

AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA EM SEGURANÇA PÚBLICA COM ANÁLISE DE ENVOLTÓRIA DE DADOS

João Carlos Correia Baptista Soares de Mello

Departamento de Engenharia de Produção – Universidade Federal Fluminense
Rua Passo da Pátria 156, São Domingos, 24210-240, Niterói, RJ
jcsmello@producao.uff.br

Eliane Gonçalves Gomes

Embrapa Monitoramento por Satélite
Av. Dr. Júlio Soares de Arruda 803, Parque São Quirino, 13088-300, Campinas, SP
eliane@cnpm.embrapa.br

Altair Souza de Assis

Departamento de Matemática Aplicada – Universidade Federal Fluminense
Rua São Paulo s/n, Valonguinho, 24001-970, Niterói, RJ
gmaasda@vm.uff.br

David Pereira Moraes

Pró Reitoria de Planejamento e Desenvolvimento – Universidade Cândido Mendes
Rua da Assembléia 10 - sala 4208, Centro, 20011-901, Rio de Janeiro, RJ
dmoraes@candidomendes.edu.br

Resumo

O governo do Estado do Rio de Janeiro instituiu uma premiação para as unidades policiais que mais se destacaram em cada mês. Estado foi dividido em Áreas Integradas de Segurança Pública (AISPs), que compreendem um batalhão de polícia militar e delegacia(s) de polícia civil. As AISPs são agrupadas segundo a região a que pertençam (Capital, Metropolitana e Interior). O prêmio é atribuído a AISP, em cada região, que apresentou os melhores indicadores de produção nas ações de combate ao crime. Ao considerar apenas a produção, esta premiação não considera os meios utilizados para realizar as ações. É necessário comparar as ações de combate ao crime (*outputs*) com os recursos e com o nível de criminalidade da região. A Análise de Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis – DEA*) provê um meio eficaz de fazer tal comparação, pois permite ordenar as AISPs segundo um índice de eficiência e indicar aquelas que devam servir de exemplo para as ineficientes. O modelo DEA BCC é usado neste artigo para ordenar apenas os batalhões, considerando-se que um batalhão em meses diferentes é uma unidade diferente.

Palavras-Chaves: Serviços públicos; Segurança pública; Análise de Envoltória de Dados.

Abstract

The Rio de Janeiro state government uses to monthly evaluate police units. For that matter the state was divided into Public Security Integrated Areas (PSIAs), which comprise both military and civil units. PSIAs are aggregated by the areas they belong to (Capital, Metropolitan and Interior). A prize is given to the PSIA, in each area, which had the best evaluation in crime combating. Considering only production indicators, this prize doesn't take into account the resources employed in these actions. It is important to compare the crime combating actions (*outputs*) with the resources available and the criminality level in the PSIAs. Data Envelopment Analysis (DEA) is an appropriate approach to perform these comparisons, as it ranks the PSIAs by an efficiency score and also points out the benchmarks.

BCC DEA model is used in this paper to rank only the police battalion, considering that one battalion in a different month is a different evaluation unit.

Keywords: Public services; Public security; Data Envelopment Analysis.

1. INTRODUÇÃO

O Estado do Rio de Janeiro vem há vários anos enfrentando problemas relativos à falta de segurança, em especial nos grandes centros urbanos. Uma das medidas tomadas pelo governo empossado em 1999 para enfrentar essa situação foi a instituição de uma premiação para as unidades policiais que mais se destacaram em cada mês.

Para efeitos dessa premiação, o Estado foi dividido em Áreas Integradas de Segurança Pública (AISPs), que compreendem um batalhão de polícia militar e delegacia(s) de polícia civil. As AISPs são agrupadas segundo a região a que pertençam, a saber, Capital, Metropolitana e Interior. Em cada região o prêmio é atribuído à AISP que apresentou os melhores indicadores de produção nas ações de combate ao crime. Essa produção considera, entre outros, prisões efetuadas, apreensão de drogas e homicídios solucionados.

No Estado do Rio de Janeiro estão constituídas 17 AISPs na Capital (município do Rio de Janeiro), 7 na região Metropolitana (municípios de São Gonçalo, Niterói, Maricá, Duque de Caxias, Nova Iguaçu, Belford Roxo, Nilópolis, São João de Meriti, Seropédica, Itaguaí, Paracambi, Queimados, Japeri, Magé, Guapimirim) e 12 AISPs no Interior (75 municípios). A Figura 1 apresenta o Estado do Rio de Janeiro dividido segundo as regiões de agrupamento das AISPs.

