



Universidade de Brasília
Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de
Políticas Públicas
Departamento de Administração

Eficiência da gestão pública municipal em educação e saúde: uma análise estática, dinâmica e espacial do Brasil

João Vitor Borges da Silva

Brasília - DF,
2018

JOÃO VITOR BORGES DA SILVA

Eficiência da gestão pública municipal em educação e saúde: uma análise estática, dinâmica e espacial do Brasil

Monografia apresentada ao Departamento de Administração como requisito parcial à obtenção do do título de bacharel em Administração.

Professor orientador: Professor Dr. Carlos Rosano Peña

Brasília - DF,

2018

JOÃO VITOR BORGES DA SILVA

Eficiência da gestão pública municipal em educação e saúde: uma análise estática, dinâmica e espacial do Brasil

A Comissão Examinadora, abaixo identificada, aprova o Trabalho de Conclusão do Curso de Administração da Universidade de Brasília do (a) aluno (a)

João Vitor Borges da Silva

Professor Dr. Carlos Rosano Peña
Professor-Orientador

Professora Dra. Patricia Guarnieri
Professor-Examinador

Professor Dr. Alexandre Maduro-Abreu
Professor-Examinador

Brasília, 07 de dezembro de 2018

RESUMO

Essa pesquisa busca analisar a eficiência da gestão dos municípios brasileiros em educação e saúde. Primeiramente, em eficiência, por meio da Análise Envoltória de Dados, tanto através da eficiência clássica quanto através da eficiência composta. Posteriormente, a evolução da produtividade, pelo Índice de Produtividade de Malmquist (IPM). Finalmente, é avaliada a autocorrelação espacial dos resultados de ambas análises pelo Índice Global de Moran e Índice Local de Moran, de forma a observar a formação de *clusters* de municípios de desempenho similar, bem como de municípios *outliers*, cujo resultado é discrepante quando comparado com sua vizinhança. O resultados do DEA em educação e saúde demonstraram um resultado médio de eficiência de 56,6% no modelo BCC-IO composto e 76,7% no modelo BCC-OO composto. O resultado médio do IPM foi de uma redução de 23,5% da produtividade. A diferença da eficiência composta para a eficiência clássica foi de 21%. A análise dos índices global e local de Moran para os municípios corroborou para a autocorrelação da eficiência, indicando que os resultados são autocorrelacionados espacialmente. Inversamente, para o IPM, as estatísticas de Moran validaram a baixa correlação espacial da evolução da produtividade, fortalecendo a assunção de aleatoriedade e ausência de autocorrelação dos dados.

Palavras-chave: Eficiência; Produtividade; Autocorrelação espacial.

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Apresentação do tema e justificativa	1
1.2	Problema e objetivos	2
1.3	Estrutura do trabalho	3
2	Revisão da literatura	4
2.1	Saúde e educação no Brasil: um breve histórico	4
2.1.1	Saúde	4
2.1.2	Educação	5
2.2	O conceito de eficiência	7
2.3	Eficiência na literatura	8
2.3.1	Qualidade dos gastos no setor público	8
2.3.2	Eficiência em saúde e educação	10
2.3.3	Dinâmica da produtividade	12
3	Metodologia	16
3.1	DEA	17
3.1.1	DEA a retornos constantes de escala	17
3.1.2	DEA a retornos variáveis de escala	19
3.1.3	Fronteira invertida e eficiência composta	20
3.2	IPM	21
3.3	Análise espacial	23
3.4	Descrição das variáveis	25
4	Resultados	29
4.1	Educação	29
4.1.1	Análise Estática	29
4.1.2	Análise Dinâmica	31
4.2	Saúde	35
4.2.1	Análise Estática	35
4.2.2	Análise Dinâmica	38
4.3	Educação e saúde	41
4.3.1	Análise Estática	41
4.3.2	Dependência espacial da eficiência	44
4.3.3	Análise Dinâmica	50
4.3.4	Dependência espacial da dinâmica de produtividade	52
5	Considerações finais	57
	Referências bibliográficas	59

Lista de Figuras

1	Figura 1	21
2	Eficiência - CCR	30
3	Eficiência - BCC-IO	31
4	Eficiência - BCC-OO	31
7	IPM - Total	33
5	IPM - EC	34
6	IPM - TC	34
8	Eficiência - CCR	37
9	Eficiência - BCC-IO	37
10	Eficiência - BCC-OO	38
11	IPM - EC	40
12	IPM - TC	40
13	IPM - Total	41
14	Eficiência - BCC-OO	43
15	Eficiência - BCC-OO-C	44
16	Histograma - vizinhança	45
17	Diagrama de Moran - CCR	46
18	<i>Clusters</i> - CCR	46
19	Mapa de significância - CCR	47
20	Diagrama de Moran - BCC-IO-C	47
21	<i>Clusters</i> - BCC-IO-C	48
22	Mapa de significância - BCC-IO-C	48
23	Diagrama de Moran - BCC-OO-C	49
24	<i>Clusters</i> - BCC-OO-C	49
25	Mapa de significância - BCC-OO-C	50
26	IPM total - educação e saúde	51
27	Diagrama de Moran - IPM EC	52
28	<i>Clusters</i> - IPM EC	53
29	Mapa de significância - IPM EC	53
30	Diagrama de Moran - IPM TC	54
31	<i>Clusters</i> - IPM TC	54
32	Mapa de significância - IPM TC	55
33	Diagrama de Moran - IPM Total	55
34	<i>Clusters</i> - IPM Total	56
35	Mapa de significância - IPM Total	56

Lista de Tabelas

1	Relação de variáveis	15
2	Estatística da educação	28
3	Estatística de saúde	28
4	Eficiência em educação	29
5	Média geométrica da eficiência em educação por região	30
6	IPM educação	32
7	Média geométrica do IPM em educação por região	33
8	Eficiência em saúde	35
9	Média geométrica da eficiência em saúde por região	36
10	IPM em saúde	39
11	Média geométrica do IPM em saúde por região	39
12	Eficiência em educação e saúde	42
13	Média geométrica da eficiência em educação e saúde por região	43
14	IPM em educação e saúde	50
15	Média geométrica do IPM em educação e saúde por região	51

1 Introdução

1.1 Apresentação do tema e justificativa

Historicamente, educação e saúde são dois dos temas mais relevantes em discussão no mundo e especialmente debatidos em países emergentes. Estes são compostos de estruturas sociais permeadas por desigualdade e alto nível de pobreza, o que gera ensejo por desenvolvimento de políticas públicas focalizadas nos estratos mais vulneráveis da sociedade, que necessitam do auxílio do Estado para promoção do bem-estar social. Ainda, é amplamente discutido o papel que ambas as categorias sociais têm na promoção de qualidade de vida no mundo. Nessa perspectiva, Sen (2000) assinala que a análise da pobreza deve se concentrar também na capacidade da individual de aproveitar oportunidades, de acordo com fatores externos ao indivíduo, saúde e educação, que refletem o funcionamento básico da sociedade.

Em educação, na média dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), 81% dos jovens de 25 a 34 anos que possuem ao menos o ensino médio completo estão empregados, ao passo que, entre os que não possuem tal qualificação, a taxa de emprego é de 60% (INEP, 2018). Para ensino superior, a vantagem entre os jovens graduados é de 10% ou mais em comparação com o recorte que possui unicamente o ensino básico completo. Ainda segundo o Panorama da Educação do INEP (2018), países nos quais a maioria da população possui alta escolaridade tendem a obter menor desigualdade de renda, o que sugere que em países com grande proporção de pessoas sem ensino médio, como Brasil, essa desigualdade é maior. Desta forma, pode-se observar o consenso de que a igualdade e o crescimento econômico de um país podem ser alavancados pela educação.

Já em saúde, de acordo com o Relatório Mundial da Saúde (2010), a promoção e proteção da saúde são essenciais para o bem-estar do homem e para o desenvolvimento econômico e social sustentável, sendo classificado pela maioria dos países como uma de suas maiores prioridades. Como demonstrativo de sua relevância, entre os países da OCDE, a despesa média anual per capita com saúde se aproxima de 4.000 US\$ (OMS, 2010). No Brasil, como indicador social, a mortalidade infantil tem sido considerada um importante indicador de monitoramento das condições de vida de um país, tendo em vista a vulnerabilidade das crianças a determinantes sociais e econômicos nessa fase da vida (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018), e consta entre os objetivos do relatório de Objetivos do Milênio (ODM) e de Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Finalmente, o mesmo estudo da OMS suporta que os países que observam menor frequência de famílias que obtém acesso a saúde por despesas possuem menor incidência de catástrofe financeira, isto é, proporção de pessoas que gastam diretamente mais de 40% de seu rendimento em saúde, e menor nível de empobrecimento

geral. Portanto, a relevância do tema surge diante de sua pujança no contexto brasileiro e mundial, com vistas a fornecer insumos para construção de políticas públicas para utilização e provisão eficiente de recursos e produtos em ambas as áreas, respectivamente.

1.2 Problema e objetivos

Nas últimas décadas, a importância do uso eficiente dos recursos públicos para o crescimento econômico, estabilidade e bem-estar dos indivíduos em uma sociedade foi transportado para o primeiro plano no desenvolvimento de países, é o que afirmam Afonso, Schuknecht e Tanzi (2010). Em concordância, Godoy (2014) define que a introdução do princípio da eficiência na administração brasileira, por meio da Emenda Constitucional nº 19/98 simbolizou um importante marco para gestão dos gastos públicos. Adicionalmente, para Boueri e Gaparini (2006), no Brasil, para que o governo consiga manter superávits fiscais e atuar efetivamente no desenvolvimento econômico, dependendo menos da favorabilidade do cenário internacional, é fundamental a melhoria da qualidade do gasto público, dimensionando a magnitude dos atuais desperdícios. Isto, conseqüentemente, permitiria que as demandas sociais pudessem ser supridas a custos decrescentes.

Associado a essa demanda, a partir da década de 1990, toma forma o processo de descentralização política no Brasil, em que o governo federal aumentou a autonomia de estados e municípios na gestão de seus próprios recursos e oferta de serviços públicos a nível local. Desta forma, elevou-se a participação popular no processo de formulação de políticas públicas e cresceu a exigência da população por serviços de maior qualidade, reiterando-se a relevância da otimização dos gastos municipais (FONSECA; FERREIRA, 2009).

Dado o revestimento das competências municipais na oferta de educação e saúde, os conhecidos benefícios sociais da universalização da educação (Carvalho, 2002) e a atualidade dos estudos na área de eficiência do gasto público, essa pesquisa visa analisar a eficiência da gestão dos municípios brasileiros em educação e saúde. Inicialmente, em eficiência, por meio da Análise Envoltória de Dados, tanto através da eficiência clássica quanto através da eficiência composta. Em outro nível, é averiguada a evolução da produtividade, pelo Índice de Produtividade de Malmquist (IPM). Finalmente, é avaliada a autocorrelação espacial dos resultados de ambas análises pelo Índice Global de Moran e Índice Local de Moran, de forma a observar a formação de *clusters* de municípios de desempenho similar, bem como de municípios *outliers*, cujo resultado é discrepante quando comparado com sua vizinhança. Poder-se-ia, então, elencar quatro objetivos sumários:

1. Estimar a eficiência dos municípios brasileiros em educação e saúde, por meio da

Análise Envoltória de Dados (DEA), tanto em seu modelo orientado para insumos quanto no orientado para produtos.

2. Distinguir entre ineficiências técnica pura e de escala, por meio do DEA que pressupõe retornos variáveis de escala (RVE).
3. Analisar a evolução da eficiência e produtividade por meio do Índice de Produtividade de Malmquist (IPM), entre 2011-2013 e 2015-2017, no intuito de captar o que foi ganho (perda) de eficiência e o que foi deslocamento da fronteira de produtividade por tecnologia.
4. Analisar a distribuição e dependência espacial da eficiência e produtividade por meio do índice de Moran global e local, que permite estimar a autocorrelação dos resultados, bem como captar a existência de *clusters*, ou ilhas de alto e baixo desempenho. Esse *output* tenciona suprir os poucos estudos de eficiência que utilizam a informação espacial como parte de sua matriz metodológica.

A importância desse trabalho reside, inicialmente, na elaboração de uma análise de eficiência em educação e saúde que tenha como população os municípios brasileiros em totalidade, haja visto que a maioria das pesquisas tem como área de concentração regiões específicas do Brasil. A expansão do estudo para uma análise dinâmica da produtividade, empregando períodos mais recentes, também é pertinente, pois é essencial avaliar se o desempenho dos municípios piorou ou melhorou nos últimos anos, verificando em que medida os resultados são explicados por mudanças na eficiência ou na tecnologia disponível. Além disso, a análise de autocorrelação espacial auxilia a preencher uma lacuna existente na literatura ao considerar as relações espaciais dos fenômenos na formação dos resultados de eficiência e produtividade.

1.3 Estrutura do trabalho

Concluída a descrição do problema e dos objetivos do trabalho, a seção 2 apresentará uma revisão da literatura em eficiência e evolução da produtividade, principalmente utilizando DEA e IPM, e contextualizando em educação e saúde, nos trabalhos nacionais e internacionais; a seção 3 discorrerá sobre os aspectos metodológicos da pesquisa; a seção 4 contém a apresentação e discussão dos resultados; e, por fim, a seção 5 é a sumarização das conclusões finais e apontamento de perspectivas para futuros trabalhos.

2 Revisão da literatura

2.1 Saúde e educação no Brasil: um breve histórico

2.1.1 Saúde

O movimento sanitário, surgido em 1970, disseminou-se entre profissionais da saúde, denunciando a irracionalidade do sistema implementado pela ditadura militar. Não se tratava apenas de uma contestação do antigo modelo, mas sim de uma proposta construtiva para a transformação do sistema de saúde então vigente. Através desse movimento, surge a Reforma Sanitária, cuja principal contribuição foi a criação do Sistema Único de Saúde - SUS, que se distinguia pela universalização e integralidade do atendimento, além da racionalidade e democratização das decisões administrativas. (FONSECA; FERREIRA, 2009).

Segundo os mesmos autores, essa mudança materializou-se, entre outros motivos, porque o modelo hospitalocêntrico e biologicista da década de 30, isto é, em que médicos e medicamentos apresentam-se como único meio de obtenção de saúde, foi suplantado. Denota-se que o conceito de saúde como ausência de doença necessitava ser superado, visto que Mendes (1999, p.234) redesenha esta concepção de saúde e prática sanitária a partir dos planos político, ideológico e cognitivo. À vista disso, a delimitação da saúde à esfera hospitalar, como um estado circunscrito a uma determinada condição, foi substituído por um sentido mais abrangente e contínuo, em que saúde é resultante de diversas condições, a saber: habitação, alimentação, renda, meio ambiente, trabalho, transporte, emprego, lazer, liberdade, acesso e posse de terra e acesso aos serviços de saúde (ALMEIDA; BORBA; FLORES, 2009).

Adicionalmente, a partir da descentralização administrativa ocorrida no Brasil na década de 1990, o Governo Federal concede maior autonomia aos municípios, fazendo-os assumir a coordenação e gestão local dos recursos de saúde, promovendo a participação popular na formulação de políticas públicas, o que, conseqüentemente, eleva exigência da população por serviços de qualidade (FONSECA; FERREIRA, 2009). Como bem observado por Varela, Martins e Fávero (2012), como política setorial, o SUS tem sido influenciado pela modernização da administração e pelas tentativas de implementar o gerencialismo na administração pública. Dado o enfoque na gestão voltada para resultados, a avaliação de desempenho quanto à otimização no uso de recurso e produção de produtos torna-se pilar fundamental para o SUS.

Apesar dos esforços que se materializam no atual modelo de gestão, em observância aos crescimentos dos gastos em saúde (ANDRADE *et al.*, 2017), seu financiamento não tem sido suficiente para assegurar recursos ao sistema público (MAZON; MASCARENHAS; DALLABRIDA, 2015), o que ressalta a inevitabilidade da discussão acerca do gerenciamento ótimo dos recursos. Estes adicionam, ainda,

que essa alocação eficiente de recursos escassos no campo até então discutido tem se transformado em um desafio para o alcance dos objetivos de universalidade e integralidade. Nesse contexto, para Marinho (2003), a realização de análise de eficiência no setor de saúde é tarefa primordial do setor público, pois trata-se de um tema que abrange a vida das pessoas. Então, é pré-requisito indispensável para a formulação de políticas públicas, conforme relaciona resultados com insumos limitados (MARINHO, 2003).

Em suma, como relatam Mazon, Mascarenhas e Dallabrida (2015), o desafio é implantar mecanismos apurados de acompanhamento, controle e avaliação da qualidade de ações e serviços nesse âmbito. Assim sendo, pode-se concluir que a delegação funcional dos serviços de saúde aos municípios canalizam e aumentam a pressão para a construção de indicadores que avaliem a eficiência do sistema de saúde, e que sejam instrumentos de *accountability* que fomentem a aplicação ótima dos insumos na área.

2.1.2 Educação

A educação como objeto de políticas públicas no Brasil, até o fim do século passado, era negligenciada pelos gestores públicos e governos instaurados. Como afirma Giambiagi *et al.* (2018), tomando como exemplo o governo de Juscelino Kubitschek, os planos econômicos e políticas sociais foram omissos em relação a educação básica, tendo sido desenvolvidos para alavancar o desenvolvimento da economia sem primados de redistribuição de renda. Tais constatações, especificamente os impactos do Plano de Metas de JK para o autor, geraram concentração de renda com reflexos que ainda hoje perduram (GIAMBIAGI *et al.*, 2018).

Foi apenas com o fim do regime militar e o advento da Constituição Federal (CF) de 1988 que o tema tornou-se relevante nos círculos políticos. Segundo Crozatti (2011), a educação passou a ser protagonista na agenda pública a partir da estabilização econômica do Plano Real e, desde então, transportou-se como sério empecilho aos planos desenvolvimentistas. Portanto, a Constituição passou a dispor que a educação caracteriza-se como direito social e dever do poder público em provisão gratuita e universal (BRASIL, 1988). Esta estabeleceu ainda, em seu artigo 212, a obrigatoriedade de municípios, estados e União alocarem um mínimo de recursos captados na área de educação, isto é, 25% para os dois primeiros e 18% para o último. Como observado por Savian e Bezerra (2013), é de competência dos municípios, com contribuição técnica e financeira da União e do Estado, a manutenção dos programas de educação infantil e de ensino fundamental. À vista disso, à gestão municipal cabe prioritariamente a obrigação do ensino básico.

Do mesmo modo, a importância que tomou a área educacional nos planos

de governo pode ser expressa pela instituição do Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental e de Valorização do Magistério (FUNDEF), por meio da Emenda Constitucional nº 14 de setembro de 1996. O FUNDEF alterou consideravelmente a oferta e atendimento dos governos estaduais e municipais em relação a educação básica pois, ao focalizar o desenvolvimento do ensino fundamental, objetivou reduzir diferenças regionais e estabelecer piso para o gasto público municipal (SAVIAN; BEZERRA, 2013). Atualmente vigora o FUNDEB, Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação.

Na teoria econômica, pode-se dizer que é recorrente a constatação de que gasto público em investimento, consumo e bem-estar social melhora o crescimento econômico (AFONSO *et al.* 2005), e não seria diferente no caso da educação. De acordo com Lucas (1988), gasto público em educação aumenta o nível de capital humano, o qual contribui para a base de conhecimento da economia e seu crescimento. Ozturk (2001) explica que o desenvolvimento só é alcançado mediante investimento em capital humano, cujos reflexos se estendem pela sociedade. Seguindo a mesma linha, Zagler e Dürnecker (2003) argumentam que instrumentos de política fiscal como gasto em educação, infraestrutura, saúde e pesquisa e desenvolvimento produzem efeitos a longo prazo na economia de um país. Ainda, Barros e Mendonça (1997) avaliaram os impactos de uma expansão quantitativa educacional sobre o desenvolvimento socioeconômico, e percebeu-se que um aumento dos investimentos em educação leva a um crescimento da renda per capita.

Esses relatos mostram que, em concordância com as evidências empíricas, é evidente a centralidade da educação no desenvolvimento econômico dos países, por ser fonte de externalidades positivas para toda uma sociedade. Todavia, há de se observar que, apesar de o Brasil ter elevado a despesa em razão do PIB na área, é crescente a preocupação com a transformação ótima dos recursos aplicados em produtos que maximizem os resultados sociais, pois um dos principais objetivos da economia é alocar recursos escassos entre necessidades limitadas (SCHUSTER; ZONATTO, 2017). Sendo assim, para avaliar a qualidade da educação brasileira, foi desenvolvido, pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), o Índice de Desenvolvimento da Educação - IDEB.

Segundo Fernandes (2007), o IDEB é um indicador que combina informações de desempenho em exames nacionais aplicados nos últimos anos das duas etapas do ensino fundamental (5º ano e 9º ano), com dados referentes a fluxo escolar, que seria a aprovação por unidades nos anos referenciados. O índice varia de 0 a 10 e a combinação entre ambas as variáveis tem como mérito equilibrar duas dimensões: "se um sistema de ensino retiver seus alunos para obter resultados de melhor qualidade no Saeb ou Prova Brasil, o fator fluxo será alterado, indicando a necessidade de melhoria do sistema. Se, ao contrário, o sistema apressar a aprovação do aluno sem

qualidade, o resultado das avaliações indicará igualmente a necessidade de melhoria do sistema.”(INEP, 2015). Desta forma, o IDEB visa monitorar a qualidade do sistema educacional e conduzir as políticas públicas nesse campo.

