

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM REGULAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS

ROBERTO ENGLERT

**ESTUDO DE APLICAÇÃO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS NA
AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA RELATIVA DE ESTAÇÕES RODOVIÁRIAS NO
RIO GRANDE DO SUL**

**Porto Alegre,
2007**

ROBERTO ENGLERT

**ESTUDO DE APLICAÇÃO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS NA
AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA RELATIVA DE ESTAÇÕES RODOVIÁRIAS NO
RIO GRANDE DO SUL**

Trabalho de conclusão de curso de Especialização apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Regulação de Serviços Públicos.

Orientador: Prof. Denis Borenstein

Porto Alegre,
2007

ROBERTO ENGLERT

**ESTUDO DE APLICAÇÃO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS NA
AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA RELATIVA DE ESTAÇÕES RODOVIÁRIAS NO
RIO GRANDE DO SUL**

Trabalho de conclusão de curso de Especialização apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Regulação de Serviços Públicos Delegados.

Aprovado em de de 2007

BANCA EXAMINADORA

Prof. Denis Borenstein (orientador)

Prof. Dr.

Prof. Dr.

Prof. Dr.

AGRADECIMENTOS

À Carminha, pelo compreensivo e amoroso apoio .

Aos amigos da AGERGS Clemente, Daniella, Flávio, Francisco, Jorge, Mangeon, Ricardo, Stelamaris.

Ao Professor Dênis Borenstein pela orientação e estímulo.

RESUMO

O trabalho propõe a aplicação do método da Análise Envoltória de Dados – DEA para auxiliar na identificação e seleção de fatores que permitam avaliar a eficiência relativa das Estações Rodoviárias integrantes do sistema de transporte intermunicipal de passageiros do Estado do Rio Grande do Sul, utilizando, basicamente, dados do levantamento para diagnóstico do setor feito em 2004 pela Agência Estadual de Regulação dos Serviços Públicos Delegados do Estado do Rio Grande do Sul – AGERGS.

Palavras-chave: Eficiência – DEA – AGERGS – Estações Rodoviárias

ABSTRACT

This work proposes the application of the Data Envelopment Analysis – DEA method to help identify and select factors that will allow the evaluation of the relative efficiency of Bus Terminals that integrate the intercity passenger transport in the state of Rio Grande do Sul, using, basically, data gathered originally for the sector diagnostics done by Rio Grande do Sul State Delegated Civil Services Regulatory Agency – AGERGS in 2004.

Key words – Efficiency – DEA – AGERGS – Bus Terminals

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DEA – Data Envelopment Analysis – Análise envoltória de dados

AGERGS – Agência Reguladora dos Serviços Públicos Delegados do Rio Grande do Sul

DAER/RS – Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem, do Rio Grande do Sul

ER - Estação Rodoviária

DMU – Decision Making Unit (Unidade de tomada de decisão)

Levantamento/2004 – Levantamento para diagnóstico realizado em 2004 pela AGERGS

LISTA DE TABELAS E ILUSTRAÇÕES

TABELAS

Tabela 1 – Resumo das propriedades dos modelos CCR e BCC do DEA.....	15
Tabela 2 – DMUs e valores dos inputs e outputs escolhidos.....	21
Tabela 3 – Eficiência Relativa de 93 Estações Rodoviárias do RS.....	23
Tabela 4 – Eficiência Relativa de 93 Estações Rodoviárias do RS.....	25

GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição de Frequência da Eficiência Relativa de 93 Estações Rodoviárias no Rio Grande do Sul	24
Gráfico 2 – Frequência de DMUs no conjunto de Referência.....	27

QUADROS

Quadro 1 – Metas indicadas à Estação Rodoviária E_75.....	26
Quadro 2 – Grupo de Referência para Estação Rodoviária E_75.....	26

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
3 O MÉTODO	14
4 CONSTRUÇÃO DO MODELO	14
4.1 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS.....	15
4.2 DEFINIÇÃO DAS DMUs.....	20
4.3 EXECUÇÃO DO MODELO.....	23
4.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	24
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	28
REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

Os últimos 10 anos trouxeram uma forte alteração na forma como são prestados diversos serviços de natureza pública no Brasil. Um aumento na demanda por determinados serviços, juntamente com uma contínua restrição nos recursos disponíveis, vem fazendo com que um número cada vez maior de atividades venha sendo concedido à iniciativa privada. Mais do que uma teoria ou corrente de pensamento econômico, a concessão de serviços públicos em muitas áreas é um fato, absolutamente incontestável como tal.

Deste fato nasce uma lacuna, a qual precisa ser preenchida pelo poder público: a constante avaliação da qualidade e da eficiência na prestação dos serviços públicos por parte das concessionárias. E o poder público há que garantir, ainda, o indispensável controle social sobre tal avaliação.

É dentro deste cenário que foi criada a AGERGS – Agência Estadual de Regulação dos Serviços Públicos Delegados, em 1997, através da lei estadual nº10.931, com o propósito de regular os serviços públicos de competência do Estado e que sejam delegados a terceiros. A AGERGS foi criada como uma agência multi-setorial, havendo em sua lei de criação referência expressa aos setores de saneamento, energia elétrica, rodovias, telecomunicações, portos e hidrovias, irrigação, transporte intermunicipal de passageiros, aeroportos, distribuição de gás canalizado e inspeção de segurança veicular.

Incluídas dentro do Sistema Estadual de Transporte Público Intermunicipal de Passageiros encontram-se as Estações Rodoviárias, conforme o art 5º, da Lei 11.283, de 23/12/98. Assim, fica claro que a avaliação da qualidade dos serviços prestados pelas Estações Rodoviárias é função da AGERGS, que deve regular este setor, bem como ouvir e medir a satisfação dos usuários. Deve ser ressaltada a importância do ente Estação Rodoviária dentro do sistema, pois são as estações que detêm a exclusividade da venda dos bilhetes de passagem, bem como a atribuição de controlar e autorizar os horários de partida de todos os ônibus integrantes do sistema.

As características principais do modelo adotado no Rio Grande do Sul são: Os serviços das ERs, privativos do Estado, são prestados à população em regime de concessão, sendo prevista uma concentração do mercado limitada a cinco ERs de um mesmo concessionário. A exploração desse serviço apresenta características de monopólio. Com exceção da capital, somente é permitida a instalação de um único terminal em cada localidade, sendo que em um centro urbano sua localização é de competência do município. Além disso, as ERs não apenas são pontos obrigatórios de estacionamento dos veículos das

linhas intermunicipais para o embarque e desembarque dos passageiros, como também possuem a exclusividade da venda de passagens e do despacho de malas e encomendas. No entanto, é permitida a venda de passagem dentro dos ônibus aos usuários que embarcarem nos pontos de parada ao longo do trajeto das linhas. A estação rodoviária também tem os encargos de manutenção ordinária, restauração, expansão e a limpeza das instalações físicas destinadas à realização das funções do serviço concedido

A remuneração do serviço da ER se dá por meio de uma comissão percentual, fixa e homogênea para todas as linhas e todas as ER, de aproximadamente 11% sobre a venda de passagens e 15% sobre o valor dos despachos de encomendas embarcadas.

