

# **AValiação de Eficiência Técnica em Concessionárias de Rodovias do Rio Grande do Sul Utilizando Análise Envoltória de Dados**

**Rodrigo Panizzi Possamai**

**Emilio Merino**

**Luiz Afonso dos Santos Senna**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEP

Laboratório de Sistemas de Transporte – LASTRAN

## **RESUMO**

Este estudo visa avaliar o desempenho no setor de Concessões de Rodovias do Estado do Rio Grande do Sul através da análise de eficiência. Para tanto, foi utilizada como técnica de medição a Análise Envoltória de Dados (DEA), a qual mede a eficiência relativa entre unidades comparáveis. Foram construídos quatro modelos (indicadores) para análise, considerando dois diferentes pontos de vista: do empresário e do gestor do sistema. As análises tiveram como foco a evolução do desempenho das concessionárias ao longo dos anos de contrato para um período de quatro anos e correlação entre os resultados dos modelos. Os resultados deste trabalho podem auxiliar na tomada de decisões dos fornecedores do serviço e do gestor (órgão regulador) das concessões, uma vez que fornecem informações relevantes decorrentes do uso de instrumentos analíticos ainda pouco explorados.

## **ABSTRACT**

This study aims to evaluate system performance through the efficiency analysis of Highways Concessions' sector of Rio Grande do Sul State. Thus, as measurement technique, the Data Envelopment Analysis (DEA) was used, which measures the relative efficiency among comparable units. Four models (indicators) were built for analysis, considering two different points of view: the undertaker and the manager of the system. The analyses had as focus the performance evolution of the concessionaires along the years of contract for a period of four years and the correlation of results of the models. The results of this work can aid in the decision making of the service suppliers and the manager (regulatory sector) of the concessions, once they provide relevant information due to the use of analytical instruments still not much explored.

## **1. INTRODUÇÃO**

A eficiência do sistema de transportes é um dos indicadores do grau de desenvolvimento, da qualidade de vida e do bem estar da população. Assim, o setor de transporte pode ser definido como uma atividade econômica e representa um serviço de suporte à economia.

No Brasil, o modal rodoviário é o principal meio de transporte, sendo essencial para a economia do país. Devido à escassez de investimentos do Estado foram criadas concessões de rodovias, para que em troca da arrecadação de pedágio, empresas privadas assumam a responsabilidade de manter a infra-estrutura existente.

Segundo Gomes et al. (2003), o objetivo da concessão engloba expectativas de ampliação da segurança nas estradas, bem como de redução dos custos totais de transporte (economia de combustível, redução de tempo de viagens, redução de gastos de manutenção de veículos).

Na gestão de uma rodovia, a administradora da concessionária deve demonstrar, para o órgão gestor, que os investimentos foram bem aplicados. Assim, questões de eficiência, efetividade e economia necessitam ser investigadas considerando a otimização da gestão, os custos e o equilíbrio entre as responsabilidades e das obrigações da concessionária.

O objetivo desta pesquisa é avaliar a eficiência técnica das concessionárias de exploração de rodovias sob o conceito de pólos, através da técnica de Análise Envoltória de Dados (*Data*

*Envelopment Analysis* - DEA). Para isso, comparam-se diversas empresas em determinado período, buscando analisar as relações de eficiência entre elas, de modo a indicar aquelas que estão utilizando processos produtivos mais eficientes. Desta forma, os resultados podem auxiliar as empresas concessionárias e os gestores públicos, na avaliação do desempenho, além de prover meios de comparação entre empresas do setor.

Esta pesquisa tem como marco o atual sistema regulatório sob o qual estão submetidas às concessões rodoviárias. O âmbito de aplicação da pesquisa é restrito as Concessões de Rodovias Integrantes do Programa Estadual de Concessão Rodoviária (PECR) do Estado de Rio Grande do Sul e ao grupo de variáveis (*inputs* e *outputs*) foi limitado pelas informações disponibilizadas pelos Órgãos Oficiais.

## **2. ASPECTOS GERAIS DE EFICIÊNCIA E PRODUTIVIDADE E CONCESSÕES RODOVIÁRIAS**

### **2.1. Definição de eficiência e produtividade**

A eficiência e a produtividade são componentes básicos para a mensuração do desempenho de uma empresa. O conceito de produtividade representa a relação entre a quantidade produzida por um sistema e a quantidade de insumos utilizados por esse sistema. Segundo Farrell (1957), a eficiência de uma empresa se refere ao grau de sucesso, e busca o mínimo custo, no esforço de gerar determinada quantidade de produtos (*outputs*), a partir de um dado conjunto de insumos (*inputs*). Athayde et al. (2003) ainda complementam que a eficiência pode ser medida comparando-se a produtividade de cada empresa com a máxima produtividade observada.

### **2.2. Concessões Rodoviárias**

As concessões no Rio Grande do Sul são formadas por pólos rodoviários, adaptados em função do volume de veículos em circulação, possuem mesmo período de concessão (15 anos), os contratos apresentam um formato padrão, diferindo nos serviços a serem executados conforme o Projeto de Exploração da Rodovia (PER) para cada pólo.

