com a fonte dos dados. Na seção 5 são apresentados os resultados e discussões das fronteiras de produção, bem como a verificação das variáveis ambientais que o influenciam e a análise exploratória dos dados espaciais. Finalmente, na seção 6 são apresentadas as conclusões do trabalho e a última seção apresenta a revisão da literatura para construção deste trabalho. Posteriormente, é apresentado o anexo do estudo.

2. SISTEMA DE SAÚDE NAS REGIÕES BRASILEIRAS

2.1. Características dos serviços de saúde

Conforme as diretrizes do SUS, o Brasil deve garantir a cobertura universal no acesso aos serviços de saúde, garantindo a equidade no atendimento a toda sua população. No entanto, o país não deve ser considerado um grande investidor em saúde pública. (BENEGAS e SILVA, 2014). Dito isto, a Tabela 1 mostra a evolução dos gastos públicos com ações e serviços públicos de saúde como proporção do Produto Interno Bruto (PIB).

Nota-se que os gastos com saúde em proporção do PIB não segue uma tendência apesar de haver um crescimento entre as regiões brasileiras no decorrer dos anos, as regiões Centro-Oeste e Nordeste são as que destinam mais recursos para a saúde com uma taxa de crescimento acumulado para o período de 2000 a 2010 de 18,48% e 17,86%, respectivamente.

A região Norte apesar de possuir pouca participação na atividade econômica do país é, juntamente com a região Nordeste, as regiões que possuem o maior gasto com ações e serviços de saúde em proporção ao PIB. Uma justificativa para isso é o fato destas apresentarem os menores níveis de desenvolvimento social e econômico, além de indicadores de saúde não desejáveis. Assim, o investimento é sempre mais intensivo.

Tabela 1 - Gasto com ações e serviços públicos de saúde como proporção do PIB para as regiões brasileiras no período de 2000 a 2010.

| Ano | Norte | | Nordeste | | Sudeste | | Sul | | Centro -Oeste | |
|------|---------------|----------------------|---------------|----------------------|---------------|----------------------|---------------|----------------------|---------------|----------------------|
| | Gasto/ PIB | Taxa Cresc (%) | Gasto/ PIB | Taxa Cresc (%) | Gasto/ PIB | Taxa Cresc (%) | Gasto/ PIB | Taxa Cresc (%) | Gasto/ PIB | Taxa Cresc (%) |
| 2000 | 4,49 | - | 4,59 | - | 2,41 | - | 2,34 | - | 2,11 | - |
| 2001 | 5,14 | 14,48 | 5,07 | 10,46 | 2,54 | 5,39 | 2,52 | 7,69 | 2,46 | 16,59 |
| 2002 | 4,95 | -3,70 | 5,07 | 0,00 | 2,64 | 3,94 | 2,37 | -5,95 | 2,53 | 2,85 |
| 2003 | 4,64 | -6,26 | 5,07 | 0,00 | 2,68 | 1,52 | 2,25 | -5,06 | 2,38 | -5,93 |
| 2004 | 4,24 | -8,62 | 5,02 | -0,99 | 2,61 | -2,61 | 2,35 | 4,44 | 2,35 | -1,26 |
| 2005 | 4,59 | 8,25 | 5,2 | 3,59 | 2,66 | 1,92 | 2,56 | 8,94 | 2,56 | 8,94 |
| 2006 | 4,86 | 5,88 | 5,48 | 5,38 | 2,7 | 1,50 | 2,73 | 6,64 | 2,72 | 6,25 |
| 2007 | 4,84 | -0,41 | 5,47 | -0,18 | 2,7 | 0,00 | 2,63 | -3,66 | 2,78 | 2,21 |
| 2008 | 4,89 | 1,03 | 5,56 | 1,65 | 2,79 | 3,33 | 2,73 | 3,80 | 2,7 | -2,88 |
| 2009 | 5,03 | 2,86 | 5,62 | 1,08 | 2,89 | 3,58 | 2,79 | 2,20 | 2,57 | -4,81 |
| 2010 | 4,51 | -10,34 | 5,41 | -3,74 | 2,78 | -3,81 | 2,73 | -2,15 | 2,5 | -2,72 |

Fonte: Ministério da Saúde/Secretaria Executiva/Departamento de Economia da Saúde e Desenvolvimento/Sistema de Informações sobre Orçamentos Públicos em Saúde - SIOPS (Gasto Estadual e Municipal); SPO/SE e Fundo Nacional de Saúde - FNS (Gasto Federal) e IBGE (PIB regional).

Com relação a taxa de mortalidade infantil e a esperança de vida ao nascer, é possível observar que o Brasil está trilhando um bom caminho, já que estes podem ser

considerados os principais indicadores de saúde, pois o principal objetivo das políticas e ações de saúde é que a taxa de mortalidade bruta e infantil reduzam e, conseqüentemente, aumentem a esperança de vida das pessoas, ou seja, viver cada vez mais e mais saudável.

A Tabela 2 exibe o progresso desses dois indicadores para o período de 2000 e 2010. Tem-se que as regiões brasileiras vem alcançando melhores desempenhos, pois esses indicadores mostram um crescimento médio de 5,15 anos para a esperança de vida, enquanto a taxa de mortalidade infantil reduziu em média cerca de 35% durante esses 10 anos, para as regiões brasileiras.

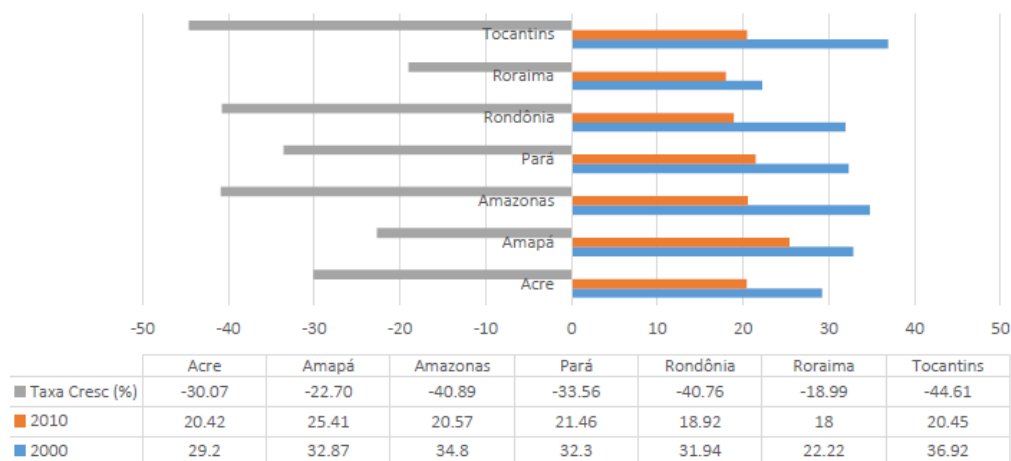
Dentre as regiões, o maior destaque é para o Nordeste, que reduziu sua mortalidade infantil de 35,9 por mil nascidos vivos, em 2000, para 19,1 em 2010, ou seja, houve uma redução de mais de 46% ao longo de 10 anos. Já a região Sudeste aumentou a esperança de vida ao nascer em mais de 6%. Essas mudanças são grandes desafios para os gestores dos serviços de saúde e a sociedade como um todo, pois as altas taxas de mortalidade se configuram como uma grave violação dos direitos humanos.

Tabela 2 - Taxa de Mortalidade infantil e Esperança de vida ao nascer para as regiões brasileiras, 2000 e 2010.

| Regiões | Taxa de Mortalidade Infantil | | | Esperança de Vida ao nascer | | |
|--------------|------------------------------|-------|----------------|-----------------------------|-------|----------------|
| | 2000 | 2010 | Taxa Cresc (%) | 2000 | 2010 | Taxa Cresc (%) |
| Norte | 32,80 | 20,97 | -36,07 | 67,85 | 70,79 | 4,33 |
| Nordeste | 35,90 | 19,10 | -46,80 | 67,40 | 71,20 | 5,64 |
| Sudeste | 20,10 | 13,40 | -33,33 | 71,10 | 75,60 | 6,33 |
| Sul | 16,90 | 11,60 | -31,36 | 71,90 | 75,90 | 5,56 |
| Centro-Oeste | 22,30 | 15,90 | -28,70 | 74,30 | 77,20 | 3,90 |

Fonte: IBGE/DPE/ DATASUS

Com relação ao desempenho da região Norte, observa-se que para o indicador de mortalidade infantil os estados de Tocantins, Amazonas e Rondônia foram os que, ao longo dos anos 2000 e 2010, apresentam a maior redução, conforme mostra a Figura 2.



Fonte: MS/SVS/DATASUS

Figura 2-Taxa de Mortalidade infantil para estados da região Norte do Brasil, 2000-2010.

Já a esperança de vida ao nascer cresceu mais, entre os anos 2000 e 2010, nos estados do Acre e Roraima, com elevação de aproximadamente 66 anos para 71 anos e 65 anos para 69, respectivamente, como exhibe a Tabela 3. Esses resultados são devidos, principalmente, aos programas de atenção básica que foram implantados pelo Ministério da Saúde como forma de aumentar o acesso ao SUS e, claro, melhorar as condições de saúde por meio da prevenção e promoção da saúde, como bem destacado por Dias (2010).

Tabela 3 - Esperança de vida ao nascer para os estados da região Norte, 2000 – 2010.

| UF | 2000 | 2010 | Taxa Cresc (%) |
|-----------|-------|-------|----------------|
| Acre | 66,43 | 71,68 | 7,90 |
| Amapá | 67,96 | 72,13 | 6,14 |
| Amazonas | 67,28 | 70,37 | 4,59 |
| Pará | 65,98 | 67,56 | 2,39 |
| Rondônia | 67,79 | 70,11 | 3,42 |
| Roraima | 65,26 | 69,49 | 6,48 |
| Tocantins | 67,56 | 71,56 | 5,92 |

Fonte: MS/SVS/DATASUS; IBGE/DPE

Parte da melhora obtida nos indicadores de saúde citados acima é devido à ações relacionadas a maior assistência e promoção dos serviços de saúde, como sendo importantes para o alcance dos resultados de minimização dos problemas relacionados à saúde. O Programa Saúde da Família é um bom exemplo já que conforme suas diretrizes visa reorganizar a prática assistencial em novas bases e critérios, em substituição ao modelo tradicional voltada para a cura de doenças realizadas principalmente em hospitais.

Aqui, a atenção se volta inteiramente para a família, para então, alcançar seus objetivos institucionais.

A Tabela 4 mostra a evolução dessas equipes para as regiões brasileiras, em que a região Nordeste é a que apresenta a maior cobertura de sua população, isto é, aproximadamente 80% de sua população em 2015 é atendido pelos serviços da atenção básica a saúde.

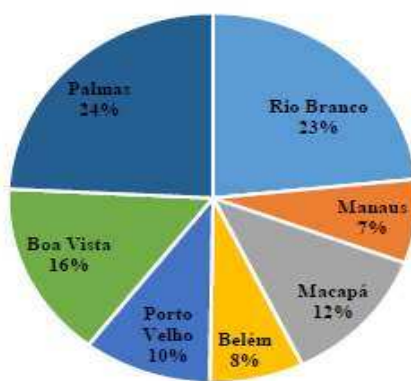
Tabela 4 - Evolução das equipes de atenção básica para as regiões brasileiras.

| Região | 2000 | | 2005 | | 2010 | | 2015 | |
|---------------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|
| | eSF* | Cob. Pop** | eSF* | Cob. Pop** | eSF* | Cob. Pop** | eSF* | Cob. Pop** |
| Brasil | 135.244 | 42,76% | 210.648 | 58,40% | 249.268 | 62,56% | 271.215 | 66,65% |
| Norte | 573 | 15,78% | 1.727 | 40,36% | 2.547 | 51,81% | 3.403 | 63,46% |
| Nordeste | 3.600 | 25,62% | 10.297 | 64,33% | 12.953 | 72,18% | 15.270 | 80,42% |
| Sul | 1.231 | 16,56% | 3.552 | 43,22% | 4.415 | 50,42% | 5.954 | 66,02% |
| Sudeste | 2.552 | 12,25% | 7.319 | 32,11% | 9.889 | 39,59% | 13.395 | 51,88% |
| Centro Oeste | 657 | 19,61% | 1.778 | 45,85% | 2.323 | 53,04% | 2.801 | 60,54% |

*Equipes do Programa Saúde da Família; **População coberta pelas equipes do PSF.

Fonte: SIAB/DATASUS

Traçando um perfil para a região Norte, tem-se que os estados de Palmas-TO e Rio Branco-AC são os que apresentam maior cobertura do PSF, entretanto, em todos os estados, o nível de cobertura foi abaixo da metade da população em 2010 (Figura 3), dificultando a identificação da situação em que os indivíduos se encontram, tanto com relação a moradia quanto o saneamento, inteiramente ligados a saúde.



Fonte: SIAB/DATASUS

Figura 3 - População coberta pela Equipe da Saúde da Família por habitante - Estados da região Norte.

É importante esclarecer que a atenção básica não só evita doenças, mas por ser a principal porta de entrada aos serviços públicos de saúde, a quantidade de consultas realizadas pelo SUS se eleva. Em outras palavras, a cada ano mais pessoas estão recebendo consultas pelo sistema público de saúde, o que evita a incidência de doenças e outros agravos com a possibilidade de se realizar os tratamentos adequados.

De maneira geral, para o período de 2000 a 2010, verifica-se que este indicador apresenta tendência de crescimento para todas as regiões do Brasil, conforme Tabela 5.

Tabela 5 - Crescimento do total de Consultas do SUS para as regiões brasileiras para período de 2000 a 2010.

| Ano | Norte | Nordeste | Sudeste | Sul | Centro-Oeste |
|------------|--------------|-----------------|----------------|------------|---------------------|
| 2000 | 1,51 | 2,02 | 2,60 | 2,18 | 2,02 |
| 2001 | 1,59 | 2,1 | 2,67 | 2,31 | 2,33 |
| 2002 | 1,74 | 2,21 | 2,79 | 2,29 | 2,48 |
| 2003 | 1,76 | 2,16 | 2,76 | 2,30 | 2,32 |
| 2004 | 1,70 | 2,06 | 2,73 | 2,20 | 2,18 |
| 2005 | 1,86 | 2,1 | 2,74 | 2,27 | 2,31 |
| 2006 | 1,85 | 2,18 | 2,73 | 2,32 | 2,36 |
| 2007 | 2,00 | 2,16 | 2,71 | 2,39 | 2,47 |
| 2008 | 2,19 | 2,36 | 2,88 | 2,41 | 2,62 |
| 2009 | 2,40 | 2,46 | 2,95 | 2,62 | 2,57 |
| 2010 | 2,22 | 2,39 | 3,03 | 2,75 | 2,58 |

Fonte: Ministério da Saúde/SE/DATASUS-SIA/SUS

Além disso, estudos mostram que a eficácia desse sistema é devido a aproximação dos profissionais com as famílias. Estes contribuem para a desospitalização do SUS tanto a redução na quantidade de internação quanto o total de internações como é visualizado na Tabelas 6.

Os estados de Rondônia, Tocantins e principalmente Roraima são os que não apresentaram queda e sim crescimento da taxa de internação para o período de 2005 a 2010. Em contrapartida, este indicador tem a tendência de aumentar e depois diminuir já que nesta região há uma grande exclusão da população, as equipes de saúde vão até as famílias e passam a tratá-las. Posteriormente, a tendência é justamente de redução já que as famílias são acompanhadas de perto.

Tabela 6 - Total de internações por 100 habitantes da região Norte para o período de 2005 a 2010.

| UF | 2005 | 2010 | Taxa Cresc (%) |
|-----------|------|------|----------------|
| Acre | 7,60 | 6,68 | -12,11 |
| Amapá | 5,33 | 5,30 | -0,56 |
| Amazonas | 5,27 | 4,67 | -11,39 |
| Pará | 7,38 | 7,02 | -4,88 |
| Rondônia | 6,06 | 6,48 | 6,93 |
| Roraima | 4,47 | 7,00 | 56,60 |
| Tocantins | 7,30 | 7,45 | 2,05 |

Fonte: Ministério da Saúde/SE/ DATASUS; IBGE

Com relação aos serviços de saúde, é possível perceber a discrepância entre as regiões brasileiras, nas quais as regiões Norte e Nordeste são as que apresentam os mais baixos índices na infraestrutura e recursos humanos, por exemplo, com a relação ao número de médicos por mil habitantes. Destas, a região Norte é ainda mais atingida apresentando uma proporção abaixo do recomendado pela OMS que corresponde a razão de pelo menos um médico para cada mil habitantes. Esses valores são apresentados na Tabela 7.

O número de hospitais também é bastante reduzido na região Norte, porém sua capacidade de abrigamento (número de leitos) apesar de ser menor entre as regiões, não está tão distante, proporcionalmente, da região Sudeste. Contudo, a maior folga encontrada com relação à esse quesito é na região Sul. Curiosamente, a região Nordeste está proporcionalmente melhor que o Sudeste, Centro-Oeste e Norte. Já a região Norte só está melhor quanto a proporção de técnicos de enfermagem para cada mil habitantes.

Tabela 7 - Serviços de saúde para as regiões brasileiras no ano de 2010.

| Variáveis | Brasil | Norte | Nordeste | Sul | Sudeste | Centro Oeste |
|-----------------------------|--------|--------|----------|----------|----------|--------------|
| Médicos* | 1,86 | 0,90 | 1,09 | 2,06 | 2,51 | 1,76 |
| Enfermeiros* | 1,51 | 1,19 | 1,05 | 1,41 | 1,91 | 1,45 |
| Téc.Enfermagem* | 3,28 | 3,97 | 2,25 | 3,90 | 3,52 | 3,81 |
| Leitos* | 1,77 | 1,55 | 1,92 | 1,95 | 1,63 | 1,86 |
| Valor médio internação** | 945,66 | 629,81 | 761,65 | 1.107,44 | 1.106,54 | 840,99 |
| Número de hospitais | 6.798 | 480 | 1.920 | 1.153 | 2.432 | 813 |

* Variáveis por 1.000 habitantes; ** Valor em reais (R\$)

Fonte: Ministério da Saúde- DATASUS

Fazendo a comparação da distribuição do número de médicos, observa-se que as disparidades entre os estados da região Norte são elevadas, sendo o estado de Roraima o campeão na proporção de médicos para cada mil habitantes, e o Amapá detentor de uma proporção de 0,75 médico para cada mil habitantes no ano de 2010, conforme a Tabela 8. Apesar de ter tido um aumento na quantidade desses profissionais entre o período de 2005 a 2010 para todos os estados da região Norte, observa-se que este ainda se encontra abaixo do indicado pela OMS, isto é, pelo menos 1 médico para cada 1.000 habitantes. Desse modo, somente os estados do Amazonas, Rondônia e Roraima situam-se neste ideal.