Ademais, inúmeros estudos têm examinado a eficiência do gasto público na educação de forma a mensurar o desempenho de unidades produtivas e estimar possíveis melhorias que não acarretem em mudanças orçamentárias. Herrera e Pang (2005) descrevem que pequenas mudanças na qualidade do gasto público podem ter um impacto significativo no PIB e na consecução dos objetivos governamentais. Neste sentido, a seguir serão discriminados os conceitos de eficiência e produtividade e seu uso na literatura econômica, para, em seguida, ser elaborado um panorama detalhado de estudos que examinam a eficiência do gasto público, tanto internacional quanto em recortes nacionais, com enfoque nos que analisam educação, saúde e saneamento e nos que utilizam ferramentas não-paramétricas como metodologia.

2.2 O conceito de eficiência

A Administração Pública tem como dever constitucional converter os tributos arrecadados em serviços para a sociedade. A saber, Silva Filho *et al.* (2016) explanam que sua função primordial é empregar com eficiência os recursos públicos em favor do bem-estar social, garantindo direitos básicos previstos na Constituição, como direito à vida, à educação, à saúde, à segurança e ao lazer. Entretanto, dada a limitação do orçamento público para atender e equilibrar as crescentes demandas por governos responsáveis no uso de seus recursos, trabalhos que avaliem a produtividade e eficiência da utilização dos recursos públicos tornam-se importantes instrumentos de exame da Administração em sua função social. Mais do que produtividade, o bom uso dos insumos requer maximização de resultados e minimização de perdas. Isto posto, para avaliar a eficiência relativa dos municípios brasileiros, antes, é fundamental conceituar produtividade e distinguir seu significado do conceito de eficiência, que pode assumir distintas nuances a depender do enfoque da literatura.

De acordo com Farrel (1957), produtividade é um conceito absoluto através do qual é possível examinar a capacidade de produção de uma unidade ou processo produtivo para um nível de insumos. Entende-se que é a relação do quanto é viável produzir por cada parte de recurso empregado. Complementarmente, a apreciação da eficiência parte do pressuposto de que nem todas as unidades produtivas atingirão sua máxima produtividade por recurso utilizado. É uma assunção de que em mercados reais, via de regra, uma organização desperdiça parte do que é produzido, não alcançando um resultado ótimo. Por conseguinte, a eficiência distingue-se por ser a face relativa da produtividade e ser definida em relação às melhores práticas.

A rigor, eficiência é definida ora como econômica, ora como técnica. Farrel

(1957) a diferencia em alocativa e técnica: A primeira refere-se ao uso dos insumos que garante um custo mínimo aos preços de mercado, enquanto que a segunda é a competência em que os insumos são transformados em produtos (DUFRECHOU, 2016). A combinação de ambas é a eficiência econômica. Em consonância com essa definição, do ponto de vista tecnológico, Rosano-Peña (2008) argumenta que um método de produção é eficiente se emprega o menor nível de insumos possível para produzir uma quantidade fixa de produtos, ou se maximiza a produção a um dado nível de insumos. Em contraste, uma unidade produtiva é economicamente eficiente quando maximiza a utilização dos recursos existentes, a um custo determinado, limitando desperdícios e, assim sendo, otimizando resultados (PYNDICK; RUBINFELD, 1994). Logo, é possível afirmar que a eficiência econômica é uma extensão da eficiência técnica e esta é uma condição necessária para a obtenção daquela, pois a primeira envolve aspectos físicos da unidade produtiva que são necessários à análise monetária.

2.3 Eficiência na literatura

2.3.1 Qualidade dos gastos no setor público

O presente estudo será articulado com base em trabalhos publicados em eventos e periódicos científicos, tanto internacionais como nacionais. Trata-se de leituras de diversos autores que estudam o gasto público utilizando majoritariamente métodos não-paramétricos, para fornecer dados sobre possíveis direções para melhoria do *status quo* das unidades produtivas, seja a nível internacional, estadual ou municipal. De acordo com Gupta e Verhoeven (2001) e Herrera e Pang (2005), esses métodos se diferenciam dos paramétricos na medida em que nestes é obrigatório assumir relações funcionais entre as variáveis de insumo e produto para a formação da fronteira de produção. Ao contrário, naqueles, a fronteira é calculada a partir de dados sem nenhum tipo de função que os relacione uns com os outros, e o método seleciona o melhor conjunto de pesos que se adequa ao modelo.

Afonso, Schuknecht e Tanzi (2010) examinam a eficiência do setor público de 10 novos membros da União Europeia (UE) em comparação aos mercados emergentes (PSE). Foram construídos indicadores compostos que capturassem a performance do setor público (PSP) e empregassem a Análise Envoltória de Dados (DEA) com retornos variáveis de escala, orientado para os insumos e produtos, para computar os escores de eficiência e o ranqueamento de países. Por fim, o modelo de regressão Tobit é aplicado para averiguar se, quais e em que grau variáveis exógenas e não-discricionárias influenciam os resultados de ineficiência nos gastos. Como *input*, é utilizado o gasto total do governo em termos do PIB, enquanto que, como *output*, são usados os indicadores compostos do PSP. Os resultados apontam que os novos membros da UE são ranqueados entre 9 e 23 nos escores de insumos e entre 6 e 21

nos escores de produto. Isso mostra um padrão diverso, em oposição a países recém-industrializados da Ásia, que se encontram na fronteira. A análise Tobit sugere que a garantia dos direitos de propriedade, PIB per capita, competência dos funcionários públicos e o nível de educação da população afetam positivamente a eficiência do gasto público.

Abrangendo também indicadores agregados, Afonso e Fernandes (2006) elaboram um indicador municipal composto de escolas construídas per capita, *proxy* para educação; administração geral; atividades sociais para idosos; e suprimento de água, percentagem da população com coleta de lixo e materiais reciclados, *proxy* para saneamento básico. Para 51 municípios portugueses na região de Lisboa e do Vale do Tejo, os resultados gerados para orientação input e output, ambas com retornos variáveis de escala, sugeriram que o mesmo nível de produto poderia ter sido alcançado com aproximadamente um terço dos recursos.

A despeito de a maioria dos trabalhos manusear o DEA com retornos variáveis de escala, Martic e Savic (2001) estimam quão bem as regiões da Sérvia usam seus recursos, por meio da análise envoltória de dados com retornos constantes de escala combinado com uma análise discriminante linear (LDA) para checar os resultados iniciais e o modelo de supereficiência de Andersen-Petersen (1993) para discriminar as unidades eficientes.

Similarmente, Pettas e Giannikos (2014) estudam a eficiência administrativa do governo grego, mas especificado a nível das regiões beneficiadas pelo programa *LEADER* na Grécia. O maior diferencial é que os autores desse artigo comparam as estimativas de eficiência com indicadores tradicionais de absorção para, em seguida, distinguir ineficiências de escala e ambientais. O DEA indicou mau uso dos recursos operacionais e de escala, provando ser uma ferramenta útil na investigação das fontes de ineficiências administrativas e na elaboração dos programas de governo, provendo *benchmark* para correta alocação de fundos (PETTAS; GIANNIKOS, 2014). É comum que a literatura internacional considere estudos de eficiência e produtividade em diversos aspectos da extensão funcional de um governo, não apenas tendo por objeto de estudo uma ou duas áreas sociais específicas, mas também o gasto público em suas diversas áreas de atuação.

De início, é notável o emprego de métodos que complementem e refinem a análise de eficiência do DEA. Isto ocorre porque a análise envoltória de dados é determinística, suscetível a ser enviesada por *outliers* e tendenciosa a superestimar resultados e gerar um considerável número de unidades produtivas eficientes. Para que os dados sejam melhor discriminados e o modelo forneça resultados significativos e confiáveis estatisticamente, é comum a elaboração do DEA em dois estágios. Além do mais, as próprias características do DEA não permitem apurar em que medida as ineficiências são explicadas por variáveis ambientais, necessitando de métodos

complementares que chequem sua validade.

2.3.2 Eficiência em saúde e educação

Tomando como DMUs (*Decision Making Units*) unidades hospitalares de Michigan, Butler e Li (2003) analisaram a produção de 57 hospitais da área rural de Michigan e propuseram um modelo para identificar e distinguir as unidades de decisão que estivessem operando em retornos crescentes e decrescentes de escala, através do DEA-BCC, combinando com duas análises discriminantes para fornecer evidências da validade do método. As variáveis de input foram: despesas totais do hospital menos folha de pagamento, total de camas hospitalares, número total de serviços oferecidos e número total de empregados. Já as de output foram: total de dias gastos por pacientes internados, total de operações cirúrgicas, total de visitas em leitos de UTI não marcadas e total de visitas marcadas. Os resultados identificaram que 24 hospitais foram classificados como ineficientes, dentre os quais 12 operando em retornos decrescentes e outros 12 em retornos crescentes.

No Brasil, Marinho (2003) realiza uma avaliação dos serviços ambulatoriais e hospitalares nos municípios do Rio de Janeiro, averiguando uma média de 83,07% de eficiência no ano de 1998, considerado mediano. É baseado em fronteiras de eficiência não-paramétricas, fomentadas pelo DEA, e combinado com modelos de regressão para mensurar o impacto de variáveis que não estão no controle dos gestores de políticas públicas. O modelo DEA adotado é orientado ao produto e de retornos constantes de escala (CCR), pois considera-se que estes representam melhor a dinâmica de longo prazo das unidades hospitalares e que o uso de medidas per capita minimiza a necessidade de medidas de escala. Foram tomados como recursos: o total de leitos per capita, total de hospitais credenciados per capita, total da capacidade ambulatorial instalada per capita, valor médio da internação e valor médio dos procedimentos ambulatoriais. Como produtos, foram escolhidos o total de internações per capita, total de procedimentos ambulatoriais per capita e o inverso da taxa de mortalidade. Foi realizada distribuição espacial dos resultados, indicando ligeiro domínio do centro e sul do estado.

Identificando bom desempenho no provimento de serviços de saúde entre as microrregiões de Minas Gerais, apesar dos altos desvios-padrão intrarregionais, Fonseca e Ferreira (2009) quantificam a eficiência em unidades institucionais homogêneas do setor de saúde. Tendo como período o ano de 2008, os insumos considerados se assemelham ao trabalho de Marinho: Estabelecimentos de saúde, equipamentos e profissionais; ao passo que os produtos estudados foram famílias acompanhadas pelos programas de atenção básica e produção ambulatorial. Outros trabalhos, como o de Varela, Martins e Fávero (2012), já combinam o DEA com retornos variáveis de escala

com uma regressão simples para detectar a influência de variáveis não controláveis na produção de *outputs* diretos na área de saúde de municípios paulistas. A variável *input* foi a despesa com atenção básica, enquanto que os produtos estudados foram ações de enfermagem, ações médicas básicas, ações básicas em odontologia, ações executadas por outros profissionais, pessoas cadastradas no PSF e no Programa de Agentes Comunitários de Saúde. Os resultados sinalizaram, mais uma vez, a possibilidade de se aumentar consideravelmente a quantidade de serviços prestados sem necessidade de novas dotações orçamentárias.

Na área de educação, Gupta e Verhoeven (2001) relacionam como *input* o gasto per capita com educação e como *outputs* indicadores de matrículas no ensino primário, matrículas no ensino secundário e taxa de analfabetismo. Empregando o método *Free Disposable Hull* (FDH), os autores avaliam a eficiência do gasto governamental em educação e saúde em países na África, em relação a outros países asiáticos e ocidentais. Os resultados evidenciam que, na média, governos africanos são menos eficientes na provisão de saúde e educação que países asiáticos e outros do Ocidente. Além disso, demonstram que as ineficiências observadas no continente africano podem ser resultantes dos altos salários (no caso da educação) e má alocação de recursos. Fonchamnyo e Sama (2014) examinam o gasto público em ambas as áreas em países da África, como Camarões e Chade. A tendência de se usar o DEA em dois estágios se confirma. Como insumos, são considerados os gastos em saúde e educação. Como produtos, são relacionados a adesão escolar e taxa de alfabetização para educação, ao mesmo tempo que para saúde são o inverso da taxa de mortalidade infantil, expectativa de vida e imunizações contra sarampo.

De modo semelhante, Dufrechou (2016) apura a eficiência da educação pública e o papel de fatores condicionantes em países latino-americanos entre 1970 e 2010. O DEA em dois estágios averigua a eficiência entre variáveis de insumos e produtos, que são a média de anos na escola e população com nível secundário completo, e o gasto público per capita, respectivamente. Resultados indicam menor ineficiência a partir de 1990 e diferentes graus de eficiência, a depender do tamanho dos investimentos. Especificamente, na literatura brasileira, Savian e Bezerra (2013) analisam a eficiência dos gastos públicos com educação nas séries iniciais do ensino fundamental nos municípios do Paraná, nos anos de 2005 e 2009. A metodologia Análise Envoltória de Dados com retornos constantes de escala (DEA-CCR) é escolhida por ser mais restritiva e conservadora, diminuindo as unidades eficientes. Como variáveis de insumos, tomam-se a despesa por aluno matriculado no ensino fundamental, o número de escolas municipais de ensino fundamental, número de matrículas no ensino fundamental em escolas municipais e número de docentes de cada município - relação aluno/professor. Como variáveis de produto, considera-se o IDEB - Índice de Desenvolvimento da Educação Básica.

Complementarmente, Begnini e Tosta (2017) determinam a eficiência relativa dos gastos com educação fundamental nos estados brasileiros por meio do DEA com retornos constantes de escala, no período de 2011. Os resultados indicam que 25,92% dos estados brasileiros apresentaram gastos eficientes, enquanto 74,08% foram ineficientes, apontando para a necessidade de melhorias na gestão educacional e dos recursos utilizados. Entre os parâmetros, o índice de gastos no ensino fundamental estadual, índice de funções docentes no ensino fundamental estadual e o índice de estabelecimentos do ensino fundamental foram escolhidos como insumos. Como produtos, relatam-se o IDEB da 4ª série/5º ano do ensino fundamental da rede estadual, IDEB da 8ª série/9º ano do ensino fundamental da rede estadual e taxa de aprovação do ensino fundamental da rede estadual.

Já Wilbert e D'Abreu (2013) tiveram como objetivo identificar a qualidade do gasto público em educação nos municípios alagoanos em 2011. O insumo é o gasto com educação per capita e o produto é o IDEB. Silva Filho *et al.* (2016) avaliam a eficiência na alocação dos gastos públicos com educação nos colégios militares do exército nos anos de 2009 e 2011. Os *inputs* são a despesa com educação, número de alunos matriculados e número de professores. Os *outputs* são o IDEB dos colégios para ambos os anos. Seguindo a mesma linha, Schuster e Zonatto (2017) usam o as despesas liquidadas, gasto médio por aluno, IDHM para educação e renda como insumos e a média do IDEB das séries iniciais (1ª a 4ª) como produtos para avaliar o gasto em ensino básico nos 10 maiores municípios de cada estado brasileiro. O modelo em questão é o DEA com retornos variáveis de escala.

Há, como evidenciado, o predomínio de pesquisas a nível estadual e municipal quando utilizadas populações pequenas, ou seja, norteadas por limites de uma região do país. Poucos são os que direcionaram o estudo à totalidade dos municípios brasileiros, a fim de expandir o modelo e averiguar disparidades interregionais e intrarregionais. Menos ainda os que abordam de forma integrativa as áreas elementares da gestão municipal, como educação, cultura, saúde e saneamento. Faria, Januzzi e Silva (2008), Junior, Irffi, e Benegas (2011) e Boueri e Gaparini (2006), examinaram gastos públicos municipais em múltiplas áreas temáticas, como educação e cultura, saúde e saneamento. Os dois primeiros avaliaram, respectivamente, municípios do Rio de Janeiro e Ceará, ao passo que o terceiro trabalho lida com dados da maior parte dos municípios brasileiros.

2.3.3 Dinâmica da produtividade

Ainda é nítida a escassez de estudos que estimem a eficiência de agentes públicos por mais de um período, particularmente no Brasil. Dado que em grande parte dos trabalhos aplica-se a análise envoltória de dados em um período, e que

para apurar com precisão as mudanças na produtividade do gasto público ao longo dos anos é conveniente empregar funções de distância, é adequada a combinação do DEA com o Índice de Produtividade Malmquist (IPM). Seu propósito, via de regra, é separar as modificações na fronteira que são causadas por melhorias das unidades produtivas e aquelas que deslocam a fronteira por melhorias tecnológicas. Com efeito, Yi-Chung Hsu (2013) utiliza o DEA-BCC orientado ao produto combinado com o IPM para investigar a eficiência os gastos em saúde e como a produtividade alterou-se pelos anos entre 46 países na Europa e Ásia Central. Por fim, os escores de eficiência foram regredidos como variáveis dependentes em um conjunto de variáveis ambientais. Os insumo utilizado foi o gasto per capita em saúde; quando os produtos foram expectativa de vida; taxa de mortalidade infantil e número de imunizações contra sarampo. As evidências sugerem que países de ambas as regiões da amostra podem aprimorar a eficiência técnica relativa, visto que a média do indicador foi de 98,8%. Também, o IPM indicou que o crescimento da produtividade decresceu em 7,7% por ano, e a análise Tobit detectou a influência positiva de leitos hospitalares e número médio de anos no ensino primário.

Em educação, Agasisti (2014) comparou a eficiência do gasto público em 20 países europeus entre 2006 e 2009. Os *inputs* são os gastos por estudantes e a razão entre alunos e professores. Os *outputs* usados são os escores de matemática e ciências obtidos nas provas da OECD-PISA. Os escores de eficiência foram calculados pelo DEA-BCC orientado para *outputs*, aliado ao procedimento de *bootstrapping* para garantir robustez estatística. Por último, o IPM foi calculado para mensurar as mudanças na eficiência entre ganhos de eficiência puros e alterações na fronteira. Os resultados demonstram que a eficiência média permaneceu estável por causa dos movimentos opostos do aperfeiçoamento da eficiência técnica e o deslocamento negativo da fronteira. É patente que o Índice de Produtividade Malmquist é uma ferramenta proveitosa para complementar um tipo de análise determinística, como o DEA, ao possibilitar a utilização de séries temporais para comparação de mesmas unidades durante um período de tempo.

No Brasil, um exemplo da combinação do IPM com o DEA é o trabalho de Rosano-Peña, Albuquerque e Daher (2012), que avaliam a evolução da produtividade e eficiência dos gastos com ensino feitos pelos municípios goianos, nos anos de 2005, 2007 e 2009, separando as fontes das variações na dinâmica de produtividade dos municípios em mudanças tecnológicas e de eficiência. As evidências mostram que o progresso nos níveis de produtividade e suas causas são variação da eficiência produtiva e das mudanças tecnológicas; mostram também que, se as redes de ensino mantiverem a dinâmica apresentada no período, o número inicial de estados de eficiência (nove) deve ser mantido. Os parâmetros foram: Insumos - gastos municipais em educação com: recursos humanos, outras despesas correntes e investimentos; e

produtos - taxa de aprovação na 4ª série, taxa de aprovação na 8ª série, nota média padronizada em português e matemática da Prova Brasil na 4ª série, nota média padronizada em português e matemática da Prova Brasil na 8ª série e número de matrículas na educação infantil, especial, de jovens e adultos e convencional, no ensino fundamental.

Um apontamento conclusivo para a base de dados da presente pesquisa é de que há uma grande variedade a respeito das variáveis utilizadas nos artigos nacionais, principalmente nos da área de saúde. Nos dados de insumos, percebe-se parte dos trabalhos empregando gasto per capita em educação e saúde, por capturarem bem o principal recurso dos municípios, a saber, o orçamento que é convertido em despesa por cabeça. Dados referentes a elementos de capacidade física das unidades hospitalares são bastante utilizados como insumos, mas apresentam considerável escopo de variedade de métricas.

Entre os produtos, indicadores que representem procedimentos médicos, como total de internações e total de visitas em programas de atenção básica também são comuns, porém podendo apresentar semelhante variação. Diametralmente, as variáveis de educação são mais consensuais. Entre os insumos, é recorrente o uso de indicadores de despesa por aluno, número de escolas e número de professores. Enquanto que, como produto, é majoritária a escolha do IDEB para capturar a maximização dos resultados. Em caráter de resumo, a Tabela 1 condensa as principais variáveis trabalhadas entre a literatura escolhida por esse trabalho, distinguindo insumos, produtos e métodos por artigo.

