



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA - CAEN
MESTRADO PROFISSIONAL EM ECONOMIA - MPE

JOSÉ RICARDO MOREIRA DIAS

A EFICIÊNCIA DAS ESCOLAS PÚBLICAS ESTADUAIS DO ENSINO MÉDIO
REGULAR NO CEARÁ

FORTALEZA

2014

JOSÉ RICARDO MOREIRA DIAS

**A EFICIÊNCIA DAS ESCOLAS PÚBLICAS ESTADUAIS DO ENSINO MÉDIO
REGULAR NO CEARÁ**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Economia – Mestrado Profissional – da Universidade Federal do Ceará - UFC, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Economia. Área de Concentração: Economia do Setor Público.

Orientador: Prof. Dr. Emerson Luís Lemos Marinho

FORTALEZA

2014

JOSÉ RICARDO MOREIRA DIAS

**A EFICIÊNCIA DAS ESCOLAS PÚBLICAS ESTADUAIS DO ENSINO MÉDIO
REGULAR NO CEARÁ**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Economia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Economia. Área de concentração: Economia do Setor Público.

Aprovada em: **7 de agosto de 2014.**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Emerson Luís Lemos Marinho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Ricardo Brito Soares
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. João Mário Santos de França
Universidade Federal do Ceará – UFC

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, gostaria de agradecer a Deus por ter me indicado os caminhos certos a seguir.

Aos meus pais, José Oilton e Silvandira, pelos ensinamentos e apoio incondicional que me deram, e aos meus irmãos, Tetela (*in memoriam*), Paulão, Cristina, Henrique, Jorge, Paulinho e Raimundinha, que sempre torceram pelo meu sucesso.

À Rosemeire, companheira de todos os momentos, pela paciência, compreensão e incentivo despendido. Sua ajuda, Rosinha, foi, é, e sempre será fundamental para meu aprimoramento.

Aos meus filhos Natiara e Tales, simplesmente por existirem em minha vida. Ser pai da Naná e do Tatá é preencher a vida com alegria e felicidade.

Aos colegas da turma de mestrado, pelo companheirismo e apoio recebidos. Particularmente, agradeço à Delinda, ao Rubens e ao Marcel pelos marcantes trabalhos feitos em equipe.

A todos meus amigos que ficaram na torcida desse grande desafio.

Ao Prof. Emerson Marinho, pela disponibilidade e apoio dado durante a dissertação.

“Quando você pensa que sabe todas as respostas, vem a vida e muda todas as perguntas”.

(Luís Fernando Veríssimo)

RESUMO

Este estudo avalia a eficiência técnica relativa dos recursos/investimentos públicos com educação nas escolas públicas do ensino médio regular do Estado do Ceará para o ano de 2012. O modelo empregado utiliza a Análise Envoltória de Dados (DEA), que se baseia na aplicação de métodos de programação matemática linear. A análise foi realizada tendo como base os indicadores e variáveis relacionadas aos gastos com custeio e manutenção das escolas, à média de horas-aula diária, ao número de computadores à disposição dos estudantes, às taxas de distorção idade-série, de aprovação e às notas médias do SPAECE. Após a construção da fronteira de eficiência técnica dessas escolas, os escores de eficiência possibilitaram construir um *rank*, observando-se que em 2012, aproximadamente, 20% das unidades escolares pesquisadas mostraram-se eficientes no modelo proposto.

Palavras-chave: Eficiência. Ensino Médio. Análise Envoltória de Dados (DEA).

ABSTRACT

This study evaluates the relative technical efficiency of resources / public investment in education in the public schools of the regular high school in the state of Ceará for the year 2012. Employee the model uses the Data Envelopment Analysis (DEA) based on the application of methods linear mathematical programming. The analysis was based on indicators and variables related to expenditures on cost and maintenance of schools, the average daily class hours, the number of computers available to students, the rates of age-grade, approval and notes SPAECE averages. After the construction of the boundary of technical efficiency of these schools, the efficiency scores possible to construct a rank, noting that in 2012, approximately 20% of the surveyed school units were effective in the proposed model.

Keywords: Efficiency. Secondary Education. Data Envelopment Analysis (DEA).

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Fronteira de eficiência (1 insumo e 1 produto).....	19
Gráfico 2 - Fronteira de eficiência.....	20
Gráfico 3 - Composição média dos custos das escolas.....	24
Gráfico 4 - Dispersão da variável gasto anual médio com custeio e manutenção por aluno das escolas.....	25
Gráfico 5 - Dispersão da variável média de horas-aula das escolas.....	26
Gráfico 6 - Dispersão da variável número de computadores à disposição dos estudantes por escola.....	27
Gráfico 7 - Dispersão da variável nota média do SPAECE por escola.....	28
Gráfico 8 - Dispersão da variável taxa de não-distorção idade-série por escola.....	29
Gráfico 9 - Dispersão da variável taxa de aprovação.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - <i>RANK</i> das escolas públicas do ensino médio regular cearense de 2012.....	31
Tabela 2 - Resultados da escola classificada na última posição do <i>RANK</i>	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEJA's	Centros Educacionais de Jovens e Adultos
CRS/CCR	<i>Constant Returns to Scale</i> ou Retorno Constante de Escala
DEA	<i>Data Envelopment Analysis</i> ou Análise Envoltória de Dados
DMU	<i>Decision Making Units</i> ou Unidades Produtivas Tomadoras de Decisões
FDH	<i>Free Disposable Hull</i>
FGV	Fundação Getúlio Vargas
FUNDEB	Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação
GACM	Gasto Anual Médio por Aluno com Custeio e Manutenção das Escolas
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
MEC	Ministério da Educação (MEC)
MHA	Média de Horas-aula Diária
ÑTDI	Taxa de Não-distorção Idade-Série
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes
PPL	Problema de Programação Linear
QCA	Número de Computadores à Disposição dos Estudantes por Escola
RCB	Referenciais Curriculares Básicos
SAEB	Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica
SEDUC	Secretaria da Educação do Ceará
SIC	Sistema Integrado de Contabilidade do Estado Ceará
SPAECE	Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará
TAP	Taxa de Aprovação
VRS/BCC	<i>Variable Returns to Scale</i> ou Retorno Variável de Escala

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	Análise envoltória de dados – DEA	16
3	BASE DE DADOS	22
3.1	Escolha das variáveis	23
3.1.1	<i>Variáveis de entrada (INPUTS)</i>	24
3.1.2	<i>Variáveis de saída (OUTPUTS)</i>	27
4	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	31
5	CONCLUSÃO	39
	REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, segundo a literatura da área de educação, o ensino médio no Brasil é a etapa de aprendizagem que tem apresentado os maiores desafios. Questões referentes à qualidade e cobertura do ensino médio estão sendo amplamente discutidas. O desempenho dos estudantes em exames padronizados dessa etapa de ensino tem se mostrado insuficiente e, nos últimos 10 anos, encontra-se praticamente estagnado. Na contramão desse fraco desempenho nos exames, observa-se o crescente aporte de recursos, principalmente após a segunda metade da década de 1990 com a criação do Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação (Fundeb), além da Emenda Constitucional nº 59 que tornou obrigatória essa etapa de ensino para os jovens na faixa etária entre 15 e 17 anos a partir de 2016.

Diversos esforços no intuito de aumentar a qualidade no nível da educação da população brasileira estão sendo implementados. Alguns exemplos de medidas adotadas são a criação de novos modelos de escolas públicas, melhorias em suas infraestruturas, aumento do número de professores, incentivos para criação de escolas profissionalizantes, entre outros. Pontuais ou de âmbito geral, em maior ou menor escala, essas medidas consomem recursos significativos do governo para a educação, acentuando-se, sobremaneira, a necessidade de uma avaliação quanto a sua eficiência, ou seja, otimização da utilização desses recursos buscando uma alocação eficiente.

Outro ponto relevante ao se avaliar os aspectos relacionados a qualidade da educação é que conforme Barros (2001) os investimentos públicos em educação produzem um aumento significativo no nível de capital humano, que, por ser uma das principais fontes de crescimento econômico de longo prazo, trariam enormes benefícios para a economia de modo geral. Por essa razão, os gastos em educação seriam um dos que mais contribuiriam na melhoria da alocação de recursos, e na correção de algumas falhas de mercado na provisão deste serviço.

A criação de uma medida de eficiência educacional poderá servir como ferramenta de apoio para o processo decisório na alocação de recursos nessa função de governo, podendo, ainda, ser utilizada como critério para premiação das escolas mais eficientes, ao estilo do já adotado pela Lei Estadual nº 15.052, de 6 de dezembro de 2011, que instituiu o prêmio escola nota dez no âmbito da política educacional do governo cearense.

O presente trabalho apresentará um modelo de avaliação da eficiência técnica relativa das escolas públicas do ensino médio regular do Estado do Ceará no exercício de

2012, por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA), orientada a produtos e com retornos variáveis de escala. A análise levará em consideração indicadores e variáveis relacionados aos gastos com custeio e manutenção das escolas, à média de horas-aula diária, ao número de computadores à disposição dos estudantes, às taxas de distorção idade-série, de aprovação e às notas médias do Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará – SPAECE referentes a 2012. Após a construção da fronteira de eficiência técnica dessas escolas, os escores de eficiência possibilitarão construir um *rank* das escolas mais eficientes, de tal forma que se possa mensurar o quanto mais eficiente é uma determinada escola em relação às demais avaliadas. Outro aspecto relevante será a investigação da relação entre recursos dispendidos nessas escolas com os resultados alcançados por elas.

O trabalho está dividido em cinco capítulos. Este, referente a introdução, contextualiza e mostra a importância da educação e o seu atual estágio quanto aos resultados apresentados na etapa do ensino médio no Brasil, bem como a necessidade de avaliação da eficiência técnica relativa das escolas públicas do ensino médio regular cearense.

O segundo capítulo, começa por uma breve definição de eficiência, os aspectos relevantes da análise envoltória de dados – DEA, com suas definições, características, descrições gráficas e representação algébrica, as pesquisas e suas aplicações, com ênfase nos estudos relacionados ao tema educação e, por fim, a metodologia do trabalho.

O terceiro descreve os aspectos relacionados à base de dados com a seleção das DMU's¹ e a escolha das variáveis de insumos e produtos utilizadas na pesquisa.

O quarto capítulo aborda a análise dos resultados, apresentado o *rank* de eficiência das 176 escolas públicas do ensino médio regular cearense integrantes do estudo.

O último capítulo apresenta as conclusões, incluindo as limitações e as sugestões para trabalhos futuros. As referências e apêndices com informações e dados construídos para subsidiar este estudo finalizam este trabalho.

¹ A expressão DMU foi usada pela primeira vez no modelo CCR, proposto por Charnes, Cooper e Rhodes (1978).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Desde a aprovação da Emenda Constitucional nº 19/1998, tem se intensificado as discussões acerca das boas práticas de gestão dos recursos públicos. Dentro dessas discussões, ganhou importância a questão do uso eficiente dos recursos públicos, demarcando o conceito de eficiência.

Na obra de Alexandre de Moraes (2014, p. 78), o princípio da eficiência é descrito como aquele que:

[...] impõe à Administração Pública direta e indireta e a seus agentes a persecução do bem comum, por meio do exercício de suas competências de forma imparcial, neutra, transparente, participativa, eficaz, sem burocracia e sempre em busca da qualidade, primando pela adoção dos critérios legais e morais necessários para a melhor utilização possível dos recursos públicos, de maneira a evitar-se desperdícios e garantir-se uma maior rentabilidade social.

Mais específico ainda, temos o conceito de eficiência técnica que segundo Ferreira e Gomes (2012), reflete a habilidade de uma firma obter a máxima produção a partir de um conjunto dado de insumos. Os mesmos autores a definem ainda, como o melhor modo de se realizar uma determinada atividade maximizando os outputs dado um número restrito de inputs. É expresso pela razão entre o somatório de *outputs* (saídas) produzidos e o somatório de *inputs* (entradas) consumidos referentes a cada uma das unidades analisadas.

Outro aspecto importante quanto a eficiência é o conceito, utilizado nesse estudo, de eficiência técnica relativa, em que a eficiência é restrita ao grupo de unidades que está sendo analisado, ou seja, unidades eficientes de um grupo de unidades produtivas tomadoras de decisões - DMUs (*Decision Making Units*), podem não o ser em um outro grupo de unidades produtivas. Em linhas gerais o objetivo da eficiência técnica relativa é avaliar em termos comparativos aos melhores padrões de excelência (*benchmarks*), de uma amostra de organizações produtivas.