Tabela 8 - Número de profissionais selecionados da saúde por 1000 habitantes para a região Norte no período de 2005 e 2010.

| UF | Médicos por 1000 hab | | Enfermeiros por 1000 hab | |
|-----------|----------------------|------|--------------------------|------|
| | 2005 | 2010 | 2005 | 2010 |
| Acre | 0,81 | 0,92 | 0,57 | 1,63 |
| Amapá | 0,82 | 0,75 | 0,41 | 0,79 |
| Amazonas | 0,92 | 1,07 | 0,73 | 1,45 |
| Pará | 0,74 | 0,77 | 0,39 | 0,88 |
| Rondônia | 0,80 | 1,03 | 0,28 | 1,41 |
| Roraima | 1,06 | 1,24 | 0,47 | 1,10 |
| Tocantins | 0,97 | 0,99 | 0,55 | 2,01 |

Fonte: Ministério da Saúde/SGTES/DEGERTS/CONPROF

Outra variável que comprova a discrepância intrarregional é o número de leitos por mil habitantes, onde o estado do Amapá possui a menor capacidade de acolhimento com uma proporção de apenas 1,58 leitos/1000 habitantes, enquanto o maior nível se encontra no estado do Acre com 2,10 leitos para cada mil habitantes, ambos para o ano de 2010.

Tabela 9 - Quantidade de leitos hospitalares do SUS por 1000 habitantes da região Norte para o período de 2005 a 2010.

| UF | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|
| Acre | 2,07 | 2,02 | 2,02 | 2,15 | 2,17 | 2,10 |
| Amapá | 1,60 | 1,57 | 1,58 | 1,67 | 1,68 | 1,58 |
| Amazonas | 1,77 | 1,74 | 1,74 | 1,82 | 1,81 | 1,71 |
| Pará | 1,87 | 1,93 | 2,01 | 2,03 | 2,05 | 2,01 |
| Rondônia | 2,34 | 2,32 | 2,30 | 2,41 | 2,43 | 2,39 |
| Roraima | 1,48 | 1,49 | 1,57 | 1,79 | 1,93 | 1,76 |
| Tocantins | 1,86 | 1,96 | 1,96 | 1,94 | 1,91 | 1,76 |

Fonte: Ministério da Saúde/SAS - Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES)

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Para uma melhor compreensão dos elementos teóricos que serão empregados nesse estudo, o referencial teórico será decomposto em duas subseções. Na primeira subseção será discutido a questão dos bens públicos e os serviços de saúde. Enquanto na segunda subseção, são apresentadas a teoria econômica da análise de eficiência, considerando o arcabouço teórico microeconômico da teoria de produção aplicada aos serviços de saúde.

3.1. Bens Públicos e Serviços de Saúde

O conceito de bem público, corresponde a um bem que precisa ser fornecido para todos os consumidores na mesma quantidade, isto posto, o bem não é exclusividade de uma pessoa, sendo também indivisível. Assim, é possível que todos os indivíduos tenham o mesmo acesso ao bem e sem rivalidade. Estas características estão intimamente relacionadas com o princípio da universalidade e da equidade dos serviços de saúde que são encontradas nas diretrizes do Sistema Único de Saúde.

Samuelson (1954), classificou os bens públicos como aqueles em que seu consumo por um determinado agente não reduziria o consumo ou bem-estar de outro agente, pois caso esse fenômeno ocorresse o bem em questão seria de consumo privado, ou seja, para que os bens sejam de fato considerados públicos, estes devem ser não-rivais e não-excludentes, constituindo-se os bens públicos puros.

Todavia, existem vários casos intermediários a esta definição, como é o caso dos serviços públicos de saúde no Brasil, onde todos os indivíduos devem possuir igual acesso aos bens, não podendo ser excluídos dos benefícios de modo a possuir igual acesso aos bens, serviços e ações de saúde.

Em geral, é possível observar que os bens e serviços de saúde são excludentes e até mesmo rivais, pois em economia da saúde, os recursos são limitados e as necessidades de saúde não. Como esclarece Daniel (2011), os serviços de saúde são excludentes a partir do momento que para utilizar seus bens e serviços é necessário se fazer pagamentos; e são rivais já que estão totalmente relacionados ao nível de utilização, visto que a ocupação de um leito por um certo paciente impossibilita que outro paciente o utilize.

Por conseguinte, os conceitos de igualdade e equidade incorporados aos serviços públicos de saúde são feridos, conforme Viana *et. al.* (2008), já que estes muitas vezes são insuficientes dando margem a oferta de seus serviços pelo setor privado.

Independentemente disso, os bens e serviços públicos devem ser oferecidos de forma eficiente. No caso dos bens e serviços privados, o benefício que o consumidor obtém é que mede o benefício marginal do mesmo. Já com relação aos bens e serviços públicos, o benefício marginal é obtido somando-se o valor que cada consumidor atribui a cada unidade adicional produzida do bem. O nível de eficiência da oferta de bens públicos são encontrados por meio da igualdade desses benefícios marginais juntamente com os custos marginais se sua produção. (SILVA, 2007).

3.2. Teoria econômica da análise de eficiência técnica

A eficiência técnica, em economia, refere-se à otimização dos recursos para obtenção do produto máximo e a ausência de desperdícios, ou seja, corresponde à capacidade em alcançar os objetivos por meio da relação entre os insumos e os produtos para atingir o máximo de produtividade com o mínimo de custo, correspondendo a base da teoria neoclássica.

Debreu (1951) foi o precursor da teoria econômica da eficiência quando analisou a produtividade dos fatores, contudo, foi Farrell (1957) que aprofundou este estudo. Segundo o autor, a eficiência dada pode ser encontrada pela comparação entre as firmas, assim obter-se-ia a eficiência de acordo com o melhor nível observado e não por meio de comparações com um ideal inatingível, por meio da fronteira de eficiência que é esboçada com valores observados e não valores estimados. Há ineficiência técnica quando a quantidade produzida por uma firma se encontra abaixo do máximo possível que pode ser atingido com a combinação que possui.

De maneira geral, este autor forneceu toda a estrutura para que as fronteiras de eficiência fossem mensuradas mediante métodos paramétricos e não paramétricos adotando-se uma medida de distância entre o ponto de operação da unidade tomadora de decisão (firma) e a fronteira tecnológica, medida que pode ser dividida em eficiência técnica, já definida, e eficiência alocativa.

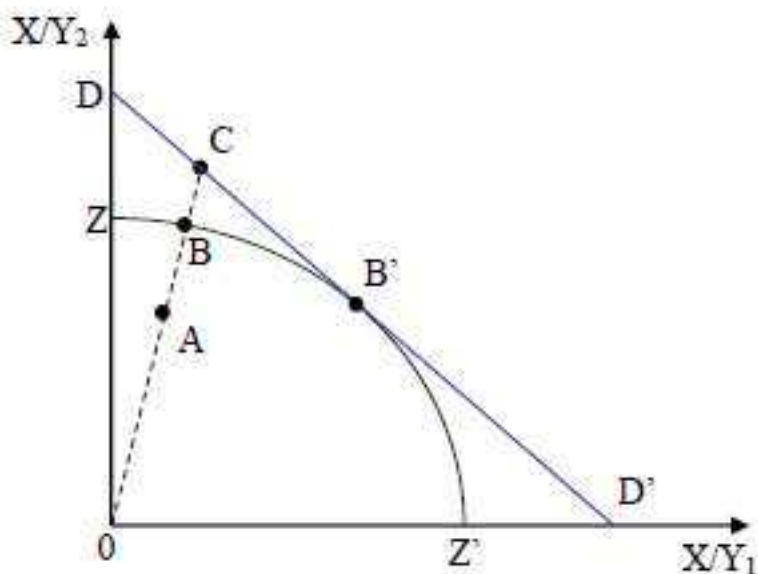
A eficiência alocativa se refere a uma combinação de insumos e produtos em proporções ótimas, conforme seus preços a fim de fornecer o mínimo custo. A eficiência alocativa não faz parte do escopo deste trabalho. (FARRELL, 1957; PINDYCK; RUBINFELD, 1994; MARINHO; CARVALHO, 2004; SCHERER, 2014).

Esse tipo de análise corresponde a uma ferramenta essencial para auxiliar os tomadores de decisão a identificar e corrigir eventuais empresas que estejam com seu desempenho comprometido. (SARAFIDIS, 2002). Por esse motivo, muitos estudos

objetivando a avaliação da eficiência no setor de saúde tem sido amplamente realizados nas esferas nacionais e internacionais, uma vez que sua eficiência está diretamente relacionada à máxima quantidade e qualidade dos bens e serviços de saúde por meio dos recursos disponíveis para esse setor.

Cesconetto *et. al.* (2008), destacam a importância dos serviços públicos de saúde serem eficientes tanto ao nível macroeconômico, com controle dos custos operacionais, quanto microeconomicamente, com a maximização dos serviços prestados, da satisfação dos usuários e minimização dos custos, uma vez que os recursos disponíveis a saúde são fixos e limitados.

Em síntese, o nível de eficiência técnica dos serviços de saúde é definido pela relação entre a maximização da estrutura de saúde e a produção potencial, onde os desvios que se encontram entre estas produções formam as medidas de (in)eficiência técnica. Desta maneira, quanto mais próximo da fronteira, maior será a eficiência, e quanto mais distante estiver, mais ineficiente. Caso se encontre sobre a fronteira, será eficiente. A Figura 4, descreve essa situação. O ponto A refere-se a um ponto onde o estado ou microrregião está operando ineficientemente, dada a distância desta até a fronteira de produção. Já os pontos B e C estão localizados na fronteira que é o máximo que se pode obter caso a utilização dos recursos seja realizada de forma ótima.



Fonte: Coelli (1996)

Figura 4 - Representação da Eficiência Técnica.

A vantagem de se utilizar estudos de eficiência técnica para os serviços públicos de saúde é a possibilidade de distinguir as organizações, estados e microrregiões, eficientes e que servem de espelho para as que estão aquém deste nível, realizando apontamentos para que otimizem a utilização dos recursos empregados. (CESCONETTO *et. al.*, 2008).

As principais técnicas utilizadas para determinar os níveis de eficiência são as paramétricas e não-paramétricas, com vantagens e desvantagens de acordo com o princípio que se deseja alcançar. A abordagem não-paramétrica é mais simples, não necessitando de uma função de produção, utilizando principalmente a técnica de Análise Envoltória dos Dados (DEA), que considera a programação matemática em sua estimação. Essa abordagem deve ser utilizada quando os desvios em relação à produção são provenientes apenas de ineficiências técnicas, isto é, a incapacidade do produtor. Além disso, esta não necessita da especificação de uma forma funcional explícita aos dados. A vantagem da DEA é a possibilidade de se trabalhar com múltiplos produtos e insumos. Entretanto, é bastante sensível a presença de *outliers*.

A partir de 1970, percebeu-se que a ineficiência não era devida somente a incapacidade do produtor. Assim, passou-se a disseminar a metodologia paramétrica por meio do uso de fronteiras com a decomposição do termo de erro em duas partes distintas. Agora, é possível ter um maior controle sobre os ruídos que podem afetar espuriamente os dados. A grande diferença entre os modelos não-paramétricos e paramétricos é que estes necessitam da estimação de uma forma funcional explícita de tecnologia para mensurar a fronteira e determinar a ineficiência. Desse modo, não assume-se, a priori, que todas as unidades sejam eficientes. Em contrapartida, Coelli *et. al.* (2005) demonstram as principais vantagens e desvantagens desse modelo. Nesta abordagem utiliza-se a econometria como a principal técnica, podendo ser determinística ou estocástica. (THIRY; TULKENS, 1989; ALMEIDA, 2012; SCHERER, 2014).

A fronteira estocástica admite que as unidades de produção podem estar sujeitos a fatores fora do controle do produtor, ou seja, fatores aleatórios. Assim, a distância não é devida somente a ineficiência aos gestores dos serviços públicos de saúde.

O estudo da (in)eficiência na área da saúde vêm conquistando cada vez mais adeptos entre economistas e governantes desde a década de 1970. Esse fato é decorrente da opinião generalizada de que o setor público de forma geral opera de forma não eficiente.

Assim, conhecer o nível de eficiência com que as unidades produtivas trabalham é de suma importância, pois conforme Kumbhakar e Lovell (2000), este nível mostra se há ou não a otimização na produção, já que muitos gestores não utilizam os insumos disponíveis de forma apropriada, não sendo tecnicamente eficientes.

Segundo Puing-Junoy (2000), a análise da eficiência tem uma grande importância para a gestão pública, tendo em vista que esta identifica quais são as melhores e piores práticas para se colocar em execução e melhorar os seus níveis de eficiência. Além disso, esse tipo de estudo fornece informações úteis para que políticas públicas sejam formuladas com o intuito de aumentar os níveis de produtividade na medida em que relaciona seus resultados com os recursos sociais disponíveis para o setor.

A base do estudo de eficiência técnica se fundamenta nos princípios da teoria da produção ou da firma, isto é, foi a partir dos anos de 1950, com a consolidação da microeconomia, que estimulou a produção de medidas de eficiência de acordo com a capacidade de uso dos insumos na produção, denominado de Produtividade Total dos Fatores (PTF). A partir de então, esta passou a ser entendida como o máximo nível de produto que se pode alcançar, dada a relação entre as quantidades físicas dos insumos utilizados, ou de acordo com a quantidade mínima de insumos que aceita produzir a certo nível de produto, dada certa tecnologia de produção, isto é, os agentes econômicos são racionais e buscam otimizar seu comportamento. (NOGUEIRA, 2005; ALMEIDA, 2012; SCHERER, 2014).

No caso específico dessa pesquisa, esse conceito é relevante para que se possa investigar o comportamento que as microrregiões e os estados pertencentes a região Norte apresentam sendo estas consideradas como unidades produtivas dos serviços referentes à saúde pública, que a partir de um nível de insumos como o número de profissionais de saúde, por exemplo, obtém-se certo nível de produção, como a quantidade de internações.

Nesse sentido, a produtividade é conceituada como uma relação entre a quantidade de bens e serviços produzidos conforme os meios pelos quais se utiliza para sua produção e estes geram os retornos de escala que são obtidos conforme a relação entre a quantidade de insumo variável e a quantidade de produto que é produzida. (LEFTWICH, 1997).

De acordo com Folland *et. al.* (2008), uma função de produção pode ser representada da seguinte forma:

$$Q = f(X_1, X_2, \dots, X_n) \tag{01}$$

Em que, Q representa a variável dependente, indicando a quantidade máxima que se pode produzir em uma determinada unidade de tempo e X_1, X_2, \dots, X_n correspondem as variáveis independentes, ou seja, os fatores que são utilizados na produção dos serviços de saúde.

Nestas circunstâncias, o estado ou microrregião obtém sua produção dos serviços públicos de saúde por meio de várias combinações dos seus insumos, sendo necessária uma maneira adequada que sintetize as várias possibilidades de produção, nas quais as combinações de insumos e produtos sejam viáveis tecnologicamente, pois da mesma forma que os indivíduos racionais fazem suas escolhas mediante suas restrições orçamentárias, estes também enfrentam limitações na disponibilidade de seus recursos.

A equação (1) corresponde ao plano de produção e o processo de produção é dado de acordo com as possibilidades tecnológicas que apresentam, bem como do conjunto de todos os planos de produção. O conjunto de planos de produção tecnologicamente possíveis forma o conjunto de possibilidades de produção.

Conforme as combinações disponíveis, tem-se um conjunto de possibilidades de produção, onde há uma fronteira delimitadora da produção ótima denominada de fronteira de transformação que é formada pelo conjunto limite dos planos de produção. Desse modo, quaisquer pontos pertencentes à esta fronteira são combinações ótimas que possuem a melhor forma de produção de acordo com as condições tecnológicas vigentes, determinando quais são eficientes. Nesse sentido, os planos de produção que não se encontram na fronteira são pontos de ineficiência.

4. METODOLOGIA

Neste trabalho adota-se a metodologia de fronteira estocástica em duas etapas para mensurar a eficiência técnica dos serviços de saúde das microrregiões da região Norte do país. Optou-se por essa metodologia em função desta permitir uma análise mais robusta da eficiência, pois mais importante que saber o nível de eficiência que determinada microrregião ou estado apresenta, é saber quais os fatores que influenciam neste índice. A abordagem de dois estágios já é frequentemente utilizada nas medidas de eficiência econômica, tanto por meio de técnicas paramétricas quanto não paramétricas, como os estudos mais recentes de Battese e Coelli (1995), Zilli (2003); Greene (2008); Souza *et. al.* (2010), Daniel (2011); Almeida (2012) e Scherer (2014), dentre outros.

Desse modo, a partir do uso dessa metodologia foi possível ranquear os dados de forma a favorecer aqueles locais que apresentam melhor desempenho dada uma função de produção. A partir desses escores (níveis) foram incorporadas ferramentas de análise espacial dos dados, verificando a existência de algum padrão de homogeneidade ou heterogeneidade espacial do índice de eficiência encontrados no modelo de fronteira estocástica de produção.

4.1. Modelo Empírico

4.1.1. Fronteira de Produção Estocástica

A metodologia de fronteira⁴ estocástica ficou conhecida na literatura como modelo de erro composto proposto, simultaneamente e independente, por Aigner, Lovell e Schmidt (1977) e Meeusen e Van Den Broeck (1977). Essa abordagem utiliza técnicas paramétricas e desde então vem se tornando popular em um subcampo da econometria com colaborações de diversos autores, pois seus modelos de fronteira tratam da ineficiência técnica e assumem que choques aleatórios, fora do controle dos produtores, podem afetar a produção. Ou seja, a análise de fronteira é devida a alterações da eficiência técnica e choques aleatórios como greves dos servidores da saúde, taxa de analfabetismo, dentre outros. Uma revisão completa desses modelos é encontrada em Greene (2008).

⁴ A terminologia fronteira indica que nenhuma observação pode exceder os limites da função no caso de uma função de produção. Desse modo, as observações devem se localizar sobre ou abaixo da linha representativa de função fronteira.

Diferentemente, nos modelos determinísticos os desvios encontrados em relação a fronteira de produção é devido somente a ineficiência do produtor, descartando a possibilidade de choques aleatórios o influenciem.