### **2.3. Agências de Regulação**

No Brasil, no setor de transportes terrestres, o órgão principal é a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT). No estado do Rio Grande do Sul, existe o DAER, que atua na fiscalização dos contratos das concessionárias e avalia questões referentes à qualidade dos serviços, utilizando o Índice de Imagem (descrito mais adiante). Existe também a Agência Estadual de Regulação dos Serviços Públicos Delegados do Rio Grande do Sul (AGERGS), que possui atuação limitada por ter sido criada após a assinatura dos contratos.

### **2.4. Métodos de Avaliação das Concessões**

O poder público tem a função de verificar o cumprimento dos contratos, a prestação do serviço em níveis aceitáveis e avaliar sua evolução. No Rio Grande do Sul os monitoramentos são realizados pelo DAER e pela AGERGS.

O realizado pelo DAER, denominado Índice de Imagem, busca o monitoramento geral dos serviços prestados e é aplicado aos usuários junto às rodovias (DAER, 2006). Conforme Rocha (2002), este índice reflete a visão geral do usuário sobre a rodovia, onde a cada concessionária é atribuída uma pontuação final.

O realizado pela AGERGS, denominado Pesquisas Com Usuários Voluntários, busca uma pesquisa de opinião sobre a qualidade dos serviços públicos sob sua regulação e é aplicado através de questionários com usuários cadastrados (AGERGS, 2006).

De acordo com os contratos de concessão do Estado do Rio Grande do Sul, as concessionárias devem prestar seus serviços com eficiência e, em caráter permanente (DAER, 2006). Como as metodologias atuais de avaliação, descritas acima, não fornecem indicativos de eficiência das empresas, este trabalho busca utilizar um método de análise quantitativo (técnica DEA), podendo tornar-se uma ferramenta de apoio às concessionárias e aos gestores.

### 3. TÉCNICA PARA MEDIÇÃO DE EFICIÊNCIA – ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

#### 3.1. Introdução

Para o cálculo de eficiência, no caso mais simples onde uma unidade possui um único insumo e um único produto, a eficiência equivale à produtividade e é definida pelo quociente de produto por insumo.

As unidades normalmente possuem múltiplos insumos e produtos, em proporções distintas, onde cada insumo e produto possuem certo grau de importância (pesos), para isso devem ser definidos estes pesos, conforme a equação (1):

$$\text{Eficiência} = \frac{\sum \text{pesos} \times \text{Produtos}}{\sum \text{pesos} \times \text{Insumos}} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ij}}, \text{ onde} \quad (1)$$

Onde:  $u_r$  e  $v_i$  são pesos que refletem a importância relativa dos  $R$  *outputs* (Y) e  $I$  *inputs* (X), onde S e M são usualmente maiores que uma unidade.

A Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* – DEA) é uma abordagem não-paramétrica, onde não são feitas suposições sobre a forma da função de produção. Esta função é uma superfície formada pelos pontos superiores (melhores práticas), através das relações observadas nos insumos e produtos, onde é medida a eficiência relativa de uma unidade observada em relação a esta fronteira.

As ponderações (pesos) são obtidas através do modelo DEA, que atribui a cada unidade os pesos que maximizam a sua eficiência. A técnica analisa cada unidade separadamente, e mede a eficiência desta em relação a todo conjunto de DMUs que está sendo avaliada (DMU - *Decision making units* - nome utilizado na bibliografia para representar unidades avaliadas).

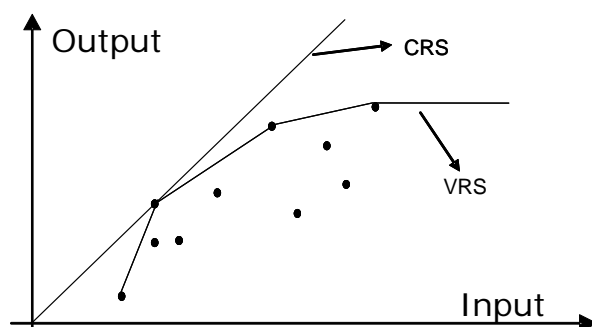
A abordagem DEA busca identificar em um conjunto de DMUs com as mesmas características, as que são eficientes, atribuindo a estas escore 1 (um ou 100%). As demais, que ficam abaixo da fronteira, têm escore menor que 1 e são consideradas ineficientes.

Em relação a variações de escala, Coelli et al. (2003) descrevem como retornos constantes de escala: quando o aumento da produção é diretamente proporcional ao aumento na disponibilidade de insumos. Retornos crescentes de escala: quando a produção cresce numa

proporção maior do que a disponibilidade de cada um dos insumos. E retornos decrescentes de escala: quando a produção cresce numa proporção menor do que a disponibilidade de cada um dos insumos.