Para efeito de estabelecimento das instalações necessárias, as ERs estão divididas em categorias. A rodoviária da capital foi considerada de categoria especial, ficando as demais classificadas em quatro categorias diferentes, de acordo com a renda bruta mensal, das maiores (primeira categoria) às menores (quarta categoria).

Além desse fato, há uma peculiar característica neste setor. Nele coexistem empresas com características extremamente variadas, prestando exatamente a mesma natureza de serviço. Enquanto algumas Estações Rodoviárias apresentam área construída exígua, outras se confundem com centros comerciais. Enquanto algumas atendem a um fluxo bastante reduzido de veículos e passageiros, outras precisam suportar um elevado fluxo médio diário de ônibus regulares ou de passageiros exigindo atendimento de suas necessidades e demandas por conforto. Enquanto algumas atendem majoritariamente a linhas cuja passagem é de baixo valor, outras atendem a linhas cuja passagem é de valor elevado. Algumas Estações Rodoviárias podem ser operadas por apenas um funcionário, enquanto outras necessitam de dezenas deles para sua operacionalização. E toda essa diversidade vem sendo compartimentada em apenas quatro categorias pelo poder concedente.

Tais fatos revelaram-se como inegáveis indicadores da importância de se realizar um estudo que aponte uma forma ao mesmo tempo viável e cientificamente sustentável de se avaliar o desempenho ou eficiência relativa dessas concessionárias.

Tais fatos demonstram a relevância, para o regulador do sistema, de aprofundar o uso de instrumentos de análise, ao mesmo tempo viáveis e cientificamente orientados, que permitam avaliar o desempenho e a eficiência relativa das concessionárias na operação desses serviços, em consonância com o que determina a lei 8987/95, em seu capítulo II, onde refere que a eficiência é uma das condições a serem satisfeitas na prestação adequada do serviço público concedido.

A proposta do presente trabalho foi desenvolver um estudo exploratório para utilizar técnicas que permitirão que se efetue a avaliação requerida, superando-se a dificuldade oriunda da diversidade de características das concessionárias avaliadas. Para tanto, foi empregada a técnica DEA – *Data Envelopment Analysis*, uma avaliação quantitativa que, através de ferramentas matemáticas, é capaz de mapear a eficiência relativa das unidades avaliadas, definindo, inclusive, uma fronteira de eficiência, onde estarão situadas as unidades consideradas 100% eficientes relativamente ao conjunto avaliado.

Na revisão bibliográfica realizada na condução deste trabalho não foi possível localizar textos anteriormente elaborados que abordassem o tema da eficiência relativa nos serviços prestados por Estações Rodoviárias ou Terminais Rodoviários no Brasil.

O objetivo principal deste trabalho é medir a eficiência relativa de um conjunto de estações rodoviárias do Rio Grande do Sul utilizando preferencialmente os dados do Levantamento/2004.

Para isso, este trabalho está estruturado da seguinte forma: primeiramente, na seção 2, apresenta o referencial teórico atinente ao contexto em que estão inseridos os objetos de análise. Na sequência, na seção 3, são apresentados conceitos do método DEA. A seção 4 trata da construção do modelo da ferramenta DEA e detalha os procedimentos de definição e descrição das variáveis, de definição das Estações Rodoviárias a serem utilizadas como DMUs, a execução do modelo e a análise dos resultados da aplicação do método. Finalmente, são apresentados na seção 5 as conclusões e recomendações do trabalho e as dificuldades encontradas no desenvolvimento do mesmo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A mensuração da eficiência, definida classicamente como o quociente de um insumo por um produto, em sistemas complexos é composta por múltiplos *inputs* (insumos) e *outputs* (produtos).

Segundo Slack et al.(2002), a produção envolve um conjunto de recursos de *input* usado para transformar algo ou para ser transformado em *output* de bens e serviços.

Os métodos aplicáveis a organizações para a mensuração da eficiência podem ser de duas naturezas: Métodos de tendência central , que utilizam estatística para avaliar produtores relativos a um produtor médio e Métodos baseados em pontos extremos, que comparam cada produtor com somente os melhores produtores. Nessa segunda categoria inclui-se o DEA e por isso será utilizado para a aplicação neste estudo.

Como referencial teórico, a pesquisa de eficiência das Estações Rodoviárias partiu dos estudos realizados no âmbito da teoria dos autores do *Data Envelopment Analysis* (DEA) Abraham Charnes, William Cooper e Ane Lewin. Esses criadores teorizaram sobre a necessidade de quantificar a eficiência. Apontaram que a medição da eficiência relativa através de uma definição de *inputs* e *outputs* teoriza a mensuração de eficiência, sempre relativa, de empresas que executem funções “subordinadas a um órgão controlador” denominadas *Decision Making Units*.. Mostraram a necessidade de controlar a eficiência de “unidades de tomada de decisão”.

Charnes et al.(1978)apontou para a necessidade da criação de procedimentos que determinassem quantitativamente a eficiência relativa de cada *Decision Making Units*.

Alguns autores contemporâneos também foram fundamentais na construção do referencial teórico. Neely et al (2002) “medição de desempenho pode ser compreendida como a técnica usada para quantificar a eficiência e a eficácia das atividades de negócios”. Ele mostrou que as idéias expostas pela teoria “a eficácia avalia o resultado de um processo onde as expectativas dos diversos clientes são ou não atendidas”.

Por fim, na tentativa de se compreender a eficiência materializada quantitativamente para negócios subordinados a um órgão controlador, neste caso, órgão da esfera Pública Estadual, buscou-se apoio na teoria do *Decision Making Units*., como desenvolvida por Abraham Charnes e nas posteriores reflexões feitas por outros autores contemporâneos.

3 MÉTODO

Este estudo exploratório se utiliza da técnica DEA, utilizando dados existentes na AGERGS resultantes de trabalhos de levantamentos realizados em 2004, com os dados tendo sido obtidos por medições diretas nos locais em que funcionavam as estações rodoviárias de todo o estado do Rio Grande do Sul e através de questionários respondidos diretamente pelos responsáveis pelas estações rodoviárias. A seleção das unidades é dependente da existência de todos os dados referentes aos fatores selecionados e que representam a função de produção do serviço explorado pelas concessionárias do setor.

A Análise por Envoltória de Dados (DEA) é uma técnica baseada em programação linear com o fim de mensurar o desempenho de unidades operacionais ou tomadoras de decisão (DMUs), quando a presença de múltiplas entradas e múltiplas saídas torna difícil realizar uma comparação (GILLEN e LALL, 1997; VILELLA, 2004).