O modelo de fronteira estocástica é motivado pela ideia fundamental de que cada firma ou unidade de referência, produz menos do que ela realmente poderia devido a algum grau de ineficiência. A partir dessa abordagem, o termo de erro passa a ser dividido em dois componentes distintos, um relativo à ineficiência (erro unilateral) e outro relativo ao choque puramente aleatório, chamado de erro idiossincrático (erro simétrico) que não é de controle do produtor.

Os trabalhos pioneiros sobre eficiência técnica apresentavam uma modelagem que oferecia a estimação da eficiência média das firmas em conjunto e não individualmente. Foi então em 1982 que Jondrow *et. al.*(1982), adaptaram as propriedades estatísticas até então existentes e possibilitaram a estimação individual dos produtores por meio do isolamento dos termos de erro (v_i e u_i), evitando encontrar somente um parâmetro médio como era feito anteriormente. (KUMBHAKAR; LOVELL, 2000).

Assim, com a necessidade de melhorar o desempenho dos serviços de saúde, dada a limitação dos recursos, impulsionou a mensuração da eficiência técnica das microrregiões da região Norte, em que a fronteira estocástica pode ser representada, para dados de cortes transversais, genericamente da seguinte forma, como especificam Battese e Coelli (1988):

$$Y_i = f(x_i; \beta)e^{(v_i - u_i)}; i = 1, 2, \dots, n \quad (02)$$

Em que, Y_i corresponde ao valor da produção da i -ésima firma; $f(.)$ representa a função com uma certa forma funcional (tecnologia de produção); x_i corresponde ao vetor de insumos da i -ésima firma; β corresponde ao vetor de parâmetros a serem estimados; v_i é o termo de erro aleatório associado aos fatores fora do controle da firma, como erros de medida e fatores ambientais. Possui distribuição normal, independente e identicamente distribuída, truncada em zero e com variância constante σ^2 , ($v \sim iid N(0, \sigma^2)$); u_i compreende termo de erro que representa uma variável não negativa associada aos fatores que causam ineficiência técnica da i -ésima firma com distribuição normal truncada em zero, independente distribuída com média e variância constante ($u \sim NT(\mu, \sigma u^2)$).

Conforme Zilli (2003), a função de fronteira estocástica é caracterizada por apresentar uma forma lisa, contínua, continuamente diferenciável e quase côncava. O princípio básico do modelo estocástico é conhecer a fronteira eficiente onde estão localizadas as unidades de referência que detêm os melhores desempenhos no uso dos insumos públicos de saúde, incorporando o termo de erro que considera o que interfere na produção dos serviços públicos de saúde e aquilo que não é captado pelas variáveis explicativas selecionadas.

O primeiro passo, como destacado por Coelli (1996), é definir a forma funcional para a fronteira de produção, pois segundo Giannakas *et. al.* (2003), a escolha da forma funcional influencia consideravelmente os resultados para elasticidade, economias de escala, parâmetro de eficiência e a eficiência técnica, sendo necessário verificar os menores valores dos critérios de AIC e Schwarz ou o teste de Verossimilhança.

Neste caso, foram realizadas duas estimações de fronteira de produção para verificar a representação eficiente dos serviços públicos da saúde: número total de internações por habitante e a taxa de sobrevivência infantil, dada pelo inverso da taxa de mortalidade infantil. Essas duas variáveis são relevantes: A primeira é considerada uma *proxy* de maximização da estrutura de saúde, ou seja, os leitos já existem, então, é preciso maximizar o seu uso. Já a variável Taxa de sobrevivência Infantil pode ser considerada um indicador de qualidade dos serviços públicos de saúde, já que o elemento fundamental destes é justamente reduzir a taxa de mortalidade, aumentando consequentemente, a vida das pessoas.

Com relação aos insumos, utilizaram-se variáveis relacionadas a infraestrutura, prevenção, promoção e assistência à saúde, dadas pelas seguintes equações:

$$\ln Intern = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln CobVac + \beta_2 CobAtBas + \beta_3 LeitosSus + \beta_4 Pessoal + \beta_5 Estabelecimentos + \varepsilon_j \quad (03)$$

$$\ln TxSobrevInf = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln CobVac + \beta_2 CobAtBas + \beta_3 LeitosSus + \beta_4 Pessoal + \beta_5 Estabelecimentos + \varepsilon_j \quad (04)$$

Onde:

Inter: é o número total de internações hospitalares no SUS (em unidades) por habitantes da *j-ésima* microrregião no ano de 2010;

TxSobrevInf: corresponde a taxa de sobrevivência infantil que é dado pelo inverso da taxa de mortalidade infantil para o ano de 2010 da *j-ésima* microrregião;

CobVacinal: é a porcentagem total da população residente imunizada pelas vacinas disponibilizadas pelo SUS da *j-ésima* microrregião em 2010;

CobAtenBas: Corresponde a porcentagem da população residente, em 2010, coberta pelas equipes de atenção básica de saúde para a *j-ésima* microrregião.

LeitosSus: é o número total de leitos hospitalares, por habitantes, disponibilizados para atendimento pelo SUS da *j-ésima* microrregião no ano de 2010;

Pessoal: corresponde aos profissionais de saúde sendo representado pela quantidade de médicos, enfermeiros e técnicos em enfermagem da *j-ésima* microrregião para o ano de 2010;

Estabelecimentos: Corresponde ao número total de estabelecimentos públicos de saúde, por habitantes, sendo formado por hospitais, centro e postos de saúde da *j-ésima* microrregião para o ano de 2010;

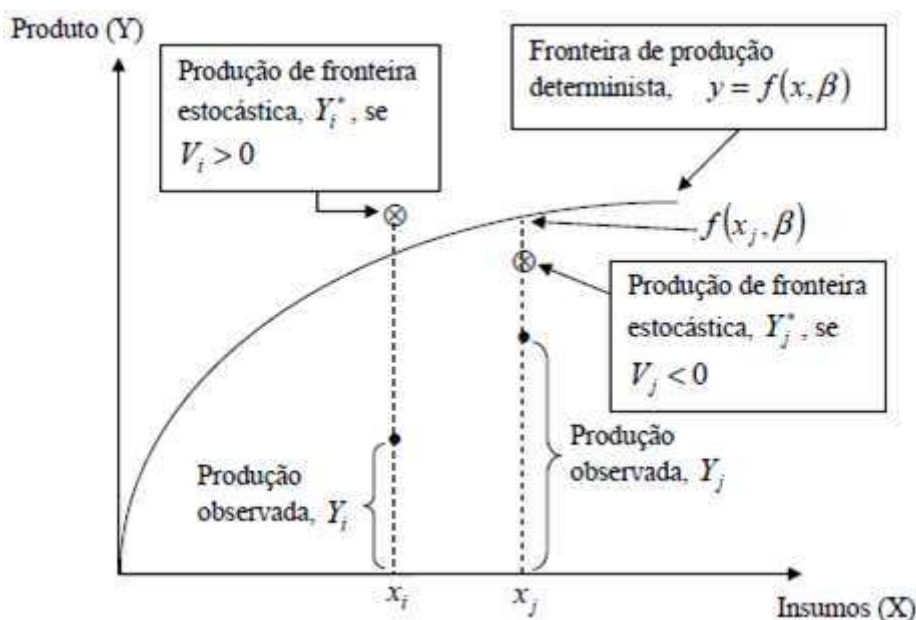
ε_j corresponde ao termo de erro composto na estimativa da fronteira de produção estocástica.

Para encontrar a eficiência técnica (ET_i) de cada unidade de referência, estado e microrregião, aplica-se a razão entre a produção observada e a produção correspondente à fronteira de produção, pois para obter as medidas de eficiência é preciso encontrar o valor de u_i estimado que depende da esperança condicional de u_i aos valores observados de $(v_i - u_i)$. Assim:

$$ET = \frac{Y_i}{Y_i^*} = \frac{f(x_i; \beta) e^{(v_i - u_i)}}{f(x_i; \hat{\beta}) e^{v_i}} = e^{-u_i} \quad (05)$$

Esse procedimento permite calcular o nível máximo que será produzido por uma firma (Y_i^*), o qual é definido pela razão do produto observado pelo máximo produto produzido usando a tecnologia corrente. Para tanto, assume-se que v_i e u_i são independentes, onde o componente de erro v_i , que representa os choques exógenos à firma, é simétrico ($-\infty < v < \infty$), independente e identicamente distribuído (i.i.d) com média zero e variância constante, ou seja, $v_i \sim N(0, \sigma_v^2)$. (AIGNER; LOVELL; SCHMIDT, 1977; MEEUSEN; VAN DE BROECK, 1977; GREENE, 1990).

Battese (1992) e Coelli *et. al.* (2005), explicam graficamente a fronteira estocástica. Os autores representam duas firmas, i e j , nos quais a firma i utiliza os insumos x_i e produz Y_i . Similarmente, a firma j utiliza os insumos x_j para obter o produto Y_j , conforme Figura 5.



Fonte: Battese (1992); Coelli et al. (2005).

Figura 5 - Representação da fronteira de produção estocástica

Observa-se na Figura 5 que a fronteira de produção estocástica da firma i é dado por Y_i^* e está acima da função de fronteira em decorrência das condições favoráveis no seu processo produtivo, sendo o termo de erro v_i positivo. Já com relação a firma j verifica-se o contrário, isto é, a firma tem a fronteira de produção estocástica dada por Y_j^* que está abaixo da fronteira devido as condições desfavoráveis de produção o qual v_j é negativo. Os níveis de produção de fronteira estocástica podem estar acima ou abaixo do nível de produção da fronteira determinística, sendo fundamental o valor da variável aleatória v .

Dito isto, os valores encontrados pelo cálculo da eficiência técnica é limitada por uma escala de produção potencial e variam entre zero (0) e um (1), dependendo da distância entre a produção observada da i -ésima firma e o nível de produção que poderia ser adquirido com a mesma combinação de insumos, se não houvesse ineficiência no setor. Ademais, a função de produção paramétrica é caracterizada por uma forma lisa, contínua, continuamente diferenciável e quase côncava. (ZILLI, 2003)

Os métodos de estimação da fronteira de produção mais comum são: Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), que gera a função de produção média; Mínimos

Quadrados Ordinários Corrigidos (MQOC), que desloca para cima ou para baixo a função de produção; e, a Máxima Verossimilhança (MV), que é o método mais difundido neste tipo de análise e, segundo muitos autores, o mais eficiente dada as características de $(v_i - u_i)$. Desse modo, a estimação dos coeficientes $(\hat{\beta})$ das fronteiras estocásticas será feita por meio dos estimadores de máxima verossimilhança, para encontrar parâmetros eficientes, consistentes e não tendenciosos. (AIGNER; LOVELL; SCHMIDT, 1977).

A vantagem de se fazer as estimações por máxima verossimilhança é que independe da hipótese distribucional para u_i , esta é direta. Ela se efetiva quando se obtém o valor máximo da correspondente função logarítmica de máxima verossimilhança (Log L) que é dado da seguinte maneira:

$$\ln f = -\frac{n}{2} \ln(2\pi) - \frac{n}{2} \ln(\sigma_s^2) + \sum_{i=1}^n \ln[1 - \varphi(z_i)] - \frac{n}{2\sigma_s^2} \sum_{i=1}^n [q_i - f(x_i, \hat{\beta})]^2 \quad (06)$$

Onde n representa o número de observações; σ_s^2 corresponde a variância do modelo; e, $\varphi(z_i)$ denota a distribuição normal acumulada. Desta forma, quando se tem o predomínio do efeito aleatório ($\sigma_u^2 \rightarrow 0$) há eficiência ou ausência de ineficiência técnica. Observa-se, entretanto, que pode existir simultaneamente ineficiência por eventos inesperados em razão da variância aleatória possivelmente tender ao infinito $\sigma_v^2 \rightarrow \infty$. No caso inverso, em que a variação do componente assimétrico tende ao infinito, $\sigma_u^2 \rightarrow \infty$, tem-se que a ineficiência técnica é a principal fonte de variação no modelo.

4.1.2. Determinantes da eficiência

De acordo com Benegas e Silva (2014), quando se analisa a eficiência técnica de serviços públicos localmente ofertados, é relevante considerar o impacto que fatores locais desempenham sobre as estimativas de eficiência, já que fatores fora do controle dos gestores podem influenciá-la em sua performance.

Para uma melhor compressão, Alves (2012) exemplifica essa importância. Conforme o autor, considerando duas localidades distintas, A e B, sendo que ambas são parecidas, mas A possui mais pessoas pobres do que B. Desse modo, os serviços públicos

de saúde seriam favorecidos no local A, pois supondo que ambas aloquem a mesma quantia de recursos, sua produção será maior dada a maior quantidade de usuários.

Conclui-se então, que tão importante quanto saber os níveis de eficiência dos serviços públicos de saúde na região Norte do Brasil, é analisar quais fatores influenciam na sua determinação. Nesse sentido, foi utilizada a abordagem de fronteira estocástica em duas etapas, onde os índices de eficiência encontrados no primeiro estágio são combinados com fatores que podem influenciar a ineficiência técnica.

Nessa lógica, os modelos de regressão são estimados colocando os índices como variável dependente, obtidas na primeira etapa, em contraste com as variáveis ambientais, denominada de segunda etapa, que embora não estejam diretamente relacionados aos insumos de produção, exercem efeito sobre a eficiência técnica das localidades, sendo possível desenvolver ações de políticas públicas na busca do maior incremento de eficiência técnica dos seus processos produtivos a fim de gerar serviços de saúde potencialmente maiores.

Foi nesta linha que Daniel (2011) mostrou que os serviços de saúde geralmente são afetados por variáveis de ambiente, de experiência e de dotação (*background*) que não estão diretamente relacionadas com o controle dos gestores mas alteram o nível de eficiência de uma localidade. Isso também é definido por Fortes e Zoboli (2005), pois segundo os autores a existência de um sistema de saúde não é o principal fator responsável pelos bons indicadores de saúde da sociedade, até porque as suas enfermidades são decorrentes não apenas de fatores biológicos, mas também sociais como educação, renda, alimentação, moradia e meio ambiente. Assim, é relevante verificar a relação de algumas dessas variáveis com os níveis de eficiência das microrregiões.

Desse modo, a maneira mais simples de relacionar os níveis de eficiência, ϕ_i , com variáveis que podem afetá-las é utilizando o modelo Tobit, de James Tobin (1958), pelo fato das variáveis de eficiência serem censuradas, ou seja, possuem um limite inferior e superior, já que estão sitiados entre 0 e 1. Muitos autores utilizam essa técnica como Latruffe *et. al.*(2002); Negri e Freitas (2004); Dasgupta (2003), Daniel (2011), entre outros.

Quanto a escolha das variáveis que influenciam a eficiência técnica dos serviços de saúde, estudos apontam para a importância das condições socioeconômicas dos municípios, microrregiões ou estados. Autores como Duarte *et. al.*(2002), Dranchler *et. al.* (2003), Figueiredo (2004), mostram que as desigualdades na saúde das populações são afetadas por desigualdades sociais, ou seja, socioeconômicas, geográficas e ambientais

com ausência de saneamento básico adequado, baixo grau de escolaridade, investimento desigual de recursos na saúde e outros.

Desse modo, este modelo pode ser dado por meio da regressão abaixo:

$$\hat{\phi} = \beta_i z_i + \mu_i \quad (07)$$

Onde, ϕ_i representa o índice de eficiência na região Norte; β_i , é o vetor de parâmetros que captam o efeito marginal das variáveis ambientais; e, μ_i é o termo de erro aleatório com média zero e variância constante.

Assim, as variáveis utilizadas para a região Norte no ano de 2010 foram:

Famílias cadastradas no Cadastro Único para Programas Sociais-CADÚnico: Corresponde ao total de famílias de baixa renda existentes na região Norte, onde as famílias possuem renda mensal de até meio salário mínimo por pessoa para o ano de 2010;

Renda média per capita: corresponde a razão entre a Renda Nacional por habitante da região Norte, tendo o mesmo significado de renda pessoal para 2010;

Taxa de analfabetismo: Percentual de pessoas com 15 anos ou mais de idade que não sabem ler e escrever, em determinado espaço geográfico em 2010;

Densidade demográfica: corresponde a relação entre a população da região Norte e a superfície do território para o ano de 2010;

Despesa com saúde por habitante: Gasto total com ações e serviços de saúde, em reais, por habitante para o ano de 2010;

Saneamento Básico Inadequado: número de famílias com tratamento adequado de água e esgoto inadequados dentro da região Norte em 2010.

As variáveis relacionadas as condições econômicas explicam a necessidade do maior desempenho possível da saúde pública, enquanto as variáveis de densidade populacional representa o contingente de potenciais usuários, fazendo com que a produção de serviços de saúde se intensifique, *ceteris paribus*.

Observa-se que as variáveis que geram o índice de eficiência serão correlacionados com as variáveis z_i . Além disso, espera-se problemas de multicolinearidade e simultaneidade pelo fato dos dados utilizados serem de cortes seccionais. Desse modo, para controlar tal situação será utilizado também nesse segundo estágio o estimador de máxima verossimilhança, que conforme Simar e Wilson (2007) resolveria os problemas de autocorrelação do termo de erro com as variáveis ambientais.

4.1.3. Análise Exploratória de Dados Espaciais⁵

A oferta dos serviços de saúde podem ser comprometidos de acordo com o ambiente em que se encontra, principalmente quando se trata de uma região tão isolada quanto a região Norte. Nesse caso, buscou-se capturar a correlações entre a eficiência técnica dos serviços públicos de saúde na região Norte e outras variáveis ambientais, de modo a verificar algum padrão de homogeneidade ou de heterogeneidade espacial de acordo com o índice de eficiência técnica encontrado a partir do modelo de fronteira estocástica.

Portanto, dada a suposição da existência da dependência espacial, o valor de uma variável de interesse em certa região (i), no caso a eficiência técnica dos serviços públicos de saúde (y), depende do valor dessa variável na região vizinha (j , y_j) e de variáveis exógenas representadas pelo vetor X (ALMEIDA, 2012):

$$y_i = f(y_j, X) \quad i, j = 1, \dots, n \text{ e } i \neq j \quad (08)$$

Nesse sentido, utilizou-se a técnica de Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) que corresponde a uma coleção de técnicas estatísticas e geográficas com o intuito de descrever e visualizar distribuições espaciais, identificar localidades atípicas, captar padrões de associação espacial e sugerir diferentes regimes espaciais. Assim, essa metodologia permitirá a construção as ilhas de (in)eficiência dos serviços públicos de saúde, isto é, detectar se há um padrão espacial entre o índice de eficiência técnica de uma determinada localidade na região Norte sobre esse mesmo índice e outras variáveis exógenas relevantes. (PEROBELLI; FARIA; FERREIRA, 2006; ALMEIDA, 2012).