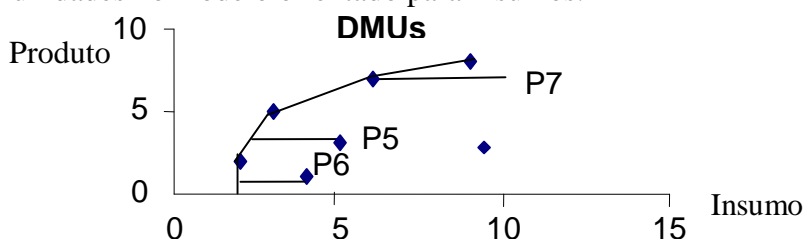
### 3.2. Modelo DEA

Charnes et al. (1978) desenvolveram um modelo com retornos de escala constantes – CRS (*Constant Returns to Scale*) para unidades que operam com tecnologias de retornos constantes de escala. O modelo com retornos de escala variáveis – VRS (*Variable Returns to Scale*) foi desenvolvido por Banker et al. (1984) para representar situações onde a tecnologia de retornos constantes não reproduz adequadamente o problema real, de forma considera situações de eficiência de produção com variação de escala e não assume proporcionalidade entre *inputs* e *outputs*. A diferença de tecnologias é apresentada na Figura 1:



**Figura 1** Fronteira de Produção para retornos de escala constantes e variáveis

Existem os modelos orientados, sendo possível à orientação para insumos ou produtos. Conforme Charnes et al. (1996), na orientação para insumo busca-se a redução dos insumos e na orientação para produto, busca-se o aumento de produtos. Os modelos orientados para insumo visam maximizar a redução proporcional e residual em variáveis de insumo, respeitando a fronteira eficiente (Azambuja, 2002). A Figura 2 demonstra como são projetadas as unidades no modelo orientado para insumos.



**Figura 2** Exemplo de superfície envoltória para o modelo orientado para insumo em VRS (Fonte: Adaptado de Charnes et al., 1996)

#### 3.2.1. Identificação de práticas de operação eficientes

As unidades relativamente eficientes são indicativos de boas práticas operacionais, mas entre elas, algumas são melhores e servem de exemplo para outras. Pode-se também:

- Analisar o número de vezes que cada DMU eficiente é referência às outras, com a definição do grupo de referência.
- Identificar as DMUs de referência para cada unidade ineficiente e a composição destas para formar a referência.
- Analisar cada DMU individualmente, através da porcentagem de aumento ou redução de cada variável da DMU, para que esta se torne eficiente.

### 3.2.2. Restrições aos Pesos na técnica DEA

A técnica DEA permite que os pesos variem livremente, em princípio. Assim, para se tornarem eficientes algumas unidades atribuem pesos absurdos, fugindo da realidade. Dessa forma, a incorporação de restrições na variação dos pesos das variáveis surge como uma evolução natural das aplicações da DEA para problemas reais (NANCI et al., 2005).

Utilizou-se a restrição baseada no trabalho de Novaes (2001), técnica conhecida como *Cone Ratio*, onde impõe restrições sobre a relação entre pesos de insumos ou produtos. Assim, tenta-se limitar os extremos destes quocientes de forma que se eliminem valores discrepantes da realidade. A relação apresenta a seguinte forma:

$$\text{Limite inferior} \leq \frac{\text{Pesos do Insumo X}}{\text{Pesos do Insumo Y}} \leq \text{Limite Superior} \quad (2)$$

Novaes (2001) ainda comenta que ao impor restrições aos pesos das variáveis, percebe-se uma redução nos escores de eficiência. Desta forma, foram testadas algumas restrições aos pesos, com o intuito de verificar se as unidades se mantêm eficientes após essa imposição, tornando os valores dos pesos mais razoáveis, sob a perspectiva das unidades avaliadas. Assim, as unidades que se mantiverem eficientes sob a restrição são, de fato, eficientes.

Para a montagem dos limites superior e inferior foram utilizados os percentis. Percentil – Segundo Lopes (2006), é uma medida da posição relativa de uma unidade em relação a todas do conjunto. O p-ésimo percentil tem no mínimo p% dos valores abaixo daquele ponto. Um percentil é relacionado somente com a posição relativa de uma observação quando comparada com os outros valores.

### 3.2.3. Considerações sobre os dados em relação à DEA

Gomes et al. (2001) consideraram em seu trabalho as mesmas empresas em anos diferentes como DMUs distintas, possibilitando uma análise da evolução temporal de sua eficiência. Meza et al. (2002) comentam que uma referência mais antiga é uma situação que fornece diretrizes impossíveis de serem aplicadas na prática, por isso são destacados os resultados do último ano de análise. Ainda assim, alguns resultados interessantes podem ser destacados, de forma que se a eficiência aumentar, a empresa foi gerida na direção do seu alvo.