Técnica desenvolvida por Charnes et al. (1978) baseado nos conceitos de Debreu (1951) e Farrell (1957), o DEA se caracteriza por comparar as unidades para determinar a eficiência técnica para cada unidade avaliada. O objetivo da técnica DEA é construir um conjunto de referência convexo e as DMUs podem ser classificadas em unidades eficientes e ineficientes, tendo como referencial essa superfície formada (SOARES DE MELLO et al, 2005)

A eficiência de uma empresa ou DMU pode ser entendida como um índice que avalia se essa empresa combina seus insumos e produtos de maneira ótima para obter a máxima produtividade possível.

Banker *et al.* (1984) *apud* Mariano, E.B. *et al.* (2006) originaram o BCC ou VRS (Variable returns to scale), uma nova modelagem para o DEA ao eliminar a necessidade de rendimentos constantes de escala, assumindo um retorno variável de escala. Este modelo estabelece distinção entre ineficiências técnicas e de escala, estimando a eficiência técnica pura, a uma dada escala de operações, e identificando se estão presentes ganhos de escala crescente, decrescente ou constante, para futura exploração (CASA NOVA, 2002)

4 CONSTRUÇÃO DO MODELO DEA

O modelo utilizado visa analisar a eficiência das concessionárias de estações rodoviárias, tendo em vista tanto os aspectos operacionais quanto de qualidade do serviço prestado.

A Tabela 1 apresenta uma sistematização dos conceitos referentes aos modelos e a técnica, incluindo a técnica e seu objetivo, além dos modelos com suas hipóteses, tipo de eficiência e formato de fronteira.

TABELA 1 - Resumo das propriedades dos modelos CCR e BCC do DEA

Objetivo	Técnica	Modelos	Hipóteses	Tipo de Eficiência	Forma de fronteira
Avaliação da Eficiência	Análise por envoltória de Dados (DEA)	CCR	Retornos Constantes a Escala	Eficiência Total	Reta de 45º
		BCC	Retornos Variáveis a Escala	Eficiência Técnica	Linear por partes

Fonte: Mariano *et al* (2006).

- Optou-se por utilizar o modelo BCC ou VRS, com retorno variável à escala, orientado a *inputs* (mantendo os níveis de *outputs* atuais, obter o mínimo emprego de *inputs*)
- Este modelo estabelece distinção entre ineficiências técnicas e de escala, estimando a eficiência técnica pura, a uma dada escala de operações
- Para o cálculo das eficiências utilizou-se o software warwick DEA, versão 1.10, desenvolvido pela Universidade de Warwick, Reino Unido

4.1 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS

A AGERGS, até o ano de 2004, possuía dados escassos a respeito das Estações Rodoviárias, limitando-se aos de receita anual declarados pela concessionária compulsoriamente em janeiro de cada ano e o restante coletado em Vistorias Regulatórias efetuadas por técnicos da agência. Em toda a existência da AGERGS, até aquele ano, não havia sido possível vistoriar, ao menos uma vez, todas as Estações Rodoviárias em operação no Estado do Rio Grande do Sul.

Nesse mesmo ano, por licitação, foi contratada empresa para realização de um levantamento em todas as estações rodoviárias em apoio à elaboração de um diagnóstico do setor. O levantamento foi concluído em setembro de 2004, resultando em um banco de dados com uma grande diversidade de informações relacionadas à estrutura física existente em mais de 300 estações rodoviárias, incluindo um relatório fotográfico individualizado. Enquanto era levantada a parte física, foram encaminhados questionários para que os gerentes ou responsáveis pelas concessionárias informassem dados operacionais referentes a vários anos e, também, atualização de diversos dados cadastrais.

Em relação abrangência dos dados, uma parcela significativa das estações rodoviárias não respondeu a esses questionários, prejudicando a elaboração de um diagnóstico completo e consolidado. Entretanto, este levantamento ainda é de grande valia para diversos tipos de análise, servindo como base de estudos para o desenvolvimento de indicadores de qualidade e para o cálculo do Indicador de atendimento ao ato 31.512/99, do DAER, para cruzamento de informações com outros setores regulados pela AGERGS, bem como resposta a demandas externas ou de reclamações registradas no sistema de ouvidoria da agência.

Este trabalho estará ancorado nesse levantamento, utilizando-se da parcela de dados operacionais referente ao ano de 2003 e dos dados arquitetônicos e cadastrais coletados no primeiro semestre de 2004. Algumas pequenas lacunas foram preenchidas com dados de vistorias realizadas por técnicos da AGERGS ou oriundos de relatórios do DAER, podendo ser de antes ou depois do Levantamento/2004.

Pelo fato de se escolher o ano de 2003 para o dados operacionais e 2004 para dados arquitetônicos(físicos) e cadastrais, há um descolamento natural em relação à realidade atual de algumas estações rodoviárias consideradas. Sabe-se que uma delas, como exemplo, já construiu novas instalações em outro endereço, o que não prejudica a análise comparativa da situação existente naquela época.

Foram utilizados os fatores a seguir identificados no modelo DEA que foi executado:

Input 1: -area - Área construída (m²).

Input 2: -hor - Fluxo médio diário de ônibus no ano de 2003 (unid./dia)

Input 3: -box - Número de boxes para o estacionamento de ônibus (unid.)

Input 4: -func - Número de funcionários (unid.)

Output 1: +pass - Número anual de passagens vendidas em 2003 (unid / ano)

Output 2: +ief - IEF/2004 – Índice de Estrutura física - representa o nível de atendimento a uma seleção de parâmetros estabelecidos pelo Ato nº31.512/99, do DAER/RS.

Output 3: + rec - Receita média mensal com comissão de passagens, referente a 2003 (R\$ / mês)

A seguir, são apresentadas considerações a respeito da seleção e tratamento dos dados de cada um dos fatores utilizados como *inputs* e *outputs*:

Área Construída (m2):

-area

A área construída adotada para este estudo foi coletada do Levantamento/2004 e complementada com dados verificados em vistorias efetuadas por técnicos da AGERGS entre 2000 e 2006. Essa complementação foi através da soma de áreas parciais efetivamente medidas ou informações dadas pelas ER durante vistorias. No primeiro caso, foram somadas as áreas dos seguintes compartimentos: sala de espera, sanitário masculino, sanitário feminino, sanitário dos funcionários, sala do DAER, Fraldário, Guichês e despacho de encomendas, Bar ou Restaurante. À área resultante foram acrescidos 10% para consideração de espessuras de paredes e não foram estimadas áreas destinadas a outras atividades como: marquises, cobertura da plataforma de embarque, administração, lojas, outros bares e restaurantes. No segundo caso, há a forte possibilidade de as ER terem informado essas áreas com discrepâncias nos critérios na composição dessa área aos técnicos em vistoria, pois, quando coletados esses dados, não havia o interesse pela precisão desse dado. Em vários casos, a área destinada às atividades de estação rodoviária ocupa uma pequena parte do prédio ou fazem parte de um centro comercial.

Fluxo médio diário de ônibus (unid. / dia)

+hor

Fluxo médio diário de ônibus ou quantidade de horários disponíveis, considera as informações dadas no Levantamento/2004 e referentes ao ano de 2003 e é um dado aproximado, visto que as ER informaram o número de linhas e a quantidade de horários correspondentes a cada uma dessas linhas. Ocorreram casos em que não foram declarados os horários, apenas as linhas. Nesses, considerou-se 1 horário por linha. o que pode influenciar nas análises. Foram extraídos da base os horários das linhas interestaduais e municipais, quando possíveis de ser identificados.

