



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA – CAEN
MESTRADO EM ECONOMIA

SÁRIS PINTO MACHADO JUNIOR

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA TÉCNICA DOS GASTOS COM EDUCAÇÃO, SAÚDE E
SEGURANÇA PÚBLICA DOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO CEARÁ

FORTALEZA

2008

SÁRIS PINTO MACHADO JUNIOR

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA TÉCNICA DOS GASTOS COM EDUCAÇÃO, SAÚDE E
SEGURANÇA PÚBLICA DOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO CEARÁ

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

Orientador: Prof. Dr. Maurício Benegas

FORTALEZA

2008

M131a Machado Junior, Saris Pinto
Análise da eficiência técnica dos gastos com educação, saúde e segurança pública nos municípios do Estado do Ceará / Saris Pinto Machado Junior. 2008.
46 f.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Benegas.
Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal do Ceará. Curso de Pós Graduação em Economia – CAEN, Fortaleza, 2008.

1. Gasto público. I. Título.

CDD. 336

SÁRIS PINTO MACHADO JUNIOR

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA TÉCNICA DOS GASTOS COM EDUCAÇÃO, SAÚDE E
SEGURANÇA PÚBLICA DOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO 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 03/12/2008.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Maurício Benegas (Orientador)
Universidade Federal do Ceará – CAEN/UFC

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

Prof. Dr. Ricardo Antônio de Castro Pereira
Universidade Federal do Ceará – CAEN/UFC

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas suas bênçãos incomensuráveis.

A minha família, em especial a Gianne e Geovania.

Ao professor Dr. Custódio Luís Silva de Almeida, por todo o seu respeito e compreensão.

Ao orientador professor Dr. Maurício Benegas, pelo profissionalismo e pela paciência dedicada a minha pessoa.

Ao doutorando Guilherme Irfi, por sua dedicação e presteza ao longo do mestrado.

Aos meus companheiros de mestrado, em especial ao Augusto Rocha, Gardênia Barbosa e Roberto Lavor, por todas as dificuldades e lutas em comum enfrentadas nos longos meses de curso.

Aos meus contemporâneos de Universidade Amanda Maria, Daniel Ítalo, Iran Monte e Keifer Fortunatti, pelo auxílio e reflexões econômicas.

A todos aqueles que não foram citados, mas que de alguma maneira contribuíram na execução deste trabalho.

“Lembra-te do teu Criador nos dias da tua mocidade, antes que cheguem os anos dos quais dirás: Não tenho neles prazer”

Eclesiastes 12:1

RESUMO

Esta pesquisa busca avaliar a eficiência técnica dos gastos municipais per capita em educação, saúde, e segurança para os municípios cearenses, referente ao ano de 2005. Para isso, utiliza-se da metodologia de Análise Envoltória de Dados (DEA), orientada para insumo e retornos constantes de escala, uma vez que se pretende obter resultados voltados para diminuir o gasto público e manter o nível de eficiência na prestação dos serviços à comunidade cearense. Nestes termos, pode-se dizer que esse exercício empírico procura estimar a eficiência técnica relativa, a eficiência escalar, bem como classificar os municípios analisados segundo essas medidas e, ainda, apontar os municípios que são considerados como *benchmark* em cada modelo. Os resultados são um tanto quanto interessantes, pois o modelo que agrega insumos e produtos dos serviços de educação, saúde, e segurança apresentou 55% dos municípios sobre a fronteira de eficiência relativa. Por outro lado, os modelos específicos de Saúde, Educação e Segurança apontam uma baixa eficiência técnica no gasto público social. O estudo conclui que há certa ineficiência técnica no tocante os gastos públicos municipais do Ceará com saúde, educação e segurança.

Palavras-Chave: Eficiência técnica, DEA, Gasto Público, Municípios Cearenses.

ABSTRACT

This research seeks to evaluate the technical efficiency of municipal per capita spending on education, health, and safety for municipalities cearenses, covering the year 2005. For this, it uses the methodology of Data Envelopment Analysis (DEA), oriented input and constant returns to scale, because they want to achieve results aimed to reduce public spending and keep the level of efficiency in service delivery to Ceará community. Accordingly, we can say that this empirical exercise to estimate the demand on technical efficiency, the efficiency scale as well as rank the cities analyzed according to these measures and, moreover, indicate that the municipalities are considered as benchmark in each model. The results are somewhat interesting, because the model that adds inputs and products of education services, health, safety and showed 55% of the counties on the border of relative efficiency. Furthermore, the specific models of Health, Education and Safety show a low technical efficiency in public social spending. The study concludes that there are some technical inefficiency regarding public spending municipal Ceará with health, education and security.

Key-words: Technical Efficiency, DEA, Public Expenditure, Municipalities Cearenses.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – <i>Rank</i> de Eficiência Técnica das Políticas Públicas (Saúde, Educação e Segurança)	31
Tabela 2 – Estatísticas Descritivas das Eficiências Técnicas Relativas	34
Tabela 3 – Análise Comparativa de Eficiências Técnicas Relativas.	35
Tabela 4 – <i>Benchmarks</i> para o modelo Gasto Público	40
Tabela 5 – <i>Benchmarks</i> para os modelos Saúde, Educação e Segurança	41

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Funções distância insumo-orientada - (a) Função distância insumo-orientada	20
FIGURA 1 – Funções distância insumo-orientada - (b) Função insumo-orientada	21
FIGURA 2 – Funções distância produto-orientada - (a) Função distância produto-orientada	22
FIGURA 2 – Funções distância produto-orientada - (b) Função distância Produto-orientada	22
FIGURA 3 – Medidas de eficiência técnica de Farrel insumo-orientada e produto-orientada	24

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
EDUCINF	Número de Estabelecimentos de Educação Infantil
GASS	Despesas <i>per capita</i> com Assistência Social
GEDU	Despesas <i>per capita</i> com Educação e Cultura
GSAU	Despesas <i>per capita</i> com Saúde e Saneamento
HU	Hospitais Universitários
IDEAL	Interactive Data Envelopment Analysis Laboratory
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais
INVTXFURTO	Taxa de Furto (inverso)
INVTXHOM	Taxa de Homicídios (inverso)
INVTXLESAO	Taxa de Lesão Corporal (inverso)
INVTXMORT	Taxa de Mortalidade Infantil (inverso)
INVTXROUBO	Taxa de Roubo (inverso)
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
PL	Programação Linear
RMF	Região Metropolitana de Fortaleza
TE	Technical Efficiency
TXAGUA	Taxa de Cobertura Urbana de Abastecimento de Água Encanada
TXEDUC	Taxa de Alfabetização de Educação Infantil
TXESCOL	Taxa de Escolarização
TXESGT	Taxa de Cobertura Urbana de Esgotamento Sanitário

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
3. METODOLOGIA.....	19
3.1. As Funções Distância	20
3.2. Análise Envoltória de Dados	25
4. BASE DE DADOS.....	27
5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	30
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
ANEXO I.....	40
ANEXO II	43

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, são constantes os esforços das três esferas de governo (Federal, Estadual e Municipal) para cumprir metas de superávit primário, bem como realizar o compromisso de aumentar as arrecadações próprias em proporções maiores do que os aumentos das despesas em geral, ocasionado receitas produzidas com o sacrifício de grande parcela do setor empresarial.

Assim o Brasil, seguindo o ordenamento jurídico vigente, criou um modelo de repartição de competências tributárias, no qual não existe a possibilidade de acumulação, gerência ou concorrência de um ente em relação a outro. Desta maneira, os estados estão vinculados à observância das suas constituições, leis e normas gerais.

