



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

**MARIA DO SOCORRO SOUZA VILELA**

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA TÉCNICA DAS ESCOLAS MUNICIPAIS DE  
FORTALEZA**

**FORTALEZA  
2009**

**MARIA DO SOCORRO SOUZA VILELA**

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA TÉCNICA DAS ESCOLAS MUNICIPAIS DE  
FORTALEZA**

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.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Benegas

**FORTALEZA  
2009**

**MARIA DO SOCORRO SOUZA VILELA**

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA TÉCNICA DAS ESCOLAS MUNICIPAIS DE FORTALEZA**

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.

Data de Aprovação: **01 de outubro de 2009**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Maurício Benegas  
Orientador

---

Prof. Dr. Paulo de Melo Jorge Neto  
Membro

---

Prof. Dr. Nicolino Trompieri Neto  
Membro

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por me abençoar e permitir que boas pessoas me ajudem nessa caminhada.

Aos meus pais pelos princípios cristãos que me repassaram.

Aos meus amados Vilela, Gustavo e Leonardo, por todo amor a mim dedicado.

Aos meus professores, em especial ao professor Dr. Maurício Benegas, pela bondade e paciência ao me orientar e repassar seus conhecimentos.

Aos meus amigos e companheiros de mestrado, em especial Artur, Geminiano, Josane, Marcelo, Mauro e Nirleide, pelo muito que fizeram erguendo-me sempre que necessário.

Ao amigo Guilherme Irffi, por sua presteza ao compartilhar seus conhecimentos.

Aos amigos Kleber, Márcia, Geisa e Carmem pelo incentivo e pela atenção.

A todos aqueles que me ajudaram a ser quem eu sou e que permitem que eu erre e busque o acerto.

## RESUMO

O presente trabalho busca avaliar a eficiência técnica das escolas municipais de Fortaleza, envolvendo alunos do ensino fundamental de 6<sup>a</sup> a 9<sup>a</sup> série, empregando dados de 2007. Para isso, utilizou-se da metodologia de Análise Envoltória de Dados (DEA), cujos modelos são adequados para esse tipo de avaliação, uma vez que possibilita incorporar na análise a interação entre os insumos e os produtos, para obter resultados voltados para mensurar as eficiências e ineficiências técnicas das escolas. Ao final, constatou-se que das 31 escolas utilizadas na amostra, dez estão sobre a fronteira de eficiência técnica. Em relação às escolas ineficientes (isto é, as que estão abaixo da fronteira de eficiente técnica relativa), foi elaborado enquanto as demais e que todas as escolas podem alcançar a produtividade máxima observada independentemente do seu porte.

**Palavras-chaves:** Eficiência técnica, DEA, Escola Municipal, Fortaleza.

## ABSTRACT

This study sought to determine the technical efficiency of public schools in Fortaleza, involving elementary school students from 6th to 9th grade, using data from 2007. For this, it uses the methodology of Data Envelopment Analysis (DEA), whose models are suitable for measuring these types of schools because they allow the analysis to incorporate the interaction between the inputs and outputs, since it seeks results-oriented measure the technical efficiencies and inefficiencies of these schools. The study concluded that the end was found that 31 schools of sample used in 10 are efficient and that all schools can achieve maximum productivity observed regardless of its size.

**Keywords:** Technical efficiency, DEA, municipal school, Fortaleza

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1- Escolas Abaixo da Eficiência Média.....	29
GRÁFICO 2- Escolas Acima da Eficiência Média.....	29
GRÁFICO 3- Escala de Eficiência Técnica Relativa das Escolas da Rede Municipal de Ensino de Fortaleza.....	37

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Variáveis utilizadas como inputs e outputs.....	25
------------------------------------------------------------	----

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Rendimento Escolar 2007.....	14
TABELA 2 - Estatísticas Descritivas dos Insumos e Produtos.....	25
TABELA 3 - Rank de Eficiência Técnica das Escolas Municipais de Fortaleza.....	28
TABELA 4 - Benchmark para Escolas Municipais de Fortaleza Ineficientes.....	30
TABELA 5 - Targets de Insumos para as Escolas Ineficientes.....	31

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACP	Análise de Componentes Principais
AE	Eficiência Alocativa
CCR	Charnes, Cooper & Rhodes
DEA	Data Envelopment Analysis
DMU	Unidade Tomadora de Decisão
DMUs	Decision Marking Units
EDUCINF	Número de Estabelecimentos de Educação Infantil
IDEAL	Interactive Data Envelopment Analysis Laboratory
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
PL	Programação Linear
RMF	Região Metropolitana de Fortaleza
SME	Secretaria Municipal de Educação
TE	Technical Efficiency
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
3. METODOLOGIA.....	21
3.1 Análise Envoltória de Dados.....	22
4. BASE DE DADOS.....	24
5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	27
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
ANEXOS.....	37

## 1. INTRODUÇÃO

A educação tem dotado o homem de instrumentos culturais capazes de integrá-lo e adaptá-lo a um determinado tipo de estrutura social. Nesse sentido, educação é um conjunto de processos, contínuo e permanente que evolui com uma orientação correta e com as experiências da vida, permitindo uma tomada de consciência das semelhanças e da interdependência entre os seres humanos de modo a conduzi-los a aceitar e buscar fins coletivos.

A educação é um aspecto permanente, necessário, inevitável da vida humana. É uma atividade essencial do crescimento econômico e do desenvolvimento social que visa levar o ser humano a realizar suas potencialidades físicas, intelectuais, morais e espirituais. Oferece uma direção com formas variáveis de agir, em face de todos os possíveis fins necessários para uma relação lógica com o mundo.

Um marco político e conceitual da educação é a Conferência de Jomtien (Conferência Mundial de Educação para Todos, Jomtien, Tailândia, de 5-9 de março de 1990) que constituiu-se em um compromisso da comunidade internacional em reafirmar a necessidade de que “todos dominem os conhecimentos indispensáveis à compreensão do mundo em que vivem”, recomendando o empenho de todos os países participantes na melhoria da educação.

Analisando o escopo da educação básica, Torres (1994, p. 62) reforça a importância de ferramentas essenciais como o manuseio de computadores, o uso de bibliotecas e a capacidade de interpretar mensagens transmitidas pelo rádio, a televisão e os sistemas de informação que surgem na atualidade. Assim, o educando não é um fim em si mesmo, mas o ponto de partida da ação educativa que está em relação aos fins objetivos para os quais deve ser educado. Ele não nasce educado, é educável e tem que se educar dentro de uma relação permanente em direção à mudança.

O "Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI" (DELORS *et al.*, 1998) é um documento que reflete o esforço internacional sobre a questão. Este documento expressa que a utopia educacional para o século XXI será a sociedade educativa, "baseada na aquisição, atualização e utilização dos conhecimentos".