A construção dessas ilhas são importantes para o desenvolvimento de políticas públicas adequadas com a realidade de cada localidade de modo a incrementar sua eficiência técnica.

Desse modo, é possível desenvolver análises de dependência espacial global e local univariada e bivariada através da metodologia de Moran, que testa até que ponto o nível de uma variável para uma área é similar ou dissimilar às suas áreas vizinhas. Além disso, este índice é de fácil interpretação, uma vez que é análogo à interpretação dada ao valor de correlação entre as variáveis aleatórias.

⁵ Segundo Almeida (2012), a análise exploratória de dados espaciais compreende-se por uma coleção de técnicas utilizadas para descrever e visualizar distribuições espaciais, identificar localidades atípicas, descobrir padrões de associação espacial e sugerir diferentes regimes espaciais.

Esse índice varia no intervalo entre -1 a +1, atribuindo o valor zero na ausência de correlação espacial, havendo uma dissimilaridade entre os vizinhos e quando mais próximo de zero, tem-se baixa autocorrelação espacial entre o valor do atributo do objeto com relação ao valor médio do atributo dos vizinhos. Em contrapartida, valores próximos da unidade indicam a existência de autocorrelação positiva, havendo áreas com valores similares entre os vizinhos. (SANTOS; RAIÁ JÚNIOR, 2006; MARQUES *et.al.*, 2010).

Para iniciar a análise de dados espaciais, o primeiro passo é testar a hipótese de que os dados espaciais são distribuídos de forma aleatória ou não. Sendo assim, é possível constatar, por exemplo, se a eficiência técnica dos serviços públicos de saúde de determinado estado ou microrregião não possui impactos sobre esta mesma variável em seus vizinhos.

Sumariamente, testa-se a hipótese de que os dados espaciais são distribuídos de forma aleatória, ou seja, se os valores de um certo atributo em determinada localidade não é influenciada pelos valores destes atributos nas localidades próximas. Posteriormente, deve-se estabelecer uma matriz de proximidade conhecida por matriz de pesos W , em que seus pesos são definidos conforme a importância que se atribui à uma observação vizinha. Há vários critérios para se construir a matriz de pesos como contiguidade, distância euclidiana, k vizinhos mais próximos, dentre outros. (ALMEIDA, 2012; TYSZLER, 2006).

4.1.3.1. Autocorrelação Espacial Global de Moran

Para testar a hipótese que eficiência técnica dos serviços públicos de saúde apresenta aleatoriedade espacial utiliza-se a estatística I de Moran global univariada que é estabelecido por um coeficiente de autocorrelação formulado a partir da autocovariância do tipo produto cruzado em relação a variância dos dados. Para calcular a autocorrelação espacial é necessário, primeiramente, desenvolver uma matriz de proximidade $n \times n$, sendo o n o número de observações. A matriz que é gerada recebe o valor 1 (um) quando são vizinhos; caso contrário, recebem o valor 0 (zero). (ALMEIDA, 2012;)

O I de Moran, matricialmente, é dado por:

$$I = \frac{z'Wz}{z'z} \quad (09)$$

Em que, z são os valores da variável de interesse padronizada; e, W_z são os valores médios da variável de interesse padronizada nos vizinhos. (ALMEIDA, 2012).

Conforme Almeida (2012), o sinal encontrado pelo I de Moran é importante, pois se este for significativo e apresentar sinal positivo, conclui-se que os dados estão concentrados nas regiões. Já quando os dados estão dispersos é porque o I apresentou sinal negativo.

Quanto a magnitude de seu valor, um alto valor da variável de interesse de uma região estará cercado por regiões vizinhas com baixos valores da variável e interesse. De forma semelhante, valores baixos desta variável para uma região estarão circundados por regiões vizinhas com valores altos da variável em questão. (ALMEIDA, 2012).

Em oposição a análise univariada, a correlação bivariada constata se uma variável em uma determinada microrregião i possui relação sobre outra variável na microrregião k , como por exemplo se o índice de eficiência técnica da microrregião de Rio Branco-Acre sofre impactos da renda *per capita* da microrregião de Brasiléia- Acre. Para isso, Anselin (1998) propôs a estatística I de Moran Bivariada Global. Neste teste, o objetivo é examinar se os valores entre duas variáveis diferentes são observados em regiões geográficas distintas. O teste é dado por:

$$I_{kl} = \frac{z'_k W_{zi}}{n} \quad (10)$$

Onde, $z'_k = (y_k - \bar{y})$ e $z_t = (y_t - \bar{y})$ são variáveis normalizadas; W é a matriz de contiguidade e n se refere ao número de observações.

Do mesmo modo, a hipótese nula deste teste é que não existe relação entre as variáveis distintas em diferentes regiões.

Embora o I de Moran, tanto univariado quanto bivariado, fornecem uma indicação de associação global entre diferentes variáveis e regiões, estes não permitem a análise do padrão local dos dados espaciais, ou seja, os padrões locais podem ser ofuscados, já que a homogeneidade das variáveis no espaço pode não ser encontrada, sendo necessário aplicar o I de Moran Local, pois quando se decompõe o I global, capturam-se especificidades locais como *clusters* e *outliers* espaciais.

4.1.3.2. I de Moran Local

Quando se constata a presença de autocorrelação espacial é possível o uso de técnicas de detecção de padrões espaciais locais e foi Anselin (1998) que propôs um indicador com a capacidade de capturar os padrões locais de autocorrelação espacial, denominados de *Local Indicator of spatial Association* (LISA). O *I* de Moran Local constitui-se de uma decomposição do indicador global de autocorrelação na contribuição local de cada observação. Sendo assim, os indicadores locais produzem um valor específico para cada observação em estudo. (FRICHE *et. al*, 2006; ALMEIDA, 2012).

As observações são decompostas em quadrantes da relação entre o vetor de desvios Z dos valores observados e o vetor de média ponderada local Wz . Os quadrantes são separados em quatro categorias, a saber: AA (Alto-Alto); BB (baixo-baixo); AB (Alto-baixo); BA (baixo-alto) que análise univariada, compara os diferentes índices de eficiência técnica de saúde entre as localidades.

O quadrante alto-alto indica que localidades com alto valor da variável dependente estão rodeados de locais com alto valor para essa variável. Já o quadrante baixo-baixo, sugere que locais com baixo valor da variável dependente estão circundados por locais com também baixo valor. Já o quadrante alto-baixo (baixo-alto) encontra-se locais com altos valores (baixos valores) da variável dependente próximos a locais com baixos valores (altos valores). Algebricamente, o *I* de Moran Local, é dado pela seguinte equação:

$$I_i = z_i \sum_{j=1}^J w_{ij} Z_j \quad (11)$$

Onde I_i só abrange os vizinhos da região i , conforme a ponderação escolhida na matriz W . Z_i é o valor padronizado da variável de interesse. Desse modo, para que I_i seja um indicador de LISA é necessário que o somatório dos indicadores locais das regiões seja proporcional ao indicador de autocorrelação espacial global correspondente, ou seja:

$$\sum_i I_i = \sum_i z_i \sum_j w_{ij} Z_j = \sum_i \sum_j w_{ij} z_i z_j \quad (12)$$

A análise univariada do LISA diferencia-se do indicador global por fornecer o indicador de associação de vizinhança individualmente a partir de I_i , sendo possível comparar os diferentes índices de eficiência entre as microrregiões por meio dos clusters espaciais. Desse modo, é possível obter no regime baixo-baixo, microrregiões com baixa eficiência técnica dos serviços de saúde sendo rodeadas por outras com mesmo padrão, formando o que se denomina de ilhas de ineficiência, sendo válido também para o inverso.

Do mesmo modo, o I de Moran bivariado fornece uma indicação de associação global entre diferentes variáveis e regiões divergentes, entretanto, não permite uma elaboração de uma análise do padrão local dos dados espaciais. Por esse motivo, tem-se que o I de Moran multivariado local é dado por:

$$I_{kl}^i = z_k^i \sum_j^J w_{ij} Z_l^i \quad (13)$$

A interpretação deste teste é bem parecido com o LISA univariado. Desse modo, tem-se a seguinte classificação: alto-alto, variável que apresenta altos valores e são rodeados por municípios em que outra variável apresenta valores também altos; Do mesmo modo, baixo-baixo, variável que apresenta um baixo valor em determinada município cujo seus vizinhos apresentam baixos valores de outra variável; Seguindo a mesma lógica, baixo-alto corresponde a variável que apresenta baixos valores em uma região e altos valores para regiões geográficas vizinhas; e, alto-baixo, região com altos valores, contígua a regiões geográficas cuja outra variável apresenta altos valores. (SILVA *et.al.*, 2006).

4.2. Fonte de dados e Análise descritiva das variáveis

A seleção e o tratamento dos dados são essenciais quando se trabalha com a eficiência técnica, sendo necessário que as escolhas das variáveis de produto (outputs) e insumos (inputs) forneçam uma relação com a teoria e a realidade.

Neste sentido, as variáveis de produto, segundo Ozcan (2008), devem constar os montantes de internações ou do atendimento ambulatorial, pois devem ser constituídas por variáveis que tragam indicadores de efetividade dos serviços de saúde das microrregiões.

Com relação as variáveis de insumo, devem ser selecionadas aquelas de forma a refletir o investimento de capital, sendo agrupadas em duas categorias: infraestrutura

física e humana como destacado por Marinho (2003); Varela(2008); Dias (2010), dentre outros.

Desse modo, para a execução do modelo proposto neste trabalho foram utilizados dados obtidos junto ao banco de dados do Ministério da Saúde-DATASUS-, por meio dos órgãos competentes de cada área. Utilizou-se também os dados do Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) para o ano de 2010 tendo como unidade básica a região Norte, desagregadas ao nível de estados e microrregiões.

A Tabela 10 resume as variáveis utilizadas neste estudo, bem como o sinal esperado para as mesmas.

Tabela 10 - Resumo das variáveis utilizadas na análise de eficiência dos serviços de saúde para as microrregiões da região Norte para o ano de 2010.

| Variáveis | Unidade de Medida | Média | Desvio Padrão | Mínimo | Máximo |
|-------------------------|--------------------------|--------------|----------------------|---------------|---------------|
| <i>Intern</i> | Proporção | 0,270644 | 0,3803727 | 0,0062904 | 2,520073 |
| <i>TxSobrevInf</i> | % | 78,17398 | 3,218924 | 67,16666 | 83,6775 |
| <i>CobVac</i> | % | 79,15078 | 7,380262 | 56 | 98,44 |
| <i>CobAtBas</i> | % | 69,66332 | 22,16819 | 19,042 | 100 |
| <i>LeitosSus</i> | Proporção | 0,006573 | 0,0099658 | 0,0004091 | 0,0619662 |
| <i>Pessoal</i> | Proporção | 0,011845 | 0,0241048 | 0,0004432 | 0,1421046 |
| <i>Estabelecimentos</i> | Proporção | 0,002649 | 0,0042802 | 0,0001705 | 0,0285709 |
| <i>FamCadUnico</i> | Unidade | 31.552,41 | 33.977,61 | 3.195 | 196.272 |
| <i>RendaMedPerCp</i> | Reais (R\$) | 394,9931 | 167,0703 | 162,15 | 899,78 |
| <i>TxAnalf</i> | % | 15,32969 | 6,835381 | 3,7 | 33,7 |
| <i>DensDemog</i> | Hab/m ² | 18,92269 | 85,57693 | 0,290382 | 684,5207 |
| <i>SanBasico</i> | Unidade | 62.117,7 | 92.813,17 | 4.058 | 565.003 |
| <i>DespSaudeHab</i> | Reais (R\$) | 290,8783 | 198,4918 | 37,959113 | 1.747,788 |

Fonte: Elaborado pela autora

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados nesta pesquisa são apresentados nesta seção. Primeiramente são apresentados os resultados referentes à mensuração da eficiência técnica dos serviços públicos de saúde. Em seguida, verifica-se o quanto as variáveis ambientais influenciam na atuação deste índice de eficiência técnica. Finalmente, expõem-se os resultados obtidos com a análise da dependência espacial da eficiência técnica dos serviços públicos de saúde na região Norte.

5.1. Eficiência Técnica dos serviços públicos de saúde na região Norte

Por meio da estimação da fronteira de produção, obtém-se o nível de eficiência dos serviços de saúde de cada microrregião e estados pertencentes a região Norte, além de apontar quais são os incrementos de produtividade necessários para que os mesmos tornem-se eficientes tecnicamente. Ressalta-se que neste trabalho foram estimadas duas especificações com o intuito de representar a eficiência técnica dos serviços de saúde como definidos na subseção 4.1.1: Total de internações hospitalares por habitante e a Taxa de sobrevivência infantil, dados pelos modelos 1e 2 respectivamente.

O primeiro passo para estimar a fronteira de produção dos serviços de saúde foi realizar o teste da forma funcional para detectar aquela que mais se adequa aos dados utilizados neste trabalho. Para isto, estimou-se a função de produção tanto na forma Cobb-Douglas quanto na função Translog. Posteriormente, fez-se a comparação das duas por meio do teste de funcionalidade, onde, testou-se a hipótese nula que a Cobb-Douglas é a forma mais adequada em relação a Translog por meio do teste de máxima verossimilhança. Depois utilizou-se a tabela de Kodde e Palm para comparar os resultados de acordo com os graus de liberdade, ou seja:

$$H_0 : LL \text{ Cobb- Douglas}$$

$$H_1: LL \text{ Translog}$$

$$LR = -2 [\ln LL H_0 - \ln LL H_1]$$

$LR < T_{KP}$ (Tabela de Kodde & Palm, 1986) Aceita-se H_0 , sendo a Cobb-Douglas a forma funcional que melhor se ajusta aos dados. Um benefício deste modelo é que seus coeficientes estimados são interpretados como elasticidades, uma vez foram utilizados o modelo log-log que permite mensurar a variação percentual da produção de internações, por exemplo, dado suas variáveis explicativas.

Após a estimação da fronteira de produção do primeiro modelo, total de internações por habitante, observa-se pelo teste da razão de Máxima Verossimilhança (LR = 9,3442) que rejeita-se a hipótese de que todos coeficientes são iguais a zero. Em outras palavras, cada microrregião é capaz de gerar sozinho o padrão de ineficiência individual observado, fazendo sentido uma especificação individual.

A Tabela 11 apresenta os resultados encontrados para o modelo 1. Nota-se que o componente relacionado a variância da ineficiência técnica é significativo estatisticamente, sendo então, pertinente estimar o modelo de fronteira estocástica, pois é possível inferir que a ineficiência é considerada um importante determinante do nível de produção que é obtido. Caso essa hipótese fosse rejeitada, o modelo de fronteira se reduziria ao modelo de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

Ademais, o parâmetro $\lambda = \sigma_v/\sigma_u$, mostra a parte do erro composto que se sobressai em relação ao outro, pois conforme a literatura, quando maior o valor do λ tem-se que o termo relacionado a ineficiência técnica domina o termo aleatório.

De acordo com a metodologia proposta, os coeficientes gerados mostram a resposta média das variáveis ao nível de eficiência medida por meio do teste t de significância. Scherer (2014) salienta a importância de chamar a atenção para o fato que o modelo original é dado para o valor da ineficiência, sendo assim, a forma correta de analisar sua saída é de que quando se tem sinais negativos, estes estão contribuindo para aumentar a eficiência. Portanto, sinais positivos dos coeficientes indicam um aumento na ineficiência. Enquanto, para as variáveis da função de produção a interpretação é a usual e pelo fato de se tratar de um modelo em logaritmos, estes correspondem a elasticidades.

A análise dos resultados apontam que os parâmetros estimados das variáveis que explicam a ineficiência técnica são estatisticamente significativos ao nível de 1%, com exceção do intercepto e da variável *cobertura da atenção básica*. Com relação aos sinais dos coeficientes, as variáveis apresentam um relacionamento direto com a produção de internações, ou seja, com a maximização da estrutura de saúde, com exceção da variável referente a *cobertura da atenção básica* (β_2) que apresenta efeito negativo.

Esse resultado é pertinente comparativamente a outros trabalhos na área. Por exemplo, quanto maior o número de famílias afetadas pelas equipes de atenção básica, menor a quantidade de internações hospitalares, pois como sugerido por Mafra (2012), as ações da atenção básica reduzem o total de internações hospitalares já que estas têm como objetivo a prevenção de agravos e promoção da saúde, além das equipes acompanharem de perto as famílias.

Adicionalmente, as variáveis apresentaram o sinal esperado, com exceção da variável de *Cobertura Vacinal* (β_1) pois, esperava-se, *a priori*, um efeito negativo a produção das internações hospitalares pelos mesmos motivos apresentados para a Cobertura da atenção básica, em razão das vacinas terem como finalidade proteger o indivíduo contra doenças e, conseqüentemente, reduzir o total de internações. Entretanto, os dados do MS mostram que a cobertura vacinal na região ainda não é a ideal, pois pouco mais da metade da população está vacinada.

As demais variáveis indicam que quanto maior o número de *leitos do SUS* (β_3), profissionais de saúde, *Pessoal*, (β_4) e *estabelecimentos* (β_5), maior a produção de internações hospitalares por meio da maximização do uso da estrutura de saúde, conforme sua capacidade já que a intenção não é maximizar sua quantidade de leitos e sim o seu uso. Em outras palavras, o aumento de 1% da quantidade de leitos e dos estabelecimentos públicos de saúde aumenta em 0,21% e 0,232% respectivamente a produção de internações.

De maneira similar, quando eleva-se a quantidade de profissionais da saúde, eleva-se no mesmo sentido o número de internações. Embora somente os médicos autorizem a internação, os enfermeiros, técnicos e auxiliares de enfermagem são essenciais para proporcionar o maior alcance aos pacientes, pois como visto no perfil dos serviços de saúde a região Norte apresenta uma média de aproximadamente 0,97 médicos por mil habitantes, o que é menor pelo indicado pela OMS.

Tabela 11 - Resultados da estimação da fronteira de produção estocástica para o modelo 1- Número total de internações hospitalares

| Variável | Coefficiente | Erro Padrão | Valor p |
|--------------------------------|--------------|-------------|----------------------|
| Constante (β_0) | -1,909375 | 2,472991 | 0,440 ^{NS} |
| CobVac (β_1) | 1,411553 | 0,5104711 | 0,006 ^{***} |
| CobAtBas (β_2) | -0,100519 | 0,0990989 | 0,310 ^{NS} |
| LeitosSus (β_3) | 0,5046578 | 0,0758722 | 0,000 ^{***} |
| Pessoal (β_4) | 0,2119099 | 0,0738875 | 0,004 ^{***} |
| Estabelecimentos (β_5) | 0,2329397 | 0,0853963 | 0,006 ^{***} |
| σ_μ | 9,165462 | | 0,376 ^{NS} |
| σ_v | 0,1743698 | | 0,000 ^{***} |
| λ | 52,56336 | | 0,000 ^{***} |

Nota: ^{***} Significativo a 1%; ^{NS} Não Significativo.