Ante de todas essas dificuldades, o Estado do Ceará sofre ainda mais com a carência de recursos naturais e de investimentos externos para alavancar seu desenvolvimento.

Objetivando maior racionalidade no emprego de verbas pública, ratifica-se a necessidade de estudos econômicos a fim de se definir a aplicação dos recursos de forma eficiente. Em razão desse fato, é necessário se obter maior eficiência e maior impacto dos gastos públicos, o que enseja um aprimoramento nos instrumentos e técnicas para a tomada de decisão e para avaliação das políticas públicas no País.

Este trabalho, então tem por objetivo verificar e analisar os gastos públicos realizados pelos municípios cearenses com educação, saúde e segurança no ano de 2005, no tocante à sua eficiência. Por intermédio do exercício empírico, procura-se estimar a eficiência técnica relativa e a eficiência escalar e classificar os municípios analisados segundo essas medidas e, ainda, apontar os municípios que são considerados como *benchmark* em cada modelo.

Para realizar este ensaio, empregar-se-á o modelo *Data Envelopment Analysis* (DEA), utilizando indicadores sociais e econômicos para determinar a eficiência relativa

do gasto público dos municípios cearenses. Neste sentido, esta pesquisa busca contribuir para a avaliação de políticas públicas para o Estado do Ceará, utilizando o modelo DEA.

Nestes termos, pode-se dizer que o objetivo desse exercício empírico é mensurar a eficiência técnica dos gastos públicos social (saúde, educação e segurança) realizados pelos municípios cearenses. Vale ressaltar que a prestação desses serviços é de competência do Poder Público conforme, a Constituição Federal de 1988; logo, isto justifica a escolha das referidas despesas para mensurar a eficiência dos municípios do Estado.

Para isso, serão estimados quatro modelos, orientados por insumo e com retorno constante de escala, uma vez que se pretende obter resultados voltados para diminuir o gasto público (insumo), mas manter o nível de eficiência na prestação dos serviços (produtos) à comunidade cearense. A estimação desses modelos vislumbra a obtenção de robustez dos resultados, uma vez que se estimará um modelo que agrega (considera) todos os insumos e todos os produtos, denominado de Gasto Público. Concomitantemente, serão estimados modelos para cada tipo de serviço, ou seja, modelos desagregados.

Para estimar tais modelos, serão utilizadas informações disponibilizadas pelo IPEADATA, INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais), IPECE (Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará) e da Secretaria do Tesouro Nacional do Ministério da Fazenda.

A priori, pode-se destacar o fato de que a estimação desses modelos produziu um resultado interessante, pois o modelo que agrega insumos e produtos dos serviços de saúde, educação e segurança apresentou 55% dos municípios sobre a fronteira de eficiência relativa. Por outro lado, os modelos saúde, educação e segurança mais se aproximam da realidade dos municípios cearenses, dado que os resultados apontam baixa eficiência técnica no gasto público social.

Este experimento está estruturado em seis capítulos, incluindo esta introdução. O segundo capítulo promove 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 da Unidade Tomadora de Decisão, doravante DMU. A seguir, o

terceiro segmento discorre sobre a formulação matemática da técnica, enquanto as variáveis utilizadas para estimação dos modelos são apresentadas no quarto capítulo. A seguir, o quinto módulo é reservado à análise e discussão dos resultados. E por fim, são feitas as considerações finais, trazendo a epítome dos achados da investigação, acompanhando da lista da literatura teórica e empírica em que se arrimou a pesquisa.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Charnes, Cooper & Rhodes (1978), doravante CCR, fizeram uma generalização do estudo de Farrel (1957), estendendo o modelo para múltiplos recursos e resultados na obtenção de um indicador que atendesse ao conceito de eficiência de Koopmans (1951). Desde então, a técnica de construção de fronteiras de eficiência é bastante difundida, tornando-se conhecida (no seu ramo não-paramétrico) como DEA.

Grassetti *et al.* (2003) argumentam que a análise de eficiência é útil para os gestores por duas razões. Primeiro, porque é capaz de indicar o potencial de melhoria de desempenho de cada setor; e segundo, por avaliar o desempenho de cada organização, relativamente as suas referências e definindo indicadores de eficiência relativa e absoluta. Logo, se torna capaz de estabelecer metas de desempenho diferenciadas.

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.

Diante das inúmeras aplicações da metodologia DEA, este capítulo tem por finalidade apresentar de forma sucinta uma breve revisão da literatura, destacando o emprego da metodologia DEA para avaliação de medidas de eficiências em políticas públicas.

Façanha e Marinho (2001) desenvolveram um exercício para avaliação da eficiência de 43 hospitais universitários (HU) no Brasil para o ano de 1997. Os autores utilizaram como insumos a área construída, total de recursos financeiros, o número de docentes pagos pelo MEC, o total de funcionários, o quantitativo de leitos ativos, de médicos internos, de médicos pagos pelo MEC, de médicos residentes, de salas ambulatoriais, de salas de cirurgia e ambulatório e o número de salas de centros cirúrgicos. Em contrapartida, foram utilizados como produtos o número total de cirurgias, consultas, internações e o Fator de Incentivo ao Desenvolvimento do Ensino e

da Pesquisa em Saúde. Esse estudo também utilizou DEA e ainda combinou com testes e procedimentos estatísticos não-paramétricos específicos. Por fim, foram feitas extensões baseadas nas orientações (insumo e/ou produto) que a DEA forneceu para ajustes nas eficiências (ineficiências) observadas nos HU relativos aos problemas de retornos de escala, bem como a associações das eficiências observadas com formas de interação dos HU. Para este sistema, formado por 43 HU brasileiros, a ineficiência técnica média encontrada foi de 17,54%.

Enquanto isso, Lins *et al.* (2007) consideram indicadores de assistência, ensino e pesquisa para desenvolver um estudo de caso com 31 hospitais gerais pertencentes a universidades federais brasileiras, e utiliza o programa IDEAL (*Interactive Data Envelopment Analysis Laboratory*) como ferramenta de avaliação de desempenho. Este programa permite uma visualização tridimensional da fronteira de produtividade, o que facilita a análise exploratória e as escolhas das variáveis pertinentes, bem como a compreensão dos resultados do modelo. O IDEAL também permite indicar as mudanças necessárias para as unidades ineficientes, o que possibilita ajudar (recomendar) a distribuição de recursos públicos baseada em qualidade/eficiência.

Por sua vez, Gondim (2008) avalia a eficiência técnica relativa de quatorze hospitais das redes públicas do Estado e da Prefeitura de Fortaleza para o ano de 2006, utilizando DEA para subsidiar a tomada de decisões do gestor, atendendo ao princípio da eficiência. Vale ressaltar a utilização do modelo desenvolvido por CCR para identificar as DMU que estão sobre a fronteira de produção, bem como a desagregação dos cinco *inputs* [número de leitos em operação; de funcionários, exclusive médicos; número de médicos; prazo médio de permanência hospitalar; e consumo físico de energia elétrica (kW/h/Ano)] e quatro *outputs* [número de pacientes internados, quantidade de pacientes ambulatoriais, de pacientes atendidos e taxa de mortalidade] pesquisados, que possibilitaram trabalhar com dois modelos empíricos, e em ambos os cenários um maior número de unidades do Município de Fortaleza alcançaram a fronteira de produção.

