

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE BRASÍLIA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
MESTRADO EM ECONOMIA DE EMPRESAS

**ANÁLISE DA EQÜIDADE E DA EFICIÊNCIA DOS ESTADOS NO
CONTEXTO DO FEDERALISMO FISCAL BRASILEIRO**

Celso Vila Nova de Souza Júnior

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Economia de Empresas da Universidade Católica de Brasília para obtenção do grau de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Gasparini

**Brasília
2005**

CELSO VILA NOVA DE SOUZA JÚNIOR

**ANÁLISE DA EQÜIDADE E DA EFICIÊNCIA DOS ESTADOS NO
CONTEXTO DO FEDERALISMO FISCAL BRASILEIRO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação *stricto sensu* em Economia de Empresas da Universidade Católica de Brasília para obtenção do grau de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Gasparini

Brasília
2005

TERMO DE APROVAÇÃO

Dissertação defendida e aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de mestre no Programa de Economia de Empresas, defendida e aprovada, em 18 de Março de 2005, pela banca examinadora constituída por:

Prof. Dr. Carlos Eduardo Gasparini
Orientador

Prof. Dr. Tito Belchior Silva Moreira
Examinador Interno

Prof. Dr. Angelo José Mont`Alverne Duarte
Examinador Externo

Brasília
UCB

Dedicatória

À minha Mãe, que sempre esteve ao meu lado.
À toquinha, que compartilhou cada momento nesta segunda etapa em nossas vidas, e foi o meu braço direito nos momentos mais difíceis.

À minha família, especialmente, minha avó Dona Luiza, Tio Pedro, Bizerra e Marcelo Toboga.

Ao querido professor e amigo Marcos Eduardo Chaves Bastos (*in memoriam*).

À CAPES, por ser o órgão fomentador da pesquisa e pela bolsa concedida nesse período, pois sem ela não teria sido possível este passo tão importante na minha vida.

Agradecimentos

Ao meu orientador, professor e amigo Dr. Carlos Eduardo Gasparini, pelos seus conhecimentos e auxílio que me fez crescer tanto na minha vida acadêmica quanto na profissional.

Aos professores do curso, pelos esclarecimentos e contribuições de informações, sem os quais a realização deste se tornaria ainda mais árdua. Em especial, os professores Drs. Adolfo Sachida, Emilson Caputo Silva, Ricardo Araújo Azevedo, Tito Belchior, Paulo Roberto Amorim Loureiro, Rogério Boueri Miranda, Victor Gomes, Daniel Oliveira Cajueiro pelo apoio, conselhos e incentivo à pesquisa que foram elementos indispensáveis no incentivo contínuo a pesquisa.

Em especial à Glícia Barros, por não ter medido esforços no auxílio de minha revisão de texto, sem as quais não seria possível alcançar tal qualidade no trabalho.

RESUMO

Em estados federados, as transferências intergovernamentais têm um papel fundamental na garantia de fornecimento dos bens e serviços públicos à população. Este trabalho tem como objetivo principal avaliar o critério atual de rateio do Fundo de Participação dos Estados, verificando em que medida este recurso tem atendido ao artigo 161, inciso II da Constituição Federal. A metodologia empregada consiste no uso da técnica estatística Análise de Componentes Principais, com o objetivo de reduzir a dimensionalidade das variáveis, e Análise Envoltória de Dados (DEA), para a estimação de fronteiras de eficiência. Através deste método, avaliaremos a eficiência relativa de cada estado brasileiro em três etapas. Na primeira, será estimada uma função custo que nos fornecerá o índice de eficiência dos gastos públicos na provisão de bens e serviços estaduais. Na segunda, será estimada uma fronteira que descreve a eficiência arrecadatória a partir da receita própria e de variáveis indicadoras de base tributária. No terceiro e último modelo, estima-se uma fronteira de melhor disponibilidade de serviços para necessidades idênticas, que parte do princípio da equidade, e se obtém o *déficit* relativo de serviços estaduais. Mediante a diferença entre os custos mínimos na prestação dos serviços públicos eqüitativos e o potencial de receitas de cada estado, foi possível obter o nível ótimo de transferências do FPE para cada Estado. O estudo conclui que todos os estados brasileiros necessitam de complementação de verbas compensatórias. Recomenda-se que algumas extensões sejam incorporadas nesse trabalho, introduzindo novas técnicas desenvolvidas nesse campo e que podem contribuir para verificar a sensibilidade dos resultados obtidos.

Palavras-chave: Equidade e Eficiência, Análise Envoltória de Dados (DEA).

ABSTRACT

In Federal states the inter-government money transfer has a special function in maintaining the public services to the local population. This work has the objective of analyze how the money from Federal Funds Transfers to States is broken down. Yet, it analyzes how this fund complies with Article 161, clause II of the Federal Constitution. The methodology used in this study was statistic tool, Principal Component Analyses to lessen the scope of the variables, and Data Envelopment Analysis (DEA) to estimate the frontiers of efficiency. Through this method this paper will be evaluating the relative efficiency of each Brazilian state in at least three areas. First, there will be analyzed a cost function which will provide an efficiency indicator for the public spends of each Federal state. Second, there will be estimated a cutting edge to describe the efficiency of tax collection of the state budget and from other sources. Third and last model, it will be shown how to present a better public services to supply the necessities of state services to lessen the deficit of services of the state. Though these models it was able to find out the better amount of money to be transferred from Federal Funds Transfers to each Federal State. In conclusion, this work proves that all Brazilian Federal States needs supplemental budget from the main Government. Thus, the work reminds that new analyses be added in the future to this work to prove and check the results found.

Keywords: Equity and Efficiency, Data Envelopment Analysis (DEA).

Lista de Tabelas

Tabela 1: Evolução dos Percentuais do FPE	38
Tabela 2: Distribuição do FPE por Regiões/Estados - 2002	42
Tabela 3: Ranking de Eficiência (Modelo 1) DEA-BCC Orientado para Input	96
Tabela 4: Freqüência com que surgem as Unidades de Referência (Modelo 1).....	98
Tabela 5: Eficiência em custos (Brasil)	101
Tabela 6: Ranking de Eficiência DEA-BCC Orientado para o Output	104
Tabela 7: Freqüência com que surge as Unidades de Referência (Modelo 2).....	106
Tabela 8: Eficiência Arrecadatória (Brasil)	109
Tabela 9: Ranking de Eficiência (Modelo 3) DEA-BCC Orientado para Output	112
Tabela 10 – Freqüência com que surge as Unidades de Referência (Modelo 3)....	114
Tabela 11: Equidade de Serviços (Brasil) – 2002	116
Tabela 12: Transferências Ótimas (Brasil) – 2002	121

Lista de Figuras

Figura 1: Fronteira Eficiente	47
Figura 2: Retornos Crescentes de Escala	49
Figura 3: Retornos Constantes de Escala	49
Figura 4: Retornos Decrescente de Escala	50
Figura 5: Fronteiras de Produção – Modelos CCR e BCC	65
Figura 6: Indicadores radiais de eficiência técnica	73
Figura 7: Comparação entre DEA e Análise de Regressão.	74

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Resultado de Eficiência (modelo 1 – eficiência em gastos)	97
Gráfico 2: Freqüência dos Estados de Referência	99
Gráfico 3 – Resultado de Eficiência (modelo 2 – eficiência arrecadatória)	105
Gráfico 4 – Freqüência dos Estados de Referência	107
Gráfico 5 – Resultado de Eficiência (modelo 3 – equidade de serviços públicos)...	113
Gráfico 6 – Freqüência dos Estados de Referência	115

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT.....	7
Lista de Tabelas	8
Lista de Figuras	9
Lista de Gráficos.....	10
Capítulo 1	14
Introdução.....	14
1.1 Revisão de literatura	18
1.2 Organização do trabalho.....	23
Capítulo 2 Federalismo fiscal brasileiro e as transferências	25
2.1. Introdução.....	25
2.2 Federalismo fiscal no Brasil: características, peculiaridades e desafios.	26
2.3 Modalidades de transferências fiscais	32
2.3.1 Introdução	32
2.3.2 Tipologia básica de transferências intergovernamentais.....	33
2.4 Breve histórico do sistema de transferências no Brasil	37
2.5 O cálculo do valor do fundo de participação dos estados – FPE.....	41
2.5.1 Cálculo do valor total do FPE.....	41
2.5.2 Cálculo do FPE para cada estado	41
2.5.3 Quem faz o cálculo da cota parte de cada estado.....	42
Capítulo 3 O método Análise de Envoltória de Dados	43
3.1 Revisão conceitual.....	43
3.1.1 Alguns aspectos conceituais importantes.....	43
3.1.1.1 Avaliação de Desempenho	43

3.1.1.2	Mensuração de Desempenho.....	44
3.1.1.3	Qualificação do Desempenho	44
3.1.2	Conceito de DEA.....	46
3.1.3	Funções de produção, custo e serviço: análise de eficiência	46
3.2	A base do método de análise de envoltória de dados	50
3.2.1	Modelos básicos DEA	55
3.2.1.1	Modelo CCR orientado para o insumo - problema do envelopamento (primal).....	56
3.2.1.2	Modelo CCR orientado para o insumo - problema dos multiplicadores (dual)	58
3.2.1.3	Modelo CCR orientado para o output – problema do envelopamento (primal).....	59
3.2.1.4	Modelo CCR orientado para o output – problema dos multiplicadores (dual)	60
3.2.1.5	Modelo BCC orientado para o input – problema do envelopamento (primal)	61
3.2.1.6	Modelo BCC orientado para o input – problema do envelopamento (dual)	62
3.2.1.7	Modelo BCC orientado para o output – problema do envelopamento (primal).....	62
3.2.1.8	Modelo BCC orientado para o output – problema do multiplicador (dual)	63
3.3	Definição das unidades tomadoras de decisão (DMU's)	66
3.3.1	Seleção dos fatores – inputs e outputs	68
3.3.2	Orientação dos modelos DEA.....	72
3.3.3	Características, vantagens e limitações dos modelos DEA.....	73
3.4	Componentes principais	77
3.4.1	Considerações iniciais	77
3.4.2	Análise dos componentes principais.....	79
3.4.3	Determinação dos componentes principais	81
Capítulo 4	Aplicação da DEA na avaliação do Fundo de Participação dos Estados	85
4.1.	Definição das Unidades Tomadoras de Decisão (DMUS)	85
4.2.	Definição das variáveis	86
4.2.1	Primeiro modelo: eficiência dos gastos públicos	86
4.2.2	Segundo modelo: eficiência arrecadatória.....	90

4.2.3	Terceiro modelo: equidade dos serviços públicos estaduais.....	92
4.3	A aplicação do modelo DEA em nossa ilustração	94
4.4	Primeiro modelo: eficiência nos gastos públicos	96
4.5	Segundo modelo: eficiência arrecadatória.....	103
4.6	Terceiro modelo: equidade dos serviços públicos estaduais.....	111
4.7	Distribuição ótima das transferências redistributivas	120
Capítulo 5		125
Conclusão.....		125
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		129
APÊNDICE A: Fontes dos Dados.....		135
APÊNDICE B: Resultados da Análise de Componentes Principais		138

Capítulo 1

Introdução

As finanças públicas dos estados brasileiros têm-se destacado nos debates, principalmente após 1995, quando, a partir da estabilidade¹ recém-conquistada, o país necessitou firmar uma imagem positiva da sua economia frente ao exterior. A crise internacional² trouxe mais dificuldade para a economia brasileira e a federação atenderem as demandas de suas populações. Com relação ao *déficit* público, a atenção centrou-se, sobretudo, no endividamento dos estados e dos municípios, já que a irresponsabilidade fiscal surgia como a principal causa dos elevados *déficits* que dificultavam o combate à inflação. Desse modo, a renegociação das dívidas com 24 Estados realizada em 1997 e 1998 deixou-os em condições mais favoráveis³. Ficou estabelecido, pela lei 9496/97, que os estados não poderiam emitir novos títulos até que suas dívidas totais fossem compatíveis com suas receitas anuais. Caso não honrem com seus compromissos, os Estados perdem os benefícios especiais da renegociação das dívidas e, além disso, o governo federal tem o direito de bloquear as transferências do Fundo de Participação dos Estados (FPE).

O sistema financeiro brasileiro, de uma forma geral, também necessitava sofrer um ajuste estrutural antes de estar plenamente adaptado ao regime de estabilidade de preços. Medidas como o crescimento da concessão de crédito,

¹ Um ingrediente importante da estratégia de estabilização monetária era a manutenção de altas taxas de juros, aumentando o peso dos pagamentos de juros sobre orçamentos estaduais e municipais. O resultado foi uma economia menos dinâmica onde as receitas próprias e as transferências federais não cobriam os compromissos adicionais dessas esferas, aumentando o déficit subnacional.

² As crises asiática e russa impuseram um aperto monetário e fiscal que se refletiu nas instâncias inferiores do governo.

³ Trinta anos para pagamento e taxas de juros fixas entre 6% e 7,5%. Além disso, o reembolso não deveria ultrapassar 15% das receitas atuais podendo ser baixada até 11%.

paralelamente ao ajuste conjuntural da economia após a transição do período 1994-1995, realizado num quadro de política monetária restritiva, colocaram algumas instituições bancárias privadas e públicas (estaduais e federais) em difícil situação. Então, um conjunto de programas foi instituído pelo Governo Federal com a finalidade de contribuir decisivamente para o saneamento do sistema bancário e são eles: Programa de Estímulo à Reestruturação e ao Sistema Financeiro Nacional (Proer), Programa de Incentivo à Redução da Participação do Setor Público Estadual na Atividade Bancária (Proes), Programa de Fortalecimento das Instituições Financeiras Federais (Proef) e Fundo Garantidor de Créditos (FGC). No que tange ao Proes, houve uma significativa redução da participação das instituições financeiras estaduais no sistema financeiro nacional. Paralelamente, houve um reforço estrutural nas finanças dos Estados, permitindo, face à cessação da cobertura de prejuízos, a canalização de recursos tributários para usos socialmente mais próximos da esfera de ação estadual, como educação, saúde, transportes, etc. Ultrapassados 15 anos de crises que impediram o Estado de realizar investimentos, e mesmo depois de conquistada a estabilidade tão almejada, ainda assim nos deparamos com o problema da escassez de recursos a exigir cuidados especiais para uma boa gestão dos recursos públicos na provisão de bens e serviços.

A reforma constitucional de 1988 ampliou a participação dos níveis estaduais e municipais, tanto no uso de transferências intergovernamentais, como na arrecadação dos recursos tributários. O esforço anti-inflacionário impôs duras restrições orçamentárias que colidiram com a autonomia dos entes federados. Destacam-se as dificuldades enfrentadas para implementar reformas destinadas a cortar gastos públicos e benefícios da previdência social, bem como impor disciplina fiscal em todos os níveis da federação brasileira. Assim, a Lei de Responsabilidade

Fiscal⁴ (LRF), aprovada em maio de 2000, pretende impor a disciplina fiscal a todos os níveis de governo, estabelecendo regras claras e objetivas para a administração de receitas e despesas, dívida pública e ativos públicos. Essa lei mostra boas perspectivas para o futuro próximo, embora ainda esteja bastante incipiente para uma avaliação definitiva de sua capacidade para sustentar a disciplina fiscal, tendo em vista a resistência para alterar hábitos enraizados do descontrole orçamentário.

Todavia, as disparidades socioeconômicas inter-regionais entre estados e municípios brasileiros fazem o Governo Central enfrentar o desafio de transferir parte de sua receita tributária aos demais entes federados, de modo a reduzir eventuais desequilíbrios entre a capacidade de arrecadação local (receitas) e a demanda por provisão de bens e serviços públicos. Além do mais, a expressiva parcela da população posicionada próxima ou abaixo da linha da pobreza acentua a necessidade de provisão de bens e serviços, o que amplia o escopo das políticas de âmbito nacional. Avaliar o atual mecanismo de partilha e rateio desses recursos é, portanto, fundamental. Nosso escopo será o FPE, tendo como objetivo averiguar em que medida tem atendido ao inciso II do artigo 161 da Constituição Federal⁵, haja vista tratar-se de relevante instrumento para a reversão desse quadro de desigualdades.

Dessa forma, a proposta é avaliar o atual mecanismo de repasse de verbas intergovernamentais para os Estados e o Distrito Federal, utilizando metodologia

⁴ A Lei complementar número 101/2000, nos diz que, o não cumprimento das obrigações impostas pela LRF leva a várias penalidades administrativas, às quais podem ser acrescentadas incriminações pessoais, incluídas numa lei complementar (Lei de Crimes de Responsabilidade). Infrações mais graves podem ser punidas com a perda do mandato, proibição de exercer cargo público, multas e prisão.

⁵ O art. 161, inciso II, estabelece normas sobre a entrega dos recursos de que trata o art. 159, especialmente sobre os critérios de rateio dos fundos previstos em seu inciso I, objetivando promover o equilíbrio sócio-econômico entre Estados e Municípios.

Análise de Envoltória de Dados (DEA) para estimação de fronteiras⁶. O nosso alvo focará os 27 Estados da Federação, incluindo o Distrito Federal. Mais especificamente, avaliaremos o impacto dessas transferências sobre os gastos públicos, por meio de uma fronteira de custos que nos permitirá estimar os custos mínimos para cada nível de serviços prestados e o respectivo desperdício de recursos. Além disso, usando uma fronteira que descreve a relação entre receitas próprias e algumas variáveis indicadoras da base tributária, estimaremos o potencial de arrecadação dos Estados e do Distrito Federal e, por fim, uma fronteira de melhor disponibilidade de serviços para necessidades semelhantes que parte do princípio da equidade⁷ e nos permitirá verificar a necessidade de serviços em cada estado.

Alguns autores como Mendes (1994), Shah (1994), Reis & Blanco (1996), Serra & Afonso (1999), Schwengber & Ribeiro (1999), Maia Gomes & Mac Dowell (2000), Gasparini & Melo (2003), dentre outros, têm sugerido que, apesar do caráter redistributivo, as transferências podem estar afetando de maneira negativa a boa gestão dos recursos públicos. Entretanto, informações mais abrangentes a respeito do FPE, isto é, quanto à eficiência da gestão pública, a eficiência da arrecadação tributária e a necessidade de serviços públicos estaduais ainda são muito limitadas.

O Brasil é um país de grande dimensão territorial, marcado por desigualdades socioeconômicas regionais. Conhecer o seu atual sistema de transferências compensatórias de verbas públicas, de forma a identificar e propor soluções para eventuais falhas, torna-se uma questão extremamente relevante frente à grande demanda por bens e serviços públicos, além do problema da escassez de recursos.

⁶ Puig-Junoy (1999), Gasparini & Melo (2003), Gasparini & Ramos (2004) fornecem uma descrição mais detalhada da metodologia.

⁷ O princípio da equidade reconhece que os indivíduos são diferentes entre si e propõe que a distribuição dos bens e serviços seja feita de forma a reduzir a desigualdade entre eles. Esse princípio admite que uso igual deve ser proporcionado para necessidades idênticas. Avaliações mais detalhadas podem ser obtidas nos trabalhos de Medeiros (1999) e Gasparini & Ramos (2004).

Descobrir um montante ótimo do repasse de verbas para os 26 Estados e para o Distrito Federal, numa perspectiva ampla, é de fundamental importância para garantir provisão eficiente e equitativa de bens e serviços públicos entre regiões e unidades do governo.

Por todo esse quadro, o estudo do federalismo fiscal no Brasil é fundamental, tanto para melhorar o equilíbrio entre receitas próprias e transferências, quanto para a recomposição dos instrumentos tributários e financeiros capazes de promover o desenvolvimento de regiões mais atrasadas. Além disso, a estabilidade econômica e o controle do *déficit* e da dívida pública global são elementos indispensáveis para a retomada do desenvolvimento sustentado e do controle da inflação, já que a formulação e a implementação de políticas mais apropriadas dependem da estrutura e da harmonização tributária interna e externa.

1.1 Revisão de literatura

Existe uma vasta literatura de trabalhos nacionais e internacionais que utilizam métodos não-paramétricos na análise de eficiência e apontam para diversas aplicações, tais como na indústria alimentícia, indústria têxtil, agências dos correios, ferrovias, agências bancárias, setor de aviação, setor elétrico, setor de saneamento, setor de serviços públicos, sistemas de produção de pesquisa agropecuária, entre muitos outros⁸. Optou-se, aqui, por apresentar alguns trabalhos aplicados no setor público que serviram de subsídio à abordagem empregada na dissertação.

Puig-Junoy (1999) apresentou um modelo de alocação ótima de recursos para distribuição regional de *inputs* no serviço público que foi publicado pelo

⁸ Kassai (2002) apresenta a resenha de vários trabalhos com aplicações DEA em diversas áreas.

Departament of Economics and Business (CRES) – Universitat Pompeu Fabra. A motivação do artigo refere-se à Lei de cuidado médico geral espanhol, que tem como objetivo estabelecer o princípio da igualdade de acesso à saúde pública e se preocupa com a prestação dos serviços, bem como com a correção das desigualdades relativas do sistema médico espanhol.

A metodologia utilizada partiu da construção de indicadores deficitários não-paramétricos para avaliar a disponibilidade de serviços públicos do sistema médico espanhol (*Spanish health care*) para cada uma das suas 17 Comunidades Autônomas (AC). Aplicou-se o método DEA para maximizar a disponibilidade de serviço público relativa em determinadas regiões, a partir da estimação de uma fronteira de melhor disponibilidade de serviços para necessidades idênticas.

Os resultados obtidos mostraram que apenas 27, das 136 observações analisadas, estiveram na melhor fronteira de disponibilidade de serviço para necessidades similares. Constatou-se que existem 8 regiões com necessidade de orçamento adicional para assegurar o equilíbrio regional. Daí, o estudo concluiu que o método utilizado tem relevância e serve como guia de distribuição de recursos para a maioria dos serviços oferecidos pelo setor público, e as evidências empíricas apresentadas mostraram o potencial de aplicação para o caso do sistema de saúde espanhol.

Em 2003, o trabalho intitulado “Equidade e Eficiência Municipal: Uma Avaliação do Fundo de Participação dos Municípios – FPM” feito por Carlos Eduardo Gasparini, em co-autoria de Cristiano Santos Lúcio de Melo, foi premiado com o VIII Prêmio do Tesouro Nacional no tema Tópicos Especiais em Finanças Públicas como melhor monografia. O estudo foi motivado pelas enormes disparidades regionais

existentes no Brasil, e propôs uma avaliação do processo de repartição dos recursos públicos para verificar em que medida tem atendido ao artigo 161, inciso II, da Constituição Federal de 1988, que dispõe sobre os critérios de rateio de impostos arrecadados pela União, visando ao equilíbrio socioeconômico dos Estados e Municípios. Utilizou-se uma Metodologia híbrida, partindo das técnicas de DEA e função de produção. O estudo está baseado em 3 modelos. O primeiro faz uma avaliação dos Gastos Públicos para verificar a eficiência com que estão sendo prestados os serviços, com a estimação de uma fronteira de custos, utilizando o modelo DEA-BCC ou VRS orientado para o *input*. O segundo modelo analisa a eficiência da arrecadação, feita por uma fronteira que descreve a relação entre as receitas próprias dos municípios e variáveis indicadoras da base tributária. O modelo utilizado foi o DEA-BCC ou VRS orientado para o *output*. O terceiro modelo refere-se à equidade dos serviços públicos municipais e tem como objetivo avaliar a necessidade de serviços de cada município, dadas as suas diferentes situações. O modelo utilizado foi o DEA-BCC ou VRS orientado para o *output*.

A conclusão a que se chegou mostra a necessidade de repensar os critérios de rateio de verbas oriundas do FPM, evidenciando ser preciso complementar verbas para viabilizar os municípios na prestação dos serviços demandados.

Na avaliação do setor público quanto aos serviços da área de saúde, foi selecionado o artigo de Gasparini & Ramos, publicado em 2004 pela Revista de Econometria "*Brazilian Review of Econometrics*". A motivação do trabalho refere-se às disparidades regionais e ao art. 194 da Constituição Federal, que dispõe sobre a organização da Seguridade Social pelo Setor Público, incluídos aí os serviços de saúde, com base nos objetivos da universalidade da cobertura e do atendimento; da

seletividade e distributividade na prestação dos benefícios e serviços; da equidade na forma de participação no custeio, entre outros. O trabalho propôs a construção de uma medida objetiva do *déficit* relativo de serviços de saúde entre os estados brasileiros, tomando por base diversos indicadores de oferta e demanda dos serviços nessa área.

A metodologia usada nesse trabalho segue a abordagem proposta por Puig-Junoy (1999) que utiliza o método não-paramétrico (DEA) para construir um indicador do *déficit* relativo de serviços, empregando como critério a equidade de acesso, ou seja, a mesma disponibilidade de serviços para necessidades iguais.

Os resultados mostraram que as diferenças na disponibilidade relativa de serviços são elevadas entre as regiões e os estados. A Região Sul apresentou a melhor situação, seguida da Região Centro-Oeste e pelo Sudeste. No extremo inferior encontram-se as Regiões Norte e Nordeste. Além disso, o estudo sinaliza para o fato de que as disparidades verificadas resultam, ainda, da agregação de inúmeros outros fatores não focados no trabalho.

Gasparini & Ramos apresentaram, em 2003, um artigo publicado na Revista Econômica do Nordeste intitulado “Avaliação da Eficiência Pública Municipal: O caso de Pernambuco”. A proposta do trabalho foi avaliar a gestão pública e os recursos empregados pelos municípios do estado de Pernambuco, por meio de medidas de eficiência, obtidas a partir da aplicação de fundamentos microeconômicos à prestação de serviços públicos, e procedeu à aplicação de quatro versões DEA: Retornos constantes de escala (DEA-C), retornos não-crescentes de escala (DEA-N), retornos variáveis de escala (DEA-V), não convexidade (FDH, Free Disposal Hull).

Os resultados alcançados permitiram concluir que procede a preocupação de diversos autores para com as municipalidades de reduzido contingente populacional, e que os municípios criados a partir de 1980 não figuraram entre os mais ineficientes. A sua eficiência ficou acima da apresentada pelos demais municípios pernambucanos. Da mesma forma, consignou que a filiação partidária do prefeito não exerce papel relevante na determinação dos níveis de eficiência municipal.

Gasparini & Ramos (2003) publicaram no periódico *Economia Aplicada* o artigo “Efetividade e eficiência no ensino médio brasileiro”. O trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência pública na provisão de serviços no ensino médio do país. A metodologia está dividida em dois estágios: no primeiro estágio, aplicou-se uma fronteira de custos “não ajustada” aos fatores socioeconômicos, utilizando o método DEA. O modelo utilizado foi orientado para os *inputs* com a utilização da hipótese de rendimentos variáveis de escala. Num segundo estágio, levou-se em consideração os fatores socioeconômicos exógenos que influenciam o desempenho educacional, por meio de abordagem econométrica com utilização do modelo de regressão linear. A partir dos índices não ajustados, obtidos no primeiro estágio e tomados como variável dependente, os fatores discricionários que afetam os custos de provimento dos serviços educacionais foram considerados como variáveis independentes. Obteve-se então o índice “ajustado” de eficiência.

A conclusão do estudo, sob o ponto de vista regional, salientou que os Estados da Região Centro-Oeste possuem, em média, os maiores níveis de eficiência, seguidos pelos do Nordeste e pelos do Sul. Essas regiões encontram-se acima da média nacional de eficiência quando se leva em conta os fatores exógenos. Em pior situação encontram-se os estados das Regiões Norte e Sudeste.

Gasparini & Ramos publicaram em 2004 na revista Pesquisa e Planejamento Econômico o trabalho “Incentivos à Eficiência na Descentralização Fiscal Brasileira: O Caso dos municípios paulistas”. Este artigo se propôs a avaliar em que medida o desenho da descentralização fiscal brasileira favorece a gestão pública eficiente. Especificamente, analisou-se o processo de transferências constitucionais do governo federal para os governos municipais, feito por meio do FPM, com utilização da metodologia DEA.

Chegou-se à conclusão de que o processo de descentralização fiscal tem provocado grandes transformações e distorções no sistema federativo brasileiro, razão pela qual carece de acompanhamento e avaliação municipal. O trabalho propôs um modelo para avaliar e estimular a gestão pública local, com emprego de novo critério de repasse de recursos do FPM. As conclusões, ainda, que municípios de menor porte foram, em média, mais eficientes em relação aos municípios de porte maior.

1.2 Organização do trabalho

O presente trabalho aborda o tema e está estruturado da seguinte forma:

- O capítulo 2 apresenta um breve histórico do federalismo fiscal, suas características, peculiaridades e desafios, enfatizando a questão das transferências intergovernamentais, mais especificamente, o FPE, porém de uma forma ampla. Logo em seguida, veremos os vários tipos de modalidade de transferências fiscais, com um breve histórico dessas transferências e, por fim, o critério atual para o cálculo do FPE.

- O capítulo 3 apresenta a metodologia de estimação de fronteiras e a Análise de Envoltória de Dados.
- No capítulo 4 são relacionados e discutidos, de forma detalhada, os resultados empíricos para avaliação do repasse de verbas do FPE.
- A última parte é destinada à conclusão do trabalho.

Capítulo 2 Federalismo fiscal brasileiro e as transferências

2.1 Introdução

A promulgação da nova Constituição Brasileira foi um marco para o processo de descentralização da economia brasileira, ainda em andamento. O período dos governos militares promoveu forte concentração das competências tributárias na União. Segundo Lima e Cândido (2001, p. 333), o regime militar instaurado no ano de 1964 foi acompanhado por pressões de governadores e prefeitos em busca de maior autonomia financeira. Cada passo no sentido de recuperar a autonomia política dos Estados e Municípios era considerado vitória, situação que perduraria até 1982. Após décadas de centralização e autoritarismo (protecionismo e intervencionismo), o país passou por profundas transformações, dando espaço para a democracia e a descentralização⁹.

Apesar de todo esse movimento, as raízes fincadas no regime anterior continuaram e mostraram que essa transformação não foi suficiente para alterar hábitos e costumes que contaminavam e conduziam os gestores a errôneas decisões políticas. A descentralização foi confundida com liberdade para gastar sem preocupação de tributar. As distorções causadas pelas várias tentativas fracassadas no combate à inflação antes do Plano Real fez gerar inúmeros desequilíbrios nas finanças públicas brasileiras. Mesmo após o controle inflacionário, centrado na eliminação do *déficit* público com a redução dos gastos federais e a imposição da disciplina fiscal, foi necessário aumentar o esforço coordenado em busca de um novo equilíbrio federativo a partir de um maior entendimento nacional.

⁹ Defendida pela campanha presidencial do candidato vitorioso nas eleições indiretas 1984.

Neste capítulo, será abordado o federalismo fiscal no Brasil, suas características, peculiaridades e desafios. Logo em seguida, serão apresentadas as várias modalidades de transferências em regimes federativos, um breve histórico dessas transferências e o atual sistema de partilha, com destaque para o Fundo de Participação dos Estados (FPE).

2.2 Federalismo fiscal no Brasil: características, peculiaridades e desafios.

Para melhor compreensão do problema do federalismo fiscal brasileiro, torna-se preciso conhecer características e peculiaridades ocorridas ao longo do tempo.

Em regimes federativos, a União em geral é responsável pela redução das disparidades regionais de desenvolvimento, mediante a utilização dos instrumentos fiscais que detém. A economia brasileira foi afetada por essa conduta durante o período em que permaneceu fechada, fato que contribuiu para o sistema tributário ocupar papel de relevo no desenvolvimento regional, colocando em conflito as demandas por aumento da autonomia tributária e as transferências compensatórias dos Estados.

Dessa maneira, as várias forças que levaram às atuais características da Federação Brasileira já atuavam bem antes da Constituição de 1988. A reforma de 1967, promovida pelo regime militar, instaurou um mecanismo de transferências intergovernamentais de receitas, ao mesmo tempo em que promoveu a concentração das competências tributárias na União. Essa centralização tributária tinha por objetivo, entre outros, assegurar o apoio político dos estados mais pobres e de municípios de menor porte, com a aplicação direta de recursos do orçamento

federal e da participação garantida nos fundos compensatórios¹⁰ criados. Em meados da década seguinte, os governos militares projetaram uma transição lenta e controlada visando à instalação do regime democrático. Programas agressivos de investimentos e aumento das transferências federais para estados menos desenvolvidos foram realizados, e considerados importantes para que o governo federal pudesse controlar o processo de abertura política.

A reforma política que se deu em 1977 teve como objetivo principal conter o progresso da oposição ao regime militar, devido ao temor do seu avanço nas eleições para governadores marcadas para o ano de 1978. O resultado foi o aumento do número de representantes dos estados mais pobres na Câmara Federal, tendo por finalidade adiar as eleições diretas para governador para o ano de 1982. Além disso, decretou-se que um dos três representantes dos estados no Senado fosse eleito por um colégio eleitoral, provocando redução do quorum necessário para aprovar emendas constitucionais no congresso. Tais fatos foram importantes para garantir o controle dos militares sobre o colégio eleitoral que decidiria a eleição presidencial a ser realizada em 1985.

Durante esse período de transição para o regime democrático, as demandas de descentralização exigiam, cada vez mais, aumentos na transferência de receitas tributárias federais para os estados e municípios, até chegar ao nível constante da Constituição de 1988.

A promulgação da nova Constituição favoreceu a descentralização, e os municípios foram reconhecidos como membros da Federação, passando a ser vistos de forma igualitária em relação aos Estados no que tange aos direitos e deveres do

¹⁰ O Fundo de Participação dos Estados (FPE) e o Fundo de Participação dos Municípios (FPM) foram criados na constituição de 1967 para partilhar o produto de impostos federais com estados e municípios.

regime federativo. A partir de então, os estados pobres e menos populosos tiveram direito a um mínimo de oito representantes na Câmara dos Deputados, enquanto que os estados de maior porte ficariam com um teto máximo de 70 representantes¹¹. Essa situação gerou instabilidade da representação política no Congresso Nacional e a consequência perversa dos desequilíbrios na repartição das receitas fiscais, uma vez que os Estados e seus municípios passaram a ter incentivo para preferir maior participação nas receitas federais, no lugar de maior competência para tributar.

Com o passar do tempo, ocorreram significativas mudanças nos mecanismos de rateio das receitas da Federação brasileira que estiveram ligadas aos ciclos políticos, com a descentralização do poder político correlacionado ao aumento da participação estadual e municipal nas receitas federais (ver Box 1 para detalhes).

Box 1

Repartição das Receitas Tributárias

1964-1967 (Emenda constitucional 18/65): A reforma tributária feita pelo regime militar estabeleceu a base do atual sistema de repartição da receita. Vinte por cento do produto dos principais impostos federais – produtos industrializados (IPI) e renda (IR) – foram destinados em partes iguais a um Fundo de Participação dos Estados (FPE) e um Fundo de Participação dos Municípios (FPM) e distribuídos de acordo com uma fórmula própria.

1968 (Ato Complementar 40/68): A porcentagem dos impostos federais partilhados com os estados e municípios foram reduzidos à metade e foi criado um Fundo Especial formado com 2% dos mesmos impostos para aumentar o controle federal sobre o uso dos recursos fiscais. A autonomia fiscal dos governos subnacionais foi reduzida a um mínimo e permaneceu assim até o começo da transição gradual para a democracia.

1975-1983 (Emendas constitucionais 5/75 e 17/80): Promulgadas em 1975 e 1980 levaram a um progressivo aumento da participação dos estados e municípios na arrecadação federal do IPI e do IR. Em consequência, os estados e municípios recuperaram as perdas causadas em 1968 (a porcentagem desses dois impostos que compõem o FPE e o FPM atingiu 10,5% em 1983).

1984-1988 (Emendas Constitucionais 23/83 e 27/85): A aceleração do ritmo da democratização aumentou a pressão dos governos subnacionais por maior participação nas receitas tributárias. O FPE e o FPM aumentaram novamente em 1984 e 1985, chegando respectivamente a 14% e 16% dos impostos federais. Ao mesmo tempo, foram adotadas medidas para conter as tentativas federais de reduzir a participação de estados e municípios nessas receitas.

¹¹ A região Norte, que tem apenas 8% da população do país, ficou com 14,5% dos assentos, enquanto que o Sudeste, com 43% da população, possui apenas 32,2% das cadeiras. Em determinadas situações, o número de votos necessários para eleger um deputado nos estados mais desenvolvidos é dezesseis vezes maior que nos estados menos desenvolvidos e populosos.

1988: Com a nova Constituição, a porcentagem de impostos federais que compõem o FPE e o FPM subiu novamente durante cinco anos consecutivos, atingindo 22,5% em 1993. Outros 10% do IPI formaram um fundo separado para compensar os estados por não tributarem as exportações de bens manufaturados. Além do mais, 3% do IR e do IPI foram destinados a um fundo de desenvolvimento regional para financiar investimentos no Norte, Nordeste e Centro-Oeste.