## 4. MÉTODO DE AVALIAÇÃO UTILIZADO

Neste trabalho, foram avaliadas as concessões estaduais de rodovias do Estado do Rio Grande do Sul. Para a construção dos modelos de eficiência, foram utilizados dados de fontes oficiais referentes ao período de 2001 a 2004. Das variáveis disponíveis, foram descartadas as que não apresentavam informação completa para todos os anos. Uma vez que a base de dados é reduzida, optou-se por utilizar as variáveis mais representativas, ou seja, as que explicam melhor as decisões gerenciais. Ainda, foram consideradas variáveis ou indicadores já utilizados na literatura pesquisada, permitindo maior confiabilidade e comparabilidade aos resultados com outros estudos.

### Variáveis Utilizadas como produto:

- Receita Efetiva (R\$): receita efetivamente ocorrida na praça de pedágio.

- Receita Total Possível (R\$): representa o cenário hipotético onde a receita é calculada considerando todo o fluxo de veículos passante e o das rotas de fuga como pagador, mas desconsiderado isenções determinadas por lei, contrato e por iniciativa da concessionária.
- Índice de Imagem (%): índice que representa a percepção da qualidade e grau de satisfação dos usuários de rodovias em relação à qualidade física e serviços prestados.
- Índice de Acidentes (%): Índice de severidade dos acidentes, que representa o percentual de acidentes com mortes (vítimas fatais) do total de acidentes ocorridos. Demonstra a qualidade no aspecto segurança viária.

#### Variáveis Utilizadas como Insumo:

- Investimentos em Restauração e Manutenção (R\$): é o conjunto de todas as intervenções físicas, com caráter periódico, de forma a recompor ou mesmo aprimorar as condições de operação dessas rodovias.
- Administração e Operação – Mão-de-Obra (R\$): (Administrativo / Operação-Praça / Atendimento ao Usuário) incluem todos os custos com mão-de-obra da parte de administração (gerencial), com operação (arrecadação) e atendimento ao usuário (teleatendimento, ambulância, guincho, inspeção de tráfego).
- Custo de Conservação (R\$): compreende o conjunto de operações rotineiras e de emergência com o objetivo de preservar as características do sistema rodoviário e das instalações da concessionária dentro dos padrões de qualidade dos serviços estabelecidos.

Os dados financeiros, físicos e de fluxo de veículos foram obtidos no “Relatório Final dos Serviços Técnicos Especializados de Apoio à AGERGS no Exame do Equilíbrio Econômico-Financeiro dos Contratos de Concessão Rodoviária Integrantes do Programa Estadual de Concessão Rodoviária (PECR)”, fornecido e autorizado pela AGERGS para esta pesquisa.

Os dados do Índice de Imagem foram retirados dos relatórios de Pesquisa do Índice de Imagem do site do DAER. Os dados de extensão das rodovias foram complementados com o Sistema Rodoviário Estadual 2006 do DAER. Os dados sobre acidentes em rodovias estaduais foram obtidos da base de dados do Batalhão de Polícia Rodoviária Estadual (BPRE) e os das rodovias federais foram fornecidos pelo Núcleo de Registro e Medicina Rodoviária do Batalhão de Polícia Rodoviária Federal (BPRF).

#### **4.1. Preparação dos Dados**

Para uniformizar os dados analisados foram realizadas algumas adaptações nas variáveis. As variáveis com valores financeiros (R\$) foram divididas pela extensão total de trechos concedidos e pelo número de dias para cada ano de contrato (por apresentarem períodos de tempo diferentes), para todas as unidades. Para a variável “índice de acidentes”, além de aplicada à transformação anterior, a mesma foi dividida pelo VDM.

#### **4.2. Análise de Eficiência das Concessionárias entre o 4º e o 7º ano de Contrato**

Para análise de eficiência das concessionárias, foram criados quatro modelos para análise, buscando representar diferentes aspectos das concessões. Foi analisada a base de dados do 4º ao 7º ano de contrato, composto pelos sete pólos de rodovias concedidas no Estado do Rio Grande do Sul. Para os quatro modelos são utilizados os mesmos insumos variando o produto como forma de avaliar a eficiência sob o ponto de vista do empresário e do gestor ou usuário do sistema.

**Modelo 1:** Eficiência Empresarial, onde procura analisar o desempenho da concessionária sob o ponto de vista do empresário, cujo foco é no lucro. Assim, o produto considerado é a variável Receita Efetiva.

**Modelo 2:** Eficiência Empresarial, considerando um cenário hipotético que utiliza como produto a variável Receita Total Possível, que desconsidera as perdas de arrecadação.

**Modelo 3:** Eficiência de Imagem, avaliando o desempenho das concessionárias de rodovias sob o ponto de vista dos usuários, considerando como produto a variável Índice de Imagem.

**Modelo 4:** Eficiência de Segurança, avaliando a relação entre o número de acidentes e os gastos das concessionárias. Para tal, foi utilizado como produto o inverso da variável Índice de Acidentes, onde um escore alto desta divisão representa maior segurança.