Com o objetivo de comparar os indicadores socioeconômicos das cidades brasileiras mais populosas, Bezerra & Diwan (2001) utilizaram o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e a técnica DEA, cuja aplicação ocorreu no intuito de medir a eficiência da alocação dos recursos municipais. Com o objetivo de comparar

ambas as metodologias – IDH e DEA – os autores empregaram como *outputs*, os mesmos indicadores usados no cálculo do Índice de Desenvolvimento Humano. Foram escolhidos como *inputs* fatores que podem ser divididos em investimentos municipais e em infraestrutura nas cidades. Entre tais investimentos, destacam-se: gastos *per capita* do município com educação, saúde e saneamento, habitação e transporte. Já como fatores relacionados à infraestrutura municipal, os autores empregaram o número de habitantes por leito hospitalar, a quantidade de matrículas nos ensinos pré-escolar, fundamental e médio sobre o quantitativo de professores nestes três níveis de ensino e a totalidade de empresas sediadas ou com atividades no município. Concluíram, então, que a utilização do DEA permitiu a consideração da eficiência dos usos dos recursos municipais, ampliando, assim, o alcance da metodologia do IDH, possibilitando a identificação dos municípios “bons” e “ruins”, isto é, aqueles que conseguiram bons resultados, mesmo com poucos investimentos, e aqueles que precisam reformular sua gestão em virtude dos resultados comparativamente baixos, haja vista o volume aportado de recursos públicos.

Gasparini & Souza Jr. (2006) empregam a Análise de Componentes Principais (ACP) e a Análise Envoltória de Dados (DEA) para avaliar em que medida o Fundo de Participação dos Estados atende aos objetivos redistributivos contemplados pela Constituição Federal, bem como o seu impacto sobre a eficiência da gestão pública. Os resultados apontam a região Sul com a melhor disponibilidade de serviços e a maior eficiência no uso dos recursos, encontrando-se no outro extremo a região Nordeste. Em virtude desta realidade, concluíram, que todas as Unidades Federativas necessitam de complementação de verbas e constatam que há distorções no atual critério.

Trompieri Neto *et. al.* (2008) avaliam a qualidade dos gastos públicos municipais do Estado do Ceará em educação e saúde, utilizando DEA para estimar índices de eficiência, considerando indicadores de insumo e produto. E, ainda, aplicam uma correção de viés proposta por Simar & Wilson (1998) nos índices estimados, produzindo *rankings* robustos de eficiência. Não obstante, os autores utilizam-se de um modelo de regressão com variável dependente censurada (Tobit) no intuito de analisar o impacto de determinadas variáveis sobre o índice de eficiência estimado; e, ainda, analisam os determinantes da qualidade dos gastos públicos no contexto municipal,

diferenciando entre produtos (insumos) oferecidos à população e resultados (produtos) efetivamente alcançados pelas gestões municipais, com suporte na análise de regressão.

Cabe destacar, neste passo, o trabalho de Faria, Jannuzzi & Silva (2008), o qual procurou desenvolver uma análise de políticas públicas ao verificar se os recursos orçamentários para os 62 municípios fluminenses em análise foram bem utilizados, ou seja, se as despesas com educação e saúde se refletem em melhoras dos respectivos indicadores. Vale ressaltar que a Análise Envoltória dos Dados foi direcionada para permitir uma avaliação da eficiência do gasto social, não abordando a questão da eficácia ou efetividade dessa despesa, e, para isso, foram utilizados como *inputs* os recursos disponíveis e como *outputs* os resultados, ou melhor, o impacto dos serviços prestados.

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 segmento se destina a apresentar a metodologia empregada nesta pesquisa, para que se possa verificar a eficiência do gasto público com educação, saúde e assistência social (segurança pública) para os municípios cearenses com referência ao ano de 2005.

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

3.1. As Funções Distância

Quando múltiplos insumos são utilizados para produzir múltiplos produtos, as *funções distância de Shepard* (1953/70) podem ser utilizadas para caracterizar a estrutura da tecnologia de produção e medir a eficiência técnica das unidades produtivas. As funções distância podem ser orientadas pelos insumos ou pelos produtos. Uma função distância insumo-orientada, definida como $D_1(y, x) = \max\{\lambda : x/\lambda \in L(y)\}$, mostra a quantidade máxima pela qual uma DMU pode contrair o vetor de insumos e ainda permanecer no vetor de produção factível.

Na figura 1 apresenta-se o conceito de função distância insumo-orientada. A figura 1a mostra uma função distância-insumo para o caso de apenas um produto e um só insumo ($M=1, N=1$), onde insumo x é factível para produzir a quantidade y , porém essa mesma quantidade poderia ser obtida empregando-se uma menor de insumos, (x/λ^*) ; então, a distância entre o ponto observado e a fronteira de produção T é dada por $D_1(y, x) = \lambda^* > 1$. Na figura 1b, considera-se apenas um ($M=1$) e dois insumos ($N=2$); o vetor de insumos x é factível para produzir y , mas y pode ser produzido a partir de um vetor-insumo radialmente contraído, (x/λ^*) , de modo que $D_1(y, x) = \lambda^* > 1$.

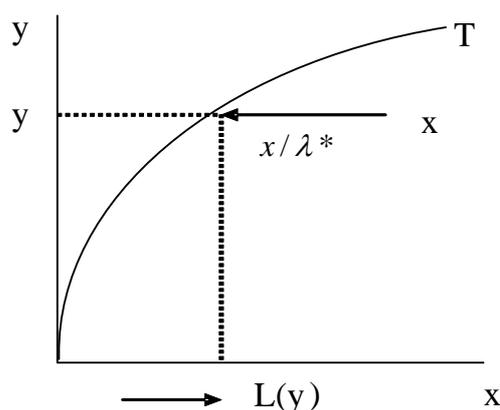


FIGURA 1 – Funções distância insumo-orientada
 (a) Função distância insumo-orientada
 ($M=1, N=1$)

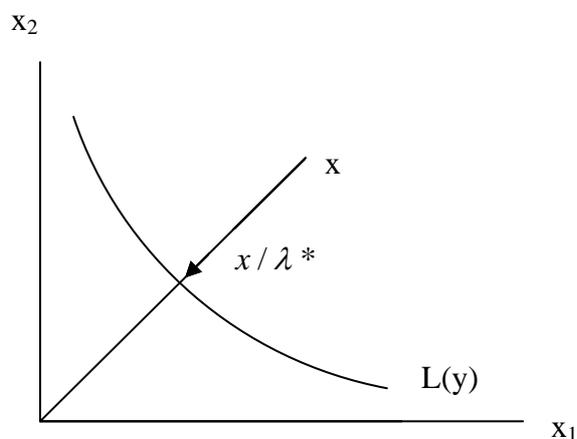


FIGURA 1 – Funções distância insumo-orientada
(b) Função insumo-orientada (N=2)

Por outro lado, uma função distância produto-orientada é definida como $D_0(y, x) = \min\{\mu : y/\mu \in P(x)\}$, e mostra, para um dado vetor de insumos, a quantidade mínima pela qual um vetor-produto pode ser deflacionado e ainda permanecer no conjunto factível de produção.

Na figura 2 apresenta-se o conceito de função distância produto-orientada para um só produto e insumo único (M=1, N=1) e para dois produtos (M=2). Na figura 1a, a quantidade y pode ser produzida da quantidade x do insumo, porém com essa mesma quantidade de insumo poderia ser produzida maior quantidade do produto, dada por (y/μ^*) ; então, a distância entre o ponto observado e a fronteira de produção é dada por $D_0(x, y) = \mu^* < 1$. Na figura 1b, é possível produzir o vetor de produtos y a partir do insumo x , no entanto, para esse mesmo nível de insumos, o vetor de produtos pode ser radialmente expandido para (y/μ^*) , de sorte que a distância entre y e a fronteira $P(x)$ é dada por $D_0(x, y) = \mu^* < 1$.