Artigo	Insumo	Produto	Método
Butler e Li (2003)	Despesas totais menos folha de pagamento, total de camas, número total de serviços, número total de empregados.	Total de dias p/paciente internado, total de operações cirúrgicas, total de visitas em UTI não marcadas, total de visitas marcadas.	DEA-BCC
Yi-Chung Hsu (2013)	Gasto per capita em saúde	Expectativa de vida, taxa de mortalidade infantil e número de imunizações contra sarampo	DEA-BCC e IPM
Marinho (2003)	Leitos per capita, hospitais credenciados per capita, capacidade ambulatorial per capita, valor médio da internação e valor médio dos procedimentos ambulatoriais	Internações per capita, procedimentos ambulatoriais per capita e o inverso da taxa de mortalidade	DEA-CCR
Fonseca e Ferreira (2009)	Estabelecimentos de saúde, equipamentos e profissionais	Produção ambulatorial e famílias acompanhadas pelos programas de atenção básica	DEA-CCR
Dufrechou (2016)	Gasto per capita com educação	Média de anos na escola e população com nível secundário completo	DEA-BCC
Savian e Bezerra (2013)	Despesa por aluno, número de escolas, número de matrículas e número de docentes	IDEB - Índice de desenvolvimento da educação básica	DEA-CCR
Begnini e Tosta (2017)	Gastos no ensino fundamental, índice de docentes e índice de estabelecimentos	IDEB - 4ª e 8ª série e taxa de aprovação	DEA-CCR
Rosano-Peña, Albuquerque e Daher (2012)	Gastos municipais em educação: RH, outras despesas correntes e investimentos	Taxa de aprovação e nota média padronizada na prova Brasil na 4ª e 8ª séries e matrículas na educação básica.	DEA-BCC, IPM e Cadeias de Markov
Agasisti (2014)	Gasto público em saúde e educação	Escores de matemática e ciências obtidos pelo OECD-PISA	DEA-BCC e IPM
Fonchamnyo e Sama (2014)	Gasto público em educação e saúde	Adesão escolar e alfabetização; e inverso da mortalidade infantil, expectativa de vida e imunizações contra sarampo	DEA-BCC

Tabela 1: Relação de variáveis

3 Metodologia

A partir do conceito de eficiência de Farrel (1957), consolida-se o interesse pela construção de um índice de eficiência relativa, capaz de quantificar escores a partir de insumos e produtos. O entrave seria que nos problemas reais de produção, estes envolveriam multi-fatores, isto é, múltiplos *inputs* e *outputs*, e haveria, então, a necessidade de um modelo que não escolhesse de forma arbitrária os pesos dos fatores, sem que favorecesse uma unidade de decisão (DMU). Delineando o problema de forma mais específica, quando a função de produção abrange mais de um insumo e produto, o indicador de eficiência pode ser distorcido ao se atribuir a um insumo o resultado por outro não incluído no modelo, ou um acréscimo na eficiência pode ser obtido em detrimento da diminuição da produtividade de outro *input* ao se considerar a existência do efeito substituição entre as múltiplas variáveis da função. A correção desse fato perpassa a ponderação dos *inputs* e *outputs*, que nos métodos paramétricos se caracteriza pela utilização de preços de mercado, ao passo que na metodologia não-paramétrica é empregado um conjunto ótimo de fatores, definido pelo próprio modelo, que é ponderado em pesos não arbitrários do problema de programação linear (PPL) (PEÑA; ALBUQUERQUE; DAHER, 2008).

A progressão natural é, então, distinguir os métodos paramétricos dos não-paramétricos, no intuito de definir a escolha da presente monografia pela análise envoltória de dados. Para Herrera e Pang (2005), ambas as metodologias podem ser catalogadas em estocásticas e determinísticas, respectivamente. A abordagem paramétrica presume uma forma funcional específica que qualifique a relação entre as variáveis envolvidas. Conseqüentemente, com dados disponíveis, é construída uma função de produção a partir de predições probabilísticas, com insumos de variáveis independentes e produtos como variável dependente. Em desacordo com os métodos econométricos, que requerem assunções produtivas implícitas ou explícitas, a abordagem não-paramétrica representada pelo DEA tradicional demanda apenas convexidade conjuntamente com linearidade do conjunto de possibilidade de produção, definido pelo PPL (HSU, 2013). Assim sendo, os métodos não-paramétricos calculam a fronteira diretamente dos dados sem impor restrições funcionais particulares. Esta identifica todos os pontos localizados fora da fronteira como resultados ineficientes, enquanto aquela considera esses desvios como combinação de fatores de ineficiência e choques aleatórios por variáveis ambientais fora do controle do gestor (HERRERA; PANG, 2005).

3.1 DEA

3.1.1 DEA a retornos constantes de escala

Nessa perspectiva, Charnes, Cooper e Rhodes (1978), desenvolveram o DEA-CCR, análise envoltória de dados a retornos constantes de escala. Em sua forma inicial, fracionária, o DEA-CCR pode ser representado como:

$$\begin{aligned} \max h_0 &= \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}} \\ \text{s.a} \quad &\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, \dots, n \\ &u_r, v_i \geq 0 \end{aligned} \tag{1}$$

Nele, a eficiência de cada unidade produtiva define-se como quociente entre a soma ponderada dos produtos e a soma ponderada dos insumos. A função objetivo é o nível de eficiência da unidade decisória (DMU). A primeira restrição, denominada restrição de consistência, é utilizada para que o problema tenha significado comparativo, ou seja, de forma que os pesos não gerem valores superiores à unidade quando empregados em registros de outras DMUs. A última restrição, chamada de restrição de positividade, garante que todos os pesos sejam não negativos.

A solução desse problema fractal envolve a definição de pesos u_r e v_i de cada insumo e produto de tal forma que a medida de eficiência da unidade produtiva examinada, h_o , seja maximizada. Logo, x_{ij} representa as quantidades do i -ésimo insumo utilizado pela DMU j , enquanto que x_{io} representa as quantidades do i -ésimo insumo utilizado pela DMU o avaliada. Semelhantemente, y_{rj} são as quantidades do r -ésimo produto gerado pela DMU j , ao passo que y_{ro} caracteriza as quantidades do r -ésimo produto gerado pela DMU o avaliada.

Sabendo-se que esse modelo inicial é voltado aos insumos, implica-se que o problema de pesquisa faz referência à minimização do uso dos insumos quando fixada uma determinada quantidade de produtos. Os escores de eficiência h_0 flutuam entre 0 e 1 e, então, por consequência lógica, os que constituem a fronteira são aqueles que atingem o escore máximo. Todavia, segundo Boueri (2015), o problema fractal não é conveniente porque, quando o DEA foi desenvolvido na literatura, a facilidade computacional era uma propriedade essencial, o que é uma vantagem de um problema de programação linear. Portanto, a evolução ao longo do tempo reside na linearização

do problema proposta por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), conforme exposto abaixo:

$$\begin{aligned}
 \max h_0 &= \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} \\
 \text{s.a} \quad &\sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1 \\
 &\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \leq \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}, \quad j = 1, \dots, n \\
 &u_r, v_i \geq 0
 \end{aligned} \tag{2}$$

Para o caso do problema linear, acrescenta-se a restrição normalizadora, que assegura que a soma ponderada dos insumos seja igual a 1. Ainda, é conhecido que esse modelo está em sua forma multiplicativa. Uma maior facilidade seria viabilizada a partir da versão do PPL em sua forma envelopada e matricial, que segue:

$$\begin{aligned}
 \min \quad &\theta_i \\
 \text{s.a} \quad &\theta_i \bar{x}_i - X\bar{\lambda} \geq \bar{0}_m \\
 &Q\bar{\lambda} - \bar{q}_i \geq \bar{0}_s \\
 &\bar{\lambda} \geq \bar{0}_n
 \end{aligned} \tag{3}$$

Como explicado por Boueri (2015), θ_i é o escore de eficiência de uma DMU qualquer, \bar{x}_i é o vetor ($m \times 1$) de insumos utilizados pela DMU i , q é o vetor ($s \times 1$) de produtos gerados pela DMU i , $\bar{\lambda}$ é o vetor ($n \times 1$) de pesos para combinações lineares, X é uma matriz ($m \times n$) formada pelos vetores de insumos tranpostos, bem como Q é uma matriz ($s \times n$) de vetores tranpostos de produtos da amostra. Nessa monografia, a forma multiplicativa será preterida à envelopada, pois a grande vantagem desta é que possui menos restrições, simplificando o problema computacional. Entretanto, ainda não se trata do modelo definitivo, pois é um PPL orientado aos insumos. Sabendo que no setor público, normalmente, há considerável escassez e rigidez de recursos, e que esse trabalho lida com variáveis a nível municipal, é mais desejável maximizar resultados (BEGNINI; TOSTA, 2017), isto é, fixado um nível de insumo, averiguar quais DMUs tem a maior produção relativamente. Dessa forma, ao contrário das representações anteriores, o modelo que se segue é a versão orientada ao produto do mesmo problema envelopado:

$$\begin{aligned}
 \max \quad &\eta_i \\
 \text{s.a} \quad &\bar{x}_i - X\bar{\mu} \geq \bar{0}_m \\
 &Q\bar{\mu} - \eta_i \bar{q}_i \geq \bar{0}_s \\
 &\bar{\mu} \geq \bar{0}_n
 \end{aligned} \tag{4}$$

O modelo é similar à contrapartida de insumos, também em forma matricial, com a diferença de ser um problema de maximização. η_i é o escore de eficiência, \bar{x}_i é

o vetor $(m \times 1)$ de insumos utilizados pela DMU i , q é o vetor $(s \times 1)$ de produtos gerados pela DMU i , $\bar{\mu}$ é o vetor $(n \times 1)$ de pesos para combinações lineares, X é uma matriz $(m \times n)$ formada pelos vetores de insumos tranpostos, assim como Q é uma matriz $(s \times n)$ de vetores tranpostos de produtos. Ambos estão descritos em Boueri (2015).

Nesse estudo, serão adotadas tanto a versão voltada aos insumos, como a forma voltada ao produto, pois considera-se aqui que as duas análises são viáveis e necessárias para verificar se os *inputs* e *outputs* estão sendo geridos eficientemente. Ressalta-se que essa distinção é indiferente no DEA a retornos constantes, sendo indispensável a adoção de modelo posterior que faça essa diferenciação. Complementarmente, então, para que o modelo esteja adequado, é pertinente adotar, simultaneamente com o DEA CCR, uma versão que não esteja condicionada à assunção de proporcionalidade dos retornos, ou seja, que não assuma que todas unidades operam em eficiência de escala, pois no setor público é comum que organizações operem em situações de retorno crescente ou decrescente de escala (PEÑA, 2008). Sendo assim, o DEA-CCR, ou RCE, será aplicado concomitantemente com sua recíproca de retornos variáveis de escala, o DEA-BCC.

3.1.2 DEA a retornos variáveis de escala

Banker, Charnes e Cooper(1984) desenvolveram o DEA-BCC, ou RVE (retornos variáveis de escala), em que há a assunção de retornos de escala, substituindo a proporcionalidade pela convexidade (SAVIAN; BEZERRA, 2013). Em sua versão voltada ao produto, o modelo é representado matematicamente em sua forma multiplicativa da seguinte forma:

$$\begin{aligned}
 \min h_0 &= \sum_{r=1}^s v_r x_{ro} + v_o \\
 \text{s.a} \quad & \sum_{i=1}^m u_i y_{io} = 1 \\
 & \sum_{r=1}^s u_i y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - v_o \leq 0, \quad j = 1, \dots, n \\
 & u_r, v_i \geq 0
 \end{aligned} \tag{5}$$

A diferença de um PPL para o primeiro, CCR, é que a versão BCC possui a variável v_o , que denota os retornos variáveis de escala. Quando positivas, caracterizam retornos decrescentes; quando negativas, caracterizam retornos crescentes e quando iguais a zero denotam retornos constantes. Se $v_o = 0$, então verifica-se RCE, mas se $v_o \geq 0$ ou $v_o \leq 0$, têm-se retornos crescentes e decrescentes, respectivamente, indicando que a DMU deve diminuir ou aumentar sua escala de produção. Suma-

riamente, por meio desse problema linear, a eficiência técnica é desagregada em: eficiência técnica global, ET_g , eficiência técnica pura, advinda do modelo RVE, ET_p e eficiência técnica de escala, ET_{sc} , que é o resultado da relação entre as anteriores, isto é, $ET_{sc} = \frac{ET_p}{ET_g}$. Por ser orientado ao produto, tem-se que $ET_g = 1$ ou $ET_g > 1$, em que a DMU é considerada eficiente no primeiro caso e ineficiente no segundo, sendo igual para os escores desagregados. Em resumo, a maior vantagem desse modelo é que este admite que a eficiência varie em função da economia de escala, além de permitir que se comparem unidades de tamanhos diferentes (BELLONI, 2000, p.68-69).

Ajustando para o PPL em forma envelopada, o modelo fica expresso matematicamente em:

$$\begin{aligned}
 \max \quad & \eta_i \\
 \text{s.a} \quad & \bar{x}_i - X\bar{\mu} \geq \bar{0}_m \\
 & Q\bar{\mu} - \eta\bar{q}_i \geq \bar{0}_s \\
 & \bar{n}\bar{\lambda} = 1 \\
 & \bar{\mu} \geq \bar{0}_n
 \end{aligned} \tag{6}$$

Onde \bar{n} é um vetor exclusivamente composto por valores unitários. Na restrição, $\bar{n}\bar{\lambda} = 1$ é garantido que a soma dos λ 's seja igual a 1, o que impede que uma DMU seja comparada com outras muito diferentes dela. Com essas combinações lineares condicionadas, as unidades com vetores de insumo ou produto consideravelmente maiores ou menores não são integradas no conjunto referência da DMU investigada.

3.1.3 Fronteira invertida e eficiência composta

Desenvolvida por Yamada, Matui e Sugiyama (1994) e Entani, Maeda e Tanaka (2002), a fronteira invertida é a avaliação pessimista das DMUs, pois consiste em uma extensão do DEA que estima a ineficiência de uma unidade decisória construindo uma fronteira composta pelas piores práticas gerenciais, a fronteira ineficiente (SILVEIRA *et al.*, 2012). Por conseguinte, as projeções dos municípios seriam os anti-alvos de combinações lineares dos *anti-benchmarks*. Sua diferença na formulação matemática é que as variáveis consideradas como insumos são transformadas em produtos, e as variáveis consideradas como produtos são transformadas em insumos. A figura 1 demonstra a justaposição da fronteira clássica RVE com a fronteira invertida.

A utilidade dessa adição é que, por meio do cálculo das eficiências invertidas, pode-se estimar a eficiência composta, um índice que considera a média aritmética entre a eficiência clássica e a ineficiência da fronteira invertida. Com esse novo resultado composto, para um estudo, como o presente trabalho, que investiga a eficiência dos municípios em educação e saúde conjuntamente, é fundamental a apresentação de um indicador que minimize os efeitos de DMUs que possuam um excelente desempenho

em uma área e alta ineficiência em outra. A eficiência composta, como descrita na equação 7, se adequa a esse propósito.

$$\text{Ef. composta} = \frac{\text{ef. clássica} + (1 - \text{ef. invertida})}{2} \quad (7)$$

Para que os resultados sejam normalizados entre 0 e 1, basta que cada índice de eficiência composta municipal seja dividida pela observação máxima do universo.

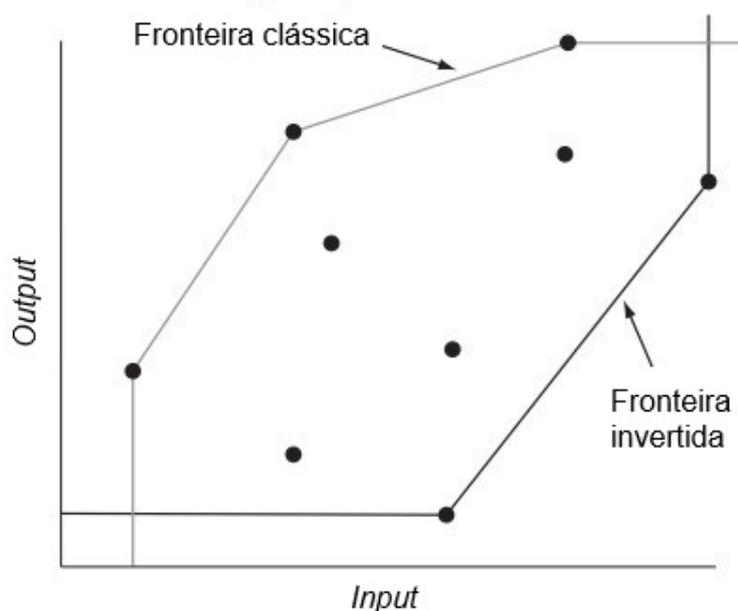


Figura 1: Fronteira clássica DEA-BCC e fronteira invertida
Fonte: Adaptado de Silveira, J.Q. et al. (2012)

3.2 IPM

Com os parâmetros do modelo de análise envoltória de dados definidos, é necessário complementá-lo mais uma vez, pois o objetivo dessa pesquisa é produzir uma análise dinâmica da eficiência do gasto municipal. Dado que os índices de eficiência DEA não representam adequadamente a trajetória temporal das variáveis, o índice de produtividade de Malmquist será empregado na segunda etapa da investigação por sua adequabilidade como instrumento para comparação dos resultados entre múltiplos períodos.

Desenvolvido por Caves, Christensen e Diwert (1982), o índice de produtividade de Malmquist é definido como quociente entre as funções distância das unidades de estudo em dois períodos t e $t + 1$ distintos, tendo como referência a tecnologia do período t . Sabendo que o DEA é uma análise estática e determinística, o IPM tem a função de tornar precisa a análise temporal dos índices de eficiência, pois este decompõe o índice de produtividade em mudanças de eficiência técnica, de escala

e tecnológicas, mensurando quanto das alterações de eficiência em um determinado período se devem a essas mudanças. Inicialmente, o índice Malmquist orientado ao produto pode ser descrita como a seguinte função de distância:

$$IPM^t(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \right] \quad (8)$$

A equação (7) representa a evolução da eficiência técnica de uma unidade avaliada do período t para o $t + 1$. Como o índice é sempre maior, menor ou igual a 1, existem três possibilidades: se houve incremento de eficiência, o resultado é $IPM > 1$; se houve um decréscimo, o resultado será $IPM < 1$; se não houver nem acréscimo nem decréscimo, o resultado será $IPM = 1$. Alternativamente, tomando como base a tecnologia de um período para o outro, que pode se deslocar devido a inovações técnicas ou progresso tecnológico, é factível definir o índice para esse caso como a média geométrica entre t e $t + 1$, segundo Rosano-Peña, Albuquerque e Daher (2012), como se segue:

$$\begin{aligned} IPM^{t,t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) &= [IPM^t(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) \times IPM^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t)] \\ &= \left[\left[\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \right] \times \left[\frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right] \right]^{\frac{1}{2}} \quad (9) \end{aligned}$$

A partir dessas quatro funções de distância, que representam o deslocamento da fronteira por mudanças tecnológicas entre o períodos t e $t + 1$, é possível considerar o índice de eficiência calculado pelo DEA como recíproco das distâncias, utilizando os escores de eficiência no IPM, podendo estas ser representadas como:

$$IPM^{t,t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[\left[\frac{EP_t^t}{EP_{t+1}^t} \right] \times \left[\frac{EP_{t+1}^{t+1}}{EP_t^{t+1}} \right] \right]^{\frac{1}{2}} \quad (10)$$

A partir de Farë *et al.* (1992) pode-se chegar a equação abaixo, em que é sumarizado o índice de produtividade de Malmquist:

$$IPM^{t,t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{EP_t^t}{EP_{t+1}^{t+1}} \left[\left[\frac{EP_{t+1}^{t+1}}{EP_{t+1}^t} \right] \times \left[\frac{EP_t^{t+1}}{EP_t^t} \right] \right]^{\frac{1}{2}} \quad (11)$$

A primeira expressão, fora dos colchetes, $\frac{EP_t^t}{EP_{t+1}^{t+1}}$, indica quão distante a unidade em análise está da fronteira eficiente entre os períodos t e $t + 1$, assimilando a evolução da eficiência técnica ou o respectivo inverso, a retroação do resultado, e a segunda expressão, $\left[\left[\frac{EP_{t+1}^{t+1}}{EP_{t+1}^t} \right] \times \left[\frac{EP_t^{t+1}}{EP_t^t} \right] \right]^{\frac{1}{2}}$, mede o deslocamento da fronteira tecnológica entre os dois períodos, sendo a mudança tecnológica positiva se o indicador for maior

que um, e negativa se for menor que um. O índice igual a 1 representa estagnação. Em suma, o IPM pode ser decomposto e escrito da seguinte forma:

$$IPM^{t,t+1} = ME \times MT \quad (12)$$

Em que ME é a mudança de eficiência e MT é a mudança da tecnologia disponível, seja por incorporação ou desincorporação. A grande vantagem dessa metodologia é, então, não só determinar o crescimento da produtividade total dos fatores, como também a fonte das mudanças, a partir da decomposição já detalhada. Poder-se-ia ainda adicionar a fragmentação da eficiência técnica em eficiência técnica pura e de escala, advinda do DEA de retornos variáveis. Entretanto, optou-se nesse trabalho por não adotar essa representação por limitações do software escolhido.

3.3 Análise espacial

Para Hägerstrand (1968, p.69, apud FERREIRA, 2014, p.48) a análise geo-espacial é um tipo de análise quantitativa baseada em um estudo aprofundado dos padrões de pontos, linhas, áreas e superfícies, dispostos em mapas definidos por coordenadas espaciais. Tendo em consideração a influência do espaço geográfico e da informação espacial na formação de fenômenos e variáveis sociais, a análise da eficiência e da evolução da produtividade será integrada, primeiramente, com a distribuição espacial dos escores no mapa da malha municipal do Brasil, podendo-se checar como os índices estão distribuídos na disposição territorial, e, posteriormente, a partir da investigação da autocorrelação espacial da variável de eficiência com relação às vizinhanças.