Segundo Coelli *et al.* (2005), quatro são os principais métodos de análise da eficiência e produtividade, dois paramétricos: modelos econométricos de mínimos quadrados de produção e análise de fronteira estocástica - SFA e dois não paramétricos: produtividade total de fatores - TFP e o utilizado nesse trabalho que é a análise envoltória de dados (DEA).

Atualmente tem-se aplicado a análise envoltória de dados com sucesso no estudo da eficiência da administração pública e organizações sem fins lucrativos. Segundo Penã (2008), tem sido utilizada essa técnica para comparar departamentos educacionais (escolas, faculdades, universidades e institutos de pesquisas), estabelecimentos de saúde (hospitais,

clínicas), prisões, produção agrícola, instituições financeiras, países, forças armadas, esportes, transporte (manutenção de estradas, aeroportos), redes de restaurantes, franquias, cortes de justiça, instituições culturais (companhias de teatro, orquestras sinfônicas) entre outros.

Os modelos DEA são ferramentas técnicas, atualmente cada vez mais utilizadas para orientar decisões estratégicas de organizações governamentais. Os gestores públicos, como os empresariais, não podem prescindir de instrumentos operacionais baseados em princípios teóricos bem fundamentados, que avaliem e possam mensurar a eficiência, otimizando a utilização de recursos ou maximizando os resultados. Os modelos para cálculo da eficiência por meio do DEA atendem, desta forma, às demandas de aplicação prática, sem perderem, contudo o rigor das análises científicas mais complexas.

Quanto as pesquisas realizadas com o foco na construção de uma fronteira de eficiência, o pioneiro nos estudos acerca da utilização do modelo DEA quanto a eficiência de setores ligados a educação foi Edward Lao Rhodes, em sua dissertação de Ph.D, sob a supervisão de William Cooper publicada em 1978 (CHARNES *et al.*, 1978 *apud* FERREIRA, 2012, p. 21).

O objetivo da dissertação de Rhodes era criar um método para comparar a eficiência técnica relativa das escolas públicas dentro do programa educacional do governo norte-americano para alunos carentes chamado de *Program Follow Through* (Programa de Acompanhamento). A ideia central de seu trabalho foi comparar o desempenho de um conjunto de alunos de escolas que participaram, com o de alunos que não aderiram ao programa, para tanto, Rhodes estimou a eficiência técnica relativa utilizando em seu modelo: valores aritméticos; melhoria da autoestima em testes psicológicos; habilidade psicomotora como variáveis de saída e números de professores-hora; e tempo gasto pela mãe com leituras para o filho como variáveis de entrada.

Na pesquisa de Gupta e Verhoeven (2001), utilizando uma abordagem *free disposable hull* (FDH) para avaliar a eficiência dos gastos em educação e saúde em 37 países africanos entre 1984 e 1995, foi encontrada uma relação negativa entre os escores de eficiência de produto e o nível de gasto público, levando à conclusão de que avanços na educação e na saúde são mais resultantes de uma melhoria na eficiência do que de acréscimos nas alocações orçamentárias.

No Brasil, o emprego da DEA na área educacional vem ganhando importância e, cada vez mais, vem sendo utilizado na avaliação de desempenho das escolas, a exemplo do trabalho pioneiro de Moita (1995) intitulado: Medindo a eficiência relativa de escolas municipais da cidade do Rio Grande - RS usando a abordagem DEA.

Zoghbi *et al.* (2010), em sua pesquisa quanto a eficiência nos gastos, durante o ano de 2005, com a educação Fundamental para os municípios paulistas, classificou os municípios de acordo com a eficiência, levando em consideração variáveis com gastos, resultados no IDEB e indicadores como o PIB. Esse estudo teve como principal proposta a criação de indicadores de mensuração, tanto da eficiência quanto da ineficiência.

Também Savian, Bezerra e Melo (2011) em sua análise de eficiência dos gastos públicos com educação no ensino fundamental nos municípios do estado do Paraná trouxe argumentos em sua pesquisa de que o setor público nessa função de governo gasta muito, obrigatoriamente vinte e cinco por cento dos recursos disponíveis, trazendo com isso a um maior interesse pela avaliação da eficiência do setor público na provisão de bens e serviços desse setor. Por meio do estabelecimento de comparações de eficiência na provisão de educação básica entre os municípios paranaenses, concluiu a pesquisa que os governos deveriam concentrar sua política na eficiência, sem deixar, contudo de lado esforços para a redução das desigualdades escolares.

Na esfera cearense, pesquisas foram realizadas buscando mensurar a eficiência técnica dos gastos municipais. O exercício empírico desenvolvido pela investigação de Machado Júnior, Irffi e Benegas (2011), serviram como indicativo para avaliação da eficiência técnica do gasto público municipal cearense per capita com saúde, educação e assistência social. Tal exercício apontou a baixa eficiência técnica no gasto público social. Outro ponto a ser ressaltado na pesquisa foi a apresentação de municípios que poderiam ser utilizados como *benchmark* pelos demais.

Outra pesquisa utilizando a técnica DEA na área da educação foi apresentada no artigo - Determinantes da eficiência dos gastos públicos municipais em educação e saúde: o caso do Ceará. Trompieri *et al.* (2008) calcularam os índices de eficiência para serem utilizados para o acompanhamento da efetividade dos orçamentos municipais, contribuindo dessa forma, para a transparência e para a melhoria da gestão pública.

No mesmo diapasão da pesquisa anterior, o texto nº 62 da série de textos do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - IPECE de Trompieri *et al.* (2009) que tratou da qualidade dos gastos públicos dos municípios cearenses por meio do abordagem da técnica DEA, inseriu na discursão sobre finanças públicas municipais a questão da efetividade das políticas públicas por meio da quantificação e ordenação da eficiência dos municípios cearenses.

Muitos outros trabalhos com a utilização da DEA, como o de Farias, Pereira e Castro (2011) e Martins e Mello (2003), foram utilizados para mensurar a eficiência da

educação pública, contudo, em nível brasileiro quase a totalidade dos trabalhos restringiu-se no cálculo da eficiência em nível de Municípios e Estados, visto que, dados com gastos por escolas, como utilizados neste trabalho, são difíceis de serem compilados.

Tendo como foco as escolas, Delgado e Machado (2007), foram um dos que buscou pesquisar a eficiência na educação a partir de dados das escolas públicas estaduais. Os resultados obtidos neste trabalho, a partir de dados das escolas de Minas Gerais, mostraram que as escolas selecionadas como eficientes proveem ensino de melhor qualidade a um custo relativamente menor do que as outras escolas. Alguns fatores, como a infraestrutura e a presença de computadores nas escolas contribuíram para incrementar o indicador de eficiência nesta pesquisa nas escolas mineiras.

2.1 Análise envoltória de dados - DEA

Ferreira e Gomes (2012) explicam que o método DEA – sigla inglesa para *Data Envelopment Analysis* ou Análise Envoltória de Dados em sua tradução literal para a língua portuguesa – teve origem em 1957 com a publicação do artigo, *The Measurement of Productive Efficiency*, no qual Farrel (1957) tentou desenvolver métodos para avaliar a produtividade por meio dos conceitos de análise de atividades. Esse autor alegava que as tentativas de avaliar a produtividade eram profundamente restritivas, visto que não conseguiam combinar medidas de múltiplos insumos para a criação de um indicador único de medida de eficiência.

Para Charnes *et al.* (1978), um dos precursores na utilização da técnica, a Análise Envoltória de Dados - DEA é um método não-paramétrico, isto é, não utiliza inferências estatísticas nem se apega as medidas de tendência central ou testes de coeficientes presentes nas análises estatísticas e econométricas. É uma técnica de avaliação da eficiência de unidades produtivas, quer sejam escolas, hospitais ou mesmo municípios, considerando os recursos utilizados (*inputs*) e os resultados alcançados (*outputs*). Ela determina ainda a melhor combinação de pesos que maximiza a combinação linear dos *inputs* e *outputs*, sujeita a restrições convenientes.

Conforme Cooper (2004), um dos mentores dos modelos da DEA, esta pode ser definida como uma técnica de pesquisa operacional que se baseia em programação linear e tem por objetivo comparar o desempenho operacional de unidades de produção quanto à transformação de seus insumos em produtos, buscando a construção de uma fronteira de eficiência relativa.

Na técnica DEA, no lugar dos termos “produtos” e “insumos”, é comum serem empregados os termos *outputs* (saídas) e *inputs* (entradas), isso porque o conceito de eficiência está diretamente relacionado com a noção de processo. Os insumos são as entradas do processo, é aquilo que será consumido ou transformado para gerar o produto ou serviço. Eles podem ser matérias-primas, produtos intermediários ou acabados, ou ainda serviços ou informações de outros processos. Produto é o resultado de um processo. Pode ser um serviço, uma informação, um material, um equipamento. Portanto, quando se analisa um determinado processo, o que se está avaliando é basicamente sua eficiência.

A técnica compara um grupo de unidades de serviços a fim de identificar as unidades relativamente ineficientes, medindo a magnitude das ineficiências, e, pela comparação das unidades ineficientes com as eficientes, descobrir formas para reduzir as ineficiências.

Existem, de acordo com Kassai (2002), dois tipos básicos de modelos DEA: os que trabalham com retornos constantes de escala - CRS, conhecido também por CCR como referência as iniciais de Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e o modelo de retornos variáveis de escala - VRS, que também é conhecido por BCC em referência ao trabalho de Banker, Cooper e Rhodes (1984).

O CCR, no qual a produção varia proporcionalmente à variação dos insumos, o modelo determina a eficiência técnica pela otimização da divisão entre a soma ponderada dos produtos e a soma ponderada dos insumos.

O Modelo BCC generaliza o modelo CCR, considerando tecnologias com rendimentos de escalas constantes, crescentes e decrescentes.

Como a eficiência envolve a relação entre dois grupos de fatores, pode-se diferenciar a eficiência quanto a orientação - orientada aos insumos e orientada aos produtos. A primeira é aquela que considera que é eficiente a unidade decisória que produz determinada quantidade de produto ao menor nível de insumos utilizados. A quantidade de produto está predeterminada e o objetivo é minimizar os insumos. A segunda considera eficiente a unidade decisória que, com um nível de insumos total predeterminado, gera a maior quantidade de produtos.

Segundo Ferreira e Gomes (2012) a orientação das medidas da eficiência técnica propõem-se a responder as seguintes perguntas:

- a) na orientada a insumo – de quanto podem ser reduzidas proporcionalmente as quantidades de insumos sem mudar as quantidades produzidas?

- b) na orientada a produto – de quanto podem ser aumentadas proporcionalmente as quantidades de produtos sem mudar as quantidades utilizadas de insumos?

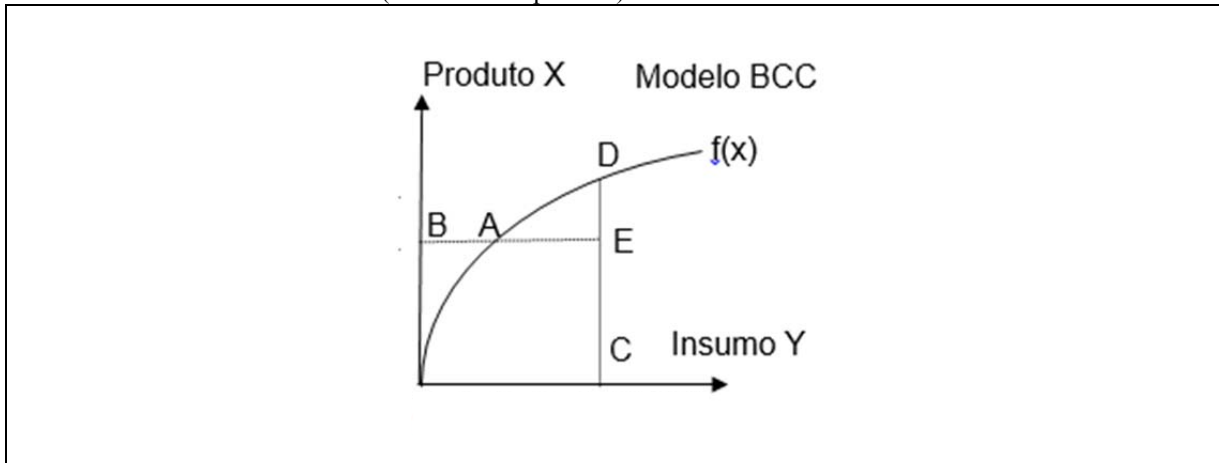
Dentre as principais características dos modelos DEA apresentadas por Lins e Meza (2000) temos:

- a) não são iguais aos métodos baseados em avaliação puramente econômica, que necessitam converter todas as variáveis em unidades monetárias, podendo simultaneamente utilizar múltiplos insumos e produtos, com diferentes unidades de medida;
- b) os índices de eficiência desse modelo são baseados em dados reais e não em fórmulas teóricas, concentrando-se nas observações individuais ao invés de médias de uma população estatística;
- c) podem ser ajustadas para incluir variáveis não-discrecionárias (exógenas), ou ainda incorporar variáveis do tipo *dummies* (variáveis categóricas);
- d) leva em consideração a possibilidade de que os dados *outliers* (fora do esperado ou padrão) não representam apenas desvios em relação ao comportamento médio, mas possíveis *benchmarks* a serem estudados pelas demais firmas;
- e) produzem estimativas específicas para as mudanças desejadas nos insumos e, ou, nos produtos, para projetar as firmas que se encontram aquém da fronteira eficiente sobre ela.

