



**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**
Secretaria do Planejamento
e Gestão

IPECE

**Textos
para Discussão**

Nº 108 - Novembro / 2014

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DAS ESCOLAS ESTADUAIS
CEARENSES**

*Nicolino Trompieri Neto
Leandro Oliveira Costa
Cleyber Nascimento de Medeiros
Francisco Kennedy*

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

Cid Ferreira Gomes – Governador

Domingos Gomes de Aguiar Filho – Vice Governador

SECRETARIO DO PLANEJAMENTO E GESTÃO (SEPLAG)

Eduardo Diogo – Secretário

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE)

Flávio Ataliba F. D. Barreto – Diretor Geral

Adriano Sarquis B. De Menezes – Diretor de Estudos Econômicos

Régis Façanha Dantas – Diretor de Estudos Sociais

IPECE Textos para Discussão - nº 108 - Novembro de 2014

Elaboração

Nicolino Trompieri Neto
Leandro Oliveira Costa
Cleyber Nascimento de Medeiros
Francisco Kennedy

O Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) é uma autarquia vinculada à Secretaria do Planejamento e Gestão do Estado do Ceará.

Fundado em 14 de abril de 2003, o IPECE é o órgão do Governo responsável pela geração de estudos, pesquisas e informações socioeconômicas e geográficas que permitem a avaliação de programas e a elaboração de estratégias e políticas públicas para o desenvolvimento do Estado do Ceará.

Missão

Disponibilizar informações geosocioeconômicas, elaborar estratégias e propor políticas públicas que viabilizem o desenvolvimento do Estado do Ceará.

Valores

Ética e transparência;
Rigor científico;
Competência profissional;
Cooperação interinstitucional e
Compromisso com a sociedade.

Visão

Ser reconhecido nacionalmente como centro de excelência na geração de conhecimento socioeconômico e geográfico até 2014.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ
(IPECE)

Av. Gal. Afonso Albuquerque Lima, s/nº - Edifício SEPLAG, 2º Andar

Centro Administrativo Governador Virgílio Távora – Cambéba

Tel. (85) 3101-3496

CEP: 60830-120 – Fortaleza-CE.

ouvidoria@ipece.ce.gov.br

www.ipece.ce.gov.br

ISSN: 1983-4969

Sobre a Série Textos para Discussão

A Série **Textos para Discussão** do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) tem como objetivo a divulgação de estudos elaborados ou coordenados por servidores do órgão, que possam contribuir para a discussão de temas de interesse do Estado. As conclusões, metodologia aplicada ou propostas contidas nos textos são de inteira responsabilidade do(s) autor(es) e não exprimem, necessariamente, o ponto de vista ou o endosso do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - IPECE, da Secretaria de Planejamento e Gestão ou do Governo do Estado do Ceará.

Nesta Edição

O presente trabalho procurou analisar a eficiência econômica na gestão dos gastos das escolas públicas estaduais do estado do Ceará. A partir da Metodologia DEA (Data Envelopment Analysis), criou-se um índice para classificar as escolas segundo sua eficiência em obter melhores resultados dado os recursos financeiros destinados a administração da escola (insumos). Em seguida, avaliaram-se especialmente nas variáveis de insumo e do índice de eficiência empregando a ferramenta de Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), por meio dos índices de autocorrelação espacial global e local de Moran. Entre os principais resultados de eficiência verifica-se que os piores índices concentram-se em Fortaleza enquanto que as regiões de Baturité, Leste da região Metropolitana de Fortaleza e a região do Cariri possuem os maiores índices. Em relação à análise espacial constata-se a inexistência de autocorrelação espacial para o indicador gasto por aluno enquanto que o índice de eficiência DEA apresentou autocorrelação espacial significativa e positiva. Em suma, conclui-se que existem escolas no estado do Ceará que conseguem se destacar quanto à eficiência na administração de seus recursos e que estas estão associadas espacialmente em regiões distintas.

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E GESTÃO - SEPLAG
INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ - IPECE

TEXTO PARA DISCUSSÃO

Nº 108

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DAS ESCOLAS ESTADUAIS
CEARENSES**

Nicolino Trompieri Neto¹

Leandro Oliveira Costa²

Cleyber Nascimento de Medeiros³

Francisco Kennedy⁴

Fortaleza-CE

Novembro/2014

¹ Analista de Políticas Públicas - IPECE. Doutor em Economia - CAEN/UFC. Professor do curso de Economia da UNIFOR.

² Analista de Políticas Públicas - IPECE. Doutor em Economia - CAEN/UFC.

³ Analista de Políticas Públicas – IPECE. Doutor em Geografia - ProPGeo/UECE.

⁴ Doutor em Educação pela UFC. Professor Adjunto da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE.

Análise da Eficiência das Escolas Públicas Estaduais Cearenses

RESUMO

O presente trabalho procurou analisar a eficiência econômica na gestão dos gastos das escolas públicas estaduais do estado do Ceará. A partir da Metodologia DEA (*Data Envelopment Analysis*), criou-se um índice para classificar as escolas segundo sua eficiência em obter melhores resultados dado os recursos financeiros destinados a administração da escola (insumos). Em seguida, avaliaram-se espacialmente nas variáveis de insumo e do índice de eficiência empregando a ferramenta de Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), por meio dos índices de autocorrelação espacial global e local de Moran. Entre os principais resultados de eficiência verifica-se que os piores índices concentram-se em Fortaleza enquanto que as regiões de Baturité, Leste da região Metropolitana de Fortaleza e a região do Cariri possuem os maiores índices. Em relação à análise espacial constata-se a inexistência de autocorrelação espacial para o indicador gasto por aluno enquanto que o índice de eficiência DEA apresentou autocorrelação espacial significativa e positiva. Em suma, conclui-se que existem escolas no estado do Ceará que conseguem se destacar quanto à eficiência na administração de seus recursos e que estas estão associadas espacialmente em regiões distintas.

Palavras Chave: Eficiência dos Gastos, Escolas Públicas, DEA.

ABSTRACT

This study aim to analyze the economic efficiency in the expenditure management of public schools in the state of Ceara. Using the methodology of *Data Envelopment Analysis* - DEA, it is created an index that ranks schools according to their efficiency in obtain better results given their financial resources for the school administration (input). In addition, it is applied a spatial analysis in the input variable and DEA efficiency index using the tool Spatial Exploratory Data Analysis (ESDA), through the Moran indexes of global and local spatial autocorrelation. Among the main results of efficiency it appears that the worst efficiency results concentrated in Fortaleza while the regions Baturite, Eastern of Fortaleza Metropolitan Region and Cariri presented the highest efficiency indexes. The spatial analysis verifies the absence of spatial indicator for spending per pupil while the DEA efficiency index showed significant positive spatial autocorrelation. In summary, we conclude that there are schools in the state of Ceara that can stand on the efficiency in managing their resources and they are associated spatially at distinct regions.

Keywords: Expenditure Efficiency, Publics School, DEA.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a pouco mais de uma década, vêm ocorrendo a transição do modelo de administração pública burocrática para o modelo gerencial, voltando-se para a prestação de contas, monitoramento e avaliação de resultados, implicando na disseminação de estudos técnicos sobre a análise de desempenho das instituições no gerenciamento dos recursos públicos. Principalmente, na avaliação da eficiência e efetividade dos programas e políticas ou na análise de eficiência econômica das instituições.

No setor educacional, o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, Fundeb¹, desde 2007, e o Programa Dinheiro Direto na Escola - PDDE, desde 1995, são exemplos das significativas mudanças envolvendo a estrutura de financiamento e a gestão das escolas da educação básica. Isso, notoriamente, tornou ainda mais complexa à análise de eficiência e efetividade dos programas e políticas do sistema educacional brasileiro. Principalmente, devido o estabelecimento de percentuais mínimos gastos com educação em cada nível de ensino e o repasse de recursos direto para a gestão do diretor.