Conforme Ferreira (2014), a espacialidade é, sobretudo, uma propriedade de dependência e influência entre vizinhos. Regiões, municípios ou pontos, nos quais determinada variável está distribuída, podem ou não apresentar dependência espacial entre si com relação aos valores dessa variável. Em consonância, Peña e Almeida (2016) definem correlação espacial como a existência de uma relação funcional entre o que acontece em determinado ponto no espaço e em outros lugares, isto é, a dependência de uma variável de interesse numa região com relação ao valor dessa mesma variável na vizinhança. Portanto, autocorrelação espacial é o quanto a variação numérica de uma variável em um ponto específico é dependente de sua variação nas regiões geográficas mais próximas.

A partir da construção de uma matriz de vizinhanças que define a conectividade espacial entre as regiões segundo o conjunto de observações vizinhas de referência, é possível extrair o índice global e local de Moran. Desenvolvido originalmente por Moran (1948), o índice global apresenta uma medida única de associação para toda área analisada, podendo ser calculado pela estatística I de Moran:

$$I = \frac{\sum_i^n \sum_j^n w_{ij}}{n} \times \frac{\sum_i^n \sum_j^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_i^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (13)$$

Em que n representa o número total de observações, w_{ij} é o peso, e quando este for igual a um, as observações i e j são vizinhas. y_i e \bar{y} representam o valor da variável de interesse na localização i e a média da variável, respectivamente. Para os resultados, quando $I = 1$, tem-se que o conjunto espacial apresenta extrema autocorrelação positiva, quando $I = -1$, tem-se extrema autocorrelação negativa e quando $I = 0$, tem-se ausência de correlação. Logo, quanto mais próximo de 1, maior a tendência de que feições similares em localização também sejam similares em atributos; e quanto mais próximo de -1 , maior a tendência de que feições similares tendam a ter atributos menos similares do que as feições mais distantes. Em suma: se o índice é positivo, uma observação varia positiva ou negativamente em conjunto com a vizinhança, se é negativo, apresenta-se que uma observação varia em oposto à vizinhança, e se é zero ou está próximo, indica que a distribuição espacial não tem efeito na variável.

Para verificar a validade dos resultados de Moran e, dado que não se sabe se a relação entre vizinhos para a variável eficiência tem uma relação normal, será empregado teste de pseudo-significância para testar a hipótese nula, h_0 , de que os índices I de Moran não são significativos estatisticamente. Neste, são geradas diferentes permutações dos valores de atributos associados às regiões e em cada permutação é produzido um novo arranjo espacial, onde os valores são redistribuídos para cálculos consecutivos da autocorrelação e para simular uma distribuição normal dos dados. Se o valor observado $z - value$ for maior que zero para um intervalo de confiança, isto é, estiver nas extremidades da curva de teste, negar-se-á a hipótese nula em favor da presença de autocorrelação da eficiência. Quando for nulo, a hipótese nula será corroborada.

Quando as unidades estudadas são consideráveis em quantidade, como no caso dos municípios de todo o Brasil, é comum que ocorram diferentes níveis de correlação espacial. Confrontando esse problema, Anselin (1995) elabora o LISA (Local Indicator of Spatial Association), indicador que decompõe o índice global de Moran nos inúmeros padrões percebidos em uma ordem geográfica em análise. Sua grande utilidade para esse trabalho é que, especificado como um índice local de Moran, o LISA permite observar, além de regiões de transição, quando os padrões locais de associação espacial transbordam em *clusters*, ou seja, ilhas de eficiência em que o desempenho de uma vizinhança afeta positivamente ou negativamente o desempenho de um município. A fórmula do índice local pode ser descrita como:

$$I_i = \frac{(y_i - \bar{y}) \sum_{j=1}^n w_{ij}(y_j - \bar{y})}{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})}{n}} \quad (14)$$

Se $I_i > 0$, os vizinhos têm valores similares, denotando *clusters* de autocorrelação positiva, ao passo que se $I_i < 0$, os vizinhos têm valores distintos, denotando *clusters* de autocorrelação negativa. Adicionalmente, ao se realizar o teste de pseudo-significância no índice, é possível gerar um mapa, o *Lisa Map*, em que são apresentados os elementos que têm relação espacial relevante estatisticamente, averiguando os agrupamentos em que há confiança do resultado.

3.4 Descrição das variáveis

Sabendo que o objetivo desse estudo é analisar a evolução da produtividade e eficiência da função educação e saúde no Brasil municipal, considera-se, para definição de variáveis, uma função produtiva que relacione um conjunto de *inputs* e *outputs*, isto é, em que os recursos definidos geram os produtos correspondentes. Para educação, foram delimitadas as variáveis mais relevantes para educação infantil e fundamental, dado que é competência prioritária dos municípios a provisão e cobertura dos primeiros anos do ensino básico. Entre os insumos, estão:

1. Despesas na subfunção educação infantil da função educação - em que estão circunscritas as despesas dos municípios no provimento de creches e pré-escolas.
2. Despesas na subfunção educação fundamental da função educação - em que estão circunscritas as despesas dos municípios no provimento dos anos iniciais aos anos finais, ou do 2º ano ao 9º ano.

A escolha dos *inputs* limitou-se a despesas porque os gastos em educação correspondem aos recursos dispendidos em infra-estrutura e docentes, além das vantagens de serem específicos por função, evitando penalizações nos resultados finais, e de convergir com o amplo uso da literatura, como exposto na tabela 1. Já entre os produtos, têm-se:

1. Taxa de aprovação no anos iniciais - em que é medido fluxo escolar nos primeiros anos do ensino fundamental, até o 5º ano.
2. Taxa de aprovação nos anos finais - em que é medido fluxo escolar nos últimos anos do ensino fundamental, até o 9º ano

3. Nota média padronizada em português e matemática da Prova Brasil nos anos iniciais - em que é medida a qualidade do desempenho escolar nos primeiros anos do ensino fundamental, até o 5º ano.
4. Nota média padronizada em português e matemática da Prova Brasil nos anos finais - em que é medida a qualidade do desempenho escolar nos últimos anos do ensino fundamental, até o 9º ano.
5. Taxa de cobertura em creches - em que é medida a cobertura de creches, calculada pela razão entre o número de matrículas e a população correspondente à faixa etária entre 0 e 3 anos.
6. Taxa de cobertura em pré-escolas - em que é medida a cobertura de pré-escolas, calculada pela razão entre o número de matrículas e a população correspondente à faixa etária entre 4 e 5 anos.

Os quatro primeiros *outputs* referem-se à decomposição do IDEB e justificam-se em suas escolhas por terem o mérito de equilibrar fluxo e aprendizagem, captando municípios cujo desempenho tenha sido calcado na retenção de alunos para obtenção de melhores resultados nas provas ou aprovado facilmente alunos sem qualidade. Finalmente, a seleção dos dois últimos explica-se por seu poder de explicação e convergência com a meta de universalização da oferta de educação infantil do Plano Nacional de Educação (PNE).

No que se refere a saúde, similarmente a Marinho (2001), a aceção das variáveis se realizou considerando o caráter intrahospitalar, preventivo e social da função saúde, o que significa que tencionou-se representar os fatores produtivos internos de um hospital, bem como seu aspecto mais abrangente de continuidade, cujos efeitos se estendem para além dos limites hospitalocêntricos e são influenciados por condições externas e sociais. Entre os insumos, obteve-se:

1. Despesas municipais em saúde - em que são retratadas a função de despesa dos municípios na área de saúde.
2. Leitos ambulatoriais - em que é apresentado o quantitativo de leitos em ambulatórios por município.
3. Leitos de internação - em que é apresentado o quantitativo de leitos de internação por município.

Enquanto que para os produtos, têm-se:

1. Produção ambulatorial - em que estão sumarizadas a quantidade de procedimentos realizados em ambulatórios.

2. Autorizações de internação hospitalar - em que é apresentada a quantidade de autorizações de internações aprovadas.
3. Cobertura do programa estratégia Saúde da Família (eSF) - em que é apresentada a cobertura populacional do eSF.
4. Cobertura da Atenção Básica - em que é apresentada a cobertura populacional estimada da atenção básica.
5. Cobertura vacinal - em que se estima a cobertura populacional de vacinas imunobiológicas.

Uma considerável limitação desse trabalho foi a quantidade de dados ausentes de determinadas variáveis, bem como a heterogeneidade na sua obtenção. As variáveis de despesa em educação foram colhidas por meio da consulta às finanças municipais (FINBRA) no portal Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro do Tesouro Nacional (SICONFI). Já as variáveis de produto, para ensino fundamental, foram obtidas no portal do INEP, através dos itens decompostos do IDEB, disponível na aba de resultados do indicador. Para educação infantil foram retiradas do Observatório da Criança e do Adolescente. Entre os dados de saúde, as variáveis foram obtidas pelo portal DATASUS, com exceção da cobertura em estratégia Saúde da Família e cobertura da Atenção Básica, que foram colhidos pelo sítio e-Gestor da Atenção Básica, do Ministério da Saúde. A estatística descritiva desses dados é apresentada na Tabela 2.

Os períodos considerados foram de 2011, 2013, 2015 e 2017, adequado à periodicidade do IDEB. Desta forma, para facilitar a análise, para o cálculo de eficiência e produtividade, os dados foram divididos em dois períodos, a partir da construção da matriz de insumos e produtos pela média entre 2011 e 2013, e 2015 e 2017. Desta forma, o IPM será calculado entre o primeiro período, 2011-2013, e o segundo período, 2015-2017. Além disso, a discussão dos resultados será dividida em três seções. Primeiramente, foram calculados a eficiência, pelo DEA, para o período inicial, 2011-2013, para saúde e educação tanto isoladamente quanto coletivamente. Posteriormente, foram estimadas a evolução da produtividade e eficiência entre os dois períodos, isoladamente e gregariamente, pelo IPM. Ambas as seções são integradas com a apresentação da distribuição espacial dos resultados. Finalmente, como última etapa, foi avaliada a dependência espacial dos indicadores agregados, de eficiência e do IPM, das duas primeiras seções pela análise de autocorrelação espacial.

A Análise Envoltória de Dados e o índice de Malmquist foram conduzidos através do *software* RStudio, ao passo que toda análise espacial, tanto a distribuição geográfica dos dados como a análise exploratória de dados espaciais, foi viabilizada pelo *software* GeoDA.

2011-2013	x1	x2	y1	y2	y3	y4	y5	y6
Mínimo	2,00	173935,13	0,01	0,01	0,36	2,88	0,00	0,00
Máximo	3174806669,12	2810876123,88	1,00	8,17	1,00	7,00	1,17	1,84
Média	3332975,25	13434164,75	0,88	5,06	0,82	4,60	0,23	0,86
Desv.Padrão	44319245,76	59986002,57	0,18	1,33	0,08	0,55	0,14	0,21
2015-2017	x1	x2	y1	y2	y3	y4	y5	y6
Mínimo	23,40	77685,70	0,01	0,01	0,36	3,03	0,00	0,00
Máximo	1864594084,43	3492610365,27	1,00	8,96	1,00	7,08	1,40	1,98
Média	4739772,15	16831154,75	0,89	5,56	0,84	4,90	0,29	0,85
Desv.Padrão	31947754,12	60814000,77	0,18	1,34	0,07	0,52	0,15	0,18

Tabela 2: Estatística da educação

2011-2013	x1	x2	x3	y1	y2	y3	y4	y5
Mínimo	663684,32	1,00	1,00	287,00	0,01	0,01	2,00	40,42
Máximo	6597634386,17	1861,50	29098,50	296787426,00	1,00	1,00	681496,67	328,03
Média	17313362,92	5,78	94,48	662241,01	0,83	0,89	2399,72	83,14
Desv.Padrão	123526248,60	29,15	608,00	4854987,71	0,26	0,19	13397,54	16,14
2015-2017	x1	x2	x3	y1	y2	y3	y4	y5
Mínimo	1646988,94	1,00	1,00	327,50	0,01	0,01	0,75	13,34
Máximo	9875544011,62	947,50	29334,00	326784954,00	1,00	1,00	519860,50	263,37
Média	25332672,14	6,57	91,49	726667,72	0,89	0,93	1792,60	69,10
Desv.Padrão	185008240,20	24,5827	576,0279	5531104,213	0,20	0,14	10443,95	16,32

Tabela 3: Estatística de saúde

4 Resultados

4.1 Educação

4.1.1 Análise Estática

Consolidados os pressupostos metodológicos, a Tabela 4 apresenta os resultados gerais de eficiência para o período 2011-2013. Estes são divididos em cinco categorias, de acordo com o tipo de eficiência em análise.

2011-2013	CCR	BCC-IO	Escala	BCC-OO	Escala
Mínimo	0,001	0,001	0,007	0,701	0,001
Máximo	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Média	0,107	0,236	0,478	0,919	0,114
Média Geométrica	0,063	0,144	0,438	0,917	0,069
Desv.Padrão	0,111	0,229	0,183	0,059	0,115

Tabela 4: Eficiência em educação

O resultado do modelo com retornos constantes de escala revelou que o índice médio de eficiência em educação entre os municípios é de 6,3%, o que indica que esse mesmo resultado poderia ser alcançado com 93,7% a mais de eficiência, seja pelos insumos ou produtos. Alternativamente, o DEA com retornos variáveis e orientado ao insumo obteve média de 14,4% de eficiência, complementando que os municípios poderiam obter o mesmo resultado empregando 85,6% a menos de recursos, ou uma economia geral de R\$ 14.352.671,68. Ao contrário, a alta média de 91,7% da versão orientada ao produto do BCC suporta a baixa ineficiência das DMUs, que poderiam maximizar sua produção em 8,3% fixado o grau de *inputs*.

Dois apontamentos podem ser sugeridos: a) os resultados na aprovação escolar e notas na Prova Brasil poderiam ser obtidos com menor quantidade de recursos e b) há uma sensível explicação do baixo desempenho pelas ineficiências de escala de 56,2% e 93,1% para os dois modelos BCC, respectivamente, explicitando o inadequado dimensionamento das escalas produtivas em educação. Preliminarmente, ineficiência de gestão e de escala, ambas explicam os números ruins dos municípios.

Segregando os índices por região do Brasil, é possível diferenciar os primeiros resultados para averiguar se a eficiência muda conforme se focaliza um agrupamento específico do território. A Tabela 5 sumariza a média geométrica por região, condensando que o baixo desempenho é padrão, não havendo nenhum segmento expressivamente discrepante. Entretanto, percebe-se níveis ligeiramente mais robustos de eficiência no Centro-Oeste, Sudeste e Sul, simultaneamente na ótica aos *inputs* como na ótica aos

outputs, corroborando com pressuposição de que o ensino básico é mais precarizado entre Norte e Nordeste.

2011-2013	CCR	BCC-IO	Escala	BCC-OO	Escala
Norte	0,038	0,098	0,390	0,885	0,043
Nordeste	0,039	0,114	0,347	0,878	0,045
Centro-Oeste	0,075	0,170	0,440	0,933	0,080
Sudeste	0,077	0,158	0,484	0,952	0,080
Sul	0,109	0,194	0,563	0,936	0,117

Tabela 5: Média geométrica da eficiência em educação por região

Em sua distribuição espacial, os índices municipais são visualizados a partir dos *shapefiles* dos municípios, baixados pelo sítio do IBGE. Nas Figuras 2, 3 e 4, nota-se a convergência com os resultados até então apresentadas, sendo nítidas as diferenças observadas entre os modelos CCR e BCC, bem como entre as orientações por insumos e por produtos. Corroboram-se também as observações a respeito das regiões, pois é perceptível a concentração dos municípios escuros, ou seja, com melhores índices finais, no Centro-sul do país. Para o modelo CCR, das nove unidades que possuem desempenho maior que 80%, três estão no Sudeste, quatro no Sul, 1 no Centro-Oeste e apenas 1 no Nordeste. Para o BCC-IO, 196 estão localizados no Centro-Sul, com apenas 44 entre Norte e Nordeste.

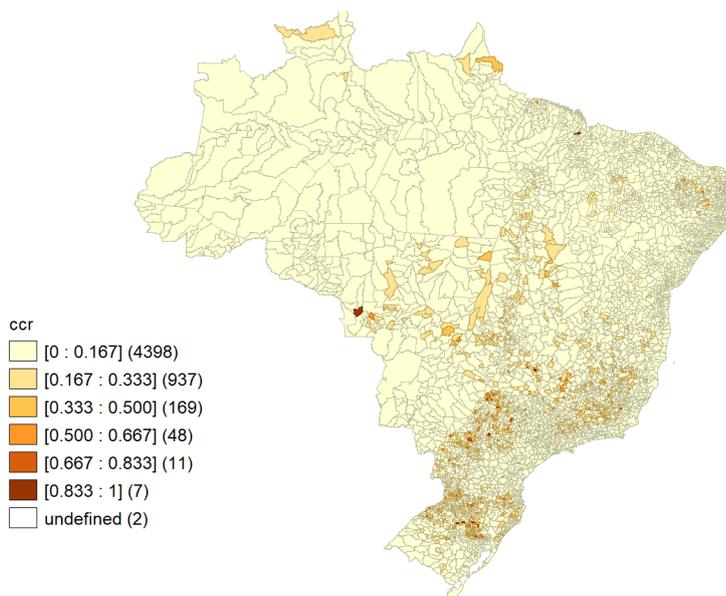


Figura 2: Eficiência - CCR

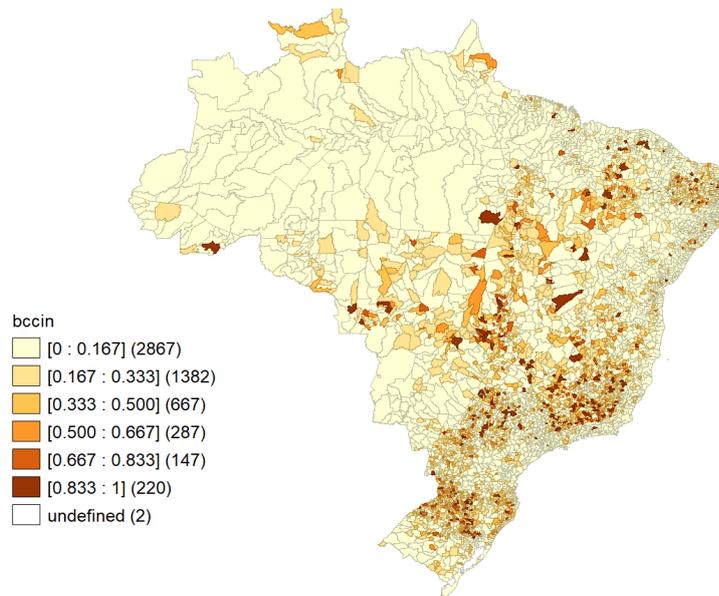


Figura 3: Eficiência - BCC-IO

Por último, por meio da visualização dos mapas, percebe-se que o papel da vizinhança ajuda a explicar também o desempenho dos municípios, visto que os existem regiões que estão agrupadas espacialmente por desempenho similar, isto é, o comportamento de uma unidade municipal parece ser influenciado pela presença de DMUs com bom ou mau comportamento ao seu redor.

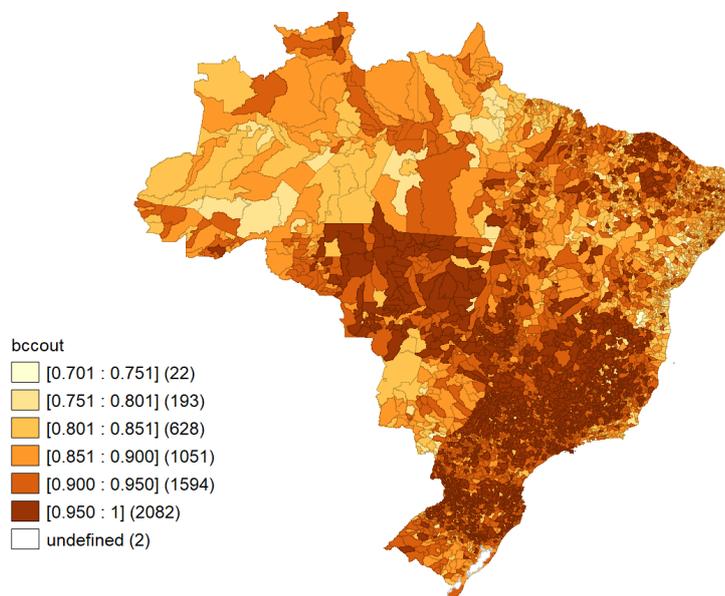


Figura 4: Eficiência - BCC-OO

4.1.2 Análise Dinâmica

Para o cálculo da eficiência em dois períodos, representados como a média entre 2011-2013, período 1, e a média entre 2015-2017, período 2, o índice de Malmquist

é adequado porque permite estimar a evolução da produtividade em ganhos (perdas) de eficiência e progresso (retrocesso) da mudança tecnológica. Isto supre a lacuna presente entre os artigos nacionais em que poucos, ao operacionalizarem com séries temporais, investigam as mudanças dos padrões de eficiência para além do DEA. Ne

A Tabela 6 apresenta a estatística descritiva dos resultados do IPM com retornos variáveis de escala (BCC) voltado ao produto. 2011-2017 refere-se aos dois períodos que estão inseridos nesse limite. EC são os valores para mudança na eficiência técnica, TC são os valores para mudança na tecnologia e IPM é o indicador agregado, produtividade total dos fatores, como produto entre EC e TC. Para a mudança na eficiência, aponta-se que houve redução média de 37,6% na eficiência técnica do primeiro para o segundo período, conforme apurado. Esse fato indica que o incremento na ineficiência da gestão municipal é associado ao não correspondente aumento da produtividade nos indicadores do IDEB.