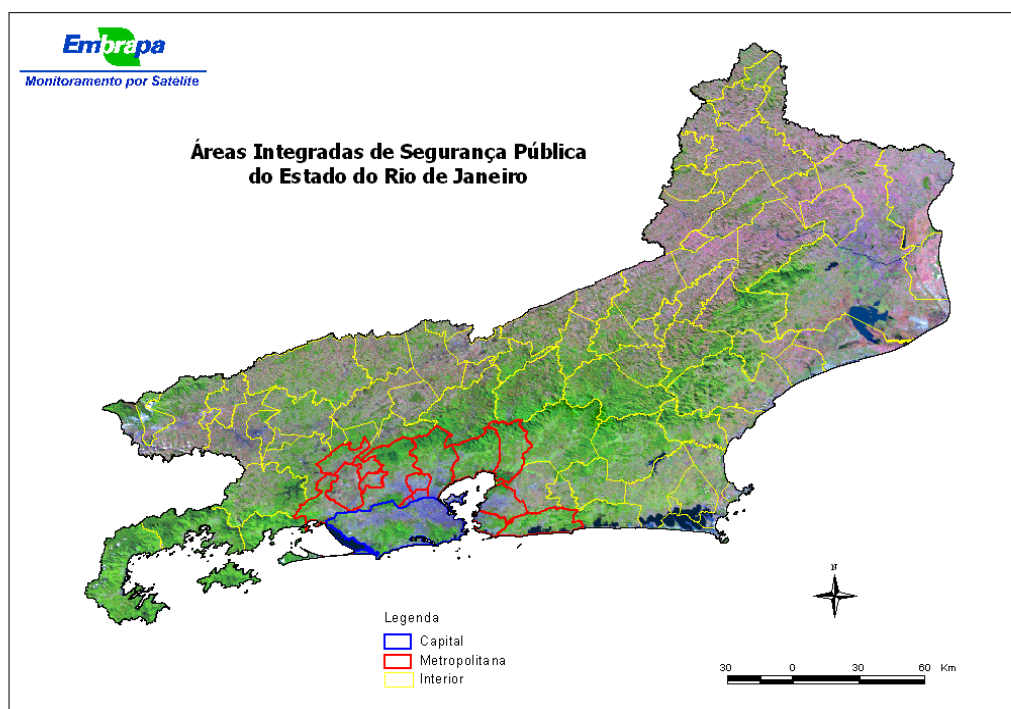


Figura 1 – Regiões de agrupamento das AISPs.

Embora oficialmente os resultados das ações em cada AISP sejam apresentados como produtividade, eles não levam em conta os meios disponíveis para sua obtenção e são, portanto, uma medida de produção.

Como o objetivo é comparar as AISPs, a ferramenta Análise de Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* – DEA) provê um meio eficaz de fazer tal comparação, pois permite ordená-las segundo um índice de eficiência multidimensional. Permite ainda indicar as AISPs que devem servir de exemplo (*benchmarks*) para as ineficientes. As variáveis usadas

na modelagem estão ligadas à quantidade de delitos praticados, à produção policial (única variável considerada atualmente para a atribuição do prêmio) e ao efetivo policial.

Devido ao sigilo dos dados, os modelos DEA são usados apenas para avaliar os batalhões. Considera-se que um batalhão em meses diferentes é uma unidade diferente.

2. ANÁLISE DE ENVOLTÓRIA DE DADOS

A Análise de Envoltória de Dados surgiu formalmente em 1978 com o trabalho de Charnes et al. (1978), com o objetivo de medir a eficiência de unidades tomadoras de decisão, designadas por DMUs (*Decision Making Units*), na presença de múltiplos *inputs* (fatores de produção) e múltiplos *outputs* (produtos).

Há dois modelos DEA clássicos: CCR e BCC. O modelo CCR (também conhecido por CRS ou *constant returns to scale*), trabalha com retornos constantes de escala (Charnes et al., 1978). Em sua formulação matemática considera-se que cada DMU k é uma unidade de produção que utiliza n *inputs* x_{ik} , $i = 1, \dots, n$, para produzir m *outputs* y_{jk} , $j = 1, \dots, m$. Esse modelo maximiza o quociente entre a combinação linear dos *outputs* e a combinação linear dos *inputs*, com a restrição de que para qualquer DMU esse quociente não deve ultrapassar 1.