Existem vários estudos que avaliam a eficiência dos gastos em educação em alguns estados brasileiros, citando-se, por exemplo, o de Gasparini (2000) para o estado de Pernambuco, Faria et. al. (2008) para o estado do Rio de Janeiro e Trompieri et. al. (2008) para o estado do Ceará.² Uma importante característica destes estudos é que eles avaliam a eficiência a nível municipal, o que limita a utilização da avaliação de eficiência como ferramenta de gerenciamento das escolas públicas.

Delgado (2008), por sua vez, analisa a eficiência nos gastos educacionais em nível de escolas do Ensino Fundamental e Médio das escolas públicas estaduais do estado de Minas Gerais. O autor determinou um *ranking* das escolas em termos da melhor utilização de recursos escolares na determinação do desempenho em exames padronizados de Português e Matemática.

Outra importante constatação dos últimos anos é que o principal gargalo na educação brasileira é o acesso ao ensino médio. Conforme IPEA (2009), além da baixa escolaridade média da população, há desigualdade de acesso, principalmente, no nível médio e, conseqüentemente, no nível superior de ensino. Neri (2010) complementa afirmando que não é só um problema de oferta de vagas, mas também de motivação dos jovens em permanecer na escola³.

Neste contexto, este artigo pretende analisar a eficiência na utilização dos recursos públicos em educação no estado do Ceará. Para isso, será avaliada a eficiência das escolas públicas mantidas pelo Governo do Estado do Ceará em transformar recursos públicos financeiros (insumo) em indicadores de educação (produtos). Ademais, caso se confirme a eficiência em um conjunto de escolas, pretende-se identificar se essas são associadas espacialmente, ou seja, se há regiões onde esta eficiência se concentra.

¹A LDB (Lei de Diretrizes e Bases da Educação, 1996) estabeleceu percentuais mínimos para aplicação anual. A União não pode gastar menos que 18% da arrecadação, e para os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, no mínimo 25% de seus recursos. O Fundef (Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental e de Valorização do Magistério, 1996) tinha o objetivo de redistribuir os recursos provenientes dos impostos aplicados pelos municípios e estados. Essa redistribuição consistia na aplicação de no mínimo 60% do percentual constitucional mínimo de 25% (ou seja, 15%), para cada estado e seus municípios, proporcional ao número de alunos em suas respectivas redes de ensino fundamental. Caso o valor por aluno definido nacionalmente não fosse alcançado, a União seria responsável por complementar esse valor, que corresponderia a um padrão mínimo de qualidade de ensino. O Fundeb (Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, 2007), além de modificar os percentuais de participação, expandiu o Fundef para o ensino médio.

² Para ver exemplo da análise de eficiência de outros setores, veja Barros et. al. (2008) e Lins et. al. (2007).

³ Como medida para reverter o quadro de elevada evasão do Ensino Médio, está havendo uma expansão do ensino profissionalizante tanto em esfera nacional (sistema S) como na dimensão estadual do Ceará, o que requer significativos investimentos em escolas.

Para verificar o nível de eficiência no que tange a aplicação de recursos para melhoria da educação, será utilizado o método DEA - *Data Envelopment Analysis* - através da determinação de um indicador de eficiência no ano de 2009 nos gastos aplicados nas escolas públicas estaduais. Após determinar os indicadores de eficiência DEA, serão analisadas associações espaciais dos indicadores *Gasto médio por aluno* e *Eficiência das escolas estaduais*. Para tanto, será empregada a ferramenta de Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), através dos índices de autocorrelação espacial global e local de Moran, os quais possibilitam ter-se uma visão de prováveis correlações espaciais existentes entre as escolas estaduais cearenses para os referidos indicadores, tendo como unidade geográfica a localização pontual georreferenciada das escolas estaduais.

Além dessa introdução, este estudo mostra na seção 2 as metodologias da análise DEA e de Análise Espacial. Na seção 3 apresenta-se uma análise dos dados utilizados no estudo. Na seção 4 encontram-se os resultados da metodologia DEA e da AEDE, e por fim na seção 5 apresentam-se as conclusões.

2. METODOLOGIA

2.1. Análise Envoltória de Dados - DEA

A Análise Envoltória de Dados, DEA (*Data Envelopment Analysis*) tem como objetivo calcular a eficiência de unidades produtivas denominadas unidades tomadoras de decisão ou DMU's (*Decision Making Units*), em transformar os níveis de recursos empregados (insumos) em resultados obtidos (produtos).

A metodologia DEA baseia-se em modelos matemáticos não paramétricos, isto é, não utiliza inferências estatísticas além de não exigir a determinação de relações funcionais entre os insumos e os produtos.

A eficiência relativa de uma DMU é definida como a razão da soma ponderada de produtos pela soma ponderada de insumos usados para gerá-los. Os pesos usados nas ponderações são obtidos de Problemas de Programação Linear (PPLs), que atribuem a cada DMU os pesos que maximizam a sua eficiência.

Assumindo que existem p DMU's que produzem n produtos e utilizam m insumos e que sejam Y_{jk} e X_{ik} o j -ésimo produto e o i -ésimo insumo da DMU k , respectivamente, com $j = 1, 2, \dots, n$; $i = 1, 2, \dots, m$ e $k = 1, 2, \dots, p$. A eficiência relativa E_k da k -ésima DMU é dada por:

$$E_k = \frac{\sum_{j=1}^n V_{jk} Y_{jk}}{\sum_{i=1}^m U_{ik} X_{ik}} \quad (1)$$

Sendo que V_{jk} e U_{ik} são os pesos dados ao j -ésimo produto e o i -ésimo insumo da DMU k ; e

$$\sum_{j=1}^n V_{jk} = \sum_{i=1}^m U_{ik} \text{ para todo } k.$$

A idéia básica da metodologia DEA é selecionar os pesos que maximizam o E_k de cada DMU sob as condições de que os pesos sejam não-negativos e de que o E_k seja menor ou igual a 1. Em geral as DMU's terão maiores pesos nos insumos que usam menos e nos produtos que produzam mais. Uma solução DEA consiste resolver um problema de maximização para cada DMU como:

$$\underset{\{U_{ik}, V_{jk}\}}{\text{MAX}} \left[E_k = \frac{\sum_{j=1}^n V_{jk} Y_{jk}}{\sum_{i=1}^m U_{ik} X_{ik}} \right] \quad (2)$$

sa.:

$$\sum_{j=1}^n V_{jk} Y_{jk} - \sum_{i=1}^m U_{ik} X_{ik} \leq 0 \quad (2a)$$

$$U_{ik} \geq 0, V_{jk} \geq 0 \quad (2b)$$

A condição (2a) implica que as medidas de eficiência estão limitadas por 1, enquanto a condição (2b) é a não negatividade dos pesos. Existem dois modelos DEA clássicos: CCR (Charnes et. al., 1978) e BCC (Banker et. al., 1984). O modelo CCR admite retornos constantes de escala e assume proporcionalidade entre insumos e produtos. O modelo BCC considera retornos variáveis de escala substituindo o axioma da proporcionalidade pelo da convexidade. Em ambos os casos são possíveis duas orientações na busca da fronteira de eficiência: orientação por insumo, quando se deseja minimizar os recursos disponíveis, sem alteração do nível de produção; e orientação por produto, quando o objetivo é aumentar as quantidades produzidas, sem alterar a quantidade dos recursos usados. Sob a hipótese de retornos constantes, as duas orientações são equivalentes no sentido de que induzem a mesma medida de eficiência.