Fonte: Afonso 2002, p.13 apud Varsano (1996).

Apesar do seu caráter descentralizador, a Constituição Federal de 1988 aumentou a responsabilidade do Governo Federal na garantia dos direitos sociais aos cidadãos, e abriu espaço para a criação de contribuições destinadas a financiar o acesso universal aos serviços públicos. Essa situação causou indesejável deterioração na qualidade do sistema tributário brasileiro¹².

A abertura da economia brasileira à competição externa gerou um baixo crescimento econômico, refletido no desempenho dos estados e municípios que não conseguiram ampliar sua capacidade de tributar e de receber transferências da União. Diante do cenário de fortes restrições orçamentárias¹³ no plano federal, as expectativas de que a descentralização das receitas fosse acompanhada da ampliação dos impostos públicos não aconteceram, apesar de se constatar existir alguns sinais nessa direção¹⁴.

As várias tentativas fracassadas na direção de mudar o atual sistema tributário brasileiro mostram a ausência de consenso suficiente para solucionar os conflitos existentes e, portanto, consolidar uma nova realidade federativa para o Brasil.

O grande desafio consiste em maximizar os potenciais benefícios da descentralização com adequada capacidade de redução das desigualdades

¹² Entre 1989 e 1992, a carga tributária nacional, inclusive as contribuições previdenciárias, mantiveram-se abaixo dos níveis alcançados no início da década de 70.

¹³ As restrições orçamentárias durante os anos 90 representaram menor capacidade financeira para estados e municípios enfrentarem as demandas de serviços sociais e urbanos.

¹⁴ Apesar de não poderem lucrar plenamente com a descentralização fiscal, os governos municipais foram pressionados para aumentar o esforço fiscal para atender as demandas por maiores gastos sociais, uma vez que houve um recuo das agências federais.

regionais. No entanto, os Constituintes de 1988 esquivaram-se do problema do sistema fiscal brasileiro, optando por atender aos reclames por descentralização, via aumento exagerado de transferências intergovernamentais, ao invés de instituir os tributos necessários para o financiamento dos gastos dos estados¹⁵ e dos municípios. Essa conduta foi a principal responsável pelo incremento das receitas na grande maioria dos estados brasileiros, e acabou gerando situação propícia para a irresponsabilidade e para o desperdício dos recursos públicos. O reequilíbrio de fontes orçamentárias é indispensável para a maior eficiência do gasto. A desvinculação da decisão de gastar e arrecadar, caracterizada como um bônus político fez com que o dinheiro público fosse mal aplicado. A participação da sociedade é indispensável para maior eficiência no gasto, posto que conhecer para onde vai o dinheiro, compulsoriamente, transferido do cidadão para o Estado na forma de tributos, poderá reduzir o risco de ineficiências e desperdícios.

Na opinião de Afonso (2001, p. 340) “considerados como critérios impróprios para o cálculo do montante a ser atribuído a cada estado e município, o aumento das transferências intergovernamentais acirrou as disparidades de recursos entre as unidades da federação. A Constituição de 1988 estipulou que os critérios permaneceriam, até que lei complementar¹⁶ determinasse uma nova fórmula de rateio. A não edição dessa lei reflete a enorme dificuldade para modificar os atuais critérios que irão afetar significativamente os orçamentos de pelo menos 26 estados e de mais de 5 mil municípios”.

¹⁵ Com exceção do aumento da base de incidência do principal imposto estadual, o ICMS, que beneficiou principalmente os Estados mais industrializados.

¹⁶ A Lei Complementar que viria a regulamentar o FPE foi a de N. 62 de 28/12/1989. Porém, vale ressaltar que esta lei foi um critério provisório para vigorar nos anos de 1990 e 1991. Mas, como esta lei específica nunca foi editada, o critério provisório continua vigorando até os dias atuais.

Os atuais critérios de rateio das transferências intergovernamentais têm beneficiado áreas menos desenvolvidas e cidades de pequeno porte, uma vez que as tendências econômicas e demográficas apontam para uma concentração maior das necessidades de gasto com serviços públicos nas cidades de maior porte, como resultado da urbanização e dos elevados custos requeridos no atendimento dessas áreas densamente povoadas. A metropolização da pobreza torna os estados, mesmos os mais ricos, incapazes de atender às demandas locais, ao mesmo tempo em que a pulverização das transferências não consegue gerar recursos suficientes para as regiões menos desenvolvidas sustentarem investimentos necessários que superem o subdesenvolvimento.

Dessa maneira, a prioridade esmagadora, atribuída à estabilidade monetária em época de abertura econômica, impôs restrições à ação do governo, ao mesmo tempo em que o desequilíbrio da representação política dos Estados no Congresso Nacional dificultava a busca de um novo pacto federativo no campo fiscal. A abertura da economia à competição estrangeira e a incapacidade do governo federal de tratar os desequilíbrios regionais levaram ao aumento dos conflitos entre as jurisdições que favoreceu o avanço de importantes reformas institucionais. A impossibilidade de definir regras que estabelecessem, com detalhes, as responsabilidades entre as três esferas do governo, agravou as distorções vigentes, evidenciando a necessidade de adoção de medidas enérgicas que viabilizassem a recomposição do equilíbrio federativo, mediante a superação de conflitos na repartição dos recursos fiscais.

Essas dificuldades fizeram com que os Congressistas de 1988 postergassem as decisões requeridas para a construção de um novo modelo de federalismo fiscal,

não obstante essas medidas serem imprescindíveis para reduzir as disparidades socioeconômicas e regionais do país.

A responsabilidade do governo resume-se em prover os serviços demandados por suas populações, ao menor custo possível para os padrões de qualidade exigidos. Cabe ao cidadão cumprir suas obrigações tributárias decorrentes do financiamento dos serviços prestados pelo governo como resposta às demandas coletivas.

2.3 Modalidades de transferências fiscais

2.3.1 Introdução

O ajuste da capacidade de transferências nos sistemas federativos é primordial, principalmente em países com as características do Brasil, marcado por elevada heterogeneidade socioeconômica. Essas características exigem sistemas de redistribuição para equacionar a capacidade de gasto público com a arrecadação própria, dada à diversidade da capacidade fiscal entre as regiões. Além disso, a existência de expressiva parcela da população posicionada próxima ou abaixo da linha da pobreza acentua, ainda mais, a necessidade da provisão de bens e serviços e amplia o escopo das políticas de âmbito nacional.

Um dos principais objetivos desse trabalho é avaliar o FPE, transferência intergovernamental atualmente vigente no setor público brasileiro. Dessa maneira, será conveniente caracterizar as diferentes modalidades de transferências.

2.3.2 Tipologia básica de transferências intergovernamentais

Segundo Prado (2001, p. 3) apud Gasparini & Melo (2004, p. 8) as transferências podem ser diferenciadas da seguinte maneira:

- A. Transferências como instrumento de política fiscal;
- B. Transferências do orçamento excedente: legais *versus* discricionárias;
- C. Transferências no orçamento receptor: livres ou vinculadas.

A. Transferências como instrumento de política fiscal;

Essa modalidade de transferência é a mais importante para o nosso estudo, por isso será abordada com maior profundidade. Prado (2001) propõe três cortes básicos nas diferentes modalidades de transferências:

- Fatores de ordem técnico-tributária: “devolução tributária”

Em países com marcadas desigualdades socioeconômicas, existe natural tendência à concentração relativa da arrecadação em níveis superiores do governo. Em geral, os recursos são redistribuídos de forma relativamente neutra, ou seja, cada jurisdição recebe uma parcela da arrecadação central diretamente relacionada ao seu espaço territorial (capacidade fiscal)¹⁷. No caso brasileiro, podem ser citados o Imposto Territorial Rural (ITR) e o Imposto sobre Operações Financeiras (IOF-OURO), arrecadados pela União, e o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) e o Imposto sobre Propriedade de Veículos Automotores (IPVA), arrecadados pelos estados e repassados aos municípios em proporção correspondente à parcela da arrecadação no local onde o imposto é gerado. Nota-

¹⁷ A função de arrecadar é exercida pelo nível superior do governo, cabendo à jurisdição local a totalidade ou parcela proporcional nela gerada.

se, finalmente, que esse tipo de transferência constitui uma quase-arrecadação própria para o orçamento do governo local.

- Fator de ordem equalizadora: transferências redistributivas

A distribuição muito irregular das bases tributárias e as diferenças na eficiência arrecadatória entre as regiões geopolíticas levam, em geral, à concentração da arrecadação no nível superior do governo, com a conseqüente redistribuição da receita arrecadada, formando, dessa maneira as transferências de caráter redistributivo. Esse tipo de transferência tem um caráter de suplementação orçamentária e é orientada por parâmetros gerais, tais como população, receita e renda per capita. Como exemplos desse tipo de transferência, no caso brasileiro, têm-se o FPM e o FPE e os repasses do SUS.

- Viabilização de políticas setoriais: programas / sistemas setoriais / funcionais de gasto

A necessidade de implementar políticas e programas setoriais de caráter nacional exige gestões centralizadas de recursos, cuja execução dos gastos é feita por instâncias inferiores do governo. Assim, surgem as transferências condicionadas, relacionadas a políticas e programas coordenados pelo nível superior do governo. Esse tipo de transferência deve obedecer à restrição de gasto por setor ou programa, ou seja, deve focalizar o objetivo definido pelas instâncias superiores do governo, e o governo local fica obrigado a uma contrapartida de recursos próprios. Em países com níveis elevados de pobreza e distribuição de renda heterogênea como o Brasil, esse tipo de transferência assume papel de

importância para a garantia de níveis mínimos de atendimento dos serviços públicos que os governos locais não têm condições de suprir.

No Brasil, o exemplo com alguma semelhança com esse tipo de transferência foi verificado no setor da saúde durante o período de 1987, 1991 e 1992, sistema esse que ficou conhecido como SUS e, pelo qual, o governo federal remunerava unitariamente cada serviço prestado pelos governos subnacionais.

B. Transferências do orçamento excedente: legais versus discricionárias;

Segundo Prado (2001), transferências legais são aquelas em que os recursos e montantes a serem distribuídos a cada nível de governo estão estabelecidos em lei específica ou na Constituição Federal. Por outro lado, transferências discricionárias ou negociadas são definidas em processo orçamentário, e resultam de negociações entre autoridades centrais e governos subnacionais e seus representantes no parlamento.

A racionalidade desse último tipo de transferência está no caráter complementar e auxiliar dos gastos públicos em situações excepcionais e em curto prazo. No entanto, transferências discricionárias que possuem fluxos amplos e regulares¹⁸ não se encontram adequadamente ajustadas.

¹⁸ Villela (1995) apud Prado (2001, P.10)

C. Transferências no Orçamento Receptor: Livres ou Vinculadas;

Seguindo ainda a exposição de Prado (2001), as transferências podem ser diferenciadas de acordo com o grau de condicionalidade quanto à sua utilização no orçamento dos governos subnacionais. Assim tem-se:

- Transferências livres – aquelas que permitem maior liberdade e escolha aos governos locais. Porém, as dificuldades apontadas por esse modelo referem-se à forte dependência da eficiência dos sistemas político-decisórios locais. O método da vinculação pode assumir três opções: a primeira é a de “contas abertas”, também chamada de pagamento de contas abertas, pelo qual o governo superior remunera o governo inferior, por unidade de serviços prestados. Essa alternativa de vinculação permite maior autonomia, pois viabiliza o atendimento das exigências locais pela instância inferior, mas por outro lado dificulta o controle do governo central no acompanhamento da gestão dos recursos.

- A segunda alternativa é o repasse de dotações globais vinculadas, entregues à gestão dos governos locais, permitindo que a sociedade local escolha a subalocação desses recursos. O ponto negativo dessa alternativa é que o sistema não induz a uma melhora do esforço na captação dos recursos próprios.

- A terceira alternativa, seguindo a abordagem proposta por Prado (2001), é a vinculação de parcela dos recursos tributários aos quais os governos de instâncias inferiores têm direito, e se refere às vinculações constitucionais, como por exemplo, saúde¹⁹ e educação²⁰. Esse tipo de vinculação pode permitir melhor alocação de recursos nas áreas de maior carência, se identificadas com precisão. Segundo o referido autor, o problema dessa vinculação, em grande parte, está em seu caráter setorial genérico, ou seja, quanto maior a amplitude das suas especificações, seja

¹⁹ Ver Emenda Constitucional N. 29, 13 de setembro de 2000.

²⁰ Ver Artigo 212 da Constituição Federal de 1988.

saúde, educação, saneamento, gasto social etc., maior será a dificuldade em ajustar as dotações, podendo, dessa forma, gerar algum tipo de ineficiência. Segundo Mendes (2002, p. 63), as transferências vinculadas devem ser desenhadas de forma adequada, dirigidas para um bem público gerador de externalidade e considerado prioridade nacional, como por exemplo, a educação.

2.4 Breve histórico do sistema de transferências no Brasil

Na Constituição Federal de 1946 foi introduzido o programa de ajuda federal sistematizada para as unidades federadas, pelo qual 10% da arrecadação do Imposto de Renda seriam destinados, em partes iguais, aos municípios, exceto para as capitais. Segundo Gremaund apud Nascimento & Oliveira (2003, p. 71) os registros existentes mostram que os fluxos desses recursos não foram regulares, muitas vezes foram reduzidos ou mesmo interrompidos, não constituíam, portanto base de fluxo regular para a prática orçamentária dos governos subnacionais.

O Fundo de Participação dos Estados (FPE) foi criado na reforma tributária²¹ de 65-67, com a finalidade de corrigir os desequilíbrios regionais e, como tal, constitui um mecanismo de equalização dos gastos, das receitas e das necessidades. Foi o passo inicial na criação de um sistema de partilhas de recursos intergovernamentais na Federação Brasileira, e determinava que dos recursos provenientes da arrecadação de impostos do governo federal (do Imposto de Renda – IR e do Imposto sobre Produtos Industrializados – IPI), 10% seriam partilhados entre os Estados e o Distrito Federal. Partindo de determinadas proporções previamente fixadas e, por intermédio da aplicação de fórmulas com fluxos de recursos regulares, as destinações desses recursos estariam asseguradas.

²¹ Emenda Constitucional N. 18, 1º de dezembro de 1965.

Segundo Afonso e Souza (1985), apud Pontual (1999 p. 21), o FPE surgiu como elemento chave na consolidação de um sistema tributário baseado no esquema de centralização tributária nas mãos do governo federal que determina a alocação desses recursos por intermédio das transferências intergovernamentais.

Em 1966 foi promulgada a Lei N. 5.172, dispondo sobre os fundos constitucionais. O Artigo 88 definiu o critério de distribuição do FPE, no qual 5% dos recursos seriam distribuídos para cada estado e os 95% restantes proporcionais ao coeficiente individual de participação definida nos artigos 89 e 90.

Desde então, o FPE passou por várias transformações institucionais que, como pode ser visto na Tabela 1, modificaram seu caráter e reduziram sua importância, principalmente até meados da década de 70.

Tabela 1: Evolução dos Percentuais do FPE

Ano	Dispositivo Legal	FPE
1967/1968	Emenda Constitucional 18/65	10%
1969/1975	Ato Complementar 40/68	5%
1976	Emenda Constitucional 5/75	6%
1977	Emenda Constitucional 5/75	7%
1978	Emenda Constitucional 5/75	8%
1979/1980	Emenda Constitucional 5/75	9%
1981	Emenda Constitucional 17/80	10%
1982/1983	Emenda Constitucional 17/80	10,5%
1984	Emenda constitucional 23/83	12,5%
1985	Emenda Constitucional 23/83	14%
1985/1988	Emenda Constitucional ²² 27/85	14%
1988	Constituição Federal de 1988	18%
1989	Constituição Federal de 1988	19%
1990	Constituição Federal de 1988	19,5%
1991	Constituição Federal de 1988	20%
1992	Constituição Federal de 1988	20,5%
1993	Constituição Federal de 1988	21,5%

Fonte: Gasparini & Melo 2004 com dados da STN (2003)

No período pós-eleições de 1978, as pressões dos governadores e prefeitos, aliadas a uma sociedade ansiosa por maior participação, fizeram surgir, de forma

²² Até 4 de outubro de 1988, data da promulgação da Nova Constituição.

clara, tendência de vincular as receitas da União para fortalecer o FPE e o FPM, além da criação de novos fundos constitucionais para as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste.

Mas foi em 1980, com a Emenda Constitucional N. 17, de 2/12/1980, alterando o art. 25 da Constituição de 1967 e aumentando a parcela distribuída entre os fundos, que os Estados passaram a ter autonomia na livre aplicação da cota integral do FPE.

Optou-se, então, pela não vinculação do FPE, com exceção da vinculação indireta ocorrida em 1983, com a Emenda Constitucional N. 24, de 1/12/1983, que determinou a transferência de 25% da receita resultante de impostos para estados, municípios e o Distrito Federal, a serem aplicados na manutenção e no desenvolvimento do ensino, abrangendo as transferências intergovernamentais.

Segundo Nascimento & Oliveira (2003, p. 72), com a promulgação da Constituição de 1988, ficou estabelecido que a destinação do IR e do IPI para o FPE seria elevada de 14% para 21,5%. Contudo, esse percentual só seria atingido a partir de 1993, face ao crescimento progressivo disposto no inciso II, parágrafo 2º do art. 34 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias. A formalização do FPE, cujo objetivo é promover o equilíbrio socioeconômico entre os estados federados, consta do art. 159 da Constituição Federal e determina que 21,5% do produto da arrecadação dos impostos sobre a renda e proventos de qualquer natureza e sobre os produtos industrializados sejam destinados à formação desse fundo.

A lei complementar que viria regulamentar o FPE foi a de N. 62, de 28/12/1989, após um ano de promulgada a Constituição Federal. Durante esse

período, o FPE continuou sendo distribuído conforme estabelecido pela Lei N. 5.172, de 25 de outubro de 1966. Vale ressaltar que a Lei Complementar N. 62 instituiu critério provisório a vigorar apenas nos exercícios de 1990 e 1991. Mas, como a lei específica nunca foi editada, o critério provisório vem sendo utilizado até hoje, mantidos em vigor os coeficientes estabelecidos naquela Lei Complementar.

A Constituição estabeleceu regras transitórias, determinando aumento gradual do FPE, cujos percentuais definidos só passariam a vigorar em 1993. Estados e Municípios foram contemplados com aumento da receita, mas os níveis de gastos não foram modificados, ou seja, a reforma fiscal aconteceu apenas no lado da receita.

Segundo Nascimento & Oliveira (2003, p. 71), o equilíbrio orçamentário da União pôde ser mantido com ajuda dos efeitos inflacionários. A partir do Plano Real, a estabilidade econômica relativa levou à criação do Fundo Social de Emergência – FSE e depois do Fundo de Estabilização Fiscal – FEF, que vigorou de 1994 a 1999. A Emenda Constitucional N. 27, de 21/03/2003, criou a atual Desvinculação de Receitas da União, visando, principalmente, aumentar o fôlego financeiro da União.

Para Schwengber & Ribeiro (1999, p. 23), o FPE fortaleceu-se como mecanismo institucional de transferência intergovernamental, conjuntamente com o processo de redemocratização do país, embora tenha sido alvo de muitas críticas na literatura e até apontado como indutor de comportamento fiscal irresponsável, sobretudo quanto aos municípios (Shah, 1991; Afonso e Serra, 1991; Dain, 1993; Villela, 1993; Longo, 1994; Rezende, 1995; Blanco, 1998, p. 85).

2.5 O cálculo do valor do fundo de participação dos estados – FPE

A Secretaria do Tesouro Nacional informa ao Banco do Brasil o valor total do FPE e, a partir daí, calcula o valor a ser distribuído a cada estado.

2.5.1 Cálculo do valor total do FPE

Da receita bruta arrecadada pela União, proveniente do IR e do IPI, apenas uma parte é enviada para o Fundo. Desse montante bruto, são retirados os incentivos fiscais e as restituições, chegando-se à receita líquida, da qual apenas 21,5% constituem o montante do FPE.

2.5.2 Cálculo do FPE para cada estado

O Projeto de Lei Complementar N. 104 de 1989 definiu o coeficiente individual para cada estado (ver tabela 2), com o objetivo de contribuir para uma administração eficiente dos recursos, proporcionando distribuição regional mais justa. Com base nesses coeficientes²³ ficou estabelecido pela Lei Complementar N. 62/89 como seria feita a distribuição por estado, e definido, também, que do valor total do FPE, 85% vão, respectivamente, para os estados das Regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste (25,37%, 52,46% e 7,17%) e as Regiões Sul e Sudeste (6,52% e 8,48%) ficariam apenas com 15% desses recursos.

Portanto, para calcular a parcela de cada estado no FPE, multiplica-se o total a ser distribuído (21,5%), pelo coeficiente individual de cada estado, conforme apresentado na Tabela 2 (a seguir).

²³ A determinação desses coeficientes não é muito clara, embora se leve em conta a área territorial, a população e a renda per capita de cada estado, onde maiores detalhes podem ser obtidos pela leitura dos artigos 86 a 90 da Lei N. 5.172 de 25.10.1966 – Código Tributário Nacional.

2.5.3 Quem faz o cálculo da cota parte de cada estado

A secretaria do tesouro informa ao Banco do Brasil o valor total do FPE e com base nessa informação o Banco do Brasil calcula o valor a ser distribuído a cada estado.

Tabela 2: Distribuição do FPE por Regiões/Estados - 2002

Estado / Região	% de Participação
Acre	3,421
Amapá	3,412
Amazonas	2,7904
Pará	6,112
Rondônia	2,8156
Roraima	2,4807
Tocantins	4,34
Norte	25,3717
Alagoas	4,1601
Bahia	9,3962
Ceará	7,3369
Maranhão	7,2182
Paraíba	4,7889
Pernambuco	6,9002
Piauí	4,3214
Rio Grande do Norte	4,1779
Sergipe	4,1553
Nordeste	52,4551
Distrito Federal	0,6902
Goiás	2,8431
Mato Grosso	2,3079
Mato Grosso do Sul	1,332
Centro-Oeste	7,1732
SUB TOTAL I	85
Espírito Santo	1,5
Minas Gerais	4,4545
Rio de Janeiro	1,5277
São Paulo	1
Sudeste	8,4822
Paraná	2,8832
Rio Grande do Sul	2,3548
Santa Catarina	1,2798
Sul	6,5178
SUB TOTAL II	15
BRASIL	100

Fonte: Secretaria do Tesouro Nacional (2004)

Capítulo 3 O método Análise de Envoltória de Dados

3.1 Revisão conceitual

O método de análise de fronteiras de eficiência é bastante utilizado no ramo da ciência econômica. Foi proposto, inicialmente, por Farrel (1957) e melhorado por Aigner et al. (1968), Forsund et. al (1977) e Färe Grosskopf e Lovell (1994) e outros. Veremos, em seguida, o desenvolvimento da técnica DEA na análise de eficiência, baseada no método de programação linear²⁴.

3.1.1 Alguns aspectos conceituais importantes

3.1.1.1 Avaliação de Desempenho

Vários estudos em economia têm dedicado atenção à avaliação do desempenho governamental. Conforme Catelli (1999, p. 190) citado por Kassai (2002), “o termo avaliação refere-se ao ato ou efeito de se atribuir valor, sendo que valor pode ser entendido no sentido qualitativo (mérito, importância) ou no sentido quantitativo (mensuração)”.

Já o conceito de Desempenho apresentado no Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa têm os seguintes verbetes:

“Desempenho. Execução de um trabalho, atividade, empreendimento, etc., que exige competência e/ou eficiência”.

“Desempenhar. Cumprir (aquilo que se estava obrigado). Cumprir, executar”.

²⁴ Técnica matemática conhecida como programação linear, no qual tanto a função objetivo como as restrições são todas lineares.

3.1.1.2 Mensuração de Desempenho

A mensuração do desempenho é bastante utilizada em diversas áreas do conhecimento. Muito se tem escrito sobre indicadores de desempenho. Assim, notas, percentuais, quocientes, montantes, multiplicadores, ou seja, as formas numéricas utilizadas na aferição do desempenho são inúmeras. Kassai (2002, p. 34) destaca algumas características desejáveis de indicadores:

- **Objetividade:** indicadores subjetivos dificultam a mensuração, por isso há preferência por dados quantitativos, embora muito se tenha avançado em direção à avaliação qualitativa.
- **Mensurabilidade:** os indicadores devem ser mensuráveis, no sentido de se poder quantificá-los em alguma escala determinada de valores.
- **Compreensibilidade:** os indicadores devem ser comparáveis entre períodos, numa mesma entidade e entre entidades. Assim, interessa saber, por exemplo, se o estado evolui no tempo e qual sua situação comparativa à de outras empresas do mesmo setor de atuação.
- **Custo:** a avaliação deve sempre considerar uma análise de custo-benefício, logo a informação deve ter sua utilidade comparada ao custo da obtenção.

3.1.1.3 Qualificação do Desempenho

Existem algumas expressões relacionadas ao conceito de desempenho, dentre as quais destacamos produtividade, eficiência e eficácia.

De acordo com Catelli (1999, p. 199) apud Kassai (2002, p. 36), produtividade é a relação entre produtos e recursos. É, portanto, utilizada em sentido operacional,

expressando a relação entre entradas e saídas de determinado sistema. Na opinião de Sander (1995) citado por Belloni (2000, p. 18) eficiência é critério econômico que revela a capacidade administrativa de se produzir o máximo de resultados com o mínimo de recursos. Note que o conceito de produtividade difere de eficiência apenas pelo fato desta última expressar uma relação ótima²⁵ entre recursos consumidos / produtos gerados. Por extensão, temos:

- Eficiência Alocativa - referente à habilidade de combinar recursos e resultados em proporções ótimas, dados os preços vigentes. De acordo com Lovell (1993) apud Belloni (2000, p. 18) *“A eficiência alocativa significa a escolha do conjunto certo de produtos. Também significa usar-se o conjunto certo de bens e serviços produtivos...”*.
- Eficiência Produtiva - relativa à habilidade de evitar desperdícios, produzindo tantos resultados quanto o mínimo de recursos possível para aquela produção. Em contrapartida, a ineficiência produtiva resulta de movimentos desnecessários e de má administração, conforme Wonnacott (1985. p.16) apud Belloni (2000, p. 18). Tradicionalmente, a eficiência produtiva é decomposta em dois componentes: eficiência de escala e eficiência técnica.
 - Eficiência de Escala é o componente de eficiência produtiva, associado às variações da produtividade decorrentes de mudanças na escala de operação.
 - Eficiência Técnica é a maximização de produtos com relação a insumos, dada a estrutura produtiva, ou seja, tirar o máximo proveito possível da sua capacidade produtiva em termos de resposta, segundo Silva (2002, p. 32).

²⁵ Ótima é utilizada aqui no sentido de otimização: minimização de insumos, maximização de produtos.

Já com referência à eficácia está ela relacionada ao cumprimento dos objetivos traçados ou à obtenção dos resultados desejados, segundo sustenta Kassai (2002, p. 36).

3.1.2 Conceito de DEA

O método Análise de Envoltória de Dados (DEA) é uma operacionalização da medida de eficiência técnica de Farrell (1957), por meio de programação matemática. Permite obter a eficiência técnica relativa a partir do conjunto de unidades em análise, denominadas de *Decision Making Unit*²⁶ (DMU), que utilizam múltiplos insumos para produzir múltiplos produtos. Nesse sentido, a DMU é dita eficiente na geração de seus produtos (dadas às quantidades de insumos observadas), se for possível mostrar que nenhuma outra unidade ou combinação linear das unidades consegue gerar maior quantidade de um produto sem diminuir a geração de outro, ou sem aumentar o consumo de algum insumo. Esse procedimento é feito para cada DMU que compõe o conjunto estudado, possibilitando a construção de um *ranking* que determinará as DMU's relativamente eficientes.

3.1.3 Funções de produção, custo e serviço: análise de eficiência

O marco inicial para a discussão de fronteiras e medidas de eficiência (método não-paramétrico) iniciou-se com Farrell (1957) e, posteriormente, Charnes, Cooper e Rhodes (1978) generalizaram o estudo, estendendo o modelo para múltiplos recursos e resultados na obtenção de um indicador que atendesse ao

²⁶ Segundo Normam & Stocker (1990, apud Paiva 1999) o termo *Decision Making Unit*, cuja, tradução e abreviação são dadas por unidade tomadora de decisão – DMU, foi aplicado inicialmente em divisões e unidades administrativas relacionada a serviços públicos. Posteriormente este termo foi empregado às empresas privadas se estendendo às diversas áreas do conhecimento.

conceito de eficiência de Koopmans²⁷ (1951). E, a partir de então, a técnica de construção de fronteiras de eficiência tem sido bastante difundida, tornando-se conhecida como *Data Envelopment Analysis (DEA)*.

Em Economia, a idéia de fronteira está ligada à base de estudos de eficiência, ou seja, à idéia da aproximação de práticas eficientes. Neste trabalho, levaremos em conta as fronteiras das funções de produção, de custos e serviços disponíveis. Com relação à fronteira de produção, a envoltória é superior e corresponde à máxima quantidade de produto que a utilização dos recursos disponíveis pode gerar; quanto à fronteira custos, a envoltória é inferior e diz respeito à obtenção de um dado nível de produto ao menor custo e, no tocante à fronteira de melhor disponibilidade de serviços para necessidades iguais é representada pelo máximo de serviços públicos prestados, comprovando que a metodologia é flexível o suficiente para englobar um conjunto de entradas e saídas, independente de serem quantitativas ou qualitativas.

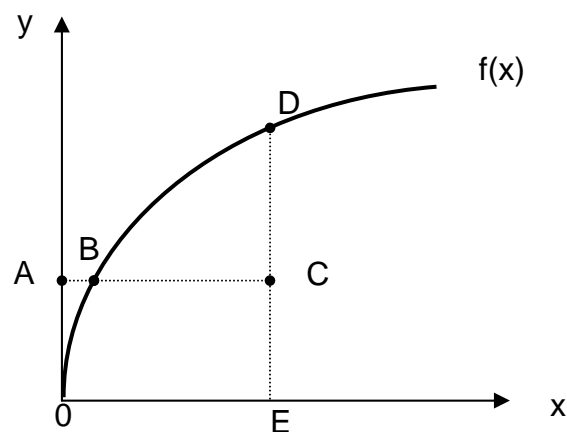


Figura 1: Fronteira Eficiente

²⁷ Eficiência no sentido de Pareto-Koopmans existe quando um plano de operação satisfaz as seguintes condições: 1) Um produto não pode ser gerado em maior quantidade sem que seja diminuída a quantidade gerada de algum outro produto ou sem que seja aumentada a quantidade consumida de pelo menos um insumo. 2) Um insumo não pode ser consumido em menor quantidade sem que seja aumentada a quantidade consumida de algum outro insumo ou sem que seja diminuída a geração de pelo menos um produto.

A figura 1 dá essa intuição. Deixe x representar a variável *input* e y representar a variável *output*. A máxima quantidade de produto que a utilização de x pode gerar é representada por $f(x)$, ou seja, a função de produção.

Note que o ponto C, situado abaixo da função de produção, indica uma região factível de produção. No entanto, esse ponto significa que a DMU está empregando OE - unidades do insumo x para produzir OA unidades de produto y . Ao operar abaixo da fronteira, esse plano de produção é considerado ineficiente, pois dada a sua tecnologia, não está empregando, eficientemente, os recursos disponíveis.

Nessa direção, o ponto B é dito eficiente, já que produz a mesma quantidade de *output* y utilizando uma menor quantidade de *input* x . O ponto D também apresenta um plano de produção tecnicamente viável, com o qual se obtêm o máximo de *output* y , utilizando a mesma quantidade de *input* x .

Do mesmo modo, a Figura 1 pode representar a fronteira de serviços que representa a melhor oferta disponível para determinado nível de necessidades. A construção dessa fronteira parte da idéia de que a oferta desses serviços deve estar disponibilizada para necessidades semelhantes, atendendo ao princípio distributivo da equidade. Estar situado abaixo da fronteira significa *déficit* relativo dos serviços em questão.

As hipóteses assumidas para a relação entre insumos e produtos consideram a existência ou não de retornos crescentes, decrescentes ou constantes de escala, como apresenta as Figuras 2, 3 e 4, logo a seguir. Além dessas hipóteses, a metodologia oferece, ainda, as propriedades de livre descarte (*free disposal*) e de convexidade.

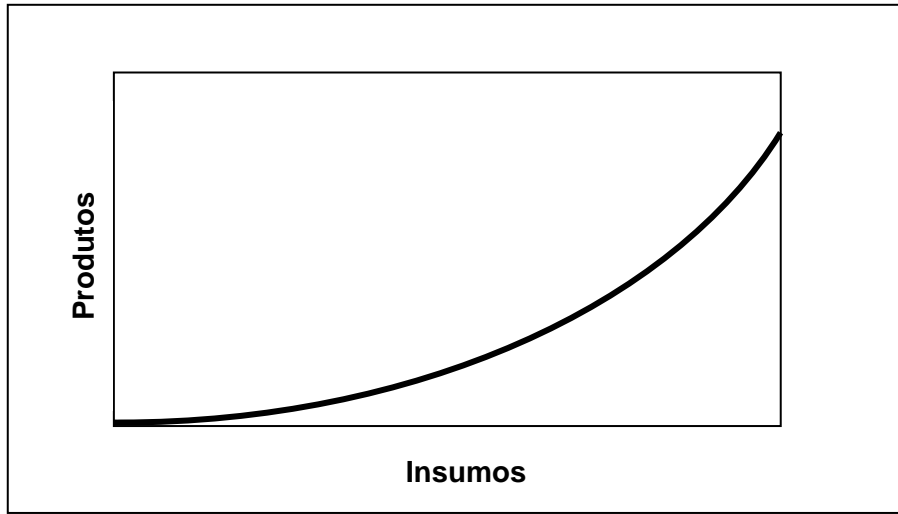


Figura 2: Retornos Crescentes de Escala

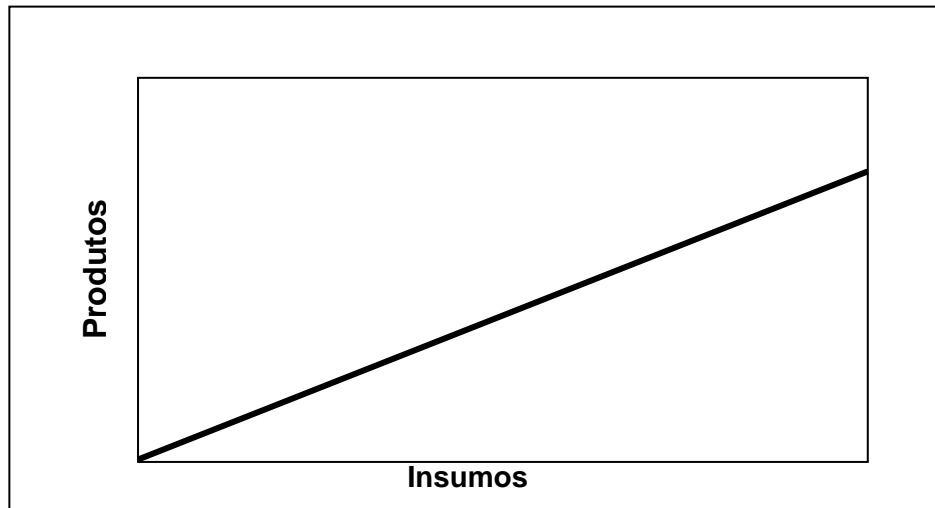


Figura 3: Retornos Constantes de Escala

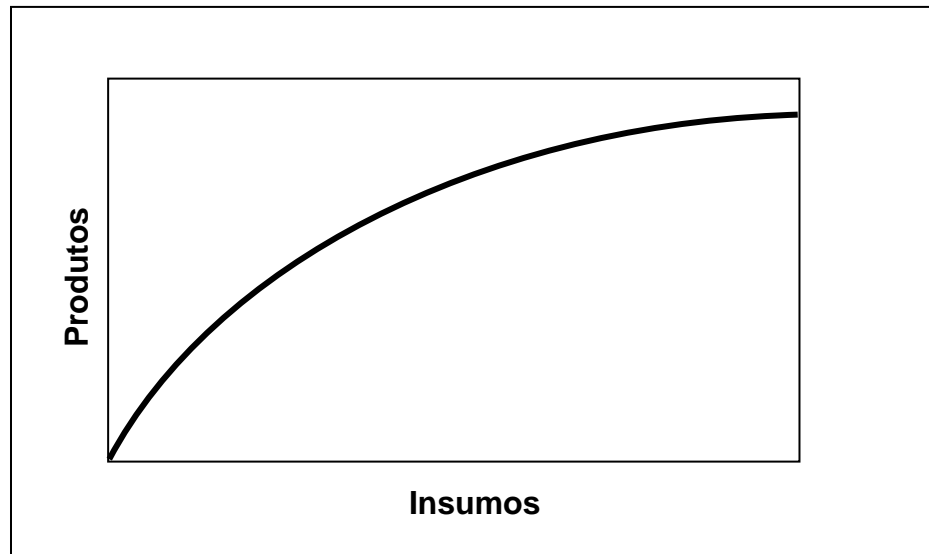


Figura 4: Retornos Decrescentes de Escala

3.2 A base do método de análise de envoltória de dados

Análise de Envoltória de Dados é um método que utiliza programação linear para calcular a medida de eficiência técnica. Proposta originalmente por Farrell (1957) nos casos de um único insumo / produto, mais tarde CCR (1978) generalizaram os estudos de Farrell, tanto no sentido de trabalhar com múltiplos insumos e produtos, quanto na obtenção de um indicador que atendesse ao conceito de eficiência de Koopmans, resultando na formulação do modelo CCR.