Número de boxes (unid.)

-box

Número de boxes disponíveis para o estacionamento de ônibus para cumprir as funções de embarque e desembarque de passageiros. Não foi levado em conta se os boxes possuem ou não abrigo às intempéries. Os dados vieram do Levantamento/2004 e complementados com observações em vistorias realizadas por técnicos da AGERGS. Nas ER menores, com área de embarque e desembarque sem plataforma, onde essas atividades são feitas utilizando o passeio público, o número de box foi considerado proporcionalmente ao espaço disponível para estacionamento para ônibus em frente à testada do terreno ou edificação da ER.

Fluxo anual de passageiros (unid./ano)

-pass

Número total de passagens vendidas no ano foi extraído do Levantamento/2004, com informações declaradas pelos gerentes ou responsáveis das ERs, e refere-se ao ano de 2003. Foi informado o total de passagens vendidas na ER em cada mês. Efetuou-se a soma total no ano de 2003 apenas das ER que informaram movimento em todos os meses do ano.

Número de funcionários (unid.)

+func

O número total de funcionários foi obtido do Levantamento/2004, com informações declaradas pelos gerentes ou responsáveis das ERs em 2004. Foi adotado o maior valor entre o número total de funcionários e a soma dos campos: temporários, efetivos e terceirizados. As gerências das ER deveriam incluir nas respostas todos os funcionários da área operacional e administrativa, inclusive os eventuais de limpeza

Índice de Estrutura Física

+ief

O Índice de Estrutura Física, representa o nível de atendimento a uma seleção de parâmetros mínimos estabelecidos pelo Ato nº31.512/99, do DAER, e é todo calculado com base no Levantamento/2004. Os parâmetros que foram considerados no cálculo do Índice de Estrutura Física são: Quadro de avisos, acesso a deficientes, alto-falantes, bebedouro, Área e ventilação do Bar ou Restaurante, existência de sala para a fiscalização do DAER e de Fraldário quando exigível conforme a classificação de sua categoria, guichês, proteção ao embarque, área da sala de espera e número de assentos, ventilação e quantidade de equipamentos sanitários nos banheiros

Receita média mensal (R\$ / mês)

+rec

A Receita Média Mensal refere-se às receitas com comissão de passagens durante o ano de 2003 declaradas pelos gerentes ou responsáveis pelas concessões das Estações Rodoviárias no Levantamento/2004. Não foi analisado ou verificado se todas as Estações Rodoviárias obedeceram ao critério de informar apenas a receita com o transporte intermunicipal. Foram excluídas as ER em que a soma da receita dos meses de dezembro, janeiro e fevereiro foram superiores a 35% da receita anual

Além desses fatores, foram coletados e experimentados, mas não utilizados no modelo DEA que foi executado, as seguintes variáveis:

Despesa total média mensal, referente a 2003, era parte integrante do Levantamento/2004. Optou-se por não utilizá-lo pelo fato de a intenção, na época da coleta, ser de apenas balizar e identificar a ordem de grandeza desse fator, não tendo sido estabelecidos critérios específicos para a consideração das despesas.

Índice de avaliação pelo usuário – foi estudada a utilização da média das notas de 1 a 10 dadas pelo usuário à Pergunta P55, integrante do questionário da pesquisa de opinião pública junto aos usuários 2006.

Para obter o Índice de Avaliação pelo Usuário foi adotada a média das notas com valores de 1 a 10 dadas pelo usuário da Estação Rodoviária à Pergunta P5 da pesquisa de opinião pública junto ao usuário de estações rodoviárias realizada pela AGERGS em 2006. A pergunta constante no questionário aplicado a 1771 pessoas era: **“P5) De um modo geral, atribuindo uma nota de zero a dez, como você classifica a qualidade dos serviços prestados nesta estação rodoviária?”** De acordo com a metodologia adotada quando da contratação da pesquisa pela AGERGS, foi sorteado um grupo de 49 ER para serem aplicados os questionários. Portanto, a escolha por incluir esse fator como *output* nesse estudo, limitaria a quantidade de DMUs a 49, no máximo. No caso específico, ainda ficaria mais restrita a quantidade de DMUs pois das 49 estações rodoviárias com dados de pesquisa, apenas 27 possuíam simultaneamente todos os outros fatores a considerar. Ressalte-se que a pesquisa realizada em 2006 pela AGERGS não foi desenvolvida com o objetivo de obter a opinião dos usuários por rodoviária e, sim, de maneira geral no âmbito de todo o estado do Rio Grande do

Sul e pela classificação por categoria de estação rodoviária considerando diversos atributos característicos da adequada prestação do serviço concedido.

Seria importante para o estudo poder contar com uma das variáveis considerando a ótica do usuário, seja através de uma pesquisa de satisfação, seja através de estatísticas de reclamações pertinentes direcionadas à ouvidoria da AGERGS. Não tendo sido possível nesse momento, fica a sugestão de que seja incluído em estudos posteriores.

4.2 DEFINIÇÃO DAS DMUs

Atualmente, são 324 estações rodoviárias constando como cadastradas no DAER em seu site oficial. Deste universo, o Levantamento/2004 formou um banco de dados com os dados arquitetônicos de 313 ER, tendo enviado a todas estas questionários para serem respondidos por seus gerentes com dados cadastrais e operacionais. Em torno de 25% não responderam ao questionário, restando aproximadamente 220 estações rodoviárias com dados operacionais, como: fluxo de ônibus, número de passagens vendidas, número de linhas, receitas, despesas, etc. Dentre essas, foram selecionadas as estações rodoviárias que possuíam todos os dados escolhidos para aplicar o DEA. Com isso, ficou reduzido o universo de unidades, restando 93 estações rodoviárias. Foi constatado de que não haveria tempo hábil para se fazer novas considerações ou verificação de dados para ampliar esse número de DMUs neste estudo.

Foi criada uma codificação para as DMUs selecionadas, enumeradas de E-01 a E_93, para não se fazer a identificação das estações rodoviárias selecionadas para este estudo, tendo em vista que as informações utilizadas ainda não foram disponibilizadas integralmente ao público.

A tabela 2 a seguir reúne as 93 DMUs escolhidas e seus respectivos dados referentes aos 4 *inputs* e 3 *outputs*, sendo as DMUs localizadas na primeira coluna. Os *inputs* estão identificados com o sinal (-) à frente do nome-código e os *outputs*, com o sinal (+). Os dados da coluna identificada com “+desp” não foram utilizados na aplicação do DEA.