Da coluna TC, infere-se que houve progressão tecnológica, ou um deslocamento da fronteira de produção, de 39,1% e que as inovações na gestão foram um contrapeso à redução da gestão eficiente, evidenciando o peso da difusão ou realização das tecnologias educacionais. Desta forma, a média para a produtividade total (IPM) foi de 0,858, uma diminuição de 14,2% entre os dois recortes temporais. É elementar que futuros estudos explorem os dados para esses anos mais recentes, de acordo com o recorte utilizado nessa pesquisa, de forma a confirmar o grau reduzido de eficiência observado.

2011-2017	EC	TC	IPM
Mínimo	0,027	0,010	0,010
Máximo	2,948	3,497	3,493
Média	0,722	1,476	0,939
Média Geométrica	0,624	1,391	0,858
Desv.Padrão	0,419	0,510	0,418

Tabela 6: IPM educação

Novamente, é factível depurar a análise entre as regiões do Brasil. A Tabela 7 expõe os valores do índice de Malmquist por região e, confirmando os resultados anteriores do DEA, Norte e Nordeste possuem desempenhos ligeiramente reduzidos, principalmente por sua piora considerável na eficiência técnica entre 2011-2013 e 2015-2017. Destaca-se a maior evolução tecnológica para o Norte, com 46,8% da produção maior por avanços tecnológicos e o Sul, que exibiu a redução menos significativa da produtividade geral.

2011-2017	EC	TC	IPM
Norte	0,519	1,468	0,757
Nordeste	0,617	1,348	0,814
Centro-Oeste	0,670	1,332	0,886
Sudeste	0,656	1,416	0,934
Sul	0,615	1,418	0,855

Tabela 7: Média geométrica do IPM em educação por região

Conforme as Figuras 5, 6 e 7, pela distribuição espacial da mudança na eficiência técnica, 62 municípios dos que obtiveram progressão superior a 90% concentravam-se entre Centro-Oeste, Sudeste e Sul, contra 59 do Nordeste e Norte. Para mudança tecnológica, 183 municípios encontravam-se no Sul, em face de 294 no Sudeste, 145 no Nordeste, 66 no Norte e 79 no Centro-Oeste. No indicador total de produtividade, apenas 6 na região Norte, 59 no Nordeste, 48 no Sudeste, 22 no Sul e 24 no Centro-Oeste.

Apesar da disparidade das DMUs do Centro-Sul que exibiram variação positiva da mudança tecnológica, o desempenho geral do índice para transição da produtividade geral não apresentou concentração antagônica de péssimos e excelentes indicadores de produtividade. Quando as unidades produtivas são analisadas nos mapas, a correlação com a vizinhança parece ser menor, em consonância ao exposto anteriormente, pois, em oposição aos números da análise estática, o mapa parece sugerir dependência espacial reduzida do IPM de um município com sua vizinhança, retraindo a possibilidade de correlação espacial.

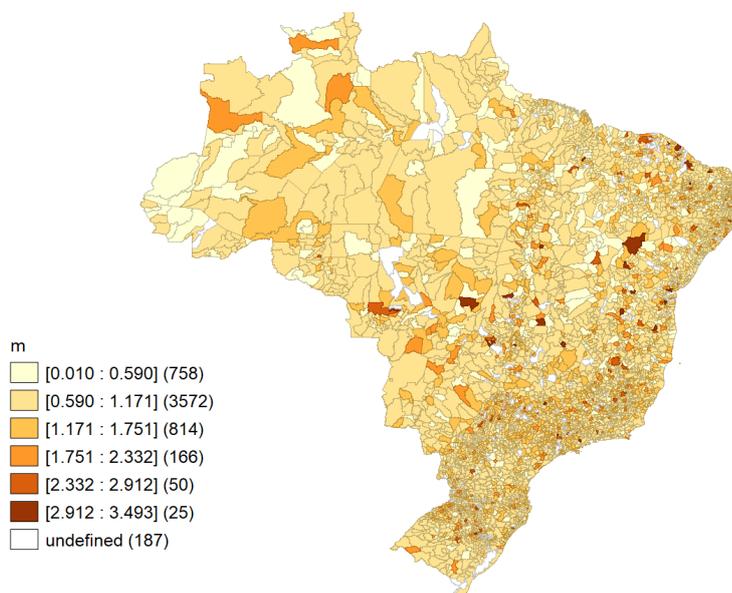


Figura 7: IPM - Total

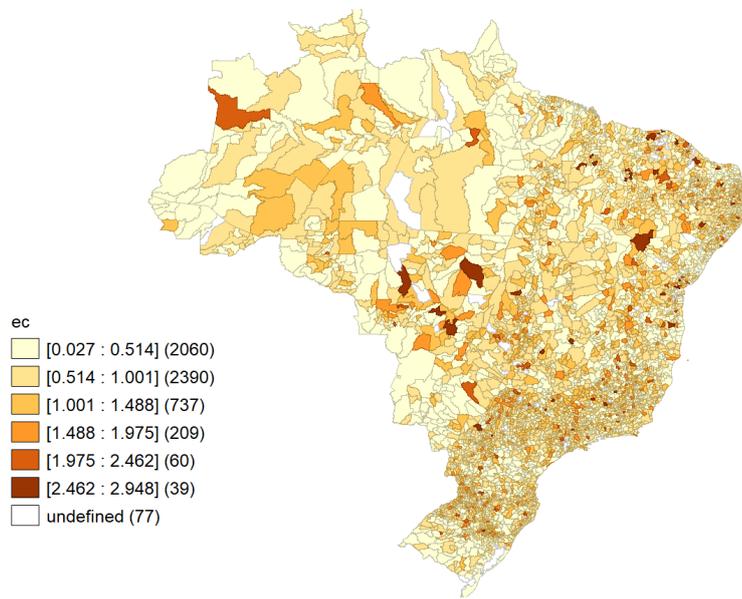


Figura 5: IPM - EC

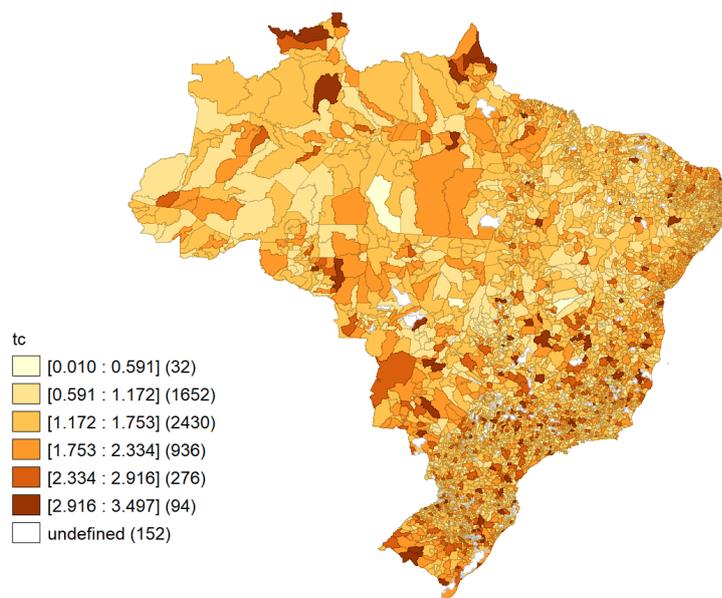


Figura 6: IPM - TC

4.2 Saúde

4.2.1 Análise Estática

A eficiência dos municípios em saúde foi sensivelmente superior quando comparada com os resultados de educação, porém ainda baixos. De acordo com a Tabela 8, a média geral para retornos constantes foi de 30,1%, apontando uma lacuna a ser suprida de 69,9% na gestão técnica de recursos e produtos. Quando assumido o modelo BCC, a retornos variáveis, e são depurados em suas versões orientadas ao insumo e ao produto, percebe-se que o maior grau de ineficiência reside no primeiro, registrando índice médio 35,4% de eficiência, ou um factível aumento na produção, sem expandir os gastos, de 64,6%, enquanto que no segundo, o resultado dos municípios foi 40,7% eficiente. Para as eficiências de escala de ambas versões, o porte da produção explica em parte o desempenho geral reduzido, em que as DMUs apresentaram 33% e 22,9% de ineficiência.

É possível estabelecer, nessa primeira parte da análise, que: a) a gestão ineficiente de recursos e produtos se repete na saúde, mesmo com números consideravelmente melhores que em educação; b) ao contrário da aplicação em educação, em que a eficiência da produção foi alta, a maior ineficiência se alocou na matriz de produtos, indicando que os municípios podem produzir resultados significativamente superiores sem que se alterem tanto os gastos em saúde; c) a escala explica os índices em parte, com menor força que em educação, mas ainda demonstrando que o porte inadequado tem influência na formação dos resultados.

2011-2013	CCR	BCC-IO	Escala	BCC-OO	Escala
Mínimo	0,038	0,038	0,196	0,153	0,129
Máximo	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Média	0,301	0,459	0,688	0,371	0,796
Média Geométrica	0,273	0,407	0,670	0,354	0,771
Desv.Padrão	0,141	0,229	0,152	0,128	0,171

Tabela 8: Eficiência em saúde

A Tabela 9 discrimina os resultados por região do Brasil, onde é possível averiguar se existem padrões regionais dos resultados de eficiência. Diferentemente da análise das variáveis de educação, em saúde, Norte e Nordeste obtiveram desempenho similar no DEA-CCR, com Sudeste registrando desempenho médio de 26,1%, inferior aos 27% e 28,6% das duas primeiras. Quando se avalia especificamente a eficiência da gestão dos insumos, nota-se que o melhor desempenho, que nos outros modelos é do Centro-Oeste, reside na região Norte, com 43,2% de eficiência, ao passo que o

Sudeste apresenta o pior resultado, de 37,9%. As ineficiências de escala permanecem explicativas para todas regiões, com destaque para o Sudeste novamente, que registra ineficiência de escala de 62,1%. Em linhas gerais, há uma ruptura com o padrão Centro-Sul de superioridade dos índices de educação.

2011-2013	CCR	BCC-IO	Escala	BCC-OO	Escala
Norte	0,286	0,432	0,664	0,360	0,795
Nordeste	0,270	0,416	0,649	0,345	0,783
Centro-Oeste	0,303	0,421	0,720	0,402	0,754
Sudeste	0,261	0,379	0,689	0,355	0,735
Sul	0,277	0,421	0,657	0,345	0,803

Tabela 9: Média geométrica da eficiência em saúde por região

A distribuição espacial, conforme as figuras 8, 9 e 10, aponta uma possível correlação da eficiência de um município com a vizinhança, ainda que menor do que o observado em educação, pois a concentração de agrupamentos de baixo e alto desempenho é menor e mais dispersa em uma primeira análise. É possível observar também, geograficamente, o melhor desempenho computado pelo modelo BCC-IO, bem como a baixa eficiência na produção em saúde. Além disso, a maior dispersão dos resultados por região é confirmada nesse nível: no DEA-CCR, entre os municípios com eficiência acima de 80%, 20 localizam-se no Norte ou Nordeste, 16 no Sudeste, 11 no Sul e 10 no Centro-Oeste; para o DEA-BCCIO, 269 encontram-se entre Norte e Nordeste, 168 no Sudeste, 135 no Sul e 72 no Centro-Oeste; finalmente, para a eficiência voltada ao produto, 31 dos melhores municípios concentravam-se no Norte e Nordeste, 24 no Sudeste, 15 no Sul e 13 no Centro-Oeste. Pode-se afirmar, então, que em saúde não é muito forte a concentração dos resultados mais altos regionalmente, o que reforça que a gestão municipal em saúde é menos dependente da eficiência geral de regiões mais ricas do Centro-Sul, como observado em educação.

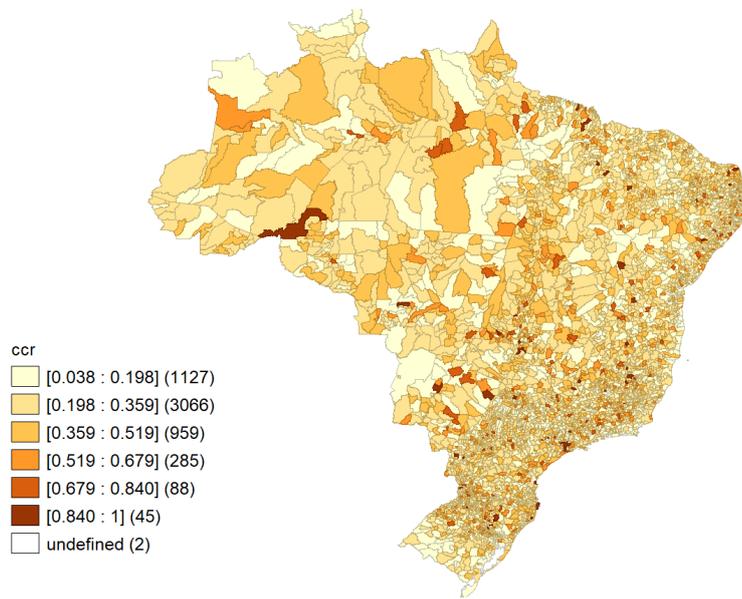


Figura 8: Eficiência - CCR

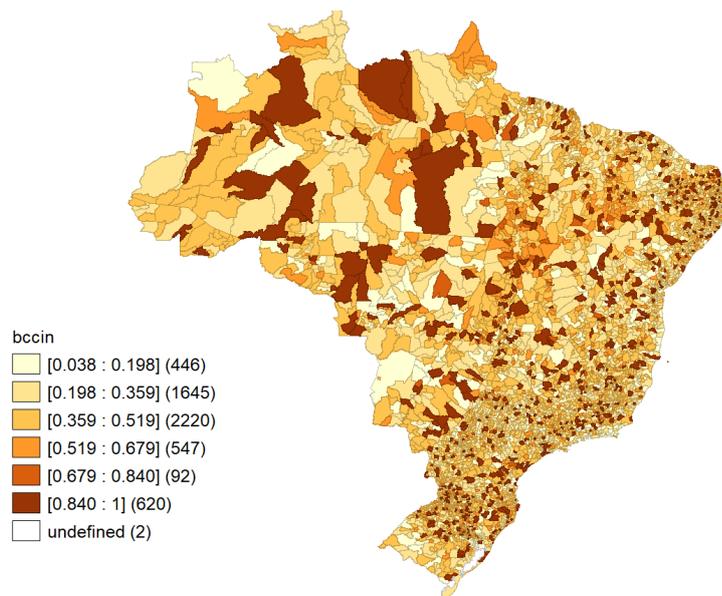


Figura 9: Eficiência - BCC-IO

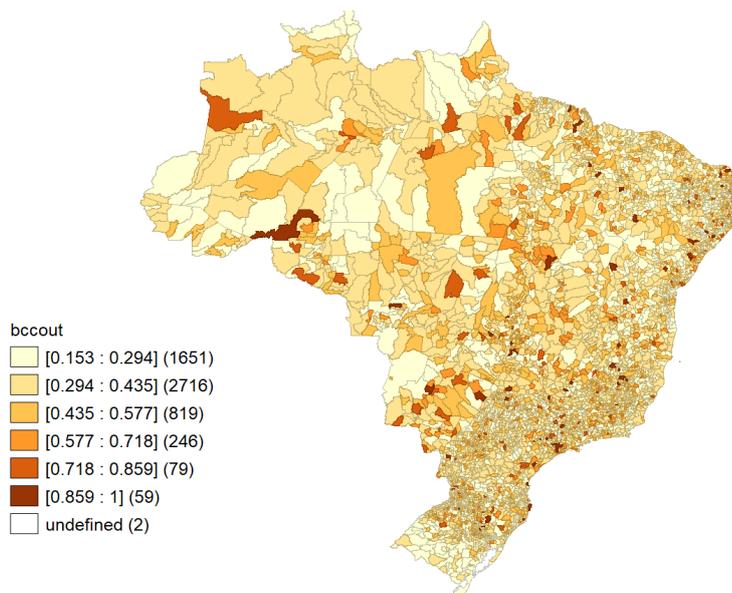


Figura 10: Eficiência - BCC-OO

4.2.2 Análise Dinâmica

A Tabela 10 sumariza os resultados do Índice de Malmquist para saúde, em que 2011-2017 engloba os dois períodos em análise, 2011-2013 e 2015-2017. Mais uma vez, EC é a mudança na eficiência técnica, TC o progresso tecnológico e IPM o indicador total, composto pela multiplicação de EC e TC. Em oposição ao IPM de educação, a média para transição de eficiência foi de 6,6% de incremento, indicando uma variação positiva no desempenho técnico dos municípios, ou uma melhoria na gestão dos produtos. Entretanto, também com padrão invertido em relação à seção anterior, esse ganho foi penalizado pelo decréscimo de tecnologia, ou um retrocesso de 28,4% na matriz tecnológica. Com isso, a média geral do IPM foi de redução de 23,5% na produtividade entre o primeiro período e o segundo. O resultado final converge com o observado em educação, visto que, mesmo com causas distintas, ambos computaram menor produtividade geral dos fatores em 2015-2017.

Uma possível causa para isso pode ser a recessão econômica aprofundada a partir de 2015, que coincide com o período em que se observa uma redução da produtividade dos municípios. Todavia, para se estimar com precisão o poder de explicação do ambiente e de variáveis discricionárias, seriam necessárias metodologias complementares ao DEA e IPM, pois ambos não mensuram correlação de resultados.

Ainda, a Tabela 11 apresenta o IPM decomposto por região, o que possibilita uma investigação de padrões regionais discrepantes. Em semelhança com os apontamentos da análise de eficiência, o desempenho médio varia pouco por região, com destaque para a ligeira superioridade do Nordeste em ganho de eficiência técnica, apresentando um índice de progressão de 7,8%, e o pior desempenho do Sul no

índice de progressão tecnológica, registrando o deslocamento negativo da fronteira, ou redução, de 29,9%

2011-2017	EC	TC	IPM
Mínimo	0,148	0,010	0,010
Máximo	2,991	1,442	2,889
Média	1,108	0,738	0,796
Média Geométrica	1,066	0,716	0,765
Desv.Padrão	0,300	0,175	0,227

Tabela 10: IPM em saúde

2011-2017	EC	TC	IPM
Norte	1,050	0,711	0,748
Nordeste	1,078	0,735	0,792
Centro-Oeste	1,050	0,738	0,776
Sudeste	1,062	0,704	0,749
Sul	1,066	0,701	0,747

Tabela 11: Média geométrica do IPM em saúde por região

As figuras 11, 12 e 13 são a distribuição espacial dos resultados do IPM em saúde. Entre os municípios com desempenho maior que crescimento de 99% da eficiência técnica, 5 estão no Norte, 28 no Nordeste, 15 no Sudeste, 7 no Sul e 4 no Centro-Oeste. Isto indica e corrobora com a média superior do Nordeste nesse fragmento do índice de Malmquist. Para variação na tecnologia disponível, foram considerados os municípios que mantiveram a mesma fronteira de produção ou obtiveram deslocamento positivo, entre os quais: 39 se concentravam no Norte, 325 no Nordeste, 778 no Sudeste, 133 no Sul e 78 no Centro-Oeste. A alta frequência para região Sudeste é curiosa, pois nesse composto obteve a menor média. É provável que um mau desempenho das outras DMUs penalize a concentração maior entre os que computaram variação positiva.

Finalmente, como no IPM de educação, os agrupamentos reduzidos parecem expressar uma autocorrelação dos resultados de evolução da produtividade e eficiência, ou uma maior heterogeneidade quando comparados com os resultados de eficiência. Mesmo assim, não se pode menosprezar o efeito da vizinhança na formação de *clusters* de desempenho e regiões de transição. Na última seção dos resultados, onde serão examinados conjuntamente educação e saúde, será avaliada a dependência espacial

dos resultados de eficiência e evolução da produtividade, de forma a consolidar se o desempenho de um município é influenciado positivamente pelas DMUs circunvizinhas, ou se a distribuição espacial tende a ser aleatória. Desta forma, esses apontamentos iniciais poderão ser investigados.