<b>MODELO 1</b>	<b>MODELO 2</b>	<b>MODELO 3</b>	<b>MODELO 4</b>
↓	↓	↓	↓
$EF_1 = \frac{\text{Receita Efetiva}}{\text{Insumos}}$	$EF_2 = \frac{\text{Receita Total Possível}}{\text{Insumos}}$	$EF_3 = \frac{\text{Índice de Imagem}}{\text{Insumos}}$	$EF_4 = \frac{\text{Índice de Acidentes}}{\text{Insumos}}$

A análise de eficiência foi avaliada sob retornos variáveis a escala (VRS). Foram utilizados os mesmos insumos para todos os modelos. As eficiências observadas nas diversas unidades, em um período de quatro anos permite identificar tendências nos escores de eficiência.

As concessionárias têm como principal objetivo aumentar seus lucros (produtos), porém devem atender as metas (padrões de qualidade) definidas pelo PER. Com isso, para obter um bom resultado, devem almejar atingir as metas com o menor custo possível, indicando a utilização de orientação para insumos (redução de insumos). Ainda, como o setor de rodovias não pode ser comparado ao de uma fábrica, onde a produção pode ser diretamente aumentada, o modelo orientado para insumos é mais adequado, pois visa minimizar custos (gastos com restauração, conservação, mão-de-obra, etc.).

## 5. ESTUDO DE CASO: AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA DAS CONCESSIONÁRIAS DE RODOVIAS NO RIO GRANDE DO SUL

**Tabela 1** Pólos Rodoviários Concedidos

Nome do Pólo	Abreviatura	Praças de Pedágio em Operação	Nº de trechos concedidos	VDM (no 7º ano)	Extensão (km)
Santa Cruz	SANTA	3	4	12.718	207,87
Vacaria	VACARIA	3	3	3.259	141,84
Metropolitano	METRO	4	8	20.313	535,77
Lajeado	LAJEADO	5	6	3.474	328,78
Gramado	GRAMADO	3	7	3.259	144,77
Carazinho	CARAZINHO	4	5	12.269	250,40
Caxias do Sul	CAXIAS	4	4	17.545	191,07

Fonte: AGERGS (2005) e DAER (2006).

A seguir são apresentados os resultados dos modelos de eficiência conforme Possamai (2006). Neste artigo são destacados somente os escores de eficiência obtidos. Outros resultados e comentários podem ser encontrados no trabalho deste autor, como os listados abaixo:

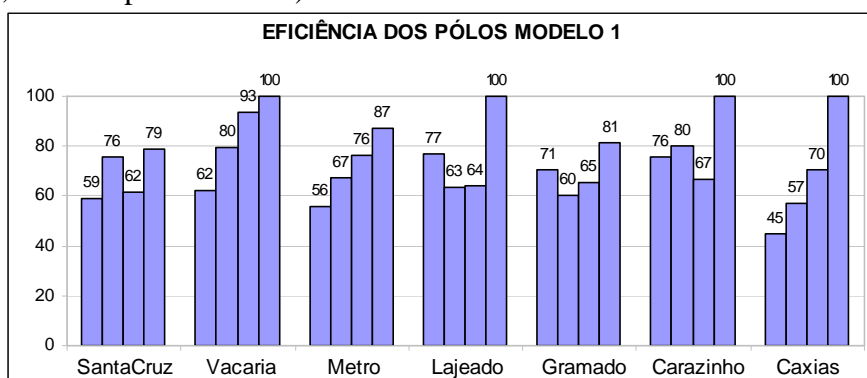
- Número de unidades eficientes e eficiência média;

- As unidades referência para as unidades inefficientes, juntamente com a parcela de participação de cada referência, na proporção recomendada para as inefficientes;
- Quantidade de vezes que cada unidade eficiente aparece como referência para as inefficientes;
- Avaliação de retornos à escala;
- Os pesos atribuídos pelas unidades às variáveis.

### 5.1. Resultados do modelo 1 – Eficiência Empresarial (Financeira)

O objetivo principal das concessionárias é obter lucro e procurar aumentá-lo. Para isso, é necessário verificar o aumento da relação das receitas das empresas frente aos gastos. Assim, um aumento de eficiência neste modelo pode indicar um aumento de lucro, o qual depende da política de gastos adotada pelas empresas.

A Figura 3 apresenta através de gráfico de colunas, os escores de eficiência gerados pelo modelo 1, para cada unidade analisada, agrupados por pólo e em anos sucessivos (ano de contrato 4, 5, 6 e 7 respectivamente).

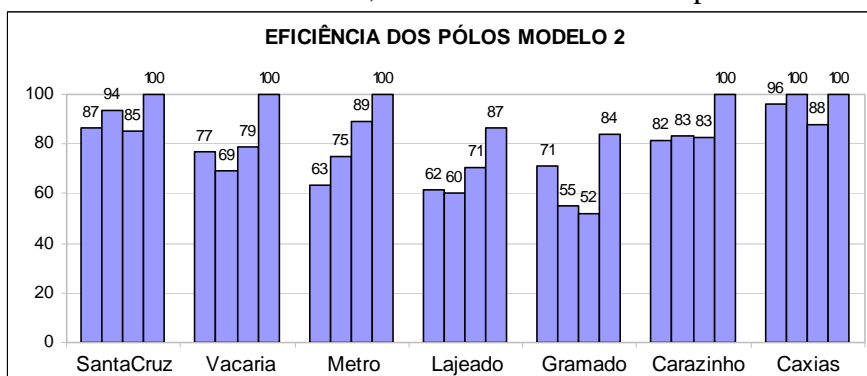


**Figura 3** Escores de eficiência do Modelo 1 (Eficiência Empresarial)

Algumas unidades se mostraram eficientes no último ano de análise, isto talvez se deva ao aprendizado gradativo, resultando no uso proporcionalmente melhor dos recursos, naquele período em relação aos anteriores. Verificou-se que, de forma geral, ocorreu uma evolução da eficiência ao longo dos anos.