Há duas formulações equivalentes para um problema do tipo DEA definidas por PPLs duais: modelos do Envelope e dos Multiplicadores. A formulação do Envelope define uma região viável de produção e projeta cada DMU na fronteira dessa região. As DMU's ineficientes localizam-se abaixo da fronteira de eficiência e as eficientes na fronteira. Já a formulação dos Multiplicadores trabalha com a razão de somas ponderadas de produtos e insumos, com a ponderação escolhida de forma mais favorável a cada DMU, respeitando-se determinadas condições.

A idéia básica da metodologia DEA pode ser melhor entendida a partir de uma descrição gráfica do método para uma análise de apenas um insumo e um produto. Como exemplo, são consideradas quatro DMU's, representadas na Figura 1, seguinte, pelos pontos A, B, C e D. Cada DMU utiliza insumo X para produzir produto Y. Tanto os modelos com retornos constantes de escala (CCR), onde insumos e produtos crescem proporcionalmente, quanto os com retornos variáveis de escala (BCC), que considera a possibilidade de retornos crescentes e decrescentes de escala nos insumos e produtos, podem ser aplicados para a construção da função da fronteira de produção (fronteira de eficiência).

Sob a ótica CCR, a unidade mais eficiente é B, para a qual a tangente do ângulo medido da origem (produto/insumo) é maior (Y_B / X_B). De acordo com o modelo CRS a fronteira de eficiência é a linha OO*. Comparados à B, os pontos A, C e D são claramente ineficientes. O ponto D, por exemplo, utiliza mais insumo (X D) para obter menos produto (YD) do que o ponto B.

Para a DMU ser considerada eficiente, apenas X F deveria ter sido utilizado para produzir YD, ou alternativamente YI deveria ter sido produzido com o insumo X D. Assim temos que a eficiência relativa de D com orientação por insumo é dada por $X F / X D$; com orientação por produto o escore de eficiência é YD / YI . No modelo CRS estas duas razões são iguais, ou $(X F / X D) = (YD / YI)$.

Sob a ótica BCC a fronteira de eficiência passa através dos pontos A, B e C. Conseqüentemente a eficiência relativa de D é $X E / X D$ com orientação por insumo e $Y D / Y H$ com orientação por produto, estas razões são geralmente diferentes. No modelo VRS a eficiência pode ainda ser decomposta em eficiência de escala e eficiência técnica. A eficiência de escala reflete o tamanho da DMU em relação ao tamanho ótimo; com orientação por insumo a eficiência de escala é dada por (insumo eficiente sob CRS/ insumo eficiente sob VRS), ou $X F / X E$ na Figura 1. De maneira análoga a eficiência de escala orientada por produto é $Y H / Y I$. Assim a perda de eficiência se deve ao tamanho sub-ótimo da DMU. O restante da ineficiência de D é ineficiência técnica, medida por $X E / X D$ com orientação por insumo, ou $Y D / Y H$ com orientação por produto.

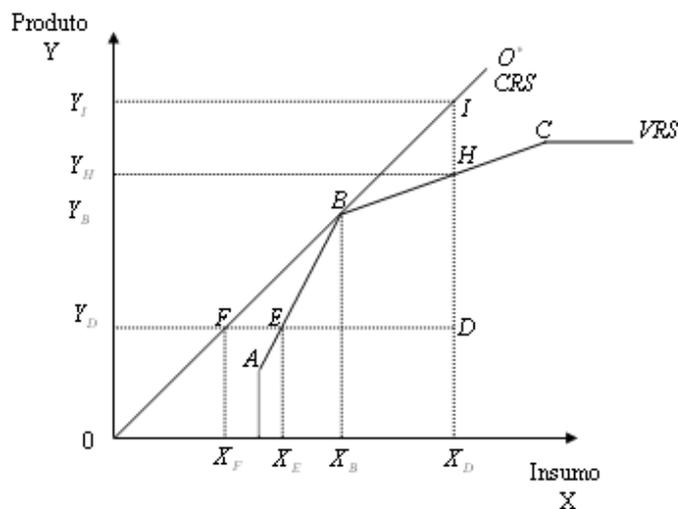


Figura 1: Eficiência das unidades tomadoras de decisão no DEA, caso simplificado.
Fonte: Elaboração dos autores.

Simar e Wilson (1998, 2000) detectaram a presença de viés nos estimadores de eficiência através do método bootstrap, que consiste na idéia de repetidamente simular o processo de geração dos dados através de reamostragem e aplicar o estimador original a cada amostra simulada de modo que as estimativas imitem a distribuição amostral do estimador original. Identificado o viés, subtrai-se este dos índices de eficiência originais, tornando o estimador, robusto.

No caso do presente estudo onde se tem uma análise de multi-produto e um insumo adota-se o modelo DEA com correção de viés e retornos variáveis de escala (BCC) orientado pelo produto, que busca maximizar os produtos obtidos sem alterar o nível atual do insumo. A utilização do BCC se dá pela presença tanto de economias de escala quanto de economias de escala em variáveis que compõe o conjunto multi-produto.

2.2. Análise Espacial dos Gastos por Aluno e da Eficiência das Escolas Estaduais

Nesta seção serão analisadas associações espaciais dos indicadores *Gasto médio por aluno* e *Eficiência das escolas estaduais*. Para tanto, será empregada a ferramenta de Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), através dos índices de autocorrelação espacial global e local de Moran, os quais possibilitam ter-se uma visão de prováveis correlações espaciais existentes entre as escolas estaduais cearenses para os referidos indicadores, tendo como unidade geográfica a localização pontual georreferenciada das escolas estaduais.

2.2.1. Autocorrelação Espacial Global

Os indicadores globais de autocorrelação espacial mensuram a associação espacial para região como um todo, caracterizando-a de um modo geral, global. O cálculo destes indicadores é o primeiro passo para verificar a existência de efeitos espaciais, ou mais precisamente, a presença da dependência espacial no evento observado, notada empiricamente através da autocorrelação espacial (PAIVA, 2010).

Na presente trabalho, o *Índice I de Moran* foi utilizado para calcular a autocorrelação espacial. Como é sabido, este indicador nos mostra a associação espacial global, sendo que valores positivos apontam para a existência de autocorrelação espacial positiva, e valores negativos indicam a presença de autocorrelação espacial negativa (Perobelli et. al., 2007). O Índice de I de Moran é definido pela fórmula abaixo:

$$I = \frac{n}{\sum_i (y_i - \bar{y})^2} \frac{\sum_i \sum_j \omega_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_i \sum_j \omega_{ij}} \quad (3)$$

Onde ω_{ij} é elemento da matriz de contigüidade ou vizinhança ω , y_i é o indicador em análise da escola i , y_j é o indicador em análise da escola j , \bar{y} é a média amostral, e n é o número de escolas pesquisadas, no total de 455 observações.

O coeficiente de I de Moran foi estimado para três diferentes tipos de matriz de vizinhança ω .

Foram, então, empregadas matrizes do tipo *k vizinhos mais próximos*, testando $k=2$, $k=3$, $k=4$ e $k=5$, isto é, para os dois, três, quatro e cinco vizinhos mais próximos. O melhor resultado considerado foi o da matriz de vizinhança com $k=3$, que deteve maior índice.

Todas as matrizes foram normalizadas de modo que a soma dos elementos de cada uma de suas linhas seja igual a 1. A significância das estatísticas foi obtida por meio de técnicas de randomização ou aleatorização, utilizando 999 permutações.

Por fim, os resultados foram gerados por meio do software econométrico espacial GeoDa (ANSELIN, 2005).

O índice I de Moran tem um valor esperado de $-[1/(n-1)]$, ou seja, o valor que seria obtido se não existisse padrão espacial nos dados. Valores de I que ultrapassam o valor esperado indicam autocorrelação espacial positiva, tendo-se que valores inferiores a média esperada sinalizam uma autocorrelação negativa.