Para um melhor entendimento, a ideia básica da técnica DEA pode ser melhor representada a partir de uma descrição gráfica do método para uma análise de apenas um insumo e um produto.

No Gráfico 1 apresentamos as formas básicas de uma unidade não eficiente tornar-se eficiente. A primeira é reduzindo os recursos, mantendo constantes os produtos (orientação a insumos); a segunda é fazendo o inverso (orientação a produtos).

Gráfico 1 – Fronteira de eficiência (1 insumo e 1 produto)



Fonte: Coelli *et al.* (2005)

Seja a fronteira de eficiência definida por $f(x)$, a DMU ineficiente E precisará caminhar até o ponto A se quiser tornar-se eficiente reduzindo recursos. No entanto, se preferir aumentar os produtos, terá que caminhar até o ponto D. No primeiro caso, a eficiência é definida pelo quociente BA/BE e é um número entre 0 e 1. No segundo caso, a eficiência é dada por CE/CD que também é um valor entre 0 e 1. Em ambos os casos quanto mais próximo da unidade forem os quocientes mais perto da eficiência se encontrará a DMU.

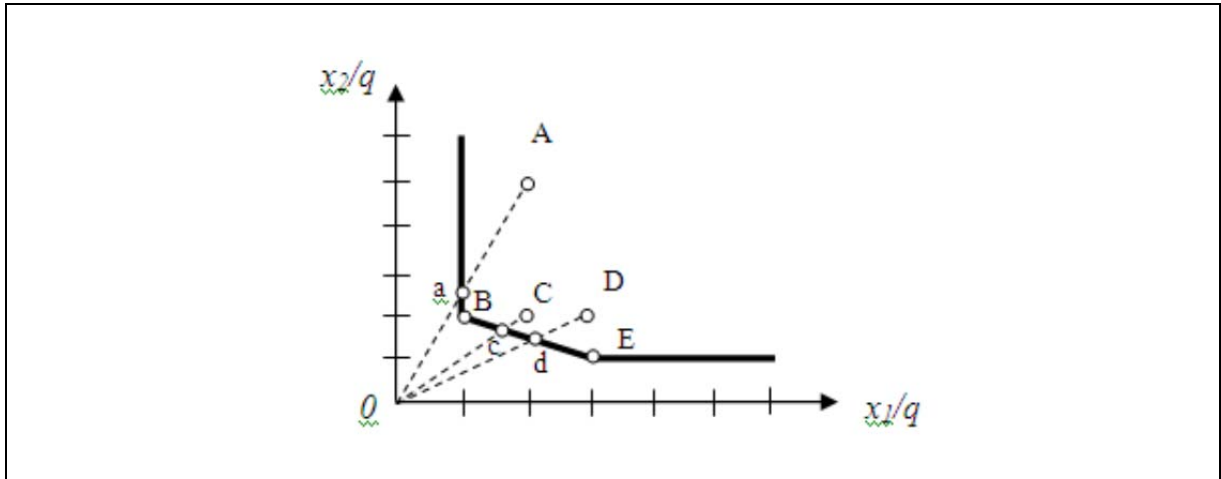
Outros conceitos relacionados a terminologias utilizadas na DEA podem ser melhor entendido na abordagem gráfica como descritos por ENCINAS (2010). Por meio da representação do Gráfico 2, as firmas que se encontram sobre a fronteira, pontos “B” e “E” recebem a pontuação máxima e são consideradas eficientes. Para calcular a eficiência das firmas que estão fora da fronteira, a DEA cria uma projeção de cada DMU ineficiente sobre a fronteira com base nas firmas que se situam sobre ela. Essa projeção é chamada de “alvo” (*target*) e as firmas sobre a fronteira escolhidas para comparação são chamadas de “pares” (*peers*).

A partir da fronteira de eficiência, a firma “B” é a que possui a menor utilização do insumo x_1 , enquanto a firma “E” é a que possui o menor uso do insumo x_2 . Como a eficiência é uma medida relativa na DEA, ela varia entre 0 e 1, sendo que as firmas mais eficientes são representadas pelo valor 1. Esse valor é chamado de score. Para se chegar à eficiência das demais firmas, criam-se pares imaginários sobre a fronteira de eficiência, como o ponto “d”. Esse ponto é formado pela combinação das firmas “B” e “E”, que são os “pares” da firma “D”.

Observamos, ainda nesse gráfico, outro conceito importante na DEA que é o de folga ou excesso (*slack*). Como a fronteira é formada por apenas duas firmas, a curva que

apresenta todas as combinações possíveis de insumos que geram o mesmo volume de produção (isoquanta) fica paralela aos eixos de cada um dos insumos antes do ponto “B” e depois do “D”. Quando a projeção de alguma firma ineficiente fica sobre um desses trechos paralelos, esse ponto não é o mais eficiente, pois poderia ainda haver redução de um dos insumos. Essa diferença recebe o nome de (*slack*).

Gráfico 2 – Fronteira de eficiência



Fonte: Coelli *et al.* (2005)

Outra forma de representar o modelo DEA pode ser realizada através de uma formalização matemáticas. No modelo BCC em que se analisa a eficiência técnica sob a ótica de retornos variáveis de escala, a solução, conforme proposta de Banker *et al.* (1984) pode ser representada algebricamente pelo seguinte Problema de Programação Linear – PPL:

$$\max_{\phi, \lambda} \phi$$

sujeito a :

$$\phi y_i - Y\lambda \leq 0$$

$$-x_i + X\lambda \leq 0$$

$$-N_1\lambda = 1$$

$$-\lambda \leq 0$$

onde:

y_i é um vetor ($m \times 1$) de quantidade de produto da i -ésima DMU;

x_i é um vetor ($k \times 1$) de quantidades de insumos da i -ésima DMU;

Y é uma matriz ($n \times m$) de produtos das n DMU's;

X é uma matriz ($n \times k$) de insumos das n DMU's;

λ é vetor de constantes ($n \times 1$);

N_1 representa um vetor ($N \times 1$) de números uns;

ϕ é um escalar que representa a medida de eficiência técnica da i -ésima DMU em relação às demais;

Os escores de eficiência técnica são calculados com a resolução n vezes, sendo uma vez para cada DMU, do problema proposto. Como resultado tem-se os valores de ϕ , que representa o escore de eficiência.

Analisando as opções da metodologia DEA, o modelo adotado para a análise deste trabalho seguiu os passos conceituados por Charnes *et al.* (1994), no qual nos mostra que a utilização da metodologia DEA exige a formulação do modelo, à escolha das variáveis, a definição da função de produção, a representação dos dados, a interpretação dos resultados e por fim o conhecimento das limitações. Segundo o autor, essas exigências são de suma importância para que os trabalhos que utilizam a DEA possam ser conduzidos de forma a apresentar resultados fidedignos.

Considerando-se que as DMU's em análise são escolas públicas nas quais se busca apontar a eficiência técnica com base na maximização dos resultados, tendo em vista que não interessa, a priori, a minimização de seus insumos, ou em outras palavras, a diminuição dos níveis de gastos/investimentos nessa função de governo, optou-se por aplicar modelo de análise BCC orientada a produtos. No modelo orientado a produtos aqui apresentado as escolas observadas alcançam sua máxima eficiência técnica pela maximização das variáveis de produtos (Notas do SPAECE, Taxa de Aprovação e Taxa de não-distorção idade-série).

Outros argumentos para que a escolha do modelo seja a orientado a produtos é que não seria viável que os baixos resultados de algumas escolas fossem compensados com a diminuição de seus insumos, e ainda que, há a obrigatoriedade de se manter um mínimo constitucional de gastos/investimentos na educação pública brasileira.

3 BASE DE DADOS

Os dados do presente trabalho foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP e a Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC no tocante aos indicadores educacionais e ao Sistema Integrado de Contabilidade do Estado Ceará – SIC (Base de 2012) com referência aos dados financeiros utilizados.

Aspecto importante quanto a aplicação do modelo DEA é a seleção das DMUs. Ao selecionar as unidades produtivas tomadoras de decisões, faz-se necessário que essas DMU's sejam homogêneas entre si para que as comparações possam ser realizadas e façam sentido. As DMU's podem ser consideradas homogêneas quando possuírem as duas características seguintes: a primeira se as unidades desempenharem as mesmas atividades e possuírem os mesmos objetivos e a segunda se os fatores (insumos e produtos) forem iguais, podendo, contudo variar de intensidade e magnitude. Para Charnes *et al.* (1994), outro cuidado a se ter quanto as DMU's é com relação ao número de unidades pesquisadas e o número de insumos e produtos utilizados, pois poderia haver situações em que a aplicação do modelo DEA não seria capaz de discriminar entre as DMU's, resultando que todas, ou quase a totalidade, teriam escores eficientes, visto que o número relativo entre um e outro é deveras pequeno. Visando evitar tal situação, Charnes *et al.* (1994) propôs que o número mínimo de DMU's seja pelo menos igual a três vezes a soma das variáveis de insumos e produtos.

No caso em estudo, a rede pública de ensino médio do Ceará, a cargo do governo estadual, possui 652 escolas de segundo grau divididas em todos os 184 municípios cearense. São escolas regulares (508), profissionalizantes (97), centros integrados de jovens e adultos - CEJA (32), indígenas (14) e em prisões (1) que segundo os dados de 2012 possibilitaram a matrícula de 34.592 estudantes.

A amostra selecionada (DMUs) para aplicação da DEA foram as escolas públicas estaduais cearenses que em 2012 ofertaram exclusivamente a etapa do ensino médio regular, excluindo dessa maneira as escolas que tiveram alunos em mais de uma etapa de ensino, bem como as escolas profissionalizantes, de educação indígenas, de educação em prisões e os Centros Educacionais de Jovens e Adultos – CEJA's. Essas exclusões se fizeram necessárias devido ao fato das características distintas apresentadas pelas escolas que ofertam mais de uma etapa de ensino e, mais ainda, das que disponibilizam outras modalidades de ensino.

Outrossim, as escolas Ananias do Amaral Vieira, Jader Correia, Romeu de Castro Menezes e Vilebaldo Aguiar foram descartadas da amostra, visto que não possuíam

informações referentes a variável número de computadores à disposição dos alunos na pesquisa do censo escolar 2012.

Foram excluídas ainda, as escolas que foram detectadas como influenciando em demasia a fronteira de eficiência (*outliers*). Dessa forma, para que a análise não se tornasse viesada, causando prejuízos na avaliação dos resultados, foram excluídas do estudo segundo teste de outliers² as escolas José Augusto Regis Alves, Florestan Fernandes, Joao dos Santos de Oliveira (Gráfico 4) e Tereza Odete (Gráfico 8).

Dessa maneira, das 652 escolas públicas estaduais cearenses que ofertaram em 2012 esta etapa do ensino, o universo pesquisado neste trabalho se restringiu a 176 escolas.

3.1 Escolha das variáveis

Segundo Stancheva e Angelova (2004), provavelmente, o passo mais difícil na avaliação da eficiência é decidir quais *inputs* e *outputs* devem ser escolhidos. A escolha das variáveis deve partir de uma lista ampla de todos os fatores quantitativos e qualitativos, controláveis ou não que evidenciem as relações de produção de um conjunto de unidades de produção, chamadas no DEA de DMUs (*Decision Making Units*). Essas características de interesse que é medida em cada elemento da amostra ou população podem ser *outputs* que medem os resultados e os objetivos atingidos ou os *inputs* que são fatores internos ou externos ao sistema que influem nos resultados obtidos.

A grande maioria dos trabalhos publicados traz a abordagem da seleção de variáveis segundo a opinião de especialistas ou até mesmo da disponibilidade de dados, contudo, existem métodos como o *Stepwise* que partem da premissa que a seleção de variáveis deve obedecer ao princípio da máxima relação causal entre *inputs* e *outputs*. Este é um método que se preocupa em aumentar a eficiência média com um número limitado de variáveis.

Segundo Lins e Meza (2002), na maioria dos casos concretos em que se dispõe de poucas variáveis e muitas DMUs, como em nosso estudo, não se justifica a preocupação em utilizar técnicas de seleção em variáveis.