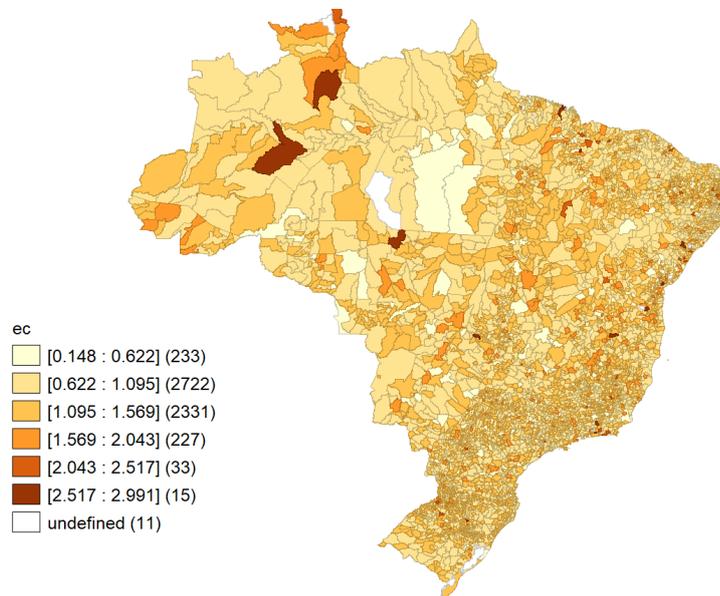


Figura 11: IPM - EC

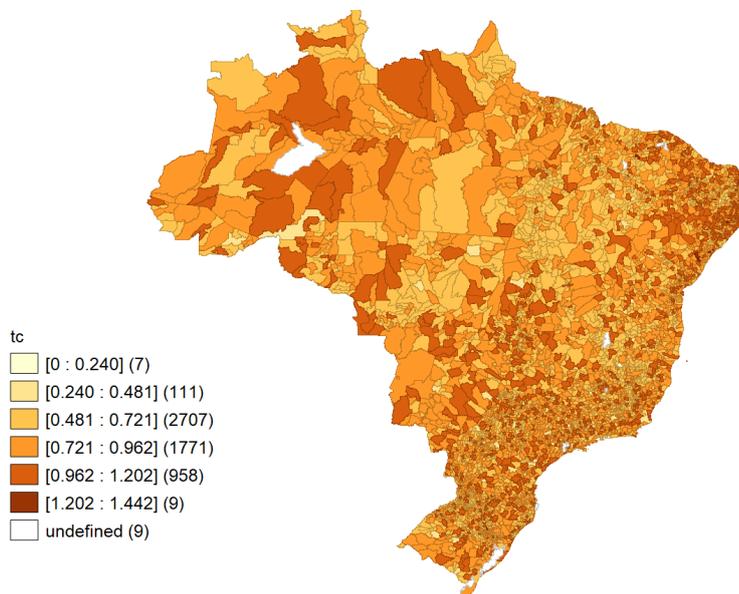


Figura 12: IPM - TC

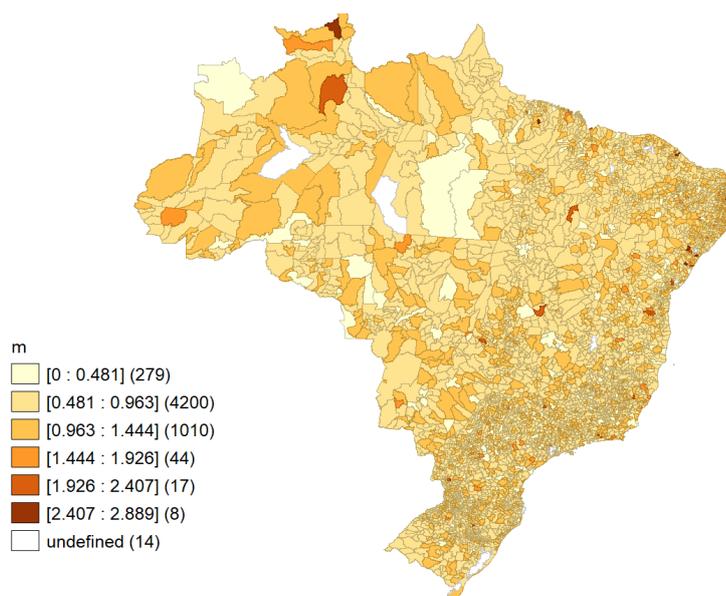


Figura 13: IPM - Total

4.3 Educação e saúde

Nesse fragmento da discussão dos resultados foram avaliados, conjuntamente, a eficiência do gasto público municipal em educação e saúde. Na primeira parte, procedeu-se à análise de eficiência, dividida em eficiência clássica e composta, pois não é desejado municípios com bom desempenho na saúde em detrimento da eficiência na educação, ou vice-versa. Seguidamente, realizou-se a análise de autocorrelação espacial. Da mesma forma, o índice de produtividade será apresentado em caráter final e, posteriormente, investigado segundo a correlação com a vizinhança.

4.3.1 Análise Estática

A Tabela 12 condensa os resultados de eficiência clássica comparada com os resultados da eficiência composta, esta obtida a partir do cálculo da fronteira invertida. Assim sendo, os resultados preliminares conjuntos, para retornos constantes, mostram um nível de eficiência de 55,4%, em que a deficiência na gestão dos recursos e produtos atinge 44,6% de ineficiência.

Com retornos variáveis orientados ao insumo, percebe-se eficiência maior, de 61,7%, indicando que as unidades produtivas em questão poderiam obter o mesmo resultado com uma economia de ordem de 38,3% de recursos. Considerando sua versão composta, o desempenho é reduzido em 6,1%, corroborando com a esperada existência de municípios com maior desempenho em variáveis de educação ou saúde, a despeito de menor desempenho na outra área. Enquanto 1438 registraram índice de eficiência superior a 90% no modelo clássico, no modelo calculado a partir da fronteira invertida apenas 278 estiveram nessa mesma faixa. Ademais, a eficiência

média de escala demonstra alto desempenho dos municípios na escala produtiva, pois a ineficiência é de 10,3%.

Quando o modelo em avaliação dota-se de retornos variáveis orientados ao produto, a eficiência clássica média é de 97,7%, revelando que, com a mesma quantidade de recursos, os municípios poderiam atingir desempenho 2,3% mais eficiente na produção. Entretanto, ao se considerar o índice composto, esse alto resultado é reduzido em 21%, reforçando que haviam DMUs com excelentes resultados em uma matriz de variáveis, mas com péssimo resultado na outra. Ao passo que o DEA clássico computou o extraordinário número de 5183 municípios com desempenho superior a 90%, o DEA composto concentrou 790 nessa mesma faixa de eficiência. A ineficiência de escala de 43,3% indica que ajustes na escala de produção municipal poderiam elevar o desempenho geral.

2011-2013	CCR	BCC-IO	Escala	BCC-IO-C	BCC-OO	Escala	BCC-OO-C
Mínimo	0,118	0,130	0,166	0,096	0,710	0,118	0,396
Máximo	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Média	0,598	0,663	0,910	0,590	0,978	0,610	0,780
Média Geométrica	0,554	0,617	0,897	0,556	0,977	0,567	0,767
Desv.Padrão	0,229	0,239	0,130	0,191	0,041	0,228	0,131

Tabela 12: Eficiência em educação e saúde

A partir dessa discussão, pode-se afirmar que os resultados expressam que: a) os índices de eficiência gregários são superiores, em média, e mais equilibrados que índices isolados em educação e saúde; b) com relação a orientação da análise, a maior parte da ineficiência deve-se à incorreta aplicação dos recursos; c) a escala produtiva ineficiente dos municípios penaliza os resultados; d) a eficiência composta é extremamente útil para prevenir que municípios especializados apenas em educação ou saúde sejam computados como eficientes.

Complementarmente, de acordo com os a avaliação por região do Brasil, os resultados, apesar de similares e não dispersos em geral, foram melhores para Norte, Nordeste e Sul, que obtiveram 92,9%, 91,3% e 92,5%, respectivamente, de eficiência pelo DEA BCC-IO composto. Para o DEA BCC-OO composto, Norte, Sul e Centro-Oeste registraram os maiores desempenhos, de 59,9% para os dois primeiros e 58,9% para o último. Outra vez, a ruptura com a concentração de maior eficiência no Centro-Sul, como examinada na seção de educação, é mantida. O bom grau de eficiência do Norte contraria as expectativas iniciais da pesquisa.

2011-2013	CCR	BCC-IO	Escala	BCC-IO-C	BCC-OO	Escala	BCC-OO-C
Norte	0,569	0,596	0,613	0,929	0,526	0,950	0,599
Nordeste	0,530	0,607	0,581	0,913	0,511	0,979	0,541
Centro-Oeste	0,575	0,615	0,655	0,878	0,600	0,977	0,589
Sudeste	0,549	0,566	0,639	0,859	0,595	0,982	0,560
Sul	0,585	0,581	0,632	0,925	0,571	0,976	0,599

Tabela 13: Média geométrica da eficiência em educação e saúde por região

A distribuição espacial desses resultados é exposta a seguir, com as Figuras 14 e 15. A diferença dos resultados entre a eficiência clássica e composta, principalmente no caso do DEA orientado ao produto, pode ser visualizada geograficamente. Além disso, a formação de *clusters* de municípios com desempenho similar também é observada na análise conjunta. A informação espacial dada pela relação com a vizinhança parece influenciar os resultados de eficiência.

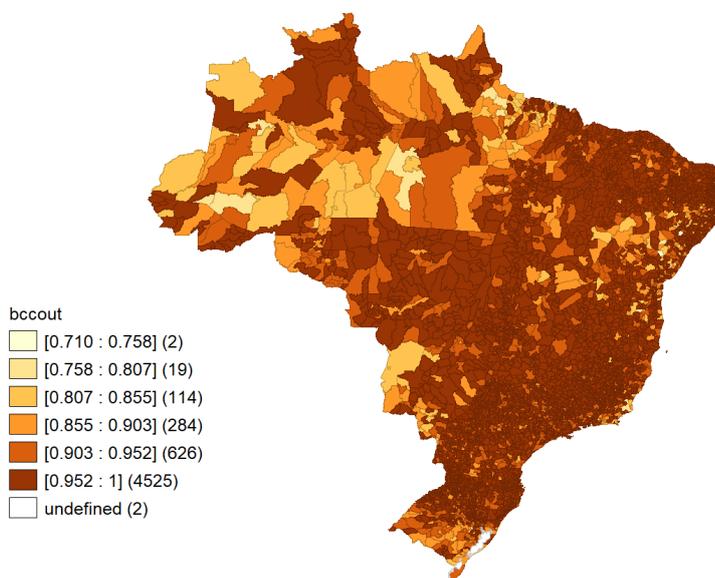


Figura 14: Eficiência - BCC-OO

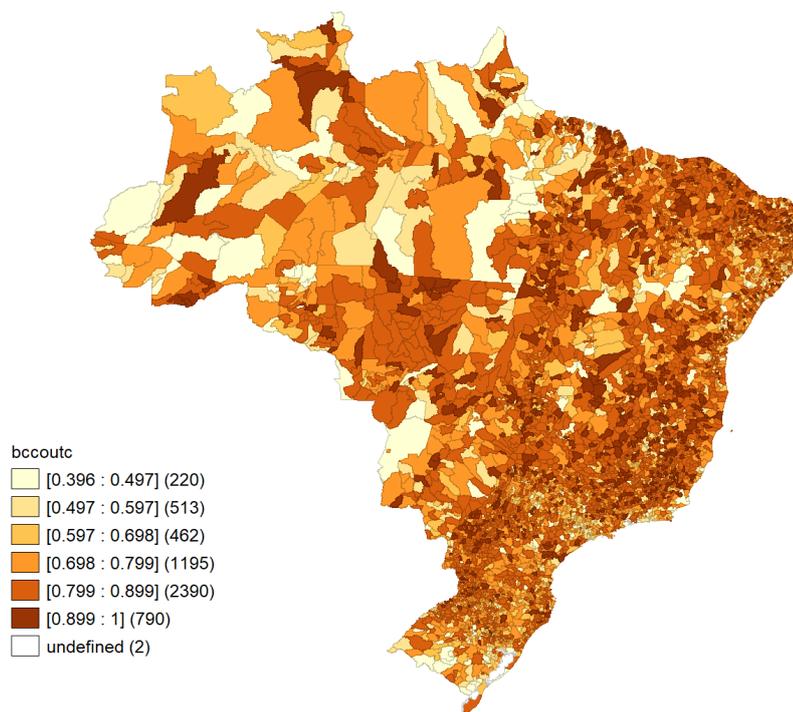


Figura 15: Eficiência - BCC-OO-C

4.3.2 Dependência espacial da eficiência

Sabendo da relevância da correlação espacial para a formação do fenômeno de eficiência municipal, como discutido preliminarmente nas seções anteriores, e da incipiência e lacuna de aplicação da Análise Exploratória dos Dados Espaciais (AEDE) entre os trabalhos de produtividade, essa pesquisa tem como intuito demonstrar a importância de abordar o tema em sua espacialidade. Desta forma, buscou-se evidenciar, empiricamente, os padrões espaciais dos resultados.

Essa análise se concentrou nos índices DEA compostos, incluindo o de retornos constantes, e, como ferramenta interpretativa do índice global de Moran, foi empregado o diagrama de dispersão. Nele, o valor de uma variável qualquer, que nesse caso é a eficiência composta em questão, é considerada no eixo das abscissas para cada uma das unidades e, no eixo das ordenadas, é considerada a média do valor padronizado da mesma variável para a vizinhança. A linha de regressão indica o valor I de Moran, e quanto maior sua inclinação, maior será a autocorrelação espacial dos dados.

De acordo com Almeida (2004), para efeitos do índice local LISA, o quadrante superior direito do diagrama (*High-High*) mostra as regiões que apresentam altos valores para a variável de eficiência que estão cercados por regiões com altos valores também. Similarmente, o quadrante inferior esquerdo (*Low-Low*) representa os municípios com baixos resultados de eficiência e que estão rodeados por outros municípios

com baixo valor de eficiência. Para o quadrante superior esquerdo (*High-Low*), tem-se que as regiões nele concentradas possuem altos valores cercados por outros de baixos valores. Ainda, para o quadrante inferior direito (*Low-High*), encontram-se os municípios de reduzida eficiência e que estão cercados por outros de alta eficiência. Os dois primeiros expressam autocorrelação espacial positiva, ao passo que os últimos demonstram autocorrelação espacial negativa.

A matriz de vizinhança construída foi de contiguidade *Queen* de ordem 2, o que significa que os vizinhos foram considerados lateral e diagonalmente, como uma rainha do tabuleiro de xadrez, além de estarem num raio máximo de dois vizinhos. O histograma de conectividade a seguir expõe a frequência do número vizinhos da matriz de vizinhança elaborada.

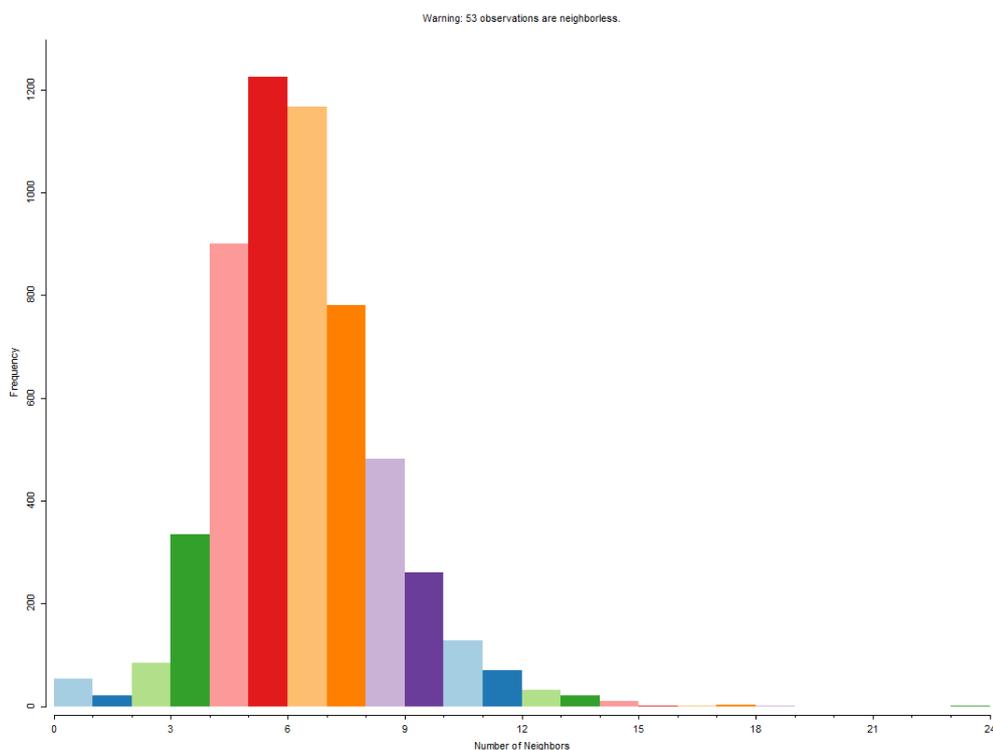


Figura 16: Histograma - vizinhança

Quando o DEA em análise é o CCR, segundo a Figura 16, o índice I de Moran é positivo em 0,131, afirmando a presença de autocorrelação da eficiência a retornos constantes de escala para educação e saúde, ainda que não tão acentuada. Estatisticamente, o índice global de Moran é significativo para nível de 99,9% de confiança na distribuição normal simulada ($p=0,001$).

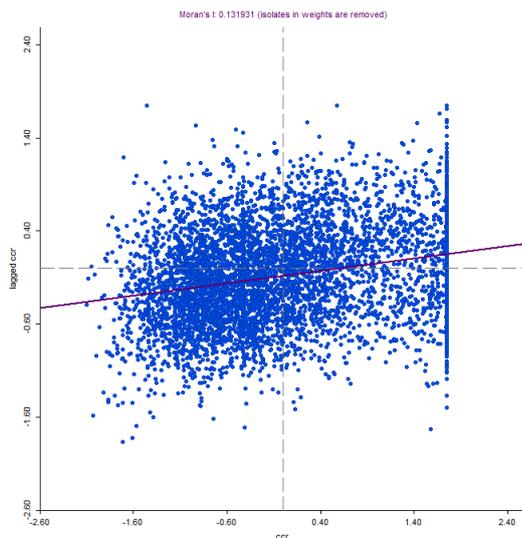


Figura 17: Diagrama de Moran - CCR

Para o índice local de Moran, a autocorrelação da eficiência de cada município com sua vizinhança foi considerada conforme os *clusters* definidos pela divisão dos quadrantes de desempenho. Entre os estatisticamente válidos, 258 estão no quadrante Alto-Alto (*High-High*), indicando a associação de unidades em agrupamentos de alta eficiência. Entretanto, o maior quantitativo foi o de municípios em Baixo-Baixo (*Low-Low*), o que demonstra autocorrelação positiva mais forte para os dados de mau desempenho. Concomitantemente, há aqueles que são municípios *outliers*, ou que têm desempenho discrepante e inversamente proporcional ao de sua vizinhança. O mapa de significância segmenta os *clusters* por nível de significância estatística, sendo o maior quantitativo para $p=0,05$, onde concentram-se 701 municípios.

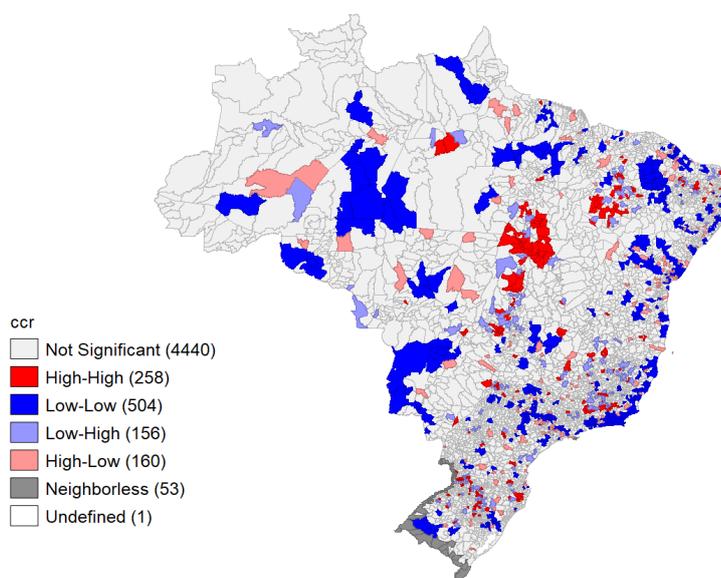


Figura 18: *Clusters* - CCR

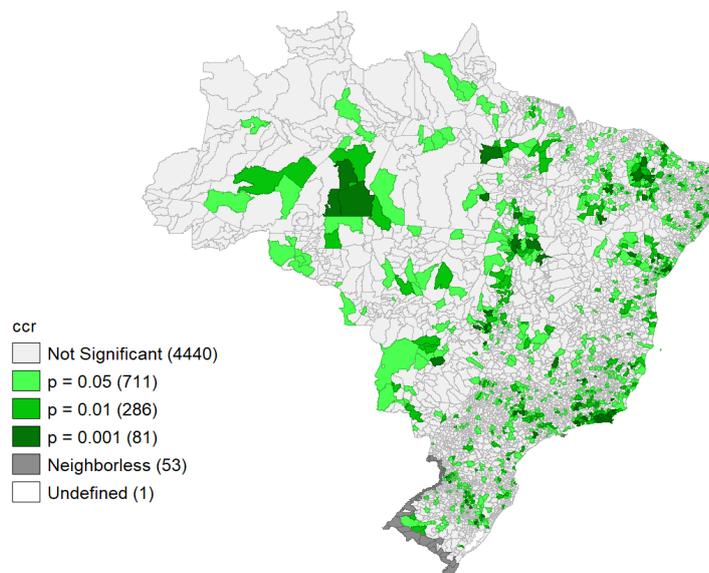


Figura 19: Mapa de significância - CCR

Já quando o modelo DEA em análise é o BCC orientado ao insumo e composto, o índice de Moran computado é de 0,170, superior ao I de CCR, apontando maior presença de autocorrelação da eficiência em educação e saúde quando o foco do desempenho é a gestão dos recursos. O nível de confiança é de 99,9% ($p=0,001$), para um valor $z=22,1$, que corrobora, estatisticamente, o resultado de que a distribuição espacial da eficiência não é aleatória.