Desta forma, uma indicação de autocorrelação positiva revela que há uma similaridade entre os valores do atributo estudado e da localização espacial do mesmo. Por sua vez, uma autocorrelação espacial negativa informa que existe uma dissimilaridade entre os valores do atributo analisado e a localização espacial do próprio.

2.2.2. Autocorrelação Espacial Local

Seguindo a metodologia sugerida por Anselin (1995, 2003 e 2005), serão utilizados em complementação ao I de Moran Global as estatísticas LISA, que são os Indicadores Locais de Associação Espacial. Neste trabalho, optou-se pelo emprego do índice de Moran Local obtido a partir do índice global I de Moran.

Segundo Anselin (2005), o índice Moran Local (I_i) é definido pela fórmula abaixo:

$$I_i = n \frac{z_i \sum_j^n \omega_{ij} z_j}{\sum_j^n z_j^2}, \quad \text{sendo } z_i = y_i - \bar{y} \text{ e } z_j = y_j - \bar{y} \quad (4)$$

Onde ω_{ij} é elemento da matriz de contigüidade ou vizinhança ω , y_i é o indicador em análise na escola i , y_j indicador em análise na escola j , \bar{y} é a média amostral, e n é o número de escolas estaduais avaliadas, num total de 455 observações.

Da mesma forma que para o índice de Moran Global, o índice Moran Local (I_i) foi estimado para matriz de vizinhança ω do tipo *k vizinhos mais próximos*, utilizando-se $k=3$, isto é, para os três vizinhos mais próximos, sendo calculada usando idéia de grande círculo entre os centros das escolas. A matriz foi normalizada de modo que a soma dos elementos de cada uma de suas linhas seja igual a 1. A significância das estatísticas foi obtida por meio de técnicas de randomização ou aleatorização, utilizando 999 permutações, sendo os cálculos efetuados através do *software* GeoDa.

De acordo com Anselin (1995), o coeficiente I de Moran Local faz uma decomposição do indicador global de autocorrelação na contribuição de cada observação em quatro categorias, cada uma individualmente correspondendo a um quadrante no diagrama de dispersão de Moran.

O diagrama de dispersão de Moran representa o coeficiente de regressão, sendo verificado pela inclinação da curva de regressão. Por intermédio do mesmo, pode-se visualizar a divisão dos dados em quatro quadrantes.

No quadrante superior à direita, localizam-se os dados com distribuição *Alta-Alta*, isto é, escolas com altos indicadores próximas à escolas na mesma situação.

Para o quadrante inferior à esquerda, encontram-se os dados com distribuição *Baixa-Baixa*, ou seja, escolas com baixos indicadores vizinhas à escolas com baixos indicadores.

Se por ventura as observações se encontrem, em sua maioria, nesses dois quadrantes, existe autocorrelação espacial positiva dos indicadores estudados, *Gasto médio por aluno* e *Eficiência das escolas estaduais*, entre as escolas analisadas.

No quadrante superior à esquerda, localizam-se os dados com distribuição *Alta-Baixa*, isto é, escolas com altos indicadores vizinhas à escolas com baixos indicadores.

Por fim, o quadrante inferior à direita possibilita detectarem-se os dados com distribuição *Baixa-Alta*, ou seja, escolas com baixos indicadores próximas à escolas com altos indicadores.

Ressalta-se que os indicadores do *Gasto médio por aluno* e a *Eficiência das escolas estaduais* foram analisados individualmente, no intuito de encontrarem-se padrões espaciais dos citados indicadores, tendo como *locus* geográfico a localização pontual georreferenciada das escolas estaduais.

3. Base de Dados e Estatísticas Descritivas

Os dados sobre as escolas estaduais de ensino médio, que são as escolas públicas mantidas pelo Governo do Estado do Ceará, foram coletados em três fontes. Primeiramente, o total de recursos gastos em cada escola proporcional à quantidade de alunos (*gasto/aluno*) foi disponibilizado pelo sistema de repasse de recursos para as escolas estaduais da Secretaria de Educação do Estado do Ceará - SEDUC.

A partir do Censo Escolar de 2009 foram coletados os dados sobre quantidade de alunos por professor (alun/prof) e as taxas de rendimento das escolas, ou seja, as taxas de aprovação (aprov), reprovação⁴ (100 – reprov) e abandono (100 – aband).

A base de dados utilizada foram os dados de proficiência médias das escolas em Português (profic_por) e Matemática (profic_mat) do Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará de 2009 – SPAECE 2009.

Entretanto, na análise da eficiência econômica a variável (gasto/alun) é tomada como insumo e as restantes são classificadas como produtos. Em relação ao indicador de insumo, o gasto médio por aluno ao longo do ano⁵, não inclui os recursos destinados a remuneração dos docentes e gestores. Mesmo sendo responsável por mais de 75% do custeio das escolas, esses não são determinados por decisões internas da escola que possam ser relacionados à eficiência na aplicação dos recursos. Ou seja, somente estão incluídos dados referentes ao custeio sem os salários e investimentos das escolas.

Como indicadores de produto, utiliza-se a razão de alunos por professor, que busca refletir o gasto com professores dado a quantidade de alunos. Por fim, os indicadores de produtos refletidos pelas taxas médias de aprovação, reprovação e abandono e as proficiências médias em português (PROFIC_POR) e matemática (PROFIC_MAT) são consideradas como medidas que refletem a qualidade de ensino ofertada na escola. A tabela 1 traz estatísticas descritivas sobre essas variáveis.

Tabela 1: Estatísticas descritivas das variáveis de Insumo e Produtos das escolas estaduais públicas cearenses - 2009

Estatísticas	GASTO/ALUN	ALUN/PROF	APROV	100 - REPROV	100 - ABAND	PROFIC_MAT	PROFIC_POR
Média	143.86	24.06	77.01	92.72	84.29	244.84	248.75
Mediana	111.20	23.79	78.52	93.90	85.88	244.85	247.72
Máximo	575.73	43.36	100.00	100.00	100.00	292.44	305.08
Mínimo	14.55	12.82	34.27	65.33	50.43	212.04	218.31
Desvio Padrão	97.38	5.15	12.02	5.51	8.98	10.20	11.08
Observações	455	455	455	455	455	455	455

Fonte: Elaboração dos autores.

Verifica-se que em média são gastos cerca de R\$ 144,0 anuais por aluno nas escolas estaduais, ou seja, cerca de R\$ 12,0 reais por mês. Entretanto, observa-se uma elevada dispersão medida pelo desvio-padrão e amplitude dos gastos médios por aluno, fato este verificado pela análise da distribuição espacial do gasto por aluno, exibida na Figura 2. Isso nos informa que a distribuição dos gastos entre escolas é bastante heterogênea, refletindo a diferenciação em relação ao custeio da infraestrutura (laboratórios de química, de informática, bibliotecas, etc.) das escolas públicas estaduais.

Em relação às variáveis de produto observa-se que diferentemente da variável de insumo, o desvio-padrão e a amplitude é relativamente menor, comparando com as respectivas médias.

⁴ Na análise da eficiência DEA deve-se ter insumos e produtos na mesma direção de ordem, isto é, no presente caso na direção do menor (pior) para o maior (melhor), por isso utiliza-se o complemento das taxas de reprovação (100-reprov) e abandono (100-aband).

⁵ Outros insumos escolares que poderiam inserir são os físicos, como a estrutura das salas, bibliotecas e laboratórios, e os recursos humanos, como a qualificação dos professores e gestores da escola, porém o objetivo do presente estudo foca-se na eficiência com relação ao gasto financeiro.