### 5.2. Resultados do modelo 2 – Eficiência Empresarial (Hipotética)

Este modelo apresenta os escores de eficiência das unidades considerando que não há perdas de receita, conforme estudo da AGERGS, onde os resultados são apresentados na Figura 4.

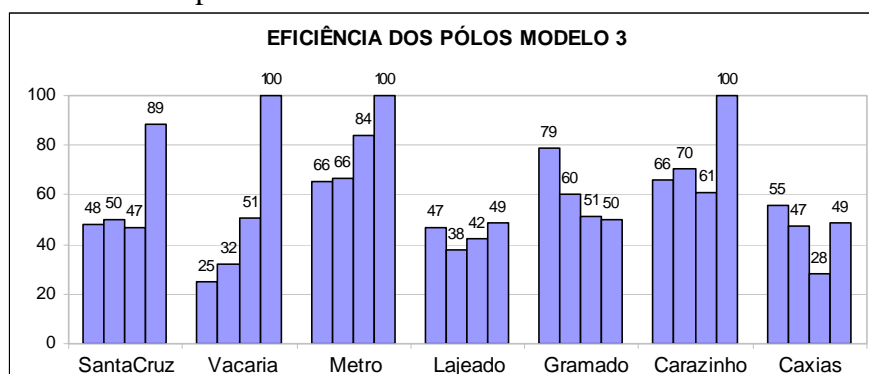


**Figura 4** Escores de eficiência do Modelo 2 (Eficiência Empresarial - Hipotética)



### 5.3. Resultados do modelo 3 – Eficiência de Imagem

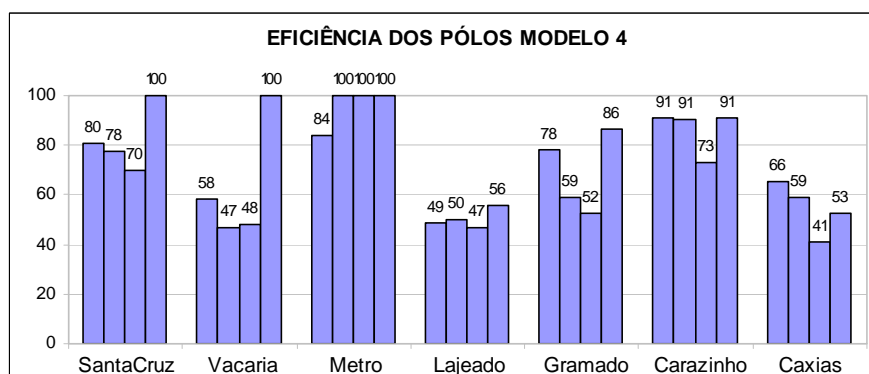
Este modelo examina a eficiência considerando como produto o Índice de Imagem. Trata-se da avaliação coerente com a percepção do usuário frente aos gastos das concessionárias. A Figura 5 apresentada o comparativo dos escores de eficiência obtidos no modelo 3.



**Figura 5** Escores de eficiência do Modelo 3 (Eficiência de Imagem)

### 5.4. Resultados do modelo 4 – Eficiência de Segurança

Este modelo representa a eficiência do Índice de Acidentes em relação aos gastos das concessionárias, verificando o impacto dos investimentos sobre os acidentes. Quanto maior o escore de eficiência, menor é o percentual de acidentes e mais seguro é o pólo neste período de tempo analisado e em relação aos demais pólos. Na Figura 6 são apresentados os resultados dos escores de eficiência obtidos no modelo 4.



**Figura 6** Escores de eficiência do Modelo 4 (Eficiência de Segurança)

### 5.5. Comparações entre os modelos

A Tabela 2 apresentada um resumo das unidades eficientes em cada modelo.