Delors *et al.* (1998) concluiu que a revolução tecnológica e a globalização fizeram a humanidade entrar na era da comunicação universal, trazendo as informações mais rápidas e atualizadas à disposição de qualquer pessoa, em qualquer parte do mundo e permitindo uma interatividade sem limite de distância ou tempo. Além disto, essa sociedade acentua a necessidade de aptidões intelectuais e cognitivas, a exigência de pessoas formadas para a inovação, capazes de evoluir, de se adaptar a um mundo em rápida mudança e capazes de dominar essas transformações.

A Declaração Universal dos Direitos da Criança, adotada pela Assembléia das Nações Unidas de 20 de novembro de 1959 e ratificada pelo Brasil, tem em seu princípio VII, do direito à educação gratuita e a lazer infantil: "A criança tem direito à educação, para desenvolver as suas aptidões, sua capacidade para emitir juízo, seus sentimentos, e seu senso de responsabilidade moral e social".

A criação do Estatuto da Criança e do Adolescente (1990) ajustou e ampliou os direitos previstos nos documentos internacionais e ratificou os direitos fundamentais previstos na Constituição Brasileira, que no seu artigo 227, enuncia os direitos fundamentais das crianças e dos adolescentes, assegurando que a garantia da efetivação dos mesmos é dever da família, da sociedade e do Estado.

No que concerne especificamente à Educação, as Constituições brasileiras foram incorporando, ao longo do tempo, conquistas tênues dentro de um ritmo historicamente lasso. Para situar a legislação de ensino em seu contexto temporal, parte-se de um Decreto-lei, de 1946, que estabelecia ser o ensino primário assegurado pelas escolas públicas oficiais durante quatro anos. A Lei de Diretrizes e Bases, de 1961, especifica a obrigatoriedade do ensino oficial gratuito dos sete aos

quatorze anos. A lei de nº 5692/71, faz a ligação entre a idade e grau de ensino. Entendendo-se por ensino primário a educação correspondente ao primeiro grau, com duração de oito anos, dos sete aos quatorze anos, com garantia de gratuidade pelos estabelecimentos oficiais de ensino.

A Constituição de 1988 significou a reconquista da cidadania, onde a Educação ganhou lugar de alta relevância. Ela consagrou o princípio da obrigatoriedade e do acesso gratuito ao ensino no Brasil a todas as crianças na faixa etária de 7 a 14 anos e, ainda, àquelas pessoas que não puderam frequentar este nível de ensino na idade própria. As emendas populares calçaram a ideia da educação como direito de todos (direito social) e, portanto, deveria ser universal, gratuita, democrática, comunitária e de elevado padrão de qualidade. Com o advento da Lei 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996, inicia-se uma nova ordem de ações educativas, envolvendo gestão e financiamento da educação.

Ao longo de todo esse tempo, a sociedade passou por mudanças profundas. A revolução científica e tecnológica, enquanto fato global, modificou os paradigmas de produção e transformou, radicalmente, o cotidiano das pessoas. A rápida evolução da tecnologia da informação mudou os conceitos de espaço e tempo e, também, de construção do saber.

Neste sentido, a escola passa a representar para a comunidade como uma organização, abrigando em suas estruturas posições e ações que antes não eram dela, o que se evidencia pela exigência, por parte da sociedade, da eficiência dos serviços por ela ofertados e que vem a justificar a necessidade de uma análise da eficiência técnica.

Desta forma, é notório o questionamento se os profissionais envolvidos no processo educacional possuem uma visão social crítica e inovadora, visto ser a escola hoje um lócus de reprodução social e cultural, com a responsabilidade de proporcionar ao aluno as condições de internalizar determinados conhecimentos, valores e atitudes para que ele construa e busque seu próprio conhecimento ao longo da vida, exercitando a atenção, a memória e o pensamento. É a partir dessa

apropriação que se terão indivíduos em condições de enfrentar as transformações por que passa a sociedade e o mundo do trabalho.

Segundo dados do INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira), o Censo Escolar de 2007 revelou que no Brasil estão matriculados 52.969.456 estudantes na Educação Básica, sendo 46.610.710 em escolas públicas, das quais 24.516.221 estão matriculados nas redes municipais.

Um fato determinante é que o ensino fundamental, por abranger um grande contingente de alunos e, conseqüentemente, por necessitar da alocação de uma grande quantidade de profissionais, instalações e equipamentos, é uma atividade que absorve uma parte considerável da receita orçamentária do município.

Conforme dados cedidos pela Secretaria Municipal de Educação (SME), em 2007 em Fortaleza havia 1828 professores efetivos lecionando da 6ª a 9ª série e 239 professores substitutos. Esses professores eram responsáveis pelo ensino de 58.279 alunos, conforme tabela abaixo:

Tabela 1 - Rendimento Escolar 2007

<b>Séries</b>	<b>Alunos Matriculados</b>	<b>% Aprovados</b>	<b>% Reprovados</b>	<b>% Abandono</b>
<b>6ª</b>	22.411	53,90	24,45	21,65
<b>7ª</b>	16.316	60,68	19,94	19,38
<b>8ª</b>	11.362	62,96	15,68	21,36
<b>9ª</b>	8.190	71,12	8,67	20,21
<b>Total</b>	58.279	59,99	19,26	20,75

Fonte: SME/CIP

No tocante à qualidade do ensino convive-se com indicadores educacionais que mostram uma situação pouco agradável para uma cidade que pretende crescer e reduzir os índices de pobreza e de desigualdades sociais. Constata-se pelo número de alunos que abandonam que, muito embora se busque qualidade para o ensino e embora as mudanças tecnológicas aconteçam a cada instante, ainda se verificam aulas tradicionais apáticas e sem atrativos, colhendo como resultado cada vez mais desilusões e desistências levando à evasão escolar.

O censo de 2007 revelou que a maioria dos docentes são mulheres, respondendo por 80,92%, e têm idade entre 25 e 32 anos. Cerca dos 83,88% dos docentes ensinam em apenas um estabelecimento, enquanto 14,03% dão aula em duas escolas. Para 57,58%, a rotina é de apenas um turno, 30,26% trabalham em dois turnos e 5,46% em três. No Município de Fortaleza, 6,85% dos professores possuem qualificação de ensino médio, contra 41,30% de graduados e 50,08% de especialistas.

Para melhorar a imagem da escola municipal junto à sociedade e para que isso ocorra de forma mais satisfatória se faz necessário proceder à avaliação da eficiência técnica do ensino das escolas como um instrumento para detectar seus pontos fortes e fracos, definir necessidades, viabilizar o desdobramento destas em metas, dar suporte à análise crítica dos resultados, às tomadas de decisão e replanejamento destas metas, contribuindo para a melhoria dos processos e produtos e melhor aplicabilidade dos recursos destinados às unidades escolares.