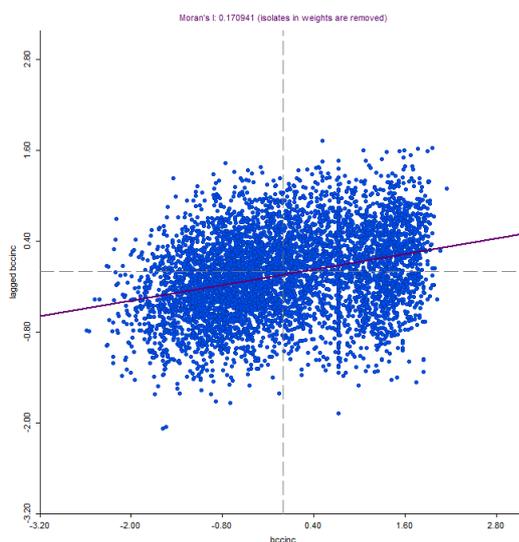


Figura 20: Diagrama de Moran - BCC-IO-C

O índice local de Moran revelou também que 367 municípios formaram os *clusters* de Alta-Alta eficiência, número maior em 109 que do cálculo para retornos constantes, mas ainda menores que os 475 constituidores dos *clusters* de Baixa-Baixa eficiência para retornos variáveis. Semelhantemente ao LISA anterior, nota-se também

a presença de unidades de Baixa-Alta eficiência e Alta-Baixa eficiência. O mapa de significância registra 743 regiões para $p=0,05$ e 105 para $p=0,001$.

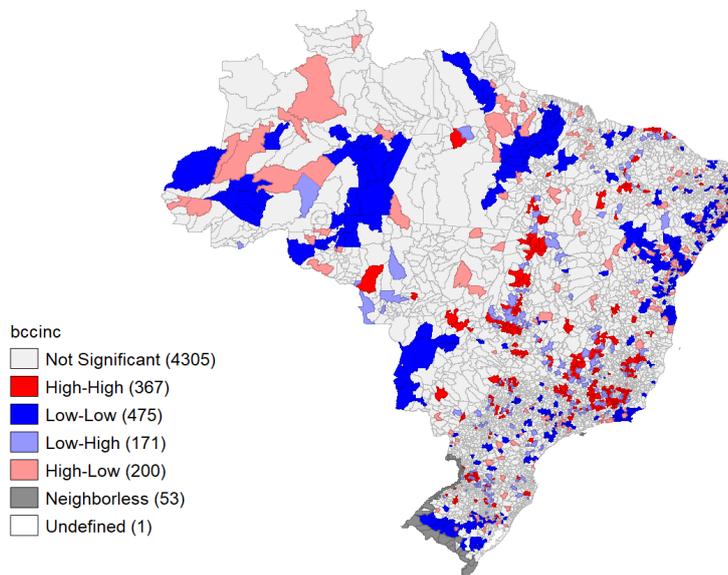


Figura 21: Clusters - BCC-IO-C

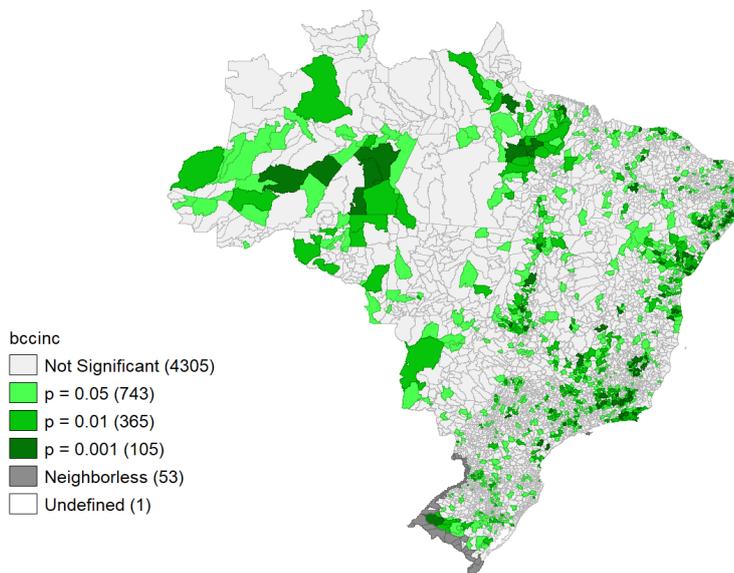


Figura 22: Mapa de significância - BCC-IO-C

A maior índice global de Moran foi o referente ao DEA a retornos variáveis e orientado ao produto, em que a estatística I foi igual a 0,213, demonstrando acentuada dependência espacial do desempenho de eficiência dos municípios brasileiros em educação e saúde. Nesse caso, o nível de confiança do teste de pseudo-significância foi de 99,9% ($p=0,001$), para um valor não aleatório de $z=25,6$.

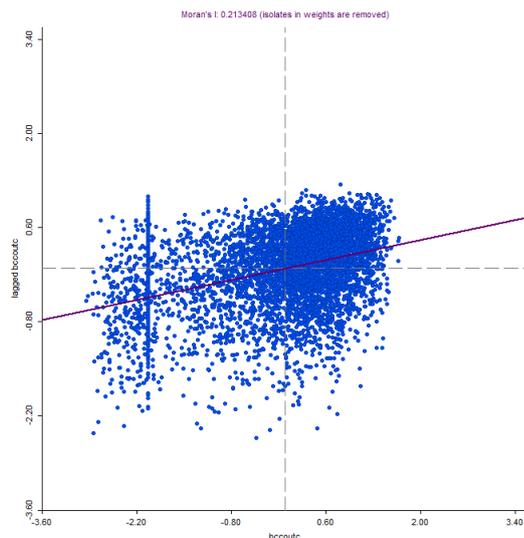


Figura 23: Diagrama de Moran - BCC-OO-C

O mapa LISA de *clusters* também exibe o maior conglomerado de municípios para o segmento Alto-Alto, com 504 que são influenciados positivamente pelo entorno. O mesmo padrão é destacado pela maior concentração de observações no quadrante superior direito do diagrama de dispersão. O comportamento das regiões de transição, ou regiões de autocorrelação negativa, foi similar ao das análises CCR e BCC-IO-C. Finalmente, pelo mapa de significância conclui-se que 783 DMUs obtiveram resultado de correlação significativo para um nível de confiança de 95%, enquanto que 118 para um grau de 99,9%.

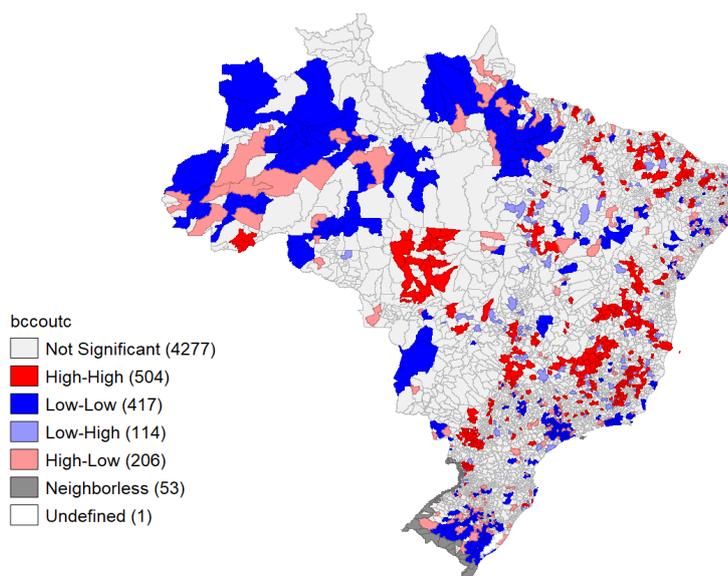


Figura 24: *Clusters* - BCC-OO-C

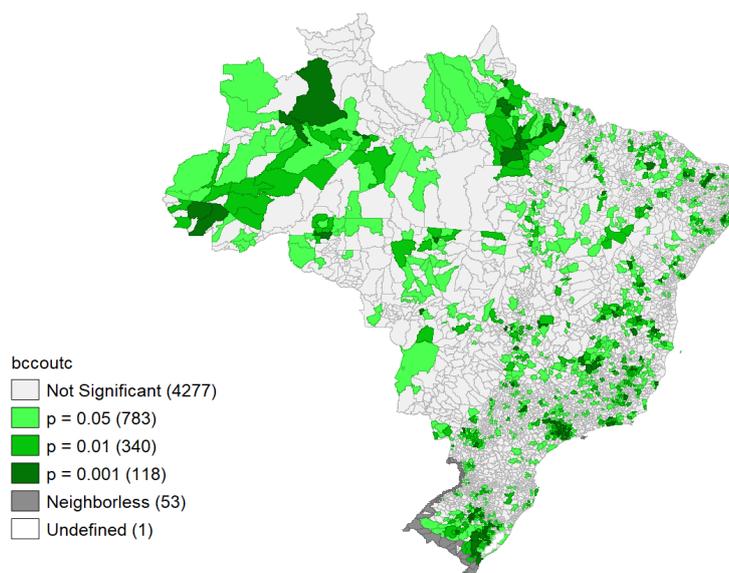


Figura 25: Mapa de significância - BCC-OO-C

4.3.3 Análise Dinâmica

A Tabela 14 apresenta os resultados do índice de Malmquist para educação e saúde entre 2011-2013 e 2015-2017. A média geométrica da mudança de eficiência foi de 1,018, significando uma evolução de 1,8% da gestão da produção. Todavia, essa melhora foi penalizada pela regressão da fronteira produtiva, que se deu pelo retrocesso das mudanças tecnológicas dos municípios. A média da evolução da tecnologia foi de 0,822, que pode ser explicada como um retrocesso de 18,5% da tecnologia disponível. Portanto, a produtividade municipal total dos fatores diminuiu em 17,8%, em concordância com a análise isolada de educação e saúde.

2011-2017	EC	TC	IPM
Mínimo	0,184	0,010	0,010
Máximo	2,990	2,993	2,995
Média	1,054	0,848	0,879
Média Geométrica	1,018	0,815	0,822
Desv.Padrão	0,292	0,217	0,313

Tabela 14: IPM em educação e saúde

Com efeito, pode-se concluir que: a) os municípios, em geral, obtiveram produção mais eficiente, dado um nível de insumos, entre os dois períodos, demonstrando, possivelmente, as consequências da pressão pública por gestão municipal que atenda às necessidades primárias da população com menos desperdícios e mais resultados; b) a reversão da tecnologia disponível contrariou os ganhos de eficiência, penalizando a produtividade geral das regiões, o que enseja a importância da incorporação

do progresso tecnológico pelos governos municipais; c) a produtividade dos municípios em educação e saúde decresceu, como também nas análises isoladas, o que indica um padrão de recessão para os anos mais recentes.

A estatística descritiva por região e a distribuição espacial dos resultados reforçam o comportamento dos cálculos de produtividade prévios, em que a diferença interregional é muito pequena para todos os fragmentos do IPM. Uma estreita concentração de desempenho é registrada entre o Centro-Sul do país, expresso pela menor redução da produtividade total dos fatores para Centro-Oeste, Sudeste e Sul, de 34,5%, 36,1% e 36,8%, respectivamente. Entre os municípios que apresentaram resultados superiores a 2,00 no IPM total, 5 estavam no Norte, 28 no Nordeste, 15 no Sudeste, 5 no Sul e 16 no Centro-Oeste. A distribuição espacial, em consonância com as seções passadas, parece indicar presença de dependência espacial, ainda que incerta metodologicamente, haja vista a percepção de associações de unidades regionais por similar nível de variação da produtividade.

2011-2017	EC	TC	IPM
Norte	0,569	0,596	0,613
Nordeste	0,530	0,607	0,581
Centro-Oeste	0,575	0,615	0,655
Sudeste	0,549	0,566	0,639
Sul	0,585	0,581	0,632

Tabela 15: Média geométrica do IPM em educação e saúde por região

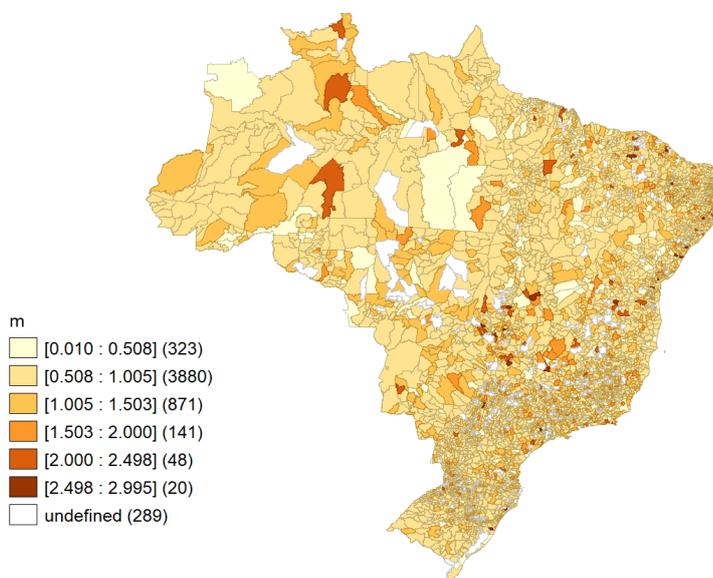


Figura 26: IPM total - educação e saúde

4.3.4 Dependência espacial da dinâmica de produtividade

Como última etapa do estudo, considerada a insuficiência da mera apresentação georreferenciada dos dados de evolução da eficiência e produtividade, é necessário proceder com a análise de autocorrelação espacial do IPM, por meio da AEDE. As ferramentas para interpretação dos índices global e local de Moran foram iguais em relação a análise da eficiência, bem como a matriz de vizinhança construída de contiguidade *Queen* de ordem 2. O mesmo histograma elaborado anteriormente pode ser considerado nesse ponto da pesquisa.

Para a decomposição da transição de eficiência técnica, o diagrama de dispersão exibe uma linha de regressão de baixa inclinação e, conseqüentemente, um valor I da estatística de Moran próximo a zero ($I=0,03$). Por conseguinte, não é possível depreender que os dados de eficiência do IPM, em geral, estão correlacionados positivamente, pois o baixo valor de I afirma o forte caráter aleatório da distribuição espacial dos resultados. Estatisticamente, o índice global é significativo com 99,9% de certeza ($p=0,001$), e o z -value menos extremado e mais próximo a zero (4,35) corrobora para a constatação de aleatoriedade da informação espacial.

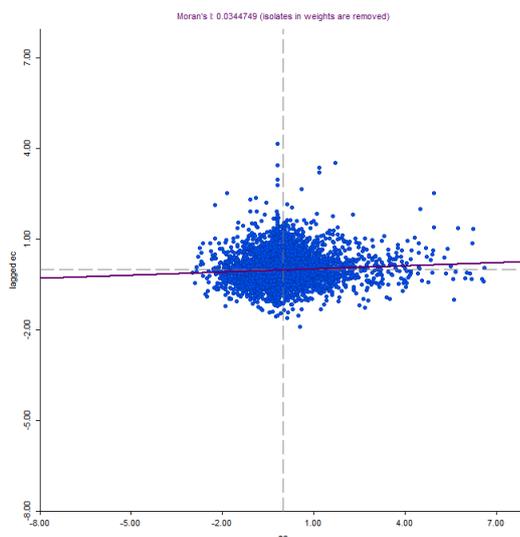


Figura 27: Diagrama de Moran - IPM EC

O mapa de *clusters* concorda com os resultados do diagrama, sendo evidente a menor presença de agrupamentos de municípios de maior evolução da eficiência, cercados de outros de variação similar (*High-High*) e de municípios de menor evolução, cercados de regiões de variação similar (*Low-Low*). Os números de 153 para o primeiro e 198 para o segundo são reduzidos se comparados com o mapa LISA de eficiência. O mapa de significância reforça o resultado do teste de pseudo-significância, visto que há uma sensível redução dos municípios significativos estatisticamente, principalmente para $p=0,01$ e $p=0,001$.

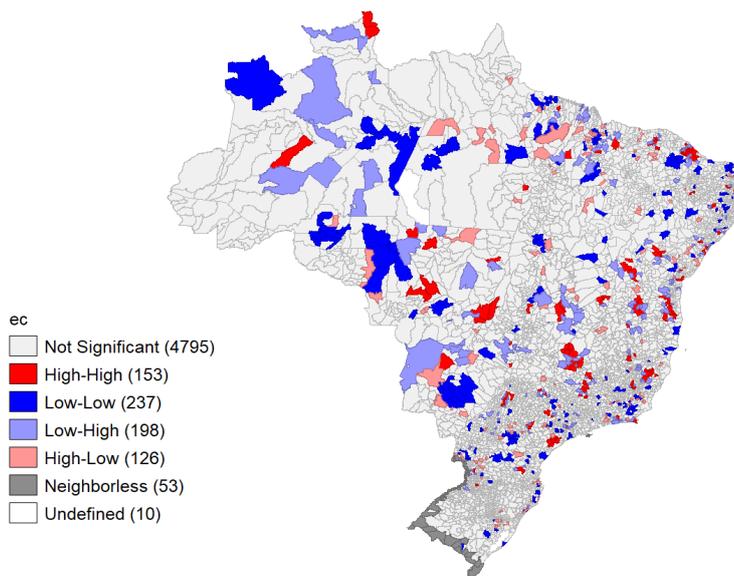


Figura 28: Clusters - IPM EC

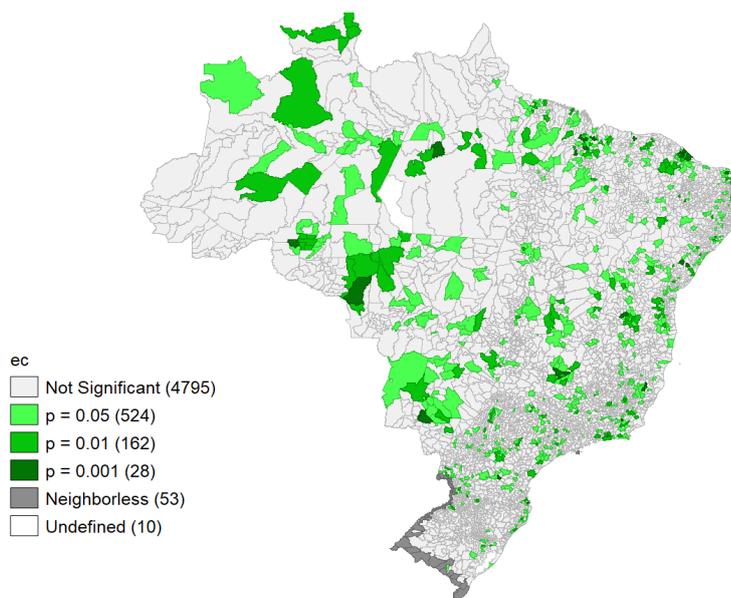


Figura 29: Mapa de significância - IPM EC

Para a evolução da tecnologia disponível, o diagrama de dispersão apresenta um índice I de Moran de 0,08, um pouco maior, mas ainda bem próximo a zero, o que é comprovado pela inclinação da linha de regressão. Isto posto, também é demonstrado que a baixa autocorrelação do IPM para progressão tecnológica, indicando que a distribuição geral da variável tende a ser aleatória. A distribuição normal simulada revela um grau de confiança de $p=0,001$ para a estatística, além de um valor de $z=10,50$ que reforça a aleatoriedade da espacialidade dos resultados.

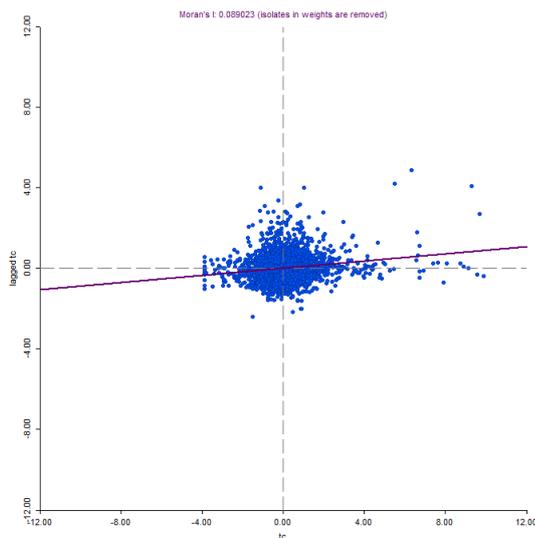


Figura 30: Diagrama de Moran - IPM TC

O mapa LISA exibe o índice local de Moran, em que são percebidos, novamente, o aumento das regiões não-significativas estatisticamente e a redução dos municípios enquadrados em associações de alto ou baixo desempenho. O mapa de significância retorna o resultado local do teste estatístico, similar ao de evolução da eficiência, em que há uma considerável redução das unidades válidas, principalmente para $p=0,01$ e $p=0,001$.