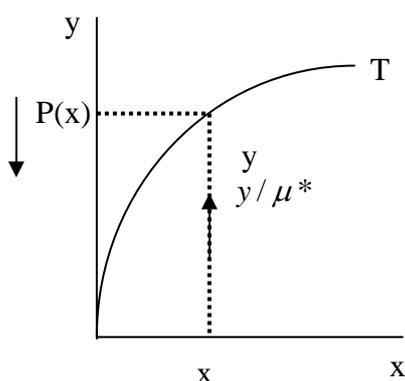


FIGURA 2 – Funções distância produto-orientada
(a) Função distância produto-orientada
(M=1, N=1)

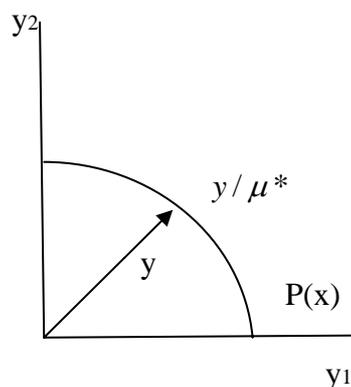


FIGURA 2 – Funções distância produto-orientada
(b) Função distância Produto-orientada
(M=2)

Em geral, as funções-distância são utilizadas para caracterizar tecnologias de produção em que múltiplos insumos são utilizados para produzir múltiplos produtos. Se, no entanto, o único produto é produzido, a função distância produto-orientada pode ser representada por: $D_0(x, y) = y / f(x) \leq 1$. De modo semelhante, se um só insumo é utilizado para produzir múltiplos produtos, a função distância insumo-orientada é representada por: $D_1(y, x) = x / g(y) \geq 1$, onde $g(y)$ é o requerimento de insumo para produzir fronteira.

Farrel (1957) definiu uma simples medida para firma eficiente que utiliza múltiplos insumos. Na perspectiva desse autor, a eficiência de uma firma consiste de dois componentes – TE, que reflete a habilidade da firma em obter máximo produto,

dado um conjunto de insumos; e eficiência alocativa (AE), que reflete a habilidade da firma em utilizar os insumos em proporções ótimas, dados seus preços relativos. Essas duas medidas são combinadas para se obter uma medida de eficiência econômica total.

Em relação à orientação das medidas de eficiência, a eficiência técnica de Farrell pode ser constituída sob duas perspectivas. A primeira, chamada eficiência técnica insumo-orientada, definida como uma função $TE_1(y, x) = \min\{\theta : \theta x \in L(y)\}$, determina a *TE* em termos da contratação na mesma proporção de todos os insumos. A segunda, *TE* produto-orientada, representada pela função $TE_0(x, y) = [\max\{\phi : \phi y \in P(x)\}]^{-1}$, determina a *TE* em termos da expansão equiproporcional de todos os produtos. Se nenhuma contratação equiproporcional de todos os insumos é factível, o *vetor de insumos é tecnicamente eficiente*. Do mesmo modo, se nenhuma expansão equiproporcional de todos os produtos é factível, o *vetor de produtos é dito tecnicamente eficiente*.

Considerando uma produção em que são utilizados múltiplos insumos para produzir um só produto y , as medidas de *TE* insumo-orientada e produto-orientada são dadas respectivamente pelas funções $TE_1(y, x) = \min\{\theta : y \leq f(\theta x)\}$ e $TE_0(x, y) = [\max\{\phi : \phi y \leq f(x)\}]^{-1}$.

A figura 3 utiliza a fronteira de produção $f(x)$ para ilustrar essas medidas de eficiência. Uma DMU utiliza a quantidade de insumo x_a para produzir y_a , representada pelo ponto A. Essa combinação insumo-produto é tecnicamente ineficiente, pois está abaixo da borda da fronteira de produção representada por $f(x)$. A medida de *TE* insumo-orientada, $TE_1(y^A, x^A)$, mede a contração máxima de x_A que permita continuar produzindo y_A . Assim, $TE_1(x, y) \leq \theta^A$, pois $y^A = f(\theta^A x^A)$. Por sua vez, a medida de *TE* produto-orientada, $TE_0(x^A, y^A)$, mede a recíproca da expansão máxima de y_A , que é factível para o nível de utilização do insumo x_A . Logo, $TE_0(x^A, y^A) = (\phi^A)^{-1} < 1$, pois $\phi^A y^A = f(x^A)$.

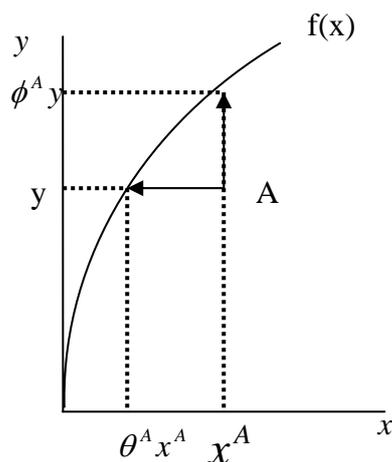


FIGURA 3 – Medidas de eficiência técnica de Farrell insumo-orientada e produto-orientada.

Em alguns casos, é mais apropriado determinar medidas de TE insumo-orientada, $TE_1(y, x)$, e, em outros, as medidas produto-orientada, $TE_0(x, y)$, são as mais adequadas.

Neste estudo, dispõe-se de um conjunto de informações em relação aos municípios do Estado do Ceará a serem analisadas, em apenas um período (ano-base 2005), de modo que não seria adequada a utilização de um modelo determinístico, em decorrência dos requerimentos econométricos associados a sua estimação. Desse modo, a fronteira de produção é constituída com base em uma técnica não-paramétrica (programação linear) denominada na literatura econômica como DEA.

Esse procedimento possui como principais vantagens: a) estimar a eficiência técnica para cada observação individual; b) não necessitar que se imponha nenhuma forma funcional específica; c) indicar as práticas de produção que servem como referência para os demais DMU da amostra; e d) calcular as possíveis sobras de produtos ou insumos. O método, entretanto, possui como limitação a elevada sensibilidade a 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)].

3.2. Análise Envoltória de Dados

O modelo matemático é a ferramenta disponível na Ciência Econômica para que haja a avaliação e a mensuração de determinado dado. No caso da avaliação da eficiência, a formulação do modelo DEA é a ferramenta na descrição de modelos não paramétricos.

O trabalho pioneiro em análise de eficiência é o constituído por Farrel (1957), no qual, por meio de programação matemática, o autor diferenciou componentes de eficiência de escala, global e técnica. A DEA permite, assim, obter a eficiência técnica relativa, partindo de um conjunto de unidades em análise, denominado DMU. 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 expressão DMU foi usada pela primeira vez no modelo CCR, proposto por Charnes, Cooper e Rhodes, em 1978.

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) – uma para o estado da amostra – para elaborar superfícies 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 $(n \times s)$, foi composta por n insumos, utilizados por s DMU. A matriz Y de produtos, de ordem $(m \times s)$, foi 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 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 como fronteiras paramétricas.

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

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

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

4. BASE DE DADOS

O emprego da metodologia DEA para mensurar eficiência pode ser descrito em três passos, sendo o primeiro a 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 (no primeiro passo); 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.