Deste modo, é preciso adequar a escola pública aos modelos que a sociedade econômica exige, seja por meio de uma forte integração com a comunidade em que se está inserida, ou mediante valorização do profissional docente ou, ainda pela otimização da gestão escolar para que conduza a racionalização dos recursos, utilizando melhor os bens de consumo são alguns desafios que permeiam os profissionais envolvidos com o ensino ofertado pela rede pública de Fortaleza.

Para isso, esta pesquisa tem como objetivo mensurar a eficiência técnica das escolas de ensino fundamental da rede de ensino municipal, utilizando informações sobre infra-estrutura física e humana das escolas para que seja possível a aplicação da metodologia DEA (*Data Envelopment Analysis*), visto que se apresenta como uma ferramenta eficaz no cálculo dos níveis de eficiência técnica. Portanto, a principal meta deste trabalho é avaliar a eficiência técnica relativa de 31 unidades de Ensino Fundamental da Rede Municipal de Fortaleza.

O ensino fundamental, por abranger um universo considerável de alunos e, por conseguinte, requerer a alocação de uma grande quantidade de profissionais, instalações e equipamentos, é uma atividade que acarreta custo elevado que onera o poder público. Todavia, este custo será diluído se for aplicado de maneira eficiente, haja vista que investimentos em educação trazem retornos de longo prazo para a sociedade.

Esta dissertação está estruturada em seis capítulos, incluindo esta introdução. O segundo capítulo se dedica a uma breve revisão da literatura acerca do tema em foco, o qual tem por finalidade apresentar trabalhos empíricos que utilizam DEA para estimar a escala de eficiência técnica de escolas. A seguir, o terceiro segmento discorre sobre a metodologia de análise envoltória de dados (DEA). As variáveis utilizadas para estimação dos modelos são apresentadas no quarto capítulo. A seguir, são feitas as análises e discussão dos resultados. E, por fim, são feitas as considerações finais desta pesquisa.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Atualmente o Brasil vive um clima de intensa efervescência entre os educadores que focam a educação como um “passaporte para a vida”, e as concepções de novas técnicas conduz a ampliação do horizonte do cenário atual do contexto escolar. Assim sendo, na perspectiva da construção do saber, o ensino fundamental deve oferecer uma formação que possibilite ao aluno enfrentar as contradições e transformações do mundo fazendo-os capazes de enfrentar os múltiplos desafios do futuro.

Soares (2004) argumenta que ao analisar o desempenho cognitivo dos estudantes do ensino fundamental, ainda se verifica que a grande maioria dos alunos apresenta um desempenho inferior ao esperado para sua série, e é marcante a diferença em função do nível social, da raça e entre as próprias regiões brasileiras, o que denota problemas de qualidade e equidade no cenário educacional brasileiro.

Reafirma-se, então, a necessidade de um constante acompanhamento avaliativo das ações desenvolvidas pela escola, e em consequência da escassez de mecanismos de avaliação científica aplicada ao setor educacional brasileiro é que se faz necessário buscar uma metodologia adequada a este fim. Visando, pois, preencher esta lacuna é que se fez uso da metodologia DEA.

A opção feita pelo uso deste método deve-se ao fato de que, segundo Lins (2000) o DEA permite comparar certo número de Unidades Tomadoras de Decisão (*Decision Making Units*, DMUs) que realizam tarefas similares e somente se diferenciam nas quantidades de inputs que consomem e nas quantidades de outputs que produzem.

A metodologia DEA é uma técnica de avaliação de eficiência técnica desenvolvida por Charnes, Cooper & Rhodes (1978) para avaliar um programa governamental americano destinado a apoiar escolas na eliminação de deficiências

no aprendizado de alunos de populações minoritárias (CHARNES, COOPER & RHODES, 1981).

O sucesso do uso desta técnica de construção de fronteiras de eficiência estimulou seu emprego na avaliação da eficiência técnica de organizações públicas e privadas, em diversos setores produtivos. No que concerne ao Brasil, os primeiros trabalhos utilizando DEA em avaliação de instituições de ensino têm origem em grupos de pesquisa da Universidade Federal de Santa Catarina e grupos da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

De acordo com Abel (2000), analisar a eficiência destas organizações é um assunto que sempre despertou o interesse de pesquisadores, haja vista as dificuldades relativas encontradas para medir o desempenho das mesmas. Percebe-se, então, que é imprescindível uma análise da eficiência no sentido de identificar e extinguir, senão amenizar, os fatores negativos e implementar de maneira mais consciente os fatores positivos identificados na análise.

Corroborando este pensamento, Grassetti, Gori & Bellio (2003) concluem que a análise de eficiência é útil por duas razões: uma por indicar aos gestores o potencial de melhoria de desempenho de cada setor e, outra por avaliar o desempenho de cada organização, em relação as suas referências e definindo indicadores de eficiência relativa e absoluta.

Nestes termos, surgiram diversas aplicações empíricas para avaliar, mensurar e comparar a eficiência produtiva de unidades organizacionais, como hospitais, escolas, aeroportos, bancos, indústrias e demais instituições nas quais exista um conjunto de unidades homogêneas. Além dessas organizações, destacam-se, ainda, a avaliação do gasto público, comparando os dispêndios públicos municipais e estaduais.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Façanha e Marinho (2001); Gasparini & Souza Jr. (2006); Lins *et al.* (2007), Gondim & Benegas (2009); Trompieri Neto *et. al.* (2008); e Pinto, Irffi & Benegas (2009).

Vale ressaltar, diante das inúmeras aplicações desta técnica, que se usa DEA para estimar eficiências técnicas de planos de operação executados por unidades produtivas homogêneas e são considerados planos de operação observados na construção de uma fronteira definida pelos planos de operação eficientes. As ineficiências dos planos de operação observados são determinadas por suas distâncias à fronteira. A projeção de cada plano ineficiente na fronteira de eficiência determina metas eficientes que aumentam a produtividade da unidade produtiva ineficiente.

Também, a importância desta técnica, é que ela determina para cada unidade produtiva avaliada um conjunto de pesos que refletem taxas de substituição entre insumos e taxas de troca entre produtos que maximizam a produtividade do plano de operação por ela executada, viabilizando a comparação entre os desempenhos das unidades produtivas observadas.

Entre os trabalhos que aplicaram DEA para mensurar a eficiência técnica de escolas ou redes de ensino pode-se destacar Abel (2000), Souza (2001), Lapa, Souza & França (2002) e Reinaldo, Possamai & Thomaz (2002).