Fonte: Resultados da pesquisa

No segundo modelo estimado, em que a taxa de sobrevivência infantil é a variável dependente, novamente por meio do teste de razão de Máxima Verossimilhança (LR =

132,2834) rejeitou-se a hipótese de que todos os coeficientes são iguais a zero, permitindo a análise dos parâmetros para este modelo. A estatística individual da variância do termo de ineficiência, σ_μ , foi significativo, indicando a pertinência em estimar o modelo de fronteira estocástica. O parâmetro λ , que corresponde a razão entre o desvio da ineficiência e o termo de erro aleatório, isto é, σ^v/σ_μ , foi alto, indicando que o termo de erro vinculado a ineficiência técnica prevaleceu sobre o termo de erro aleatório, ou seja, aspectos fora do controle dos gestores influenciam o nível de ineficiência. A Tabela 12 apresenta esse resultado.

Com relação aos coeficientes, tem-se que todas as variáveis foram significativas ao nível de 1% ou 5% de significância, exceto a variável *Pessoal* (β_4) que apesar de não ser significativo apresentou o sinal esperado. Já a variável *LeitosSus* (β_3) não apresentou o sinal esperado, mostrando um efeito negativo com relação a *taxa de sobrevivência infantil*. Esse fato pode ser explicado pela falta de profissionais de saúde na região Norte, conforme os ideais aconselhados pela Organização Mundial de Saúde.

O aumento da taxa de sobrevivência infantil é um grande desafio para o Brasil e, principalmente, para a região Norte que apresenta um elevado índice de mortalidade infantil. Nesse caso, as equipes de saúde da atenção básica são de suma importância, pois contribuem para a inclusão social dos serviços de saúde, com ações que priorizem a assistência adequada as mulheres durante a gravidez, ao parto e ao acompanhamento adequado durante o período puerpério, ou seja, 42 dias após o parto, especialmente para as crianças consideradas de risco. Assim, um aumento em 1% na cobertura da atenção básica elevam a taxa de sobrevivência infantil em 0,028%.

Tabela 12 - Resultados da estimação da fronteira de produção estocástica para o modelo 2 - Taxa de Sobrevivência Hospitalar

| Variável | Coefficiente | Erro Padrão | Valor p |
|---------------------------------------|--------------|-------------|---------------------|
| <i>Constante</i> (β_0) | 4,270237 | 0,050694 | 0,000*** |
| <i>CobVac</i> (β_1) | 0,0114375 | 0,0054474 | 0,036** |
| <i>CobAtBas</i> (β_2) | 0,0289435 | 0,0091446 | 0,002*** |
| <i>LeitosSus</i> (β_3) | -0,0207316 | 0,0082387 | 0,012** |
| <i>Pessoal</i> (β_4) | 0,0006637 | 0,0066074 | 0,920 ^{NS} |
| <i>Estabelecimentos</i> (β_5) | 0,0242945 | 0,0087407 | 0,005*** |
| σ_μ | 1,202733 | | 0,712 ^{NS} |
| σ_v | 0,0146319 | | 0,000*** |
| λ | 82,9955 | | 0,000*** |

Nota:***Significativo a 1%; **Significativo a 5%

Fonte: Resultados da pesquisa

Com relação aos retornos de escala, observa-se eu quando se aumenta em 1% a infraestrutura, assistência e prevenção da saúde, a produção total de internações hospitalares e a taxa de sobrevivência infantil aumentam em 4,31% e 0,35%, respectivamente.

Por meio dos resultados da função de fronteira estocástica, encontrou-se a eficiência técnica dos serviços públicos de saúde, dados pelos modelos 1 e 2, para cada microrregião e estado da região Norte, conforme a equação (05).

Segundo Kumbhakar e Lovell (2000), nem todas as unidades de referência utilizam de forma adequada a capacidade máxima de seus insumos para obter a otimização do produto, isto é, não são tecnicamente eficientes. Isso é tão verdade que os resultados encontrados apresentaram variação considerável para os dois modelos, conforme Tabela 13.

Tabela 13 - Análise descritiva do nível de eficiência técnica dos serviços de saúde das microrregiões da região Norte do Brasil, ano de 2010.

| Variável | Média | Desvio- Padrão | Mínimo | Máximo |
|---------------------|--------------|---------------------------|---------------|---------------|
| <i>ET- Modelo 1</i> | 0,7751746 | 0,1708914 | 0,050406 | 0,9430407 |
| <i>ET- Modelo 2</i> | 0,9679945 | 0,0307791 | 0,8229548 | 0,9948466 |

Fonte: Resultados da pesquisa

Os resultados da eficiência técnica (ET) mostram que o modelo 1 apresenta uma eficiência técnica média de 77,52%, enquanto no modelo 2, a média da ET é bastante alta, ou seja, 96,80%. O menor índice encontrado foi de 5% no modelo 1 e 82,29% no modelo 2. Em contrapartida, encontrou-se o máximo de 94,30% e 99,48% de eficiência técnica para os modelo 1 e 2, respectivamente, ou seja, nenhuma microrregião foi 100% eficiente tecnicamente.

De acordo com a produção total de internações hospitalares que cada microrregião produz efetivamente, é possível verificar que, em média, as microrregiões poderiam aumentar aproximadamente 22% de sua produção, caso utilize os fatores de produção de forma eficiente, enquanto o incremento para o modelo 2 é de apenas 3%.

Dada a amplitude de aproximadamente 90 p.p.⁶ para o modelo 1 e 17 p.p para o modelo 2, é útil desagregar os valores encontrados para cada microrregião da região

⁶ Pontos percentuais.

Norte. Para tanto, a Tabela 14 apresenta a frequência dos níveis de eficiência técnica encontrados. A Tabela completa com o ranking de eficiência das microrregiões encontra-se no Anexo A.

Tabela 14 - Distribuição da frequência dos níveis de eficiência técnica para o modelo 1.

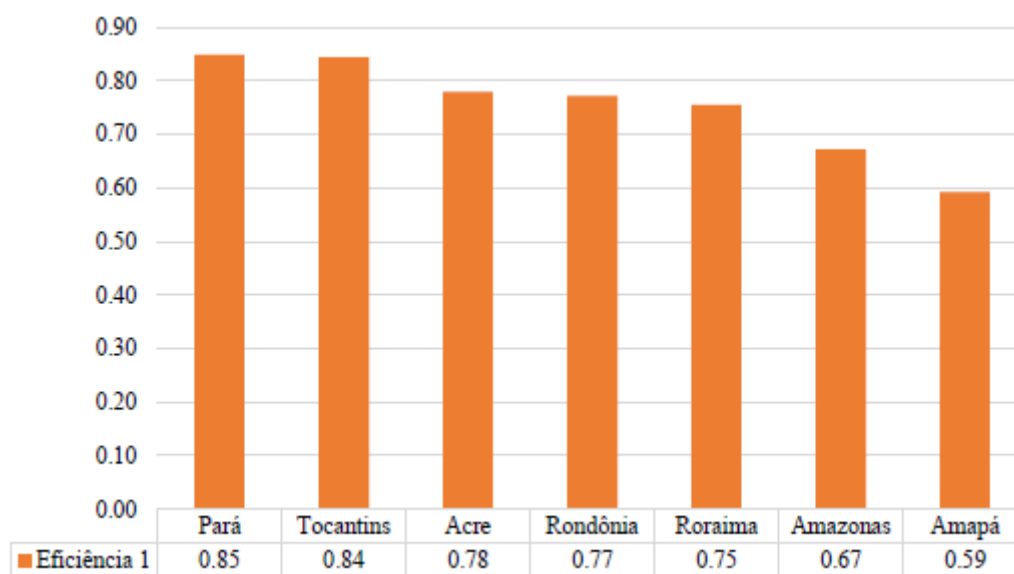
| Níveis de eficiência | Número de microrregiões | Percentual (%) |
|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| 0 + 0,50 | 4 | 6 |
| 0,51 + 0,70 | 9 | 14 |
| 0,71 + 0,90 | 42 | 66 |
| 0,91 + 1 | 9 | 14 |
| = 1 | 0 | 0 |
| Total | 64 | 100% |

Fonte: Resultados da pesquisa

As microrregiões que alcançaram os melhores desempenhos de eficiência no modelo 1 foram: Jalapão-TO, Bico Papagaio-TO, Tomé-Açú-PA, Sena Madureira-AC, Guamá-PA, Cametá-PA, Paragominas-PA, Bragantina-PA e Redenção-PA, com uma eficiência técnica de entre 91% e 94%, portanto, podem ser considerados *benchmarks* para as outras microrregiões. Já as microrregiões do Amapá – AP, Ri Preto da Eva-AM e Rio Negro –AM, foram as que obtiveram os piores desempenhos, apresentando um nível de eficiência técnica abaixo de 50%. Assim, no curto prazo, ganhos adicionais da produtividade de internações podem ser alcançados pela melhoria do desempenho dos seus insumos já disponíveis. No geral, 95% das microrregiões obtiveram a eficiência técnica acima de 50%.

Como as políticas de saúde são desenvolvidas conforme as divisões regionais, faz sentido fazer a análise também para as unidades da federação. Assim, torna-se mais fácil as comparações de disparidades interestaduais dentro da região norte. A Figura 6 apresenta o *ranking* para os estados da região Norte, onde o Pará é o estado que apresenta o melhor desempenho da eficiência técnica quando o produto é dado pelas internações, ou seja, é o estado que melhor utiliza os recursos disponíveis, mas ainda tem muito o que melhorar, já que ainda é possível incrementar sua produção em 15%.

O estado do Amapá apresenta o pior desempenho na região Norte, possibilitando uma melhora de 41% de produtividade apenas com o uso correto dos fatores/insumos de saúde que possuem. Os demais estados encontram-se na média de 76% de eficiência técnica no modelo 1.



Fonte: Resultados da pesquisa

Figura 6 - Ranking da eficiência técnica dos serviços públicos de saúde para os estados da região Norte- modelo 1

Estes resultados são bem próximos dos encontrados por Benegas e Silva (2014) para o modelo 1, onde o Pará é o estado, dentro da região Norte, que apresenta maior eficiência técnica, porém a eficiência aqui é menor. Os demais estados apresentam uma colocação de eficiência técnica diferente da encontrado pelos autores, entretanto, alguns possuem praticamente o mesmo nível de eficiência como o Amapá com 59%.

Com relação ao segundo modelo estimado, que utiliza a taxa de sobrevivência infantil como variável dependente, encontrou-se os escores de eficiência conforme Tabela 15.

Tabela 15 - Distribuição da frequência dos níveis de eficiência técnica para o modelo 2.

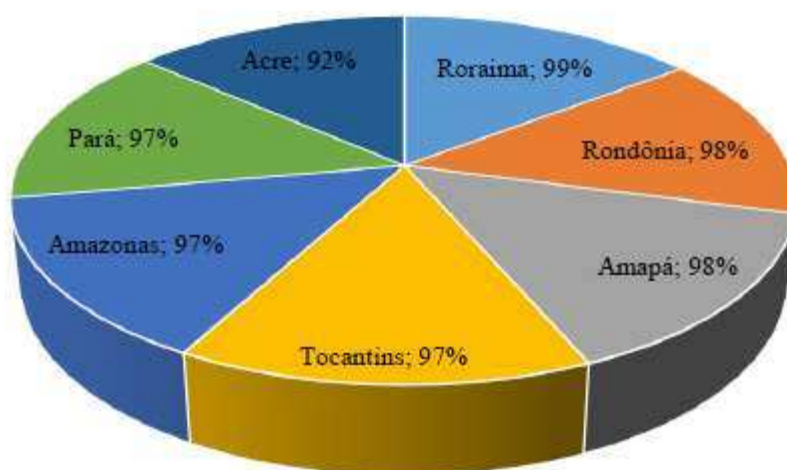
| Níveis de eficiência | Número de microrregiões | Percentual (%) |
|----------------------|-------------------------|----------------|
| 0 + 0,50 | 0 | 0 |
| 0,51 + 0,70 | 0 | 0 |
| 0,71 + 0,90 | 4 | 6,25 |
| 0,91 + 1 | 60 | 93,75 |
| = 1 | 0 | 0 |
| Total | 64 | 100% |

Fonte: Resultados da pesquisa

Nela consta que cerca de 93,75% das microrregiões situaram-se próximo da fronteira de produção com uma média de 97% de eficiência técnica dos serviços de saúde quando a produção é a taxa de sobrevivência infantil.

As microrregiões que mais se destacaram foram: Boa Vista – RR, Itaituba –PA, Almeirim – PA, Colorado D'Oeste – RO, Gurupi-TO, Sudeste de Roraima-RR; Caracaraí- RR, Itacoatiara-AM e Vilhena – RO, apresentando uma eficiência média acima de 99%, isto é, bem próxima à fronteira de produção. Estas podem servir de espelho para as demais microrregiões, pois estão utilizando os insumos disponíveis de maneira eficiente tecnicamente.

Levando em consideração os estados da região Norte, observa-se que seus resultados são bem diferentes do encontrado para o modelo 1 (Figura 7), em que o estado de Roraima é o que apresenta a maior eficiência técnica. Em contrapartida, o Estado do Acre apresenta os piores níveis, sendo possível um incremento de mais de 8% para atingir o ideal de eficiência técnica.



Fonte: Resultados da pesquisa

Figura 7 – Ranking da eficiência técnica dos estados da região Norte – modelo 2.

Em suma, o que pode-se concluir com a estimação do segundo modelo é que os estados do Norte não apresentam grandes deficiências na produção de serviços públicos de saúde quando este é obtido por meio da taxa de sobrevivência infantil. Isso se deve pelo fato da taxa de mortalidade infantil não ter grandes variabilidades dentro da região e também a grande incidência das equipes de atenção básica na região.

5.2. Determinantes da Eficiência Técnica dos serviços públicos de saúde na região Norte

A fim de verificar a influência que variáveis ambientais, fora do controle do produtor, causam no índice de eficiência, regrediu-se os índices encontrados mediante a fronteira de produção para os modelos 1 e 2, com as variáveis Famílias cadastradas no Cadastro único para Programas Sociais (CADÚnico), renda média *per capita*, taxa de analfabetismo, densidade demográfica, domicílios com instalações sanitárias inadequadas (apenas para o modelo 1) e despesa total com saúde por habitante (apenas para o modelo 2). O estudo do impacto da eficiência é essencial para que políticas públicas sejam desenvolvidas para melhorar o desempenho dos indicadores de saúde da região. A estimação obtida para o modelo 1 é dada pela Tabela 16.

As variáveis exógenas influenciam positivamente o nível de eficiência técnica para os serviços públicos de saúde na região Norte, exceto a variável relativa ao saneamento básico e taxa de analfabetismo. Ou seja, quando aumenta-se o número de famílias de baixa renda (cadastradas no CADÚnico), aumenta-se também o nível de eficiência técnica dos serviços de saúde, bem como a renda *per capita* e a densidade demográfica. Assim, a eficiência técnica da produção de internações hospitalares é maior quando se aumenta a população residente de cada microrregião e estado como observado por Benegas e Silva (2014), pois quanto maior a quantidade de usuários, maior deve ser a produção de saúde e conseqüentemente sua eficiência. Resultado contrário foi encontrado por Marinho (2003) em estudo realizado para o estado do Rio de Janeiro. Segundo os resultados do autor, quanto maior a quantidade de usuários menor é a eficiência técnica devida principalmente ao efeito congestionamento que ocorrem com frequência nos hospitais, pois a estrutura dos serviços de saúde ainda não são suficientes para toda a população.

As variáveis de *Saneamento básico inadequados* e *taxa de analfabetismo* mostram um efeito negativo com a eficiência técnica, o que é previsível e esperado. O Saneamento básico pode ser considerado uma *proxy* de prevenção de saúde, pois as mesmas evitam que os indivíduos adquiram doenças causadas por grandes epidemias. Logo, o modelo mostra que quanto maior os domicílios que possuem saneamento básico, maior a eficiência. Esse resultado é importante, pois mostra que quanto maior a população vulnerável maior será a ineficiência dos serviços de saúde.

Tabela 16 – Determinantes da eficiência técnica dos serviços públicos de saúde para o modelo 1.

| Variáveis | Coefficientes | p-Valor |
|-----------------------------------|----------------------|----------------|
| <i>Constante</i> (σ_0) | 0,3809612 | 0,010*** |
| <i>FamCadUnico</i> (σ_1) | 0,0000103 | 0,000*** |
| <i>RendaPerCap</i> (σ_2) | 0,0004553 | 0,032** |
| <i>TxAnalf</i> (σ_3) | -0,0085553 | 0,046** |
| <i>DensDemog</i> (σ_4) | 0,0006409 | 0,100* |
| <i>SanBasInad</i> (σ_5) | -0,0000406 | 0,001*** |

Nota:*** Significativo a 1%; *Significativo a 10%

Fonte: Resultados da pesquisa

Embora o modelo 2 tenha apresentado um nível bastante elevado de eficiência técnica dos serviços públicos de saúde para a região Norte, ainda é possível melhorar este nível, já que nenhum estado ou microrregião apresentou-se sobre a fronteira de produção. As variáveis exógenas selecionadas determinam o quanto que estes fatores contribuem para que a eficiência técnica seja obtida em sua forma plena. Em outras palavras, os resultados da Tabela 17 evidenciam que as variáveis relacionadas a características demográficas são mais relevantes aos serviços de saúde pública do que as variáveis socioeconômicas, uma vez que estas não apresentaram significância estatística.