Mais precisamente, esse modelo surge com a tese de Edward Rhodes, apresentada à Carnegie Mellon University (1978) sob a orientação de W. W. Cooper. O objetivo do estudo era avaliar a eficiência das escolas públicas Americanas, e resultou na formulação do modelo CCR com a publicação, no mesmo ano, do primeiro artigo na *European Journal of Operations Research*.

O interesse aqui é medir a eficiência dos estados brasileiros. Para conceituar formalmente a medida de eficiência produtiva calculada pela técnica DEA, levamos em conta um Estado da Federação Brasileira com um sistema de produção múltipla,

que utiliza N recursos, representado por um vetor de quantidade $x = (x_1, x_2, \dots, x_N) \in R_+^N$, em t itens de resultados, cujas quantidades são representadas pelo vetor $y = (y_1, y_2, \dots, y_t) \in R_+^t$, determinando um plano de operação descrito pelo vetor $(x, y) \in R_+^{N+t}$. Suponha que n planos de operação sejam observados (x_j, y_j) , $j = 1, 2, \dots, n$, realizados por j DMU's homogêneas. A variável x_{ij} representa a quantidade de insumos i ($i = 1, 2, \dots, N$) utilizada pela DMU j e y_{rj} a quantidade do produto r ($r = 1, 2, \dots, t$) produzido pela DMU j . O Estado que está sendo avaliado será representado por DMU₀ e o seu plano de operação, respectivamente (x_0, y_0) . Os vetores de pesos que refletem as taxas de substituição²⁸ entre os insumos e os produtos utilizados para a agregação dos recursos e dos resultados da DMU₀ são representados por $u = (u_1, u_2, \dots, u_N)$ e $v = (v_1, v_2, \dots, v_t)$. Knight (1933) apud Moita (2002) define produtividade como a razão entre *inputs* e *outputs* mais representativos, fornecendo uma medida econômica de produtividade. Nessa direção, a técnica DEA constrói para cada DMU₀ uma medida de desempenho dada pela seguinte expressão:

$$h_0 = \frac{\sum_{r=1}^t v_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^N u_i x_{i0}} \quad (1)$$

$h_0 =$ Eficiência; $y =$ Produto Final; $x =$ Insumos; $u =$ Peso dos insumos; $v =$

Peso dos produtos.

²⁸ Segundo Varian (1996), é a taxa à qual as DMU's devem substituir um insumo por outro para manter constante a produção.

A medida h_0 é função dos conjuntos de pesos u e v . A questão central é encontrar o valor das incógnitas (pesos dos *inputs* e *outputs*) de cada variável. A possibilidade de associar um conjunto de pesos específicos encontrado para cada Estado / DMU₀ analisado, permite a definição de uma medida de produtividade específica para cada estado avaliado. Portanto, esse desempenho resultante de h_0 mede a produtividade da DMU₀.

A técnica DEA determina para a DMU₀ um vetor de pesos (u^*, v^*) que reproduz as taxas de substituição entre *inputs* e *outputs* expressas no plano de operação que está sendo realizado (x_0, y_0) . Por fim, os pesos (u^*, v^*) representam o valor marginal das variáveis de desempenho relativo à DMU₀, associado aos *inputs* e *outputs*, quando ela decidiu consumir x_0 para produzir y_0 .

A determinação dos pesos (u^*, v^*) para cada DMU₀ é conseguida a partir da maximização do valor da produtividade h_j , por meio do seguinte problema de programação matemática²⁹:

$$\underset{\{u,v\}}{\text{Maximizar}} h_j = \frac{\sum_{r=1}^t v_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^N u_i x_{ij}} \quad (2)$$

Sujeito a

$$\frac{\sum_{r=1}^t v_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^N u_i x_{ij}} \leq 1 \quad (3)$$

²⁹ Este modelo de programação fracionária foi proposto por Charnes *et al.* (1978) e pode ser orientado tanto para input quanto para output. O modelo definido pelas equações (2) e (3) estão orientados para o output. Avaliações mais detalhadas podem ser obtidas a partir da seção 3.2.1.

$$u_r, v_i \geq 0$$

A notação utilizada no decorrer do trabalho esta sumarizada logo abaixo:

Índices:

j – *DMUs*, $j = 1, 2, \dots, n$

r – *Outputs*, $r = 1, 2, \dots, t$

i – *Inputs*, $i = 1, 2, \dots, N$

Dados:

x_{ij} = Valor do i -ésimo input utilizado pela j -ésima DMU.

y_{rj} = Valor do r -ésimo output produzido pela j -ésima DMU.

ε = Um pequeno número positivo

Variáveis:

h_j - índice de eficiência relativa da DMU $_j$.

u_i, v_r - ponderações das variáveis de *input* i e *output* r respectivamente ($\geq \varepsilon$).

λ_j - Ponderação da DMU $_j$ na fronteira³⁰ para a DMU avaliada (≥ 0).

s_i, σ_r – Excessos correspondentes respectivamente aos *inputs* (i) e *outputs* (r) ≥ 0 .

Resolvido o problema fracionário (2) e sujeito a restrições (3), determinamos o valor dos pesos de u_i e v_r correspondente a cada Estado, de tal forma que o somatório ponderado dos *outputs*, dividido pelo somatório ponderado dos *inputs*, seja maximizado. Essa razão mede a eficiência e pode assumir valores entre [0,1]. A

³⁰ A fronteira é composta de seções lineares, chamadas de faces lineares de eficiência. As faces lineares de eficiência são caracterizadas por um conjunto de vértices e um conjunto de taxas de substituição entre as variáveis que descrevem a condição de equilíbrio garantindo a condição de eficiência. Os vértices das faces de eficiência são os estados eficientes que servem de referência para o Estado avaliado.

notação $j = 0, j = 1, 2, 3, \dots, n$, representa o índice da unidade cuja eficiência está sendo medida no momento, supondo retornos constantes de escala.

Nesse contexto, o plano de operação (x_0, y_0) executado pela DMU_0 é:

- Eficiente, quando $h_0 = 1$, pois, para o conjunto de taxas de substituição (u^*, v^*) , a produtividade do plano (x_0, y_0) é a maior dentre as produtividades dos planos observados ou;
- Ineficiente, quando $h_0 < 1$, pois, para o conjunto de taxas de substituição (u^*, v^*) , existe um plano de operação observado com produtividade $h_0 = 1$. Além disso, como h_0 é o valor máximo da produtividade da DMU_0 para qualquer vetor (u, v) que satisfaça as restrições (3) do problema (2), não existe um conjunto de taxas de substituição que torne o plano (x^0, y^0) eficiente.

Este modelo fracionário pode ser transformado³¹ em problema de programação linear comum por uma maneira direta e uma forma conveniente de se fazer é igualar o denominador a um e maximizar o numerador, como poderá ser observado na próxima seção.

³¹ Para maiores detalhes ver procedimentos de transformação de problemas fracionais de Charnes e Cooper (1962).

3.2.1 Modelos básicos DEA

Foi com o trabalho desenvolvido por Charnes et al. (1978) que o modelo DEA-CCR surgiu como uma nova abordagem não-paramétrica para medir a eficiência das DMU's. A partir de então, uma série de conceitos, metodologias e questões teóricas foram sendo aplicadas a esse modelo levando a proposição de algumas modificações do modelo original.

Basicamente, na análise de eficiência produtiva os modelos CCR (1978) e BCC³² (1984) são largamente utilizados na literatura. No primeiro modelo DEA-CCR, Charnes, Cooper e Rhodes (1978) propõem uma avaliação da eficiência que mantenha a projeção radial sobre a fronteira e trabalhe com as folgas e os excessos³³ existentes para construir o indicador. Este modelo tem como características a redução da situação de múltiplos produtos e insumos para um único insumo e produto virtual calculado para cada DMU. Para uma DMU em particular essa relação de insumo e produto virtual nos fornece a medida de eficiência que é função dos multiplicadores, permitindo uma avaliação objetiva da eficiência global.

Existem também duas maneiras de projetar os planos eficientes na fronteira, uma voltada para o *output* (produto) e a outra voltada para o *input* (insumo), como veremos abaixo:

³² Modelo DEA-BCC é uma abreviatura de Banker, Charnes e Cooper, que o desenvolveram e apresentaram em artigo publicado na *Management Science* em 1984.

³³ As folgas representam um potencial adicional de crescimento da produção de alguns dos resultados, em proporções distintas, supondo que os estados/DMUs possam alterar as proporções que operam.

3.2.1.1 Modelo CCR orientado para o insumo - problema do envelopamento (primal)

$$\underset{\{\theta, \lambda, \sigma, s\}}{\text{Minimizar}} h_j = \theta_j - \varepsilon \left(\sum_r \sigma_r + \sum_i s_i \right) \quad (4)$$

Sujeito a

$$\sum_j y_{rj} \lambda_j - \sigma_r = y_{rj} \quad (5)$$

$$\sum_j x_{ij} \lambda_j - \theta_j x_{ij} + s_i = 0 \quad (6)$$

$$\theta \in \mathbb{R}, \lambda_j \geq 0, \forall j = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

$$\sigma_r \geq 0, \forall r = 1, 2, \dots, t; \quad s_i \geq 0, \forall i = 1, 2, \dots, N \quad (8)$$

Uma forma de interpretar o problema acima é construir uma DMU fictícia (combinação linear não negativa com multiplicadores λ_j de todas as DMU's, incluindo a que está sendo avaliada), na projeção da DMU₀ em análise, sobre a fronteira eficiente. Se a projeção for a própria DMU, a unidade é considerada eficiente. O modelo fixa os *outputs* da DMU₀ que está em exame como limites aos *outputs* da DMU fictícia, minimizando seus respectivos *inputs*.

A função objetivo desse modelo é uma tentativa de encontrar o valor para um fator intensivo θ_j que indique potencial redução proporcional em todos os *inputs* utilizados pela DMU_j. Além disso, a introdução das variáveis representativas de folga na produção σ_r e dos excessos no consumo s_i permite obter as condições de

otimalidade de Pareto-Charnes³⁴ et alli (1994), apud Belloni (2000)- garantindo uma medida de eficiência conhecida na literatura como eficiência no sentido de Koopmans (1951).

Os valores dos multiplicadores (ε) que aparecem na função objetivo dos problemas de envelopamento servem como ponderador de um agregado de excessos e folgas. É necessário que o valor de (ε) seja suficientemente pequeno, de tal forma que garanta a solução dos problemas lineares de envelopamento em duas etapas: na primeira, um deslocamento proporcional na direção da fronteira (caracterizando eficiência fraca); na segunda etapa, um movimento não radial para a fronteira de eficiência forte, determinando as folgas e os excessos máximos, ou seja, aquelas DMU's ditas ineficientes são projetadas sobre a fronteira seguindo estas duas etapas.

As expressões $\sum_j y_{rj}\lambda_j$ e $\sum_j x_{ij}\lambda_j$ apresentadas nas restrições dos problemas de envelopamento representam combinações lineares das n DMU's que estão sendo analisadas e os escalares λ_j são os coeficientes de cada DMUj e representam a intensidade ótima dessas combinações. A ausência de restrições sobre os valores de λ_j (além da não negatividade) pressupõe a hipótese de retornos constantes de escala já que são permitidas, no modelo, quaisquer expansões ou contrações dos planos de operação que estão sendo observados. As desigualdades existentes entre as duas primeiras restrições desses problemas caracterizam a hipótese de livre descarte de inputs e outputs.

³⁴ Charnes, Cooper e Rhodes (1978) propõem um modelo de avaliação de eficiência que, mesmo mantendo o princípio da projeção radial sobre a fronteira, trabalha com as folgas e os excessos existentes para construir um indicador que atendessem o conceito de eficiência de Koopmans.

As regras de transformação dos problemas duais são trocar máximo por mínimo e vice-versa. Os sinais das desigualdades do primal precisam ser invertidos nas restrições do dual embora os sinais da condição de não negatividade nunca são trocados. Portanto, o problema dual é resolvido para cada DMU_j a partir do problema primal:

3.2.1.2 Modelo CCR orientado para o insumo - problema dos multiplicadores (dual)

$$\text{Maximizar } h_j = \sum_{r=1}^t v_r y_{rj} \quad (9)$$

Sujeito a

$$\sum_{r=1}^t v_r y_{rj} - \sum_{i=1}^N u_i x_{ij} \leq 0 \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^N u_i x_{ij} = 1 \quad (11)$$

$$u_i, v_r \geq 0 \quad (12)$$

Esse modelo busca minimizar a demanda de insumos de forma a produzir, no mínimo, o mesmo nível de produção dado, expresso pela equação (4) que maximiza o somatório das quantidades produzidas y_{rj} multiplicadas pelos seus respectivos pesos v_r , supondo retornos constantes de escala.

A primeira restrição (5) representa o resultado da DMU, pois é a subtração entre o somatório das quantidades produzidas, multiplicado pelos seus respectivos

pesos $(\sum_{r=1}^t v_r y_{rj})$ e o somatório da multiplicação dos insumos demandados pelos pesos $(\sum_{i=1}^N u_i x_{ij})$. Note que está limitada a zero. Assim, as empresas eficientes obterão o resultado zero para a primeira restrição.

A segunda restrição (6) é o somatório do produto das quantidades demandadas de insumos vezes o peso dos insumos da DMU_j $(\sum_{i=1}^N u_i x_{ij} = 1)$ e tem de ser igual a 1. Se a DMU_j for eficiente então h_j será igual a um. Caso não seja, o indicador será menor que um.

Resolvendo o problema por Programação Linear, para cada unidade, obtêm-se o grupo de DMUs eficientes para as quais h_j pode assumir valores entre [0,1]. A letra $j = 0, j = 1, 2, 3, \dots, n$, é o índice da unidade cuja eficiência está sendo medida no momento sob a hipótese de retornos constantes de escala.

As fronteiras de produção do modelo CCR caracterizam-se por tecnologias com retornos constantes à escala de produção e livre descarte de recursos e resultados. Além disso, podem ser orientados tanto para *input* (redução dos insumos) quanto para *output* (maximização da produção).

3.2.1.3 Modelo CCR orientado para o output – problema do envelopamento (primal)

$$\underset{\{\beta, \lambda, \sigma, s\}}{\text{Maximizar}} h_j = \beta_j + \varepsilon \left(\sum_r \sigma_r + \sum_i s_i \right) \quad (13)$$

Sujeito a

$$\sum_i y_{rj} \lambda_j - \beta_j y_{rj} - \sigma_r = 0 \quad (14)$$

$$\sum_j x_{ij} \lambda_j + s_i = x_{ij} \quad (15)$$

$$\beta \in \mathfrak{R}; \lambda_j \geq 0, \forall j = 1, 2, \dots, n \quad (16)$$

$$\sigma_r \geq 0, \forall j = 1, 2, \dots, n; \quad s_i \geq 0, \forall i = 1, 2, \dots, N \quad (17)$$

Esse modelo orientado para o output busca fixar os inputs da DMU, que está em observação, como limites para os inputs da DMU fictícia, enquanto se tenta maximizar seus outputs.

3.2.1.4 Modelo CCR orientado para o output – problema dos multiplicadores (dual)

$$\text{Minimizar } h_j = \sum_{i=1}^N u_i x_{ij} \quad (18)$$

Sujeito a

$$-\sum_{r=1}^t v_r y_{rj} + \sum_{i=1}^N u_i x_{ij} \geq 0 \quad (19)$$

$$\sum_{r=1}^t v_r y_{rj} = 1 \quad (20)$$

$$u_i, v_r \geq 0 \quad (21)$$

Nesse modelo, o objetivo é a maximização do nível de produção usando, da melhor maneira possível, os insumos observados, supondo retornos constantes de escala e soluções de Programação Linear.

3.2.1.5 Modelo BCC orientado para o input – problema do envelopamento (primal)

$$\underset{\{\theta, \lambda, \sigma, s\}}{\text{Minimizar}} h_j = \theta_j + \varepsilon \left(\sum_r \sigma_r + \sum_i s_i \right) \quad (22)$$

Sujeito a

$$\sum_j x_{ij} \lambda_j - s_i = \theta_j x_{ij} \quad (23)$$

$$\sum_j y_{rj} \lambda_j - y_{rj} + \sigma_r = 0 \quad (24)$$

$$\sum_j \lambda_j = 1 \quad (25)$$

$$\beta \in \mathfrak{R}; \lambda_j \geq 0, \forall j = 1, 2, \dots, n \quad (26)$$

$$\sigma_r \geq 0, \forall r = 1, 2, \dots, n; s_i \geq 0, \forall i = 1, 2, \dots, N \quad (27)$$

Este problema de envelopamento do modelo BCC introduz a restrição $\sum_j \lambda_j = 1$ que tem como objetivo restringir as combinações lineares dos planos observados a combinações convexas desses planos, ou seja, ela reduz o conjunto de possibilidades de produção viável. Com essa restrição, a tecnologia não permite que os planos de operação sejam expandidos ilimitadamente ou contraídos até a origem, representando a hipótese de retornos variáveis de escala.

3.2.1.6 Modelo BCC orientado para o input – problema do envelopamento (dual)

$$\underset{\{u,v\}}{\text{Maximizar}} h_j = \sum_{r=1}^t v_r \cdot y_{rj} - v_j \quad (28)$$

Sujeito a

$$\sum_{i=1}^N u_i \cdot x_{ij} = 1 \quad (29)$$

$$\sum_{r=1}^t v_r \cdot y_{rj} - \sum_{i=1}^N u_i \cdot x_{ij} - u_j \leq 0 \quad (30)$$

$$u_i, v_r \geq 0 \quad (31)$$

A adição da variável v_j é a diferença da formulação do modelo BCC para o CCR.

Como pode ser visto em Banker, Charnes e Cooper (1984), essa variável v_j está ligada diretamente ao retorno de escala, onde o problema primal indica se existem retornos crescentes ($v_j < 0$), constantes ($v_j = 0$) ou decrescentes ($v_j > 0$) de escala.

3.2.1.7 Modelo BCC orientado para o output – problema do envelopamento (primal)

$$\underset{\{\theta, \lambda, \sigma, s\}}{\text{Maximizar}} h_j = \theta_j + \varepsilon \left(\sum_r \sigma_r + \sum_i s_i \right) \quad (32)$$

Sujeito a

$$\sum_j y_{rj} \lambda_j - \sigma_r = \theta_j y_{rj} \quad (33)$$

$$\sum_j x_{ij} \lambda_j - x_{ij} + s_i = 0 \quad (34)$$

$$\sum_j \lambda_j = 1 \quad (35)$$

$$\beta \in \mathfrak{R}; \lambda_j \geq 0, \forall j = 1, 2, \dots, n \quad (36)$$

$$\sigma_r \geq 0, \forall j = 1, 2, \dots, n; \quad s_i \geq 0, \forall i = 1, 2, \dots, N \quad (37)$$

Note que os problemas de envelopamento dos modelos CCR e BCC têm estruturas semelhantes, já que ambos possuem a mesma função objetivo, porém possuem regiões de viabilidade distintas. A região viável do modelo BCC é restrita a combinações convexas dos planos de produção observados, sendo caracterizado pela conversão da tecnologia de retornos constantes de escala em retornos variáveis de escala.

3.2.1.8 Modelo BCC orientado para o output – problema do multiplicador (dual)

$$\text{Minimizar } h_j = \sum_{i=1}^N u_i x_{ij} + v_j \quad (38)$$

Sujeito a

$$\sum_{r=1}^t v_r y_{rj} = 1 \quad (39)$$

$$\sum_{r=1}^t v_r y_{rj} - \sum_{i=1}^N u_i x_{ij} - v_j \leq 0 \quad (40)$$

$$u_i, v_r \geq 0; \forall i, j \quad (41)$$

No problema dos multiplicadores, a introdução da variável v_j no modelo BCC está representando um indicador de retornos variáveis de escala e informa se os retornos são crescentes, decrescentes ou constantes. Vale ressaltar que essa variável não atende as condições de não negatividade, podendo assumir valores negativos.

O modelo DEA-BCC, devido a Banker, Charnes e Cooper (1984), tem como característica principal a distinção das ineficiências técnicas e de escala pela estimação da eficiência técnica pura, dada uma determinada escala de operações (crescente, decrescente ou constante). Este modelo introduz a hipótese de retornos variáveis de escala³⁵, aumentando a aplicabilidade do modelo para DMUs com portes distintos, possibilitando que a produtividade máxima da DMU varie de acordo com a sua escala de produção. Em outras palavras, o modelo permite identificar a ineficiência técnica, isolando da ineficiência produtiva o componente associado às ineficiências de escala. Superadas as dificuldades provenientes da escala de produção, o modelo nos permite utilizar DMU's que tenham portes distintos.

Portanto, cada modelo CCR e BCC possui especificidades na determinação da sua superfície envoltória, a depender dos tipos de combinações e suposições com relação ao retorno de escala que gerem fronteiras e medidas de eficiência diferentes.

A Figura 5 abaixo nos permitirá comparar os modelos CCR e BCC, fazendo uso de um único *input* e um único *output*.

³⁵ Livre das dificuldades advindas de considerar a escala de produção, esta hipótese viabiliza o estudo dos 27 estados da federação brasileira.

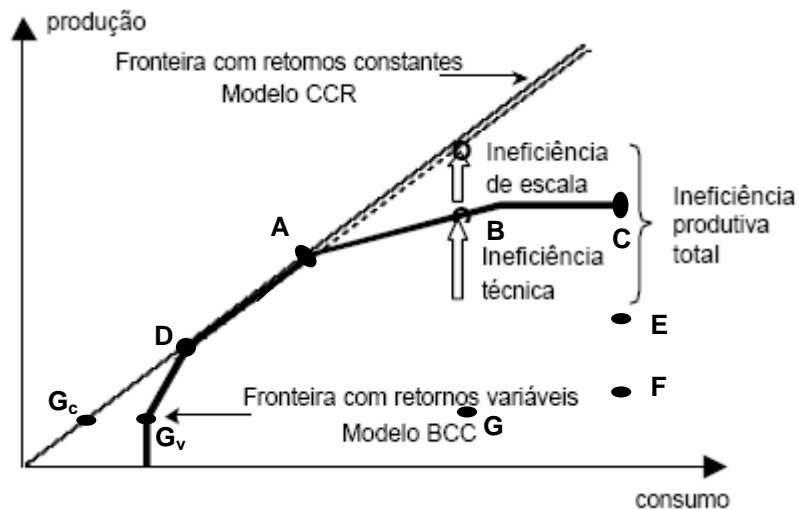


Figura 5: Fronteiras de Produção – Modelos CCR e BCC

Na figura acima, podemos visualizar a fronteira DEA-CCR formada pela reta que parte da origem e passa pelo ponto A e a fronteira DEA-BCC formada pelas DMU's A, B, C e D. Perceba que abaixo da fronteira CCR, a ineficiência técnica insumo orientada da DMU G é medida pela distância GG_c enquanto que, quando medida pela fronteira BCC, a distância é GG_v . Quando existe uma diferença nos scores da eficiência técnica para a mesma DMU G em particular (G_c e G_v) verifica-se que a DMU tem ineficiência de escala. Nessa direção, as DMU's A, B e C são ditas eficientes com o modelo BCC, enquanto que com o modelo CCR apenas a DMU A é dita ser eficiente. As DMU's E, F e G são ineficientes nos dois modelos, porém os scores obtidos pelo modelo BCC são maiores. Em suma, o indicador obtido com o modelo BCC sempre será maior ou igual ao modelo CCR e a diferença entre esses dois modelos está associada à escala de produção da unidade que está sendo analisada.

Existem outras extensões dos modelos DEA. Dentre eles destacamos o método *Free Disposal Hull – FDH*, que utiliza uma envoltória não convexa, contudo não será utilizado neste trabalho.

3.3 Definição das unidades tomadoras de decisão (DMU's)

A técnica DEA é um método flexível e avalia a eficiência relativa de um conjunto homogêneo de qualquer natureza, desde que tenham *inputs* e *outputs* mensuráveis, independentes de serem quantitativos ou qualitativos. Mesmo sob condições bastante semelhantes, sempre será possível encontrar diferenças entre as DMU's, já que são administradas por diferentes tomadores de decisões.

Segundo Golany & Roll (1989), para que se possa avaliar qualquer sistema é necessário que as seguintes condições sejam atendidas:

- As unidades que estão sendo analisadas devem desempenhar as mesmas tarefas e terem objetivos em comum;

Segundo Lewin & Seiford (1997) apud Paiva (1999, p. 290) *“o método DEA procura identificar quais DMU's, dentre um conjunto de “n” unidades deliberalizantes (DMU's) que tenham como objetivo a maximização de suas taxas de eficiência, determinam uma envoltória ou fronteira de eficiência”*.

- Os fatores (*inputs* e *outputs*) utilizados para um determinado grupo em análise devem ser os mesmos, podendo diferir apenas por intensidade e ou magnitude.

O próximo passo é determinar o tamanho do grupo que vai ser comparado, pois existem duas considerações conflitantes. Há uma tendência em aumentar o número de unidades, visto que se aumenta a probabilidade de capturar as unidades de alta performance que determinam à fronteira de eficiência. Um outro fator positivo, destacado por vários autores, é que um grande conjunto de unidades

habilidades proporciona acurada identificação das relações típicas entre *inputs* e *outputs*, além de possibilitar a introdução de mais fatores (variáveis) para a análise.

De acordo com Yang (1992), citada por Kassai (2002, p. 84), uma regra prática para se alcançar resultados robustos é que o número de unidades seja no mínimo duas vezes maior que o número de *inputs* e *outputs* utilizados na análise. Por outro lado, um grande número de unidades no conjunto analisado pode diminuir a homogeneidade e o resultado ser afetado por alguns fatores exógenos que não são de interesse na análise, segundo destaca Golany & Roll (1989).

Golany & Roll (1989), Moita (1995) e Abel (2000) apud Castro (2003) enfatizam que o processo de escolha e determinação das DMU's pode afetar a determinação das fronteiras em duas maneiras distintas. A primeira refere-se aos limites (fronteiras) organizacionais, físicos ou regionais que definem as unidades individuais. A segunda relaciona os períodos de tempo na mensuração das atividades das DMU's. Deve-se ter em mente que a extensão de tais períodos pode apresentar resultados diferenciados, como por exemplo, longos períodos podem obscurecer mudanças importantes, acontecidas ou acontecendo dentro das unidades, enquanto que, curtos períodos podem dar um quadro incompleto das atividades desenvolvidas dentro das DMU's. O passo final da determinação das DMU's seria a retirada daquelas unidades que desviam da caracterização geral do grupo que está sendo analisado, as quais denominam de *outliers*.

Este último passo, de natureza operacional, é citado por Souza (2003) apud Bauer (1990) e como sendo importante, posto que a técnica DEA é muito sensível à existência de dados destoantes. Erros de medidas e ruídos estatísticos podem acabar comprometendo o cálculo da fronteira de eficiência.

3.3.1 Seleção dos fatores – inputs e outputs

Na etapa da Análise de Variáveis, alguns autores como Thomas (1985) e Golany & Roll (1989) têm sugerido algumas técnicas para a escolha das variáveis a serem introduzidas no modelo. Propõe-se a utilização de análises estatísticas, análises gráficas, análise de correlação, análise de *cluster* e análise dos componentes principais etc. Porém, a qualidade da base de dados, bem como a experiência do profissional envolvido na pesquisa são elementos fundamentais para uma acurada seleção das variáveis, visando a melhor descrição do desempenho das unidades em avaliação.

O processo iniciará com a inclusão de uma grande lista contendo todos os possíveis fatores que possam afetar as DMU's analisadas. Tais fatores podem ser completa ou parcialmente controlados pelas DMU's. Nessa lista podem ainda ser incluídos fatores exógenos como, por exemplo, os fatores ambientais fora do controle das DMU's. No entanto, a introdução indiscriminada de fatores é perigosa, posto que o resultado pode gerar confusão ao invés de explicar as diferenças entre as DMU's. Recomenda-se, então, iniciar uma seleção cuidadosa do número de fatores e, numa fase posterior, enquanto os resultados são analisados, introduzir-se fatores adicionais para examinar se alguns deles explicam ou não as diferenças existentes entre as DMU's.

Nesse sentido, Golani & Roll (1989) criaram alguns procedimentos para o refinamento da lista inicial das variáveis a serem utilizadas no modelo e sugerem três maneiras distintas:

a) O Julgamento da seleção

Problema freqüente encontrado diz respeito à correta distinção entre os fatores que determinam a eficiência e os fatores que explicam os gaps (lacunas) de eficiência, ou seja, a ineficiência. Fatores explicativos na análise inicial do modelo podem obscurecer o quadro global e reduzir a distinção entre as unidades que estão sendo comparadas.

[...] *In public sector units or in non-profit organizations, where factors governing performance are not always well-defined, special care should be exercised to distinguish between inputs and explaining factors*". Golany & Roll (1989, p. 241)

A seleção das variáveis pode ser feita com os seguintes questionamentos:

- O fator (*input/output*) contribui ou não para os objetivos do trabalho?
- O fator escolhido possui informações pertinentes e que não estão incluídas em outros fatores?
- Os dados que estão sendo utilizados são de uma fonte confiável?

Procedimentos sistemáticos podem ser utilizados nessa fase para estruturar o processo de julgamento das variáveis, tais como a técnica *analytic hierarchy process* – *AHP*³⁶, método *ad hoc* que usa a experiência do especialista (tomador de decisão).

³⁶ Método de análise multicritério de auxílio a decisão, desenvolvido por Thomas L. Saaty, procura auxiliar uma avaliação comparativa de sistemas, a fim de ordená-los segundo suas prioridades ou desempenhos. O método baseia-se na percepção de analistas que considerando e distinguindo diversos critérios de julgamento e os atributos dos sistemas avaliados, estabelecem uma estrutura hierárquica.

b) Métodos Quantitativos Não-DEA

O primeiro passo aqui é garantir valores numéricos para os vários fatores. Como os modelos DEA são invariantes à escala, então se deve fazer uma escolha natural dos fatores, independentemente das suas unidades de medida. Tais medidas podem estar: em dólar, número de pessoas, KWH, litros etc.

“The next step within this stage is to describe the production relations governing the DMU’s to be analysed, and classify the factors into inputs and outputs. Resources utilized by the units or conditions affecting their operation are typical inputs, while measurable benefits generated constitute the outputs [...] Golany & Roll (1989, p. 241).

Um critério bastante utilizado na literatura é fazer uma série de análises de regressão linear estatística sobre os fatores, para descobrir se é *input* ou *output*; calcular a correlação entre todas as variáveis do modelo; escolher o par de *input-output* com maior correlação. O par escolhido identifica as duas primeiras variáveis do modelo. Calcula-se o índice de eficiência para cada DMU, utilizando essas duas variáveis. Faz-se correlações desses índices de eficiência com cada variável. Se a variável for *input*, sua correlação deve ser positiva com o índice encontrado. Por outro lado, se a variável for *output* sua correlação deve ser negativa com o índice de eficiência encontrado. Na inclusão de uma nova variável no modelo, calcula-se novamente a eficiência de todas as DMU’s, na forma do modelo e orientação DEA escolhidos, assim como a correlação desta eficiência com as outras variáveis. Estipula-se um critério de eficiência média³⁷ de cada DMU, para desconsiderar as demais variáveis ainda não incluídas no modelo, ou seja, quando não é mais preciso incluir variáveis no modelo. Porém, é preciso ter cuidado com as análises de regressão, pois elas não são totalmente seguras. Todavia, utilizar essas análises

³⁷ Este critério é arbitrário. Castro (2003) adotou arbitrariamente 75% como eficiência média, pois a partir deste ponto o aumento da eficiência média com o acréscimo de uma nova variável passou a ser pequeno.

como indicadores para uma necessidade de examinar alguns fatores mais de perto será importante, assim como fazer o uso de cada fator individualmente para construir um ranking (eficiência) de todas as DMU's. Aqueles fatores que diferem nitidamente dos demais são novamente candidatos para possíveis exclusões.

c) Análises Baseadas no DEA

O passo final do processo de exame e refinamento da lista de fatores consiste em testar os modelos DEA. O procedimento proposto inicialmente é utilizar o modelo CCR, que nos fornece um exame mais crítico das diferenças entre as DMUs. A partir de então, nas etapas subseqüentes são introduzidos novos modelos como uma tentativa para explicar as diferenças de eficiência resultantes. Fatores que estavam no final da lista são introduzidos no modelo e os seus resultados são examinados mais de perto. Fatores que estejam associados a pequenos multiplicadores, ou seja, que tenham pequeno impacto sobre o *score* da eficiência são candidatos a serem eliminados.

Segundo Paiva et al (1999) “a importância das restrições dos pesos ou fatores de multiplicação se deve a sua influência na projeção de pontos das DMU's ineficientes sobre a envoltória”.

Um cuidado especial a ser tomado com aqueles fatores que não puderem ser facilmente classificados como *inputs* ou *outputs* é testá-los em ambos os lados em relação à eficiência e finalmente serem classificados de acordo com os resultados.

3.3.2 Orientação dos modelos DEA

A forma de como o modelo será orientado influenciará a projeção das DMU's sobre a envoltória. Segundo Coelli (1996), a escolha de uma orientação apropriada é tão crucial quanto uma estimação econométrica. A partir das formulações básicas do modelo DEA, as características das variáveis selecionadas na etapa anterior bem como o objetivo do trabalho serão peças importantes para a correta escolha e orientação do modelo. Por exemplo, em algumas situações pode ser de interesse a maximização da produção, supondo a utilização de insumos constantes; em outros casos, o objetivo pode ser a minimização dos insumos para um mesmo nível de produção. Como estratégia importante, pode ser adotada a verificação do controle que a DMU tem sobre as variáveis de *input* e *output*. Tal fato levou ao surgimento de dois grupos de extensão dos modelos DEA:

- a) Modelos *Output* Orientados – têm a finalidade de calcular o quanto de output/serviços pode ser expandido sem aumentar a quantidade de insumo utilizado;
- b) Modelos *Input* Orientados – têm por finalidade calcular a quantidade de insumos que pode proporcionalmente ser reduzido, sem alterar a quantidade atual produzida.

A Figura 6 ilustra os indicadores de eficiência, destacando as duas orientações extremas possíveis (para a maximização da produção e para a minimização do consumo), a partir da projeção radial (equi-proporcional) na direção da fronteira de eficiência.

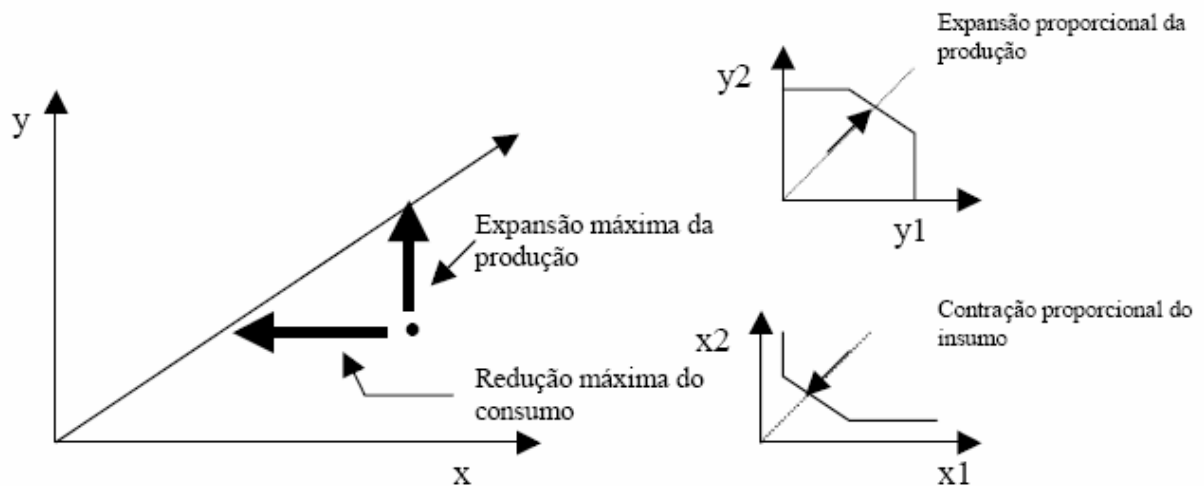


Figura 6: Indicadores radiais de eficiência técnica

Essas medidas de eficiência são também chamadas de medida radial, porque todas elas estão medidas ao longo de um raio que parte da origem até o ponto de produção observado, mantendo as proporções relativas entre os recursos e os resultados observados na DMU_0 . A vantagem das medidas radiais é que elas são invariantes de escala, ou seja, se você mudar as unidades de medida o resultado da medida de eficiência não muda.