Este modelo pode ser linearizado e transformado no Problema de Programação Linear (PPL) apresentado em (1), onde h_o é a eficiência da DMU o em análise; x_{io} e y_{jo} são os *inputs* e *outputs* da DMU o ; v_i e u_j são os pesos calculados pelos modelo para *inputs* e *outputs*.

$$\begin{aligned} \max h_o &= \sum_{j=1}^s u_j y_{jo} \\ \text{sujeito a} \\ \sum_{i=1}^m v_i x_{io} &= 1 \\ \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ik} &\leq 0, \quad k = 1, \dots, n \\ u_j, v_i &\geq 0 \end{aligned} \tag{1}$$

O modelo BCC, também chamado de VRS (*variable returns to scale*) considera situações de eficiência de produção com variação de escala e não assume proporcionalidade entre *inputs* e *outputs*. É apresentado em (2) a formulação deste modelo (Banker et al., 1984), no qual u^* é um fator de escala (quando positivo, representa retornos crescentes de escala, decrescentes quando negativo e constantes quando nulo).

$$\begin{aligned} \max h_o &= \sum_{j=1}^s u_j y_{jo} + u^* \\ \text{sujeito a} \\ \sum_{i=1}^m v_i x_{io} &= 1 \\ \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ik} &\leq 0, \quad k = 1, \dots, n \\ u_j, v_i &\geq 0, \quad u^* \in \mathfrak{R} \end{aligned} \tag{2}$$

A Figura 2 mostra as fronteiras DEA VRS e CRS para um modelo DEA bidimensional (1 *input* e 1 *output*). As DMUs A, B e C são VRS eficientes; a DMU B é CRS eficiente. As DMUs D e E são ineficientes nos dois modelos. A eficiência CCR e BCC da

DMU E é dada, respectivamente, por $\frac{E''E'''}{E''E}$ e $\frac{E''E'}{E''E}$.

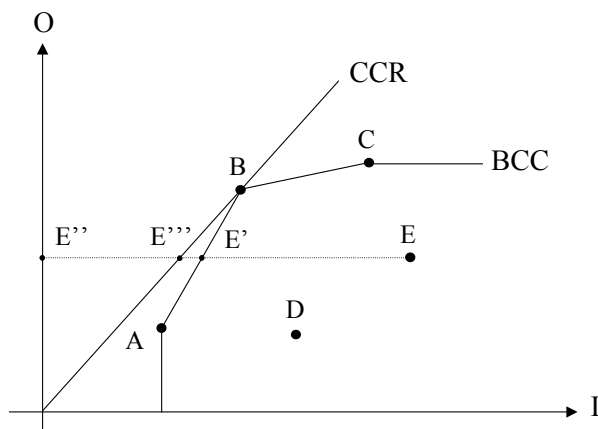


Figura 2 – Fronteiras DEA BCC e CCR para o caso bidimensional.

Além de identificar as DMUs eficientes, os modelos DEA permitem medir e localizar a ineficiência e estimar uma função de produção linear por partes, que fornece o *benchmark* para as DMUs ineficientes. Esse *benchmark* é determinado pela projeção das DMUs ineficientes na fronteira de eficiência. A forma como é feita esta projeção determina orientação do modelo: orientação a *inputs* (quando se deseja minimizar os *inputs*, mantendo os valores dos *outputs* constantes) e orientação a *outputs* (quando se deseja maximizar os resultados sem diminuir os recursos).

3. ESTUDO DE CASO: EFICIÊNCIA EM SEGURANÇA PÚBLICA

3.1. MODELAGEM

A modelagem em DEA exige a definição das DMUs, das variáveis de avaliação (*inputs* e *outputs*) e do modelo DEA que será utilizado.

As DMUs são os batalhões de polícia militar correspondentes a cada AISP. Para garantir a desejável homogeneidade entre as unidades em avaliação, elas serão agrupadas em três conjuntos correspondentes às regiões de atuação instituídas oficialmente. Embora alguns municípios do interior tenham atualmente características socioeconômicas semelhantes às de região metropolitana, optou-se por manter a divisão oficial pela insuficiência de dados que permitam uma divisão mais adequada.

Uma vez agregadas as AISPs em regiões, supõe-se que elas tenham escalas semelhantes e, portanto, será usado o modelo DEA CCR. No entanto, é interessante comparar todas as AISPs do Estado, classificadas segundo um mesmo índice. Como nessa situação existem diferenças de escalas apreciáveis, é conveniente o uso do modelo DEA BCC. Ambos os modelos são orientados a *outputs*.

Os dados utilizados foram obtidos no Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro e referem-se aos meses de janeiro e fevereiro de 2002. Para permitir o acompanhamento da evolução temporal das unidades em avaliação, um mesmo batalhão em meses diferentes é considerado como uma DMU diferente, segundo um procedimento análogo ao adotado por Gomes et al. (2001).