TABELA 2 - DMUs e valores dos *inputs* e *outputs* escolhidos

	-area	-hor	+desp	+pass	-box	+ief	+rec	-func
E_01	100	28	681	79806	1	0.52	1504	4
E_02	128	6	695	38599	3	0.52	941	1
E_03	95	18	425	17725	1	0.65	657	1
E_04	200	9	1939	78190	4	0.37	2786	2
E_05	50	14	1147	63841	1	0.09	2047	2
E_06	150	6	238	6450	2	0.55	291	4
E_07	92	15	1200	65395	1	0.52	1592	5
E_08	1968	112	22459	301797	16	0.33	23864	15
E_09	220	40	1605	9391	2	0.37	2920	1
E_10	487	11	2865	42432	1	0.31	3692	4
E_11	919	16	211	16639	2	0.72	509	2
E_12	551	11	593	65523	1	0.42	1572	1
E_13	100	13	982	32979	1	0.38	1417	2
E_14	130	2	53	7743	1	0.42	132	1
E_15	2226	79	15820	450218	14	0.52	23695	8
E_16	90	13	589	18192	1	0.52	1164	1
E_17	80	56	1100	49078	5	0.67	1626	1
E_18	309	11	753	16511	4	0.70	985	2
E_19	698	50	8528	377044	7	0.74	12838	6
E_20	3657	80	21436	301784	20	0.46	26232	14
E_21	56	14	1061	74134	3	0.37	1253	2
E_22	200	18	1497	35117	1	0.65	1220	2
E_23	96	34	5615	111579	1	0.48	6518	6
E_24	50	6	61	9206	1	0.40	296	1
E_25	160	67	2334	116197	1	0.62	3547	5
E_26	700	18	1123	51154	10	0.67	3533	2
E_27	2565	69	30694	345104	7	0.57	31219	18
E_28	319	19	240	14457	1	0.38	479	4
E_29	106	15	889	26896	1	0.55	571	1
E_30	414	78	3128	208076	9	0.44	8046	4
E_31	360	37	8084	189794	5	0.52	9271	5
E_32	100	15	383	16475	4	0.62	341	2
E_33	286	6	386	22867	2	0.28	860	2
E_34	2253	149	9123	212903	8	0.61	13143	9
E_35	1549	7	4576	166667	4	0.80	5369	6
E_36	130	61	4491	378098	1	0.42	6069	4
E_37	1300	74	8048	199496	10	0.40	16618	13
E_38	1188	29	2577	27021	6	0.55	4490	3
E_39	255	71	3522	122187	3	0.53	5895	3
E_40	1000	24	852	55169	1	0.47	1969	1
E_41	1625	40	5784	134295	10	0.58	7220	2
E_42	146	34	872	69493	1	0.48	2799	3
E_43	100	18	3480	144153	2	0.33	4013	2
E_44	538	132	30876	603635	10	0.48	50582	19
E_45	181	3	33113	22185	1	0.60	676	1
E_46	198	15	478	84250	1	0.13	14811	10
E_47	391	68	2631	103929	4	0.44	6547	7

(continua)

TABELA 2 - DMUs e valores dos *inputs* e *outputs* escolhidos (continuação)

	-area	-hor	+desp	+pass	-box	+ief	+rec	-func
E_48	55	22	1983	48948	2	0.43	2272	2
E_49	426	60	8374	187406	5	0.53	9363	7
E_50	680	14	3220	66718	2	0.47	3609	2
E_51	42	18	1020	25065	1	0.23	1009	3
E_52	40	14	534	32707	1	0.43	1018	1
E_53	100	52	5858	151247	5	0.48	7437	5
E_54	100	8	47	29408	3	0.85	185	1
E_55	2566	176	85824	736837	13	0.57	90396	37
E_56	7755	228	158701	1331488	22	0.68	139759	86
E_57	202	13	930	35498	2	0.67	1628	2
E_58	117	29	1206	125417	1	0.50	3648	1
E_59	260	25	6948	329631	2	0.50	12602	4
E_60	360	35	1154	47142	3	0.47	1293	3
E_61	176	11	379	26512	4	0.62	1465	2
E_62	162	7	2027	11622	1	0.52	2269	3
E_63	193	8	435	32892	4	0.28	819	1
E_64	600	20	3295	82093	3	0.58	5442	1
E_65	12677	178	151497	1118243	32	0.65	184909	63
E_66	449	42	7528	185313	5	0.26	10483	6
E_67	290	22	2524	68002	5	0.65	2910	3
E_68	153	43	3922	147348	1	0.24	5925	2
E_69	2519	236	12497	344481	10	0.68	15171	6
E_70	1130	55	13164	219746	7	0.53	18690	7
E_71	68	17	926	26874	2	0.23	1538	3
E_72	120	21	493	32332	2	0.37	3213	1
E_73	805	53	348	102035	5	0.15	2191	2
E_74	726	21	2600	77654	6	0.60	3404	4
E_75	523	54	2854	173268	6	0.51	6054	7
E_76	25	9	1257	29750	1	0.40	1478	1
E_77	440	58	2163	47943	5	0.72	2180	1
E_78	307	75	15168	278668	6	0.65	33500	10
E_79	100	10	238	4961	1	0.33	291	2
E_80	1482	35	6455	196992	10	0.51	17367	3
E_81	533	15	960	59718	3	0.67	1628	2
E_82	2100	160	13907	369425	11	0.68	16017	10
E_83	75	93	3735	118371	1	0.42	3013	4
E_84	586	22	3507	263408	6	0.64	5866	5
E_85	270	20	435	43329	1	0.53	1534	1
E_86	112	32	181	14919	1	0.53	468	2
E_87	360	18	757	11723	1	0.28	1530	1
E_88	172	13	210	10645	2	0.37	216	2
E_89	280	32	237	39880	2	0.37	1129	2
E_90	240	9	90	12911	4	0.63	489	1
E_91	216	132	1556	76078	4	0.53	2614	1
E_92	1503	42	14232	122516	10	0.73	14347	11
E_93	2362	50	24069	295707	11	0.54	31327	13

(fim da Tabela 2)

4.3 EXECUÇÃO DO MODELO

Para execução do modelo, foram escolhidas as seguintes opções: Modelo radial BCC e opção de retornos variáveis de escala e, para sua aplicação, foi utilizado o software Warwick DEA, versão 1.10, desenvolvido pela Universidade de Warwick, Reino Unido (WARWICK WINDOWS DEA, 1997).

Através da execução do modelo para as 93 DMUs selecionadas, foram gerados os resultados de eficiência relativa apresentados na Tabela 3.