Tabela 17 - Determinantes da eficiência técnica dos serviços públicos de saúde para o modelo 2.

| Variáveis | Coefficientes | p-Valor |
|------------------------------------|----------------------|---------------------|
| <i>Constante</i> (σ_0) | 0,9956861 | 0,000*** |
| <i>FamCadUnico</i> (σ_1) | 0,0000233 | 0,877 ^{NS} |
| <i>RendaPerCap</i> (σ_2) | -0,0000327 | 0,266 ^{NS} |
| <i>TxAnalf</i> (σ_3) | -0,0027772 | 0,000*** |
| <i>DensDemog</i> (σ_4) | -0,0002582 | 0,037** |
| <i>DespSaúdeHab</i> (σ_5) | 0,0001095 | 0,019** |

Nota:*** Significativo a 1%; ** Significativo a 5%; ^{NS} Não significativo

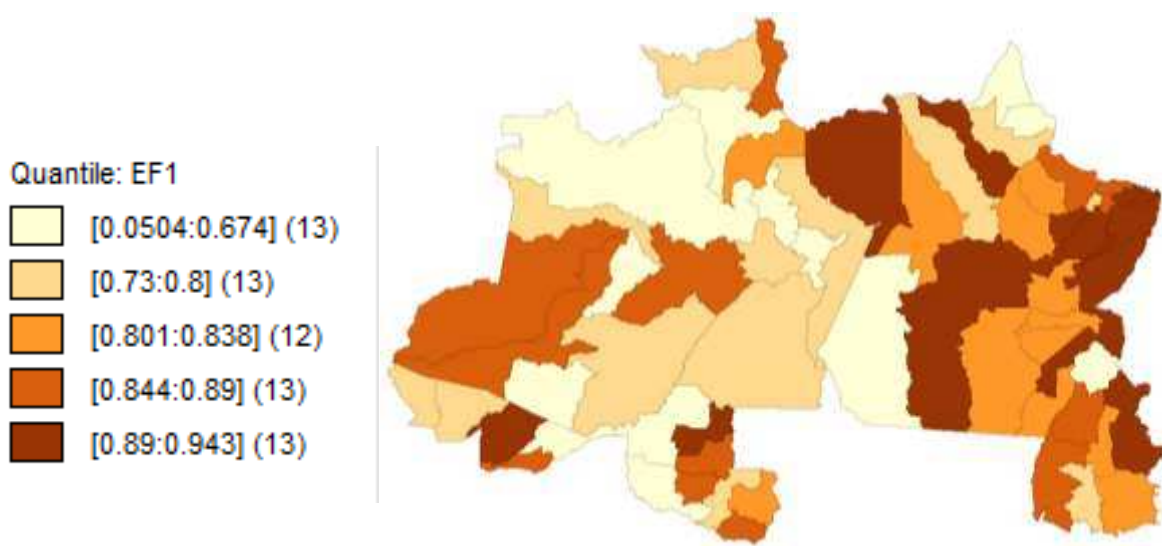
Fonte: Resultados da pesquisa

Neste modelo, apenas as variáveis relacionadas ao total de famílias de baixo renda, pertencentes ao CADÚnico e o total de despesas com ações e serviços de saúde por habitante, tiveram um efeito positivo com a eficiência técnica, demonstrando que quando estes aumentam, a eficiência técnica também aumenta. As demais variáveis apresentam um relacionamento negativo, isto é, quanto maior o número de pessoas com estudo, maior será a eficiência técnica de saúde.

5.3. Análise Exploratória de Dados Espaciais

Finalmente, fez-se uma análise exploratória de dados espaciais com o intuito de capturar as correlações entre as variáveis ambientais com a eficiência técnica dos serviços de saúde na região Norte. Desse modo, os testes realizados irão mostrar se a dependência espacial é relevante no fenômeno estudado, ou seja, se seu valor é modificado a partir da interação com os outros municípios vizinhos.

A Figura 8 apresenta a distribuição da variável *Índice de Eficiência Técnica* para o modelo 1 para cada município da região Norte. Observa-se que a maior proporção de eficiência técnica se encontra nos estados do Pará, como já referido na Figura 6 já que este estado obteve o maior nível de eficiência técnica de acordo com o modelo 1. Em contrapartida, os menores níveis de eficiência são encontrados em diversos municípios dos estados do Amapá, Roraima e Amazonas.

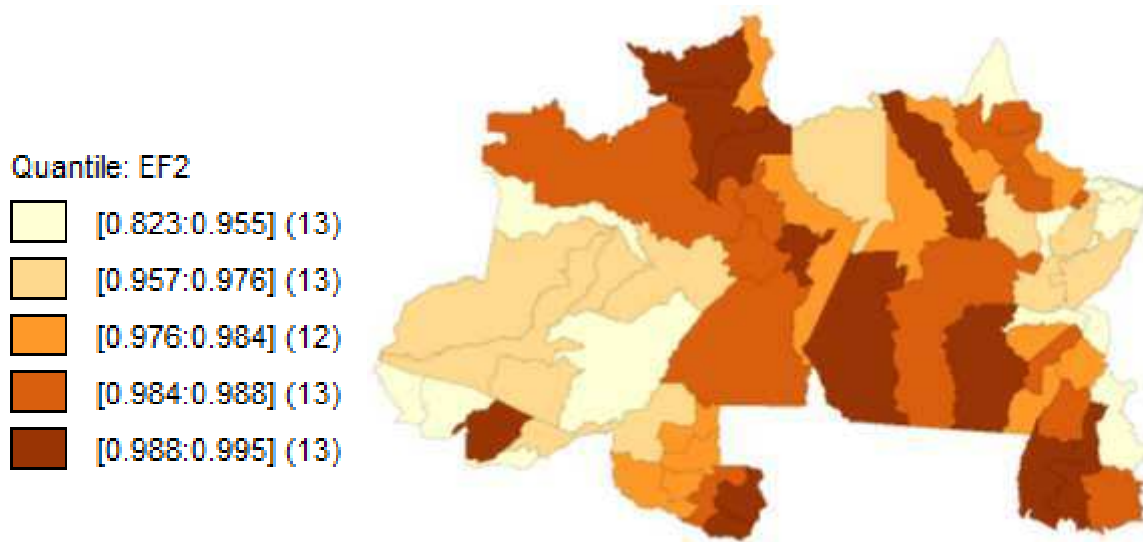


Fonte: Resultados da pesquisa

Figura 8 - Distribuição espacial da Eficiência Técnica dos serviços públicos de saúde na Região Norte no modelo 1.

Quanto ao modelo 2, a sua distribuição de eficiência técnica é exibida na Figura 9. Nela, é possível notar o alto nível de eficiência técnica está bem distribuída na região, sendo os municípios dos estados do Acre e Amazonas os que possuem uma baixa proporção de eficiência. No entanto, é preciso verificar se de fato há a presença ou ausência de dependência espacial e confirmar se nas 64 microrregiões pertencentes a

região Norte, os índices de eficiência dos serviços da saúde ocorre de forma aleatória ou seguem algum padrão de dependência espacial.



Fonte: Resultados da pesquisa

Figura 9 - Distribuição espacial da Eficiência Técnica dos serviços público de saúde na Região Norte no modelo 2.

Como já referido, utilizou-se a estatística I de Moran Global para inferir se a distribuição da eficiência técnica dos serviços de saúde ocorrem de forma aleatória ou não. O resultado para o período analisado foi de 0,1916 para o modelo 1 e 0,2436 para o modelo 2. Como pode ser visto na Tabela 18, ambas as estatísticas foram significativas ao nível de 1%, sugerindo que a hipótese nula do padrão aleatório na distribuição dos dados é rejeitada, evidenciando a influência espacial.

Outro dado importante é com relação ao sinal positivo do coeficiente do I de Moran, o que indica que há similaridade na distribuição. Em suma, municípios/microrregiões com eficiência técnica acima da média estão rodeados por municípios/microrregião com eficiência técnica também acima da média e o contrário também é válido.

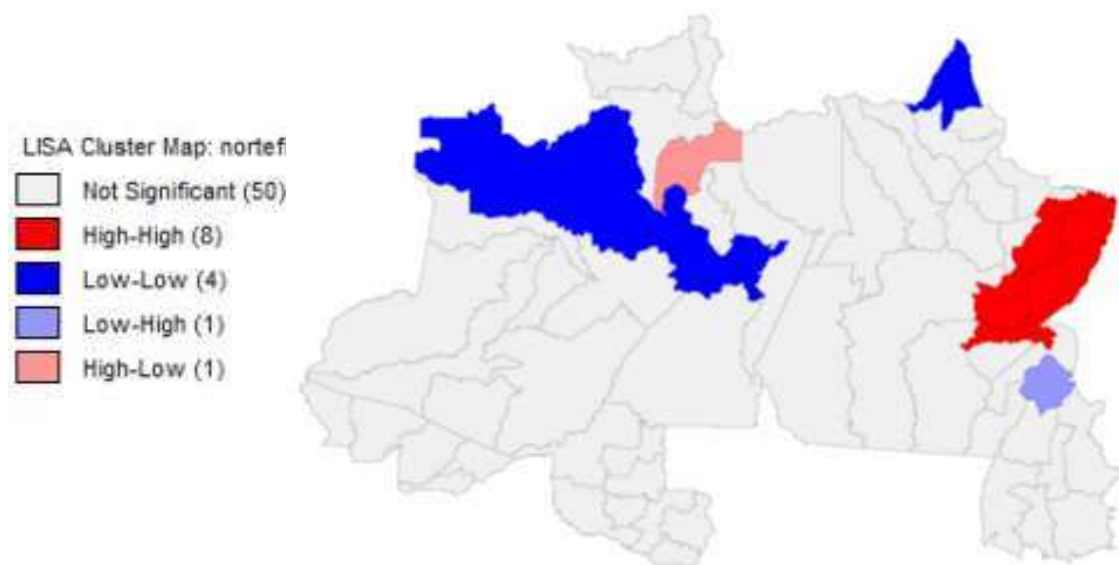
Tabela 18 - I de Moran Global Univariado para a eficiência técnica nas microrregiões da região Norte do Brasil.

| Variável | I de Moran Univariado | p-valor | Permutações |
|----------------------------|-----------------------|----------|-------------|
| <i>Eficiência modelo 1</i> | 0,1916 | 0,001*** | 99999 |
| <i>Eficiência modelo 2</i> | 0,2436 | 0,004*** | 99999 |

Nota:***Significativo a 1%;

Fonte: Resultados da pesquisa

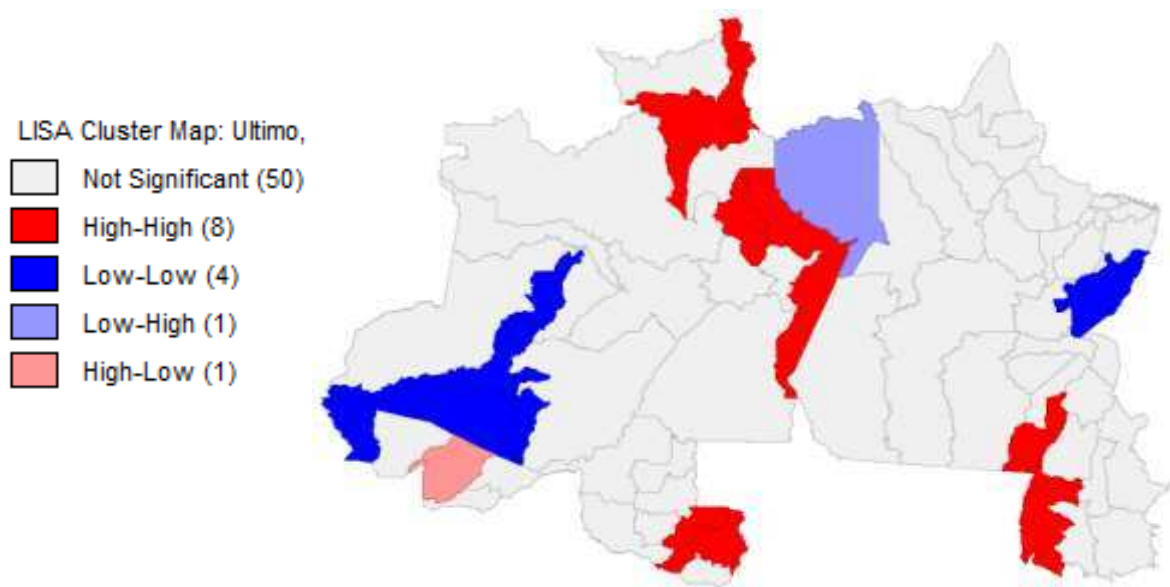
Expandindo a análise, fez-se o Índice de Moran Local univariado para os modelos 1 e 2 (Figura 10). Tem-se uma formação clara do *clusters* Baixo-Baixo e Alto-Alto para o índice de eficiência técnica do modelo 1. Em outras palavras, as microrregiões do estado do Amazonas apresentam as ilhas de ineficiência para os serviços de saúde concentradas principalmente nos municípios de Barcelos, Novo Airão, Santa Isabel do Rio Negro, Autazes, Careiro, Manaus, Manacapuru, e a microrregião de Itacoatiara. Já o estado do Pará apresentou *clusters* Alto-Alto, chamadas de ilhas de eficiência.



Fonte: Resultados da pesquisa

Figura 10 - Clusters de eficiência dos serviços de saúde das microrregiões da região Norte- modelo 1.

Já a análise do I de Moran Local univariado para o modelo 2, aponta que não há uma concentração de microrregiões nos *clusters*, onde o *cluster* Alto-Alto foi o que apresentou o maior número de microrregiões, sugerindo que microrregiões com altos índices de eficiência são vizinhos de microrregiões com altos índices de eficiência como ocorre com as microrregiões do estado do Amazonas: Rio Preto da Eva, Parintins; Rondônia: Vilhena e Cacoal, como mostra a Figura 11.



Fonte: Resultados da pesquisa

Figura 11 - Clusters de eficiência dos serviços de saúde das microrregiões da região Norte- modelo 2.

Por conseguinte, empregou-se a o I de Moran bivariado fazendo a comparação entre duas variáveis. Neste trabalho, a variável endógena, que corresponde aos níveis de eficiência técnica encontrados na fronteira de produção estocástica, são comparadas com outras variáveis que possuem ligação com aquelas, chamadas de variáveis exógenas. Para tanto, as variáveis que afetam a eficiência técnica foram testadas no teste bivariado para capturar além dos diferenciais da eficiência, parte da dependência espacial. Os resultados na Tabela 19.

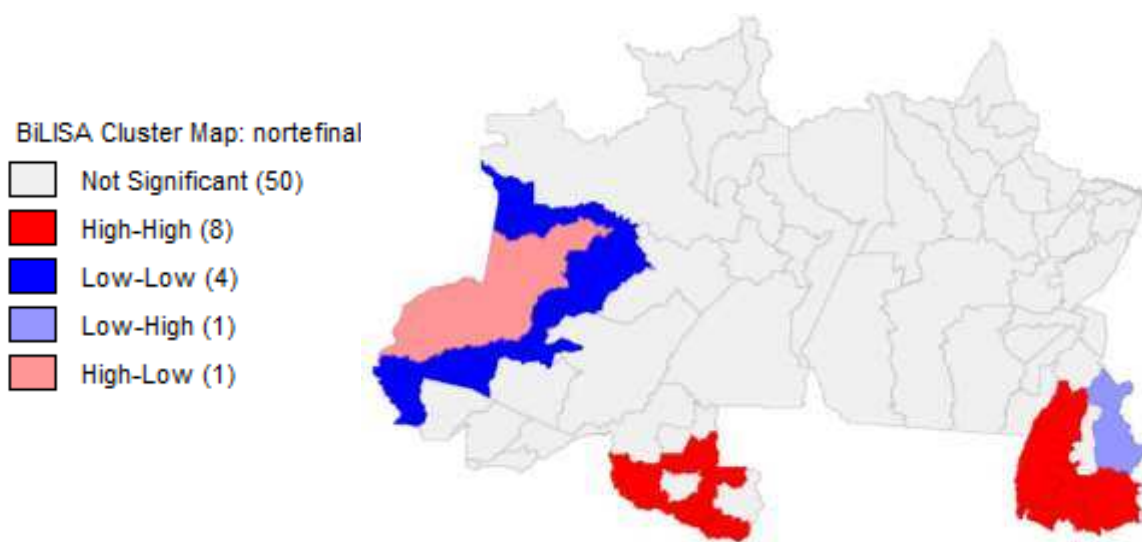
As variáveis relacionadas aos beneficiários do CADÚnico, Saneamento básico e despesa total com saúde por habitante não foram significativos para nenhum dos modelos. Enquanto, a taxa de analfabetismo, renda per capita foi significativo apenas para o modelo 2. O modelo 1 só foi significativo para a densidade demográfica.

Tabela 19- I de Moran Global Bivariado da eficiência técnica dos serviços de saúde – modelo 1 e modelo 2.

| Variáveis | Modelo 1 | | Modelo 2 | | Permutações |
|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|-------------|
| | I de Moran Bivariado | p-valor | I de Moran Bivariado | p-valor | |
| <i>FamCadUnico</i> | 0,0234 | 0,364 ^{NS} | -0,0127 | 0,384 ^{NS} | 99999 |
| <i>RendaPerCap</i> | -0,0067 | 0,442 ^{NS} | 0,1862 | 0,001 ^{***} | 99999 |
| <i>TxAnalf</i> | -0,0548 | 0,175 ^{NS} | -0,3503 | 0,001 ^{***} | 99999 |
| <i>DensDemog</i> | 0,0811 | 0,044 ^{**} | -0,031 | 0,248 ^{NS} | 99999 |
| <i>SanBasico</i> | -0,0126 | 0,375 ^{NS} | 0,0207 | 0,388 ^{NS} | 99999 |
| <i>DespSaúdeHab</i> | 0,0569 | 0,153 ^{NS} | 0,0623 | 0,106 ^{NS} | 99999 |

Nota:*** Significativo a 1%; ** Significativo a 5%; *Significativo a 10%; ^{NS} Não significativo.
 Fonte: Resultados da pesquisa

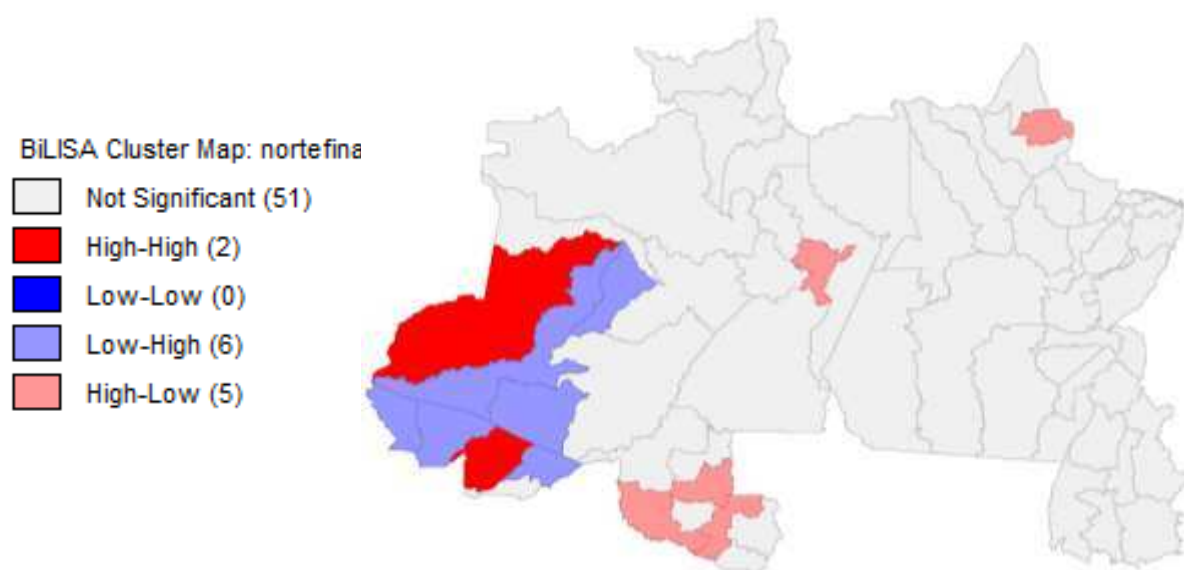
Para tanto, estendendo a análise bivariada, aplicou-se o LISA bivariado apenas aqueles em que o I de Moran foi significativo. Dessa forma, tem na Figura 12, que municípios com alto nível de eficiência técnica dos serviços públicos de saúde são rodeados por municípios com altos níveis de renda per capita. Similarmente, municípios com baixos níveis de eficiência técnica estão rodeados por municípios com igual característica de renda per capita. Isto fica bem claro nos municípios pertencentes aos estados Rondônia e Tocantins que formam ilhas de eficiência.