Neste estudo, a seleção das seis variáveis a seguir relacionadas como fatores de insumos e produtos no modelo DEA se deu pela importância desses indicadores na literatura especializada.

² Teste de *outliers* para exclusão de valores singulares ou atípicos de autoria Rui Assis (www.rassis.com).

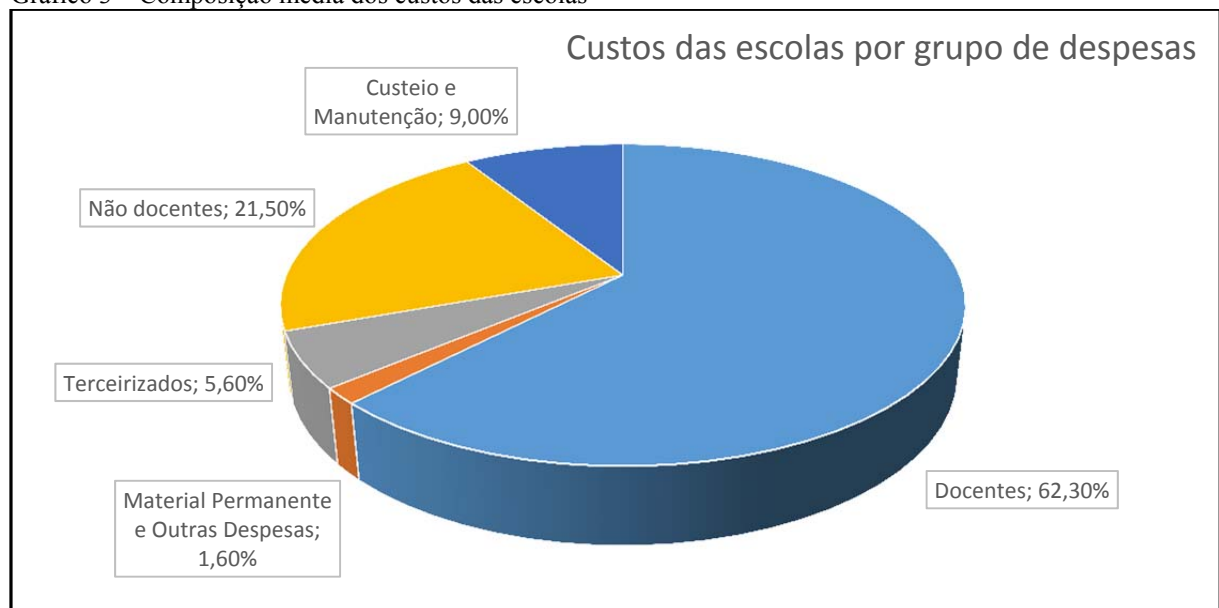
3.1.1 Variáveis de entrada (INPUTS)

a) Primeira variável de entrada (*input*): **gasto anual médio com custeio e manutenção por aluno das escolas – GACM:**

Refere-se ao gasto anual com custeio e manutenção na escola pelo total de alunos matriculados nessa escola.

Segundo estudo realizado em 29 escolas da rede estadual cearense (HOLANDA, 2006), o custo-aluno é composto de cinco grandes grupos de despesas: 1) despesas com pessoal docente; 2) despesas com pessoal não docente; 3) despesas com pessoal terceirizado; 4) despesas de custeio e manutenção; e 5) despesas com material permanente e outras despesas. A composição média destes custos por categoria nesse estudo é ilustrada no Gráfico 3:

Gráfico 3 – Composição média dos custos das escolas



Fonte: Nota Técnica nº 19 do IPECE

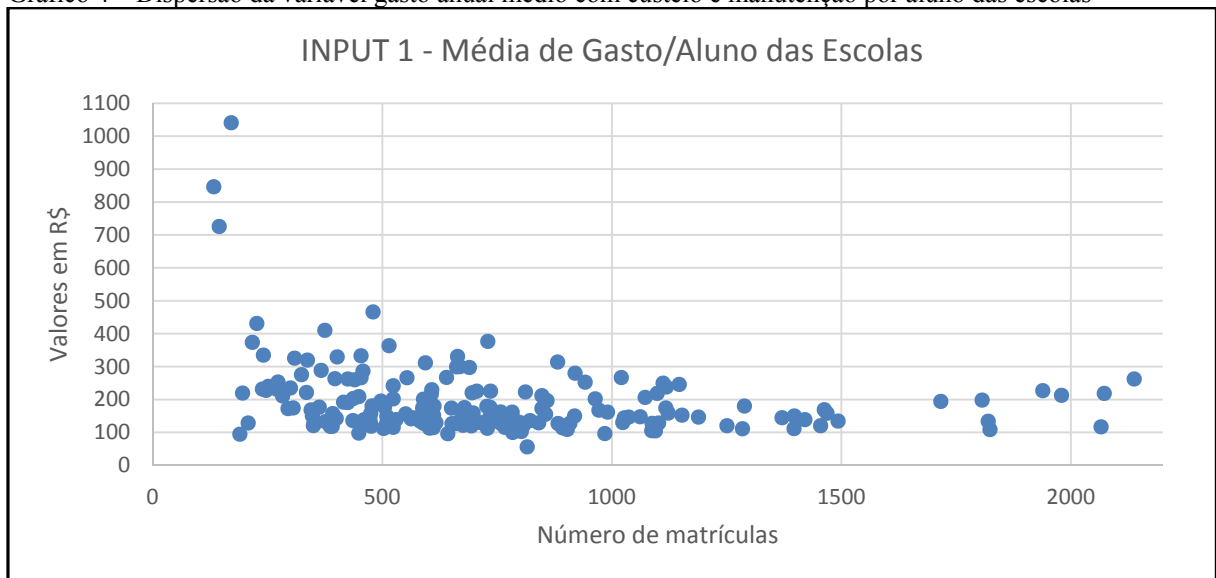
Mesmo apresentado menos de 10% do montante, o grupo de despesa referente as despesas de custeio e manutenção se destacam, haja visto a importância desse tipo de gasto (alimentação, transporte escolar, despesas com materiais para laboratório e expediente, reparos e etc.) para o pleno exercício das atividades escolares e consequente melhora no rendimento acadêmico.

Os valores gastos com custeio e manutenção presentes nessa variável compreendem as despesas realizadas em 2012 nas escolas públicas pelo governo estadual

cearense, por meio de sua Secretaria Estadual da Educação - SEDUC. Ressalte-se, que todas as despesas foram compiladas por meio de registros contábeis em que as escolas foram tratadas como credoras da SEDUC, e não como unidades orçamentárias ligadas a esta Secretaria, como reza a boa prática da contabilidade pública.

Com exceção dos itens de despesa: 4490510004 - Reformas e Benfeitorias e 4490510002 – Edificações, por se tratarem de itens de despesa classificados como de investimentos em obras e instalações, todos os outros foram inseridos no cômputo do cálculo da variável. Dentre os itens que tiveram maior representatividade destacam-se: Gêneros de Alimentação; Manutenção e Conservação de Bens Imóveis e Repasse para Manutenção de Escolas, responsáveis por aproximadamente 75% desse tipo de gastos.

Gráfico 4 – Dispersão da variável gasto anual médio com custeio e manutenção por aluno das escolas



Fonte: Base de dados do Sistema Integrado de Contabilidade do Estado Ceará – SIC de 2012 e a Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC.

b) Segunda variável de entrada (input): **média de horas-aula diária das escolas – MHA:**

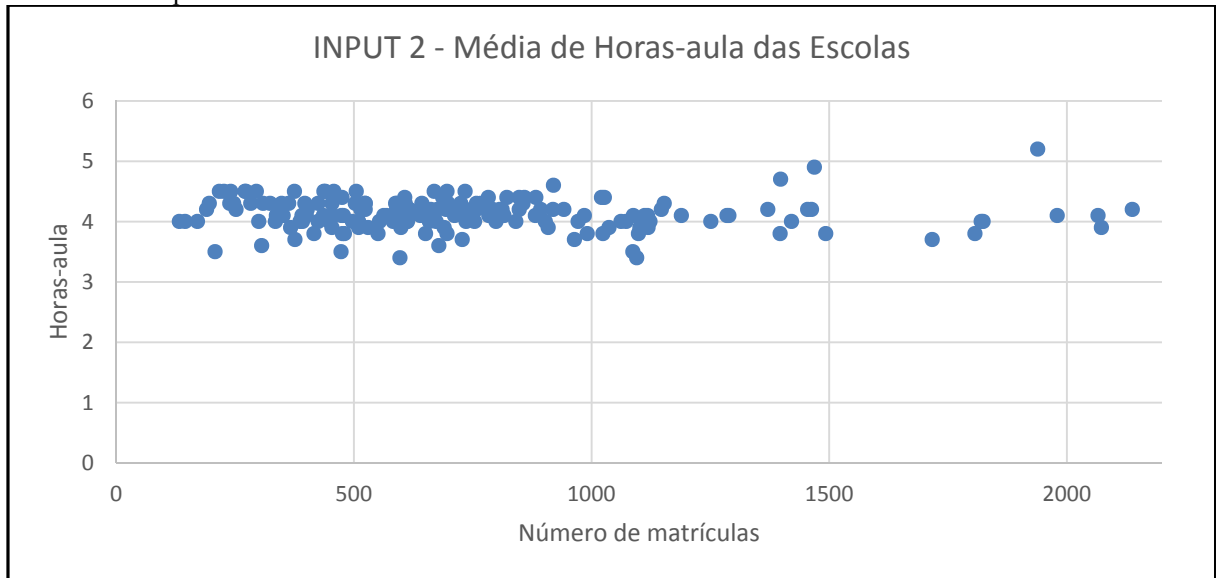
Refere-se a média da quantidade de horas-aula diária das turmas por escola.

A quantidade de horas-aula diária, muitas vezes apresentado como uma variável de menor importância na literatura que avalia os resultados de aprendizagem, é encarada por alguns investigadores como crucial no processo de ensino.

Segundo estudo do economista e professor Lavy (2010), da Universidade Hebraica de Jerusalém e da Universidade de Londres, onde analisou resultados de 49 dos 57 países avaliados pelo Pisa em 2006, uma carga horária maior em disciplinas como matemática, ciências e leitura melhoraria a aprendizagem dos alunos e seria um passo

determinante em direção a um ensino de maior qualidade, de tal forma que, em média, uma hora a mais de aula por semana representaria um acréscimo de cerca de 7 pontos na nota do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes - Pisa nos países em desenvolvimento.

Gráfico 5 – Dispersão da variável média de horas-aula das escolas



Fonte: Ministério da Educação - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP (Indicadores Educacionais de 2012).

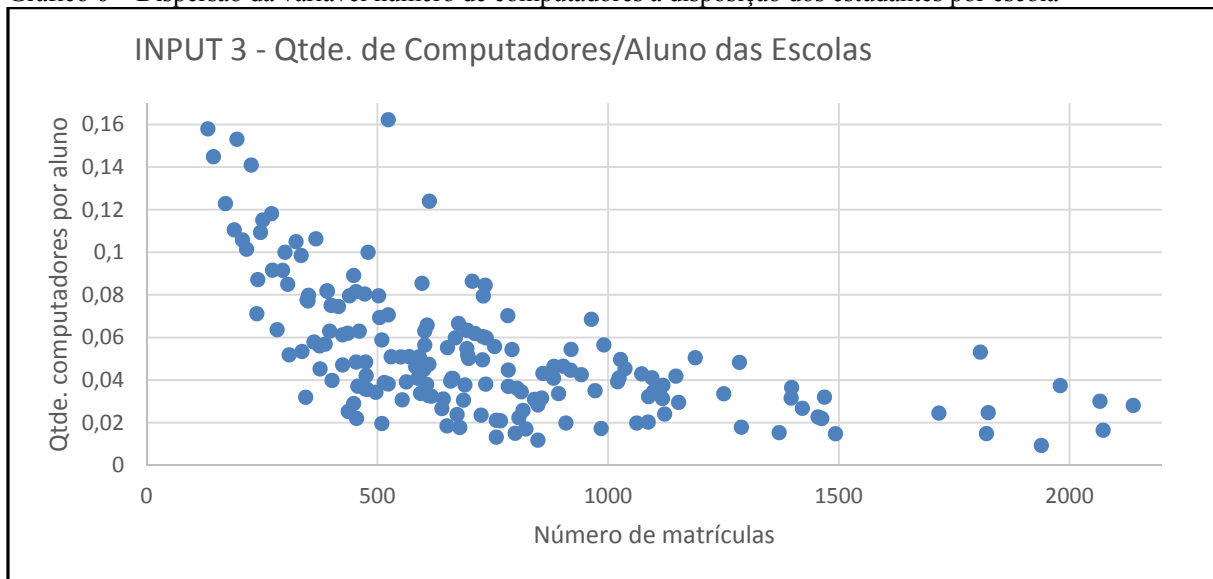
c) Terceira variável de entrada (*input*): **número de computadores à disposição dos estudantes por escola – QCA:**

Corresponde a divisão do total de computadores disponíveis para os estudantes na escola pela quantidade de alunos matriculados nessa escola.