TABELA 3 – Eficiência Relativa de 93 Estações Rodoviárias do RS

Variable returns to scale used
Table of efficiencies (radial)

32.69 E_75	33.33 E_60	34.33 E_47
39.97 E_74	40.38 E_37	43.39 E_49
44.21 E_34	44.34 E_38	45.28 E_08
50.00 E_89	50.00 E_88	50.00 E_73
50.13 E_71	50.47 E_67	50.89 E-20
54.13 E_92	54.80 E_18	55.29 E_66
55.66 E_33	56.97 E_39	58.33 E_30
60.56 E_31	61.57 E_81	61.67 E_32
63.81 E_82	64.28 E_26	66.23 E_61
71.21 E_48	72.77 E_70	75.18 E_50
75.41 E_27	75.44 E_06	79.43 E_57
79.59 E_93	80.49 E_04	85.59 E_41
86.05 E_11	92.50 E_21	95.34 E_69
99.83 E_53	100.00 E_90	100.00 E_77
100.00 E_01	100.00 E_28	100.00 E_40
100.00 E_83	100.00 E_10	100.00 E_45
100.00 E_29	100.00 E_42	100.00 E_02
100.00 E_03	100.00 E_05	100.00 E_07
100.00 E_09	100.00 E_12	100.00 E_13
100.00 E_14	100.00 E_15	100.00 E_16
100.00 E_17	100.00 E_19	100.00 E_22
100.00 E_23	100.00 E_24	100.00 E_25
100.00 E_35	100.00 E_36	100.00 E_43
100.00 E_44	100.00 E_46	100.00 E_51
100.00 E_52	100.00 E_54	100.00 E_55
100.00 E_56	100.00 E_58	100.00 E_59
100.00 E_62	100.00 E_63	100.00 E_64
100.00 E_65	100.00 E_68	100.00 E_72
100.00 E_76	100.00 E_78	100.00 E_79
100.00 E_80	100.00 E_84	100.00 E_85
100.00 E_86	100.00 E_87	100.00 E_91

4.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A eficiência relativa das estações rodoviárias, mostrou-se bastante heterogênea. A menor eficiência relativa foi de 32,69%, um percentual que indica um mau desempenho e garante pode haver melhora na eficiência desta concessionária.

Analisando-se o Gráfico 1, a seguir, que apresenta a distribuição de frequência das eficiências relativas, observa-se que 56,99% das estações rodoviárias foram consideradas 100% eficientes relativamente ao conjunto.

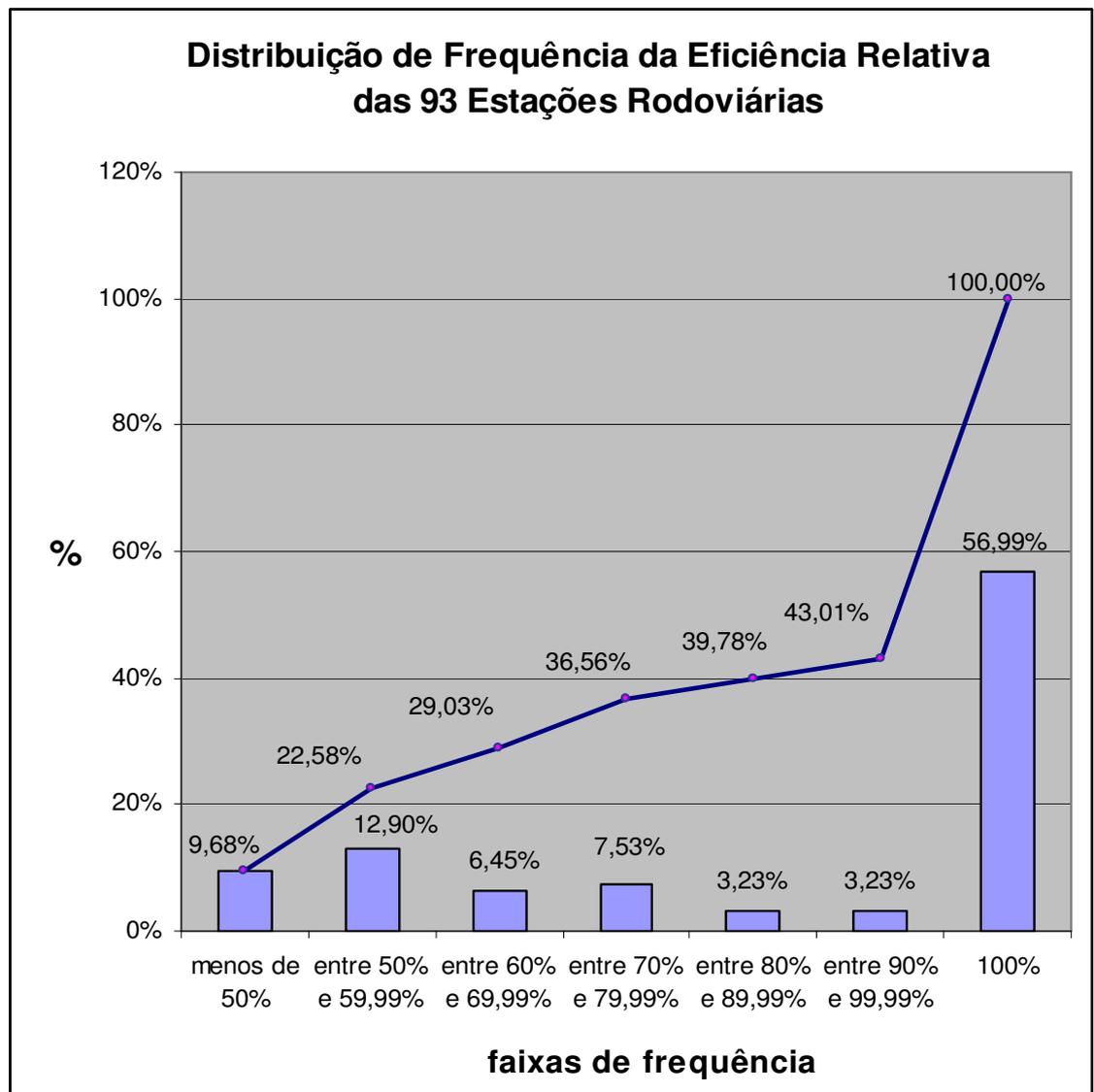


Gráfico 1 – Distribuição de Frequência da Eficiência Relativa de 93 Estações Rodoviárias/RS

A aplicação da técnica DEA permite ir além da obtenção da eficiência relativa de cada unidade, possibilitando o acesso a outras informações de interesse. É possível saber, para aquelas concessionárias consideradas ineficientes, quais os valores de cada um dos *inputs* e *outputs* que permitiriam essa concessionária ser eficiente. Assim, pode-se determinar metas para os diferentes fatores ou variáveis e, ainda, saber as estações rodoviárias consideradas eficientes utilizadas na combinação linear do grupo de referência de cada uma das unidades classificadas como ineficientes relativamente ao conjunto deste estudo.

TABELA 4 – RESUMO DOS RESULTADOS

Quantidade de DMUs	Eficiência Mínima	Eficiência Máxima	Quantidade DMUs ineficientes	% DMUs ineficientes	DMUs mais ineficientes	DMUs mais utilizadas como referência
93	32,69	99,83	40	43,01%	33, 39, 30, 31	45, 59, 76, 54

Do total das 93 estações rodoviárias, selecionadas dentre as 324 cadastradas no DAER atualmente, 63,44% obtiveram mais de 80% de eficiência relativa com relação ao conjunto e 90,32% delas obtiveram entre 50 e 100%.

Foram consideradas ineficientes relativamente ao conjunto 43,01 % das DMUs selecionadas.