Lapa, Souza & França (2002) avaliaram a alocação de recursos em 39 sistemas municipais de ensino da Região Oeste do Paraná, empregando dados de 1996 e DEA com retornos constantes de escala para avaliar esses tipos de sistemas por possibilitarem incorporar na análise a interação entre os insumos e os produtos e são de grande utilidade gerencial por levarem ao estabelecimento de metas eficientes para os SMEs. Os resultados apontam 5 SMEs eficientes dos 39 estudados.

Para analisar 12 escolas da rede municipal de ensino de Fortaleza, Reinaldo, Possamai & Thomaz (2002) utilizaram três variáveis de *input* e uma de *output* relacionado ao comportamento dos discentes. Ao final da aferição dos resultados constatou-se que 33,33% das escolas mostraram-se eficientes.

Após esta exposição, pode-se inferir que a aplicação da metodologia ocupa lugar de destaque na avaliação de eficiência técnica, a julgar pela quantidade de trabalhos empíricos realizados na área.

### 3. METODOLOGIA

Este capítulo se destina a apresentar a metodologia empregada nesta pesquisa, para que se possa verificar a eficiência técnica das escolas de ensino fundamental da rede municipal de Fortaleza com referência ao ano de 2007.

Sendo assim, consoante a teoria econômica, mais especificamente a teoria da produção, considera-se que as unidades produtivas (firmas) estejam interessadas na maximização de lucro (ou da receita), ou na minimização do custo. Neste sentido, pode-se dizer que a unidade produtiva produzirá em um ponto que corresponde à produção máxima, em razão da tecnologia disponível.

Investigações empíricas, no entanto, comprovam a existência dos diferenciais de produtividade entre unidades de produção que utilizam a mesma tecnologia. É nesse sentido que este ensaio trata a questão da eficiência, seguindo o que propõe a literatura, isto é, a unidade produtiva plenamente eficiente é aquela atuante num ponto sobre a fronteira de produção.

Por tal pretexto, faz-se necessário definir e diferenciar os conceitos de tecnologia e fronteira da produção, assumindo a noção de que as DMU's utilizem um vetor não negativo de insumos denotado por  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in R_+^n$ , para produzir um vetor não negativo de produtos,  $y = (y_1, y_2, \dots, y_m) \in R_+^m$ ; a tecnologia de produção descreve o conjunto factível de insumos e produtos, podendo ser definida como  $T = \{(y, x) : x \text{ pode produzir } y\}$ . Deste modo, o conjunto de utilização de insumos e o conjunto de possibilidade de produção são definidos, respectivamente, por:

$$L(y) = \{x : (y, x) \in T\}, \quad y \in R_+^m \quad \text{e} \quad P(x) = \{y : (y, x) \in T\}, \quad x \in R_+^n.$$

### 3.1 Análise Envoltória de Dados

A metodologia DEA foi originalmente desenvolvida por Farrel (1957), por meio de programação matemática, com diferenciação dos componentes de eficiência de escala, global e técnica.

A metodologia DEA permite obter a eficiência técnica relativa, partindo de um conjunto de unidades em análise, denominado DMU.<sup>2</sup> A DMU é considerada eficiente na geração de seus produtos se conseguir demonstrar que nenhuma outra unidade ou relação linear consegue produzir maior quantidade de um produto sem diminuir a geração de outro, ou aumentar o consumo de algum insumo. Dessa forma é possível que se faça um *ranking* que mostrará as DMU eficientes.

A metodologia DEA é amplamente aplicada para estimação de fronteiras e medição da eficiência das firmas. Ela envolve o uso de uma sequência de soluções de problemas de programação linear (PL) para elaborar fronteiras de produção não-paramétricas.

Os PL são feitos de duas matrizes, uma relacionada aos insumos e outra aos produtos. A matriz  $X$  de insumos, de ordem  $(n \times s)$ , composta por  $n$  insumos, utilizados por  $s$  DMU's. A matriz  $Y$  de produtos, de ordem  $(m \times s)$ , por sua vez, é composta por  $m$  produtos, produzidos por  $s$  DMU. As matrizes de insumos e produtos podem ser arranjadas do seguinte modo:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1s} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2s} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{ns} \end{bmatrix} \qquad Y = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \cdots & y_{1s} \\ y_{21} & y_{22} & \cdots & y_{2s} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{m1} & y_{m2} & \cdots & y_{ms} \end{bmatrix}$$

A  $s$ -ésima firma pode ser representada pelos vetores insumo e produto,  $x_s$  e  $y_s$ , respectivamente. Desse modo, pode-se obter para cada firma uma razão

---

<sup>2</sup> A expressão DMU foi usada pela primeira vez no modelo CCR, proposto por Charnes, Cooper & Rhodes, em 1978.

entre as quantidades de todos os produtos e todos os insumos utilizados no processo,  $u'y_s/v'x_s$ , onde  $u$  é um vetor de pesos dos produtos de ordem  $M \times 1$  e  $v$  é um vetor de pesos dos insumos de ordem  $N \times 1$ .

Na metodologia DEA, os problemas de programação linear podem ser conduzidos com orientação pelos insumos ou pelos produtos, porém a escolha da orientação não é tão relevante para as fronteiras estimadas por essa abordagem, pois estas não são afetadas por problemas de viés de estimação em fronteiras paramétricas.

Formalmente, os modelos DEA com retornos constantes de escala e orientados pelo insumo e pelo produto são dados respectivamente como:

$$\begin{array}{ll} \min_{\theta, \lambda} \theta, & \max_{\theta, \lambda} \theta, \\ \text{s.a} & \text{s.a.} \\ -y_s + Y\lambda \geq 0, & -\theta y_s + Y\lambda \geq 0, \\ \theta x_s - X\lambda \geq 0, & x_s - X\lambda \geq 0, \\ \lambda \geq 0. & \lambda \geq 0. \end{array}$$

Esse procedimento possui como principais vantagens: a) estimar a eficiência técnica para cada observação individual; b) não necessitar que se imponha nenhuma forma funcional à função de produção; c) indicar as práticas de produção que servem como referência para as demais DMU's da amostra; e d) calcular as possíveis sobras de produtos ou insumos.

O método, entretanto, possui como limitação a elevada sensibilidade à observações extremas, também conhecidas como *outliers*; ou seja, aquelas observações distantes relativamente à amostra. A existência de apenas uma observação discrepante na amostra influenciará todas as outras medidas de eficiência (COOPER *et al.*, 2002).

#### 4. BASE DE DADOS

O emprego da metodologia DEA para mensurar eficiência pode ser descrito em três passos, o primeiro concerne à seleção das DMU que comporão a base a ser analisada; a escolha das variáveis, *inputs* e *outputs*, que são de enorme relevância para estabelecer o nível de eficiência relativa das DMU selecionadas compõe o segundo passo; e, por fim, a escolha do modelo DEA que melhor se aplica ao estudo em voga, haja vista que existem modelos com maior ou menor nível de sofisticação.