3.3.3 Características, vantagens e limitações dos modelos DEA

Como já vimos, a técnica DEA é um método que gera fronteiras empíricas de eficiência relativa, a partir de um conjunto de variáveis de *inputs* e *outputs*. Com base nos valores dos *inputs* e *outputs*, calcula-se para cada empresa avaliada os pesos relativos, ou seja, as taxas de substituição entre *inputs* e *outputs* que maximizam a sua eficiência relativa.

Em muitos casos, a literatura mostra a comparação entre Análise de Envoltória de Dados e Análise de Regressão. Como pode ser visualizada na Figura 7, a Análise de Regressão Linear gera uma reta baseada na média que minimiza a

soma dos quadrados dos erros, com algumas observações próximas da reta de regressão. Podendo estar acima ou abaixo dessa reta, essas observações não representam, necessariamente, o desempenho das unidades que estão sendo analisadas.

Já a Análise de Envoltória de Dados determina uma fronteira eficiente levando em consideração a relação ótima entre *inputs* e *outputs*. Para isso, são identificadas as unidades que obtiveram as melhores alocações ótimas entre os recursos, ditas estas como eficientes e posicionadas sob a fronteira de máxima eficiência relativa. Analogamente, situar-se abaixo dessa fronteira significa ser ineficiente. O método então define as unidades de referência para cada observação, permitindo calcular aumentos de *outputs* ou reduções de *inputs* necessários para que a atuação seja otimizada.

A figura abaixo nos permitirá visualizar os dois métodos.

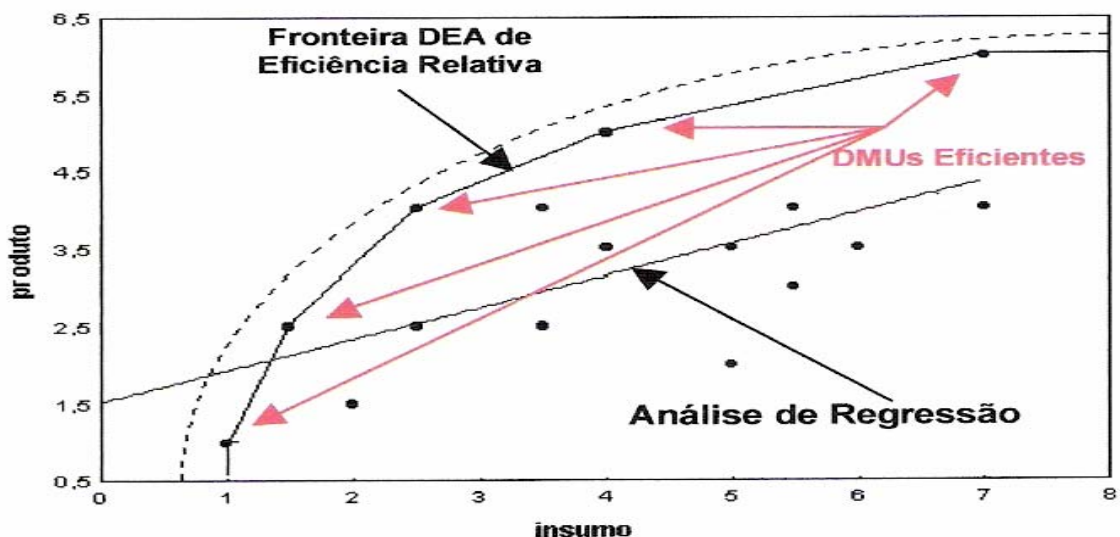


Figura 7: Comparação entre DEA e Análise de Regressão.

Segundo Rhodes (1978) apud Moita (2002), a função de produção é um construto que foca atenção sobre as relações extremas entre *inputs* e *outputs*. A eficiência está baseada na satisfação desse critério de relação extrema. Nesse sentido, o autor considera que análises de regressão não são apropriadas para estimar fronteiras, já que o método de regressão linear não trabalha com as relações extremas, e sim com as relações médias. Porém, ressalta-se que o estudo é apropriado quando se deseja fazer relações significativas entre as variáveis ou fazer previsões. Todavia, calculando o desempenho médio de várias DMU's, como é feito em regressões estatísticas, falha-se em explicar o comportamento individual de cada DMU, conforme destaca Golany & Roll (1989).

É nesse espírito que a Análise de Envoltória de Dados tenta superar dificuldades e provê meios para avaliar a eficiência com um mínimo de suposições sobre a relação de input/output das DMU's. A eficiência relativa de um grupo de DMU's pode ser determinada num período ou numa seqüência de períodos.

Segundo Seiford e Thrall (1990), o método DEA apresenta uma nova forma de organização e análise dos dados, apresentando as seguintes vantagens:

- Permite uma estimativa robusta da fronteira de eficiência;
- Avalia cada DMU individualmente;
- Mede a eficiência relativa do conjunto de DMU's que está sendo estudado;
- Permite a inclusão de atributos ambientais ou do processo de produção que não sejam nem recursos econômicos ou produtos;

- Como o método DEA utiliza a técnica de programação matemática, disponibiliza o recurso de interpretação das variáveis duais e análise de sensibilidade.

Charnes et al. citado por Kassai (2002) destaca vantagens da aplicação dessa técnica salientando-se entre elas:

- Tem foco em observações individuais em contraste com as médias da população;
- Produz uma medida agregada individual para cada DMU em termos da utilização de insumos para produzir os *outputs* desejados;
- Pode ser ajustado a variáveis exógenas;
- Pode incorporar variáveis categóricas (*dummy*);
- É livre de unidades de medida e não requer, *a priori*, especificação ou conhecimento de pesos ou preços de insumos e produtos;
- Não coloca restrições a forma funcional da função de produção;
- Pode incorporar julgamentos quando desejados;
- Produz estimativas específicas das mudanças almejadas nos *inputs* e *outputs* para projeção das DMU's localizadas abaixo da fronteira de eficiência sobre a fronteira;
- Satisfaz ao critério de equidade na avaliação de cada DMU.

No entanto, Seiford e Thrall (1990) destacam algumas limitações da técnica DEA:

- O método DEA é bastante sensível a características atípicas nos dados;

- Com o aumento do número de variáveis, a habilidade de discriminação decresce devido às relações dimensionais existentes entre o número de *inputs*, *outputs* e DMU's para a formação da fronteira de produção;
- Como é baseado em pontos extremos, é muito sensível à especificação das variáveis.

Niederauer (1998) apud Kassai (2002), destaca outras limitações convenientes de serem mencionadas:

- Por se tratar de uma técnica de ponto extremo, ruídos tais como erros de medição podem comprometer a análise;
- Como é uma técnica não-paramétrica, torna-se difícil formular hipóteses estatísticas.

É conveniente nesse método que o número de unidades em questão seja pelo menos duas vezes maior que o número de *inputs* e *outputs* considerados, de tal forma que os modelos apresentem resultados mais precisos. Esta é uma limitação adicional e de natureza operacional dessa técnica, segundo Golany & Roll (1989).

3.4 Componentes principais

3.4.1 Considerações iniciais

Diante de determinadas situações onde há necessidade de se estudar mais de duas variáveis simultaneamente, e levando em consideração que a dependência entre elas é adequada, faz-se necessário utilizar métodos estatísticos multivariados para evitar perda de informações significativas.

Segundo Jonhson e Wichern (1988, p. 2) apud Scremin (2003, p. 20), os métodos estatísticos multivariados podem ser utilizados para investigações científicas, cujas finalidades são:

1. Redução ou simplificação estrutural de dados – estudo simplificado dos fenômenos naturais sem perda valiosa de informações;
2. Agrupamento – situação onde há necessidade de criar grupos de objetos ou de variáveis semelhantes com base nas medidas de suas características, sendo importante que as regras de classificação sejam bem definidas;
3. Investigação da dependência entre variáveis – situação em que todas as variáveis de interesse são mutuamente independentes;
4. Predição – quando houver necessidade de determinar relações entre as variáveis, cuja finalidade é predizer os valores de uma ou mais variáveis, com base nas observações de outras;
5. Construção de testes de hipóteses – quando houver necessidade de se testar hipóteses estatísticas específicas, formuladas em termos dos parâmetros de populações multivariadas.

A técnica dos componentes principais é derivada de vários outros métodos de análise multivariada de dados. A Análise dos Componentes Principais foi desenvolvida primeiramente por Karl Pearson em 1901. Ele descreveu que o grupo de componentes ou Combinações Lineares (CL) era gerado de um conjunto de variáveis originais, possuindo variâncias mínimas não explicadas. Sob uma visão inteiramente geométrica, as combinações lineares geram um plano no qual o ajustamento mínimo-quadrático de um subespaço a uma nuvem de pontos será em

conseqüência o melhor, em função de ser mínima a soma das distâncias (variâncias mínimas não explicadas) de cada ponto ao plano. Mais tarde essa teoria foi reformulada por Hotteling (1933) que denominou de Análise dos Componentes Principais como é conhecida atualmente.

No presente trabalho, será aplicada a técnica do componente principal com a finalidade de simplificar a estrutura dos dados, isto é, redução da dimensionalidade por intermédio da seleção dos componentes principais. A ACP procura descrever, com maior parcimônia, a estrutura de dependência das variáveis observáveis, sem um modelo estatístico previamente definido.

3.4.2 Análise dos componentes principais

Deixe p representar o conjunto de variáveis observadas sobre q elementos, formando um conjunto de dados X ($p \times q$). Essa técnica tem como objetivo central descrever a configuração dos elementos no espaço das variáveis, no qual o componente principal determina as direções das grandes variações nos pontos observados.

Os componentes principais extraídos serão combinações lineares das p variáveis, tais que o primeiro componente principal C_1 tenha variância máxima.

Assim, o primeiro componente principal³⁸ (C_1) é uma combinação linear de X que explica as variáveis na direção de maior variância (dispersão), ou seja, a direção da maior parte da variação dos pontos observados. O segundo componente principal (C_2) é uma outra combinação linear de X com a segunda maior quantidade de

³⁸ A dispersão na direção do primeiro componente é maior do que na direção do segundo, e a configuração dos pontos pode ser quase totalmente descrita na direção do primeiro componente.

3.4.3 Determinação dos componentes principais

Os componentes principais podem ser obtidos por meio da matriz de variâncias-covariância amostral (S) de X , ou quando há necessidade de padronizar os dados, devido à grande dispersão ou escalas de valores diferentes, pela matriz de correlação (ρ).

Com base em Morrison (1990) e Johnson e Wichern (1998) apud Scremin (2003, P.23), suponha que as variáveis aleatórias, x_1, x_2, \dots, x_p seguem certa distribuição multivariada com um vetor de médias $\mu = [\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_p]$ e matriz de variâncias-covariâncias (S), cujas raízes características são $\delta_1 \geq \delta_2 \geq \dots, \delta_p \geq 0$, quando no estudo for considerada a população. Neste trabalho, considerou-se um conjunto amostral das variáveis aleatórias x_1, x_2, \dots, x_p , com vetor de médias $\bar{x} = [\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_p]$ e matriz de variâncias-covariâncias (S).

Dessa forma, o primeiro componente principal das observações x_1, x_2, \dots, x_p , será a combinação linear das variáveis originais;

$C_1 = a_{11} \cdot x_1 + a_{21} \cdot x_2 + \dots + a_{p1} \cdot x_p$, sendo $x = (x_1, \dots, x_p)$ e $a_1 = (a_{11}, \dots, a_{p1})$ e podemos reescrever da seguinte maneira:

$$C_1 = a_1 \cdot x$$

onde, a_1 é um autovetor relacionado com ao maior autovalor da matriz (S).

Assim, o problema em determinar o primeiro componente passa a ser o de encontrar $a_1 \in \mathfrak{R}^u$, cuja direção seja a de maior variância do conjunto de pontos, cuja sua norma unitária, pode ser representada nesses termos $a_1' \cdot a_1 = 1$.

Com a combinação linear das variáveis originais $C_1 = a_1' \cdot x$, é possível mostrar que a $Var(C_1) = a_1' \cdot S \cdot a_1$, sendo (S) a matriz de covariância amostral de X . Assim, o problema de maximização com restrição pode ser definido como:

$$MaxVar(C_1) = a_1' \cdot S \cdot a_1 \text{ sujeito a } a_1' \cdot a_1 = 1$$

Da solução desse problema, nós obtemos uma equação característica da matriz (S) , que nos fornecerá os autovalores δ_1 e seus respectivos pesos, bem como os autovetores a_1 que determinam o percentual da variância explicada. Assim, a variância do primeiro componente é um autovalor δ_1 da matriz (S) , isto é, $Var(C_1) = \delta_1$. O vetor a_1 será o autovetor correspondente, com norma unitária.

O procedimento para determinar os demais componentes C_1, C_2, \dots, C_{p-1} é o mesmo, e a solução completa é obtida quando são extraídos todos os autovalores e autovetores da matriz (S) . À medida que se extrai um novo componente, todo esse procedimento é repetido e resulta na diminuição da variância devido ao aumento nas restrições e à ausência de correlação entre elas. Dessa maneira, nós conseguimos diminuir a dimensão inicial do problema, de modo a manter apenas uma parte dos componentes principais que descrevem a maior parte da variância do conjunto das p variáveis.

Muitas vezes, na análise dos componentes principais, as variáveis são padronizadas, tais que tenham médias zero e variâncias unitárias. Nesse caso, a matriz de covariância se transforma em matriz de correlação e o modelo dos componentes principais pode ser resolvido a partir da decomposição da matriz de covariância ou matriz de correlação.

No presente estudo, a seleção dos componentes principais tomou por base a proporção da variância explicada por cada um deles. A variância de cada componente principal representa um autovalor da matriz de covariância amostral. Assim que todas as componentes são extraídas, a variância do conjunto de dados é totalmente reproduzida. A variância total é a soma da diagonal principal da matriz de covariância amostral (S), que é o traço da matriz trS e pode ser representado da seguinte forma: variância total = $\delta_1 + \delta_2 + \dots + \delta_p = trS$. A parcela da variância explicada por cada componente principal pode ser obtida pela seguinte expressão:

$$\text{Proporção da variância explicada pelo autovetor } w = \frac{\delta_h}{\sum_{i=1}^p \delta_i}$$

Levando em consideração que o número de componentes principais g deve ser menor que o número de variáveis p , a proporção da variância explicada pelas componentes pode ser assim representada:

$$\text{Proporção da variância explicada} = \frac{\sum_{i=1}^g \delta_i}{\sum_{i=1}^p \delta_i}$$

O subgrupo de variáveis selecionadas representará o melhor resumo da variância total do conjunto inteiro de variáveis sem perda de informação relevante.

No entanto, esse método de análise dos componentes principais pode apresentar valores tanto positivos, como negativos⁴⁰. A existência de valores negativos no método DEA pode causar problemas na determinação dos scores de eficiência, ou seja, situações em que pode ocorrer colapso em seu cálculo. Vários autores da literatura especializada têm estudado o assunto, sugerindo algumas alternativas. Os procedimentos propostos estão baseados em propriedades invariantes de medidas de eficiência em relação às transformações afins das variáveis⁴¹.

Mas, para cada componente principal $C_i = a_{i1}.X_1 + \dots + a_{ip}.X_p$, pode-se mostrar que $Cov(X_j, C_i) = \delta_i.a_{ji}$. O sinal e a magnitude de a_{ji} indicam o sentido e a contribuição da j -ésima variável para a i -ésima componente. Nesse trabalho, considerou-se o maior coeficiente a_{ji} , representante da maior associação entre a variável j e a componente i .

Com isso, obteve-se a redução da dimensão na estimação das fronteiras de gastos, arrecadação e melhor disponibilidade dos serviços prestados, a partir da substituição de cada uma das g componentes principais selecionadas pela respectiva variável com o coeficiente de maior valor em módulo, uma vez que essa variável é a mais representativa da variabilidade do respectivo componente principal. Em síntese, o problema da escolha de variáveis para o modelo com a menor perda de informação possível pôde ser superado.

⁴⁰ Vários autores têm encontrado dificuldades com determinados valores encontrados nas aplicações DEA, devido ao fato que, a maior parte desses modelos DEA-CCR ou DEA-BCC requerem que todos os *inputs* ou *outputs* sejam estritamente positivos.

⁴¹ Nos modelos DEA-BCC, Ali & Seiford (1990) mostram que esse tipo de transformação pode ser aplicado sem mudar a definição de unidades eficientes. Pastor (1996) generaliza os resultados prévios e conclui que modelos DEA-BCC orientados para o *output* são invariantes nos termos das transformações afins dos *inputs*, e aqueles modelos que são orientados para o *input* são invariantes as transformações nos *outputs*.

Capítulo 4 Aplicação da DEA na avaliação do Fundo de Participação dos Estados

Neste capítulo aplicaremos a metodologia DEA com o objetivo de avaliar o Fundo de Participação dos Estados nos 27 estados brasileiros, incluído o Distrito Federal. Para isso, a abordagem será baseada em três modelos. No primeiro modelo, será estimada uma fronteira de custos, visando avaliar os custos mínimos para cada nível de serviços por estado; o segundo modelo estimará o potencial estadual de arrecadação, objetivando avaliar o desempenho de cada estado na obtenção de receitas tributárias próprias e, no terceiro, construiremos uma fronteira de melhor disponibilidade de serviços para necessidades semelhantes. A idéia central dessa fronteira é a utilização do princípio da equidade, isto é, a mesma oferta de serviços disponibilizada para necessidades iguais. O *déficit* relativo de serviços estaduais pode então ser computado como a distância de cada unidade da Federação Brasileira até a fronteira de eficiência.

4.1. Definição das Unidades Tomadoras de Decisão (DMUS)

Atendendo ao critério de seleção das DMU's, proposto por Golany & Roll (1989), todas as unidades (Estados) avaliadas encontram-se nas mesmas condições de mercado, têm a finalidade de executar as mesmas tarefas e objetivos comuns. Entre os pesquisadores há uma tendência de ampliar o número das DMU's, no intuito de aumentar a probabilidade de capturar o efeito das unidades de alta performance e determinar a fronteira eficiente. Aqui, nós já estamos trabalhando com todas as unidades possíveis (os 27 Estados da Federação).

4.2. Definição das variáveis

Torna-se primordial que a escolha das variáveis seja correta para a determinação da eficiência, principalmente quando se trata de unidades do setor público, onde pode acontecer que algumas variáveis não estejam bem definidas, comprometendo a precisão da análise. As variáveis aqui utilizadas⁴² e, na maior parte, empregadas, estão baseadas em estudos bem sucedidos encontrados na literatura pertinente.

Ponto relevante a ser mencionado é que as variáveis selecionadas descrevem a disponibilidade de oferta pública de serviços constitucionalmente delegados aos Estados brasileiros. Na nossa ilustração, serão abordadas as áreas de saúde, educação, justiça, segurança e serviços urbanos diversos, para as quais são conhecidas as dificuldades em promover o atendimento adequado, em função dos escassos recursos canalizados para esses setores. A situação evidencia necessidade de alocação eficiente de recursos.

4.2.1 Primeiro modelo: eficiência dos gastos públicos

Visando estimar o primeiro modelo – Eficiência em custos - foi realizada uma análise mais detalhada, cujo resultado nos mostrou a importância da identificação dos tipos de serviços oferecidos pelos Estados, com o objetivo de verificar os custos efetivamente incorridos na prestação dos serviços públicos (saúde, educação, justiça, segurança, bens públicos e outros) para que os torne viáveis.

Partindo-se da estimação de uma fronteira de custos $C(\omega, \gamma)$, especificada a partir do preço dos insumos (ω) e da quantidade de serviços prestados (γ),

⁴² A fonte e a data dos dados utilizados estão descritos no apêndice A.

avaliaremos a *performance* estadual. Como a estimação está sendo feita para determinado instante de tempo, considera-se que os preços dos *inputs* estejam fixados e sejam os mesmos para todos os Estados, podendo ser representado por $C(\bar{W}, Y)$.

A nossa função custo pode então ser representada da seguinte forma:

$$C = f(\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4, \gamma_5, \gamma_6, \gamma_7, \gamma_8, \gamma_9, \gamma_{10}, \gamma_{11}, \gamma_{12}, \gamma_{13}, \gamma_{14}, \gamma_{15}, \gamma_{16})$$

Para estimar a eficiência em custos, foram utilizados, na análise, os seguintes indicadores:

C = Custos = Despesas correntes⁴³. A adoção dessa variável deve-se aos custos efetivamente incorridos para a prestação dos serviços públicos estaduais. No entanto, a escolha da variável tem suas limitações, pois muitas despesas classificadas como custeio nos orçamentos, na verdade, dizem respeito a atividades às vezes mais importantes para o crescimento econômico e distribuição da renda, do que outras despesas de investimento ou transferências. É o caso, por exemplo, do custeio associado à manutenção dos serviços de Educação e Saúde que repercute, tanto no que se refere ao crescimento econômico, quanto à distribuição da renda.

γ_1 = Odontólogos por 1000hab.

γ_2 = Enfermeiros por 1000hab.

γ_3 = Médicos por 1000hab.

⁴³ Portaria N. 42/99 do Ministério do Orçamento e Gestão tem como objetivo possibilitar à União, Estados e Municípios um orçamento capaz de classificar as despesas correntes por funções (saúde, educação, justiça, segurança, outros) para aumentar a eficiência e a eficácia dos dispêndios governamentais.

γ_4 = Técnicos auxiliares em enfermagem por 1000 hab.

γ_5 = Número de leitos hospitalares.

As variáveis $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$ e γ_5 são representativas (*proxies*) dos serviços prestados na área de saúde, setor que apresenta expressiva escassez de recursos. A intervenção do governo estadual no processo de planejamento, acompanhamento e controle dos resultados é de capital importância para fortalecer a Federação, da mesma forma que é relevante assegurar maior espaço para que as prioridades locais reflitam nas decisões de gastos públicos.

γ_6 = Número de matrículas no ensino fundamental;

γ_7 = Número de matrículas no ensino médio;

γ_8 = Número de docentes no ensino fundamental;

γ_9 = Número de docentes no ensino médio e profissionalizante;

γ_{10} = Número de docentes exercendo atividades em sala de aula;

γ_{11} = Número de estabelecimentos de educação básica;

γ_{12} = População com mais de 8 anos de estudo.

As variáveis γ_6 e γ_7 servem como *proxies* para averiguar a magnitude dos serviços prestados na área de educação⁴⁴. Já as variáveis $\gamma_8, \gamma_9, \gamma_{10}$ e γ_{11} , indicam a magnitude e a qualidade dos serviços oferecidos. Por fim, a variável γ_{12} indica o

⁴⁴ A Lei número 5.692, de 11-08-1971, fixou diretrizes e bases para o ensino de primeiro e segundo graus, onde caberia à União estabelecer as diretrizes nacionais para o setor e prestar assistência financeira aos Estados e municípios para a execução dos serviços. Aos Estados então ficaria reservado o poder de legislar supletivamente, visando fixar suas responsabilidades. A realidade orçamentária faz com que nem todos os municípios possam responder pela sustentação do ensino do primeiro grau, mesmo na presença de transferências fiscais e pelo salário educação, levando ao governo estadual a assumir a responsabilidade de garantir o ensino fundamental.

esforço do serviço proporcionado, uma vez que o setor serve de instrumento de progresso econômico e de mobilidade social, além de evitar e / ou diminuir as disparidades regionais, culturais e étnicas.

γ_{13} = Cobertura de esgotamento sanitário;

γ_{14} = Cobertura de domicílios com energia elétrica;

γ_{15} = Cobertura de pistas pavimentadas

Essas variáveis γ_{13} , γ_{14} e γ_{15} servem como uma *proxy* da magnitude dos serviços prestados pelos estados na área de infra-estrutura, além de fornecerem ampla cobertura do setor.

γ_{16} = Inverso do número de óbitos violentos. Essa variável serve como uma *proxy* da magnitude dos serviços prestados nas áreas de justiça e de segurança, pois se espera que, quanto menor o número de óbitos violentos, maior é a qualidade dos serviços oferecidos pelo estado à sua população.

Serviços urbanos estão basicamente limitados aos habitantes da cidade. A qualidade de vida urbana depende do funcionamento satisfatório dos serviços de abastecimento de água, coleta de esgotos, iluminação pública, etc. Nesses tipos de serviços, a definição de prioridades e as decisões de expansão e de localização dos investimentos devem ser no âmbito estadual.

Das dezessete variáveis, apenas uma é *output* (despesas correntes), sendo as demais, *inputs*. Levando em conta que a técnica DEA é sensível ao número de variáveis e unidades consideradas no estudo, foi feita uma análise dos componentes

principais⁴⁵, com o objetivo de promover redução desse número de variáveis (*inputs*) sem perda de informação relevante. Com base nesse conjunto de dezesseis variáveis de oferta selecionadas (disponibilidade de serviços), aplicou-se a metodologia de componentes principais para determinar o melhor resumo dos dados de oferta de serviços prestados pelo Estado. Estabeleceu-se que seriam considerados apenas os componentes principais que representassem, pelo menos, 3% da variância amostral. Em seguida, foi selecionada a variável com o maior coeficiente absoluto para cada componente principal, como discutido na seção 3.4.3 do capítulo 3. Das dezesseis variáveis *inputs* que representam a oferta de serviços dos estados, foram selecionadas quatro variáveis⁴⁶ que descrevem, aproximadamente, 93% da variação total que melhor resume a disponibilidade de serviços prestados por cada estado. São elas: número de matrículas do ensino fundamental (1); número de técnicos de auxílio enfermagem por 1000hab (2); o inverso do número de óbitos violentos (3); a população acima de 8 anos de estudo(4).

4.2.2 Segundo modelo: eficiência arrecadatória

Debate-se que a ineficiência arrecadatória dos estados pode estar atrelada ao recebimento de verbas da União. Na estimação do segundo modelo - Eficiência arrecadatória - faz-se uma avaliação da arrecadação efetivamente incorrida pelos estados para financiar seus gastos.

Para estimar o potencial de arrecadação, mesmo no caso de transferências, e

⁴⁵ No presente trabalho, a seleção dos componentes principais tomou por base a proporção da variância explicada por cada um deles. A variância de cada componente principal representa um autovalor da matriz de covariância amostral (S). Quando todas as componentes principais são extraídas, a variância do conjunto de dados é totalmente reproduzida. Outros critérios usuais além do aqui empregado podem ser usados, tais como, teste *scree*, autovalor igual a um e o critério da interpretabilidade.

⁴⁶ O número de ordem do componente principal está entre parênteses, e podem ser vistos no anexo B.

avaliar o empenho de cada estado na obtenção das suas respectivas receitas, será especificada uma fronteira de arrecadação que pode ser representada pela relação envolvendo receita tributária estadual, de um lado (RT) e, do outro, uma série de variáveis indicadoras de base tributária, (B_1, B_2, \dots, B_s) . Nessa função, arrecadação pode ser representada como:

$$RT = f(B_1, B_2, B_3), \text{ onde:}$$

RT = Receita Tributária. A adoção desta variável está relacionada à questão da falta de esforço arrecadatário pelos estados, podendo, ainda, estar relacionada ao recebimento de verbas da União. Dessa maneira, será importante analisar as possibilidades de se ampliar a arrecadação dos recursos próprios dos estados sob a ótica da captação de recursos, de sorte que os estados possam assumir maiores responsabilidades ligadas à provisão de bens e serviços públicos.

B_1 = Renda Total (PIB). A escolha da variável renda total se deve ao fato de que ela pode servir como uma *proxy* da capacidade de contribuição do ICMS⁴⁷, portanto, como indicador da capacidade de arrecadação do Estado. A variável tem limitação que se refere às elevadas disparidades de rendas entre os Estados.

B_2 = População Urbana. Esta variável serve como uma *proxy* de arrecadação do IPTU do estado, pois quanto maior a população urbana, maior é a capacidade de arrecadação efetiva. A limitação dessa variável está ligada à renda da população, ou seja, dadas a disparidades existentes entre os estados brasileiros, alguns poderão arrecadar menos, apesar de contar com população urbana relativamente maior.

⁴⁷ O ICMS é a principal fonte de receita para os Estados.

B_3 = Frota de Veículos. A variável B_3 , serve como uma *proxy* de arrecadação do IPVA de cada estado. Em princípio, quanto maior a frota, maior será a capacidade efetiva de arrecadação do estado. Todavia, a idade da frota pode ser uma limitação dessas variáveis, posto que estados com frota relativamente maior, porém mais antiga, poderão arrecadar menos.

Das três variáveis pertinentes à análise do segundo modelo, apenas uma foi considerada *output* (receitas tributárias próprias) sendo as demais consideradas variáveis *inputs* (Renda Total, População Urbana e Frota de Veículos).

4.2.3 Terceiro modelo: eqüidade dos serviços públicos estaduais

Para estimar o terceiro modelo - Eqüidade dos serviços estaduais - será construída uma fronteira de melhor disponibilidade para necessidades idênticas, cuja finalidade é avaliar a disponibilidade relativa de bens e / ou serviços estaduais⁴⁸.

As áreas (saúde, educação, justiça, segurança e serviços diversos) possuem inúmeras dimensões e envolvem diversas formas de atendimento. Para lidar com essa questão, procurou-se selecionar indicadores sintéticos de disponibilidade e / ou de dificuldades de acesso a esses bens ou serviços.

Dessa forma, cada estado $j = (1, 2, \dots, n)$ é caracterizado por um conjunto de disponibilidade de serviços, semelhante ao considerado no caso da estimação dos custos $y_j = (y_1, y_2, \dots, y_{16})$ e por um conjunto de necessidades $n_j = (n_1, n_2, \dots, n_7)$.

A função para serviços pode ser representada da seguinte maneira:

⁴⁸ Para uma descrição detalhada deste método ver Puig-Junoy (1999).

$$(y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6, y_7, y_8, y_9, y_{10}, y_{11}, y_{12}, y_{13}, y_{14}, y_{15}, y_{16}) = f(n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, n_6, n_7),$$

onde:

n_1 = População em idade escolar de 5 a 19 anos.

A seleção dessa variável n_1 deve-se à expressiva demanda de serviços na área de educação.

n_2 = Número de Óbitos de Doenças Parasitárias e Infecciosas.

Essa variável n_2 representa uma *proxy* dos serviços necessários e efetivamente demandados na área de saúde.

n_3 = Número de residências sem instalações sanitárias. A escolha dessa variável é em função de sua representatividade como uma *proxy* da demanda dos diversos serviços urbanos.

n_4 = População total. A variável é uma *proxy* das necessidades de serviços em geral efetivamente demandados.

n_5 = Percentual da população em estado de pobreza;

n_6 = Razão da renda. Essa variável representa o número de vezes que a renda dos 20% mais ricos supera a dos 20% mais pobres.

n_7 = Taxa de Trabalho infantil.

A escolha das variáveis n_5, n_6 e n_7 deve-se ao fato de servirem como *proxies* das necessidades socioeconômicas e demográficas.

Pelas mesmas razões, aplicou-se, no último modelo, a análise dos componentes principais nas sete variáveis (necessidades ou *inputs*), para

determinar o melhor resumo das necessidades (demandas) por serviços de cada estado (serviços eqüitativos estaduais). Na análise, foi considerado o componente que representasse até 3% da variância amostral e selecionadas quatro variáveis que representam, aproximadamente, 99% da variação total do conjunto analisado, a saber: (o número de ordem do componente principal está entre parênteses): população total (1), taxa de trabalho infantil (2), razão de renda (3) e número de residências sem instalações sanitárias (4). As variáveis *outputs*, utilizadas nesse modelo, são as mesmas do modelo um (Eficiência em gastos) e, como já vimos, foram reduzidas em quatro variáveis que melhor descrevem (93%) a variância total do conjunto analisado.

4.3 A aplicação do modelo DEA em nossa ilustração

O passo seguinte será decidir qual o modelo e a orientação adequada para a análise em questão. Dos vários modelos examinados na literatura, optou-se por escolher o modelo mais próximo do escopo do nosso estudo. Um modelo orientado para o *input* nos fornece o quanto de *input* pode ser reduzido, mantendo os atuais *outputs* constantes. Simetricamente, um modelo orientado para o *output* nos fornece o quanto de *output* pode ser expandido mantendo os atuais *inputs* utilizados constantes.

Para o primeiro problema, será utilizado o modelo DEA-BCC orientado para o *input*, supondo retornos variáveis de escala⁴⁹, dadas as grandes disparidades existentes entre os estados brasileiros. A opção por minimizar os custos, usando uma função de custo no primeiro modelo, tem como objetivo estimar uma fronteira

⁴⁹ Esta hipótese permite que a produtividade máxima varie em função da escala de produção, indicada para o uso de DMUs (Estados) com diferentes estruturas. Tal escolha se deve principalmente ao fato da sua adequação ao setor estudado e da obtenção de um modelo mais robusto.

de custos em função dos preços dos insumos e da quantidade ofertada de serviços à população (saúde, educação, segurança, justiça e serviços diversos). A escolha desse modelo deveu-se ao interesse em verificar o quanto se poderia diminuir dos recursos de cada estado (despesas correntes), mantido o seu nível atual de provisão de bens e serviços públicos. Esse modelo permite avaliar a eficiência nos gastos públicos realizados pelos Estados na provisão de bens e serviços.

Para o segundo e terceiro modelos, utilizaremos, também, o DEA-BCC, supondo retornos variáveis de escala por razões já mencionadas, mas agora orientado para o *output*.

A escolha por maximizar os *outputs* no segundo modelo vem principalmente da idéia de se estimar uma fronteira de receita tributária que maximize o nível de arrecadação do estado, em virtude das principais bases de incidências dos tributos estaduais e do nível de atividade do estado, respondendo à seguinte pergunta: O quanto se poderia aumentar de receita tributária, dada a sua base tributária?

O terceiro modelo, também DEA-BCC ou VRS e orientado para o *output*, estimará uma fronteira de melhor disponibilidade de serviços que nos permitirá dizer o quanto se poderia aumentar dos serviços, em virtude do conjunto de necessidades de cada estado.

Finalmente, as análises anteriores serão integradas para se obter o repasse ótimo de transferências T^* para cada estado, e poderá ser conseguido levando em consideração a oferta ótima de serviços $y^*(N)$, o custo mínimo para a prestação dos mesmos $C^*(y^*)$ e o potencial de arrecadação disponível em cada estado RT^* . Assim, o repasse recomendado deve ser feito da seguinte forma: $T^* = C^*(y^*) - RT^*$.

Com base nesse critério⁵⁰, os estados teriam verbas suficientes para uma correta prestação de serviços e atenderia as necessidades semelhantes dos 27 estados brasileiros. A transferência, então, contribuiria para uma possível complementação das receitas tributárias efetivamente arrecadadas pelos estados na prestação ótima dos serviços.

Portanto, os modelos aqui utilizados, bem como as suas respectivas orientações, aparentam estar mais próximos da situação real dos estados brasileiros, devido às suas diferenças históricas e regionais.

4.4 Primeiro modelo: eficiência nos gastos públicos

A Tabela 3 apresenta os resultados do modelo estimado com índices de eficiência e a posição em ordem decrescente dos 26 Estados brasileiros, mais o Distrito Federal.