Para estudiosos do assunto como Resnick (2007), do Instituto de Tecnologia de Massachusetts, o uso dos computadores poderia ter impacto positivo no ensino, inclusive na motivação dos alunos, pois, com seu intermédio, podem ser realizadas operações complexas por meio de simulações virtuais.

Neri (2003), no Mapa da exclusão digital publicada pela FGV, esboçou perfis nos diferentes segmentos da sociedade, incluindo elementos como acesso ao capital físico (computadores, etc.), capital humano (aulas de informática, educação básica etc.) e capital social (internet). O estudo concluiu que a correlação entre desempenho escolar e acesso a computador é positiva em todas as faixas etárias, sendo maior nas faixas que compreendem alunos de 13 a 18 anos. O estudo teve por objetivo apoiar políticas governamentais de investimento em computadores e acesso à internet com o objetivo de melhorar a qualidade do ensino no Brasil.

Gráfico 6 – Dispersão da variável número de computadores à disposição dos estudantes por escola



Fonte: Ministério da Educação - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP (Microdados do Censo Escolar 2012).

3.1.2 Variáveis de saída (OUTPUTS)

a) Primeira variável de Saída (*output*): **Proficiência média por escola no exame do Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará no ensino médio - NOTA SPAECE:**

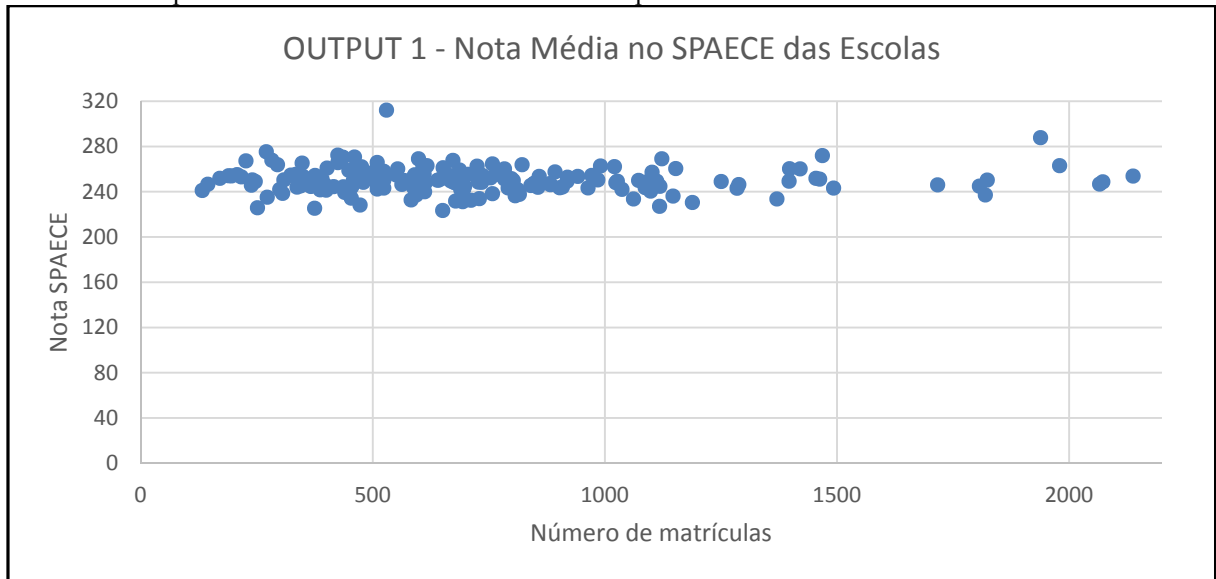
Tal qual o Sistema de Avaliação da Educação Básica - SAEB, que avalia nacionalmente o rendimento escolar por meio da Prova Brasil, o SPAECE, sistema de avaliação de desempenho acadêmico instituído pelo governo cearense, caracteriza-se como avaliação externa em larga escala que afere as competências e habilidades dos alunos do ensino fundamental e do ensino médio, em língua portuguesa e matemática. As informações coletadas a cada avaliação identificam o nível de proficiência e a evolução do desempenho dos alunos.

Realizada de forma censitária e universal a cada ano, essa avaliação abrange todas as escolas públicas estaduais e municipais, utilizando testes com itens elaborados pelos professores da Rede Pública, tendo como orientação os parâmetros curriculares nacionais (PCN) do Ministério da Educação (MEC) e os referenciais curriculares básicos (RCB) da SEDUC.

Atualmente se divide em três vertentes: avaliação da alfabetização – SPAECE-Alfa (2º ano); avaliação do ensino fundamental (5º e 9º anos) e avaliação do ensino médio (1ª, 2ª e 3ª séries). (CEARÁ, 2009, p. 15)

A Proficiência média no SPAECE utilizada como variável foi construída de forma a agregar os resultados de desempenho da 1ª, 2ª e 3ª série do ensino médio em língua portuguesa e matemática de cada escola. Para isso, primeiro calculamos indicadores relativos à média das três séries da escola para as duas disciplinas. Em seguida, calculamos uma nova média entre os indicadores de língua portuguesa e matemática para cada escola.

Gráfico 7 – Dispersão da variável nota média do SPAECE por escola



Fonte: Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC. (Coordenadoria de Avaliação e Acompanhamento da Educação).

b) Segunda variável de saída (*output*): **taxa de não-distorção idade-série por escola – ÑTDI:**

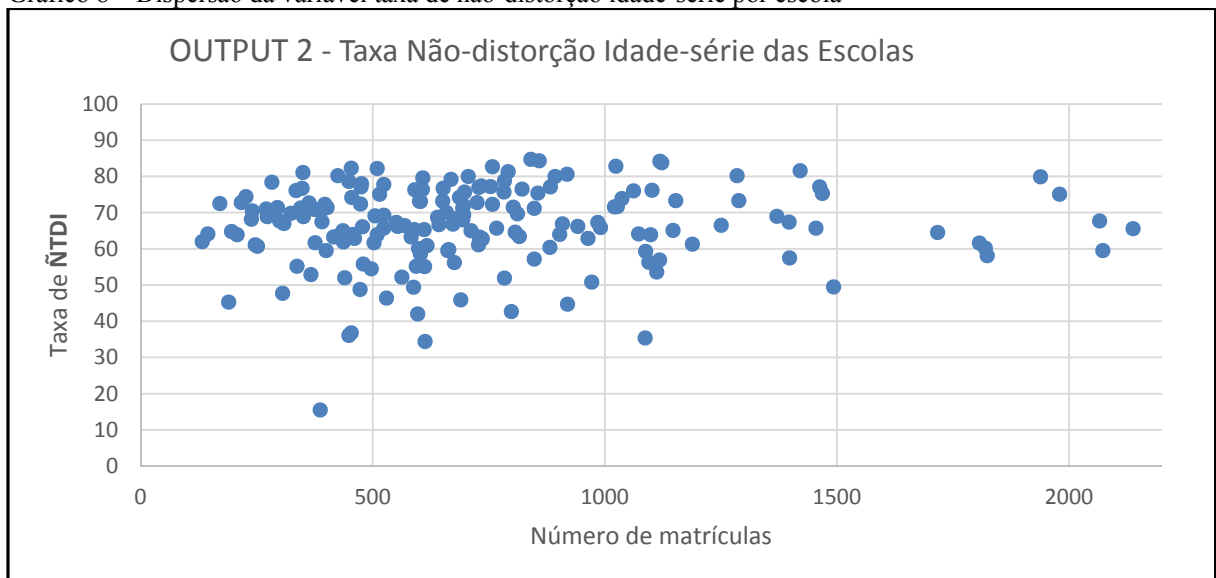
Num sistema educacional seriado como o brasileiro, há, teoricamente, uma idade adequada para cada série escolar. A partir da lógica que para o ensino médio, espera-se que o aluno ingresse aos 15 anos de idade e conclua aos 17, é possível deduzir, então, a idade apropriada para cada série. A taxa de distorção idade-série é o cálculo de quantos alunos estão acima da idade ideal em uma determinada série. O Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2012) divulga a seguinte fórmula para fins de cálculo com base no censo escolar:

[...] considerando o censo escolar do ano t e a série k do ensino fundamental, cuja a idade adequada é de i anos, então o indicador será expresso pelo quociente entre o número de alunos que, no ano t , completam $i + 2$ anos ou mais (nascimento antes de $t - [i + 1]$), e a matrícula total na série k . A justificativa deste critério é que os alunos que nasceram em $t - [i + 1]$, completam $i + 1$ anos no ano t e, portanto, em algum momento deste ano (de 1º de janeiro a 31 de dezembro) ainda permaneciam com i anos e, por isso, o critério aqui adotado, considera estes alunos como tendo idade

adequada para esta série. Os que nasceram depois de $t - [i + 1]$ completam, no ano t , i anos ou menos.

Ao analisar a variável distorção idade-série, os maiores valores estão associados a um pior desempenho escolar. Devido a isso, foi necessário utilizarmos o cálculo do complementar dessa variável, de forma que os maiores valores estivessem associados a melhores resultados, o que é mais adequado quando se trabalha com fronteiras de eficiência.

Gráfico 8 – Dispersão da variável taxa de não-distorção idade-série por escola



Fonte: Ministério da Educação - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP (Indicadores Educacionais de 2012).

A variável referente a não-distorção idade-série é o complementar à taxa de distorção idade-série, e nos permite verificar a adequação teórica entre a série e a idade do aluno. (Taxa de não-distorção idade-série = $100 - \text{taxa de distorção idade-série}$).

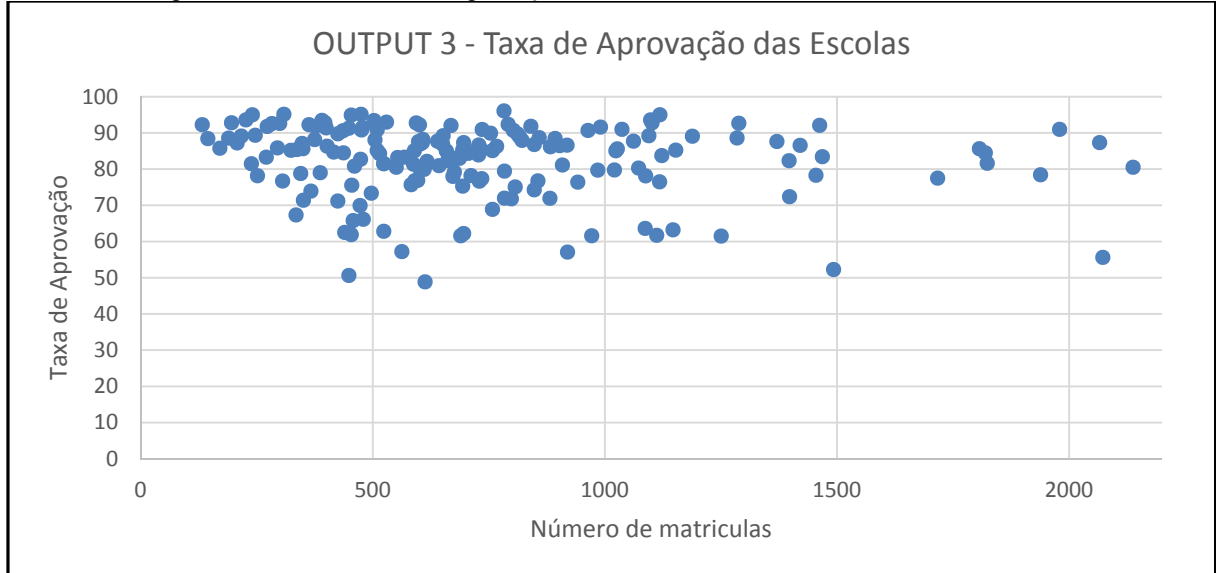
c) Terceira variável de saída (*output*): **taxa de aprovação por escola – TAP:**

Refere-se à taxa de participação dos alunos aprovados em determinada escola pelo total de alunos matriculados nessa escola.

Como indicador de rendimento escolar, a taxa de aprovação sempre foi utilizada historicamente como um dos mensuradores da qualidade da educação. A taxa de aprovação é de tal significância no sistema educacional, que o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – IDEB, quando criado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP em 2007, sintetizou dois conceitos igualmente importantes para a

qualidade da educação: aprovação escolar e médias de desempenho dos estudantes em língua portuguesa e matemática nas avaliações padronizadas (INEP, SAEB e Prova Brasil).