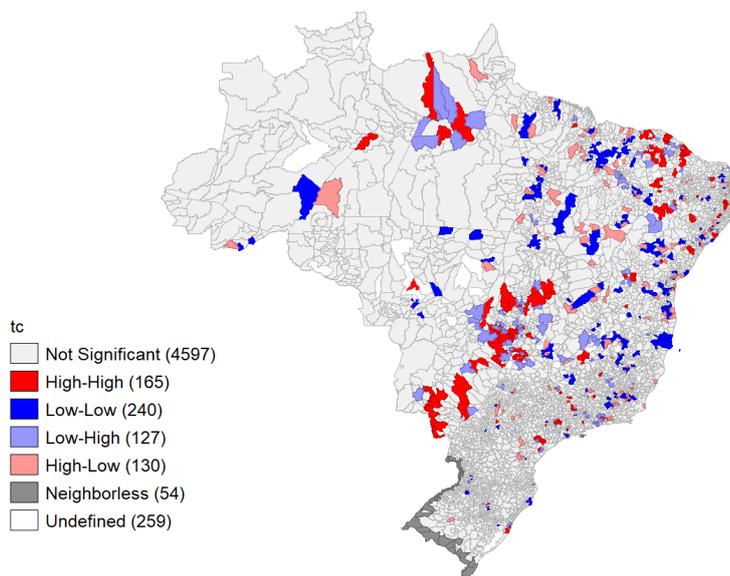


Figura 31: Clusters - IPM TC

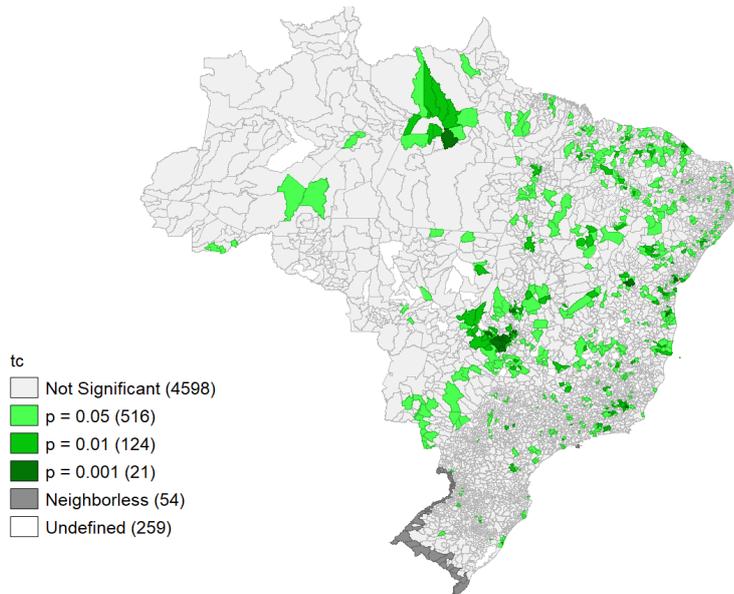


Figura 32: Mapa de significância - IPM TC

Finalmente, o diagrama para o IPM total revela uma estatística I intermediária, entre I de eficiência e I de tecnologia, e, portanto, também próximo a zero ($I=0,06$), apontando baixa correlação e aleatoriedade da distribuição da evolução da produtividade entre municípios. O índice global de Moran é válido estatisticamente, para um nível de confiança de 99,9%, conjuntamente com um valor de $z=7,74$, em que seu caráter aleatório é fortalecido.

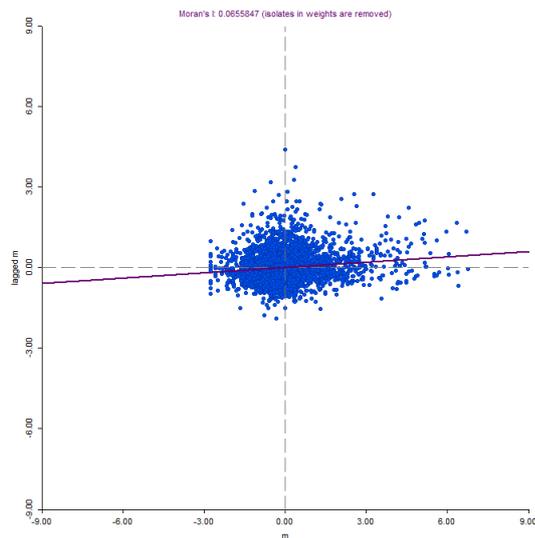


Figura 33: Diagrama de Moran - IPM Total

O mapa de *clusters* reivindica interpretação semelhante às anteriores, pois a mesma sensível redução de municípios nos quadrantes *High-High* e *Low-Low* é presente nesse ponto, fortalecendo a hipótese de que para o IPM há ausência de dependência espacial da variável no Brasil. Igualmente, o mapa de significância

representa a diminuição das unidades produtivas significativas, bem como o incremento das regiões não-significativas.

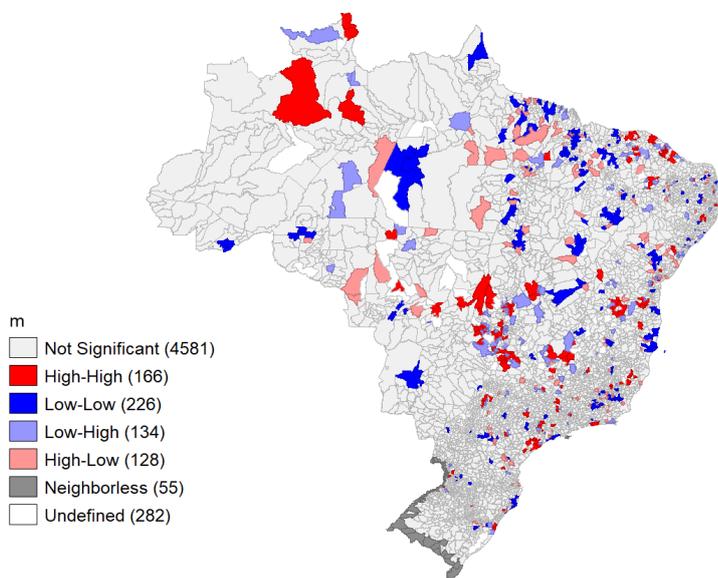


Figura 34: Clusters - IPM Total

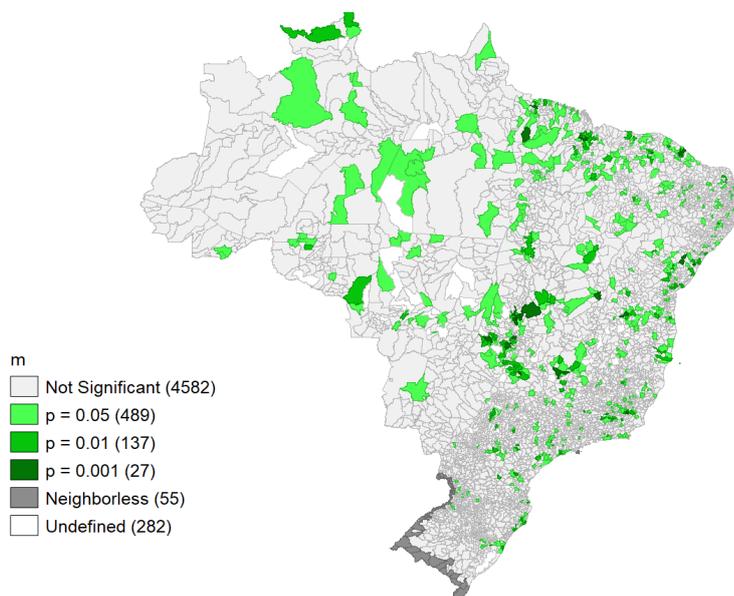


Figura 35: Mapa de significância - IPM Total

5 Considerações finais

A presente pesquisa estimou os índices de eficiência municipal em educação e saúde, tanto isoladamente quanto conjuntamente. Como segunda etapa, foram considerados dois períodos, 2011-2013 e 2015-2017, a partir dos quais foram calculadas a evolução da produtividade e eficiência municipal. De forma integrada e como produto final, o resultado de ambas as análises, quando em caráter gregário, foi avaliado segundo uma Análise Exploratória de Dados Espaciais, auxiliando a preencher uma importante lacuna no estudo da eficiência a nível regional no Brasil.

Os resultados da análise de eficiência em educação demonstraram um baixo nível de desempenho médio das unidades produtivas para gestão dos insumos, de 14,4%, explicados parcialmente pela ineficiência de escala de 56,2%. Para maximização da produção, a eficiência média de 91,7% reproduz que o desempenho relativo dos municípios para o IDEB e taxa de cobertura em educação infantil é ímpar. Já os resultados obtidos para saúde foram mais equilibrados, com eficiência média de 40,7% para insumos e 35,4% para os produtos, indicando, ainda, reduzido desempenho para as duas orientações, com escala representando eficiência de 67,0% e 77,1%, respectivamente. Quando analisada em conjunto, a gestão dos municípios em educação e saúde expressou eficiência composta de 55,6% para o modelo BCC-IO e 76,7% para o BCC-OO. Ressalta-se que o índice composto para retornos variáveis ao produto foi 21% menor que o desempenho sob eficiência clássica, podendo-se, então, afirmar que haviam municípios especializados em uma das áreas.

Os resultados de evolução da eficiência em educação apresentaram decréscimo médio de 37,6%, ao passo que houve uma progressão tecnológica de 39,1%. O IPM total, que é a evolução da produtividade total dos fatores de produção, registrou redução de 14,5%. Em saúde, o comportamento foi inverso para os índices decompostos e similar para o IPM geral: 6,6% de progressão de eficiência, 28,4% de redução tecnológica e 23,5% de redução geral. Quando as duas áreas são analisadas em conjunto, o padrão de decréscimo da produtividade geral é mantido, computando 17,8% de redução.

Adicionalmente, os resultados da Análise Exploratória dos Dados para eficiência exibiram autocorrelação positiva de 0,131, 0,170 e 0,213, respectivamente, para os modelos CCR, BCC composto orientado ao produto e BCC composto orientado ao insumo. Isso demarca presença de autocorrelação espacial positiva entre os dados de eficiência, o que significa que o desempenho dos municípios é influenciado pelo desempenho similar da vizinhança. Os mapas locais do índice de Moran reforçaram os resultados globais, haja vista que se percebera a formação de *clusters*, ou ilhas de eficiência, fossem de alto ou baixo desempenho. Essa análise aponta que estratégias governamentais para melhorar a gestão municipal em educação e saúde devem consi-

derar as relações de dependência espacial para a formação de comportamentos nessa variável.

Inversamente, para o IPM, as estatísticas de Moran validaram a baixa correlação espacial da evolução da produtividade e eficiência. Os índices globais de 0,03, 0,08 e 0,06 fortalecem a assunção de aleatoriedade e ausência de autocorrelação dos dados. O mapa de *clusters* também enseja essa conclusão, pois notou-se uma redução visual e quantitativa do número de ilhas de eficiência, ainda mais quando comparadas com a quantidade de municípios *outliers* espacialmente, tendo sido mais parelhos em relação à análise de eficiência.

A contribuição da presente pesquisa reside, primeiramente, na construção de uma análise de eficiência em educação e saúde que tenha como população os municípios brasileiros em totalidade, visto que a maioria dos trabalhos utilizam dados de regiões específicas do Brasil. A extensão do estudo para uma análise dinâmica da produtividade, empregando períodos mais recentes, também é relevante, pois os resultados pessimistas indicam a necessidade dos municípios averiguarem as novas práticas de políticas públicas em educação e saúde à luz da observada redução média do desempenho. Além disso, a análise de autocorrelação espacial auxilia a suprir a lacuna existente na literatura, que privilegia a investigação da eficiência sem se considerar a espacialidade dos resultados.

Ademais, recomenda-se que, para futuros trabalhos, a análise de eficiência seja complementada com a regressão de variáveis sociais que possam explicar os resultados estáticos e dinâmicos do DEA e IPM, como a diminuição da renda per capita do Brasil pela recente recessão econômica. Para o cálculo do índice de Malmquist, sugere-se que também seja considerado o fator escala na construção do indicador, decompondo a mudança da eficiência técnica global em mudança de eficiência técnica pura e eficiência de escala. Finalmente, aconselha-se também que a análise de dependência espacial em educação e saúde seja estendida pelo índice bivariado de Moran, pois este viabilizaria estimar a correlação espacial dos resultados entre as duas áreas.

Referências bibliográficas

AFONSO, A.; FERNANDES, S. **Measuring local government spending efficiency: Evidence for the Lisbon region**. *Regional Studies*, v.40, n.1, p.39-53, 2006.

AFONSO, A.; SCHUKNECHT, L.; TANZI, V. **Public sector efficiency: evidence for new EU member states and emerging markets**. *Applied Economics*, Londres, v.42, n.17, p.2147-2164, 2010.

AGASISTI, T. **The efficiency of public spending on education: an empirical comparison of EU countries**. *European Journal of Education*, v.49, n.4, 2014.

ALMEIDA, A.G.D.; BORBA, J.A.; Flores, L.C.D.S. **A utilização das informações de custos na gestão da saúde pública: um estudo preliminar em secretarias municipais de saúde do estado de Santa Catarina**. *Revista de Administração Pública*, v.43, n.3, p.579-607, 2009.

ALMEIDA, E. S. **Curso de Econometria Espacial Aplicada**. Piracicaba, 2004.

ANDERSEN, P.; PETERSEN, N. **A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis**. *Management Science*, v.39, n.10, p.1261-1264, out.1993.

ANDRADE, A. et al. **Eficiência do Gasto Público no âmbito da Saúde: uma análise do desempenho das capitais brasileiras**. *Revista Paranaense de Desenvolvimento*, Curitiba, v.38, n.132, p.163-179, jan./jun. 2017.

ANSELIN, L. **Local Indicators of Spatial Association lisa**. *Geographical Analysis*, v.27, p.93-115, 1995.

BANKER, R.D.; CHARNES, A.; COOPER, W.; **Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis**. *Management Science*, 30(9), 1078-1092, 1984.

BARROS, R. P. de; MENDONÇA, R. **Investimentos em Educação e Desenvolvimento Econômico**. Texto para discussão nº 525. IPEA – Rio de Janeiro, novembro de 1997.

BEGNINI, S.; TOSTA, H.T. **A eficiência dos gastos públicos com a educação fundamental no Brasil: Uma aplicação da análise envoltória de dados (DEA)**. *Economia e Gestão*, Belo Horizonte, v. 17, n. 46, Jan./Abr. 2017.

BELLONI, J.Á. **Uma metodologia de avaliação da eficiência produtiva de Universidades Federais Brasileiras**. Tese de Doutorado, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

BOUERI, R.; GAPARINI, C.E. **An evaluation of the efficiency of the brazilian mu-**

municipalities in the provision of public services using data envelopment analysis. Brasília, 2006.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil, de 5 de outubro de 1988. Brasília, 1988.

BUTLER, T.W.; LI, L. The utility of returns to scale in DEA programming: An analysis of Michigan rural hospitals. *European Journal of Operational Research*, v. 161, 469-477, 2005.

CARVALHO, M.D. Cidadania no Brasil: o longo caminho. Rio de Janeiro, 2002.

CHARNES, A.; COOPER, W.; RHODES, E. Measuring the Efficiency of Decision Makers Units. *European Journal of Operational Research*, v.2, p.429-444, 1978.

COSTA, F.L.; CASTANHAR, J.C. Avaliação de programas públicos: desafios conceituais e metodológicos. *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, v. 37, n. 5, p. 969-992, 2003.

CROZATTI, J. Ensino Fundamental no Brasil: a média do gasto por aluno, o IDEB e sua correlação nos Municípios Brasileiros. Rio de Janeiro, Encontro da ANPAD, 35., 2011.

DUFRECHOU, P.A. The efficiency of public education spending in Latin America: A comparison to high-income countries. *International Journal of Educational Development*, v.49, p.188-203, jul.2016.

ENTANI, T.; MAEDA, Y.; TANAKA, H. Dual models of interval DEA and its extensions to interval data. *European Journal of Operational Research*, v. 136, p. 32-45, 2002.

FÄRE, R. et al. Productivity changes in swedish pharmacies 1980-89: a nonparametric Malmquist approach. *Journal of Productivity Analysis*, v.3, pp.85-101, 1992.

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 v.42, n.1, p.155-177, 2008.

FARRELL, M.J. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, v.120, n.3, p.253-290, 1957.

FERNANDES, R. Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB): metas intermediárias para a sua trajetória no Brasil, estados, municípios e escolas. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Brasília, 2007.

FERREIRA, M.C. Iniciação à análise geoespacial: teoria, técnicas e exemplos para geoprocessamento. 1 ed. São Paulo: Editora Unesp. Cap.1, p.48-54, 2014.

FONCHAMNYO, D.C; SAMA, M.C. **Determinants of public spending efficiency in education and health: evidence from selected CEMAC countries.** Journal of Economics and Finance , Nova Iorque, v.40, n.1, p.199-210, jan.2016.

FONSECA, 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.

GIAMBIAGI, F. *et al.* **Economia brasileira contemporânea.** 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2011.

GODOY, D.V. **Eficiência na Gestão Pública Municipal em Educação e Saúde.** XIX Prêmio Tesouro Nacional: concurso de monografias em finanças públicas. 2014

GUPTA, S.; VERHOEVEN, M. **The efficiency of government expenditures experiences from Africa.** Journal of Policy Modeling, v. 23, p. 433-467, 2001.

HERRERA, S.; PANG, G. **Efficiency of public spending in developing countries: an efficiency frontier approach.** Policy research working paper nº 3645, World Bank Washington, DC, 2005.

JUNIOR, S.P.S.; IRFFI, G.; BENEGAS, M. **Análise da eficiência técnica dos gastos com educação, saúde e assistência social dos municípios cearenses.** Planejamento e Políticas Públicas, n.36, jan./jun., 2011.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas (INEP). **Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB).** 2015. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/ideb>. Acesso em: 25 mai. 2018.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas (INEP). **Panorama da educação: destaques do *Education at Glance*** 2018. 2018.

LUCAS, R.E. **On the mechanics of economic development.** Journal of Monetary Economics, Holanda, 22:3–42, 1988.

MARTIC, M.; SAVIC, G. **An application of DEA for comparative analysis and ranking of regions in Serbia with regards to social-economic development.** European Journal of Operational Research, v.132, p.343-356, 2001.

MAZON, L.M.; MASCARENHAS, L.P.G.; DALLABRIDA, V.R. **Eficiência dos gastos públicos em saúde: desafio para municípios de Santa Catarina, Brasil.** Saúde e Sociedade, São Paulo, Vol.24, n.1, p.23-33, 2015.

MENDES, E.V. **Uma agenda para a saúde.** 2. ed. São Paulo, Hucitec, 1999.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Saúde Brasil 2017 : uma análise da situação de saúde e os desafios para o alcance dos objetivos de desenvolvimento sustentável.** 2018

MORAN, P. **The interpretation of statistical maps.** Journal of The Royal Statistical Society, v.10, p.243-251, 1948.

OZTURK, İlhan. **The Role of Education in Economic Development: A Theoretical Perspective.** Journal of Rural Development and Administration, v. 33, n. 1, p.39-47, 2001.

PETTAS, N.; GIANNIKOS, I. **Evaluating the delivery performance of public spending programs from an efficiency perspective.** Evaluation and Program Planning, v.45, p.140-150, ago.2014.

PEÑA, C.R. **Um modelo de avaliação da eficiência da administração pública através do Método Análise Envoltória de Dados (DEA).** Revista de Administração Contemporânea, Curitiba, v.12, n.1, p.83-106, 2008.

PEÑA, C.R.; ALBUQUERQUE P.M.; DAHER, C. **Dinâmica da produtividade e eficiência dos gastos na educação dos municípios goianos.** RAC, Rio de Janeiro, v.16, n.6, p.845-865, nov./dez.2012.

PEÑA, C.R.; ALMEIDA, C.A.R. **Dependência espacial da eco-eficiência da agricultura em São Paulo.** Encontro Internacional sobre Gestão e Meio Ambiente, dez. 2016.

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

GUPTA, S.; VERHOEVEN, M. **The efficiency of government expenditure: Experiences from Africa.** Journal of Policy Modeling, Holanda, v.23, p.433-467, 2001.

SAVIAN, M.P.G.; BEZERRA, F.M. **Análise de eficiência dos gastos públicos com educação no ensino fundamental no estado do Paraná.** Economia & Região, v. 1, n. 1, p. 26-47, 2013.

SCHUSTER, H.A.; ZONATTO, V.; **Evidências da eficiência de gastos públicos na alocação de recursos destinados ao ensino fundamental nos estados brasileiros.** Revista Contemporânea de Economia e Gestão, v.15, n.2, mai/ago 2017.

SEN, A. **Desenvolvimento como liberdade.** São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

SILVA FILHO, G.M; *et al.* **Análise da eficiência nos gastos públicos com educação fundamental nos colégios militares do exército em 2014.** Revista Evidenciação Contábil & Finanças, João Pessoa, v.4, n.1, p.50-64, jan./abr.2016.

SILVEIRA, J.Q.; MEZA, L.A.; MELLO, J.C.C.B.S. **Identificação de Benchmarks e anti-Benchmarks para companhias aéreas usando modelos DEA e fronteira invertida.** Produção, v.22, n.4, p.788-795, set./dez. 2012.

VARELA, P.S.; MARTINS, G.A.; FÁVERO, L.P.L. **Desempenho dos municípios paulis-**

tas: uma avaliação de eficiência da atenção básica à saúde. Revista de Administração, São Paulo, v.47, n.4, p.624-637, out./nov./dez. 2012.

WILBERT, M.D.; D'ABREU, E.C.C.F. **Eficiência dos gastos públicos na educação: análise dos municípios do Estado de Alagoas.** Advances in Scientific and Applied Accounting, v.6, n.3, p.348-372, 2013.

YAMADA, Y.; MATUI, T.; SUGIYAMA, M. **New analysis of efficiency based on DEA.** Journal of the Operations Research Society of Japan, v. 37, p. 158-67, 1994.

YI-CHUNG, H. **The efficiency of government spending on health: Evidence from Europe and Central Asia.** The Social Science Journal, v.50, n.4, p.665-673, dez.2013.

ZAGLER M.; DURNECKER G. **Fiscal policy and economic growth.** Journal of Economic Surveys, Reino Unido e Estados Unidos, vol.17, n.3, 2003.