Tabela 3: Ranking de Eficiência (Modelo 1) DEA-BCC Orientado para Input

Posição (Ranking)	Estado (DMU)	Índice de Eficiência
1	Amapá	1,00
2	Bahia	1,00
3	{X} Distrito Federal	1,00
4	{X} Minas Gerais	1,00
5	Paraíba	1,00
6	Paraná	1,00
7	{X} Rio de Janeiro	1,00
8	{X} Rio Grande do Sul	1,00
9	Roraima	1,00
10	Santa Catarina	1,00
11	{X} São Paulo	1,00
12	Tocantins	1,00
13	Pará	0,95
14	Amazonas	0,94
15	Maranhão	0,91
16	Acre	0,87
17	Piauí	0,86
18	Goiás	0,84
19	Rondônia	0,81
20	Rio Grande do Norte	0,81
21	Mato Grosso do Sul	0,70
22	Espírito Santo	0,69
23	Mato Grosso	0,69
24	Pernambuco	0,66
25	Sergipe	0,60
26	Alagoas	0,59
27	Ceará	0,44

{X} Outlier⁵¹

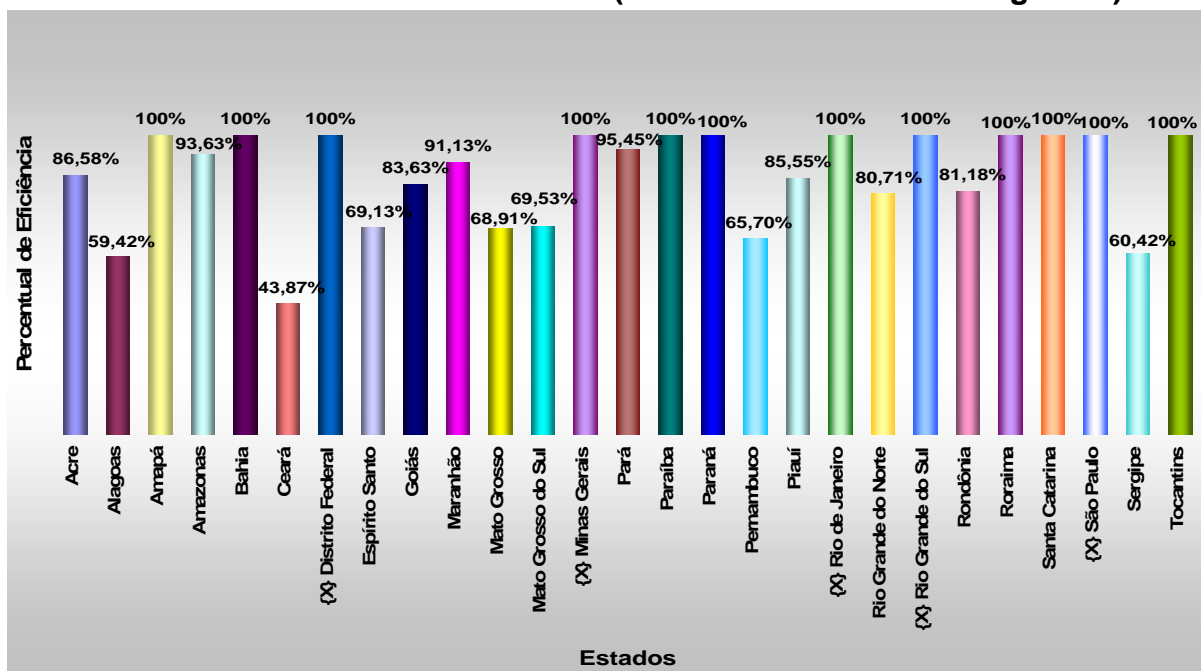
⁵⁰ Ver Gasparini & Mello (2004) para maiores detalhes.

⁵¹ Como critério de identificação de outliers, foi aplicado o método estatístico análise de cluster (agrupamento). Entretanto, ressalta-se que todas as unidades da federação integravam um grupo na parte superior exceto os

Todavia, vale ressaltar que o *ranking* não é uma medida absoluta, mas, uma indicação relativa. Deve, portanto, ser interpretada com cuidado. As eficiências são medidas com base em pesos diferentes atribuídos aos *inputs* e *outputs* de cada estado (DMU).

No primeiro modelo DEA-BCC orientado para o *input*, o índice de eficiência é visto como o percentual da eficiência do estado (DMU) em questão. Calculados os pesos que lhe são mais favoráveis, o resultado servirá de referência em relação à maior eficiência para os demais estados (DMU) do grupo em estudo. Seguindo essa linha de raciocínio, o índice de 100% representa a eficiência do estado na gestão dos recursos públicos.

Gráfico 1: Resultado de Eficiência (modelo 1 – eficiência em gastos)



Visualizando o Gráfico 1, podemos constatar que os Estados do Amapá, Bahia, Distrito Federal, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Roraima, Santa Catarina, São Paulo e Tocantins foram identificados como

Estados do Distrito Federal, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e São Paulo. Para maiores detalhes, ver anexo C.

eficientes, atingindo o índice de 100%. Esses doze estados considerados eficientes representam 44,44% da amostra e formam um conjunto de unidades que serve de referência para os estados ineficientes. Os Estados do Pará, Amazonas e Maranhão, equivalentes a 11,11% do grupo estudado, tiveram um índice de eficiência superior a 90%. Esses estados estão aptos a reduzirem seus custos em até 10% para o mesmo nível de serviços prestados.

Constatou-se, ainda, que os Estados do Acre, Piauí, Goiás, Rondônia e Rio Grande do Norte, representantes de 18,51% do grupo estudado, ficaram com um índice entre 80 e 87%, sugerindo uma redução em até 20% nos custos efetivamente realizados e mantendo seus atuais serviços prestados.

Os Estados do Mato Grosso do Sul, Espírito Santo, Mato Grosso, Pernambuco, Sergipe e Alagoas representam 22,22% da amostra e obtiveram o índice entre 60 e 70%, sugerindo que os custos efetivamente incorridos dessas unidades poderiam ser reduzidos em até 40%. Abaixo de 50% ficou o Estado do Ceará, representante de 3,7% da amostra, sugerindo uma redução dos respectivos custos realizados em até 56,13%, sem alterar os seus atuais níveis de serviços por estado.

Tabela 4: Frequência com que surgem as Unidades de Referência (Modelo 1).

DMU	Benchmarks (número de vezes que serviu de referência)
Paraíba	13
Bahia	11
Amapá	10
Roraima	6
Tocantins	4
Paraná	1
Santa Catarina	1
{X} Distrito Federal	0
{X} Minas Gerais	0
{X} Rio de Janeiro	0
{X} Rio Grande do Sul	0
{X} São Paulo	0
{X} Outlier	

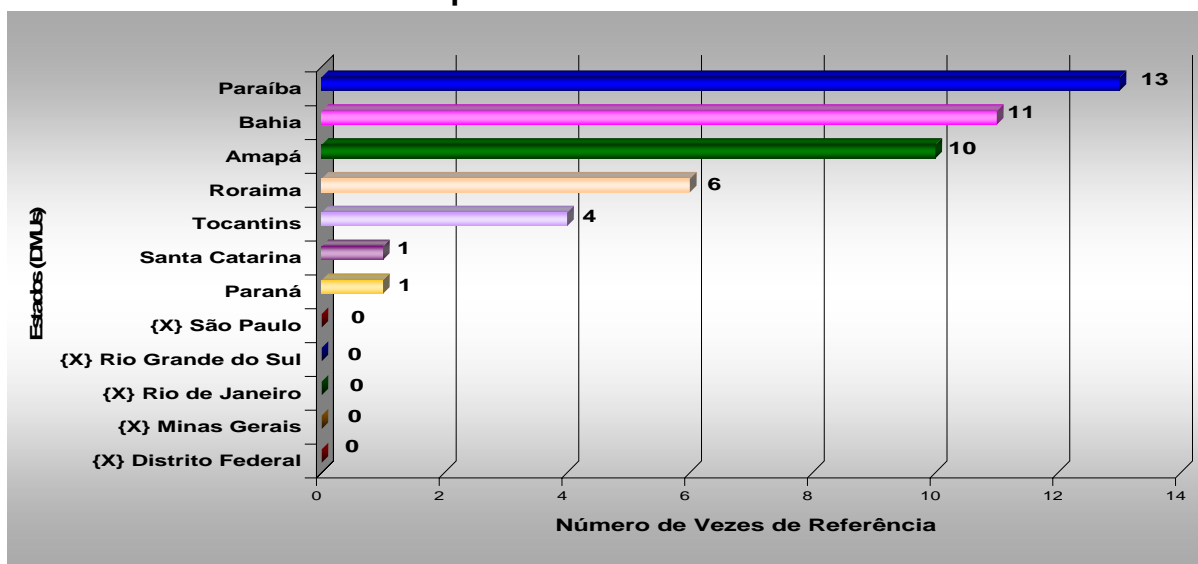
É possível verificar na Tabela 4, que o Distrito Federal e os Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e São Paulo, apesar de terem sido eficientes, não serviram de modelo para nenhum outro. Isso porque esses Estados foram considerados atípicos, tendo sido excluídos da fronteira de eficiência, em virtude do método utilizado ser eminentemente comparativo, portanto bastante sensível a observações atípicas.

Dos doze estados brasileiros que atingiram o índice de eficiência máxima, sete serviram como referência para os demais no mínimo uma vez, indicando assim que podem ser considerados bons exemplos de eficiência, em pelo menos uma das despesas correntes selecionadas.

O Estado da Paraíba serviu como modelo treze vezes. Em segundo lugar veio o Estado da Bahia com onze vezes, seguido dos Estados do Amapá, Roraima e Tocantins, com dez, seis e quatro, respectivamente. Por fim, os Estados do Paraná e de Santa Catarina serviram de referência uma única vez.

O Gráfico 2 mostra como se dá essa distribuição de frequência.

Gráfico 2: Frequência dos Estados de Referência



A metodologia empregada nesse trabalho, a base de dados utilizada, bem como a utilização do software EMS, possibilitaram alcançar alguns resultados apresentados na Tabela 5. A partir do sistema de equações (22), (23), (24), (25), (26) e (27), estimou-se a fronteira de custos com resultados apresentados de forma resumida: índice de eficiência, custos efetivos $C(y)$, custos mínimos para aquele nível de prestação de serviços $C^*(y)$ e desperdício. As informações estão agregadas aos respectivos PIB's.

A diferença entre $C(y)$ e $C^*(y)$ mostra as melhorias necessárias (o desperdício) em cada um dos custos empregados pelos estados e que, isoladamente, seriam indispensáveis para torná-los eficientes.

Na Tabela 5, os resultados dos 27 estados brasileiros foram agrupados nas suas respectivas regiões (norte, nordeste, sudeste, sul e centro-oeste).

As estimações realizadas constataram que doze estados não apresentaram necessidades de melhoria, ou seja, não apresentaram indícios de desperdício de recursos públicos estaduais. São eles: Amapá, Bahia, Distrito Federal, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Roraima, Santa Catarina, São Paulo e Tocantins.

A partir dos dados da Tabela 5, em termos regionais, verificou-se que a Região Sul apresentou o melhor resultado em relação às demais regiões brasileiras, não tendo apresentado desperdício de recursos.

Tabela 5: Eficiência em custos (Brasil)

DMU	Índice de Eficiência	Custo Efetivo C(y)	Custo Mínimo C*(y)	Desperdício C(y)-C*(y)	Desperdício/PIB _{PM}	PIB _{PM} corrente*
Norte		10.786.712.078,12	10.087.609.363,89	699.102.714,23	1,226%	57.027,00
Média	0,938	1.540.958.868,30	1.441.087.051,98	99.871.816,32	1,23%	8.146,71
Desv. Pad.	0,074	1.123.407.507,34	1.066.473.131,70	101.085.987,19	1,11%	9.083,28
Acre	0,866	863.139.200,67	747.296.425,41	115.842.775,26	6,03%	1.921,00
Amapá	1,000	776.320.255,82	776.320.255,82	0,00	0,00%	2.253,00
Amazonas	0,936	3.041.907.315,00	2.848.086.106,61	193.821.208,39	0,93%	20.736,00
Pará	0,955	3.260.236.775,33	3.111.957.946,55	148.278.828,78	0,68%	21.748,00
Rondônia	0,812	1.281.238.852,66	1.040.078.950,86	241.159.901,80	3,96%	6.083,00
Roraima	1,000	558.660.731,00	558.660.731,00	0,00	0,00%	1.219,00
Tocantins	1,000	1.005.208.947,64	1.005.208.947,64	0,00	0,00%	3.067,00
Nordeste		30.379.677.604,97	23.423.717.520,23	6.955.960.084,74	4,43%	156.852,00
Média	0,763	3.375.519.733,89	2.602.635.280,03	772.884.453,86	4,43%	17.428,00
Desv. Pad.	0,198	2.247.326.455,72	2.155.113.365,61	931.006.013,58	6,00%	15.507,06
Alagoas	0,594	1.852.215.842,86	1.100.614.437,07	751.601.405,79	9,93%	7.569,00
Bahia	1,000	7.888.033.742,08	7.888.033.742,08	0,00	0,00%	52.249,00
Ceará	0,439	4.726.879.955,72	2.073.634.967,77	2.653.244.987,95	12,29%	21.581,00
Maranhão	0,911	2.708.210.600,52	2.467.913.782,15	240.296.818,37	2,33%	10.293,00
Paraíba	1,000	1.935.751.994,98	1.935.751.994,98	0,00	0,00%	10.272,00
Pernambuco	0,657	5.811.446.637,94	3.818.021.646,53	1.993.424.991,41	6,28%	31.725,00
Piauí	0,855	1.610.753.936,43	1.377.927.508,69	232.826.427,74	4,18%	5.575,00
Rio Grande do Norte	0,807	2.157.198.646,22	1.741.174.258,50	416.024.387,72	4,43%	9.384,00
Sergipe	0,604	1.689.186.248,22	1.020.645.182,46	668.541.065,76	8,15%	8.204,00
Sudeste		85.669.783.438,24	84.775.690.020,91	894.093.417,33	0,13%	684.730,00
Média	0,923	12.605.244.351,14	21.193.922.505,23	223.523.354,33	0,27%	171.182,50
Desv. Pad.	0,178	18.926.976.243,39	19.221.608.780,86	447.046.708,66	0,77%	161.864,75
Espírito Santo	0,691	2.895.952.300,57	2.001.858.883,24	894.093.417,33	3,97%	22.538,00
Minas Gerais	1,000	16.615.196.387,72	16.615.196.387,72	0,00	0,00%	113.530,00
Rio de Janeiro	1,000	18.304.584.365,13	18.304.584.365,13	0,00	0,00%	148.033,00
{X}São Paulo	1,000	47.854.050.384,82	47.854.050.384,82	0,00	0,00%	400.629,00
Sul		25.060.833.191,52	25.060.833.191,52	0,00	0,00%	213.389,00
Média	1,000	8.353.611.063,84	8.353.611.063,84	0,00	0,00%	71.129,67
Desv. Pad.	0,000	2.938.668.573,77	2.938.668.573,77	0,00	0,00%	23.816,90
Rio Grande do Sul	1,000	11.229.801.265,02	11.229.801.265,02	0,00	0,00%	94.084,00
Santa Catarina	1,000	5.356.214.699,40	5.356.214.699,40	0,00	0,00%	46.535,00
Paraná	1,000	8.474.817.227,10	8.474.817.227,10	0,00	0,00%	72.770,00
Centro-Oeste		16.101.741.099,78	13.816.271.391,56	2.285.469.708,22	2,65%	86.288,00
Média	0,8052	4.025.435.274,95	3.454.067.847,89	571.367.427,05	2,65%	21.572,00
Desv. Pad.	0,1466	1.958.044.837,51	2.284.474.097,45	388.807.600,79	4,21%	9.236,40
Distrito Federal	1,000	6.514.088.903,89	6.514.088.903,89	0,00	0,00%	33.051,00
Goiás	0,836	4.629.211.985,53	3.871.581.264,34	757.630.721,19	3,02%	25.048,00
Mato Grosso	0,689	2.764.099.775,93	1.904.768.796,59	859.330.979,34	5,95%	14.453,00
Mato Grosso do Sul	0,695	2.194.340.434,43	1.525.832.426,74	668.508.007,69	4,87%	13.736,00
Brasil		167.998.747.412,63	157.164.121.488,11	10.834.625.924,52	0,90%	1.198.286,00
Média	0,89	6.222.175.830,10	5.820.893.388,45	401.282.441,65	1,17%	44.380,96
Desv. Pad.	0,12	9.475.240.983,17	9.607.257.194,15	640.086.436,48	1,15%	43.901,68

Fonte: <www.ibge.gov.br>
R\$ Milhão

Dos quatro estados da Região Sudeste, apenas o Espírito Santo não foi considerado eficiente. Em termos absolutos, o Estado deixou de empregar, de forma eficiente, cerca de R\$ 894.093.417,33 dos seus recursos, equivalentes a 3,97% de seu PIB. Examinando o desperdício e, com base no seu PIB, constata-se que o Espírito Santo possui o menor PIB da Região. O desvio padrão apresentado mostra

que existe grande variabilidade entre o Estado do Espírito Santo e os demais estados que compõem a Região Sudeste.

A Região Norte apresentou a terceira melhor performance. Em média, os estados dessa região apresentaram desperdícios de 1,226% do PIB dessa Região. Dos sete estados que a compõem, Amapá, Roraima e Tocantins foram considerados eficientes. Os demais, Acre (6,03%), Rondônia (3,96%), Amazonas (0,93%) e Pará (0,68%), o que corresponde em termos absolutos, R\$ 115.842.775,26, R\$ 241.159.901,80, R\$ 193.821.208,39 e R\$ 148.278.828,78, respectivamente. Juntos, em termos absolutos, deixaram de empregar, de forma eficiente, cerca de R\$ 699.102.714,23 dos seus recursos. Examinando o desperdício desses quatro Estados com base nos seus respectivos PIB, não foi possível constatar nenhum padrão. Ademais, é importante destacar que os desvios padrões apresentados revelam pequena variabilidade entre os estados analisados.

Logo em seguida vem a Região Centro-Oeste com um desperdício equivalente a 2,65% do PIB da sua região, onde apenas o Distrito Federal foi considerado eficiente. Os Estados de Mato Grosso (5,95% do PIB), Mato Grosso do Sul (4,87%) e Goiás (3,02%), foram ineficientes. Em números absolutos, cerca de R\$ 859.330.979,34, R\$ 668.508.007,69 e R\$ 757.630.721,19. No geral, a Região Centro-Oeste deixou de empregar, eficientemente, um total de R\$ 2.285.469,22 dos seus recursos. Analisando o desperdício em relação ao PIB de cada estado, percebe-se que quanto maior o PIB, menor é o desperdício. O desvio padrão apresentado revela grande variabilidade entre os estados da Região.

Por fim, a Região Nordeste merece uma atenção especial, pois exibe a pior *performance* em proporção do PIB, cerca de 4,43% de recursos subutilizados. Em

média, os estados apresentaram índices de eficiência de 0,76, o que equivale dizer que 24% dos recursos empregados não estão sendo bem aplicados. Em relação aos nove estados do nordeste, apenas a Bahia e a Paraíba foram considerados eficientes. Em ordem decrescente, os Estados que mais desperdiçaram recursos em proporção do PIB foram: Ceará (12,29%), Alagoas (9,93%), Sergipe (8,15%), Pernambuco (6,28%), Rio Grande do Norte, Piauí (4,18%) e Maranhão. Em termos absolutos esses percentuais correspondem R\$ 2.653.244.987,95, R\$ 751.601.405,79, R\$ 668.541.065,76, R\$ 1.993.424.991,41, R\$ 416.024.387,72, R\$ 232.826.427,74 e R\$ 240.296.818,37 perfazendo um total de R\$ 6.955.960.084,74 de recursos subutilizados. Não foi possível constatar nenhum padrão entre desperdício de recursos e PIB. Porém, o desvio padrão apresentado na Região foi o maior, se comparado com as demais regiões brasileiras, indicando grande variabilidade entre os estados.

Em média, cada região brasileira apresentou um desperdício de até 11% dos recursos públicos estaduais e, das cinco regiões, doze Estados foram considerados eficientes. As Regiões Centro-Oeste e Nordeste apresentaram o pior desempenho nos seus gastos com um índice de desperdício de até 24%.

4.5 Segundo modelo: eficiência arrecadatória

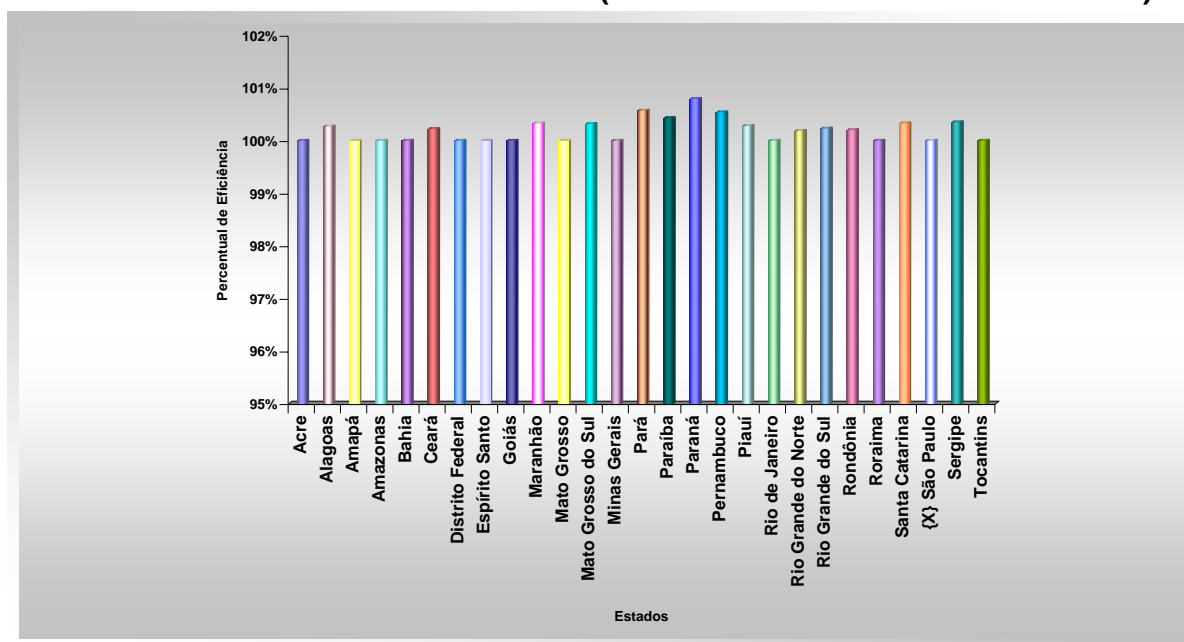
A Tabela 6 apresenta os resultados do segundo modelo, os índices de eficiência e a posição crescente dos 27 Estados Brasileiros, incluído o Distrito Federal. Como já mencionado, o *ranking* não é uma medida absoluta, razão pela qual suscita precauções em sua interpretação.

Tabela 6: Ranking de Eficiência DEA-BCC Orientado para o Output

Posição (Ranking)	Estado (DMU)	Índice de Eficiência
1	Acre	100,00%
1	Amapá	100,00%
1	Amazonas	100,00%
1	Bahia	100,00%
1	Distrito Federal	100,00%
1	Espírito Santo	100,00%
1	Goiás	100,00%
1	Mato Grosso	100,00%
1	Minas Gerais	100,00%
1	Rio de Janeiro	100,00%
1	Roraima	100,00%
1	{X} São Paulo	100,00%
1	Tocantins	100,00%
2	Rio Grande do Norte	100,19%
3	Rondônia	100,21%
4	Ceará	100,23%
5	Rio Grande do Sul	100,23%
6	Alagoas	100,27%
7	Piauí	100,28%
8	Mato Grosso do Sul	100,32%
9	Maranhão	100,33%
10	Santa Catarina	100,33%
11	Sergipe	100,35%
12	Paraíba	100,43%
13	Pernambuco	100,54%
14	Pará	100,57%
15	Paraná	100,80%

{X} Outlier

No segundo modelo DEA-BCC orientado para *output*, o indicador de eficiência calculado para cada estado corresponde à medida radial orientada para a produção de resultados, e assume valores maiores que um. O cálculo da arrecadação relativa é obtido utilizando um conjunto de pesos comuns. Então, para cada estado ineficiente, a técnica DEA identifica um conjunto de estados eficientes que formam um grupo de referência para os demais estados em avaliação. Nessa direção, quando o indicador de eficiência for igual a um o estado é eficiente; quando o indicador for maior que um, o estado é dito ineficiente e seu valor cardinal corresponde à taxa pela qual a arrecadação efetiva pode ser multiplicada, sem acréscimo nas variáveis representativas da base tributária.

Gráfico 3 – Resultado de Eficiência (modelo 2 – eficiência arrecadatária)

Por meio do Gráfico 3, é possível verificar que os Estados do Acre, Amapá, Amazonas, Bahia, Distrito Federal, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Roraima, São Paulo⁵² e Tocantins foram identificados como eficientes, atingindo o índice de 100%. Esses treze Estados juntos representam 48,14% da amostra e formam um conjunto de unidades que serve de referência para os demais estados ineficientes.

Os Estados do Rio Grande do Norte, Roraima, Ceará e Rio Grande do Sul, representantes de 14,81% do grupo estudado, tiveram um índice de eficiência de 100,19% a 100,23%. Esses estados estão aptos a aumentar suas respectivas arrecadações em até 0,23%, sem alterar as atuais bases tributárias.

Foi constatado que Alagoas, Piauí, Mato Grosso do Sul, Maranhão, Santa Catarina, Sergipe e Paraíba, representantes de 25,92% do grupo estudado, obtiveram índices que variam de 100,27% a 100,43%, sugerindo uma ampliação em

⁵² O Estado de São Paulo foi considerado outlier, e, portanto não serviu de referência para nenhum outro Estado. Isso por que este Estado foi excluído de participar da fronteira de eficiência. Precaução tomada por esta técnica ser bastante sensível às observações atípicas (outliers).

até 0,43% das suas respectivas arrecadações, mantendo as atuais bases tributárias.

Os Estados de Pernambuco (100,54%), Pará (100,57%) e Paraná (100,80%) obtiveram a pior *performance*, necessitando ampliar em até 0,8% a sua arrecadação, dadas as respectivas bases arrecadatórias.

Tabela 7: Freqüência com que surge as Unidades de Referência (Modelo 2).

D	Bench
Mato Grosso	11
Amazonas	7
Tocantins	7
Goiás	5
Bahia	3
Rio de Janeiro	3
Espírito Santo	2
Acre	1
Distrito Federal	1
Minas Gerais	1
Roraima	1
Amapá	0
{X} São Paulo	0

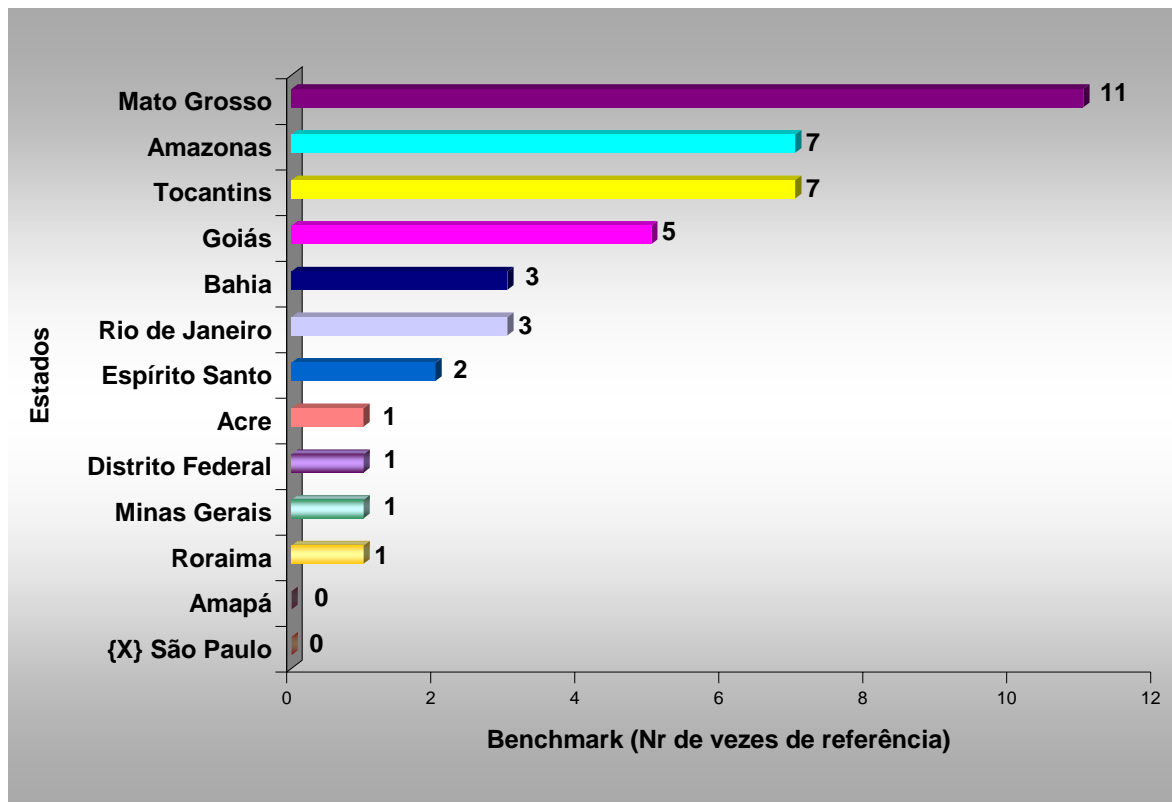
{X} Outlier

Na Tabela 7, é possível ver a quantidade de vezes em que as unidades eficientes serviram como referência para as demais. O Estado do Amapá e São Paulo, mesmo sendo considerados eficientes, não serviram de modelo para nenhum outro. Vale salientar que a técnica DEA é bastante sensível à presença de *outliers*. Utilizou-se, como critério para detecção dessas observações, o método estatístico de agrupamento (cluster) e verificou-se que o estado de São Paulo possui observações atípicas. Portanto, ele foi impedido de definir a fronteira tecnológica a fim de evitar possíveis distorções na medida de eficiência.

Dessa forma, dos treze estados brasileiros que alcançaram o índice de eficiência máxima, onze serviram como referência para os demais, onze vezes, indicando assim que podem ser considerados bons exemplos de eficiência em pelo menos uma das suas receitas tributárias efetivamente arrecadadas. O Estado do Mato Grosso serviu de modelo onze vezes para todos os estados considerados não

eficientes, seguidos dos Estados do Amazonas, Tocantins, Goiás, Bahia, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Acre, Distrito Federal, Minas Gerais, Roraima, Amapá e São Paulo, com 11, 7, 7, 5, 3, 3, 2, 1, 1, 1 e 1, contribuições, respectivamente. Essa distribuição de frequência pode ser melhor visualizada no Gráfico 4.

Gráfico 4 – Frequência dos Estados de Referência



A partir do sistema de equações (32), (33), (34), (35), (36) e (37), estimou-se a fronteira de arrecadação, e os resultados estão apresentados da seguinte forma resumida: índice de eficiência⁵³, arrecadação efetiva $RT(B)$, arrecadação máxima para aquele nível de base tributária $RT^*(B)$ e PIB de cada estado. A diferença entre $RT(B)$ e $RT^*(B)$ mostra, de uma forma geral, o quanto as receitas tributárias estaduais efetivamente arrecadadas poderiam ser aumentadas, dadas as suas atuais bases tributárias, ou seja, individualmente o quanto seria indispensável para

⁵³ No modelo DEA-BCC aplicado para medir a eficiência arrecadatória esse índice de eficiência nos diz qual a proporção em que a arrecadação precisaria ser aumentada para atingir a fronteira.

que o estado em questão se tornasse eficiente.

Na Tabela 8, são apresentados os resultados dos 27 Estados brasileiros, agrupados nas respectivas regiões (norte, nordeste, sudeste, centro-oeste e sul).

Nos resultados obtidos, treze estados não apresentaram necessidade de melhoria na sua arrecadação efetiva, sendo eles: Acre, Amapá, Amazonas, Bahia, Distrito Federal, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Roraima, São Paulo e Tocantins. Esses Estados, com exceção do Amapá e São Paulo, formam a fronteira de eficiência e constituem um conjunto de referência aos demais planos de operação nos quais são projetados.

No que se refere à análise por macrorregião, percebe-se uma superioridade da Região Sudeste, onde todos os estados foram considerados eficientes. Logo em seguida as regiões Norte e Centro-Oeste apresentaram índices de eficiência equivalentes a 100,10%, ou seja, as receitas efetivamente arrecadadas nessas regiões precisam crescer aproximadamente 1,001 vezes para atingir a fronteira eficiente. O desvio padrão dessas duas regiões foi relativamente pequeno, indicando tênue variabilidade. Por fim, as Regiões Nordeste e sul com índices de 100,3% e 100,5% respectivamente sugerindo uma ampliação de até 1,003 e 1,005 vezes a receita efetivamente arrecadada.

Tabela 8: Eficiência Arrecadatária (Brasil)

DMU Região/Estado	Índice de Eficiência	Receita Efetiva	Receita Ótima	Perda Tributária	Perda Trib/PIB _{PM}	PIB _{PM} corrente*
Norte (Total)		5.665.329.299,42	5.677.642.071,65	12.312.772,23	0,02%	57.027,00
Média	1,001	809.332.757,06	811.091.724,52	1.758.967,46	0,02%	8.146,71
Desvio Padrão	0,002	831.816.276,58	834.167.951,14	2.351.674,56	0,03%	9.083,28
Acre	1,000	220.084.338,05	220.084.338,05	0,00	0,00%	1.921,00
Amapá	1,000	162.194.038,27	162.194.038,27	0,00	0,00%	2.253,00
Amazonas	1,000	2.077.609.765,46	2.077.609.765,46	0,00	0,00%	20.736,00
Pará	1,006	1.903.335.674,90	1.914.184.688,25	10.849.013,35	0,05%	21.748,00
Rondônia	1,002	697.028.039,13	698.491.798,01	1.463.758,88	0,02%	6.083,00
Roraima	1,000	138.456.433,00	138.456.433,00	0,00	0,00%	1.219,00
Tocantins	1,000	466.621.010,61	466.621.010,61	0,00	0,00%	3.067,00
Nordeste(Total)		16.539.652.538,15	16.579.392.405,80	39.739.867,65	0,03%	156.852,00
Média	1,003	1.837.739.170,90	1.842.154.711,75	4.415.540,85	0,05%	17.428,00
Desvio Padrão	0,002	1.615.488.974,55	1.616.603.916,07	1.114.941,51	0,01%	15.507,06
Alagoas	1,003	742.194.750,00	744.198.675,83	2.003.925,82	0,03%	7.569,00
Bahia	1,000	5.383.113.686,42	5.383.113.686,42	0,00	0,00%	52.249,00
Ceará	1,002	2.624.605.009,90	2.630.641.601,42	6.036.591,52	0,03%	21.581,00
Maranhão	1,003	1.028.522.170,16	1.031.916.293,32	3.394.123,16	0,03%	10.293,00
Paraíba	1,004	1.013.222.610,46	1.017.579.467,68	4.356.857,22	0,04%	10.272,00
Pernambuco	1,005	3.236.951.428,87	3.254.430.966,59	17.479.537,72	0,06%	31.725,00
Piauí	1,003	598.794.521,69	600.471.146,35	1.676.624,66	0,03%	5.575,00
Rio Grande do Norte	1,002	1.187.913.579,04	1.190.170.614,84	2.257.035,80	0,02%	9.384,00
Sergipe	1,004	724.334.781,61	726.869.953,35	2.535.171,74	0,03%	8.204,00
Sudeste (Total)		67.050.088.854,89	67.050.088.854,89	0,00	0,00%	684.730,00
Média	1,000	16.762.522.213,72	16.762.522.213,72	0,00	0,00%	171.182,50
Desvio Padrão	0,000	16.766.595.246,56	16.766.595.246,56	0,00	0,00%	161.864,75
Espírito Santo	1,000	2.705.983.587,21	2.705.983.587,21	0,00	0,00%	22.538,00
Minas Gerais	1,000	11.152.092.656,05	11.152.092.656,05	0,00	0,00%	113.530,00
Rio de Janeiro	1,000	12.089.143.589,72	12.089.143.589,72	0,00	0,00%	148.033,00
{X} São Paulo	1,000	41.102.869.021,91	41.102.869.021,91	0,00	0,00%	400.629,00
Sul (Total)		18.584.062.274,05	18.666.964.678,39	82.902.404,34	0,04%	213.389,00
Média	1,005	6.194.687.424,68	6.222.321.559,46	27.634.134,78	0,04%	71.129,67
Desvio Padrão	0,003	1.874.093.997,72	1.877.284.764,14	3.190.766,42	0,01%	23.816,90
Rio Grande do Sul	1,002	8.016.083.680,38	8.034.520.672,84	18.436.992,46	0,02%	94.084,00
Santa Catarina	1,003	4.272.003.589,39	4.286.101.201,23	14.097.611,84	0,03%	46.535,00
Paraná	1,008	6.295.975.004,28	6.346.342.804,31	50.367.800,03	0,07%	72.770,00
Centro-Oeste (Total)		9.835.089.787,17	9.839.916.743,28	4.826.956,11	0,01%	86.288,00
Média	1,001	2.458.772.446,79	2.459.979.185,82	1.206.739,03	0,01%	21.572,00
Desvio Padrão	0,002	839.613.155,53	837.793.460,01	2.413.478,06	0,03%	9.236,40
Distrito Federal	1,000	2.939.353.841,44	2.939.353.841,44	0,00	0,00%	33.051,00
Goiás	1,000	3.353.348.832,22	3.353.348.832,22	0,00	0,00%	25.048,00
Mato Grosso	1,000	2.033.963.329,11	2.033.963.329,11	0,00	0,00%	14.453,00
Mato Grosso do Sul	1,003	1.508.423.784,40	1.513.250.740,51	4.826.956,11	0,04%	13.736,00
Brasil (Total)		117.674.222,75	117.814.004,75	139.782,00	0,01%	1.198.286,00
Média	1,002	4.358.304.546,43	4.363.481.657,55	5.177.111,12	0,01%	44.380,96
Desvio Padrão	0,002	4.385.521.530,19	4.386.489.067,59	1.814.172,11	0,00%	43.901,68

* R\$ Milhão

Na Região Centro-Oeste, apenas um Estado não foi considerado eficiente. Apresentou-se ineficiente, (o valor entre parênteses correspondem às perdas tributárias em proporção do PIB do Estado) Mato Grosso do Sul (0,04%), deixando de arrecadar, em termos absolutos, cerca de R\$ 4.826.956,11. Com base no PIB de cada estado, não foi observado qualquer padrão em relação ao desperdício da receita. O desvio padrão apresentado foi baixo, indicando pequena variabilidade entre eles.