Gráfico 9 – Dispersão da variável taxa de aprovação



Fonte: Ministério da Educação - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP (Indicadores Educacionais de 2012).

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo trata dos resultados obtidos pela estimação do modelo DEA, por meio do *Data Envelopment Analysis Program* (DEAP³), em sua versão 2.1, os quais foram obtidos levando-se em consideração a orientação aos produtos e a retornos variáveis de escala. O resultado a ser apresentado será de um *rank* de eficiência técnica relativa das 176 escolas públicas do ensino médio regular cearense no período letivo de 2012, onde as mais eficientes servem como padrão comparativo de eficiência para as demais (*benchmarks*).

Ainda quanto à utilização do DEAP, foi realizada a opção do DEA de multi-estágios, onde se utiliza uma sequência de problemas de programação linear radiais. Coelli (2005) recomenda a sua utilização prioritariamente em relação aos de um estágio e de dois estágios, afirmando que o método multi-estágios identifica os pontos de projeção eficientes que possuem uma combinação de insumos e produtos semelhante ao dos pontos ineficientes.

A Tabela 1 se reporta aos resultados do modelo, os quais apresentam os escores de eficiência por ordem decrescentes de valores, apresentando ainda todos os valores das variáveis de insumos e produtos utilizados na mensuração da eficiência das escolas. Os resultados da técnica DEA valeu-se do modelo com orientação aos produtos e com retornos variáveis de escala - BCC, usando como produtos a nota média do SPAECE (NOTA SPAECE), a taxa de aprovação (TAP) e a taxa de não-distorção idade-série (ÑTDI) e como insumos o gasto anual médio por aluno com custeio e manutenção das escolas (GACM), a média de horas-aula diária (MHA) e o número de computadores à disposição dos estudantes por escola (QCA).

Tabela 1 – *RANK* das escolas públicas do ensino médio regular cearense de 2012

ESCOLA	PRODUTOS			INSUMOS			Eficiência técnica
	NOTA SPAECE	TAP (%)	ÑTDI (%)	GACM (R\$)	MHA	QCA	
LICEU ALMIR DE FREITAS							
BRANDAO	312,19	92,96	46,40	138,94	3,90	0,05	1.000
ADAUTO BEZERRA FORTALEZA	287,83	78,41	79,90	226,68	5,20	0,01	1.000
JOSE MARIA MONTEIRO	272,31	89,71	80,20	262,39	4,30	0,05	1.000
JOSE TEIXEIRA ALBUQUERQUE	269,06	83,72	83,80	158,58	4,00	0,02	1.000
ALFREDO MACHADO	267,68	77,95	66,80	142,70	4,00	0,02	1.000
ANTONIO CUSTODIO	265,82	90,85	82,20	148,85	3,90	0,06	1.000
MARIETA CALS	264,55	85,06	72,30	128,21	4,30	0,02	1.000
JOSE CLAUDIO DE ARAUJO	263,95	87,91	76,50	135,87	4,40	0,02	1.000
JOAQUIM JOSUE DA COSTA	262,02	90,78	78,00	118,66	3,80	0,04	1.000

Continua

³ O software de Tim Coelli foi obtido do Centre for Efficiency and Productivity Analysis (CEPA).

Continuação

Tabela 1 – RANK das escolas públicas do ensino médio regular cearense de 2012

ESCOLA	PRODUTOS			INSUMOS			Eficiência técnica
	NOTA SPAECE	TAP (%)	ÑTDI (%)	GACM (R\$)	MHA	QCA	
THEOLINA DE MURYLLO ZACAS	259,27	94,88	82,30	332,85	4,30	0,05	1.000
PRUDENCIO DE PINHO	259,08	95,10	77,10	158,36	4,40	0,05	1.000
SANTA TEREZA	258,89	91,26	78,60	97,93	4,00	0,03	1.000
JERONIMO ALVES DE ARAUJO	258,58	96,06	75,70	161,85	4,40	0,07	1.000
TANCREDO NUNES DE MENEZES	257,20	92,78	76,20	128,81	3,90	0,03	1.000
WALDIR LEOPERCIO	255,36	86,28	65,70	115,30	4,30	0,02	1.000
REGINALDO MAGALHAES DE ALMEIDA	255,15	87,19	63,90	128,73	3,50	0,11	1.000
ROSA MARTINS CAMELO MELO	254,35	91,76	61,70	132,76	3,70	0,05	1.000
ANTONIO NEGREIROS BASTOS	254,10	88,52	45,30	94,47	4,20	0,11	1.000
ADAUTO BEZERRA MONS. TABOSA	251,26	93,44	67,50	118,32	4,10	0,08	1.000
ANA NORONHA	251,14	92,04	77,10	169,05	4,20	0,02	1.000
MILTON FACANHA ABREU	250,47	93,36	61,70	111,85	4,30	0,08	1.000
OLIMPIO SAMPAIO DA SILVA	250,45	80,94	66,70	95,81	4,30	0,03	1.000
JAIME LAURINDO DA SILVA	250,43	79,67	67,30	96,29	4,10	0,02	1.000
IRMA LINS	249,55	89,18	56,30	104,80	3,40	0,04	1.000
FLAVIO RODRIGUES	248,07	85,04	82,80	129,99	3,80	0,04	1.000
MANUEL MATOSO FILHO	247,43	74,24	57,20	172,63	4,20	0,01	1.000
MURILO SERPA	246,35	92,65	73,30	180,07	4,10	0,02	1.000
RAIMUNDO NONATO RIBEIRO	245,48	91,78	84,70	129,23	4,00	0,03	1.000
MARIA CELESTE DE AZEVEDO PORTO	244,78	94,99	84,20	237,96	3,90	0,04	1.000
MARIA LUIZA SABOIA RIBEIRO	244,18	81,10	66,90	127,62	3,90	0,02	1.000
ANTONIO GERALDO DE LIMA	243,62	63,59	35,40	105,07	3,50	0,02	1.000
SAO SEBASTIAO	243,31	92,33	81,30	117,52	4,20	0,05	1.000
PEDRO JAIME	242,37	85,10	63,90	129,08	4,00	0,02	1.000
RODOLFO FERREIRA DA CUNHA	238,35	68,85	82,70	162,11	4,20	0,01	1.000
ETELVINA GOMES BEZERRA	233,55	87,68	76,00	147,44	4,00	0,02	1.000
LUIZ DE GONZAGA MOTA	231,83	83,01	68,30	175,22	3,60	0,02	1.000
LUIZ GONZAGA DE ALCANTARA	267,82	92,55	78,40	210,88	4,30	0,06	0.999
LUZIA ARAUJO BARROS	253,55	88,67	84,30	196,82	4,40	0,04	0.999
RAIMUNDO DA CUNHA BRITO	262,55	84,68	72,80	127,21	4,30	0,02	0.998
EUNICE MARIA DE SOUSA	250,52	95,11	67,00	325,69	4,30	0,05	0.998
BRANCA CARNEIRO DE MEDONCA	246,08	77,45	64,50	194,14	3,70	0,02	0.998
ANA FACO	240,60	93,54	63,90	218,59	3,80	0,04	0.997
GABRIEL EPIFANIO DOS REIS	260,21	71,93	51,90	100,11	4,10	0,04	0.994
FRANCISCO VIEIRA CAVALCANTE	257,49	88,45	80,00	114,00	4,20	0,03	0.994
PLACIDO ADERALDO CASTELO	253,56	85,59	81,10	120,99	4,10	0,08	0.991
ANTONIA VIEIRA LIMA	267,24	93,58	74,40	431,10	4,50	0,14	0.990
SAO FRANCISCO DA CRUZ	260,16	86,52	81,60	138,69	4,00	0,03	0.989
GUSTAVO BARROSO	250,47	94,98	70,50	335,01	4,50	0,09	0.989
COELHO MASCARENHAS	243,16	88,57	80,20	110,86	4,10	0,05	0.989
MATILDE RODRIGUES VASCONCELOS	249,85	90,68	71,50	102,77	4,10	0,04	0.988
RONALDO CAMINHA BARBOSA	237,16	92,74	55,20	311,37	4,10	0,03	0.988
FRANCISCA M DE SOUZA	262,69	91,56	65,90	161,78	3,80	0,06	0.987

Continua

Continuação

Tabela 1 – RANK das escolas públicas do ensino médio regular cearense de 2012

ESCOLA	PRODUTOS			INSUMOS			Eficiência técnica
	NOTA SPAECE	TAP (%)	ÑTDI (%)	GACM (R\$)	MHA	QCA	
ANDRADE FURTADO II	245,62	92,65	70,90	157,22	4,00	0,08	0.987
JOAQUIM MAGALHAES	262,98	90,97	75,10	212,72	4,10	0,04	0.985
ARIMATEIA DINIZ	237,16	84,47	60,20	134,14	4,00	0,02	0.985
MANOEL SENHOR DE MELO FILHO	245,69	76,84	42,00	138,11	3,40	0,09	0.984
AGEU ROMERO	233,63	87,58	69,00	144,61	4,20	0,02	0.983
FERNANDO MOTA	261,21	89,18	76,70	126,52	4,10	0,06	0.981
LICEU DO CONJUNTO CEARA	271,98	83,40	75,30	158,35	4,90	0,03	0.979
GABRIEL BEZERRA DE MORAIS	263,57	88,15	79,60	229,55	4,30	0,07	0.979
ARACY MAGALHAES MARTINS	243,34	90,64	62,90	202,09	3,70	0,07	0.979
RICARDO SOUZA NEVES	242,04	90,96	73,90	146,51	3,90	0,05	0.977
JOAO BARBOSA LIMA	265,26	87,06	76,70	149,81	4,30	0,08	0.976
JOAQUIM VALDEVINO DE BRITO	259,15	91,43	66,10	180,39	4,10	0,04	0.974
ANTONIO PEREIRA	241,91	92,59	67,70	235,30	4,00	0,10	0.973
HUET ARRUDA	270,58	90,53	65,00	135,97	4,10	0,06	0.972
APOLIANO EPG	241,46	91,37	59,50	142,74	4,10	0,08	0.971
MARIA NEUSA ARAUJ	253,95	92,78	64,80	219,71	4,30	0,15	0.970
LUIZ BRAGA ROCHA	250,84	92,20	73,20	193,60	4,20	0,05	0.970
HILDEBERTO BARROSO	246,26	92,80	72,30	263,41	4,30	0,06	0.970
ANTONIA LINDALVA DE MORAIS	249,47	92,02	79,20	299,99	4,50	0,06	0.969
ALMIR PINTO	249,34	82,30	67,40	111,64	3,80	0,03	0.969
JOSE RIBEIRO GUIMARAES	253,31	86,61	77,00	112,61	4,10	0,06	0.968
JOSE JOACY PEREIRA	252,22	89,88	77,20	159,10	4,00	0,06	0.968
ELZA GOERSCH	251,86	78,27	65,70	120,22	4,20	0,02	0.966
RAUL BARBOSA	250,96	92,24	72,70	176,81	4,30	0,06	0.966
FRANCISCO HOLANDA							
MONTENEGRO	275,29	83,26	71,00	230,47	4,50	0,12	0.965
MARIA JOSE COUTINHO	249,39	86,58	80,60	150,16	4,20	0,05	0.965
DANISIO DALTON ROCHA CORREA	260,50	85,23	73,30	152,25	4,30	0,03	0.961
LICEU ITAREMA VALDO							
VASCONCELOS	255,46	84,33	80,00	225,32	4,20	0,09	0.961
NAZARE GUERRA	254,48	90,90	62,70	225,33	4,00	0,06	0.960
EPITACIO PESSOA	241,98	89,72	69,70	223,14	4,20	0,03	0.960
MARIA VIEIRA DE PINHO	254,95	76,78	76,30	127,32	4,30	0,05	0.959
TECLA FERREIRA	251,63	71,78	42,70	130,64	4,00	0,02	0.958
LICEU CRATO RAIMUNDO DE							
FARIAS	259,19	82,97	74,20	136,11	4,40	0,03	0.957
VICENTE ANTENOR GOMES	235,16	91,73	68,90	253,08	4,50	0,09	0.955
LICEU ACARAU MARIA ALICE							
RAMOS	254,43	85,29	77,40	144,53	4,50	0,08	0.953
MARIA DOLORES PETROLA	263,84	85,82	71,40	172,38	4,50	0,09	0.952
JOAO ALVES MOREIRA	260,97	86,29	71,40	329,41	4,20	0,04	0.951
TOME GOMES DOS SANTOS	256,15	86,92	73,10	138,69	4,30	0,06	0.950
LUIZA TAVORA	251,33	79,42	78,80	144,52	4,20	0,05	0.950
MARIA AMELIA PERDIGAO							
SAMPAIO	258,04	81,49	77,80	242,07	4,20	0,16	0.949
CORIOLOANO PGR	246,79	87,28	67,70	116,79	4,10	0,03	0.949