**Tabela 2** Resumo das unidades eficientes em cada modelo

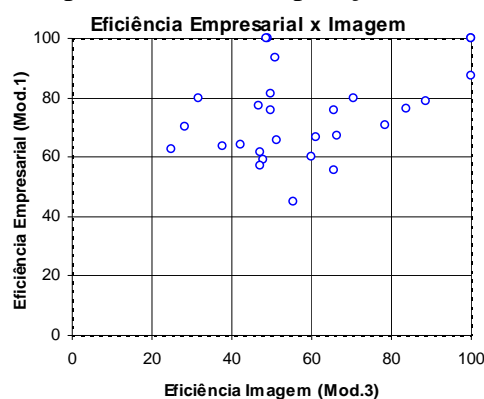
UNIDADE	Eficiência Empresarial (Modelo 1)	Eficiência Empresarial – Hipotética (Modelo 2)	Eficiência de Imagem (Modelo 3)	Eficiência de Segurança (Modelo 4)	Total
SANTA7		x		x	2
VACARIA7	x	x	x	x	4
METRO7		x	x	x	3
LAJEADO7	x				1
GRAMADO7					0
CARAZINHO7	x	x	x		3
CAXIAS7	x	x			2

A correlação entre os escores de eficiência dos modelos é apresentada na Tabela 3.

**Tabela 3** Tabela 16 Correlação entre os resultados de eficiência dos modelos

Correlação	Eficiência Empresarial (modelo 1)	Eficiência Imagem (modelo 3)	Eficiência Segurança (Modelo 4)
Eficiência Empresarial	1		
Eficiência Imagem	0,391	1	
Eficiência Segurança	0,176	0,815	1

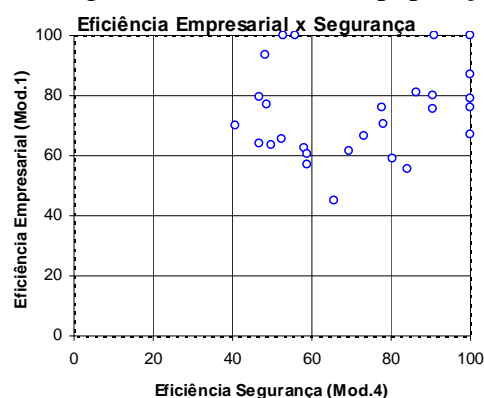
A Figura 7, Figura 8 e Figura 9 apresentam as comparações dos resultados entre os modelos.



**Figura 7** Relação entre Eficiência Empresarial e Eficiência de Imagem

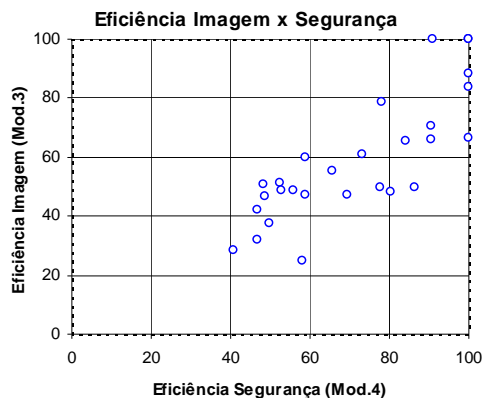
A análise comparativa entre as eficiências empresarial e de imagem (Modelo 1 x Modelo 3) mostra baixa correlação linear entre elas, sugerindo que a busca de lucro não se reflete em redução ou em aumento da qualidade dos serviços. Ser eficiente do ponto de vista de servir o usuário é diferente de ser eficiente e obter lucro.

Observando a dispersão dos escores, se percebe que há inexistência de correlação para o conjunto de dados e mascara a forte associação observada entre os resultados com escore de eficiência superiores a 60%. Isso indica a importância do poder público estabelecer um limite mínimo de eficiência para as empresas, bem como a importância desse método de análise para instrumentalizar estas decisões do gestor, no interesse da população.



**Figura 8** Relação entre Eficiência Empresarial e Eficiência de Segurança

A comparação entre as eficiências empresarial e de segurança (Modelo 1 x Modelo 4) também não apresenta correlação, sugerindo que não se pode diferenciar as empresas que buscam eficiência sob objetivos no lucro das que são (ou não são) eficientes, sob o ponto de vista da redução de acidentes. Pode-se colocar que também acima dos 60%, do ponto de vista da segurança, a mesma análise da Figura 7 se aplica.



**Figura 9** Relação entre Eficiência Imagem e Eficiência de Segurança

Por outro lado, há forte correlação linear entre os escores de eficiência obtidos com objetivos de imagem e na busca de segurança (Modelo 3 x Modelo 4). Isto sugere que, sob o ponto de vista do usuário, quanto maior a eficiência de segurança (menos acidentes em relação aos gastos) melhor a eficiência de imagem, permitindo supor que investimentos preventivos qualificam o gestor, desde a perspectiva do usuário.

## 6. CONCLUSÃO

Uma das razões para analisar a eficiência das concessionárias envolve a busca pelo aprimoramento dos processos internos das empresas, visando à otimização dos recursos financeiros e humanos com o aumento do lucro e melhora crescente dos serviços a serem oferecidos ao usuário.

O objetivo deste trabalho contemplou a utilização da técnica DEA para avaliar a eficiência das concessões de rodovias. Assim, buscou-se analisar o desempenho dos pólos sob o ponto de vista do empresário, do usuário e poder concedente, onde foram identificadas as concessionárias que melhor vem gerindo seus recursos em relação ao conjunto de unidades avaliadas, de modo a fornecer indicativos para melhorias na gestão.