No que concerne à seleção de DMU para composição da análise é de grande importância para os resultados, uma vez que a metodologia DEA é sensível a valores extremos. Esta preocupação é muito relevante para garantir que os indicadores relativos às DMU sejam confiáveis, e que eventuais variações extremas sejam, de fato, situações concretas, não erros de medida; ou seja, os valores que se apresentam muito afastados da tendência central dos indicadores em foco não devem ser potenciais *outlier*, mas sim um padrão a ser seguido pelas unidades ineficientes para que estas venham a se tornar eficientes. Neste sentido, antes da aplicação da metodologia, é preciso realizar uma análise exploratória de dados, a fim de retirar DMU da amostra que possam vir a comprometer o resultado da estimação.

A escolha das variáveis para se trabalhar no modelo da DEA foi feita considerando-se o objetivo de avaliação da eficiência dos gastos municipais com Educação e Cultura, Saúde e Saneamento e com Segurança Pública (Assistência Social). Para isso, considerou-se o ano de 2005. Portanto, optou-se por trabalhar com as despesas por função, no caso, despesas *per capita* com educação e cultura (GEDU), com saúde e saneamento (GSAU) e com assistência social (GASS), como sendo *inputs* do modelo em foco. Cabe destacar a noção de que estas informações estão disponíveis no site do IPEADATA.

Foram utilizados como *outputs* os seguintes indicadores de condições de vida da população cearense: taxa de cobertura urbana de abastecimento de água encanada (TXAGUA), taxa de cobertura urbana de esgotamento sanitário (TXESGT), o inverso

da taxa de mortalidade infantil (INVTXMORT), número de estabelecimentos de educação infantil (EDUCINF), taxa de alfabetização de educação infantil (TXEDUC), taxa de escolarização (TXESCOL), o inverso da taxa de homicídios (INVTXHOM), inverso da taxa de lesão corporal (INVTXLESAO), o inverso da taxa de roubo (INVTXROUBO) e o inverso da taxa de furto (INVTXFURTO). A escolha desses *outputs* se justifica pela especificidade de cada um, como, por exemplo, a taxa de alfabetização infantil está intimamente ligada ao fato de que a escolarização básica é de incumbência dos municípios, ainda que seja comum a utilização de verbas do Governo Estadual.

Antes de estimar a DEA, no entanto, se excluíram os municípios que não disponibilizaram as informações provenientes para a realização deste estudo, pois se pretende empregar um painel de dados balanceado; ou seja, que contém todas as informações das respectivas DMU. A indisponibilidade dos gastos com as rubricas de saúde, educação e assistência social (*inputs*) resultou na exclusão de 50 municípios da amostra.

Importante consideração a ser destacada diz respeito à ausência dos Municípios de Itapipoca, Limoeiro do Norte, Sobral e Juazeiro do Norte, os quais são bastante representativos no universo de 184 municípios cearenses. O fato dessa exclusão decorreu de o Tribunal de Contas dos Municípios do Ceará não haver aprovado, ainda, no período da pesquisa, as contas públicas dos citados municípios, tornando inviável a utilização de dados das prefeituras que ainda não cumpriram seus preceitos constitucionais, ocasionando numa lacuna na amostra inicial dos dados pesquisados.

Por sua vez, a falta de informação dos *outputs*, principalmente os que competem à segurança pública (roubo, furto, homicídio e lesão corporal) eliminou mais 68 municípios. Em razão, pois, dessas exclusões, a amostra final compreende 67 DMU, o que representa 36% do total do Estado.

A seleção de variáveis que compõem 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.

Com esteio na apresentação das variáveis (DMU, *input* e *outputs*), o próximo passo (capítulo) consiste na estimação da DEA e análise de resultados, fulcro temático dessa parte da dissertação.

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este módulo versa sobre os resultados obtidos pela estimação do modelo DEA, os quais foram orientados por insumo e com retornos constantes de escala, haja vista que se pretende obter resultados voltados para diminuir o gasto público, mas manter o nível de eficiência na prestação dos serviços à comunidade cearense. Outrossim, este trabalho analisa três gastos, necessariamente obrigatórios, por parte do Poder Público conforme a Constituição Federal Brasileira de 1988.

Uma vez exposto o objetivo desta pesquisa, e após o tratamento nos dados, como discutido no capítulo anterior, levou-se em consideração a relevância das variáveis para estimação do modelo DEA, e, por isso, se optou por estimar quatro modelos, todos com retornos constantes de escala e com orientação para o insumo. A Tabela 1 se reporta aos resultados dos modelos,¹ enquanto as Tabelas 4 e 5 (ANEXO I) trazem os *benchmarks* para cada modelo, os quais servem como referência para os municípios que se encontram aquém da fronteira de eficiência técnica relativa.

Os resultados podem ser visualizados pelos Gráficos de 1 a 3 (ANEXO II), que apresentam o *rank* de eficiência relativa para cada um dos respectivos modelos, com apoio de uma escala decrescente, para se ter uma idéia de como se distribui a eficiência relativa de cada modelo.

A elaboração dos modelos pautou-se pela composição das informações, e, no intuito de produzir maior robustez aos resultados, foram estimados quatro modelos. O primeiro, denominado como Gasto Público, faz uso de todos os insumos e produtos sem distinção entre as pastas de Saúde, Educação e Segurança. Os demais modelos – Saúde, Educação e Segurança – levam em consideração apenas os insumos e produtos pertinentes à área, por isso, podem ser considerados casos particulares do modelo Gasto Público.

¹ Os valores apresentados na tabela representam uma escala de eficiência técnica (relativa) a qual assume valores entre 0 e 1, inclusive. Esses valores referem-se às DMU menos e mais eficientes, respectivamente.

Relativamente à discussão dos resultados (Tabela 1), observa-se que no modelo Gasto Público, há 37 DMU sobre a curva de eficiência relativa, ou seja, 55% dos municípios cearenses presentes da amostra são eficientes, e, ainda, são considerados como *benchmarks* pelos municípios que estão aquém da fronteira de eficiência técnica. A eficiência média foi de 0.888, isto porque algumas DMU, como, por exemplo, Maracanaú, Eusébio e Caucaia, apresentaram uma eficiência relativa abaixo da média das demais DMU.

Tabela 1 – Rank de Eficiência Técnica das Políticas Públicas (Saúde, Educação e Segurança)

Municípios	Modelos			
	Gasto Público	Saúde	Educação	Segurança
Acarape	1.000	0.939	0.377	0.670
Acaraú	1.000	0.536	0.062	0.590
Acopiara	0.831	0.145	0.075	0.024
Amontada	1.000	1.000	0.011	1.000
Aquiraz	0.777	0.328	0.069	0.004
Aracati	0.701	0.117	0.127	0.005
Aracoiaíba	1.000	0.118	0.351	0.163
Araripe	1.000	0.051	0.360	0.054
Baturité	1.000	0.182	0.227	0.697
Boa Viagem	0.972	0.171	0.072	0.019
Brejo Santo	0.847	0.486	0.275	0.011
Campos Sales	1.000	0.168	0.146	0.022
Canindé	0.681	0.340	0.095	0.004
Cascavel	0.701	0.107	0.106	0.013
Caucaia	0.788	0.603	0.022	0.003
Chorozinho	1.000	0.080	0.225	0.101
Coreaú	1.000	0.159	0.239	0.265
Cratós	0.672	0.302	0.119	0.379
Crato	0.579	0.238	0.104	0.005
Eusébio	0.601	0.085	0.162	0.002
Farias Brito	1.000	0.069	0.275	0.676
Fortaleza	1.000	0.112	0.107	0.222
Guaraciaba do Norte	0.621	0.077	0.158	0.008
Horizonte	1.000	0.099	0.423	0.739
Ibicuitinga	0.849	0.070	0.414	0.202
Icapuí	0.584	0.078	0.151	0.006
Iguatu	1.000	0.152	0.150	0.778
Independência	1.000	0.103	0.433	0.492
Ipaumirim	0.907	0.151	0.087	0.051
Ipu	1.000	0.251	0.083	1.000
Ipueiras	1.000	0.170	0.161	0.005
Itaitinga	0.896	0.101	0.140	0.558
Itapajé	0.855	0.061	0.208	0.050
Itatira	1.000	0.120	0.266	0.042
Jaguaretama	0.406	0.301	0.050	0.001
Maracanaú	0.619	0.158	0.065	0.003
Maranguape	1.000	0.100	0.378	0.430
Marco	1.000	0.448	0.060	1.000
Mauriti	1.000	0.219	0.229	0.032