Continua

Continuação

Tabela 1 – RANK das escolas públicas do ensino médio regular cearense de 2012

ESCOLA	PRODUTOS			INSUMOS			Eficiência técnica
	NOTA SPAECE	TAP (%)	ÑTDI (%)	GACM (R\$)	MHA	QCA	
ANTONIO CUSTODIO DE MESQUITA	250,12	87,68	68,70	267,22	4,10	0,03	0.948
ADAHIL BARRETO	247,68	87,30	76,40	216,81	4,40	0,04	0.948
EEM DE MINEIROLANDIA	244,31	75,54	74,20	132,82	4,10	0,02	0.948
ALMIR PINTO	246,19	86,12	77,10	127,22	4,40	0,05	0.947
FRANCISCO ALMEIDA MONTE	270,67	80,79	62,90	138,92	4,40	0,06	0.946
VICENTE DE PAULO DA COSTA	258,34	88,06	69,10	177,85	4,50	0,07	0.946
ARISTARCO CARDOSO	255,58	79,89	65,30	114,70	4,20	0,03	0.946
ALMIRO DA CRUZ	253,16	89,11	72,80	373,77	4,50	0,10	0.945
ANDRE CARTAXO	230,44	89,05	61,30	146,76	4,10	0,05	0.945
IRAUCUBA EPG	247,40	86,74	71,20	211,86	4,40	0,03	0.944
LINHARES EPG MONS	269,12	87,56	60,10	192,93	3,90	0,05	0.943
MURILO BRAGA	263,05	82,11	60,90	129,52	4,20	0,03	0.943
FRANCISCO JAGUARIBE	256,01	85,00	70,10	126,70	4,00	0,04	0.942
RAIMUNDO NOGUEIRA	248,71	55,60	59,50	218,49	3,90	0,02	0.942
EUCLIDES PINHEIRO DE ANDRADE	254,77	80,48	67,30	156,18	3,80	0,05	0.941
FRANCISCO SOARES DE OLIVEIRA	254,02	82,69	72,40	129,85	4,10	0,04	0.941
FLAVIO PONTES	243,28	52,23	49,50	134,63	3,80	0,02	0.941
CATAO P SAMPAIO	250,34	81,57	58,10	108,42	4,00	0,03	0.939
HERMINIO BARROSO	243,52	86,45	64,00	109,02	4,00	0,05	0.939
JOSEFA ALVES BEZERRA	255,37	67,29	76,10	221,37	4,00	0,10	0.938
ABRAO BAQUIT	223,43	86,86	73,20	173,82	3,80	0,04	0.938
AIUABA EPG	260,14	83,15	66,20	266,37	4,00	0,03	0.936
MANOEL MORAIS	248,98	89,30	61,10	227,84	4,30	0,11	0.935
LAURO REBOUCAS DE OLIVEIRA	262,20	79,74	71,60	266,77	4,40	0,04	0.934
FENELON RODRIGUES PINHEIRO	244,78	85,88	75,70	159,15	4,30	0,05	0.934
EEM EMANUEL CHORO	242,22	87,30	72,00	135,78	4,50	0,05	0.932
MARIA EDILCE DIAS FERNANDES	252,19	85,26	68,00	119,98	4,20	0,06	0.931
ADAUTO BEZERRA BARBALHA	249,30	85,56	71,70	144,15	4,40	0,05	0.931
JOSE FRANCISCO DE MOURA	252,46	71,39	68,90	124,12	4,10	0,08	0.928
FLORA DE QUEIROZ TELES	254,75	85,14	69,80	275,43	4,30	0,11	0.927
JOAO RIBEIRO RAMOS	248,43	83,87	61,10	178,96	3,70	0,05	0.927
VIRGILIO CORREIA LIMA	265,73	71,15	63,50	190,62	4,00	0,06	0.926
PEDRO JORGE MOTA	245,46	84,22	75,10	363,36	4,20	0,04	0.926
LUIZ GONZAGA DA F MOTA	245,29	62,19	69,40	220,55	3,80	0,06	0.922
ANA BEZERRA DE SA	248,99	61,46	66,50	120,13	4,00	0,03	0.921
FRANCISCO ARAUJO BARROS	225,36	88,12	70,90	410,00	4,50	0,06	0.921
TERCEIRO EPSG DOM	245,00	85,61	61,60	198,23	3,80	0,05	0.919
GERARDO MAJELLA MELLO MOURAO	253,92	85,03	65,30	201,25	4,20	0,05	0.917
FRANCISCO PORCIANO FERREIRA	244,47	84,65	63,30	192,03	3,80	0,08	0.916
EDITE ALCANTARA MOTA	244,42	84,46	61,90	203,19	4,50	0,03	0.912
ADAUTO BEZERRA JUAZEIRO NORTE	253,86	80,48	65,60	262,46	4,20	0,03	0.911
SABINO NUNES DA SILVA	243,18	81,45	69,30	115,46	4,30	0,07	0.911
AYRES DE SOUSA	249,93	83,27	66,40	144,28	4,10	0,05	0.909
JOSE CORREIA LIMA	236,45	75,03	64,60	120,56	4,20	0,02	0.908

Continua

Tabela 1 – RANK das escolas públicas do ensino médio regular cearense de 2012

ESCOLA	PRODUTOS			INSUMOS			Eficiência técnica
	NOTA SPAECE	TAP (%)	ÑTDI (%)	GACM (R\$)	MHA	QCA	
CESAR CALS DE OLIVEIRA FILHO	243,95	76,71	75,40	155,50	4,30	0,03	0.907
JOSE MARTINS RODRIGUES	245,25	78,76	71,30	168,53	4,10	0,03	0.904
CORNELIO DIOGENES	244,04	85,40	55,20	319,49	4,10	0,05	0.903
HELENITA LOPES GURGEL VALENTE	251,53	82,67	59,80	331,05	4,10	0,04	0.897
JOSE EUCLIDES F GOMES	253,54	76,39	66,20	252,72	4,20	0,04	0.896
FILGUEIRAS LIMA	251,62	82,35	59,50	299,27	4,20	0,04	0.895
JULIA ALENQUER FONTENELE	250,03	80,26	64,10	206,17	4,00	0,04	0.894
FERNANDES TAVORA	245,77	81,43	68,20	231,53	4,30	0,07	0.894
LICEU DE MESSEJANA	260,30	72,32	57,50	150,19	4,70	0,04	0.892
EUDES VERAS	246,86	78,09	59,30	127,68	4,10	0,03	0.892
FRANCISCO MOREIRA	247,06	79,77	58,60	112,85	4,00	0,06	0.888
ANTONIO ALBUQUERQUE SOUSA	252,15	73,32	54,50	195,24	4,00	0,03	0.887
HUMBERTO DE ALENCAR C BRANCO	250,08	62,79	65,70	202,23	4,30	0,04	0.882
JOSE AUGUSTO DA SILVA	248,38	66,10	55,80	466,28	3,80	0,10	0.882
JOSE CARNEIRO DA CUNHA	248,40	77,35	62,90	176,09	4,20	0,04	0.877
RAUL TAVARES CAVALCANTE	238,60	76,68	47,70	174,25	3,60	0,09	0.874
ALICE MOREIRA DE OLIVEIRA	228,21	69,89	48,80	142,30	3,50	0,08	0.874
LUIZA TIMBO	248,01	79,16	56,20	121,97	4,20	0,07	0.873
ALFREDO GOMES	243,84	81,31	49,40	174,68	4,30	0,04	0.871
CARNEIRO DE MENDONCA	249,67	65,74	64,00	286,12	4,50	0,04	0.870
WLADIMIR RORIZ	247,16	71,91	60,40	314,07	4,10	0,04	0.863
MARIA AFONSINA DINIZ DE MACEDO	231,28	75,27	71,20	152,48	4,30	0,06	0.863
VIRGILIO TAVORA BARBALHA	239,93	80,67	55,10	151,88	4,00	0,05	0.860
BARAO DE ARACATI	232,48	78,18	65,00	130,77	4,10	0,06	0.859
JOSE MILTON DE VASCONCELOS	254,36	61,55	50,80	167,69	4,00	0,04	0.854
FRANCISCA LINHARES DE SOUSA	232,78	75,67	63,30	133,79	4,00	0,05	0.850
MARIANO MARTINS	249,28	61,70	53,60	249,68	4,10	0,04	0.846
VIRGILIO TAVORA QUIXADA	236,15	63,19	65,10	245,84	4,20	0,04	0.845
VIVINA MONTEIRO	233,88	76,65	63,30	376,52	4,10	0,08	0.844
DRAGAO DO MAR	246,52	57,17	52,20	141,19	4,10	0,04	0.843
TOMAZ POMPEU BRASIL	244,69	73,88	52,90	288,35	3,90	0,11	0.841
JOSE ALEXANDRE	227,04	76,47	56,90	174,50	4,10	0,03	0.834
CRISPIANA DE ALBUQUERQUE	225,80	78,15	60,70	240,07	4,20	0,12	0.830
OTAVIO TERCEIRO DE FARIAS	252,80	57,05	44,70	279,82	4,60	0,05	0.825
ANTONIO MARTINS FILHO	241,90	61,56	45,90	297,20	3,90	0,04	0.817
FILGUEIRAS LIMA	239,36	62,50	52,00	260,09	4,50	0,08	0.804
CLODOALDO PINTO	247,54	48,83	34,40	180,32	4,00	0,12	0.793
JOSE CAMPOS DE OLIVEIRA	239,37	50,59	36,10	208,89	4,00	0,09	0.768
ADAUTO BEZERRA IGUATU	234,30	61,86	36,80	266,18	3,90	0,08	0.757
Média	250,64	82,22	66,80	185,33	4,13	0,05	
Desvio-Padrão	11,34	9,88	10,50	72,61	0,26	0,03	

Fonte: Elaboração própria

Conforme Machado Júnior, Irffi e Benegas (2011), a análise dos resultados da aplicação da DEA há de ser apresentada de forma indicativa e, como toda técnica quantitativa, os resultados são frutos das decisões metodológicas, desta forma os resultados também dependem das variáveis escolhidas, sejam como insumos, sejam como produtos e das opções de modelo e da orientação com a qual se trabalhou.

A partir da geração dos escores de eficiência, observa-se que em 2012, 20,45% das DMU's, ou seja, 36 das 176 escolas incluídas nesta pesquisa mostraram-se eficientes no modelo proposto.

Se a escola é eficiente, ou seja, está localizado na fronteira, seu escore de eficiência será igual a 1 ou 100%. Um escore baixo, de 0,757, como, por exemplo, da última escola do *rank*, indica que com os mesmos insumos uma escola eficiente seria capaz de alcançar 24,3% a mais de produtos.

A Tabela 2 a seguir, nos permite uma análise mais aprofundada da escola classificada como menos eficiente. Desse modo, é possível identificar e mesurar o quanto esta escola é ineficiente em relação as demais, considerando a orientação aos produtos (Nota SPAECE, TAP e ÑTDI). Como exemplo, temos a variável Taxa de Aprovação – TAP, que possui como valor projetado, ou seja, como alvo visado a sua eficiência técnica relativa 92.822, para tanto é necessário que haja um incremento desta variável em 19.817 (movimento radial⁴) acrescentado de 11.145 referente ao cálculo da folga para esta variável. Ainda, em relação ao resumo apresentado na Tabela 2, é importante apontar as escolas sobre a fronteira da eficiência escolhidas para comparação (8 e 142), chamadas de pares (*peers*), bem como o peso de cada uma delas no cálculo do escore de eficiência.

Tabela 2 – Resultados da escola classificada na última posição do *RANK*

Eficiência Técnica = 0.757				
Variável	Valor Original	Movimento Radial	Folga (Slack)	Valor Projetado
Output 1 - Nota SPAECE	234.290	75.055	0.000	309.345
Output 2 – TAP	61.860	19.817	11.145	92.822
Output 3 – ÑTDI	36.800	11.789	0.000	48.589
Input 1 - GACM	266.170	0.000	-126.624	139.546
Input 2 – MHA	3.900	0.000	0.000	3.900
Input 3 – QCA	0.080	0.000	-0.029	0.051
Lista de Pares				
Pares	Peso Lambda			
8	0.061			
142	0.939			

Fonte: Resultado da aplicação da técnica DEA com o software DEAP 2.1

⁴ O movimento radial mostra o quanto a quantidade de insumo e/ou produto precisa ser deslocada, a partir da observação inicial, até a fronteira eficiente.