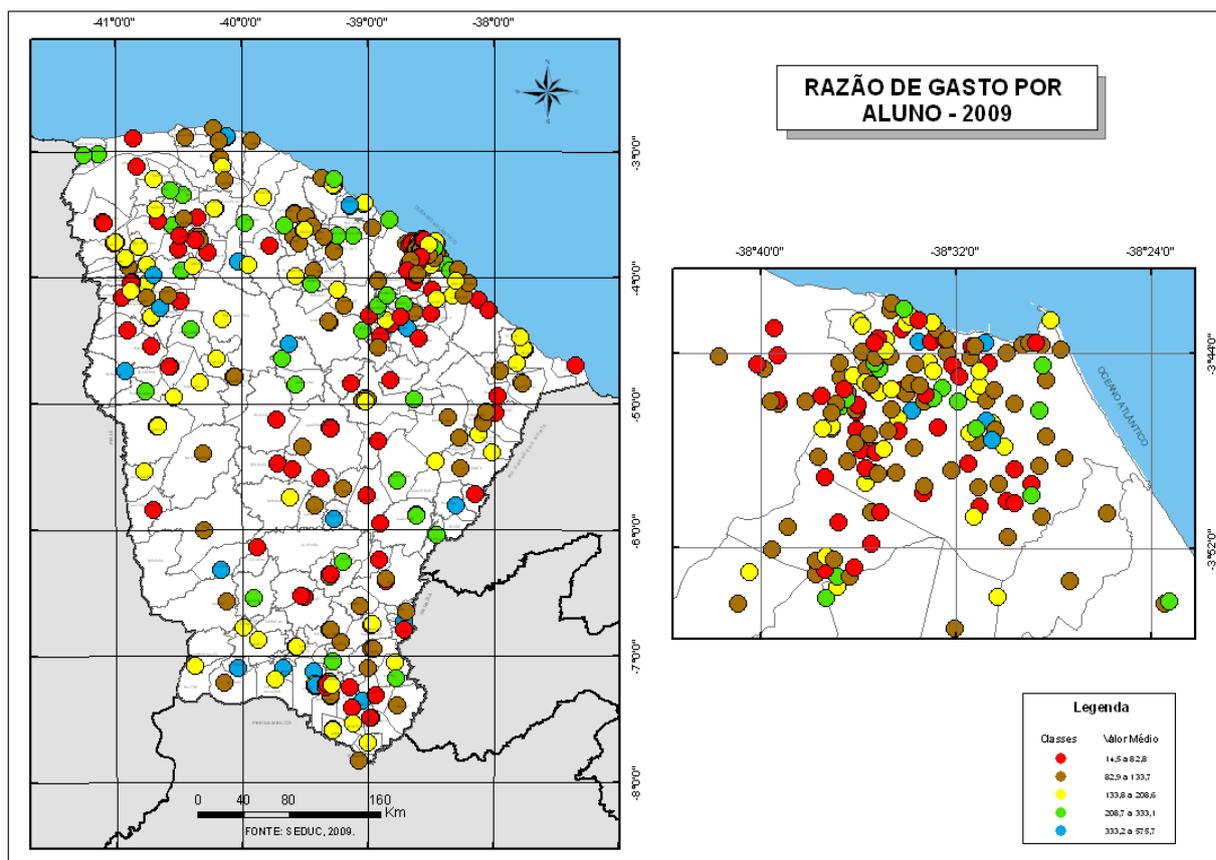


Figura 2: Mapa da Distribuição Espacial da Razão de Gastos Por Aluno das Escolas Estaduais Cearenses. Fonte: Elaboração dos autores.

Na análise de eficiência realizada neste trabalho, define-se a mesma como a razão da soma ponderada dos produtos pelo nível de insumo necessário para gerá-los. Nesse sentido, a eficiência reflete a capacidade de uma escola de relativamente transformar insumo em mais produtos que geram melhores resultados.

Essa ordem supõe que insumo e produtos são correlacionados, apesar das correlações amostrais apresentarem baixos valores, como se pode visualizar pelos resultados exibidos na Tabela 2.

Tabela 2: Matriz de correlação das variáveis de Insumo e Produtos das escolas estaduais públicas cearenses - 2009

Estadísticas	GASTO/ALUN	ALUN/PROF	APROV	100 - REPROV	100 - ABAND	PROFIC_MAT	PROFIC_POR
GASTO/ALUN	1.00						
ALUN/PROF	-0.21	1.00					
APROV	0.09	0.08	1.00				
100 - REPROV	0.08	-0.09	0.71	1.00			
100 - ABAND	0.07	0.16	0.90	0.34	1.00		
PROFIC_MAT	-0.03	0.03	0.15	-0.02	0.22	1.00	
PROFIC_POR	-0.01	0.08	0.23	0.03	0.29	0.91	1.00

Fonte: Elaboração dos autores.

4. Resultados

Os resultados dos índices de Eficiência DEA, corrigidas de viés segundo a metodologia proposta por Simar e Wilson (1998, 2000), são apresentados na Figura 3, abaixo. O índice varia de 0 a 1, onde quanto mais próximo de 1 mais eficiente é a escola em transformar insumo em produtos, isto é, na comparação entre duas escolas com o mesmo nível de insumo a mais eficiente é aquela que gera mais produto, ou ainda pode ser aquela que com menos insumo gera mais produto.

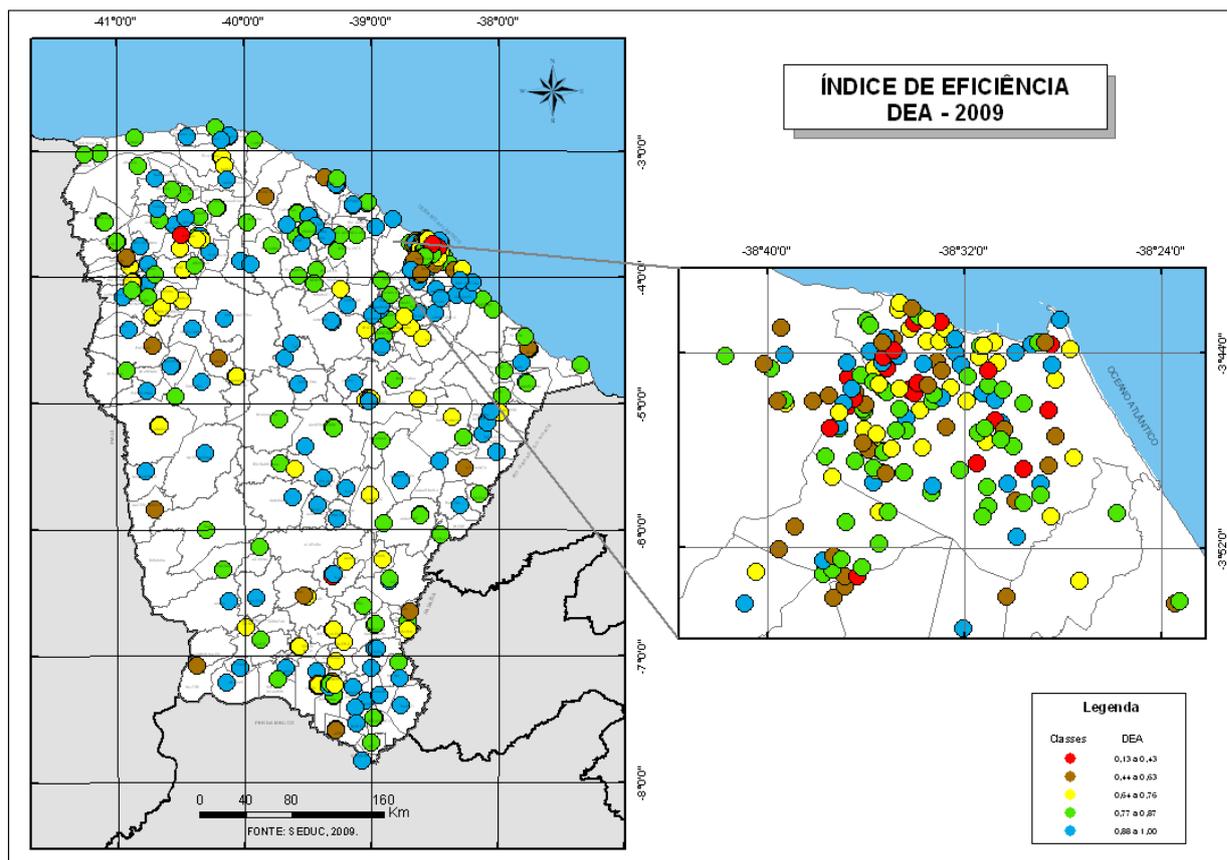


Figura 3: Mapa da Distribuição Espacial da Razão de Gastos Por Aluno das Escolas Estaduais Cearenses. Fonte: Elaboração dos autores.