Municípios	Modelos			
	Gasto Público	Saúde	Educação	Segurança
Milagres	1.000	0.080	0.492	0.359
Milha	0.825	0.122	0.081	0.633
Mombaça	1.000	0.324	0.155	0.561
Morrinhos	0.958	0.107	0.268	0.013
Nova Russas	1.000	0.141	0.134	0.081
Novo Oriente	1.000	0.069	0.225	0.667
Ocara	1.000	0.184	0.403	0.562
Orós	0.774	0.120	0.127	0.005
Pacajus	0.900	0.209	0.075	0.014
Pacatuba	1.000	0.471	0.209	0.014
Paracuru	1.000	1.000	0.170	0.486
Paraipaba	0.781	0.104	0.117	0.015
Pedra Branca	1.000	0.076	0.744	0.565
Penaforte	1.000	0.153	0.122	0.683
Pentecoste	1.000	0.110	0.480	0.289
Porteiras	0.697	0.224	0.100	0.003
Quixadá	1.000	0.422	0.361	0.190
Quixelô	0.578	0.080	0.162	0.009
Quixeramobim	0.979	0.749	0.074	0.010
Russas	1.000	0.291	0.310	0.706
Salitre	1.000	0.119	0.088	0.238
Santa Quitéria	0.836	0.256	0.188	0.295
São Gonçalo do Amarante	1.000	0.451	1.000	0.039
São João do Jaguaribe	1.000	0.100	0.213	0.695
Senador Pompeu	1.000	0.104	0.143	0.851
Tauá	0.870	0.255	0.078	0.011
Trairi	1.000	0.112	0.219	0.369
Umirim	0.427	0.414	0.006	0.002
Eficiência Média	0.888	0.236	0.206	0.279

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos resultados do programa DEAP.

Os demais modelos são, respectivamente, avaliações individuais de políticas públicas como Saúde, Segurança Pública e Educação. Sendo assim, os modelos foram estimados considerando-se os *inputs* e *outputs* de cada área.

O modelo Saúde faz uma análise de eficiência, considerando apenas um insumo, o gasto municipal *per capita* com saúde, e como produto foram relacionados o inverso da taxa de mortalidade infantil, a taxa de cobertura urbana de abastecimento de água e a taxa de cobertura urbana de esgotamento sanitário.

O *rank* de eficiência apresenta duas DMU sobre a fronteira de eficiência – Amontada e Paracuru – as quais são consideradas *benchmarks*; e em terceiro lugar está o município de Acarape.² Entre os municípios de menor eficiência relativa, pode-se mencionar Novo Oriente, Itapajé e Araripe, respectivamente, nesta ordem. Note que o

² Acarape detém a maior taxa de cobertura urbana de esgotamento sanitário 96.11%.

setor de saúde apresenta baixa eficiência técnica, haja vista que a eficiência média foi de 0.236. Vale ressaltar que grande parte dos municípios cearenses (28 dentre os 67 analisados) não conta com serviço de cobertura urbana de esgotamento sanitário, e isto pode influenciar negativamente o resultado do modelo DEA para a Saúde.

Em relação à eficiência técnica da Segurança Pública municipal, convém destacar que a maioria dos municípios cearenses não apresenta contingente próprio para garantir a segurança da população, o que é encargo do Governo Estadual, que mantém as polícias civil e militar. Por isso, nesta investigação, o insumo foi os gastos com Assistência Social, que se apresenta como uma boa *proxy* dos gastos com Segurança Pública.

Neste modelo, existem três DMU sobre a fronteira de eficiência – Amontada, Marco e Ipu – as quais são referências para os demais municípios. Entre os municípios menos eficientes, estão Caucaia, Porteiras, Maracanaú, Umirim, Eusébio e Jaguaratama. Note que, entre estes seis municípios, três se localizam na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), a qual concentra mais da metade da população cearense, o que pode influenciar de forma positiva na quantidade de delitos registrados, como furto, roubo, homicídios e lesão corporal. E, ainda, Eusébio e Maracanaú apresentam respectivamente o segundo e terceiro maior gasto com assistência social *per capita*, R\$34,43 e R\$33,52.

E por fim, o *rank* de eficiência da Educação apresenta somente um município (São Gonçalo do Amarante) sobre fronteira de eficiência técnica. Sendo assim, São Gonçalo do Amarante é a referência (*benchmark*) para as demais DMU. Por sua vez, os Municípios de Caucaia, Amontada e Umirim figuram entre os de menor eficiência técnica, na respectiva ordem.

De maneira geral, pode-se dizer que, ao analisar os modelos por tipo de gasto *per capita*, a eficiência técnica (relativa) reduz bastante, quando comparado aos modelos denominado como Gasto Público. Isto pode acontecer em razão da falta de compensação entre, principalmente, a pequena taxa de cobertura urbana de esgotamento sanitário e os baixos gastos com saúde e assistência social *per capita* municipal.

Analisando as estatísticas descritivas dos resultados, Eficiência Técnica Relativa, Tabela 2, percebe-se que há discrepância da eficiência média entre os modelos. O modelo Gasto Público apresenta a maior eficiência média (0.89) em relação aos demais. Um indício dessa discrepância pode se localizar na composição de insumos e produtos, haja vista que o Gasto Público privilegia as informações dos três modelos, o que pode mascarar a eficiência técnica dos municípios.

Note-se que a amplitude do Gasto Público é inferior aos demais modelos (0.59). Por exemplo, o modelo Educação apresenta amplitude de (0.99), fato que corrobora a discrepância entre o modelo completo (Gasto Público) e os modelos individuais (Saúde, Educação e Segurança).

Em relação ao quartil, pode-se inferir que 25% dos municípios com a menor eficiência técnica relativa do Gasto Público têm (0.81) de eficiência, enquanto no modelo Segurança o limite do primeiro quartil é de (0.10); e 75% dos municípios tem eficiência técnica relativa menor do que (0.56).

Tabela 2 – Estatísticas Descritivas das Eficiências Técnicas Relativas

Modelos	Estatísticas								
	Média	Máximo	Mínimo	Desvio-Padrão	Variância	Quartil			
						1°	2°	3°	4°
Gasto Público	0.89	1.00	0.41	0.16	0.03	0.81	1.00	1.00	1.00
Saúde	0.24	1.00	0.05	0.22	0.05	0.10	0.15	0.30	1.00
Educação	0.21	1.00	0.01	0.17	0.03	0.09	0.16	0.27	1.00
Segurança	0.28	1.00	0.00	0.31	0.10	0.01	0.10	0.56	1.00

Fonte: Elaborada pelo autor.

No intuito, ainda, de explorar mais os resultados indicados pela pesquisa, foram selecionados seis municípios – Aracati, Caucaia, Crato, Eusébio, Fortaleza e Horizonte – entre os 67 disponíveis, escolha pautada na relevância econômica, na população, e nos indicadores destes com relação aos demais municípios cearenses.