Alguns aspectos mostram-se significantes e merecem serem ressaltados com a análise dos resultados dos escores apresentados. Comparando a metodologia atual adotada para avaliação dessas escolas, como presente no “Prêmio Escola Nota Dez”, em que se valoriza essencialmente a avaliação obtida por meio da nota do SPAECE, com os escores de eficiência calculados nesse trabalho, verifica-se que das 10 escolas que apresentaram melhores resultados no exame de proficiência, apenas 4 obtiveram escores de eficiência máximo.

Da mesma forma, outro ponto a ser ressaltado é o que diz respeito a escola que apresentou pior nota no sistema de avaliação SPAECE, com 223,43 pontos. Tendo como base o cálculo de eficiência proposto, esta escola saltaria sessenta e quatro posições, passando para a centésima décima quarta posição no *rank* de eficiência. A explicação se dá fundamentalmente pelos menores níveis das variáveis de insumos empregados por esta escola, notadamente da média de horas-aula diária.

Entre as 10 escolas com maiores taxas de aprovação de seus alunos, com percentuais acima de 93%, 4 não obtiveram o escore máximo no resultado apresentado da técnica. A influência nos resultados dessas 4 escolas se deu essencialmente pela elevada utilização da variável de insumo referente ao gasto anual médio por aluno com custeio e manutenção destas escolas.

Com relação a variável de resultado que é a taxa de não-distorção idade-série, que permite avaliar a adequação apropriada entre a idade dos alunos e a série em que se encontram, das 10 escolas com maiores taxas, percentuais acima de 81% dos alunos, 8 alcançaram escores de eficiência máxima.

Quanto aos insumos utilizadas na pesquisa, se destaca a variável gasto com custeio e manutenção, dentre as 10 escolas com menor aporte de recursos, 6 foram classificadas como eficientes e apenas 1 dentre as 10 que conseguiram maior aporte nessa variável, obteve eficiência máxima. Como exemplo, tem-se a escola que consumiu o maior volume de recursos na variável de gasto anual por aluno com custeio e manutenção (R\$ 466,28). Esta demonstrou não ser tão eficiente, já que ocupou a centésima quinquagésima primeira posição, enquanto escolas com menos da metade de recursos conseguiram resultados semelhantes a ela. Visto de forma isolada, esta variável é um indicativo de que há necessidade de uma melhor gestão de recursos, e não simplesmente aporte de mais verbas, como podem afirmar alguns governantes quando indagados sobre uma solução para os problemas da educação. A existência de escolas não eficientes, com uma maior alocação de insumos, corrobora com as pesquisas de Gupta e Verhoeven (2001) e Delgado e Machado (2007),

apoiando a tese de que nem sempre o aumento de recursos/investimentos traduz-se em melhoria de resultados.

As outras duas variáveis de entrada, média de horas-aula diária e número de computadores à disposição dos estudantes por escola, com os menores desvios-padrão entre as 6 variáveis utilizadas, $\pm 0,26$ e $\pm 0,03$, respectivamente, se comportaram mais ou menos da mesma forma, de tal maneira que apenas 1 das 10 com maior média de horas-aula e 2 das 10 como maior número de computadores à disposição dos estudantes, apresentaram escore de eficiência 1. Este fato pode ser explicado pela metodologia adotada, pois a DEA compara as DMU's entre si, considerando os insumos e os produtos em uma perspectiva multidimensional.

Ressalte-se ainda, como pode ser visto na Tabela 1, que algumas das escolas que se apresentaram como eficientes foram colocadas nesse posto pela propriedade do modelo BCC que identifica a DMU que tiver o menor valor de um determinado *input* ou o maior valor de um certo *output* como eficiente. Esta DMU é chamada de eficiente por *default* ou eficiente à partida (SOARES DE MELLO *et al.*, 2005).

5 CONCLUSÃO

A busca pela qualidade do serviço público perpassa pela eficiência dos serviços prestados, ou seja, melhores resultados associados ao menor dispêndio possível.

A eficiência no setor público é uma exigência da nova tendência em atender os interesses coletivos de forma a minimizar desperdícios de recursos e maximizar os resultados alcançados.

Mais especificamente quanto aos investimentos em educação pública, estes se tornam mais efetivos quando os estudantes, levando em consideração a idade apropriada, conseguem aprender mais, refletindo desta maneira, nos sistemas de avaliações (SPAECE, SAEB, Prova Brasil), bem como na melhoria da taxa de aprovação e da redução da defasagem escolar.

Desta forma, o presente trabalho se propôs a estimar um índice por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA), que mensurasse o quanto as unidades escolares do ensino médio regular cearense são eficientes. Quanto mais próximo de 1 apontou esse indicador, mais eficiente a escola se apresentou quanto a maximização dos produtos para o mesmo nível de insumos utilizados.

A partir da construção da fronteira de eficiência técnica, os escores de eficiência possibilitaram construir um *rank*, no qual aproximadamente 20% das unidades escolares pesquisadas em 2012 mostraram-se eficientes no modelo proposto.

Além de Investigar a relação entre recursos investidos nas escolas do ensino médio regular cearense e os resultados alcançados por elas, algumas sugestões para trabalhos futuros podem ser realizados a partir da criação do *rank* proposto, dentre elas, podemos citar a proposição de um indicador de eficiência que sirva de norteamto para a adoção de políticas públicas eficazes para a promoção do ensino médio, ou ainda, a identificação de escolas que pudessem ser apontadas como referências (*benchmark*) para as demais.

Outro aspecto a ser investigado em futuros trabalhos é a eficiência das escolas do ensino profissionalizante. Por apresentarem características distintas das escolas regulares, foram excluídas do atual *rank* de eficiência, visto que as variáveis relevantes de insumos e produtos das escolas profissionalizantes seriam diferente em relação as propostas nesse trabalho.

Alguns pontos decorrentes da análise podem ser assinalados: enquanto a menor defasagem escolar teve relação com o maior nível de eficiência alcançado pelas escolas, maiores taxas de aprovação não necessariamente levaram a escores máximos de eficiência.

Outro resultado do trabalho apresentado, também merecedor de maior aprofundamento, é que o simples acréscimo no grau de recursos/investimentos em educação não é suficiente para resolver o problema do baixo desempenho dos estudantes.

A comparação dos resultados apresentados no cálculo da eficiência com as notas do sistema de avaliação – SPAECE, também nos leva a um questionamento. Devemos avaliar e premiar o desempenho de uma escola exclusivamente pela ótica das notas alcançadas pelos alunos e pelos indicadores tradicionais, ou também, pela vertente da eficiência?

É importante, ainda, ressaltar que as limitações presentes nesse trabalho ocorreram principalmente na mensuração da variável gasto por escola. Dados referentes a todas as despesas por escola, incluindo pagamento a professores, pessoal não-docentes e terceirizados, como inicialmente planejado para compor o modelo, foram inviabilizados, haja visto a falta de informações acerca dessas despesas que, pela materialidade e relevância, deveriam compor a variável de gasto por unidade escolar.

Por fim, ao estimar um índice que mensura a eficiência de uma determinada escola em relação às demais avaliadas, este trabalho contribui na discussão sobre os aspectos relevantes para a melhoria do ensino médio. Melhores critérios para o dimensionamento do aporte de recursos: otimizar a quantidade de computadores à disposição dos alunos, adequar a quantidade ideal de horas-aula diária para os estudantes, são questões que devem ser analisadas, sobretudo sobre a ótica da busca pelo melhor desempenho escolar de nossos estudantes do ensino médio.

REFERÊNCIAS

- BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models of estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, v. 9, n. 9, p. 1078-1092, 1984.
- BARROS, R. P. *et al.* **Determinantes do desempenho educacional no Brasil**. Texto para Discussão, n. 834, Rio de Janeiro: Ipea, 2001.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring The Efficiency of Decision Making Units. **European Journal of Operational Research**, Piotrowo, v. 2, n. 3, p. 429-444, 1978.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; LEWIN, A. Y.; SEIFORD, L. M. **Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Application**. Boston/Dordrecht/London: Kluwer Academic Publishers, 1994. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=OrzZ-Kkc2MwC&printsec=frontcover&hl=pt-PT&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=true>.
- COELLI, Timothy J. *et al.* **An introduction to efficiency and productivity analysis**. 2. ed. Nova York: Springer, 2005.
- COOPER, W. W.; LI, S.; SEIFORD, L. M.; ZHU, J. **Sensitivity analysis in DEA**. Handbook on data envelopment analysis. Boston: Kluwer Academic, 2004. chap. 3, p. 75-97.
- ENCINAS, Rafael. **Oportunidades de Aplicação da Análise Envoltória de Dados em Auditorias Operacionais do Tribunal de Contas da União**. 2010. 33 f. Artigo (Especialização em Orçamento Público) - Instituto Serzedello Corrêa, Tribunal de Contas da União, Brasília, 2010.
- FARRELL, James M. The Measurement of Technical Efficiency. **Journal of the Royal Statistics Society, Series A (GENERAL)**, 1957.
- GUPTA, S.; VERHOEVEN, M. The efficiency of government expenditures experiences from África. **Journal of Policy Modeling**, v. 23, p. 433-467, 2001.
- HOLANDA, M. C. *et al.* **O custo-aluno das escolas estaduais**. Nota Técnica, n. 19, Fortaleza: IPECE, 2006.
- KASSAI, S. **Utilização da Análise por Envoltória de Dados (DEA) na análise de demonstrações contábeis**. 2002. 350 f. Tese (Doutorado em Contabilidade e Controladoria) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
- LAVY, Victor. **Do differences in school's Instruction Time Explain Internacional Achievement Gaps?** Evidence from Developed and Developing Countries. London: London School of Economics and Political Science, 2010. Disponível em: <www.nber.org/papers/w16227.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2014.

- LINS, M. P. E.; MEZA, L. A. **Análise envoltória de dados e perspectivas de integração no ambiente de apoio à decisão**. Rio de Janeiro: Editora da Coppe/UFRJ, 2000.
- MACHADO JUNIOR, S. P.; IRFFI, G.; BENEGAS, M. Análise da Eficiência Técnica dos Gastos com Educação, Saúde e Assistência Social dos Municípios Cearenses. **Revista Planejamento e Políticas Públicas**, Rio de Janeiro, n. 36, jan./jul. 2011.
- MEZA, L. A.; LINS, M. P. E. Review of methods for increasing discrimination in data envelopment analysis. **Annals of Operations Research**, Netherlands, v. 116, p. 225-242, 2002.
- MORAES, Alexandre de. **Direito constitucional**. 30. ed. São Paulo: Atlas, 2014.
- NERI, M. C. (coord.). **Mapa da exclusão digital**. Rio de Janeiro: FGV/IBRE, 2003.
- PEÑA, Carlos Rosano. Um modelo de avaliação da eficiência da administração pública através do método análise envoltória de dados (DEA). **Revista de Administração Contemporânea**, v. 12, n. 1, 2008.
- RESNICK, M. **Sowing the seeds for a more creative society**. International society for technology in education. Retrieved, may, 2007. Disponível em: <<http://web.media.mit.edu/~mres/papers/sowing-seeds-spanish-translation.pdf>>.
- SAVIAN, Mayá Patricia Gemelli; BEZERRA, Fernanda Mendes; MELO, Carmem Ozana De. Análise de Eficiência dos Gastos Públicos com Educação no Ensino Fundamental nos Municípios do Estado do Paraná: Evidências Para os anos de 2005 e 2009. *In*: ENCONTRO DE ECONOMIA DA REGIÃO SUL - ANPEC SUL, 15., 2012, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANPEC, 2012. Disponível em: <<http://www.pucrs.br/eventos/encontroeconomia/download/mesas/EficienciaDosGastosPublicos.pdf>>. Acesso em: 2 ago. 2013.
- STANCHEVA, N.; ANGELOVA, V. Measuring The Efficiency Of University Libraries Using Data Envelopment Analysis. *In*: CONFERENCE ON PROFESSIONAL INFORMATION RESOURCES PRAGUE, 10., 2004, Praga. **Anais...** Praga: INFORUM, 2004.
- TROMPIERI NETO, N. *et al.* Determinantes da eficiência dos gastos públicos municipais em educação e saúde: o caso do Ceará. *In*: ENCONTRO ECONOMIA DO CEARÁ EM DEBATE, 4., 2008, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: IPECE, 2008. p. 57-72.
- ZOGHBI, A.; MATTOS, E.; ROCHA, F.; ARVATE, P. Uma análise da eficiência nos gastos em educação Fundamental para os municípios paulistas. **Revista de planejamento e políticas públicas**, n. 36, 2010.