Verifica-se pelos resultados exibidos na figura acima que os piores indicadores de eficiência concentram-se em sua maioria em Fortaleza, enquanto que as regiões de Baturité, Leste da região metropolitana de Fortaleza e região do Cariri apresentam em sua maioria, os índices de eficiência mais altos. Esses resultados podem estar refletindo a gestão das coordenadorias regionais de desenvolvimento da educação (CREDES), que apóiam a administração das escolas em 21 regiões distintas do estado.

A Tabela 3 mostra o indicador de eficiência das escolas dividido em quartis, estudando-se especialmente os municípios que possuem *pele menos quatro escolas* na análise empreendida.

O município de Fortaleza, por exemplo, registrou um total de 47 escolas classificadas no primeiro quartil (menos eficientes), representando 37,30% do total das escolas deste município. Já em relação às escolas mais eficientes (quarto quartil), Fortaleza teve 23 escolas (18,25%) nesta condição.

Os municípios que tiveram proporcionalmente os maiores índices de eficiência foram São Benedito, Trairi, Juazeiro do Norte, Itapipoca e Maranguape. Por sua vez, os municípios que anotaram proporcionalmente os menores índices foram Pacatuba, Crateús, Iguatu, Quixadá e Crato.

Tabela 3: Classificação das escolas dos municípios cearenses quanto ao índice de eficiência por quartis - 2009

MUNICÍPIO	QUARTIS								Total
	1º Quartil		2º Quartil		3º Quartil		4º Quartil		
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
Fortaleza	47	37,30	33	26,19	23	18,25	23	18,25	126
Sobral	2	14,29	4	28,57	4	28,57	4	28,57	14
Caucaia	6	46,15	3	23,08	3	23,08	1	7,69	13
Maracanaú	5	38,46	4	30,77	3	23,08	1	7,69	13
Crato	5	55,56	2	22,22	2	22,22	0	0,00	9
Juazeiro do Norte	2	22,22	2	22,22	1	11,11	4	44,44	9
Itapipoca	1	20,00	1	20,00	1	20,00	2	40,00	5
Maranguape	2	40,00	1	20,00	0	0,00	2	40,00	5
Pacatuba	4	80,00	1	20,00	0	0,00	0	0,00	5
Quixadá	3	60,00	1	20,00	0	0,00	1	20,00	5
São Benedito	1	20,00	0	0,00	1	20,00	3	60,00	5
Aquiraz	2	50,00	1	25,00	1	25,00	0	0,00	4
Crateús	3	75,00	1	25,00	0	0,00	0	0,00	4
Iguatu	3	75,00	0	0,00	0	0,00	1	25,00	4
Quixeramobim	0	0,00	2	50,00	2	50,00	0	0,00	4
Trairi	1	25,00	1	25,00	0	0,00	2	50,00	4
Outros	26	11,56	57	25,33	72	32,00	70	31,11	225
TOTAL	113	-	114	-	113	-	114	-	454

Fonte: Elaboração dos autores.

A Tabela 4 exhibe o valor do índice global de Moran para os indicadores *Gasto médio por aluno* e *Eficiência das escolas estaduais*, os quais registraram respectivamente os valores de 0,033 e 0,183. Analisando estes dados, podem-se extrair algumas conclusões. Primeiro, existe uma indicação de autocorrelação positiva global para o indicador de eficiência, ou seja, em média as escolas estaduais cearenses com altos índices de eficiência são circundadas por escolas na mesma situação.

Já para o indicador do Gasto médio por aluno o I de Moran não foi estatisticamente significativo, apresentando também um valor considerado baixo. Assim, infere-se que o gasto médio por aluno das escolas estaduais analisadas não possui uma autocorrelação espacial, isto é, têm-se indícios de não existir *clusters* de escolas tendo alto gasto médio por aluno.

Tabela 4: Teste de I de Moran Global para os indicadores *Gasto médio por aluno* e *Eficiência das escolas estaduais*.

Indicador	I de Moran	P-Valor
Gasto médio por aluno	0,033	0,173
Eficiência	0,183	0,001

Fonte: Elaboração dos autores.

Visando complementar os resultados evidenciados pelo índice global de Moran mostra-se nas Figuras 4 e 5 o diagrama de dispersão para os indicadores do Gasto médio por aluno e da Eficiência das escolas estaduais.

Como esperado, o diagrama de dispersão do gasto médio por aluno possuiu a inclinação da reta de regressão próxima ao eixo zero, demonstrando a inexistência de autocorrelação espacial para o indicador estudado.

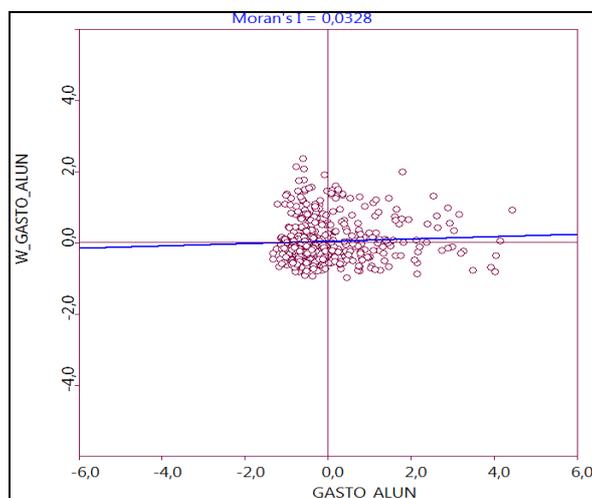


Figura 4: Diagrama de Dispersão de Moran para o indicador *Gasto médio por aluno*. Fonte: Elaboração dos autores.

Na Figura 5 pode-se observar que a maior parte dos dados localizou-se nos quadrantes Alto-Alto e Baixo-Baixo. Esses resultados estão de acordo com o I de Moran computado, já que mostram que a maior parte das escolas localizam-se nos quadrantes que representam a existência de autocorrelação espacial, isto é, valores de eficiência similares aos verificados por seus vizinhos. Para corroborar com o citado anteriormente, tem-se que a inclinação positiva da reta de regressão também comprova a existência de autocorrelação, uma vez que o I de Moran consiste no coeficiente angular da mesma (Anselin, 1995).

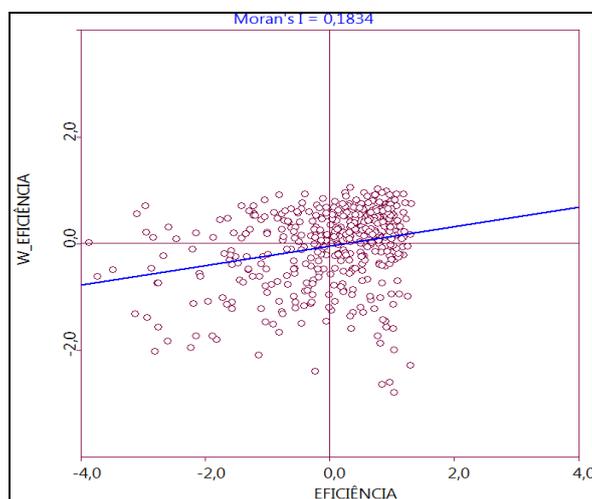


Figura 5: Diagrama de Dispersão de Moran para o indicador *Eficiência das Escolas*. Fonte: Elaboração dos autores.