Fonte: Resultados da pesquisa

Figura 12 - Clusters de eficiência técnica dos serviços públicos de saúde e renda per capita – modelo 2.

Com relação a Taxa de analfabetismo e a eficiência técnica, os resultados apontam Baixo-Alto, ou seja, municípios com altos (baixos) índices de eficiência técnica estão próximos de municípios com baixas (altas) taxas de analfabetos. Isto fica evidente principalmente nas microrregiões do estado do Acre, como Cruzeiro do Sul, Tarauacá, Rio Branco, e algumas microrregiões do Amazonas, a saber: Boca do Acre, Juruá e Tefé pertencentes ao *cluster* baixo-alto. Já as microrregiões de Rondônia está basicamente inserida no *cluster* Alto- baixo.



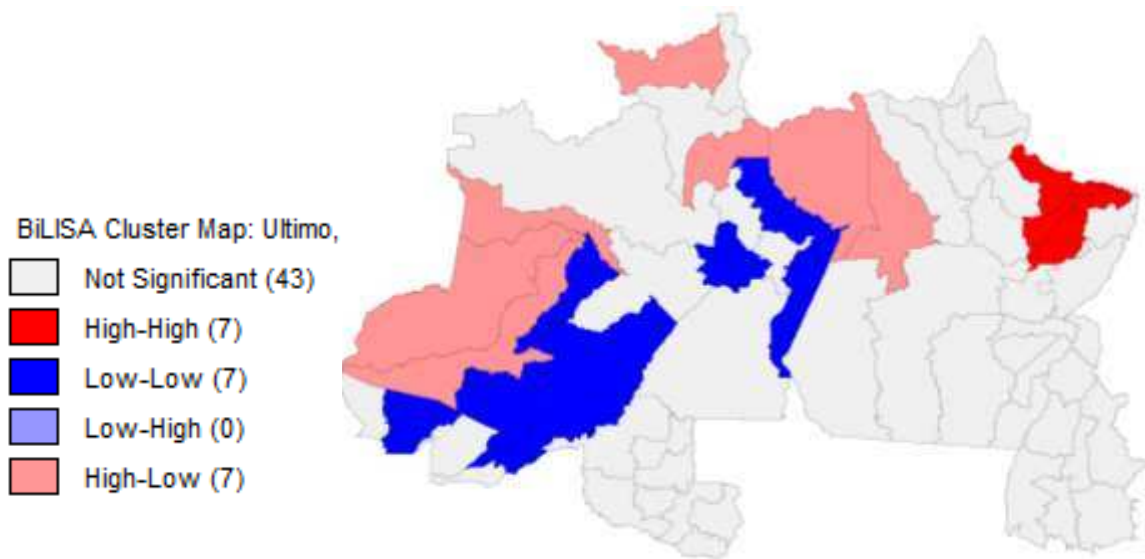
Fonte: Resultados da pesquisa

Figura 13 - Clusters de eficiência técnica dos serviços de saúde e Taxa de Analfabetismo – modelo 2.

Com relação a densidade demográfica, o I de Moran bivariado concentrou-se mais nos *clusters* Alto-Alto, Baixo-Baixo e Alto- Baixo. Assim, tem-se que no estado do Acre e parte do Amazonas, os municípios com baixos índices de eficiência estão rodeados por regiões com densidade demográfica baixa. Já o estado do Pará, tem uma concentração de microrregiões no *cluster* Alto-Alto, ou seja, os índices de eficiência técnica das microrregiões de Arari, Tome-Açú, Salgado e Bragantina, maior a densidade demográfica.

Em contrapartida, algumas microrregiões do Pará e do Amazonas estão inseridas no *cluster* Alto-Baixo, indicando que as microrregiões de Alto Solimões-AM, Japurá-AM, Juruá-AM, Óbidos-PA e Santarém-PA apresentam altos níveis de eficiência técnica

dos serviços públicos de saúde, porém, estão rodeados de microrregiões/municípios com baixa densidade demográfica.



Fonte: Resultados da pesquisa

Figura 14 - *Clusters* de eficiência técnica dos serviços públicos de saúde e densidade demográfica – modelo 1

A visualização dos *Clusters* são primordiais para o alcance da melhoria dos indicadores de saúde pública, pois é possível conhecer as regiões que necessitam de políticas públicas voltadas para sua realidade e, assim, promover uma maior inclusão social dos serviços de saúde com a priorização das comunidades que vivem em locais que requerem atenção mais urgente sobre o acesso aos cuidados básicos de saúde.

6. CONCLUSÕES

Avaliar o desempenho dos sistemas públicos de saúde são fundamentais, principalmente no Brasil, onde o Estado garante que a saúde é um direito de todos. Contudo, dada a limitação dos recursos, é imprescindível a melhoria na eficiência técnica desses sistemas até mesmo para garantir a sustentabilidade financeira dos mesmos. Além disso, se os serviços de saúde são ineficientes, ou seja, não utilizarem de forma adequada os insumos que dispõem, há um impacto negativo na quantidade de pessoas que dependem destes serviços. (NHHRC, 2009).

Desse modo, as estimativas das fronteiras de produção estocásticas dos sistemas de saúde na região Norte do Brasil possibilitou um amplo conhecimento da eficiência destes serviços, uma vez que além de mostrar seus índices também identificou variáveis o influenciam, além de fazer uma análise exploratória dos dados espaciais.

Este estudo visa contribuir para o alcance e melhoria dos indicadores de saúde relacionados à elevação do número total de internações hospitalares e a redução da taxa de mortalidade infantil, a fim de fortalecer a capacidade das Unidades de Saúde nas microrregiões para o atendimento das demandas, garantindo melhoria dos serviços destinados à saúde dos mesmos, aumentando a cobertura e o acesso do cidadão aos serviços de saúde durante toda a vida.

Devido à indisponibilidade dos dados, não foi possível fazer um estudo mais recente e com um período mais longo de tempo, sendo fundamental estudos nessa área, pois apesar de muitos estudos avaliarem a eficiência técnica da saúde, ainda há uma grande carência de trabalhos para a região Norte.

Os resultados apontam que a eficiência técnica dos serviços de saúde no quesito produção *total de internações hospitalares por habitante* ainda precisa melhorar bastante, já que sua média é de apenas 77,51%, ou seja, é possível ter um incremento, em média, de 22,49% conforme os recursos disponíveis para a região. O estado do Amapá foi o que apresentou o pior nível de eficiência ficando bem abaixo da média (59%). Já os estados do Pará e Tocantins foram os grandes destaques, onde as microrregiões de Jalapão-TO e Bico do Papagaio-TO, apresentaram os melhores resultados alcançando o primeiro (1º) e (2º) lugar neste *ranking*.

A estimação dos determinantes que influenciam a eficiência técnica para o modelo 1 mostra que as variáveis estimadas: Famílias beneficiárias CADÚnico, Renda média per capita, taxa de analfabetismo, densidade demográfica e saneamento básico

foram significativos, apontando um relacionamento direto com o nível de eficiência, ou seja, estas variáveis aumentam o nível de eficiência. A exceção foi para a taxa de analfabetismo e saneamento inadequados. Assim, quando diminuem seus valores a eficiência técnica de saúde se eleva.

Já com relação ao modelo 2, taxa de sobrevivência infantil, a eficiência técnica obteve níveis elevados com uma média de 96,79%, bem próximo à fronteira de produção. Os estados com maior destaque foi o de Roraima com 99% de eficiência técnica, seguidos de Rondônia e Amapá, ambos com 98%. Já as variáveis exógenas mostram que o que mais influencia na taxa de mortalidade infantil são as características demográficas e não as socioeconômicas.

Com relação a verificação da aleatoriedade espacial, constatou-se que as variáveis de eficiência técnica dos serviços públicos de saúde apresentam influência espacial, conforme teste I de Moran. Fazendo a análise bivariada da eficiência, ou seja, comparando a eficiência com as variáveis exógenas que influenciam na eficiência técnica, observa-se que somente a variável Densidade demográfica foi significativa para o modelo 1. Enquanto para o modelo 2, as variáveis relacionadas a renda per capita e a taxa de analfabetismo foram significativas. As demais variáveis não mostram uma relação de dependência espacial entre o índice de eficiência técnica. .

Desse modo, conclui-se a importância que o Sistema Único de Saúde - SUS adote inovações para melhorar a saúde de sua população segundo as características da região Norte. Por exemplo, seria interessante a implementação de Equipes Saúde da Família Móvel, Terrestre e Fluvial, pois assim desenvolveria na região uma Estratégia de Saúde Itinerante, já que muitas localizadas são de difícil acesso e as pessoas residentes ficam à mercê das condições estabelecidas.

Além disso, conclui-se que é preciso desenvolver medidas que fortaleçam a área de planejamento e inteligência em saúde para desenvolver ações coletivas para a prevenção e controle das enfermidades e uma série de estudos para melhorar a visão estratégica dos Estados/municípios, setorial e multi-setorial na saúde atual e futura da população.

7. REFERÊNCIAS

- AIGNER, D.J; LOVELL, C.A. K; SCHMIDT, P. **Formulation and estimation of stochastic production function models.** *Journal of econometrics*, 6, p. 21-37, 1977.
- ALMEIDA, E. **Econometria espacial aplicada.** Ed. Alínea, Campinas-SP, 2012.
- ALMEIDA, P.N.A. **Fronteira de produção e eficiência técnica da agropecuária brasileira em 2006.** Tese (Doutorado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.
- ALVES, L. A. **Avaliação da eficiência na atenção básica à saúde nos municípios do Estado do Espírito Santo.** Dissertação (Mestrado). Fundação Instituto Capixaba de Pesquisas em Contabilidade, Economia e Finanças – FUCABE, 2012.
- ALVES, L. F; ANDRADE, M. V. **Impactos de saúde nos rendimentos individuais no Brasil.** *Revista de Economia Aplicada* 7, 359-388, 2003.
- ANDRADE, M.V; NORONHA, K. V. M de S; MENEZES, R de M; SOUZA, M.N; REIS, C. de B; MARTINS, D. R; GOMES, L. **Desigualdade socioeconômica no acesso aos serviços de saúde no Brasil: Um estudo comparativo entre as regiões brasileiras em 1998 e 2008.** *Revista de Economia Aplicada*, v.17, n.4, pp. 623-645, 2013.
- ANSELIN, L; BERA, A. **Spatial dependence in linear regression models with an introduction to spatial econometrics.** In: *Handbook of applied economic statistics.* New York, 1998.
- BARROS, E. de S; COSTA, E de F; SAMPAIO, Y. **Análise de eficiência das empresas agrícolas do Pólo Petrolina/ Juazeiro utilizando a Fronteira Paramétrica Translog.** *RER*, Rio de Janeiro. v. 42, n. 04, p. 597-614, 2004.
- BATTESE, G.E. **Frontier production functions and technical efficiency: a survey of empirical applications in agricultural economics.** *Agricultural Economics*, v. 17, p. 185-208, out. 1992.
- BATESE, G.E.; COELLI, T.J. **Prediction of firm-level technical efficiencies with a generalized frontier production function and panel data.** *Journal of Econometrics*, v. 38, n. 3, p. 387-399, jul. 1988.
- BATTESE, G; COELLI, T. **A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data.** *Empirical Economics* 20 (2), 325-332, 1995.
- BENEGAS, M; SILVA, F. G. F da. **Estimação da eficiência técnica do SUS nos estados brasileiros na presença de insumos não-discriminatórios.** *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, v. 68 n.2, p. 171-196, Abr-Jun, 2014.
- BRAGAGNOLO, C; MIQUELETO, G.J; PAVÃO, A. R; FERREIRA FILHO, J. B. de S; GOMES, A. L. **Elasticidades de substituição e de preços na produção do leite.** *Revista de Política Agrícola.* Ano xx, n.2, 2011.

BERNET, P.M; ROSKO, M.D; VALDEMANIS, V.G. **Hospital efficiency and debt.** Journal of Health Care Finance 34 (4), 66-88, 2008.

BERGER, A; MESTER, L. **Inside the black box: What explains differences in the efficiencies of financial institutions.** Journal of Banking Finance, 2, 895-947, 1997.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil.** Assembléia Nacional Constituinte Brasília: Imprensa do Senado, 1988.

CARVALHO, G. **A saúde pública no Brasil.** Estudos avançados, 27 (78), 2013.

CESCONETTO, A.; LAPA, J. dos S.; CALVO, M. C. M. **Avaliação da eficiência produtiva de hospitais do SUS de Santa Catarina.** Cadernos de Saúde Pública. v. 24, n. 10, p. 2407-2417, out. 2008.

CHAMBERS, R. G. **Applied production analysis: a dual approach.** Cambridge: Cambridge University Press, 331p, 1988.

CHAVES, E. M.M. **Análise de envoltória de dados no apoio da avaliação da rede ambulatorial do sus para uma especialidade de média complexidade no município do Rio De Janeiro.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE), 2010.

CHIRIKOS, T. N. **Further evidence that hospital production is inefficient.** Inquiry, 35, 408-416, 1998.

CHIRIKOS, T. N; SEAR, A.M. **Measuring hospital efficiency: a comparison of two approaches.** Health Services Research, v. 34, n.6, p.1389-1408, 2000.

CHRISTENSEN, L.R; JORGENSON, D; LAU,L. **Transcendental logarithmic production function.** The Review of Economics and Statistics, 55: 28-35, 1973.

COELLI, T. J. **Specification and estimation of stochastic frontier production functions.** Armidale. Thesis (PhD.), University of New England, 1996.

COELLI, T. J.; RAO, D. S. P.; O'DONNELL, C. J.; BATTESE, G. E. **An introduction to efficiency and productivity analysis.** New York: Springer, 331 p, 2005.

COSTA, F.L; RAMOS FILHO, H.S. **Avaliação da eficiência técnica do Sistema hospitalar do SUS na Paraíba.** In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural Nordeste, 8, 2013. Anais Paraíba, PI: Sober Nordeste, 2013.

DANIEL, L.P. **Eficiência na oferta de serviços públicos de saúde nos municípios so Estado de Mato Grosso.** Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2011.

DASGUPTA, B. **Land reforms, change in property rights and efficiency: a special reference to India.** Department of Economics, University of Connecticut, Stons, 2003.

DEBREU, G. **The coefficient of resource utilization**. *Econometrica* 19 (3), 273-292, 1951.

DIAS, R.H. **Eficiência da atenção primária à saúde nos municípios brasileiros**. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2010.

DONABEDIAN, A. **Aspects of medical care administration**. Harvard University Press, Cambridge, 1973.

DRACHLER, M. L.; CÔRTEZ, S. M. V.; CASTRO, J. D. de; LEITE, J. C de C. **Proposta de metodologia para selecionar indicadores de desigualdade em saúde visando definir prioridades de políticas públicas no Brasil**. *Revista Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 2, p. 461-470, 2003.

DUARTE, E. C.; SCHNEIDER, M. C.; SOUSA, R. P.; SILVA, J. B.; SALGADO, C. C. **Expectativa de vida ao nascer e mortalidade no Brasil em 1999: análise exploratória dos diferenciais regionais**. *Revista Panamericana de Salud Pública*, v. 12, n. 6, p. 436-444, 2002.

DUARTE, J.; GADELHA, S.R.B.; OLIVEIRA, P.P.; ORTIZ, F.A.T.; PEREIRA, L.F.V.N. **Os determinantes da eficiência dos estados no gasto público em saúde**. Texto para discussão nº 009, Tesouro nacional, 2012.

FARIA, F. P.; JANNUZZI, P. M.; SILVA, S. J. **Eficiência dos gastos municipais em saúde e educação: uma investigação através da análise envoltória no Estado do Rio de Janeiro**. *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, n. 1, v. 42, p. 155-177, 2008.

FARRELL, M.J. **The measurement of production economics**. *Journal of the Royal Statistical Society Series A*, part III, p. 253-290, 1957.

FELDSTEIN, M.S. **Economic analysis for health service efficiency: Econometric Studies of the British National Health Service**. North-Holland Publishing Company, Amsterdam, 1967.

FIGUEIREDO, L., **Diretrizes para formulação de políticas de desenvolvimento regional e de ordenação do território brasileiro: As Novas Teorias do Crescimento Econômico – Contribuição para a Política Regional**, CEDEPLAR-UFMG, Belo Horizonte, 2004.

FONSESA, P. C; FERREIRA, M. A. M. **Investigação dos níveis de eficiência na utilização de recursos no setor de saúde: uma análise das microrregiões de Minas Gerais**. *Saúde e Sociedade*. v. 18, n. 2, p. 199-213, 2009.

FOLLAND, S; GOODMAN, A.C; STANO, M. **A economia da saúde**. 5ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

FORTES, P.A. de C; ZOBOLI, E. L. C. P. **Os princípios do Sistema Único de Saúde – SUS potencializando a inclusão social na atenção saúde**. *O mundo da saúde*. São Paulo, ano 29, v.29, n.1, 2005.

FRICHE, A.A. de L; CAIAFFA, W.T; CESAR, C.C; GOURLART, L. M. de F; ALMEIDA, M.C. de M. **Indicadores de saúde materno infantil em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 2001: análise dos diferenciais intra-urbanos.** Cadernos de Saúde Pública (ENSP. Impresso), v.22, p.1955-1965, 2006.