A seleção de variáveis que comporão o modelo DEA deve estar relacionada ao caráter de a variável possuir a informação necessária que não tenha sido incluída em outras variáveis; a variável possui relação com pelo menos um dos objetivos da aplicação ou contribui para algum(s) destes objetivos; a variável deve possuir dados confiáveis e seguros; e, ainda, a variável deve explicar a eficiência de uma DMU (LINS & MEZA, 2000). Além disso, esses autores advogam a favor da seleção de variáveis o fato de ela produzir impacto na discriminação das DMU.

Neste trabalho as DMU são as escolas da rede municipal de ensino fundamental do município de Fortaleza, enquanto a escolha das variáveis foi feita considerando-se o objetivo de avaliação da eficiência dessas escolas. Todavia, vale ressaltar que esta pesquisa conta com dados primários; ou seja, a coleta de dados foi obtida por meio de um questionário (Apêndice B), que foi respondido pelo diretor (a) das escolas municipais de Fortaleza, considerando o ano de 2007.

Deste modo, optou-se por utilizar como inputs as informações de custeio, titulação do diretor e professores, e infra-estrutura da escola com informações sobre a existência ou não da biblioteca, dados sobre o acervo e o total de livros em circulação, sala de multimídia com a quantidade de computadores, data show e outros equipamentos.

No tocante aos *outputs*, utilizou-se a quantidade de alunos matriculados, aprovados, repetentes, evadidos e transferidos do sexto ao nono ano (isto é, ensino fundamental). A escolha desses *outputs* se justifica pela homogeneidade das informações. O Quadro 1 apresenta de forma sucinta e objetiva os *inputs* e *outputs* empregados para a aplicação do DEA.

Insumos		Produtos	
I1	Custeio	P1	Alunos aprovados no 6 ano
I2	Computadores	P2	Alunos aprovados no 7 ano
I3	Outros	P3	Alunos aprovados no 8 ano
I4	Acervo		
I5	Livros		
I6	Professores		

Quadro 1 - Variáveis utilizadas como *inputs* e *outputs*.

Fonte: Elaboração da autora.

Antes da aplicação do modelo DEA, no entanto, se excluíram as escolas que não disponibilizaram as informações provenientes para a realização deste estudo, pois se pretende empregar um painel de dados balanceado; ou seja, que contenha todas as informações das respectivas DMU. Deste modo, para a realização do exercício empírico foram utilizadas 31 escolas localizadas em todas as regionais da cidade de Fortaleza.

Diante dessa apresentação, se faz apropriado analisar a base de dados por meio das estatísticas descritivas (médio, desvio padrão, máximo e mínimo) para os insumos e produtos empregados. Deste modo, é factível tecer alguns resultados prévios como, por exemplo, a média de aprovação no 6º ano é quase 20% superior a do 8º ano. Atualmente existe escola com 8 professores, e esta é bem inferior à média de professores das escolas do 6º ao 8º ano; por outro lado, a escola com o maior número de capital humano (professores) tem 72.

Tabela 2 - Estatísticas Descritivas dos Insumos e Produtos

Estatísticas	Produtos			Insumos					
	P1	P2	P3	I1	I2	I3	I4	I5	I6
Média	93.9	83.9	69.3	25452.29	10.84	2.71	2638	890	31.90
Desvio-padrão	43.4	45.1	40	10312.97	4.50	1.596	1567	1249	13.82
Mínimo	10	9	15	12253.5	0	0	0	0	8
Máximo	227	205	188	55567.4	20	5	6500	6293	72

Fonte: Elaboração da autora.

Mediante esta apresentação das DMUs, *inputs* e *outputs*, o próximo passo consiste na estimação da DEA e análise de resultados.

## 5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise e discussão dos resultados obtidos pela estimação do modelo DEA serão o tema deste capítulo. Vale destacar que o modelo foi orientado por insumo e com retornos constantes de escala, haja vista que se pretende obter resultados voltados para instrumentos disponíveis aos gestores como número de professores, custeio e infra-estrutura da escola, mas visando manter o nível de eficiência no ensino das escolas de 6<sup>a</sup> à 9<sup>a</sup> série da rede municipal de Fortaleza.

Diante do objetivo desta pesquisa, e após o tratamento nos dados levou-se em consideração a relevância das variáveis para estimação do modelo DEA e, por isso, se optou em estimar modelos com retornos constantes de escala e com orientação para o insumo. A Tabela 4 apresenta os resultados do modelo, isto é, a eficiência das escolas e, ainda traz os *benchmarks* para cada escola, os quais servem como referência para as escolas que se encontram aquém da fronteira de eficiência técnica relativa.

A elaboração do modelo pautou-se pelo número de aprovados para o sexto, sétimo, oitavo e nono ano do ensino fundamental como *outputs*; enquanto, os *inputs* consideraram o número de computadores, de professores, o valor do custeio da escola e de outros equipamentos de infraestrutura como data show, televisão, som, retro projetor, etc.

Em relação à discussão dos resultados, observa-se que 10 DMUs se encontram sobre a fronteira de eficiência técnica; ou seja, 1/3 das escolas municipais de Fortaleza presentes na amostra são eficientes. A eficiência média foi de 0.728, isto porque algumas DMU, como, por exemplo, José Ramos Torres de Melo, Casimiro Montenegro e Francisca Fernandes Magalhães apresentaram uma eficiência relativa abaixo da média das demais DMU.

Além da Tabela 4, os resultados podem ser visualizados também pela tabela 3, a qual reporta o *rank* de eficiência relativa para o modelo, com apoio de

uma escala crescente, para se ter uma idéia de como se distribui a eficiência relativa de cada modelo. Nota-se que, a Escola Cláudio Martins apresenta a menor eficiência técnica 0.387, seguida pela Escola Francisca Fernandes Magalhães com *score* de 0.408.