Mesmo com o detalhamento mostrado com o diagrama de dispersão, o mesmo não permite identificar com clareza os clusters de escolas com índices similares. Faz necessário recorrer então aos Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA), possibilitando a visualização da classificação das escolas em quatro categoriais quanto ao indicador de eficiência.

A Figura 6 mostra o mapa com os clusters de escolas com significância estatística do I de Moran local, ao nível de 5% de significância. Os *clusters* são então classificados em quatro categorias:

- Alto-Alto: Escolas com altos índices de eficiência vizinhas à escolas com altos índices;
- Baixo-Baixo: Escolas com baixos índices de eficiência vizinhas à escolas com baixos índices;
- Alto-Baixo: Escolas com altos índices de eficiência vizinhas à escolas com baixos índices;
- Baixo-Alto: Escolas com baixos índices de eficiência vizinhas à escolas com altos índices.

Assim, pelo mapa de *clusters* pode-se verificar que a existência da autocorrelação global positiva no tocante a eficiência das escolas é confirmada localmente, já que dentre os índices de maior significância encontram-se predominantemente a classificação Alto-Alto e Baixo-Baixo. Esse resultado comprova a hipótese de que escolas com alta eficiência influenciam, em média, escolas próximas a terem o mesmo desempenho devido à condição da proximidade espacial.

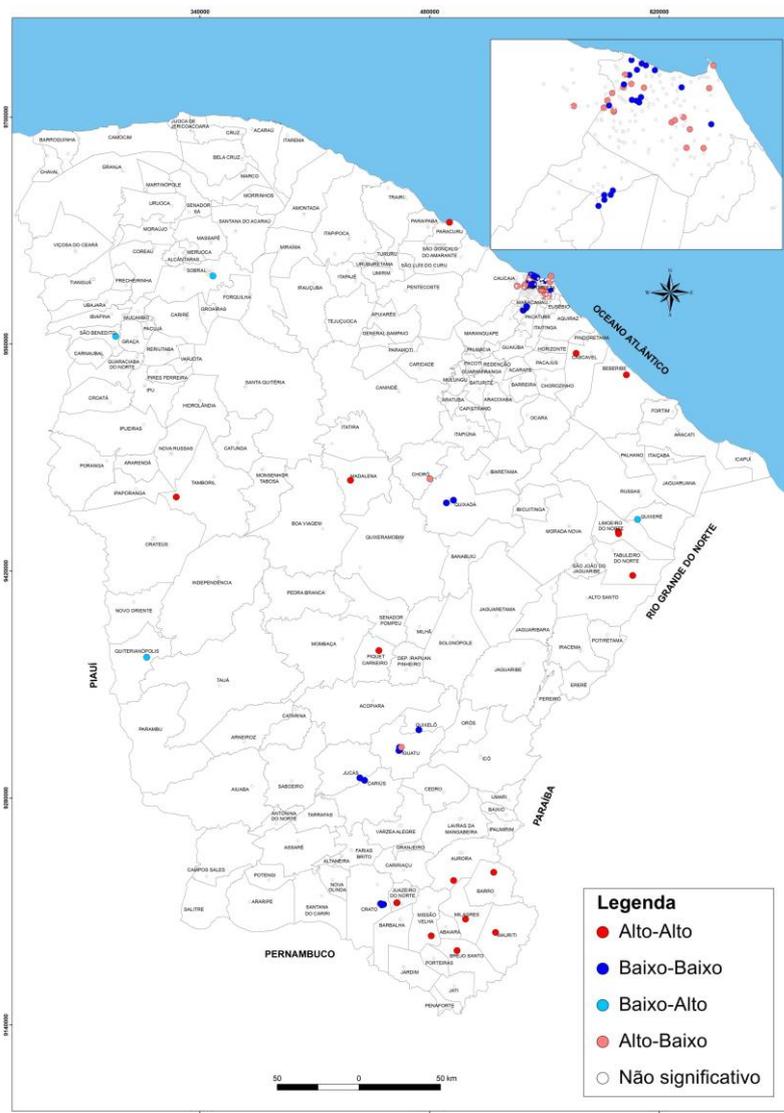


Figura 6: *clusters* de escolas com significância estatística do I de Moran local, ao nível de 5%. Fonte: Elaboração dos autores.

Em termos de localização geográfica, verifica-se um cluster de escolas com alta eficiência cercadas por escolas na mesma condição na região do Cariri cearense, notadamente nos municípios de Aurora, Barro, Brejo Santo, Juazeiro do Norte, Missão Velha, Milagres e Mauriti. Houve também a presença de escolas com esta característica nos municípios de Madalena, Limoeiro do Norte, Taboleiro do Norte, Piquet Carneiro, Tamboril, Beberibe, Cascavel e Paracuru. No entanto, para o grupo de escolas com baixa eficiência e que são próximas a escolas também com baixa eficiência há uma notável predominância de escolas nesta condição no município de Fortaleza, destacando-se também os municípios de Iguatu, Maracanaú, Crato, Quixadá, Jucás e Cariús.

O grupo de escolas com baixa eficiência que estão próximas a escolas com alta eficiência foi reduzido na análise empreendida, sendo identificadas um total de quatro escolas, nos municípios de Sobral, São Benedito, Quixeré e Quiterianópolis.

Por fim, em relação ao *cluster* de escolas com alta eficiência, mas que possuem como adjacentes escolas com baixa eficiência novamente o município de Fortaleza destaca-se, tendo um maior número de estabelecimentos de ensino nesta classe. Também foram localizadas escolas nos municípios de Caucaia, Choró e Iguatu.

5. Considerações finais

A presente pesquisa procurou avaliar a eficiência econômica na gestão dos gastos das escolas públicas estaduais do estado do Ceará. A partir da Metodologia DEA, determinou-se um índice que classifica as escolas segundo sua eficiência em obter mais produtos dado os recursos financeiros destinados a administração da escola (insumo). Em seguida, aplicou-se uma análise espacial na variável insumo e no índice de eficiência DEA empregando a ferramenta de Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), através dos índices de autocorrelação espacial global e local de Moran.

Esse estudo visou desenvolver instrumentos que norteiem uma eficiente aplicação dos recursos destinados à educação, ou seja, que sinalizem a utilização dos recursos educacionais de forma a promover o máximo de benefício social possível. Especificamente, o objetivo desta pesquisa é avaliar a eficiência da aplicação dos recursos públicos voltados para a melhoria da educação em nível de escolas, por meio de uma proposta de criação de um índice de eficiência.

Entre os principais resultados de eficiência verifica-se que os piores indicadores concentram-se em Fortaleza enquanto que as regiões de Baturité, Leste da região Metropolitana de Fortaleza e região do Cariri apresentam em sua maioria, os índices de eficiência mais altos.

Em relação à análise espacial observa-se a inexistência de autocorrelação espacial para o indicador gasto por aluno enquanto que o índice de eficiência DEA apresentou autocorrelação espacial positiva e significativa.

Pode-se constatar a existência da autocorrelação global positiva no tocante a eficiência das escolas é confirmada localmente, já que dentre os índices de maior significância encontram-se predominantemente a classificação Alto-Alto e Baixo-Baixo. Esse resultado atesta a hipótese de que escolas com alta eficiência influenciam escolas próximas a terem desempenho similar devido à condição da proximidade espacial. Ressalta-se que esses resultados possam também refletir a gestão das coordenadorias estaduais regionais (CREDES) que apoiam a administração das escolas em regiões específicas.