Na Região Norte, composta de sete Estados, apenas Pará e Rondônia não foram considerados eficientes. Pará (0,05%) e Rondônia (0,02%), ou seja, deixaram de arrecadar cada um, em termos absolutos, cerca de R\$ 10.849.013,35 e R\$ 1.463.758,88 perfazendo um total de R\$ 12.312.772,23 de recursos desperdiçados. Em relação ao PIB de cada estado, não foi constatado qualquer padrão de comportamento nessa região, exceto para o Estado do Pará que, além de possuir o maior PIB da Região, apresentou a maior perda tributária na sua região. Em relação aos demais estados esse padrão não foi observado.

Na Região Nordeste apenas o Estado da Bahia foi considerado eficiente. A pior situação ficou com o Estado de Pernambuco (0,06% do PIB) que deixou de arrecadar cerca de R\$ 17.479.537,72, seguidos do Ceará (0,03%), Paraíba (0,04%), Maranhão, Sergipe, Alagoas, Piauí (0,03%) e, por fim, Rio Grande do Norte (0,02%). Em termos absolutos, essas porcentagens são equivalentes a R\$ 6.036.591,52 (Ceará), R\$ 4.356.857,22 (Paraíba), R\$ 3.394.123,16 (Maranhão), R\$ 2.535.171,74 (Sergipe), R\$ 2.003.925,82 (Alagoas), R\$ 1.676.624,66 (Piauí), e R\$ 2.257.035,80 (Rio Grande do Norte). Em relação ao PIB, não foi possível constatar qualquer padrão de desperdício entre os estados da Região.

A pior *performance* no esforço de arrecadação ficou com a região sul. Nenhum Estado dessa Região foi eficiente. Paraná (0,07% do PIB), Santa Catarina (0,03%) e Rio Grande do Sul (0,02%), cada um deixou de arrecadar em termos absolutos cerca de R\$ 50.367.800,03, R\$ 14.097.611,84 e R\$ 18.436.992,46, totalizando R\$ 82.902.404,34 de perdas tributárias. Em relação ao PIB dos estados dessa região, não foi possível verificar algum indício de perdas tributárias nos estados que possuem um PIB relativamente alto quando comparado com os demais estados brasileiros.

4.6 Terceiro modelo: equidade dos serviços públicos estaduais

A Tabela 9 apresenta os resultados do terceiro modelo gerado, com índices de eficiência e posição em ordem decrescente dos 27 Estados brasileiros, abrangendo, também, o Distrito Federal. Como já citado, devemos ser cautelosos, já que o *ranking* não pode ser tomado como uma medida absoluta, pois as medidas de eficiências estão baseadas em pesos diferentes atribuídos aos *inputs* e *outputs* de cada DMU.

Neste último modelo, a análise recai sobre a obtenção da melhor disponibilidade de serviços para características semelhantes $y^*(N)$. Operacionalmente, o índice de eficiência poderá ser obtido a partir do sistema de programação linear⁵⁴ (35) (36) (37) e (38), e deve ser visto como o percentual de incrementos necessários para cada estado (DMU) atingir o nível ótimo de serviços eqüitativos. O inverso desse índice representa o *déficit* relativo de serviços. Seguindo o raciocínio, quando os pesos são mais favoráveis para um estado (DMU), tornando-o mais eficiente em relação aos demais, esse índice se torna 100%. Assim como no segundo modelo, o indicador de eficiência calculado para cada estado corresponde à medida radial orientada para a produção de resultados e assume valores maiores ou iguais a um.

O cálculo do nível ótimo de serviços eqüitativos de cada estado é obtido a partir de um conjunto de pesos comuns associados a um outro estado do grupo estudado mais eficiente. Então, para cada estado ineficiente, a técnica DEA identifica um conjunto de estados eficientes que formam um grupo de referência para análise dos demais.

⁵⁴ Essa Formulação corresponde ao modelo BCC (1984) orientado para output.

Quando o indicador for maior que um, pode ser interpretado como o indicador do montante necessário para atingir o nível ótimo de serviços eqüitativos, ou seja, a proporção em que a oferta de serviços de determinado estado deveria ser ampliada para que ele alcançasse uma disponibilidade semelhante à obtida por estados situados na fronteira eficiente, para as mesmas necessidades. O inverso desse índice representa o *déficit* relativo dos serviços por estados. Essa última medida deve ser computada como a distância de cada unidade da Federação Brasileira até a fronteira de eficiência. Os resultados são apresentados na Tabela 9:

Tabela 9: Ranking de Eficiência (Modelo 3) DEA-BCC Orientado para Output

Posição (Ranking)	Estado (DMU)	Índice de Eficiência
1	Acre	100,00%
1	Amapá	100,00%
1	{X} Distrito Federal	100,00%
1	Mato Grosso	100,00%
1	Minas Gerais	100,00%
1	Paraná	100,00%
1	{X} Rio de Janeiro	100,00%
1	Rio Grande do Sul	100,00%
1	Roraima	100,00%
1	Santa Catarina	100,00%
1	{X} São Paulo	100,00%
2	Mato Grosso do Sul	100,38%
3	Amazonas	101,61%
4	Tocantins	102,78%
5	Goiás	103,65%
6	Espírito Santo	111,58%
7	Rondônia	117,63%
8	Pará	119,59%
9	{X} Bahia	121,79%
10	Paraíba	126,69%
11	Sergipe	133,02%
12	Rio Grande do Norte	135,23%
13	Pernambuco	144,26%
14	Ceará	147,98%
15	Piauí	150,82%
16	{X} Maranhão	159,97%
17	Alagoas	174,83%

{X} Outlier

A partir da Tabela 9⁵⁵, e com base no Gráfico 5, é possível constatar que os Estados do Acre, Amapá, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, Roraima, Santa Catarina, Distrito Federal, Rio de Janeiro e São Paulo⁵⁶ foram identificados como eficientes, atingindo o índice de 100%. Esses onze estados representam 40,74% da amostra e formam um conjunto de unidades que servem de

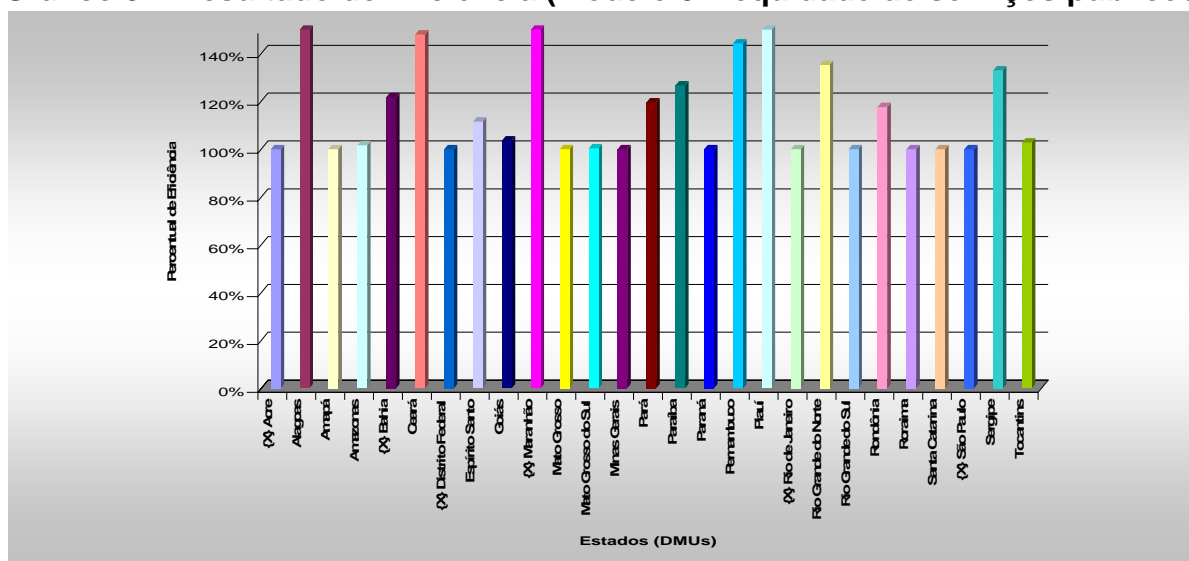
⁵⁵ Estes resultados também podem ser visualizados no gráfico 5.

⁵⁶ Embora, considerado eficientes os Estados do Distrito Federal, Rio de Janeiro e São Paulo não serviram de como referência para os demais planos de operação, por ser considerado uma característica atípica (outlier).

referência para os estados ineficientes.

Os Estados do Mato Grosso do Sul, Amazonas, Tocantins e Goiás representam 14,81 % do grupo estudado, tiveram um índice de eficiência de 1,004; 1,016; 1,028 e 1,036, respectivamente, o que significa dizer que a oferta de serviços neles deveria ser multiplicada por 1,004, 1,016, 1,028 e 1,036 (significando ampliação de 0,4%, 1,6%, 2,7% e 0,3%) para atingirem a fronteira de melhor disponibilidade de serviços. Em outras palavras, esses estados estariam aptos a aumentar os atuais montantes de serviços por estados, em até 0,3%, sem reduzirem as suas atuais necessidades (*inputs*).

Gráfico 5 – Resultado de Eficiência (modelo 3 – equidade de serviços públicos)



Foi constatado que Espírito Santo, Rondônia e Pará, representantes de 11,11% do grupo estudado, obtiveram um índice de 1,11, 1,17 e 1,19. Esses resultados sugerem uma ampliação em até 19% nos serviços prestados, mantendo os atuais *inputs* (demandas).

A oferta de serviços dos Estados da Bahia (21,79%), Paraíba (26,69%), Sergipe (33,02%), e Rio Grande do Norte (35,23%) pode ser ampliada em até 35,23%.

A necessidade da ampliação da oferta de serviços aumenta nos Estados⁵⁷ de Pernambuco (44,26%), Ceará (47,98%), Piauí (50,82%) e Maranhão (59,97%). Note que eles podem ampliar a disponibilidade semelhante à obtida por outros estados, para as mesmas necessidades, em até 59,97%, sem alterar as atuais características socioeconômicas.

A amplitude encontrada para o Estado de Alagoas é digna de nota. O Estado teve o pior resultado, ou seja, o montante de serviços prestados pode ser ampliado em até 74,83%, para desfrutar da mesma disponibilidade de assistência existente em alguns estados brasileiros, mantidos suas atuais demandas por serviços (*inputs*).

Tabela 10 – Freqüência com que surge as Unidades de Referência (Modelo 3).

DMU	Benchmarks (número de vezes que serviu de referência)
Amapá	14
Minas Gerais	14
Roraima	10
Santa Catarina	9
Mato Grosso	3
Rio Grande do Sul	3
Paraná	1
{X} Acre	0
{X} Distrito Federal	0
{X} Rio de Janeiro	0
{X} São Paulo	0

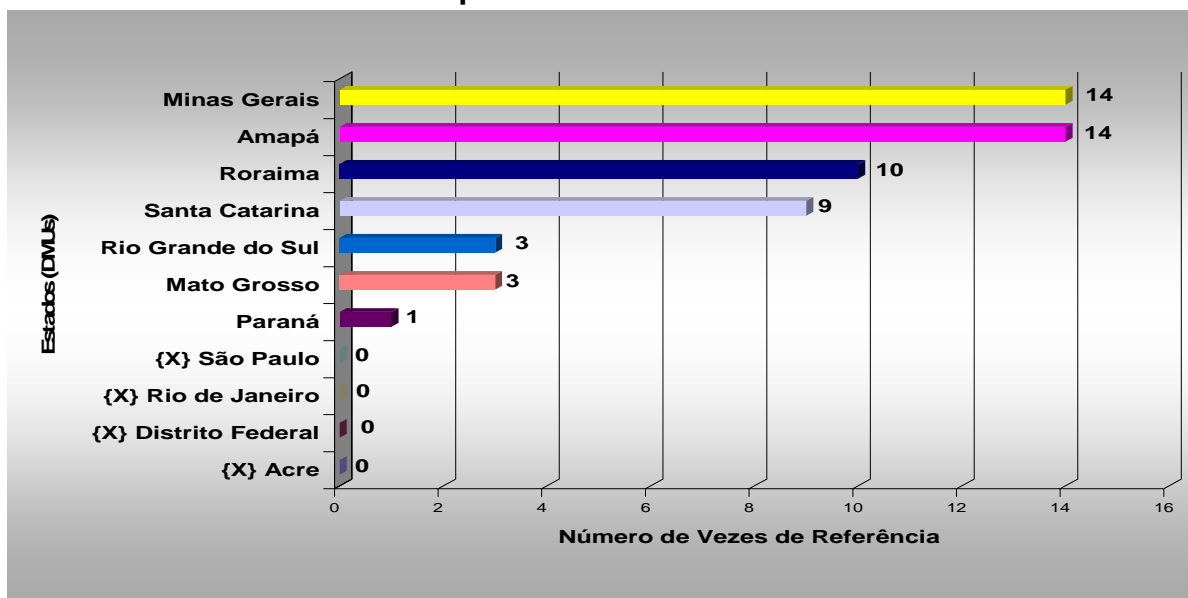
{X} Outlier

Na Tabela 10 é possível ver a quantidade de vezes em que as unidades eficientes serviram como referência para as demais. Os Estados do Acre, o Distrito Federal, Rio de Janeiro e São Paulo, mesmo sendo considerados eficientes, não serviram de modelo para nenhum outro estado. Como já mencionado anteriormente, foi utilizado como critério para detecção dessas observações o método estatístico de agrupamento (*cluster*) e verificou-se que os estados possuem observações atípicas e, portanto, foram impedidos de definir a fronteira tecnológica a fim de evitar possíveis distorções na medida de eficiência.

⁵⁷ Ou por uma combinação convexa entre eles.

Dessa forma, sete estados brasileiros alcançaram o índice máximo de eficiência e serviram como referência para os demais, no mínimo uma vez, indicando que podem ser considerados bons exemplos de eficiência em pelo menos um dos serviços (*outputs*) selecionados.

Gráfico 6 – Frequência dos Estados de Referência



Os Estados do Amapá e Minas Gerais serviram de modelo 14 vezes para os considerados não eficientes, seguidos de Roraima, Santa Catarina, Mato Grosso, Rio Grande do Sul e Paraná com 10, 9, 3, 3 e 1 contribuições, respectivamente.

Com base na metodologia empregada, nas bases de dados utilizadas, bem como o uso do software EMS, foi possível alcançar os resultados apresentados na Tabela 11. A partir do sistema de equações (32), (33), (34), (35), (36) e (37), estimou-se a fronteira de melhor disponibilidade de serviços, onde cada estado brasileiro é caracterizado pelo mesmo conjunto de serviços disponíveis, considerada, ainda, um conjunto de necessidades. Os resultados foram apresentados da seguinte forma resumida: índices de incrementos necessários para se atingir o nível ótimo de serviços equitativos, bem como o inverso desse índice nos

fornecerá o *déficit* relativo de serviços. As informações estão agregadas com os respectivos PIB's de cada Estado.

Tabela 11: Equidade de Serviços (Brasil) – 2002

DMU Região/Estado	Índice de Eficiência (h_j)	Déficit $\frac{1}{h_j}$	PIB_{PM} corrente*
Norte (Total)			57.027,00
Média	1,059	0,949	8.146,71
Desvio Padrão	0,087	0,073	9.083,28
Acre	1,000	1,000	1.921,00
Amapá	1,000	1,000	2.253,00
Amazonas	1,016	0,984	20.736,00
Pará	1,196	0,836	21.748,00
Rondônia	1,176	0,850	6.083,00
Roraima	1,000	1,000	1.219,00
Tocantins	1,028	0,973	3.067,00
Nordeste (Total)			156.852,00
Média	1,438	0,703	17.428,00
Desvio Padrão	0,168	0,080	15.507,06
Alagoas	1,748	0,572	7.569,00
Bahia	1,218	0,821	52.249,00
Ceará	1,480	0,676	21.581,00
Maranhão	1,600	0,625	10.293,00
Paraíba	1,267	0,789	10.272,00
Pernambuco	1,443	0,693	31.725,00
Piauí	1,508	0,663	5.575,00
Rio Grande do Norte	1,352	0,740	9.384,00
Sergipe	1,330	0,752	8.204,00
Sudeste (Total)			684.730,00
Média	1,0290	0,9740	171.182,50
Desvio Padrão	0,0579	0,0519	161.864,75
Espírito Santo	1,116	0,896	22.538,00
Minas Gerais	1,000	1,000	113.530,00
Rio de Janeiro	1,000	1,000	148.033,00
{X} São Paulo	1,000	1,000	400.629,00
Sul (Total)			213.389,00
Média	1,000	1,000	71.129,67
Desvio Padrão	0,000	0,000	23.816,90
Rio Grande do Sul	1,000	1,000	94.084,00
Santa Catarina	1,000	1,000	46.535,00
Paraná	1,000	1,000	72.770,00
Centro-Oeste (Total)			86.288,00
Média	1,010	0,990	21.572,00
Desvio Padrão	0,018	0,017	9.236,40
Distrito Federal	1,000	1,000	33.051,00
Goiás	1,036	0,965	25.048,00
Mato Grosso	1,000	1,000	14.453,00
Mato Grosso do Sul	1,004	0,996	13.736,00
Brasil (Total)			1.198.286,00
Média	1,1673	0,8826	44.380,96
Desvio Padrão	0,0662	0,0444	43.901,68

* R\$ Milhão.

No que se refere à análise por macrorregião, é fácil perceber que, em média, as Regiões Sul e Centro-Oeste apresentaram uma razoável superioridade no índice de eficiência (h_j), sendo que as demais Regiões se encontraram, também, acima da média nacional, à exceção, da Região Nordeste. Outra forma de analisar o *déficit* de

serviços é tomando o inverso da medida radial $\left(\frac{1}{h_j}\right)$, apresentada na terceira coluna da Tabela 11. Essa medida indica a proporção de serviços disponíveis para determinado estado, em relação aos localizados na fronteira de melhor disponibilidade. Por outro lado, as Regiões Sudeste, Norte e Nordeste, apresentaram, em média, uma pior situação. A Região Sul verificou melhor resultado. Todos os seus estados estão situados na fronteira de melhor disponibilidade da oferta de serviços disponíveis no país.

A região Centro-Oeste obteve a segunda melhor *performance*, onde atinge, em média, 99% da oferta disponível nas melhores áreas. Dos três estados que compõem a Região, apenas Goiás não fez parte da fronteira. Esse estado apresentou *déficits* nos serviços prestados de 3,6%. Note que existe uma pequena discrepância entre a situação do Goiás e a situação relativamente boa dos seus demais membros.

A seguir vêm as Regiões Sudeste e Norte, com uma disponibilidade de serviços de 97,1% e 94,7% que está acima da média nacional. Na Região Sudeste, todos os estados desfrutam da melhor disponibilidade de serviços para necessidades idênticas, com exceção do Espírito Santo que apresentou necessidades em ampliar os atuais serviços prestados 1,11 vezes (ampliação de 11,1%) para atingir a fronteira de melhor disponibilidade. Fica nítida a performance diferenciada desse estado em relação aos demais que compõem a Região. Por outro lado, foi possível constatar pouca discrepância entre os Estados da Região Norte, exceto para o Pará e Rondônia, que obtiveram 82,4% e 80,4% da oferta disponível dos serviços. Amazonas e Tocantins apresentaram índices de eficiência da ordem de (98,4%) e (97,2%), respectivamente. Os demais, Acre, Amapá e

Roraima, foram considerados eficientes, ou seja, contam com melhor disponibilidade de serviços para as mesmas necessidades.

O pior resultado foi verificado na Região Nordeste. Todos os seus estados apresentaram necessidades de melhorias para que alcançassem uma disponibilidade semelhante à obtida por estado situado na fronteira de melhor disponibilidade de serviços para as mesmas necessidades. Para se ter uma idéia da calamidade nessa região, o melhor Estado é pior que o pior entre os demais Estados da Federação. Os nove estados em pior situação são, em ordem decrescente de *déficit*: Bahia (82,1%), Paraíba (78,9%), Sergipe (75,2%), Rio Grande do Norte (74%), Pernambuco (69,3%), Piauí (66,3%), Maranhão (62,5%), Ceará (67,6%) e Alagoas (57,2%). O nível médio (relativo) de atendimento das necessidades situa-se em 70,3%. A pior situação é verificada no Estado de Alagoas. Note que os serviços prestados no estado precisam quase que dobrar para desfrutar da mesma disponibilidade de assistência existente em outros estados.

Os desvios padrões das Regiões Sudeste e Norte foram relativamente pequenos, se comparados com os obtidos pela Região Nordeste, indicando menor variabilidade no *déficit* de serviços entre essas duas regiões. No entanto, as demais regiões brasileiras - sul, sudeste e norte - encontram-se, em geral, com o desvio padrão abaixo da média nacional, indicando pequena variabilidade relativa nos serviços prestados entre os estados que as constituem.

Não foi possível constatar em todas as regiões brasileiras indícios de que quanto maior a renda estadual menor é a defasagem (carência) dos serviços prestados. Dessa forma, as ineficiências estão muito mais relacionadas com questões administrativas do que com questões de renda.

A partir da análise realizada, evidencia-se situação contrária aos objetivos anteriormente traçados pelo FPE, previstos no Art. 161, inciso II da Constituição Federal, que é promover o equilíbrio socioeconômico entre os estados federados. A universalização da cobertura e do atendimento é uma questão que está além das capacidades estaduais. Mesmo levando em consideração o conceito da equidade (focalização), a situação ainda continua bastante desigual, principalmente na Região Nordeste.

Esses resultados, entretanto, devem ser interpretados com cautela. Em primeiro lugar, os indicadores representativos de cada área (saúde, educação, justiça, segurança e serviços diversos) são complexos e podem conter gradações possíveis de não percepção numa análise quantitativa da questão. Em adição, quantidade de serviços não indica qualidade. Dessa forma, todos esses fatores podem de alguma maneira impactar sobre os valores obtidos.

Por outro lado, o trabalho procura fornecer um indicador das áreas mais carentes e contribuir para o debate na discussão das transferências compensatórias (FPE) sobre a provisão de bens e serviços públicos num país de acentuadas disparidades.

4.7 Distribuição ótima das transferências redistributivas

Por fim, a Tabela 12 nos fornecerá o montante ótimo de transferências (T^*), a partir da diferença entre o vetor de custos mínimos ótimos de serviços eqüitativos para características semelhantes $C^*(y^*)$, fornecido pelo sistema de equações (35), (36), (37) e (38) e o potencial de arrecadação local RT^* . Assim, o repasse recomendado poderia ser descrito da seguinte forma: $T^* = C^*(y^*) - RT^*$.

A supra referida tabela mostra que em se baseando no critério proposto, todos os estados brasileiros necessitam receber verbas compensatórias. Tal fato pode ser comprovado com os valores positivos da coluna de transferências ótimas. Note que, além do FPE, os estados recebem outros tipos de transferências e, portanto, o valor adequado deveria corresponder à diferença entre os repasses ótimos e as demais transferências⁵⁸, conforme se vê na segunda coluna da tabela. A quinta coluna apresenta a proporção desses repasses ótimos em relação ao PIB de cada estado, possibilitando uma análise comparativa; a penúltima corresponde à diferença entre a proporção do FPE ótimo e FPE efetivo em relação ao PIB e, por fim, a última coluna nos fornece a população de cada estado.

⁵⁸ Além do FPE, os Estados recebem outros tipos de transferência, dentre as quais foram utilizadas aqui nesse trabalho por ordem de importância, FUNDEF, Lei Complementar número 87/1996 (transferência para compensação da isenção do ICMS pelos Estados exportadores), e SUS.

Tabela 12: Transferências Ótimas (Brasil) – 2002

DMU Região/Estado	Transferências Ótimas: $T^* = C^*(y^*) - RT^*$	Outras Transferências	FPE* Ótimo	$\frac{FPE^* \text{ Ótimo}}{PIB}$	(FPE*/PIB) - (FPE/PIB)	População
Norte (Total)	18.139.146.238,94	1.130.870.283,68	17.008.275.955,26	30%	22%	12.900.704
Média	2.591.306.605,56	161.552.897,67	2.429.753.707,89	30%	22%	1.842.958
Desvio Padrão	1.808.648.563,29	153.355.439,74	1.672.971.855,50	18%	15%	2.096.267
Acre	1.600.103.608,32	100.588.233,76	1.499.515.374,56	78%	45%	557.526
Amapá	1.390.446.473,37	23.336.264,69	1.367.110.208,68	61%	33%	477.032
Amazonas	4.251.280.264,37	296.679.456,24	3.954.600.808,13	19%	17%	2.812.557
Pará	5.883.649.630,99	437.497.473,93	5.446.152.157,06	25%	20%	6.192.307
Rondônia	2.435.114.730,74	19.391.690,37	2.415.723.040,37	40%	31%	1.379.787
Roraima	978.865.029,00	101.775.015,00	877.090.014,00	72%	34%	324.397
Tocantins	1.599.686.502,16	151.602.149,69	1.448.084.352,47	47%	21%	1.157.098
Nordeste (Total)	70.115.628.435,35	2.356.038.619,49	67.759.589.815,86	43%	37%	47.741.711
Média	7.790.625.381,71	261.782.068,83	7.528.843.312,87	43%	37%	5.304.635
Desvio Padrão	4.075.165.635,85	218.095.014,55	3.898.064.111,80	25%	24%	2.096.267
Alagoas	6.571.608.186,25	24.908.083,32	6.546.700.102,93	86%	76%	2.822.621
Bahia	13.828.981.295,79	685.205.884,15	13.143.775.411,64	25%	22%	13.070.250
Ceará	11.359.032.315,53	505.313.700,82	10.853.718.614,71	50%	44%	7.430.661
Maranhão	7.650.928.464,87	227.152.110,84	7.423.776.354,03	72%	59%	5.651.475
Paraíba	3.887.228.937,20	167.336.486,52	3.719.892.450,68	36%	28%	3.443.825
Pernambuco	13.527.845.340,45	343.783.827,14	13.184.061.513,31	42%	38%	7.918.344
Piauí	4.485.107.298,22	18.567.116,88	4.466.540.181,34	80%	66%	2.843.278
Rio Grande do Norte	4.644.188.843,73	196.925.952,13	4.447.262.891,60	47%	39%	2.776.782
Sergipe	4.160.707.753,32	186.845.457,69	3.973.862.295,63	48%	39%	1.784.475
Sudeste (Total)	105.227.086.249,86	2.771.139.383,21	102.455.946.866,65	15%	15%	72.412.411
Média	26.306.771.562,47	692.784.845,80	25.613.986.716,66	15%	15%	18.103.103
Desvio Padrão	20.963.604.736,80	357.257.462,28	20.695.598.987,70	13%	13%	14.110.480
Espírito Santo	4.023.529.242,20	175.300.594,79	3.848.228.647,41	17%	16%	3.097.232
Minas Gerais	22.078.300.119,39	938.341.823,77	21.139.958.295,62	19%	18%	17.891.494
Rio de Janeiro	24.520.025.140,54	734.307.276,61	23.785.717.863,93	16%	16%	14.391.282
{X} São Paulo	54.605.231.747,73	923.189.688,04	53.682.042.059,69	13%	13%	37.032.403
Sul (Total)	32.109.383.518,58	2.316.075.760,88	29.793.307.757,70	14%	13%	25.107.616
Média	10.703.127.839,53	772.025.253,63	9.931.102.585,90	14%	13%	8.369.205
Desvio Padrão	3.894.974.159,39	488.205.719,25	4.111.298.441,25	17%	17%	2.627.809
Rio Grande do Sul	14.425.081.857,20	297.765.164,04	14.127.316.693,16	15%	15%	10.187.798
Santa Catarina	6.655.574.186,70	745.237.034,79	5.910.337.151,91	13%	12%	5.356.360
Paraná	11.028.727.474,69	1.273.073.562,05	9.755.653.912,64	13%	13%	9.563.458
Centro-Oeste (Total)	26.157.635.917,88	927.768.929,01	25.229.866.988,87	29%	28%	11.636.728
Média	6.539.408.979,47	231.942.232,25	6.307.466.747,22	29%	28%	2.909.182
Desvio Padrão	2.828.907.440,46	229.474.249,07	2.860.122.058,60	31%	29%	1.411.383
Distrito Federal	10.088.823.966,34	32.006.411,76	10.056.817.554,58	30%	30%	2.051.146
Goiás	7.467.502.696,29	555.463.565,23	6.912.039.131,06	28%	26%	5.003.228
Mato Grosso	4.812.711.815,87	116.772.428,95	4.695.939.386,92	32%	30%	2.504.353
Mato Grosso do Sul	3.788.597.439,38	223.526.523,07	3.565.070.916,31	26%	24%	2.078.001
Brasil (Total)	251.748.880.360,62	9.501.892.976,27	242.246.987.384,35	20%	19%	169.799.170
Média	9.324.032.605,9488	424.017.459,64	8.972.110.643,86	20%	19%	7.305.816
Desvio Padrão	10.838.138.107,3135	289.277.576,98	10.631.873.022,95	13%	13%	4.468.441

Em termos regionais, observa-se que a Região Sul se encontra em melhor situação, embora os resultados na coluna 6 indiquem que, ainda sim, essa região necessitaria receber 13% a mais do FPE já recebido. A sua necessidade de complementação de verbas para reduzir os desequilíbrios dos serviços prestados é menos da metade da terceira melhor *performance* região brasileira, ou seja, cerca de 14% do PIB. Por sua vez, dos três estados que compõem a região, o Rio Grande do Sul revelou necessitar de maiores repasses, 15% do seu PIB, seguidos do Paraná e Santa Catarina (13%), como indica a quinta coluna, além de apresentar

uma discrepância relativamente alta do FPE ótimo. Vale ressaltar que a região possui o terceiro maior contingente populacional das cinco Regiões Brasileiras.

A segunda melhor *performance* ficou com a Região Sudeste (15% do PIB). Dos quatro estados que fazem parte, Minas Gerais (19%) apresentou a maior necessidade de complementação de verbas compensatórias em relação ao PIB, seguido do Espírito Santo (17%), Rio de Janeiro (16%) e São Paulo (13%). Dessa forma, foi possível, também, constatar uma grande discrepância da necessidade de transferências entre os estados da região para o atendimento adequado dos serviços direcionados às mesmas necessidades. Vale notar que essa Região possui o maior contingente populacional. Essa região necessitaria receber 15% a mais do FPE do que já recebe.

Logo em seguida vem a Região Centro-Oeste (29% do PIB). Dos quatro estados presentes, a pior situação foi verificada com o Estado do Mato Grosso (32%), acompanhado do Distrito Federal (30%), Goiás (28%) e Mato Grosso do Sul (26%), onde foi constatada grande variabilidade de necessidades de complementação de verbas, além de ali estar concentrada a menor população, em termos regionais. Em adição com base na coluna 6, essa região necessitaria receber 28% a mais desses recursos efetivamente recebidos, com base no critério proposto.

Em quarto lugar está a Região Norte, com maiores necessidades de complementação de recursos, cerca de 30% do PIB. Nessa Região, os estados também apresentaram uma *performance* diferenciada. Em pior situação encontra-se o Estado do Acre (78%), seguido de Roraima (72%), Amapá (61%), Tocantins (47%), Rondônia (40%), Pará (25%) e Amazonas (19%). Note que essa região possui o quarto maior contingente populacional. Portanto, essa região mostra que

com base no critério proposto, deveria receber 22% a mais do FPE do que efetivamente recebe, para oferecer um nível adequado de serviços.

Por fim, em vista geral das Regiões, encontra-se em pior situação a Região Nordeste com a necessidade de recebimento dessas verbas de 43% em relação ao PIB. Os nove estados, em ordem decrescente de necessidade do recebimento de verbas em proporção ao PIB, estão assim elencados: Alagoas (86%), Piauí (80%), Maranhão (72%), Ceará (50%), Sergipe (48%), Rio Grande do Norte (47%), Pernambuco (42%), Paraíba (36%) e Bahia (25%). A região possui o segundo maior contingente populacional. Em adição, com base na coluna 6 podemos constatar que essa região necessitaria receber 37% a mais do FPE efetivamente recebido.

Dessa maneira, diante das demais transferências existentes, a situação relativa às transferências redistributivas, como é o caso do FPE, revela que todos os estados necessitam de repasses do FPE. Tal fato sugere que é preciso repensar os atuais critérios de rateio do Fundo para que, de fato, se consiga diminuir os desequilíbrios socioeconômicos entre os estados, sem desestimular a gestão pública eficiente e o esforço arrecadatário.

Vale ressaltar o quanto é importante a adoção de alguns cuidados quando do trabalho de análise dos resultados obtidos. Em primeiro lugar, o estudo utilizou observações para apenas um ano, o que pode gerar distorções devido a erros de medida ou a ruídos que eventualmente possam estar presentes nos dados. Além disso, a estimação foi feita a partir de indicadores de serviços e custos que nem sempre reproduzem, com fidelidade, a complexidade da situação, pelo fato de algum fator endógeno ou exógeno relevante não haver sido captado.

Certamente, o trabalho procurou contribuir para um maior entendimento dos problemas atualmente enfrentados pelo Brasil, no campo do Federalismo Fiscal. Não obstante, procurou-se propor um critério de rateio do FPE, cujo objetivo é a diminuição dos desequilíbrios regionais, conforme prevê a Constituição Federal. Além do mais, levou-se em consideração o debate teórico acerca dos possíveis desestímulos que esses repasses podem gerar. É importante salientar que a construção de indicadores de gastos, de tributos e *déficit* de serviços pode servir de instrumento para nortear políticas públicas compensatórias.

Capítulo 5

Conclusão

Embora bastante utilizada no exterior, poucos estudos trataram especificamente da utilização da DEA no setor público brasileiro. Devido à flexibilidade dessa metodologia, é indicada para avaliar o Fundo de Participação dos Estados. Dada à distribuição irregular das bases tributárias existentes em nosso país, o Fundo de Participação dos Estados tem o objetivo constitucional da suplementação orçamentária dos Estados com a finalidade de promover o equilíbrio socioeconômico entre essas unidades, conforme previsto no art. 161, inciso II da Constituição Federal brasileira. Outrossim, os efeitos perversos que essas transferências podem gerar na gestão dos recursos públicos e no esforço tributário dos Estados constituem alvo de debate teórico que abre questão acerca do seu objetivo central.

Os resultados obtidos a partir das estimações dos três modelos - a eficiência pública dos gastos dos Estados na provisão de bens e serviços públicos, o esforço arrecadatário próprio e a necessidade de serviços para equilibrar a situação desses Estados – permitiram-nos chegar a algumas informações importantes:

No primeiro modelo, Eficiência em Gastos, o objetivo principal foi promover maior controle e instaurar mecanismos de avaliação e estímulo à gestão pública. A análise mostrou que, em média, a Região Sul apresentou o menor desperdício de recursos, seguida das Regiões Norte, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste. Dos 27 Estados brasileiros, incluído o Distrito Federal, o Amapá, Bahia, Distrito Federal, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Roraima, Santa

Catarina, São Paulo e Tocantins não apresentaram desperdícios de recursos, nem foi possível constatar qualquer padrão entre gastos e renda desses Estados.

No segundo modelo, Eficiência Arrecadatória, a região que em média obteve o melhor resultado foi a Sudeste, seguida do Centro-Oeste, Norte, Nordeste e Sul. Quanto aos Estados do Acre, Amapá, Amazonas, Bahia, Distrito Federal, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Roraima, São Paulo e Tocantins não se verificou perdas tributárias, nem foi constatado qualquer padrão entre PIB e perdas de Receitas Tributárias.