Tabela 3 - *Rank* de Eficiência Técnica das Escolas Municipais de Fortaleza

<b>DMU</b>	<b>Eficiência</b>	<b>DMU</b>	<b>Eficiência</b>
Antônio Correia Lima	0.827	Professor Jacinto Botelho	0.545
<b>Manuel Rodrigues</b>	<b>1.000</b>	Professor Ademar Nunes Batista	0.467
<b>Francisco das Chagas Farias</b>	<b>1.000</b>	Conceição Mourão	0.970
<b>Francisco Silva Cavalcante</b>	<b>1.000</b>	Enfermeira Maria Viviane Benevides Gouveia	0.717
<b>Professor Luís Costa</b>	<b>1.000</b>	<b>Diogo Vital de Siqueira</b>	<b>1.000</b>
José Ramos Torres de Melo	0.649	Cassimiro Montenegro	0.445
<b>Santa Maria</b>	<b>1.000</b>	Raquel de Queiroz	0.596
Francisca Fernandes Magalhães	0.408	<b>Ary de Sá Queiroz</b>	<b>1.000</b>
<b>Antônio Diogo de Siqueira</b>	<b>1.000</b>	Guiomar da Silva Almeida	0.718
Waldemar Barroso	0.530	Ismael Pordeus	0.664
Thomaz Pompeu Sobrinho	0.462	Vereador Jose Barros de Alencar	0.665
Cláudio Martins	0.387	Marieta Cals	0.595
Educador Paulo Freire	0.577	Profa. Martha dos Martins Coelho Guilherme	0.605
Padre Antônio Monteiro da Cruz	0.376	<b>Taís Maria Bezerra Nogueira</b>	<b>1.000</b>
Faustino de Albuquerque	0.731	<b>Profa. Terezinha Ferreira Parente</b>	<b>1.000</b>
Marieta Guedes Martins	0.636	<b><i>Eficiência média</i></b>	<b>0.728</b>

Fonte: Elaboração da autora.

Para explorar em maiores detalhes as escolas com eficiente técnica inferior e superior à eficiência média optamos por elaborar dois gráficos. O primeiro, Gráfico 1, contém apenas as escolas que obtiveram *scores* inferior a 0.728 (eficiência média). Vale destacar a Escola Padre Antonio, que obteve o menor *score*, 0,376. Por outro lado, algumas escolas como Guiomar da Silva Almeida e Enfermeira Maria Viviane Benevides Gouveia estão bem próximas do *score* de eficiência média.



A metodologia DEA permite uma explanação bastante interessante para as unidades ineficientes, em relação às unidades eficientes que serviram como referência (*benchmarks*) para alcançar níveis de eficiência produtiva; ou seja, as escolas ineficientes (localizados aquém da fronteira de eficiência técnica) para se tornarem eficientes é preciso se basear naquelas consideradas eficientes. Nesse sentido, a Tabela 4 reporta para as escolas ineficientes as suas respectivas escolas que servirão de *benchmarks*.

Dessa maneira, as unidades ineficientes fazem uma combinação linear para projetar-se sobre a fronteira de eficiência, as quais utilizam as DMUs eficientes como referência. Nestes termos, isto possibilita aos administradores das escolas (ou das regionais em que estas escolas estejam localizadas) as escolas menos eficientes observarem os mais eficientes para que isso sirva como *benchmark* para a melhoria da sua eficiência técnica relativa. Ademais, observar as escolas de referência permite ao gestor das unidades ineficientes adequar suas ações para que suas escolas possam alcançar a fronteira de eficiência.

Tabela 4 - *Benchmark* para Escolas Municipais de Fortaleza Ineficientes

<b>DMU</b>	<b>Benchmark</b>			
Antônio Correia Lima	Profa. Terezinha Ferreira Parente			
José Ramos Torres de Melo	Francisco das Chagas Farias	Francisco Silva Cavalcante		
Francisca Fernandes Magalhães	Francisco das Chagas Farias	Profa. Terezinha Ferreira Parente		
Waldemar Barroso	Profa. Terezinha Ferreira Parente	Professor Luís Costa		
Thomaz Pompeu Sobrinho	Profa. Terezinha Ferreira Parente	Professor Luís Costa		
Claudio Martins	Profa. Terezinha Ferreira Parente	Professor Luís Costa		
Educador Paulo Freire	Francisco das Chagas Farias	Profa. Terezinha Ferreira Parente	Diogo Vital de Siqueira	
Padre Antônio Monteiro da Cruz	Profa. Terezinha Ferreira Parente		Professor Luís Costa	
Faustino de Albuquerque	Profa. Terezinha Ferreira Parente		Professor Luís Costa	
Marieta Guedes Martins	Francisco das Chagas Farias	Profa. Terezinha Ferreira Parente		
Professor Jacinto Botelho	Francisco Silva Cavalcante	Profa. Terezinha Ferreira Parente	Francisco das Chagas Farias	Ary de Sá Queiroz
Professor Ademar Nunes Batista	Manuel Rodrigues	Profa. Terezinha Ferreira Parente	Francisco das Chagas Farias	Francisco Silva Cavalcante
Conceição Mourão	Manuel Rodrigues			
Enfermeira Maria Viviane Benevides Gouveia	Francisco das Chagas Farias	Professor Luís Costa		
Cassimiro Montenegro	Manuel Rodrigues	Francisco Silva Cavalcante	Francisco das Chagas Farias	Profa. Terezinha Ferreira Parente

<b>DMU</b>	<b>Benchmark</b>			
Raquel de Queiroz	Ary de Sá	Francisco das Chagas Farias	Francisco Silva Cavalcante	Profa. Terezinha Ferreira Parente
Guiomar da Silva Almeida	Profa. Terezinha Ferreira Parente		Francisco das Chagas Farias	
Ismael Pordeus	Profa. Terezinha Ferreira Parente		Professor Luís Costa	
Vereador Jose Barros de Alencar	Professor Luís Costa		Francisco das Chagas Farias	
Marieta Cals	Profa. Terezinha Ferreira Parente		Manuel Rodrigues	
Profa. Martha dos Martins Coelho Guilherme	Francisco Silva Cavalcante	Ary de Sá Queiroz	Francisco das Chagas Farias	Profa. Terezinha Ferreira Parente

Fonte: Elaboração da autora.

Além disso, a utilização da metodologia DEA permite projetar a quantidade de insumo a ser utilizada pelas escolas ineficientes de forma a maximizar a quantidade de produto e, a partir disso, se tornarem eficientes; ou seja, para que essas escolas se tornem eficientes as mesmas precisariam gerar mais produtos (aprovarem mais alunos). Com isso, elas teriam que projetar seus insumos (custeio; quantidade de computadores, livros, professores, acervo disponível, e outros equipamentos como Datashow, retro projetor, projetor de slides, TV, vídeo, som, DVD, episcopio) para os valores estabelecidos na Tabela 5.