A Tabela 3 reporta-se à eficiência técnica relativa para os quatros modelos. Analisando o Gasto Público, pode-se perceber que o Crato é o que se apresenta com a menor eficiência. Por outro lado, Fortaleza e Horizonte estão sobre a fronteira de eficiência. Para esse modelo, todavia, Aracati, Caucaia, Crato e Eusébio estão localizados no primeiro quartil; ou seja, estão entre os 25% dos municípios menos eficientes relativamente (Tabela 2).

Por sua vez, os modelos individuais (Saúde, Educação e Segurança) não apresentam nenhum desses municípios sobre a fronteira de eficiência.

No modelo Saúde, Caucaia se encontra entre os 25% dos municípios mais eficientes com relação ao Gasto Público, uma vez que seu *score* de eficiência técnica relativa foi de (0.603) e o limite superior do terceiro quartil é de (0.30). Os demais se encontram no primeiro quartil (25% menos eficientes), exceto o Crato, que se localiza no segundo quartil. Estes resultados sugerem baixa eficiência técnica dos municípios cearenses no tocante aos gastos públicos com saúde, haja vista que é praticamente inexistente o serviço de esgotamento sanitário, e que muitos municípios possuem uma elevada taxa de mortalidade infantil, e isto pode ser um dos motivos de baixa eficiência no gasto público com saúde.

Não obstante, no modelo Educação, somente o Município de Horizonte está entre os 25% mais eficientes, enquanto os demais se localizam na metade inferior da escala de eficiência técnica relativa. Mais uma vez, este resultado corrobora a realidade do Estado, uma vez que o nível de escolaridade da população cearense está aquém da média nacional.

No tocante ao modelo Segurança, é notória a baixa eficiência de Aracati, Caucaia, Crato e Eusébio, que se localizam entre os 25% menos eficientes. Entrementes, Horizonte, mais uma vez, pertence ao extremo superior (4º quartil) e Fortaleza está entre os 50% mais eficientes (3º quartil).

Em suma, pode-se inferir que os resultados apresentados pelos modelos Saúde, Educação e Segurança certificam um resultado mais próximo da realidade de muitos municípios cearenses do que o modelo Gasto Público.

Tabela 3 – Análise Comparativa de Eficiências Técnicas Relativas.

Municípios	Modelos			
	Gasto Público	Saúde	Educação	Segurança
Aracati	0.701	0.117	0.127	0.005
Caucaia	0.788	0.603	0.022	0.003
Crato	0.579	0.238	0.104	0.005
Eusébio	0.601	0.085	0.162	0.002
Fortaleza	1.000	0.112	0.107	0.222
Horizonte	1.000	0.099	0.423	0.739

Fonte: Elaborada pelo autor.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa se enveredou na busca para mensurar a eficiência técnica (relativa) dos gastos municipais *per capita* com Saúde, Educação e Segurança Pública, sendo que, para este último, foi utilizado como *proxy* o gasto com Assistência Social. Para obter a eficiência técnica, fez-se uso da metodologia conhecida como Análise Envoltória de Dados (DEA), a qual forneceu como resultado um *rank* de eficiência.

A metodologia DEA também depende dos indicadores escolhidos, sejam como *inputs* ou como *outputs*. Tais indicadores devem estar associados, seja em uma lógica causal ou processual, e, ainda, deve-se ter cuidado com a escolha do modelo com o qual se pretende trabalhar.

Em relação à análise dos resultados, esta há de ser desenvolvida de forma indicativa, e, como toda técnica quantitativa, os resultados são frutos das decisões metodológicas. Sendo assim, 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 (completo). Após isso, a amostra final compreendeu 67 municípios cearenses, perfazendo um total perto de 36% do universo (184 municípios).

Empregando-se esse tratamento na base de dados, foram estimados quatro modelos para computar a eficiência técnica dos gastos públicos *per capita* dos municípios cearenses. Referidos modelos vislumbram minimizar os *inputs* (gastos), mantendo fixos os níveis dos *outputs*; ou seja, os modelos são orientados por insumo.

Tal aplicação serve para fornecer maiores informações a respeito das quantidades de recursos/investimentos disponíveis em cada município; entretanto, a técnica aqui empregada foi direcionada para permitir uma avaliação da eficiência do gasto social, não abordando a questão da sua eficácia ou efetividade.

Nestes termos, é válido dizer que o exercício proposto por esta pesquisa em avaliar a eficiência dos gastos públicos mediante um processo empírico dos municípios

cearenses, os quais são denominados por DMU, é feito por meio da comparação de seus produtos e insumos com os produtos e insumos das demais DMU da amostra, e, ainda, as DMU com eficiência máxima (100%) formam uma fronteira de eficiência técnica relativa.

Ao analisar o Gasto Público de forma conjunta, ou seja, um modelo que contempla as três áreas em voga (Saúde, Educação e Segurança Pública), os municípios cearenses obtiveram performance satisfatória. Quando, no entanto, se estimaram os modelos por tipo de gasto, os resultados exibem baixa eficiência dos gastos públicos *per capita*, ao se analisar os modelos que tratam de forma detalhada cada área. Essa leitura decorre da análise de eficiência técnica média dos respectivos modelos.

Enfim, o exercício empírico desenvolvido por esta investigação pode servir como indicativo para avaliação de eficiência técnica do gasto público municipal cearense, uma vez que tal exercício apontou alguns municípios que podem ser utilizados como *benchmark* pelos demais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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.

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, out. dez. 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**, vol. 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, jul. ago. 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.

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.

TROMPIERI NETO, N.; LOPES, D. A. F.; BARBOSA, M. P.; HOLANDA, M. C. (2008). **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.

ANEXO I

Tabela 4 – *Benchmarks* para o modelo Gasto Público

Municípios	Benchmarks					
Acarape	Acarape					
Acaraú	Acaraú					
Acopiara	Amontada	Mauriti	Marco			
Amontada	Amontada					
Aquiraz	Mauriti	Marco	Paracuru			
Aracati	Paracuru	Horizonte	Mombaça	Pentecoste		
Aracoiaba	Aracoiaba					
Araripe	Araripe					
Araripe	Araripe					
Boa Viagem	Marco	Amontada	Mauriti			
Brejo Santo	Acarapé	Pentecoste	Mombaça	Quixadá	Paracuru	Mauriti
Campos Sales	Campos Sales					
Canindé	Mauriti	Mombaça	Paracuru	Ipueiras		
Cascavel	Chorozinho	Mauriti	Paracuru			
Caucaia	Marco	Paracuru	Amontada			
Chorozinho	Chorozinho					
Coreaú	Coreaú					
Cratão	Horizonte	Chorozinho	Mombaça	Russas	Paracuru	Penaforte
Crato	Pentecoste	Mombaça	Paracuru	Iguatu		
Eusébio	Horizonte	Paracuru	Pentecoste	Chorozinho		
Farias Brito	Farias Brito					
Fortaleza	Fortaleza					
Guaraciaba do Norte	Itatira	Paracuru	Independência	Chorozinho		Mauriti
Horizonte	Horizonte					
Ibicuitinga	Pedra Branca	Paracuru	Acarape	São Gonçalo do Amarante		Horizonte
Icapuí	Independência	Quixadá	Horizonte			
Iguatu	Iguatu					
Independência	Independência					
Ipaumirim	Marco	Mauriti	Mombaça			
Ipu	Ipu					
Ipueiras	Ipueiras					
Itaitinga	Russas	Ipu	Salitre	Mombaça	Paracuru	
Itapajé	Mombaça	Paracuru	Horizonte	Pentecoste		
Itatira	Itatira					
Jaguaretama	Mauriti	Marco	Paracuru			
Maracanaú	Mauriti	Paracuru	Marco			
Maranguape	Maranguape					
Marco	Marco					
Mauriti	Mauriti					
Milagres	Milagres					
Milhã	Marco	Paracuru	Ipu	Penaforte	Iguatu	
Mombaça	Mombaça					
Morrinhos	Mauriti	Independência	Ipueiras	Quixadá		
Nova Russas	Nova Russas					
Novo Oriente	Novo Oriente					
Ocara	Ocara					