GIANNAKAS, K; TRAN, K.C; TZOUVELEKAS, V. **On the choice of functional form in stochastic frontier modeling.** Empirical Economics. 75, 336-341, 2003.

GREENE, W.H. **A Gamma-distributed stochastic frontier model.** Journal of Econometrics, v.46, 141-163, 1990.

_____. **The measurement of efficiency,** chap. The Econometric Approach to efficiency analysis. Oxford University Press, 2008.

HAMER, L. **Improving patient access to health services: a national review and case studies of current approaches.** Health Development Agency, London, 2004.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010.** Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>

JACOBS, R. **Alternative methods to examine hospital efficiency: Data envelopment analysis and stochastic frontier analysis.** Working papers 177chedp, Centre for Health Economics, University of York, 2000.

Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations – **National Library of Healthcare Indicators.** Health Plan and Network Edition. Oakbrook Terrace, IL: Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations, 1997.

JONDROW, J; LOVELL, C. A. K; MATEROV, I. S; SCHMIDT, P. **On the estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model.** Journal of Econometrics, v.19, n.2, p.233-238, 1982.

KODDE, D. A.; PALM, F. C. **Wald criteria for jointly testing equality and inequality restrictions.** Econometrica, Notes and Comments, v. 54, n.5, p.1243-1248, 1986.

KUMBHAKAR, S. C.; LOVELL, C. A. K. **Stochastic Frontier Analysis.** Cambridge University Press: Cambridge, 2000.

LATRUFFE, L; BALCOMBE, K; DAVIDOVA, S. **Determinants of technical efficiency of crop and livestock farms in Poland.** Unité d'Économie et Sociologie Rurales. Institut National de la Recherche Agronomique, Working Paper 02-05, 2002.

LEFTWICH, H.R. **O sistema de preços e a alocação dos recursos.** 8 ed. São Paulo, ed. Pioneira, 1997.

MAFRA, F. **O impacto da atenção básica em saúde em indicadores de internação hospitalar no Brasil.** Dissertação (Mestrado), Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2011.

MARINHO, A. **Avaliação da eficiência técnica nos serviços de saúde dos municípios do Estado do Rio de Janeiro.** Revista Brasileira de Economia. Rio de Janeiro, v.57, n.02, p.515-534, 2003.

MARINHO, A; CARDOSO, S.S; ALMEIDA, V.V. **Avaliação comparative de sistemas de OCDE.** Rev. Brasileira de Economia. Rio de Janeiro, v.66, n.1,p.3-19, 2012.

MARINHO, E.; CARVALHO, R. M. **Comparações Inter-regionais da Produtividade da Agricultura Brasileira: 1970 - 1995.** Pesquisa e Planejamento Econômico, Vol. 34, n. 1, 2004.

MARQUES, A. P. da S.; HOLZSCHUH, M. L.; TACHIBANA, V. M.; IMAI, N. N. **Análise exploratória de dados de área para índices de furto na mesorregião de Presidente Prudente- SP.** In: III Simpósio Brasileiro De Ciências Geodésicas E Tecnologias Da Geoinformação. Recife, PE, 2010.

MÉDICI, A. **Propostas para melhorar a cobertura, a eficiência e a qualidade no setor saúde.** In E. L. Bacha & S. Schwartzman eds. A nova agenda social. Ed. LTC. Rio de Janeiro, pp 23-93, 2011.

MEEUSEM, W; BROECK, J.Van den; **Efficiency estimation from Cobb-Douglas production function with composed error.** International Economic Review. n.18, p. 435-444, 1977.

MENDES, E.V. **A atenção primária à saúde no Brasil.** São Paulo: Mimeo, 2002.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, **Portal de notícias do Ministério da Saúde.** Disponível em: < portalsaude.saude.gov.br>;

_____, **DATASUS.** Disponível em: < tabnet.datasus.gov.br>

National Health and Hospitals Reform Commission (NHHRC). **A healthier future for all Australians.** Final Report. Disponível em: <<http://www.health.gov.au/internet/nhhrc/publishing.nsf/Content/nhhrc-report>>

NEGRI, J. A.; FREITAS, F. **Inovação tecnológica, eficiência de escala e exportações brasileiras.** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, Brasília, (Texto para Discussão 1044), 2004.

NOGUEIRA, M.A. **Eficiência técnica na agropecuária das microrregiões brasileiras.** Tese (Doutorado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

NORONHA, K.V.M.S. **Dois ensaios sobre a desigualdade social em saúde.** Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.

OMS – Organização Mundial de Saúde (World Health Organization – WHO). Constituição. OMS, New York, 1946.

OMS – Organização Mundial da Saúde. **Relatório de 2007 – Um Futuro mais Seguro: Saúde Pública Global no Século XXI**, 2007. Disponível em: <<http://www.who.int/whr/2007/en/index.html>>

_____; **Relatório Mundial da Saúde. Financiamentos dos Sistemas de saúde- O caminho para a cobertura universal**, 2011.

OZCAN, Y. A. **Health care benchmarking and performance evaluation na assessment using Data Envelopment Analysis (DEA)**. New York, Ed: Springer, 214 p., 2008.

PAES, N.A; SILVA, L.A.A. **Doenças infecciosas e parasitárias no Brasil: uma década de transição**. Panam Salud Publica/ Pan Am J Public Health 6 (2), 1999.

PEROBELLI, F. S.; FERREIRA, P. G.; FARIA, W. R. **Análise de convergência espacial do PIB per capita em Minas Gerais: 1975-2003**. In: XI Encontro Regional de Economia, 2006, Fortaleza. Nordeste: Estratégias de Desenvolvimento Regional. Fortaleza: BNB, 2006.

PINDYCK, R.S; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia: teoria microeconômica**. São Paulo: Makron Books. Techniques. London: Europe economics, 1994.

PNUD- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**, 2013.

PORTAL DA SAÚDE. **Índice de Desempenho do SUS (IDSUS)**. Disponível em:<http://portal.saude.gov.br/portal/saude/area.cfm?id_area=1080>. Acesso em: 18 de setembro de 2014.

PUIG-JUNOY, J. **Eficiencia em la atención primaria de salud: una revision critica de las medidas de frontera**. Revista española de salud pública. Madrid. v.74, n.06, p 483-495, 2000.

ROSKO, M. D. **Cost efficiency of US hospitals: a stochastic frontier approach**. Health economics, 6, 539-551, 2001.

SAMUELSON, P; **The pure theory of public expenditure**. The review of economics and statistics. v 36, n.4, p. 387-389, 1954.

SANTOS, L. dos; RAIA JUNIOR, A. A. **Análise Espacial de Dados Geográficos: A Utilização da Exploratory Spatial Data Analysis – ESDA para Identificação de Áreas Críticas de Acidentes de Trânsito no Município de São Carlos (SP)**. Sociedade & Natureza, Uberlândia, v.18 (35), p. 97-107, dez. 2006.

SARAFIDIS, V. **An assessment of comparative efficiency measurement techniques**. London: Europe economics, 21p. (Occasional paper, 2), 2002.

SCLIAR, M. **História do conceito de saúde**. Physis [online], vol.17, n.1, pp. 29-41, 2007.

SEGRE, M; FERRAZ, F. C. **O conceito de saúde.** Rev. Saúde Pública [online], vol.31, n.5, pp. 538-542, 1997

SCHERER, C.E.M. **Eficiência produtiva regional da agricultura brasileira: Uma análise de fronteira estocástica.** Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

SILVA, L.A.C da. **A função de produção da agropecuária brasileira: diferenças regionais e evolução no período 1975-1985.** Tese (Doutorado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

SILVA, R. G da; LIMA, J. E.; CARVALHO, L. A. **Impactos das queimadas sobre as morbidades respiratórias na Amazônia: Uma abordagem espacial no Estado do Acre.** Redes, Santa Cruz do Sul, v. 11, n. 2, p. 169-183, 2006.

SILVA, A. M. M. da; BRANDALIZE, A. **A moderna administração hospitalar.** Terra e Cultura, v. 22, n. 42, p. 56-67, jan/jun. 2006

SILVA, W. S. **O que são mercados com informações assimétricas, externalidades e bens públicos?** Enciclopédia biosfera,4, 2007.

SIMAR, L; WILSON, P.W. **Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes.** Journal of Econometrics, v. 138, p.31-64, 2007.

SOUZA, I.V; NISHIJIMA, M; ROCHA, F. **Eficiência do setor hospitalar nos municípios paulistas.** Economia Aplicada. Ribeirão Preto, SP, v.14, n.1, p. 51-66, 2010.

SOUZA, R. R. de. **Construindo o SUS-A lógica do financiamento e o processo de divisão de responsabilidades entre as esferas do governo.** Dissertação (Mestrado), Instituto de Medicina Social da Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

TEIXEIRA, C. F; **Os princípios do Sistema Único de Saúde.** Conferências Municipal e Estadual de Saúde, Salvador, Bahia, 2011.

THIRY, B.; TULKENS, H. **Productivity, efficiency and technical progress: concepts and measurement.** Annals of Public & Cooperative Economics, Hoboken, v. 60, n. 1, p. 9-42, 1989.

TOBIN, J. **Estimation of relationships for limited dependent variables.** Econometrica (The Econometric Society) 26 (1): 24-36, 1958.

TYSZLER, M. **Econometria espacial: discutindo medidas para a matriz de ponderação espacial.** Fundação Getúlio Vargas, 2006.

VARELA, P.S. **Financiamento e controladoria dos municípios paulistas no setor saúde: Uma avaliação de eficiência.** Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2008.

VARELA, P. S.; FÁVERO, L. P. L. **Eficiência Econômica de Municípios Paulistas na Área da Saúde em Função dos Mecanismos de Incentivos do Governo Federal.** In: CONGRESSO ANPCONT, II, 2008, Salvador, Anais... Salvador: ANPCONT, 2008.

VIANA, J. S.; BAGOLIN, I. P.; ALVIM, A. M.; ASSIS, R. S. **Equidade na gestão dos recursos públicos na área da saúde no COREDE metropolitano Delta do Jacuí: Uma aplicação do método de incidência de benefício proposto pelo banco mundial.** In: IV Seminário Internacional sobre Desenvolvimento Regional, 2008.

ZILLI, J. B. **Os fatores determinantes para a eficiência econômica dos produtores de frango de corte: Uma análise estocástica.** Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

ZUCKERMAN, S; HADLEY, J; IEZZONI, L. **Measuring hospital efficiency with frontier cost functions.** Journal of health economics, 1994.

WAGSTAFF, A. **Measuring technical efficiency in the national health service: A stochastic frontier analysis.** Discussion paper for health economics, 1989.

ANEXO

1. Ranking da Eficiência técnica dos serviços públicos de saúde para as microrregiões da região Norte do Brasil – Modelo 1.

| Microrregiões | UF | Eficiência - Modelo 1 | Ranking 1 |
|----------------------|-----------|------------------------------|------------------|
| Jalapão | TO | 0.9430407 | 1 |
| Bico Papagaio | TO | 0.9396762 | 2 |
| Tomé-Açu | PA | 0.9387727 | 3 |
| Sena Madureira | AC | 0.9340118 | 4 |
| Guamá | PA | 0.9246799 | 5 |
| Cametá | PA | 0.9213252 | 6 |
| Paragominas | PA | 0.9134228 | 7 |
| Bragantina | PA | 0.9109691 | 8 |
| Redenção | PA | 0.9108791 | 9 |
| Ariquemes | RO | 0.9067999 | 10 |
| Óbidos | PA | 0.899437 | 11 |
| Mazagão | AP | 0.8907807 | 12 |
| Altamira | PA | 0.8900157 | 13 |
| Colorado Oeste | RO | 0.8896825 | 14 |
| Alvorada D'Oeste | RO | 0.8893788 | 15 |
| Castanhal | PA | 0.884896 | 16 |
| Ji-Paraná | RO | 0.8843569 | 17 |
| Rio Formoso | TO | 0.8832425 | 18 |
| Salgado | PA | 0.8797739 | 19 |
| Juruá | AM | 0.8685009 | 20 |
| Miracema TO | TO | 0.8611366 | 21 |
| Nordeste RR | RR | 0.8536721 | 22 |
| Alto Solimões | AM | 0.8519008 | 23 |
| Arari | PA | 0.8464072 | 24 |
| Brasiléia | AC | 0.8463323 | 25 |
| Coari | AM | 0.8442595 | 26 |
| Furos de Breves | PA | 0.8384939 | 27 |
| Tucuruí | PA | 0.8384482 | 28 |
| Dianópolis | TO | 0.836277 | 29 |
| Portel | PA | 0.8266298 | 30 |
| Porto Nacional | TO | 0.8218707 | 31 |
| São Félix Xingu | PA | 0.8210695 | 32 |
| Sudeste RR | RR | 0.820836 | 33 |
| Vilhena | RO | 0.8201588 | 34 |
| Marabá | PA | 0.8091424 | 35 |
| Conc.Araguaia | PA | 0.8065395 | 36 |
| Santarém | PA | 0.8038535 | 37 |
| Parauapebas | PA | 0.8014146 | 38 |
| Belém | PA | 0.7998384 | 39 |
| Japurá | AM | 0.7963244 | 40 |
| Cacoal | RO | 0.7908203 | 41 |
| Gurupi TO | TO | 0.7904842 | 42 |
| Boa Vista | RR | 0.7812627 | 43 |
| Cruzeiro do Sul | AC | 0.7697235 | 44 |

| | | | |
|------------------|----|-----------|----|
| Macapá | AP | 0.767948 | 45 |
| Madeira | AM | 0.7649612 | 46 |
| Manaus | AM | 0.760138 | 47 |
| Parintins | AM | 0.7512753 | 48 |
| Almeirim | PA | 0.7499441 | 49 |
| Tarauacá | AC | 0.7367238 | 50 |
| Purus | AM | 0.7300247 | 51 |
| Araguaína | TO | 0.6744909 | 52 |
| Itaituba | PA | 0.6604632 | 53 |
| Oiapoque | AP | 0.6579216 | 54 |
| Tefé | AM | 0.6355089 | 55 |
| Itacoatiara | AM | 0.6132177 | 56 |
| Rio Branco | AC | 0.6088501 | 57 |
| Boca do Acre | AM | 0.5916488 | 58 |
| Caracaráí | RR | 0.5635082 | 59 |
| Guajará-Mirim | RO | 0.525959 | 60 |
| Porto Velho | RO | 0.4678372 | 61 |
| Rio Negro AM | AM | 0.3668722 | 62 |
| Rio Preto da Eva | AM | 0.1529389 | 63 |
| Amapá | AP | 0.050406 | 64 |

2. Ranking da Eficiência técnica dos serviços públicos de saúde para as microrregiões da região Norte do Brasil – Modelo 2.

| Microrregiões | UF | Eficiência - Modelo 2 | Ranking 2 |
|----------------------|-----------|------------------------------|------------------|
| Boa Vista | RR | 0.9948466 | 1 |
| Itaituba | PA | 0.9946803 | 2 |
| Almeirim | PA | 0.9938621 | 3 |
| Colorado Oeste | RO | 0.991964 | 4 |
| Gurupi TO | TO | 0.9917765 | 5 |
| Sudeste RR | RR | 0.9916053 | 6 |
| Caracaráí | RR | 0.991186 | 7 |
| Itacoatiara | AM | 0.9910625 | 8 |
| Vilhena | RO | 0.9901465 | 9 |
| Sena Madureira | AC | 0.9894143 | 10 |
| Rio Formoso | TO | 0.9889188 | 11 |
| São Félix Xingu | PA | 0.9888932 | 12 |
| Porto Nacional | TO | 0.9882169 | 13 |
| Miracema TO | TO | 0.9882022 | 14 |
| Cacoal | RO | 0.9881626 | 15 |
| Amapá | AP | 0.9880547 | 16 |
| Altamira | PA | 0.9874312 | 17 |
| Belém | PA | 0.9857861 | 18 |
| Manaus | AM | 0.985679 | 19 |
| Redenção | PA | 0.985606 | 20 |
| Rio Negro AM | AM | 0.9855137 | 21 |
| Furos de Breves | PA | 0.9850564 | 22 |

| | | | |
|------------------|----|-----------|----|
| Macapá | AP | 0.9849415 | 23 |
| Rio Preto da Eva | AM | 0.9848386 | 24 |
| Madeira | AM | 0.9843082 | 25 |
| Dianópolis | TO | 0.9839137 | 26 |
| Alvorada D'Oeste | RO | 0.9836783 | 27 |
| Nordeste RR | RR | 0.9836256 | 28 |
| Guajará-Mirim | RO | 0.9814157 | 29 |
| Parauapebas | PA | 0.9813034 | 30 |
| Arari | PA | 0.9812198 | 31 |
| Ji-Paraná | RO | 0.9806162 | 32 |
| Araguaína | TO | 0.979493 | 33 |
| Mazagão | AP | 0.9787332 | 34 |
| Ariquemes | RO | 0.9782332 | 35 |
| Conc.Araguaia | PA | 0.9776012 | 36 |
| Santarém | PA | 0.9770691 | 37 |
| Parintins | AM | 0.9763207 | 38 |
| Porto Velho | RO | 0.9760177 | 39 |
| Alto Solimões | AM | 0.9742189 | 40 |
| Coari | AM | 0.9674198 | 41 |
| Boca do Acre | AM | 0.9660709 | 42 |
| Tefé | AM | 0.9656681 | 43 |
| Paragominas | PA | 0.9644419 | 44 |
| Óbidos | PA | 0.9622251 | 45 |
| Tucuruí | PA | 0.9612046 | 46 |
| Juruá | AM | 0.9591365 | 47 |
| Rio Branco | AC | 0.9591323 | 48 |
| Tomé-Açu | PA | 0.9569663 | 49 |
| Portel | PA | 0.9568346 | 50 |
| Castanhal | PA | 0.9565279 | 51 |
| Oiapoque | AP | 0.9554171 | 52 |
| Cametá | PA | 0.9525249 | 53 |
| Japurá | AM | 0.9488175 | 54 |
| Jalapão | TO | 0.9451736 | 55 |
| Bragantina | PA | 0.9441563 | 56 |
| Brasiléia | AC | 0.9320194 | 57 |
| Guamá | PA | 0.9305394 | 58 |
| Salgado | PA | 0.9274153 | 59 |
| Bico Papagaio | TO | 0.9157961 | 60 |
| Marabá | PA | 0.907451 | 61 |
| Purus | AM | 0.8960245 | 62 |
| Cruzeiro do Sul | AC | 0.8841177 | 63 |
| Tarauacá | AC | 0.8229548 | 64 |