A seguir, é apresentado, para exemplificar, o resultado de uma das estações rodoviárias que não alcançou a eficiência relativa de 100%, associado às suas metas mais relevantes para os fatores de *input* e de *output*.

O Quadro 1, obtido com a aplicação do *w_dea* para a estação rodoviária denominada E_75, considerada a mais ineficiente (32,69%) em relação ao conjunto de estações rodoviárias considerado, traz uma tabela de metas indicadas à esta DMU para que oriente suas ações em direção de uma maior eficiência. As metas propostas à E_75 indicam que possui uma área construída superdimensionada em relação ao conjunto de estações rodoviárias, podendo atingir a eficiência relativa de 100%, se reduzisse sua área atual em 67,30% (de 523m² para 170,9m²). Certamente, não há sentido em imaginar-se que serão excluídos dois terços da área existente, mas o resultado indica que deve haver grande ociosidade na utilização desse recurso. Há a possibilidade de que parte da área existente possa receber outras destinações sem comprometer a adequada operacionalização dos serviços;

Do mesmo modo, para ser considerada eficiente, teria que reduzir o número de boxes de 06 para 02 e o número de funcionários de 07 para 2,3. Tais metas indicam que há um grande espaço para melhoria da sua eficiência, através de comparações e adoção de práticas das unidades semelhantes utilizadas na combinação formada pelo grupo de referência que obtém resultados significativamente melhores;

As Estações Rodoviárias E_02, E_45, E_54, E_58, E_59 e E_76 foram as seis DMUs que formaram a melhor combinação de grupo de referência para unidade E_75 e que contribuíram para a indicação de metas para cada um dos fatores analisados, conforme apresentado no Quadro 2.

Table of target values

Targets for Unit E_75 efficiency 32.69% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-AREA	523.0	170.9	67.3%	32.7%
-HOR	54.0	17.7	67.3%	32.7%
-BOX	6.0	2.0	67.3%	32.7%
-FUNC	7.0	2.3	67.3%	32.7%
+PASS	173268.0	173268.0	0.0%	100.0%
+IEF	0.5	0.5	0.0%	100.0%
+REC	6054.0	6345.3	4.8%	95.4%

Quadro 1 – Metas indicadas à Estação Rodoviária E_75

Table of peer units

Peers for Unit E_75 efficiency 32.69% radial

Peers 1 to 4 out of 6 for target E_75

E_75		E_02	E_45	E_54	E_58
ACTUAL	LAMBDA	0.225	0.040	0.041	0.137
523.0	-AREA	28.8	7.2	4.1	16.0
54.0	-HOR	1.4	0.1	0.3	4.0
6.0	-BOX	0.7	0.0	0.1	0.1
7.0	-FUNC	0.2	0.0	0.0	0.1
173268.0	+PASS	8685.4	884.8	1202.8	17159.0
0.5	+IEF	0.1	0.0	0.0	0.1
6054.0	+REC	211.7	27.0	7.6	499.1

Peers 5 to 6 out of 6 for target E_75

E_75		E_59	E_76
ACTUAL	LAMBDA	0.429	0.128
523.0	-AREA	111.6	3.2
54.0	-HOR	10.7	1.2
6.0	-BOX	0.9	0.1
7.0	-FUNC	1.7	0.1
173268.0	+PASS	141526.9	3809.1
0.5	+IEF	0.2	0.1
6054.0	+REC	5410.7	189.2

Quadro 2 – Grupo de Referência para Estação Rodoviária E_75

Ainda, na análise dos valores de referência para a ER_75 (mantendo o nível de passagens vendidas ao ano e o IEF e acrescentando em 4,8% o nível de receita média mensal)

A consideração de diminuição do índice de atendimento a parâmetros mínimos (IEF) não tem sentido prático. É exigido e deseja-se que a ER atenda à totalidade dos itens da norma e essa meta não deve ser contingenciada. Esse item, pode ser interpretado como um indício de que a norma e/ou o índice estejam exigindo metas com ponderações inadequadas ao modo de operacionalização do sistema e desalinhado a seus objetivos.

O Gráfico 2 mostra o número de vezes que cada estação rodoviária considerada eficiente fez parte do grupo de referência das empresas avaliadas como ineficientes. Mais alta será a oportunidade de uma unidade ser considerada excelente, quanto maior for a frequência que uma unidade apareça no grupo de referência.

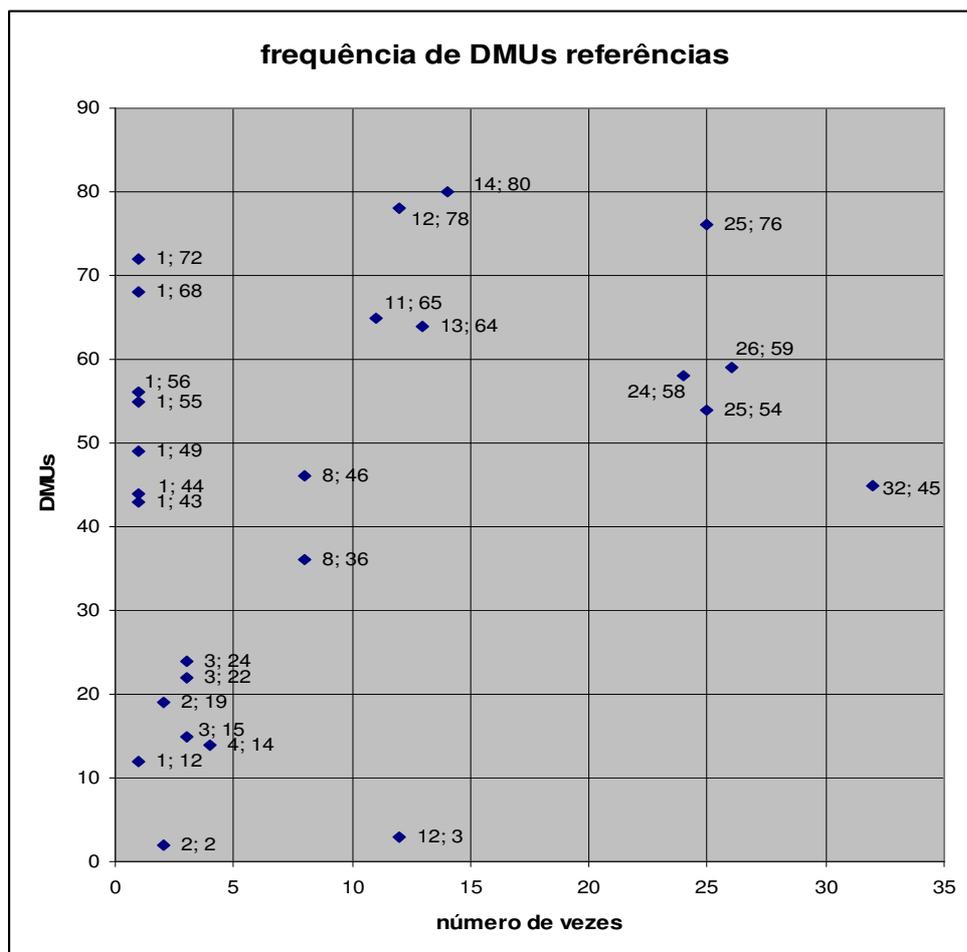


Gráfico 2 – frequência de DMUs no conjunto de referência

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O trabalho se propôs à aplicação do método da Análise Envoltória de Dados – DEA para auxiliar na identificação e seleção de fatores que permitissem avaliar a eficiência relativa das Estações Rodoviárias integrantes do sistema de transporte intermunicipal de passageiros do Estado do Rio Grande do Sul, utilizando dados do levantamento para diagnóstico do setor feito em 2004 pela AGERGS.