Tabela 5 - *Targets* de Insumos para as Escolas Ineficientes

<b>Escolas (DMUs)</b>	<b>Custeio</b>	<b>Computador</b>	<b>Outros</b>	<b>Acervo</b>	<b>Livros</b>	<b>Professores</b>
Antônio Correia Lima	17552.72	8.367	1.931	1733.904	409.34	23.17
José Ramos Torres de Melo	11059.95	9.08	0.649	188.86	29.055	22.752
Francisca Fernandes Magalhães	2357.58	1.276	0.251	207.263	48.931	3.262
Waldemar Barroso	9647.281	4.7	1.153	1125.464	211.627	7.415
Thomaz Pompeu Sobrinho	9809.154	4.694	1.095	999.412	226.399	12.01
Claudio Martins	5619.224	2.687	0.626	569.87	129.899	6.961
Educador Paulo Freire	10237.27	8.073	0.765	438.813	31.716	17.3
Padre Antônio Monteiro da Cruz	4754.12	2.3	0.553	526.715	106.449	4.515
Faustino de Albuquerque	18336.58	8.77	2.044	1861.541	423.733	22.656
Marieta Guedes Martins	11320.52	6.999	1.152	848.16	200.234	16.524
Professor Jacinto Botelho	14136.51	5.453	0.545	1214.308	148.981	19.63
Professor Ademar Nunes Batista	5724.666	4.672	0.467	163.975	31.769	10.485
Conceição Mourão	20061.94	0	2.341	2170.023	351.136	33.943
Enfermeira Maria Viviane Benevides Gouveia	7226.061	5.77	0.705	409.776	71.711	9.322
Cassimiro Montenegro	14806.81	4.446	1.279	1187.443	214.532	26.848
Raquel de Queiroz	10376.24	5.959	0.596	595.884	95.726	17.877
Guiomar da Silva Almeida	12916.26	6.784	1.384	1170.31	276.287	17.668
Ismael Pordeus	15977.33	7.626	1.766	1594.877	371.317	20.579
Vereador Jose Barros de Alencar	6553.863	6.47	0.538	106.349	18.611	11.3
Marieta Cals	21275.94	9.523	2.349	2113.881	488.611	28.568
Profa. Martha dos Martins Coelho Guilherme	19495.74	9.687	0.605	1397.322	117.179	26.639

Fonte: Elaboração da autora.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Avaliar a eficiência técnica de escolas, sejam elas da rede municipal, estadual ou privada, pode ser entendido como uma maneira de intuir sobre a qualidade/motivação do ensino aos alunos. Vale ressaltar que o processo de aprendizagem possui objetivos de curto e longo prazo. Deste modo, esta pesquisa se pautou em mensurar a eficiência técnica relativa das escolas municipais de Fortaleza, para o ano de 2007, de modo que não seria adequada a utilização de um modelo determinístico, em decorrência dos requerimentos econométricos associados à sua estimação.

A fronteira de produção é constituída com base em uma técnica não-paramétrica (programação linear) denominada na literatura econômica como DEA. A partir dessa metodologia foi possível estabelecer um *rank* de eficiência técnica, projetar os insumos e produtos necessários para as escolas ineficientes se tornarem eficientes, bem como fazer alusão às escolas de referências (*benchmarks*) para as ineficientes.

No tocante a análise dos resultados, esta foi desenvolvida de forma indicativa e, como toda técnica quantitativa, os resultados são derivados das decisões metodológicas. Nestes termos, para tornar os resultados dessa pesquisa mais robustos, foram feitas exclusões das DMU que não apresentaram os *inputs* e/ou *outputs* para que fosse montado um painel de dados balanceado.

Das 31 escolas utilizadas na amostra, dez são eficientes na análise DEA realizada sob a hipótese dos retornos de escala serem constantes. Tal hipótese admite que todas as escolas podem alcançar a produtividade máxima observada independentemente do seu porte. Todavia, essa hipótese é de difícil comprovação empírica, contudo, neste trabalho, esta é suportada pelos dados observados.

Desta maneira, pode-se dizer que esta aplicação serve para fornecer maiores informações a respeito das quantidades de recursos físico e humano

disponíveis em cada escola. Além disso, optou-se por direcionar a técnica aqui empregada para permitir uma avaliação da eficiência das escolas municipais de Fortaleza, sem abordar a eficácia ou efetividade dessas escolas.

Nestes termos, é válido dizer que o exercício proposto por esta pesquisa em avaliar a eficiência técnica relativa das escolas de ensino fundamental mediante um processo empírico que se dedica a comparação de produtos e insumos com os produtos e insumos das demais DMU da amostra. Além disso, as escolas eficientes formam uma fronteira de eficiência técnica relativa.

Enfim, o exercício empírico desenvolvido por esta investigação pode servir como indicativo para avaliação de eficiência técnica das escolas da rede municipal de Fortaleza, uma vez que tal exercício apontou algumas escolas que podem ser utilizados como *benchmark* pelas demais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEL, L. **Avaliação cruzada da produtividade dos departamentos acadêmicos da UFSC utilizando DEA (Data Envelopment Analysis)**. 2000. 62 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

ANDRADE, E. L. **Introdução à pesquisa operacional: métodos e modelos para a análise de decisão**. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos, 1989.

BARRETO, J. A. E. Avaliação da escola e do sistema para uma gestão educacional de qualidade. In: Simpósio Regional de Administração da Educação do Nordeste, 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: 1996.

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

BIONDI NETO, L. **Neuro – DEA: nova metodologia para determinação da eficiência relativa de unidades tomadoras de decisão**. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

BRASIL. MEC. INEP. SAEB – **Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica**. Brasília, DF, 1990.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of operational Research**, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978.

COELLI, T. **A guide to DEAP version 2.1: a data envelopment analysis program**. Working Paper nº 8. Center for Efficiency and Productivity Analysis. New England: University of New England, 1996.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M., TONE, K. **Data envelopment analysis**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2002. 318p.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M., TONE, K. **Introduction to data envelopment analysis and its uses**. Springer, 2006, 354p.

FAÇANHA, L. O.; MARINHO, A. **Instituições de ensino superior governamentais e particulares: avaliação comparativa de eficiência**. Rio de Janeiro: IPEA, 2001. Texto para discussão, 813.

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

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

GADOTT, M. **Escola Cidadã. Uma aula sobre autonomia da escola**. São Paulo: Cortez, 1992.

GASPARINI, C. E.; MELO, L. S. C. **Equidade e eficiência municipal: uma avaliação do Fundo de Participação dos Municípios – FPM**. In: Tesouro Nacional. (Org.). Finanças Públicas. Brasília: Editora Universidade de Brasília, v. 8, p. 337-401, 2004.

GASPARINI, C. E.; SOUZA Jr., C. V. N. Análise da Equidade e da Eficiência dos Estados no contexto do Federalismo Fiscal Brasileiro. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 803-832, 2006.

GONDIM, S. S. **Análise da eficiência técnica das redes hospitalares públicas Estadual e municipal em Fortaleza**. Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia - CAEN, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

GRASSETTI, L.; GORI, E.; BELLIO, R. **Efficiency Estimation of Hospital Services: a Survey and Multilevel Developments**. In: Atti del Convegno Intermedio SIS 2001, Analisi Statistica Multivariata per le scienze economico-sociali, le scienze naturali e La tecnologia – Sessioni Plenarie. Napoli, p. 9-11, 2003.