As variáveis utilizadas referem-se à quantidade de delitos praticados, à produção policial e ao efetivo policial. Este último considera apenas os policiais envolvidos em atividade fim e é, claramente, um *input*. A quantidade de delitos praticados enfrenta a dificuldade da agregação de delitos de natureza diferente. Este problema multicritério não será aqui abordado e a agregação tomou como base o índice oficial usado para a premiação das AISPs. Essa quantidade total de delitos é um tipo de *output*, conhecido na literatura DEA

como *output* indesejável (Scheel, 2001). Há duas maneiras de tratá-lo: como *input*, que pode ser usado tanto em modelos DEA BCC quanto em CCR, ou como um *output*, cujo valor é o seu inverso. Esta abordagem só pode ser usada em modelos DEA CCR. Neste artigo, como serão usados os dois tipos de modelos, os delitos são considerados *inputs*, em abordagem semelhante à usada por Sun (2002).

As ações realizadas no combate à criminalidade são o *output*, agregado segundo os pesos usados pela Secretaria Estadual de Segurança Pública.

Os modelos usados buscam retratar a capacidade de cada AISP em combater a criminalidade existente com os recursos de que dispõe. Deve ser ressaltado que uma AISP que atue em uma área de baixa criminalidade não precisa realizar muitas ações para ser considerada eficiente. Isto está de acordo com o que a sociedade espera do serviço policial, ou seja, manutenção de baixos índices de criminalidade e não a realização de ações emergenciais.

3.2. RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os resultados das AISPs de melhor eficiência para as três regiões, no modelo DEA CCR. Nessa tabela o número refere-se à AISP e a letra ao mês (j = janeiro de 2002; f = fevereiro de 2002). A identificação de cada AISP através de número deve-se a questões de sigilo e segurança.

Tabela 1 – Resultados das AISPs segundo as regiões.

Interior		Capital		Metropolitana	
DMU	Eficiência	DMU	Eficiência	DMU	Eficiência
29f	100%	18j	100%	33j	100%
35f	100%	14f	26%	15f	71%
32f	48%	6f	21%	33f	36%
25j	34%	17j	17%	20j	30%
32j	31%	23f	15%	15j	15%

Na Tabela 2 mostram-se as eficiências das AISPs quando avaliadas conjuntamente no modelo DEA BCC. A análise dos resultados mostra que a região metropolitana teve maior índice de eficiência em janeiro, ocorrendo o inverso no interior. A análise conjunta revela que a maioria das unidades eficientes está localizada no interior, o que está de acordo com a percepção pública de que há menor eficiência do serviço policial nas grandes cidades.

Tabela 2 – Resultados para a avaliação conjunta das AISPs.

DMU	Eficiência	Região
18j	100%	Capital
26j	100%	Interior
37j	100%	Interior
29f	100%	Interior
37f	100%	Interior
35f	60%	Interior
33j	55%	Metropolitana
26f	47%	Interior
14f	39%	Capital
30j	27%	Interior

4. CONCLUSÕES

Os modelos usados, embora possam ainda apresentar algumas deficiências, mostram-se mais justos que o modelo de premiação oficial. Com efeito, este ao considerar apenas as ações policiais realizadas pelas AISPs que atuam em áreas em que conseguem manter baixa criminalidade. Manter baixa criminalidade deve ser considerado o verdadeiro objetivo do

serviço policial e, assim, essas AISP's deveriam ser premiadas. Isso acontece nos modelos propostos, em especial no modelo DEA BCC.

Os modelos apresentados são apenas uma primeira abordagem. Deve-se incluir no futuro um estudo sobre a validade de englobar todas as DMUs em um único modelo DEA.

Deve-se ainda tratar algumas inconsistências do modelo DEA BCC (DMUs que atingem eficiência de 100% ao considerar apenas um único *input* ou um único *output*) e considerar que os dados disponíveis não são totalmente precisos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Banker, R.D., Charnes, A. & Cooper, W.W. (1984) - Some models for estimating technical scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science* Vol. 30, n. 9, p. 1078-1092.
- [2] Charnes, A., Cooper, W.W. & Rhodes, E. (1978) - Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research* Vol. 2, p. 429-444.
- [3] Gomes, E.G., Soares de Mello, J.C.C.B., Serapião, B.P., Lins, M.P.E. & Biondi, L.N. (2001) - Avaliação de Eficiência de Companhias Aéreas Brasileiras: Uma Abordagem por Análise de Envoltória de Dados. *Panorama Nacional da Pesquisa em Transportes* 2001 Vol. 2, p. 125-133.
- [4] Scheel, H. (2001) - Undesirable *outputs* in efficiency valuations. *European Journal of Operational Research* Vol. 132, p. 400-410.
- [5] Sun, S. (2002) - Measuring the relative efficiency of police precincts using data envelopment analysis. *Socio-Economic Planning Sciences* Vol. 36, p. 51-71.