Em suma, conclui-se que existem escolas no estado do Ceará que conseguem se destacar quanto à eficiência na administração de seus recursos e que estas estão situadas em regiões distintas. O que estimula uma pesquisa qualitativa que possibilite identificar o porquê dessa eficiência. Conseqüentemente, poder-se-ia se extrair lições para melhorar a gestão financeira e a alocação de recurso em todas as escolas cearenses.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, A. e SCAGLIONI, C. Public Services Efficiency Provision in Italian Regions: A Non-Parametric Analysis. *ISEG-UTL Economics Working Paper*, n. 2, 2005.

ANSELIN, Luc. Local Indicator of Spatial Association – LISA. *Geographical Analysis*, v. 27, n. 3, p. 93-115, 1995.

ANSELIN, Luc., Syabri, I. e Smirnov, O. Visualizing multivariate spatial correlation with dynamically linked windows. Mimeo. University of Illinois, 2003.

ANSELIN, Luc. Spatial Regression Analysis in R: a workbook. Illinois. University of Illinois, 2005. 90p.

BANKER, R. D.; CHARNES, A. e COOPER, W. W. Some models of estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, n. 9, v. 9, p. 1078-1092, 1984.

BARROS, Emanuel de Souza; LAFFARGUE, Jean-Pierre. *Estimações de fronteiras de produção não-paramétricas e bootstrap: o caso da irrigação no Vale do São Francisco*. Trabalho inédito, 2008.

BEZERRA, E. P. ; DIWAN, J. R. *Uso de DEA como alternativa ao IDH na mensuração do desenvolvimento humano nos maiores municípios brasileiros*. Monografia (Programa de Graduação em Engenharia de Produção). UFRJ, Rio de Janeiro, 2001.

BRUNET, J. F.G.; BORGES, C. B.; BERTÊ, A. M. A. e BUSSATO, L. M. *Estados Comparados por Funções do Orçamento – uma Avaliação da Eficiência e Efetividade dos Gastos Públicos Estaduais*. Monografia (Secretaria de Planejamento e Gestão). SEPLAG, Porto Alegre, 2006.

CARTILHA DO FUNDEB: Principais Mudanças em Relação ao Fundef. Disponível em: <<http://www.mp.rs.gov.br/areas/infancia/arquivos/cartilhafundeb.pdf>>. Acesso em 27 jan. 2010.

CHARNES, A.; COOPER, W. W. e RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*. v. 2, p. 429-444, 1978.

De BORGER, B.; KERSTENS, K.; MOESEN, W. e VANNESTE, J. Explaining Differences in Productive Efficiency: An Application to Belgian Municipalities. *Public Choice*. v.8, p. 339-358, 1984.

_____. Cost Efficiency of Belgian Local Governments: A Comparative Analysis of FDH, DEA and Econometric Approaches. *Regional Science and Urban Economics*. p. 145-170, 1996.

EFA 2000: EDUCAÇÃO PARA TODOS. Disponível em: <[EFA 2000 - Educação para todos: avaliação do ano 2000, informe nacional Brasil](#)> Acesso em: 25 jan. 2010.

FARIA, F. P. *Gastos Sociais e Condições de Vida nos municípios fluminenses: uma avaliação através da Análise Envoltória de Dados*. Dissertação (Mestrado em Estudos Populacionais e Pesquisas Sociais). ENCE, Rio de Janeiro, 2005.

_____. JANNUZZI, Paulo de Martino; SILVA, Silvano José da. *Eficiência dos gastos municipais em saúde e educação: uma investigação através da análise envoltória no estado do Rio de Janeiro*. RAP — RIO DE JANEIRO 42(1):155-177, JAN./FEV. 2008.

FARRELL, M. The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of Royal Statistical Society*. v. A, n. 120, p. 253-281, 1957.

FRANCO, Ana Maria de Paiva. Os determinantes da qualidade da educação no Brasil. USP – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

FUNDEB: AVANÇOS NA UNIVERSALIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO BÁSICA. Disponível em: <[Fundeb: avanços na universalização da educação básica](#)>. Acesso em: 28 jan. 2010.

Fundef Manual de Orientação. Disponível em: <http://www.oei.es/quipu/brasil/Manual_FUNDEF.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2010.

GASPARINI, Carlos Eduardo. Uma análise da eficiência na provisão de serviços públicos municipais no estado de Pernambuco. Recife: UFPE, 2000. Tese de mestrado. Orientador: Francisco de Souza Ramos.

IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – www.ipece.ce.gov.br

GASPARINI, Carlos Eduardo. *Uma análise da eficiência na provisão de serviços públicos municipais no estado de Pernambuco*. Tese de mestrado. Recife, 2000.

KASSAI, Silvia. *Utilização da Análise por Envoltória de Dados (DEA) na análise as demonstrações contábeis*. Tese de doutorado. São Paulo, p. 318, 2002.

LINS, Marcos Estellita, LOBO, Maria Stella de Castro, SILVA, Angela Cristina Moreira da et al. O uso da Análise Envoltória de Dados (DEA) para avaliação de hospitais universitários brasileiros. *Ciência & Saúde Coletiva*. vol.12, n. 4, p.985- 998, 2007.

MARINHO, A. Avaliação da eficiência técnica nos serviços de saúde dos municípios do estado do Rio de Janeiro. *Texto para discussão* n. 842, Rio de Janeiro, 2001.

Ministério da Fazenda/ STN – COREM – www.tesouro.fazenda.gov.br

O PLANO DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO: RAZÕES, PRINCIPIOS E PROGRAMAS. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/arquivos/livro/index.htm>>. Acesso em: 19 jan. 2010.

O Que é o Plano de Desenvolvimento da Educação. Disponível em: <http://pde.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=115&Itemid=136>. Acesso em: 18 jan. 2010.

O que é o Fundef. Disponível em: <http://qese.edunet.sp.gov.br/fundef/saiba_mais.htm>. Acesso em: 21 jan 2010.

O Que é o Fundeb. Disponível em: <<http://qese.edunet.sp.gov.br/fundef/index.htm>>. Acesso em: 26 jan. 2010.

Programa Alfabetização na Idade Certa: Eixo de Avaliação Externa. Disponível em: <http://download.seduc.ce.gov.br/idadecerta/eixo_avaliacao_atividades_crede.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2010.

Paic: o pioneirismo no processo de avaliação municipal com autonomia. Disponível em: <<http://www.fcc.org.br/pesquisa/publicacoes/eae/arquivos/1458/1458.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2010.

PAIVA, W. L. Desenvolvimento Regional Cearense. Dissertação de Mestrado. UFC. Fortaleza - CE. Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Economia Rural, 2010. 97p.

PEROBELLI, Fernando Salgueiro et al. Produtividade do Setor Agrícola Brasileiro (1991-2003): uma análise espacial. Nova Economia. Belo Horizonte: jan.-abr. 2007, p. 65-91.

SEIFORD, L.; THRALL, R. Recent Developments in DEA. *Journal of Econometrics*. v. 46, p.7-38, 1990.

SIMAR, L.; WILSON, P.W. Statistical Inference in Nonparametric Frontier Models: The State of the Art. *Journal of Productivity Analysis*. v. 13, p. 49-78, 2000.

_____ Sensitivity Analysis of Efficiency Scores: How to Bootstrap in Nonparametric Frontier Models. *Management Science*. v. 44, p. 49-61, 1998.

TROMPIERI NETO N.; LOPES F.A.D.; BARBOSA M.P.; HOLANDA, M.C. Determinantes da Eficiência dos Gastos Públicos Municipais em Educação e Saúde: O Caso do Ceará. *Economia do Ceará em Debate 2008*, IPECE, Fortaleza, 2009.