KOOPMANS, T. C. Efficient Allocation of Resources. **Econometrica**, v. 19, n. 4, p. 455-465, out. 1951.

LINS, M. E.; LOBO, M. S. C.; SILVA, A. C. M.; FISZMAN, R.; RIBEIRO, V. J. P.. O uso da Análise Envoltória de Dados (DEA) para avaliação de hospitais universitários brasileiros. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 12, n. 4, p. 985-998, 2007.

LINS, M. P. E.; MEZA, L. A. **Análise envoltória de dados e perspectivas de integração no ambiente do apoio à decisão**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2000.

LOPES, A. L. M.; LANZER, E. A.; LAPA, J. S. **Análise por envelopamento de dados**. Uma nova Ferramenta para Avaliação de Produtividade Multidimensional no Setor de Serviços. ENANPAD, 1996.

MACHADO JUNIOR, Sárís Pinto; IRFFI, Guilherme; BENEGAS, Mauricio. Análise da eficiência técnica dos gastos com educação, saúde e segurança pública dos municípios do estado do Ceará. In: V ENCONTRO DE ECONOMIA DO CEARÁ EM DEBATE, Fortaleza, 2009.

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

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.

SOUZA, J. J. S. **Eficiência na alocação de recursos públicos nos sistemas municipais de ensino**: o caso dos municípios da região oeste do Paraná no ano de 1996. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2001

TROMPIERI NETO, N.; LOPES, D. A. F.; BARBOSA, M. P.; HOLANDA, M. C. Determinantes da Eficiência dos Gastos Públicos Municipais em Educação e Saúde: O Caso do Ceará. In: IV ENCONTRO ECONOMIA DO CEARÁ EM DEBATE, Fortaleza – CE, 2008.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – GRÁFICO 3

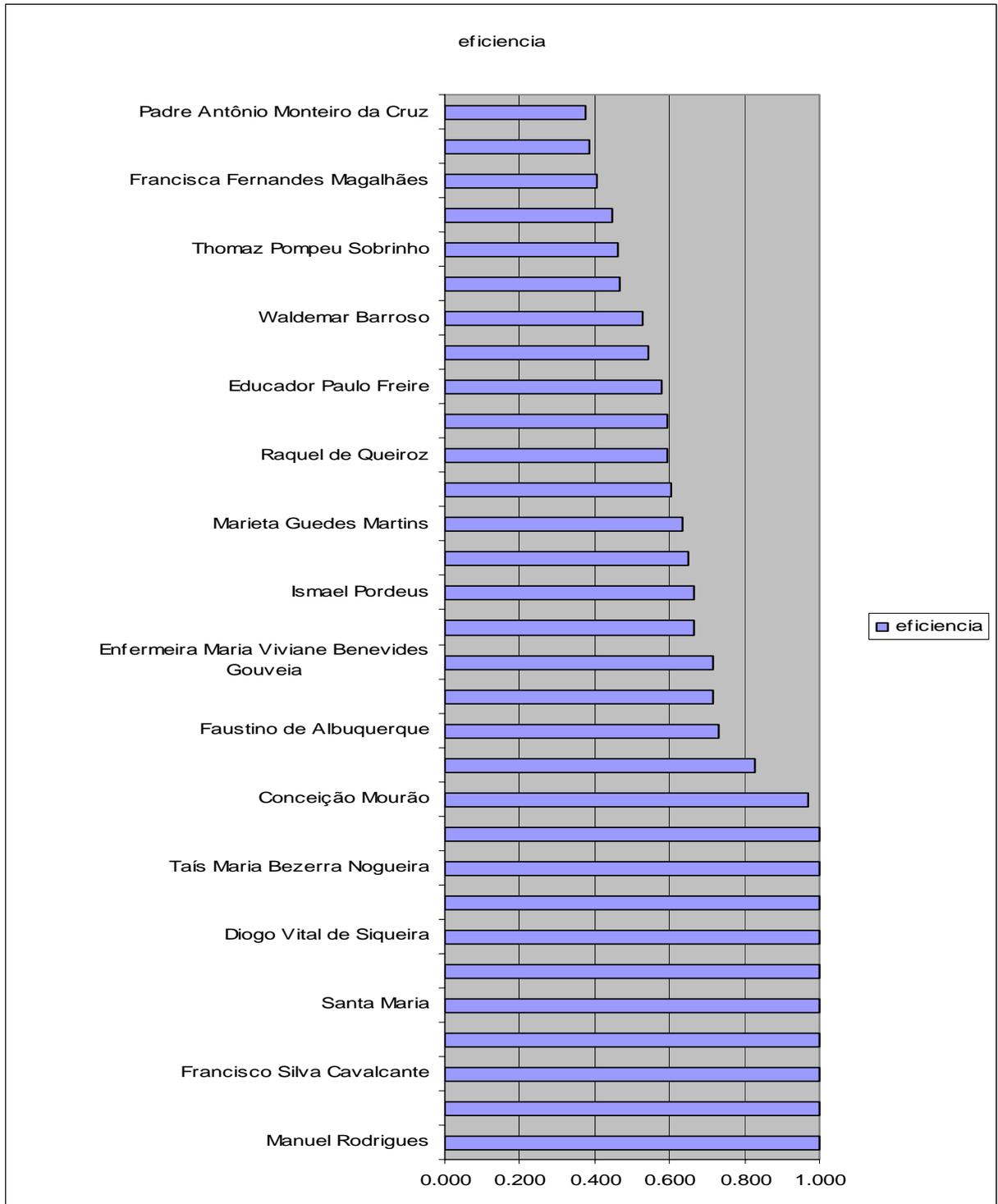


Gráfico 3 – Escala de Eficiência Técnica Relativa das Escolas da Rede Municipal de Ensino de Fortaleza  
 Fonte: Elaboração da autora.

## APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO

### PESQUISA PARA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

#### 1) ESCOLA:

Nome: \_\_\_\_\_

Regional: \_\_\_\_\_

Nome do Respondente: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

#### 2) ALUNOS:

Série	Matriculados	Aprovados	Repetentes	Evadidos	Transferidos
6 <sup>a</sup>					
7 <sup>a</sup>					
8 <sup>a</sup>					
9 <sup>a</sup>					

#### 3) BIBLIOTECA:

Sim  Não  Acervo  Total de Livros em Circulação

#### 4) SALA DE MULTIMÍDIA

Computadores  Data Show  Outros \_\_\_\_\_

#### 5) ENERGIA

Consumo de 2007 \_\_\_\_\_

#### 6) TITULAÇÃO

	Diretor (a)	Professores
Graduação		
Especialista		
Mestre		
Doutor		

#### 7) CUSTEIO EM 2007

\_\_\_\_\_