Com base no terceiro modelo, foi possível estimar uma fronteira para avaliar o *déficit* relativo de cada Estado nos Serviços prestados, partindo do conceito de equidade de acesso. Os resultados dessa estimação mostraram que a Região Sul, em média, obteve a melhor disponibilidade de serviços para as mesmas necessidades. Em seguida, vêm as Regiões Sudeste, Centro-Oeste, Norte e, por último, o Nordeste. Os Estados do Acre, Amapá, Roraima, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e o Distrito Federal foram considerados eficientes nos serviços prestados. A pior situação foi apresentada pelo Estado de Alagoas, dispondo de 43% a menos dos serviços ofertados em Estados com melhor disponibilidade relativa. Por outro lado, os Estados como Alagoas, Ceará, Maranhão, Pernambuco e Piauí dispõem de menos de 70% dos serviços ofertados em Estados com melhor disponibilidade relativa.

Dessa maneira, constatou-se acentuadas disparidades na oferta de serviços entre os Estados do País. Em média, tiveram à sua disposição uma oferta de 88% dos serviços disponíveis na fronteira.

A partir dessas três estimações, a grande questão foi estabelecer um montante ótimo para o repasse das transferências, de maneira preservar a equidade e a eficiência entre os Estados e o cuidado de não gerar desestímulo à eficiência pública, tanto nos gastos quanto na arrecadação. Observou-se que todos os Estados brasileiros necessitariam receber transferências compensatórias. A Região Nordeste obteve o pior resultado, significando, em média, maior necessidade em receber transferências proporcionais ao PIB, além de ter o segundo maior contingente populacional regional do país. É seguida das Regiões Norte (4º maior contingente populacional regional), Centro-Oeste (menor contingente populacional regional), Sudeste (maior contingente populacional) e Sul (3º maior contingente populacional regional). Conclui-se, pelo demonstrado, que o repasse de verbas do FPE não foram suficientes para equilibrar o nível de serviços de cada Estado, conforme se pode constatar considerando os Estados, em conjunto.

Embora a literatura expresse preocupação alegando que os atuais critérios de transferências de recursos da União para os Estados têm acirrado as disparidades, muitas vezes beneficiando regiões menos desenvolvidas, ficou ressaltado, com base no método proposto ao longo do trabalho que, efetivamente, estão nessas regiões as maiores necessidades desses recursos.

Em contrapartida, há indícios de desperdícios de recursos públicos, justamente nas regiões que são mais beneficiadas. É importante salientar as diferenças da situação de cada unidade federativa analisada, quando se considera os repasses redistributivos do FPE. Os resultados apresentados demonstram que todos os Estados da Federação necessitam receber montantes maiores de recursos para equilibrar o nível mínimo de serviços sob o critério anteriormente exposto.

De fato os critérios atuais do FPE estão determinados por coeficientes fixos, cuja sua determinação não é muito clara e foi feita há muito tempo. Dessa maneira, é proposto nesse trabalho um critério dinâmico que leva em consideração o potencial de arrecadação de cada Estado, a gestão dos recursos públicos tão escassos e os demais tipos de transferências que os Estados já recebem.

Esses resultados são, ainda, indicadores importantes para subsidiar decisões quanto à implementação de políticas voltadas para definir critérios de distribuição de recursos de sorte que o Fundo atinja, efetivamente, os objetivos previstos.

O presente trabalho não deve ser visto como algo definitivo ou acabado. Algumas limitações foram colocadas durante as análises. Dessa maneira, é de grande relevância que extensões e novas propostas sejam implementadas para que as transformações almejadas de um novo pacto federativo brasileiro sejam atingidas, visando o melhor desempenho público. Vale recomendar, ainda, que extensões sejam agregadas, sobretudo no sentido de ampliar e melhorar a base de dados, principalmente no que tange à justiça e à segurança no Brasil, além de poder acrescentar um horizonte temporal. A incorporação de novas técnicas, certamente, facilitará a verificação da sensibilidade dos resultados obtidos.

Por fim, este trabalho tem apenas a característica de contribuir para a construção de um modelo de distribuição de recursos entre os Estados para que possa garantir a prestação de serviços públicos que valorize a população e garanta o efetivo exercício da cidadania, alinhando-se aos ditames constitucionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, J.R., ARAÚJO, E.A., CORREIA, C.A., DAVID, M. D., RAIMUNDO, J.C.M., & SANTOS, R.M. **Municípios, arrecadação e administração tributária: Quebrando tabus.** Revista BNDES, Rio de Janeiro, v. 5 (10) pp 3-36. Dezembro 1998.

AIGNER, D.J.; CHU, S.F. **On estimating the industry production function.** American Economic Review, v. 58 n.4, p. 826-839, Sep. 1968.

ALI, A. I.; SEIFORD, L.M. **Translation invariance in Data Envelopment Analysis.** Operations Research Letters, 9, p. 403-405, 1990.

ALMEIDA, A. L. S. CORDEIRO; COSTA, J. ANDRADE. **É a competição tributária interestadual no Brasil uma irresponsabilidade fiscal dos governos estaduais?** Salvador, 2001. 84 p. (Monografia apresentada ao Prêmio Tesouro Nacional em 2001).

BAHL, R.W. **Descentralização Fiscal: Uma perspectiva Mundial.** 16 a 27 Março 1999, OECD, Viena, Áustria.

BAUER, P.W. **Recent developments in the econometrics estimation of frontiers.** Journal of Econometrics, v.46, n. 1/2, p.29-56, Oct/Nov. 1990.

BLANCO, F. A. C. **Disparidades econômicas interregionais, capacidade de obtenção de recursos tributários, esforço fiscal e gasto público no federalismo brasileiro.** 1996. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Economia da PUC-Rio.

BELLONI, JOSÉ ÂNGELO. **Uma metodologia de avaliação da eficiência produtiva de Universidades Federais Brasileiras.** 2000. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC.

CASTRO. C. E. T. **Avaliação da Eficiência Gerencial de Empresas de Água e Esgotos Brasileiras por Meio de Envoltória de Dados (DEA).** 2003. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da PUC-Rio.

CATELLI, A. (Coord.). **Controladoria: Uma abordagem da gestão econômica - GECON.** São Paulo: Atlas, 1999.

CAVALCANTI, C. E. G.; PRADO, S. R. R. do; QUADROS, W. L. de; **Análise do Sistema de Partilha de Recursos em um Estado Federativo.** 1999. Disponível em:<www1.worldbank.org/wbiep/decentralization/Courses/Brasília%2011.16.99/texto_carlos_eduardo.pdf>. Acesso em: 4 mar. 2003.

CHARNES, A., COOPER, W.W. **Programming with linear fraction functional functionals.** Naval Res. Logist. Quart., 9, 181-185, 1962.

CHARNES, A., COOPER, W.W. & RHODES, E. Evaluating Program and Managerial Efficiency: **an Application of Data Envelopment Analysis to Program Follow Through**. Management Science, 27(6), June 1981.

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

COELLI, T.J. **A Guide to DEAP version 2.1: a data envelopment analysis program**. Armidale: University of New England, 1996. 49p. (CEPA Working Papers, 8)

COELLI, T.J. BATTESE, G.E. **Identification of factors which influence the technical inefficiency of Indian farmers**. Australian Journal of Agricultural Economics, v.40, p.109-128, 1996.

COSSIO, F. A. B. **Disparidades econômicas inter-regionais, capacidade de obtenção de recursos tributários, esforço fiscal e gasto público no federalismo fiscal brasileiro**. 21º Prêmio BNDES de Economia. Rio de Janeiro. 1998. Disponível em: <www.bndes.gov.br/conhecimento/premio/pr211.pdf>. Acesso em 04 abr 2004.

CONSTITUIÇÃO FEDERAL DO BRASIL. (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília – DF. Senado, 1988.

DAIN, Sulamis. **Incidência tributária e estímulo competitivo : nota técnica do bloco temático II. Resumo Executivo**. Campinas – SP. Senado, 1993.

FÄRE, R., GROSSKOPF, S. & LOVELL, C.K. **The Measurement of Efficiency of Production**. Boston-Dordrech, Kluwer-Nijhoff Publishing. 1985.

FÄRE, R., GROSSKOPF, S. & LOVELL, C.K. **Production Frontiers**. Cambridge, Cambridge University Press. 1994.

FARREL, M.J. **The Measurement of Productive Efficiency**. Journal of The Statistical Society, 120(3), p. 253-281. 1957.

FORSUND, F.R. JANSEN, E.S. **On estimating average and best practice homothetic productions via cost functions**. International Economic Review, v.18, n.2, p.463-476, 1977.

FORSUND, F., LOVELL, C.A.K., & SCHIDT, P. **A Survey of Frontier Production Functions and of Their Relationship to Efficiency Measurement**. Journal of Econometrics, 13, p. 5-25. 1980.

GASPARINI, E.CARLOS & RAMOS, F. S. **Desigualdade relativa Serviços de Saúde entre Regiões e Estados Brasileiros**. Revista de Econometria. Brasil: v.24, n.1, p.1 – 34, 2004.

GASPARINI, E.CARLOS. & MELO, L.S.CRISTIANO. **Equidade e Eficiência Municipal: Uma avaliação do Fundo de Participação dos Municípios – FPM**. STN – DF, 2004.

GASPARINI, E.CARLOS. & RAMOS, F.S. **Efetividade e Eficiência no Ensino Médio Brasileiro**. Revista de Economia Aplicada. São Paulo **Municipal: Uma avaliação do Fundo de Participação dos Municípios – FPM**. 2003.

GASPARINI, E.CARLOS. & RAMOS, F.S. **Avaliação da Eficiência Pública Municipal: O Caso de Pernambuco**. Revista Econômica do Nordeste, v. 34(2), p. 288-307. abr-jun. 2003.

GASPARINI, E.CARLOS. & RAMOS, F.S. **Incentivos à Eficiência na Descentralização Fiscal Brasileira: O caso dos Municípios Paulistas**. Pesquisa e Planejamento Econômico. Rio de Janeiro: v.34, n.1, p.1 – 70 – 2004.

GIAMBIAGI, F. & RIGOLON, F. **A renegociação das dívidas e o regime fiscal dos estados. A economia brasileira nos anos 90** – organizadores: Fábio Giambiagi e Maurício Mesquita Moreira – BNDES – RJ, 1999 pp 111-144.

GIAMBIAGI, F. & ALÉM, A. C. **Finanças Públicas: teoria e prática no Brasil**. 02. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2000. 475 p.

GOLANY, B. e Y. ROLL, (1989). **An Procedure for DEA**. Omega: The international Journal of Management Science, v.17 n.3 p.237-250.

GOMES, G. M. & MAC DOWEL M.C. **Descentralização Política, Federalismo Fiscal e Criação de Municípios: O que é mau para o econômico nem sempre é bom para o social**. Texto para Discussão nº 706 – IPEA. 2000.

GREMAUD, A. P. **Descentralização: Tomada de decisões fiscais em democracias descentralizadas**. Belo Horizonte. Março, 2000.

HALME, M., JORO, T., KOIVU, M. (1998). **Dealing with Interval Scale Data in Data Envelopment Analysis**. International Institute for Applied Systems Analysis – IIASA.

HOTTELING, H. (1933). **Analysis of a complex of a Statistical variables into principal components**. In: Journal of Educational Psychology. v. 12, n. 4, p. 201-213.

JONHSON, R. A.; WICHERN, D. W. (1992). **Applied multivariate statistical analysis**. 3rd. Ed. New Jersey: Prentice Hall.

KASSAI, SILVIA. **Utilização da Análise por Envoltória de Dados (DEA) na Análise de Demonstrações Contábeis**. 2002. Tese (Doutorado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade – Departamento de Contabilidade e Atuária da Universidade de São Paulo. São Paulo: USP.

KOOPMANS, T.C.(Ed.) **Activity analysis of production and allocation**. New York: John Wiley, 1951.

KUPFER, DAVID & HASENCLEVER, L. **Economia Industrial: Fundamentos Teóricos e Práticas no Brasil**. – Organizadores - Rio de Janeiro: Editora Campus, 2002.

LIMA, E. e CÂNDIDO.P. **Transferências da União para Estados e Municípios não originárias de repartição de receitas: para que se destinam e o que determina o montante.** Rio de Janeiro: BNDES, 2002.

LOPES, L. F. D. **Análise de Componentes Principais Aplicada à Confiabilidade de Sistemas Complexos.** 2001. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC.

LONGO, R. J. **A revolução da qualidade total: histórico e modelo gerencial.** Brasília: IPEA 1994. Relatório Interno / IPEA. CPS 31/94.

MEDEIROS, M. M. C. **Princípios de justiça na alocação de recursos em saúde.** Texto para Discussão nº 687 – IPEA. 1999.

MENDES, M. J.; **Proposta para um Novo Federalismo Fiscal: Novos Critérios de Distribuição para o FPM e Criação do Fundo de Participação das Regiões Metropolitanas.** 2002. Disponível em: <<http://www.braudel.org.br/marcosm.htm>>. Acesso em abr. 2004.

MOITA, MÁRCIA HELENA VELEDA. **Um Modelo para Avaliação da Eficiência Técnica de Professores Universitários Utilizando Análise Envoltória de Dados: O Caso dos Professores da área de Engenharias.** 2002. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC.

MORRISON, D. F. (1976). **Multivariate statistical methods.** 2nd. Ed. New York: The McGraw Hill, 415 p.

MUSGRAVE, R. A. (1997). **Devolution, grants, and Fiscal Competition.** The Journal of Economic Perspectives, Vol. 11, Nº 4 (autumn, 1997), 65-72.

NASCIMENTO, A.C.R & OLIVEIRA, C.F. **O FPE e os desequilíbrios regionais.** Bahia Análise & Dados: Salvador: v.12, n.4, março 2003, p.69-80.

NIEDERAUER, C. A. P. **Avaliação dos bolsistas de produtividade em pesquisa da engenharia da produção utilizando Data Envelopment Analysis.** 1998. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC.

QUIAN, Y. & WEINGAST, B.R. **Federalism as a Commitment to Preserving Market Incentives.** The Journal of Economic Perspectives, vol. 11 nº 04 (autumn, 1997) pp. 83-92.

PAIVA JUNIOR, H. de, e O. F. Lima Júnior, (1999). **Avaliação de Desempenho de Sistemas e Serviços de Transportes utilizando a abordagem integrada DEA/AHP.** XIII ANPET Novembro de 1999, São Carlo, SP.

PASTOR, J. (1996). **Translation Invariance in Data Envelopment Analysis: A Generalization.** Annals of Operations Research 66(1996)93-102.

PEARSON, KARL

PONTUAL, E.R. **Capacidade e eficácia tributária dos municípios do Rio Grande do Sul**. Anais do 27^o Encontro Nacional de Economia. - Belém: ANPEC, 1999. v.3.

PRADO, S. R. R. do. **Transferências Fiscais e Financiamento Municipal no Brasil**. 2001. Disponível em: <<http://federativo.bndes.gov.br/destaques/reftrib.htm>>. Acesso em out. 2004.

PUIG-JUNOY, J. **Radial Measures of Public Services Deficit for Regional Allocation of Public Funds**. Department of Economics and Business, Health and Economics Research Centre (CRES), Universitat Pompeu Fabra. Mimeo.1999.

REIS, J.E. & BLANCO A. F. **Capacidade Tributária dos Estados Brasileiros**. Texto para Discussão nº 404 – IPEA. 1996.

REZENDE, F. C. **Mudanças nos padrões de gestão das políticas públicas : saneamento e gestão urbana no Recife**. Anais VI Encontro Nacional da ANPUR : modernidade, exclusão e a espacialidade do futuro. 1996.

REZENDE, F; LIMA, E. C. P. & CÂNDIDO, J. O. **Finanças Públicas**. 2^o ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2001.

REZENDE, F. e AFONSO, J.R. **A federação Brasileira: Fatos, Desafios e Perspectivas**. Rio de Janeiro: BNDES, 2002.

RIBEIRO, P.E. **Transferências Intergovernamentais e Esforço Fiscal dos Estados Brasileiros**.UFRS, junho 1988.

SAATY, T.L. **The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation**. McGraw-Hill, New York. 1980.

SCHWENGBER, S.B. & RIBEIRO, E.P. **O Impacto do Fundo de Participação (FPE) no Esforço Tributário dos Estados: Uma Estimativa do Potencial de Arrecadação do ICMS**. IV Premio Tesouro Nacional. Brasília: Tesouro Nacional. 2000.

SEIFORD, L. M. e R. M. Thrall, (1990). **Recent developments in DEA. The mathematical programming approach to frontier analysis**. Journal of Econometrics 46p.7-38.

SERRA, J. & AFONSO, J.R.R. **Federalismo Fiscal à Brasileira: Algumas Reflexões**. Revista do BNDES, Rio de Janeiro, v.6, N. 12, P. 3-30, Dez. 1999.

SHAH, A. (1994). **The Reformo of intergovernmental fiscal relations in developing and emerging markets economies**. Policy and Research series, N. 23, The World Bank.

SHELL, H. **EMS: Efficiency Measurement System**. User's Manual. V. 1.3.

SCREMIN, M. A. A. **Método para a Seleção do Número de Componentes Principais com Base na Lógica Difusa**. 2003. Tese (Doutorado) – Programa de

Pós-Graduação em Engenharia da Produção, do Departamento de Engenharia de Produção, da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC.

SOUZA, JORGE de. **Análise em Componentes Principais e suas Aplicações.** Métodos Estatísticos nas Ciências Psicossociais. Vol II . Brasília: Thesaurus,1988.

STN. Secretaria do Tesouro Nacional. **Cartilha FPE/FPM.** Disponível em: <http://www.stn.fazenda.gov.br/servicos/biblioteca_virtual/index.asp>. Acesso em jul. 2004.

THOMAS, D.L. **Auditing the efficiency of regulated companies through the use of data envelopment analysis: An application to electric cooperatives.** PhD thesis, University of Texas Graduate School of Business, Austin, 1985

VARIAN, H. R. **Differential Pricing and Efficiency.** First Monday, (<http://www.firstmonday.dk>).

VARSANO, R. **A Evolução do sistema tributário brasileiro ao longo do século : anotações e reflexões para futuras reformas.** Texto para Discussão nº 405 – IPEA. 1996.

VILELLA, R. **Uma agenda para a reforma fiscal.** IPEA, Rio de Janeiro, Diretoria de Pesquisa.1993.

APÊNDICE A: Fontes dos Dados

Primeiro Modelo (Eficiência em Gastos)

$C(\text{Custos}) = \text{Despesas Correntes} - \text{Secretaria do Tesouro Nacional} - \text{Ano de } 2002$

$\gamma_1 = \text{Odontólogos por } 1000\text{hab} - (\text{DATASUS}) - \text{Ano } 2002$

$\gamma_2 = \text{Enfermeiros por } 1000\text{hab} - (\text{DATASUS}) - \text{Ano } 2002$

$\gamma_3 = \text{Médicos por } 1000\text{hab} - (\text{DATASUS}) - \text{Ano } 2002$

$\gamma_4 = \text{Técnicos Auxiliares em enfermagem por } 1000 \text{ hab} - (\text{DATASUS}) - \text{Ano } 2002$

$\gamma_5 = \text{Número de leitos hospitalares} - (\text{DATASUS}) - \text{Ano } 2002$

$\gamma_6 = \text{Número de matrículas no ensino fundamental} - \text{Ministério da Educação (INEP)}$
 – Ano 2002

$\gamma_7 = \text{Número de matrículas no ensino médio} - \text{Ministério da Educação (INEP)} - \text{Ano}$
 2002

$\gamma_8 = \text{População com mais de } 8 \text{ anos de estudo} - (\text{DATASUS}) - \text{Ano } 2002$

$\gamma_9 = \text{Número de docentes no ensino fundamental} - \text{Ministério da Educação (INEP)} -$
 Ano 2002

$\gamma_{10} = \text{Número de estabelecimentos de educação básica} - \text{Ministério da Educação}$
 (INEP) – Ano 2002

γ_{11} = Número de docentes no ensino médio e profissionalizante- Ministério da Educação (INEP) – Ano 2002

γ_{12} = Número de docentes exercendo atividades em sala de aula - Ministério da Educação (INEP) – Ano 2002

γ_{13} = Cobertura de esgotamento sanitário - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Ano de 2002

γ_{14} = Número de domicílios com energia elétrica – Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada (IPEA) – Ano 2002

γ_{15} = Pistas estaduais pavimentadas – Departamento nacional de infra-estrutura de transportes (DNIT) – Ano 2003

γ_{16} = Número de Óbitos Violentos (IPEA) – Ano 2002

Segundo Modelo (Eficiência em Arrecadação)

RT (Receitas Tributárias) = Receitas Tributárias Próprias - Secretaria do Tesouro Nacional - Ano de 2002

B_1 = Renda Total (PIBpm) - Número de Internações Hospitalares – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Ano de 2002

B_2 = População Urbana – Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada – Ano de 2003

B_3 = Frota de Veículos – Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) – Ano de 2003

Terceiro Modelo (Equidade dos Serviços Públicos Estaduais)

$Y = (y_1, y_2, y_3, y_4)$ – Vetor de Serviços do modelo 1.

n_1 = População em idade escolar de 5 a 19 anos – Ministério da Educação (INEP) – Ano de 2002

n_2 = Número de Óbitos de Doenças Parasitárias e Infecciosas - Ministério da Saúde (DATASUS) – Ano 2002

n_3 = Número de Residências sem instalações Sanitárias – Ministério da Saúde – Ano de 2002

n_4 = Número da População Total – Ministério da Saúde – Ano de 2002

n_5 = Percentual da população em estado de pobreza – Ministério da Saúde – Ano de 2001

n_6 = Razão da renda – Ministério da Saúde – Ano de 2002

n_7 = Taxa de Trabalho infantil – Ministério da Saúde – Ano de 2002

APÊNDICE B: Resultados da Análise de Componentes Principais

Primeiro Modelo (Eficiência em Gastos)

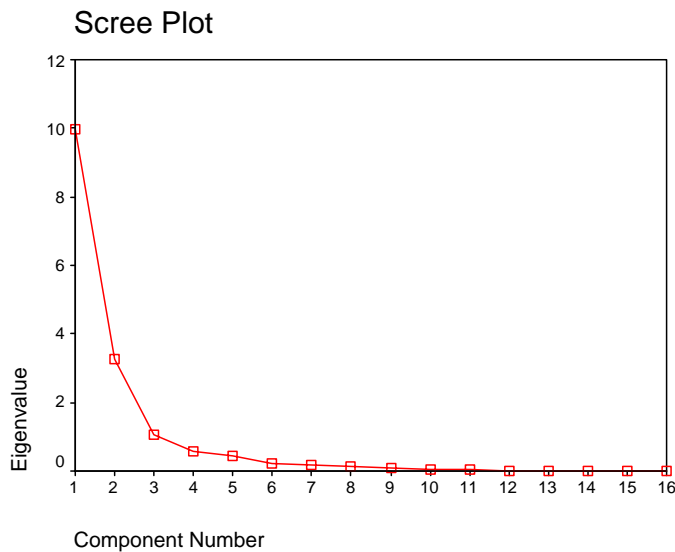
Factor Analysis

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	9,952	62,201	62,201	9,952	62,201	62,201	8,788	54,925	54,925
2	3,267	20,421	82,622	3,267	20,421	82,622	3,597	22,483	77,408
3	1,042	6,514	89,136	1,042	6,514	89,136	1,278	7,989	85,397
4	,567	3,546	92,682	,567	3,546	92,682	,891	5,567	90,964
5	,422	2,638	95,320	,422	2,638	95,320	,463	2,891	93,855
6	,228	1,425	96,745	,228	1,425	96,745	,243	1,516	95,371
7	,171	1,068	97,813	,171	1,068	97,813	,200	1,249	96,620
8	,146	,912	98,725	,146	,912	98,725	,192	1,200	97,820
9	7,498E-02	,469	99,194	7,498E-02	,469	99,194	,144	,900	98,720
10	5,739E-02	,359	99,552	5,739E-02	,359	99,552	8,917E-02	,557	99,278
11	3,879E-02	,242	99,795	3,879E-02	,242	99,795	5,171E-02	,323	99,601
12	1,809E-02	,113	99,908	1,809E-02	,113	99,908	4,003E-02	,250	99,851
13	8,609E-03	5,381E-02	99,962	8,609E-03	5,381E-02	99,962	1,125E-02	7,032E-02	99,921
14	3,822E-03	2,389E-02	99,986	3,822E-03	2,389E-02	99,986	9,937E-03	6,210E-02	99,983
15	1,750E-03	1,094E-02	99,997	1,750E-03	1,094E-02	99,997	1,825E-03	1,141E-02	99,995
16	5,438E-04	3,399E-03	100,000	5,438E-04	3,399E-03	100,000	8,255E-04	5,159E-03	100,000

Extraction Method: Principal Component Analysis.

$$\sqrt{\lambda_k} a_{jk} = \text{corr}(X_j, C_k), k=1,2,3; j= 1,2,\dots,5.$$



Rotated Component Matrix^a

	Component															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Zscore: odontólogos por 1000hab(O)	.401	.735	.277	.251	-9,259E-02	.112	.358	5,900E-02	8,033E-02	-1,274E-02	4,946E-03	7,471E-03	1,426E-04	-1,563E-03	-5,736E-05	-1,931E-04
Zscore: Enfermeiros por 1000hab(O)	8,772E-02	.931	-4,790E-02	2,533E-02	-1,487E-02	-1,679E-02	-.134	-6,918E-03	-.322	4,480E-03	-1,032E-03	-1,175E-02	-1,184E-03	1,616E-03	-1,912E-04	4,781E-05
Zscore: médicos or 1000hab(O)	9,152E-02	.892	.209	.233	.170	2,800E-02	.171	4,619E-02	.106	-3,225E-03	3,989E-03	.162	-3,273E-03	1,960E-03	-3,209E-04	1,569E-04
Zscore: Téc.aux.enf p/1000(O)	.116	.965	-3,172E-02	.110	1,838E-02	-5,346E-02	-7,754E-02	-3,151E-02	.139	1,234E-02	-9,160E-04	-.109	6,219E-03	-2,731E-03	9,520E-04	-1,211E-04
Zscore: nr leitos hosp(O)	.764	.219	.242	-6,324E-02	.552	-1,664E-02	-2,613E-02	1,696E-02	3,434E-03	-9,043E-03	6,166E-03	3,902E-03	1,898E-04	7,069E-04	2,212E-05	2,228E-05
Zscore: matr ens f(O)	.978	8,570E-02	.128	7,129E-02	1,456E-02	-2,353E-03	4,954E-02	-3,422E-02	-2,483E-02	-6,144E-02	-1,331E-02	2,683E-02	-6,766E-02	1,234E-02	-1,995E-02	-1,299E-02
Zscore: matr ens m(O)	.959	.116	.148	7,720E-02	.162	-1,276E-02	4,101E-03	2,172E-02	-1,701E-02	-5,583E-02	7,237E-02	1,703E-02	-1,799E-02	5,196E-02	1,865E-03	2,227E-02
Zscore: Pop acima de 8 anos de estudo(O)	.143	.502	-.134	.842	-1,541E-02	1,261E-03	1,916E-02	6,298E-03	-6,720E-04	3,549E-04	1,265E-03	5,008E-04	2,320E-04	-2,090E-05	1,022E-04	1,670E-05
Zscore: nr disc ens f (I)	.963	.144	.130	7,643E-02	-2,047E-02	4,025E-02	7,479E-02	-.101	3,970E-02	6,647E-03	-5,013E-02	-1,005E-02	-4,090E-03	-8,230E-02	-5,431E-04	4,031E-03
Zscore: nr estabel educ básic(O)	.933	.154	8,046E-02	2,291E-02	-5,052E-02	2,527E-02	-2,201E-02	-.132	-5,970E-03	.279	-6,642E-03	-1,669E-03	2,989E-04	-1,168E-03	-9,104E-05	-3,006E-05
Zscore: nr func docent ensin m e Prof(O)	.947	.165	.155	.103	.168	2,170E-02	2,847E-02	-3,499E-03	1,579E-02	-2,749E-02	8,652E-02	-1,411E-02	3,490E-02	1,372E-02	3,524E-02	-3,885E-04
Zscore: nr docent exerc ativid sala(O)	.952	.102	8,739E-02	5,556E-03	-.165	7,505E-02	-2,702E-02	.119	-3,124E-03	1,538E-02	-.168	-6,617E-03	1,032E-03	-4,297E-03	7,939E-04	-7,198E-04
Zscore: cobertura egoto sanitario (O)	.911	.123	2,790E-02	6,744E-02	4,583E-02	-2,780E-02	5,571E-02	.376	4,903E-03	-4,981E-02	-8,440E-03	6,514E-03	6,963E-04	1,612E-03	9,330E-05	1,872E-04
Zscore: nr domicil ilumin elétric(O)	.944	.183	.158	7,232E-02	.170	-2,806E-03	3,317E-02	7,523E-03	1,900E-02	-2,166E-02	8,929E-02	-1,635E-02	7,115E-02	9,112E-03	-1,341E-02	-1,198E-02
Zscore: Estrada pavimentada (O)	.832	-4,964E-02	.295	1,048E-02	-2,320E-02	.464	5,137E-02	-1,572E-02	5,030E-03	6,711E-03	-4,688E-03	3,033E-03	8,253E-05	-8,107E-04	1,352E-04	-2,007E-05
Zscore: Inverso do nr. Óbitos violentos	-.322	-9,884E-02	-.934	9,938E-02	-5,865E-02	-3,647E-02	-2,023E-02	-2,123E-03	-4,487E-03	-2,485E-03	-4,957E-04	-3,199E-03	-2,352E-04	-8,702E-06	-5,789E-05	-1,213E-05

Extraction Method: Principal Component Analysis.
 Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.
 a. Rotation converged in 20 iterations.

Terceiro Modelo (Equidade e Eficiência em Serviços)

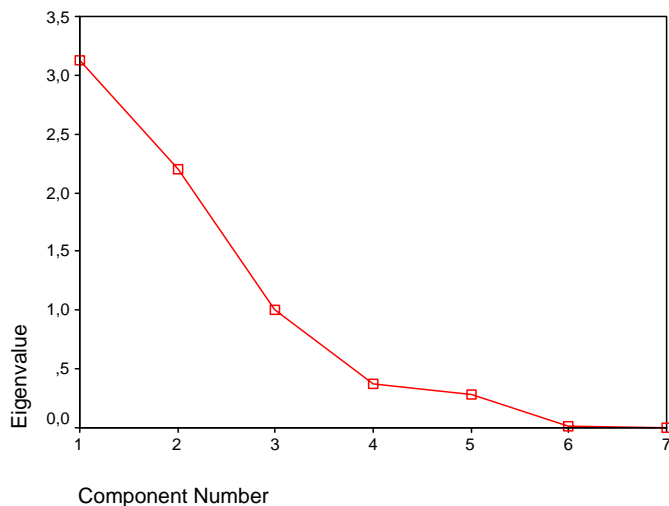
Factor Analysis

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	5,571	79,586	79,586	5,571	79,586	79,586	4,781	68,293	68,293
2	1,194	17,052	96,638	1,194	17,052	96,638	1,742	24,882	93,175
3	,142	2,024	98,661	,142	2,024	98,661	,262	3,741	96,916
4	6,395E-02	,914	99,575	6,395E-02	,914	99,575	,182	2,597	99,512
5	1,574E-02	,225	99,800	1,574E-02	,225	99,800	1,715E-02	,245	99,757
6	1,356E-02	,194	99,993	1,356E-02	,194	99,993	1,652E-02	,236	99,993
7	4,565E-04	6,522E-03	100,000	4,565E-04	6,522E-03	100,000	4,709E-04	6,727E-03	100,000

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Scree Plot



Rotated Component Matrix

	Component						
	1	2	3	4	5	6	7
Zscore: pop id esc 5a19 {l}	,980	5,001E-03	-4,85E-02	,166	-5,97E-02	7,584E-02	1,909E-02
Zscore: nr obitos infec {l}	,987	-1,59E-02	-2,48E-02	-1,35E-02	-,113	-,113	4,735E-03
Zscore: sem inst sanit {l}	,199	,326	9,610E-02	,871	,294	3,774E-03	1,703E-04
Zscore: Pop Total {l}	,990	-1,61E-02	-4,87E-02	8,351E-02	-8,90E-02	3,778E-02	-2,29E-02
Zscore: Percentual da população em esta	-,217	,300	,149	,295	,868	1,303E-03	8,819E-05
Zscore: Razão de Renda{l}	-6,34E-02	-2,37E-02	,990	6,877E-02	,104	-3,55E-04	1,634E-05
Zscore: Taxa de trabalho infantil{l}	-1,92E-02	,935	-3,54E-02	,259	,239	5,007E-04	9,442E-05

Extraction Method: Principal Component Analysis.
 Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 6 iterations.