O objetivo principal deste trabalho foi alcançado ao medir a eficiência relativa de um conjunto formado por 93 Estações Rodoviárias do Rio Grande do Sul, através da técnica DEA e utilizando basicamente dados obtidos pela AGERGS diretamente junto às concessionárias no Levantamento/2004.

Do total das 93 estações rodoviárias selecionadas dentre as 324 cadastradas no DAER atualmente e que se possuíam os dados necessários para os fatores definidos, 63,44% obtiveram mais de 80% de eficiência relativa com relação ao conjunto e 90,32% delas obtiveram entre 50 e 100% de eficiência relativamente ao conjunto estudado.

Foram consideradas ineficientes relativamente ao conjunto 43,01 % das DMUs selecionadas, 40 unidades das 93, e os escores variaram de um mínimo de 32,69% a um máximo de 99,83% para o conjunto de estações rodoviárias e para os fatores selecionados.

Entre as unidades consideradas eficientes que mais contribuíram para a formação dos grupos de referência que indicaram as metas para cada um dos fatores das consideradas ineficientes, 4 apareceram entre 25 e 32 vezes, podendo ser consideradas referências excelentes.

Da análise da aplicação do DEA nesse caso, concluiu-se que é uma técnica que pode ser usada com grande utilidade e importância para orientar as atividades de regulação na área de estações rodoviárias, apesar das dificuldades existentes enfrentadas com a não inclusão de DMUs na coleta e seleção dos dados, pois permite identificar potenciais de melhoria da eficiência comparando às melhores práticas vigentes das melhores DMUs utilizadas como referência. A partir deste primeiro estudo já se pode orientar melhor, com mais objetividade, as próximas coletas de dados.

Permite identificar focos de necessidades de estudos e análises mais aprofundados, servindo de ferramenta para a administração do negócio focar o seu planejamento no incremento das variáveis menos desenvolvidas desta análise.

Recomenda-se que, para próximos trabalhos na AGERGS, seja revista a base de dados com a padronização dos critérios para consideração de área construída utilizada para as atividades de estação rodoviária e como ponderar as áreas de atividades associadas (bares, lojas, centro comercial, sanitários pagos, etc), consideração das receitas e despesas desagregados, identificar índices de satisfação do usuário mais significativos e validados estatisticamente individualmente por estação rodoviária, analisar a possibilidade de utilizar dados de reclamações dos usuários.

Sugere-se que esse estudo seja repetido com a base de dados readequada e ampliada, para selecionar com mais propriedade os *inputs* e *outputs* mais significativos para uma sistematização da análise da eficiência de todas concessionárias de estação rodoviária no Rio Grande do Sul.

REFERÊNCIAS

- _____. Lei Estadual nº 10.931 de 9 de janeiro de 1997. Cria a Agência Estadual de Regulação dos Serviços Públicos Delegados do Rio Grande do Sul - AGERGS e dá outras providências. (atualizada com as alterações dadas pela Lei n.º 11.292 de 23 de dezembro de 1998.). In: **Diário Oficial do Estado**, Porto Alegre, 9 mar 1997.
- ANTUNES, Marco A.; SILVA, Ricardo P.; A experiência da AGERGS na regulação das Estações Rodoviárias. **Marco Regulatório**, nº 7, p. 7-18, 2004
- BANDEIRA, D.L., BECKER, J.L., BORENSTEIN, D.; Eficiência relativa dos departamentos da UFRGS utilizando DEA. **RECITEC**, Recife, v.5, n.1, p.11.6-143, 2001
- BANKER, R.D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, v. 30, p. 1078-1092, 1984.
- CHARNES, A.; COOPER, W.W. Preface to topics in Data Envelopment Analysis. **Annals of Operations Research 2**, p.59-94, 1985.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the Efficiency of Decision Making Units. **European Journal Of Operational Research**. v. 2, n. 6, 429-444. 1978.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; LEWIN, A. Y.; SEIFORD, L. M. **Data Envelopment Analysis**. 2. ed. Boston: KAP, 1994.
- FARREL, M. J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistic Society**. series A, part 3, p. 253-290, 1957.
- LINDAU, L.A.; COSTA,M.B.B.; SOUSA, F.B.B. Em busca do *benckmark* da produtividade de operadores urbanos de ônibus. In: **Transportes: experiências em rede**. p. 199-221, 2001.
- PAIVA JR, H. **Avaliação de desempenho de ferrovias utilizando a abordagem integrada DEA/AHP**. Campinas. 178p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil. Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, 2000.
- LINS, M.; GONÇALVES, A.; GOMES, E.; SILVA, A. **.Avaliação de desempenho do programa de saúde bucal da prefeitura da cidade do Rio de Janeiro**. UFRJ. Rio de Janeiro, 2002.
- MARIANO,E.B; ALMEIDA M.R; REBELATTO D.A.N. Peculiaridades da Análise por Envoltória de Dados. **XII SIMPEP** – Bauru, SP,2006.
- MARINHO, A. Estudo da eficiência em alguns hospitais públicos e privados com a geração de rankings. **Textos para Discussão - IPEA**. n. 794, 17 p., 2001.
- MARINHO, A. Avaliação da eficiência técnica nos serviços de saúde dos municípios do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Economia**. v. 57, n. 3, p. 515-534, 2003.

SOARES DE MELLO, J.C.C.B; MEZA, L.A.; GOMES, E.G.; BIONI NETO, L. .Curso de Análise de Envoltória de Dados. **In: Anais XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (SBPO)**. Gramado, RS, 2005.

SPENDOLINI, M.J. **Benchmarking**. São Paulo: Makron Books, 1993.

RIOS, L. R., MAÇADA, A. C. M.; BECKER, J. L. Modelo de decisão para o planejamento da capacidade nos terminais de containers. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., 2003, Ouro Preto, MG. **Anais do XXIII ENEGEP**. Ouro Preto, 2003.

SOARES DE MELLO, J. C. *et al.* Análise de envoltória de dados no estudo da eficiência e dos *benchmark* para companhias aéreas brasileiras. **Pesquisa Operacional**. v. 23, n. 2, p. 325-345, 2003.

SLACK, N., CHAMBERS, S., HARLAND, C., HARRISON, A. e JOHNSTON, R. **Administração de Produção**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2002.