Municípios	Benchmarks				
Orós	Chorozinho	Mauriti	Paracuru	Mombaça	
Pacajus	Marco	Mombaça	Paracuru	Mauriti	
Pacatuba	Pacatuba				
Paracuru	Paracuru				
Paraipaba	Ipueiras	Mombaça	Mauriti	Chorozinho	
Pedra Branca	Pedra Branca				
Penaforte	Penaforte				
Pentecoste	Pentecoste				
Porteiras	Mauriti	Chorozinho	Paracuru		
Quixadá	Quixadá				
Quixelô	Paracuru	Chorozinho	Horizonte		
Quixeramobim	Mauriti	Acaraú	Paracuru	Amontada	
Russas	Russas				
Salitre	Salitre				
Santa Quitéria	Iguatu	Pentecoste	Paracuru	Chorozinho	Mauriti
São Gonçalo do Amarante	São Gonçalo do Amarante				
São João do Jaguaribe	São João do Jaguaribe				
Senador Pompeu	Senador Pompeu				
Tauá	Mauriti	Paracuru	Marco		
Trairi	Trairi				
Umirim	Amontada	Paracuru	Marco		

Fonte: Elaborada pelo autor com suporte nos resultados do programa DEAP.

Tabela 5 – *Benchmarks* para os modelos Saúde, Educação e Segurança

Municípios	Benchmarks - Modelos				
	Saúde		Educação	Segurança	
Acarape	Paracuru		São Gonçalo do Amarante	Ipu	
Acaraú	Paracuru	Amontada	São Gonçalo do Amarante	Amontada	Ipu
Acopiara	Amontada		São Gonçalo do Amarante	Marco	
Amontada	Amontada		São Gonçalo do Amarante	Amontada	
Aquiraz	Paracuru	Amontada	São Gonçalo do Amarante	Marco	
Aracati	Paracuru	Amontada	São Gonçalo do Amarante	Marco	
Aracoiaba	Amontada		São Gonçalo do Amarante	Marco	
Araripe	Amontada		São Gonçalo do Amarante	Marco	
Araripe	Paracuru	Amontada	São Gonçalo do Amarante	Ipu	
Boa Viagem	Amontada		São Gonçalo do Amarante	Ipu	
Brejo Santo	Paracuru		São Gonçalo do Amarante	Marco	
Campos Sales	Paracuru	Amontada	São Gonçalo do Amarante	Marco	
Canindé	Paracuru	Amontada	São Gonçalo do Amarante	Marco	
Cascavel	Paracuru	Amontada	São Gonçalo do Amarante	Marco	
Caucaia	Paracuru	Amontada	São Gonçalo do Amarante	Marco	
Chorozinho	Amontada		São Gonçalo do Amarante	Marco	
Coreaú	Paracuru		São Gonçalo do Amarante	Ipu	Marco
Crateús	Paracuru		São Gonçalo do Amarante	Ipu	
Crato	Paracuru		São Gonçalo do Amarante	Marco	
Eusébio	Paracuru		São Gonçalo do Amarante	Marco	
Farias Brito	Amontada		São Gonçalo do Amarante	Marco	Ipu
Fortaleza	Amontada		São Gonçalo do Amarante	Marco	
Guaraciaba do Norte	Paracuru	Amontada	São Gonçalo do Amarante	Marco	
Horizonte	Amontada		São Gonçalo do Amarante	Ipu	
Ibicuitinga	Amontada		São Gonçalo do Amarante	Ipu	
Icapuí	Paracuru	Amontada	São Gonçalo do Amarante	Marco	

Municípios	Benchmarks - Modelos		
	Saúde	Educação	Segurança
Iguatu	Amontada	São Gonçalo do Amarante	Ipu
Independência	Amontada	São Gonçalo do Amarante	Ipu
Ipaumirim	Amontada	São Gonçalo do Amarante	Marco
Ipu	Paracuru Amontada	São Gonçalo do Amarante	Ipu
Ipeiras	Paracuru Amontada	São Gonçalo do Amarante	Marco
Itaitinga	Amontada	São Gonçalo do Amarante	Ipu
Itapajé	Amontada	São Gonçalo do Amarante	Marco
Itatira	Amontada	São Gonçalo do Amarante	Marco
Jaguaratama	Paracuru Amontada	São Gonçalo do Amarante	Marco
Maracanaú	Paracuru Amontada	São Gonçalo do Amarante	Marco
Maranguape	Paracuru Amontada	São Gonçalo do Amarante	Marco Ipu
Marco	Paracuru Amontada	São Gonçalo do Amarante	Marco
Mauriti	Amontada Paracuru	São Gonçalo do Amarante	Marco
Milagres	Amontada	São Gonçalo do Amarante	Ipu Marco
Milhã	Amontada	São Gonçalo do Amarante	Ipu
Mombaça	Paracuru Amontada	São Gonçalo do Amarante	Ipu Marco
Morrinhos	Paracuru Amontada	São Gonçalo do Amarante	Marco
Nova Russas	Amontada	São Gonçalo do Amarante	Marco
Novo Oriente	Amontada	São Gonçalo do Amarante	Marco Ipu
Ocara	Amontada	São Gonçalo do Amarante	Ipu
Orós	Paracuru	São Gonçalo do Amarante	Marco
Pacajus	Amontada Paracuru	São Gonçalo do Amarante	Marco
Pacatuba	Paracuru Amontada	São Gonçalo do Amarante	Marco
Paracuru	Paracuru	São Gonçalo do Amarante	Ipu
Paraipaba	Amontada	São Gonçalo do Amarante	Marco
Pedra Branca	Amontada	São Gonçalo do Amarante	Ipu Marco
Penaforte	Amontada	São Gonçalo do Amarante	Ipu
Pentecoste	Amontada	São Gonçalo do Amarante	Ipu Marco
Porteiras	Paracuru Amontada	São Gonçalo do Amarante	Ipu Marco
Quixadá	Paracuru Amontada	São Gonçalo do Amarante	Marco
Quixelô	Paracuru Amontada	São Gonçalo do Amarante	Marco
Quixeramobim	Paracuru Amontada	São Gonçalo do Amarante	Marco
Russas	Paracuru Amontada	São Gonçalo do Amarante	Marco Ipu
Salitre	Amontada	São Gonçalo do Amarante	Marco
Santa Quitéria	Paracuru Amontada	São Gonçalo do Amarante	Ipu
São Gonçalo do Amarante	Paracuru Amontada	São Gonçalo do Amarante	Marco
São João do Jaguaribe	Amontada	São Gonçalo do Amarante	Ipu Marco
Senador Pompeu	Paracuru Amontada	São Gonçalo do Amarante	Ipu Marco
Tauá	Paracuru Amontada	São Gonçalo do Amarante	Marco
Trairi	Amontada	São Gonçalo do Amarante	Marco Ipu
Umirim	Paracuru Amontada	São Gonçalo do Amarante	Marco

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos resultados do programa DEAP.

ANEXO II