APÊNDICE C: Resultados da Análise de Cluster (Detecção de Outliers)

Primeiro Modelo (Eficiência em Gastos)

variável serviços - (Número de matrículas no Ensino Fundamental) – verificando a presença de outliers

Case Processing Summary^{a,b}

Cases					
Valid		Missing		Total	
N	Percent	N	Percent	N	Percent
27	100,0	0	,0	27	100,0

a. Squared Euclidean Distance used

b. Average Linkage (Between Groups)

Average Linkage (Between Groups)

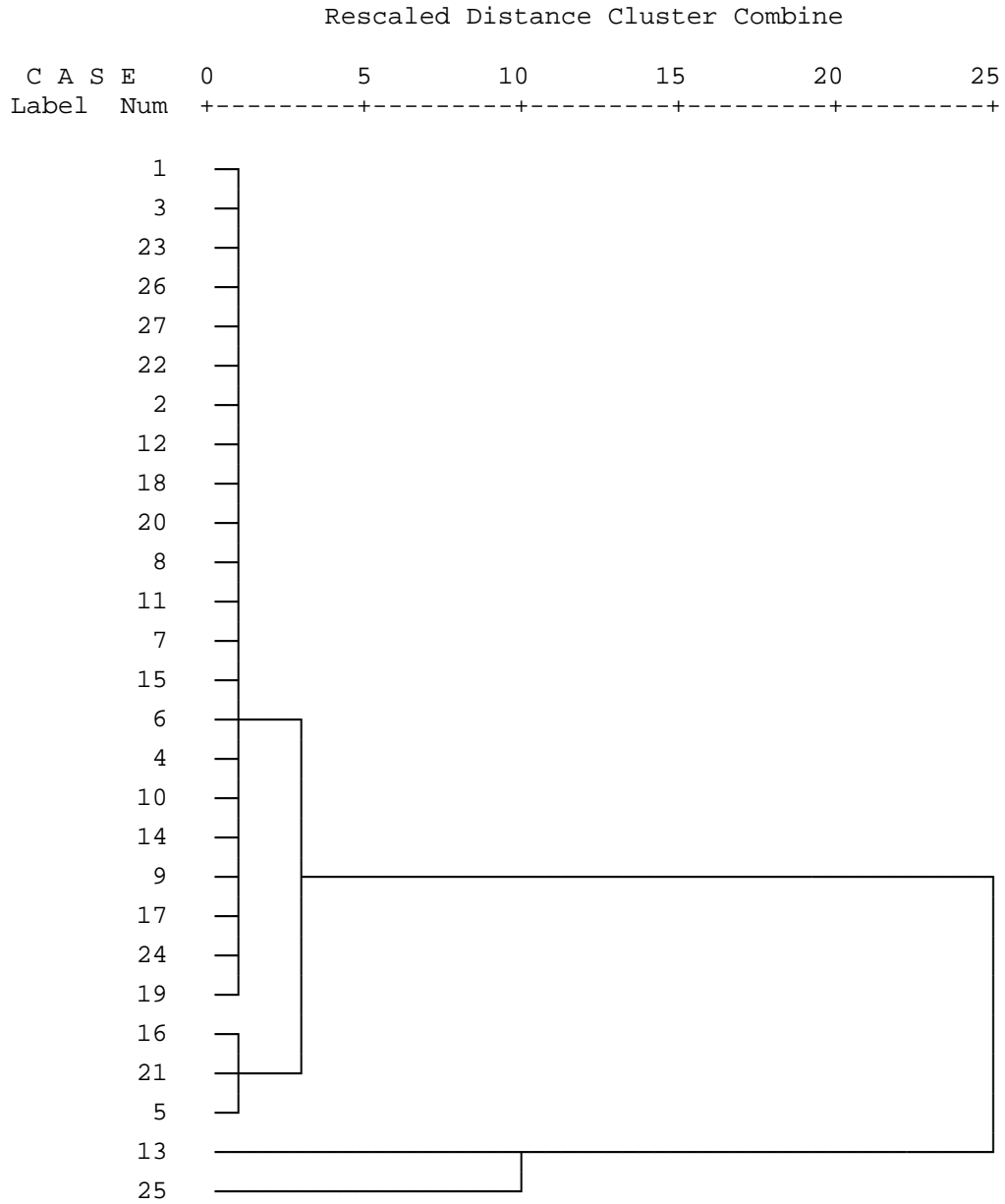
Cluster Membership

Case	2 Clusters
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	1
7	1
8	1
9	1
10	1
11	1
12	1
13	2
14	1
15	1
16	1
17	1
18	1
19	1
20	1
21	1
22	1
23	1
24	1
25	2
26	1
27	1

Dendrogram

*** HIERARCHICAL CLUSTER ANALYSIS ***

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)



Variável serviços - (Técnicos de Auxílio enfermagem para 1000hab) – verificando a presença de outliers

Case Processing Summary^{a,b}

Cases					
Valid		Missing		Total	
N	Percent	N	Percent	N	Percent
27	100,0	0	,0	27	100,0

a. Squared Euclidean Distance used

b. Average Linkage (Between Groups)

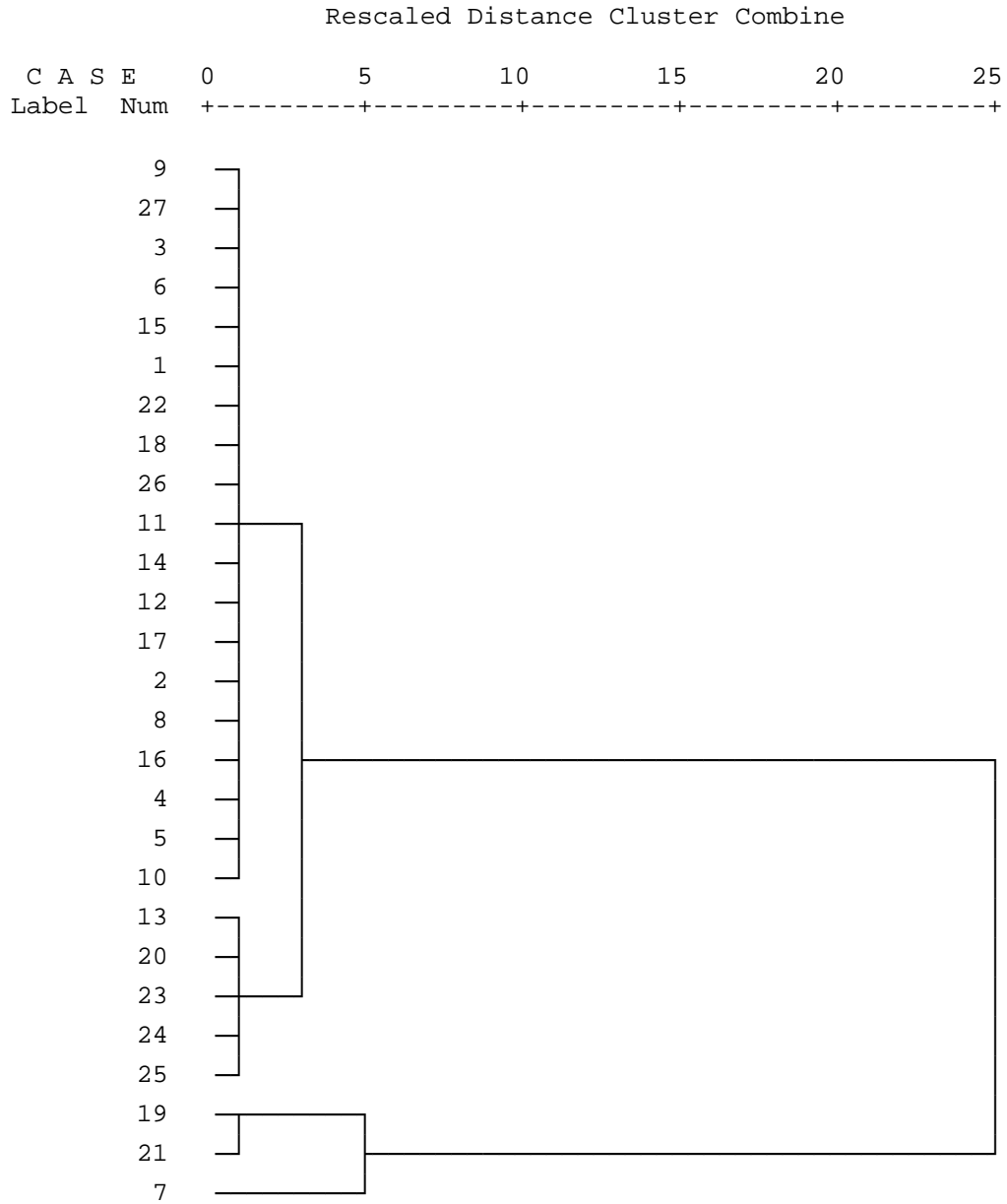
Average Linkage (Between Groups)

Cluster Membership

Case	2 Clusters
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	1
7	2
8	1
9	1
10	1
11	1
12	1
13	1
14	1
15	1
16	1
17	1
18	1
19	2
20	1
21	2
22	1
23	1
24	1
25	1
26	1
27	1

*** HIERARCHICAL CLUSTER ANALYSIS ***

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)



Variável serviços - (Inverso do número de óbitos violentos) - verificando a presença de outliers

Case Processing Summary^{a,b}

Cases					
Valid		Missing		Total	
N	Percent	N	Percent	N	Percent
27	100,0	0	,0	27	100,0

a. Squared Euclidean Distance used

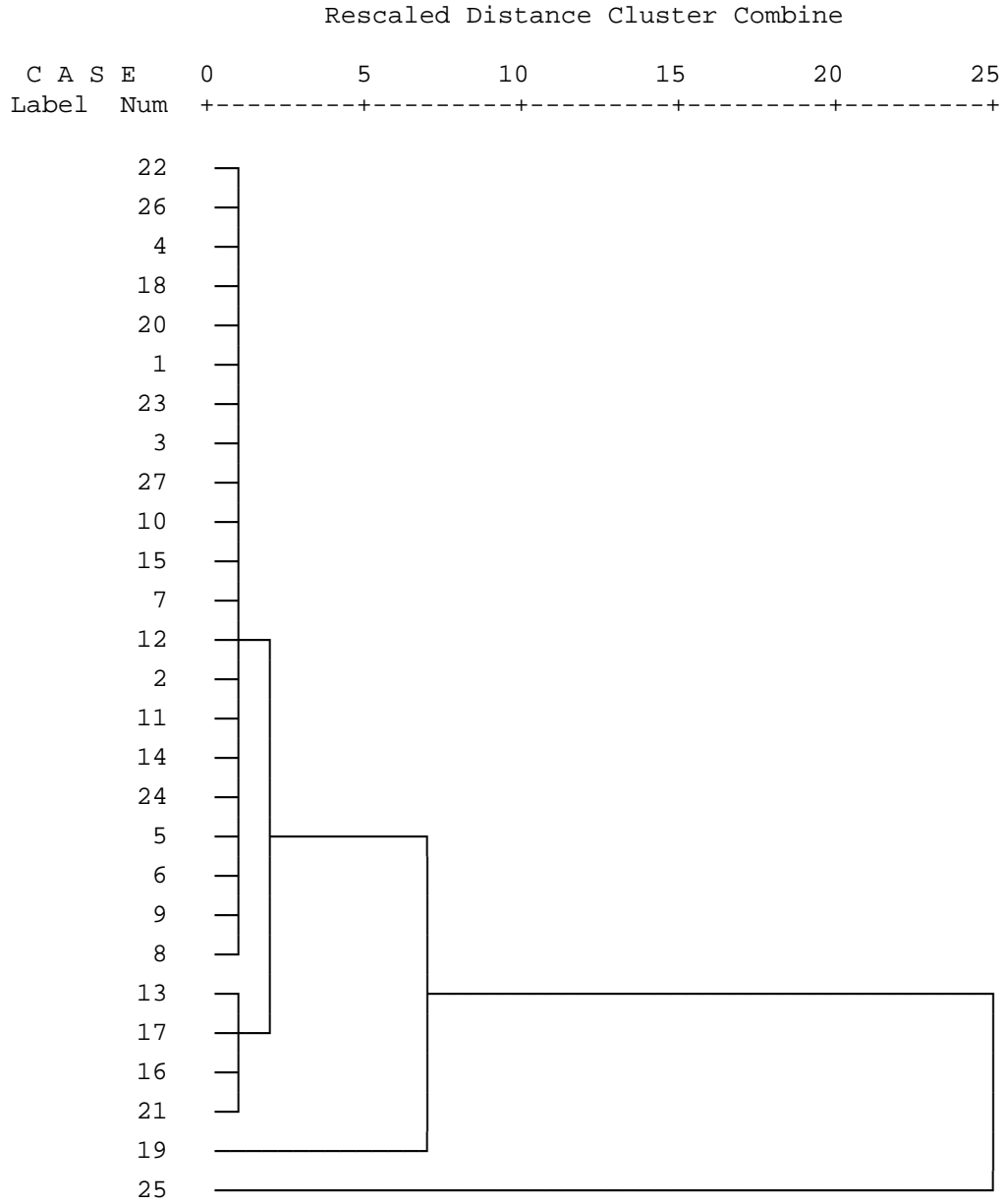
b. Average Linkage (Between Groups)

Cluster Membership

Case	2 Clusters
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	1
7	1
8	1
9	1
10	1
11	1
12	1
13	1
14	1
15	1
16	1
17	1
18	1
19	1
20	1
21	1
22	1
23	1
24	1
25	2
26	1
27	1

*** ** H I E R A R C H I C A L C L U S T E R A N A L Y S I S * * *
 * * *

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)



Variável serviços - (População acima de 8 anos de estudo) - verificando a presença de outliers

Case Processing Summary^{a,b}

Cases					
Valid		Missing		Total	
N	Percent	N	Percent	N	Percent
27	100,0	0	,0	27	100,0

a. Squared Euclidean Distance used

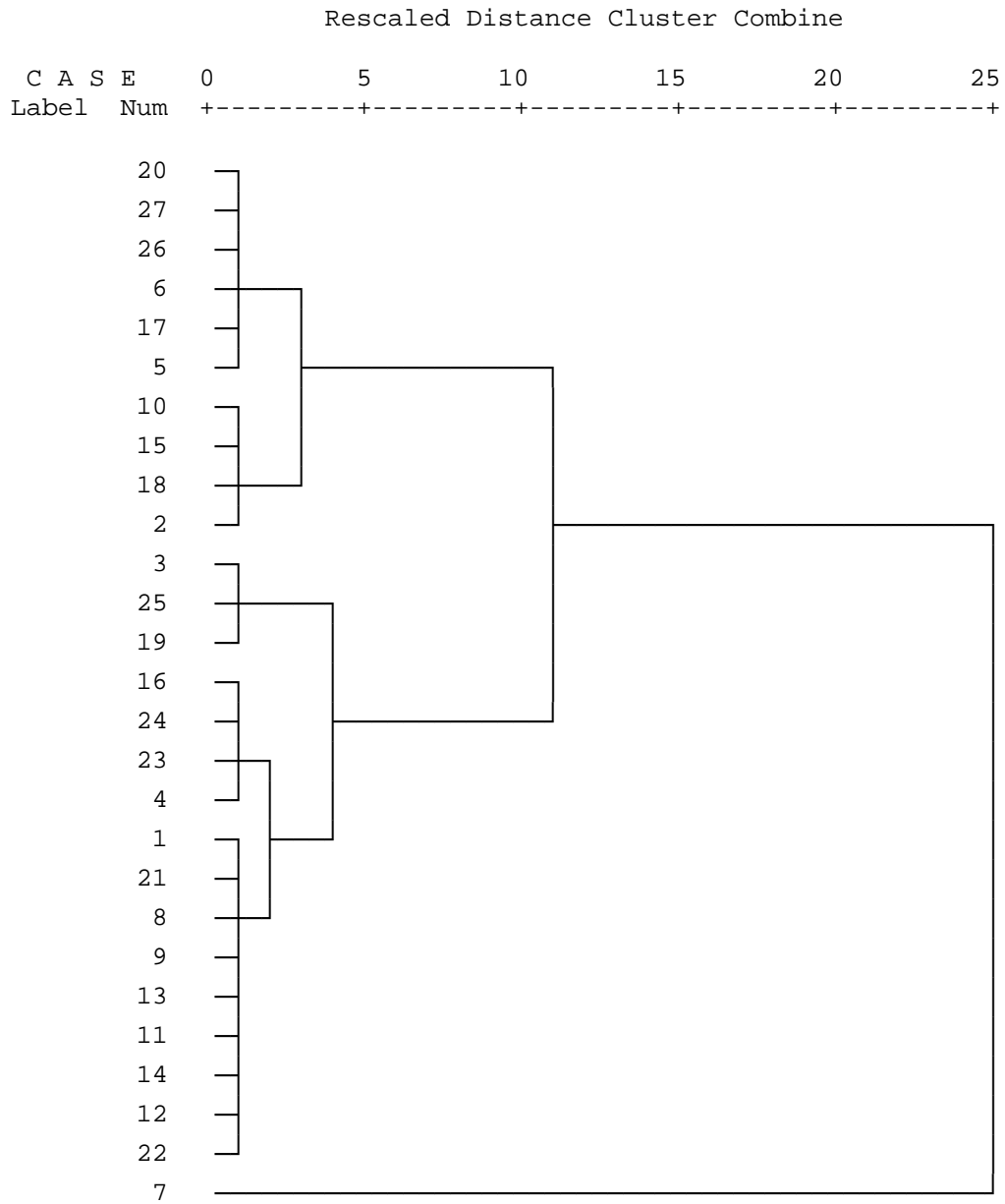
b. Average Linkage (Between Groups)

Cluster Membership

Case	2 Clusters
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	1
7	2
8	1
9	1
10	1
11	1
12	1
13	1
14	1
15	1
16	1
17	1
18	1
19	1
20	1
21	1
22	1
23	1
24	1
25	1
26	1
27	1

*** H I E R A R C H I C A L C L U S T E R A N A L Y S I S ***

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)



Segundo Modelo (Eficiência na Arrecadação)

Variável frota de veículos

Case Processing Summary^{a,b}

Cases					
Valid		Missing		Total	
N	Percent	N	Percent	N	Percent
27	100,0	0	,0	27	100,0

a. Squared Euclidean Distance used

b. Average Linkage (Between Groups)

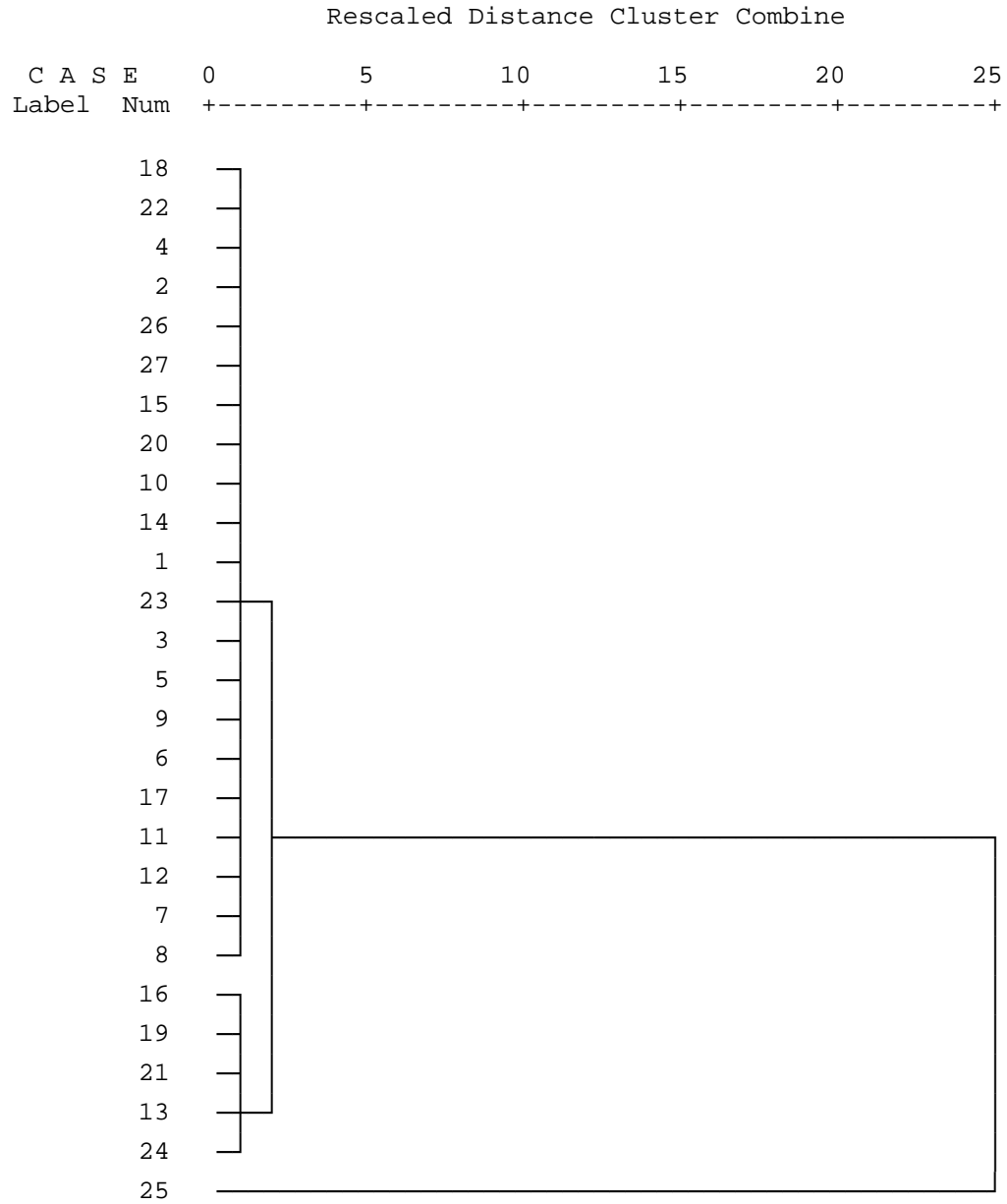
Cluster Membership

Case	2 Clusters
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	1
7	1
8	1
9	1
10	1
11	1
12	1
13	1
14	1
15	1
16	1
17	1
18	1
19	1
20	1
21	1
22	1
23	1
24	1
25	2
26	1
27	1

Dendrogram

* * * * * H I E R A R C H I C A L C L U S T E R A N A L Y S I S * * *
 * * *

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)



Variável população urbana

Case Processing Summary^{a,b}

Cases					
Valid		Missing		Total	
N	Percent	N	Percent	N	Percent
27	100,0	0	,0	27	100,0

a. Squared Euclidean Distance used

b. Average Linkage (Between Groups)

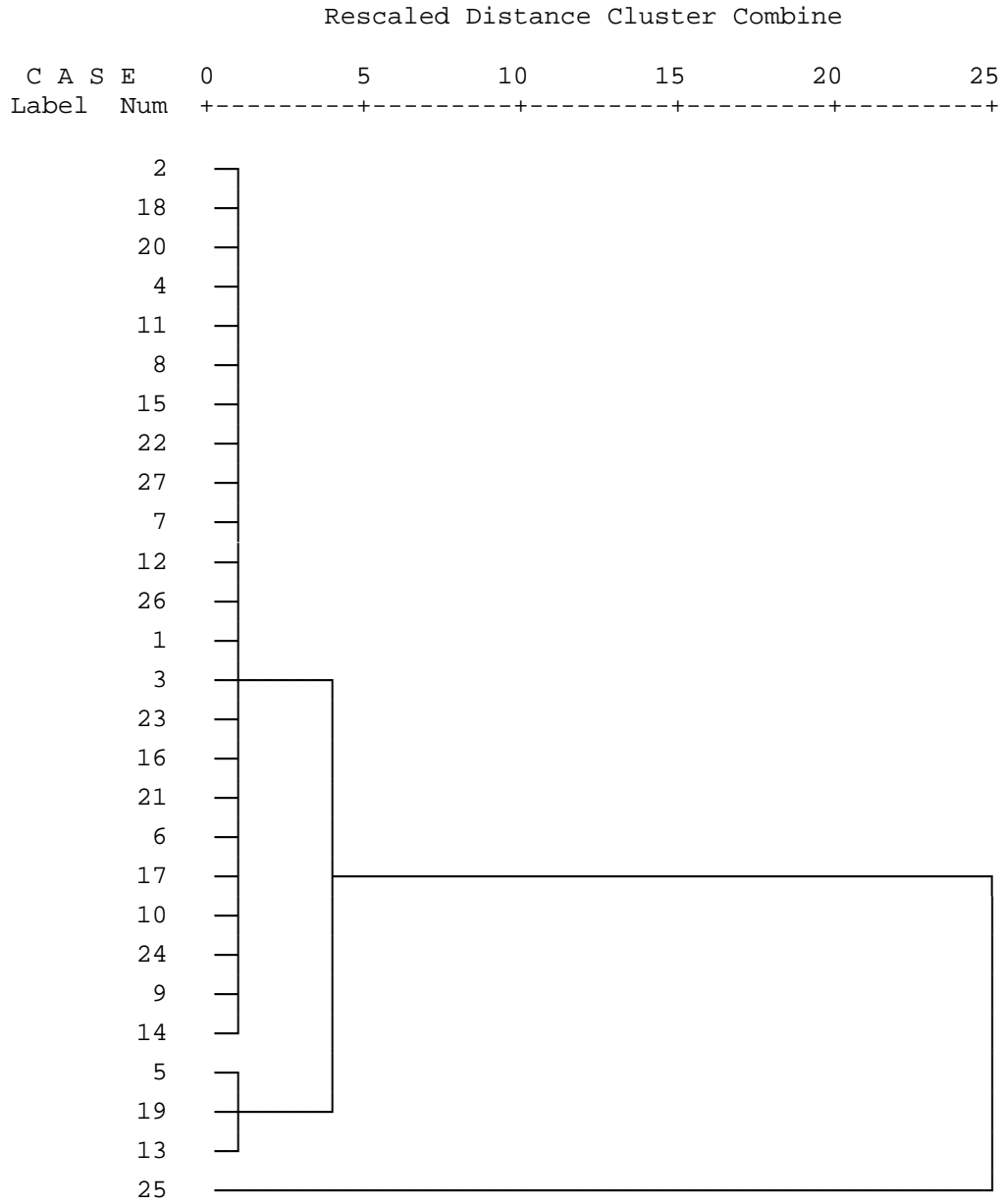
Cluster Membership

Case	2 Clusters
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	1
7	1
8	1
9	1
10	1
11	1
12	1
13	1
14	1
15	1
16	1
17	1
18	1
19	1
20	1
21	1
22	1
23	1
24	1
25	2
26	1
27	1

Dendrogram

* * * * * H I E R A R C H I C A L C L U S T E R A N A L Y S I S * * *
 * * *

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)



Terceiro Modelo (Eficiência na Arrecadação)

Variável População Total

Case Processing Summary^{a,b}

Cases					
Valid		Missing		Total	
N	Percent	N	Percent	N	Percent
27	100,0	0	,0	27	100,0

a. Squared Euclidean Distance used

b. Average Linkage (Between Groups)

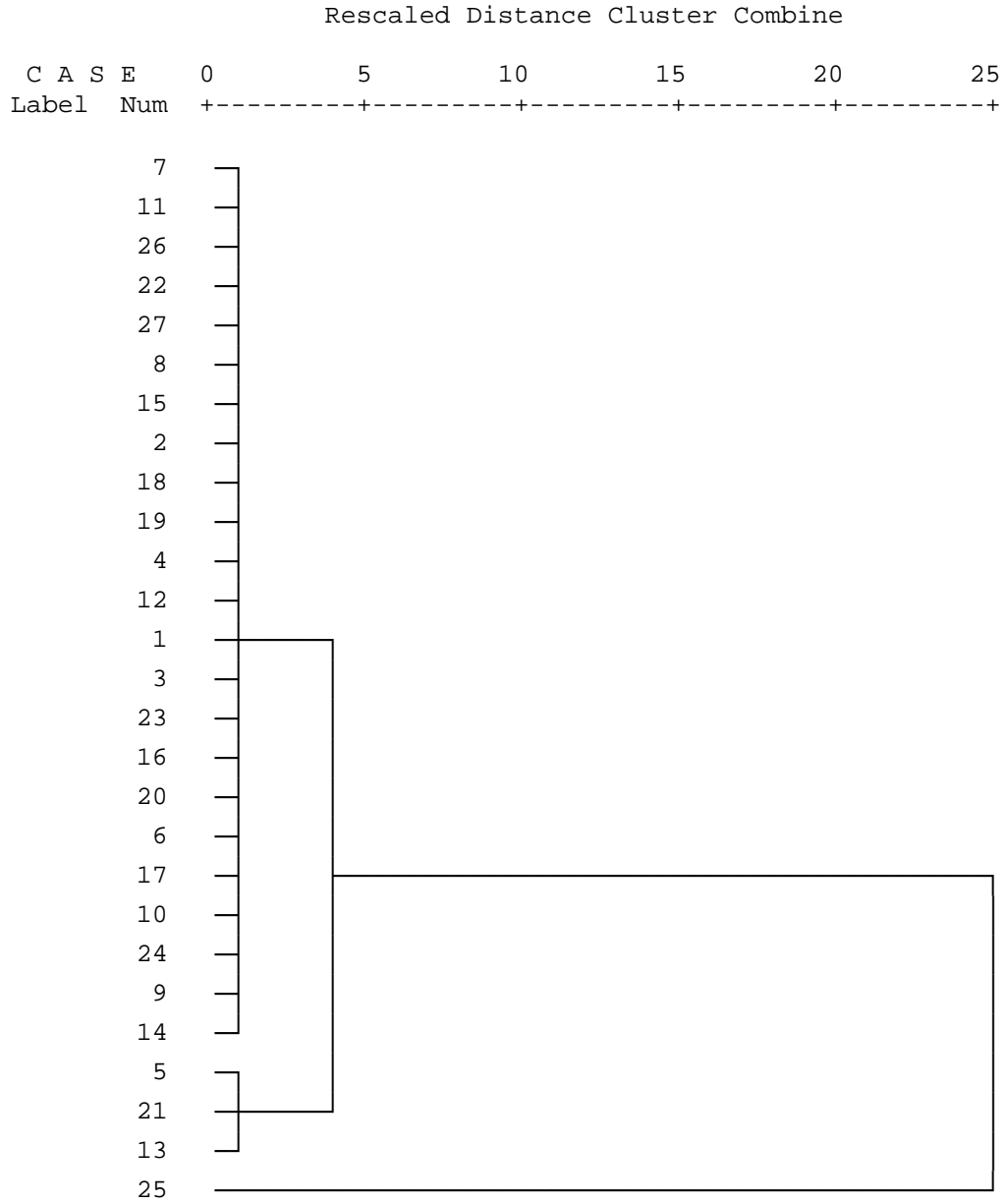
Average Linkage (Between Groups)

Cluster Membership

Case	2 Clusters
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	1
7	1
8	1
9	1
10	1
11	1
12	1
13	1
14	1
15	1
16	1
17	1
18	1
19	1
20	1
21	1
22	1
23	1
24	1
25	2
26	1
27	1

*** H I E R A R C H I C A L C L U S T E R A N A L Y S I S ***

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)



Variável Taxa de Trabalho Infantil

Case Processing Summary^{a,b}

Cases					
Valid		Missing		Total	
N	Percent	N	Percent	N	Percent
27	100,0	0	,0	27	100,0

a. Squared Euclidean Distance used

b. Average Linkage (Between Groups)

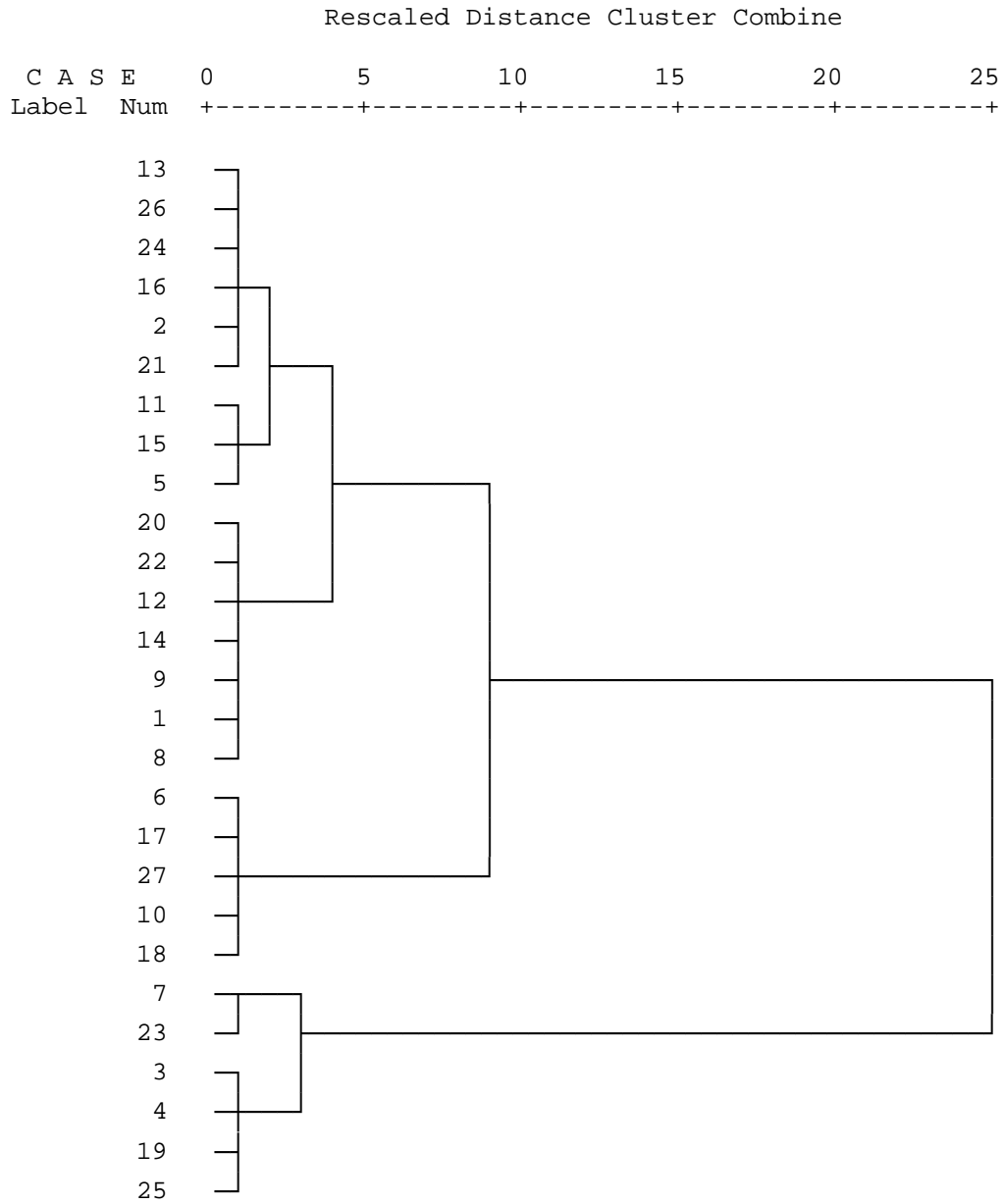
Cluster Membership

Case	2 Clusters
1	1
2	1
3	2
4	2
5	1
6	1
7	2
8	1
9	1
10	1
11	1
12	1
13	1
14	1
15	1
16	1
17	1
18	1
19	2
20	1
21	1
22	1
23	2
24	1
25	2
26	1
27	1

Dendrogram

***** H I E R A R C H I C A L C L U S T E R A N A L Y S I S * * *
 * * *

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)



Variável Razão de Renda

Case Processing Summary^{a,b}

Cases					
Valid		Missing		Total	
N	Percent	N	Percent	N	Percent
27	48,2	29	51,8	56	100,0

a. Squared Euclidean Distance used

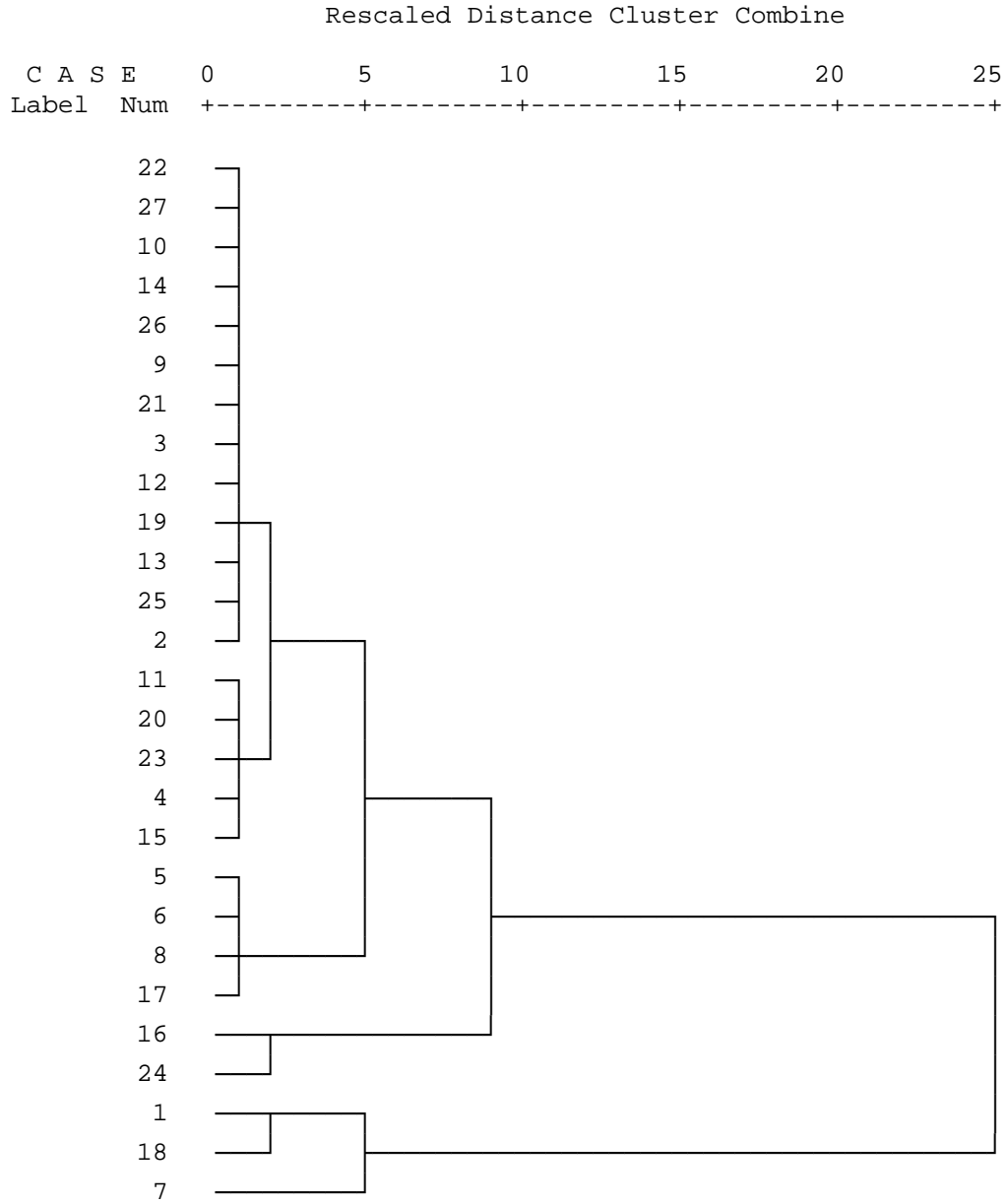
b. Average Linkage (Between Groups)

Cluster Membership

Case	2 Clusters
1	1
2	2
3	2
4	2
5	2
6	2
7	1
8	2
9	2
10	2
11	2
12	2
13	2
14	2
15	2
16	2
17	2
18	1
19	2
20	2
21	2
22	2
23	2
24	2
25	2
26	2
27	2

***** H I E R A R C H I C A L C L U S T E R A N A L Y S I S * * *
 * * *

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)



Variável número de residências sem instalações sanitárias

Case Processing Summary^{a,b}

Cases					
Valid		Missing		Total	
N	Percent	N	Percent	N	Percent
27	100,0	0	,0	27	100,0

a. Squared Euclidean Distance used

b. Average Linkage (Between Groups)

Average Linkage (Between Groups)

Cluster Membership

Case	2 Clusters
1	1
2	1
3	1
4	1
5	2
6	2
7	1
8	1
9	1
10	2
11	1
12	1
13	1
14	1
15	1
16	1
17	1
18	1
19	1
20	1
21	1
22	1
23	1
24	1
25	1
26	1
27	1

Dendrogram

***** H I E R A R C H I C A L C L U S T E R A N A L Y S I S *****

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)