Observou-se, também, que estes objetivos não apresentaram correlação significativa o que sugere certo descompromisso entre lucro privado, interesse dos gestores e interesses dos usuários das rodovias.

Cabe lembrar que, neste trabalho, todas as análises são referentes a alguns pólos rodoviários em particular. Nestes avaliou-se a eficiência de uma concessionária de rodovia em relação às demais, sendo os resultados restritos aos locais e situações modeladas.

Assim, esta pesquisa demonstrou parte do potencial metodológico da técnica, Análise Envoltória de Dados (DEA), como um método para avaliações de desempenho e ferramenta de apoio à tomada de decisões gerenciais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA ESTADUAL DE REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DELEGADOS DO RIO GRANDE DO SUL. *Relatório Final dos Serviços Técnicos Especializados de Apoio à AGERGS no Exame do Equilíbrio Econômico-Financeiro dos Contratos de Concessão Rodoviária Integrantes do Programa Estadual de Concessão Rodoviária*. Porto Alegre, 2005.
- AGÊNCIA ESTADUAL DE REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DELEGADOS DO RIO GRANDE DO SUL. *Projeto de Exploração de Rodovias, Contratos*. Disponível em: <<http://www.agergs.rs.gov.br>>. Acesso em: 17 ago. 2006.
- ATHAYDE, A.H.; AGUIAR, E.M.; NAGANO, M.S. Avaliação do desempenho financeiro de empresas do transporte rodoviário de cargas pelo método DEA. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 17., 2003, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ANPET, 2003. v.2, p.1500-1511.
- AZAMBUJA, A. M.V. *Análise de Eficiência na Gestão do Transporte Urbano por Ônibus em Municípios Brasileiros*. 2002. 385f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2002.
- BANKER, R.D.; CHARNES, A.; COOPER, W.W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, v. 30, n. 9, p. 1978-1092, 1984.
- CHARNES, A.; COOPER, W.; RHODES, E. Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operation Research*, n.2, p. 429-444, 1978.
- CHARNES, A et. al. *Data envelopment analysis; theory, methodology and applications*. London, Kluwer Academic Publishers, 1996. 511p.
- COELLI, T. et. al. *A Primer on Efficiency Measurement for Utilities and Transport Regulators*. Washington, D.C., World Bank Institute Development Studies, 2003.
- DEPARTAMENTO ESTADUAL DE ESTRADAS E RODAGEM DO RIO GRANDE DO SUL. Disponível em: <<http://www.daer.rs.gov.br>> Acesso em: 17 ago. 2006.
- FARREL, M.J. The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, n.120, p.449-460, 1957.
- GOMES, E.G. et. al. Avaliação de Eficiência de Companhias Aéreas Brasileiras: uma abordagem por Análise Envoltória de Dados. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 15., 2001, Campinas. *Anais...* Campinas, ANPET, 2001. v.2, p.125-133.
- GOMES, E.G. et. al. Avaliação de rodovias privatizadas com Análise envoltória de Dados. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 17., Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ANPET, 2003. v.2, p.1488-1499.
- LOPES, P.A. Portal de Estatística - Paulo Afonso Lopes. Disponível em: < <http://www.estatistica.eng.br/> > Acesso em: 16 jul. 2006.
- MEZA, L.A.; GOMES, E.G.; SOARES DE MELLO, J.C.C.B. Enfoque multiobjetivo para determinação de Benchmarks de companhias aéreas brasileiras DEA-ineficientes. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 16., 2002, Natal. *Anais...* Natal: ANPET, 2002. v.1, p.27-34.
- NANCI, L.C.; SENRA, L.F.A.C.; SOARES DE MELLO, J.C.C.B. Uso de DEA e técnicas de agrupamento na avaliação do desempenho de operadores logísticos - Estudo de caso na entrega domiciliar de jornais. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 19., 2005, Natal. *Anais...* Recife: ANPET, 2005. v.2. p. 1777-1787.
- NOVAES, A. G. N. Rapid-transit efficiency analysis with the assurance-region DEA method. *Pesquisa Operacional*, v.21, n.2, p.179-197, 2001.
- POSSAMAI, R.P. Avaliação de Eficiência Técnica de Concessionárias de Rodovias utilizando Análise Envoltória de Dados. 2006. 166f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFRGS, Porto Alegre, 2006.
- ROCHA, J.G.C. Estudo comparativo dos critérios de aferição da qualidade dos serviços nas concessionárias brasileiras de rodovias. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 16., 2002, Natal. *Anais...* Natal: ANPET, 2002. v.2, p.395-405.

---

Rodrigo Panizzi Possamai (rodpos@terra.com.br)

Emilio Merino (emilio.merino@gmail.com)

Luiz Afonso dos Santos Senna (lsenna@producao.ufrgs.br)

Laboratório de Sistemas de Transporte – LASTRAN, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEP

Av. Oswaldo Aranha 99, 5º andar - CEP: 90040-020 - Porto Alegre, RS, Brasil