

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO
Programa de Pós-Graduação em Administração

Leopoldo Antônio Schultz d'Ávila

**Análise da Eficiência nos Pólos Rodoviários sob
Concessão no Estado do Rio Grande do Sul**

Porto Alegre

2007

Leopoldo Antônio Schultz d'Ávila

Análise da Eficiência nos Pólos Rodoviários sob Concessão no Estado do 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. Dr. Denis Borenstein

Porto Alegre
2007

Leopoldo Antônio Schultz d'Ávila

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA NOS PÓLOS RODOVIÁRIOS SOB
CONCESSÃO NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

Conceito final:

Aprovado em dede.....

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. – UFRGS

Prof. Dr. – UFRGS

Prof. Dr. – UFRGS

Orientador – Prof. Dr. Denis Borenstein– UFRGS

Agradecimentos

Agradeço a todos que me apoiaram ao longo desta jornada, em especial:

À Agência Estadual de Regulação (AGERGS) por oportunizar a participação neste curso e a realização deste trabalho;

Ao TCE pela política de investimento na qualificação de seu corpo funcional;

Ao Prof. Dr. Denis Borenstein pela sua orientação sempre com entusiasmo e estímulo para elaboração deste trabalho;

A todos os colegas do TCE pelo apoio e troca de experiências;

À minha família pela compreensão e carinho nos momentos difíceis.

Sumário

Lista de Figuras.....	i
Lista de Quadros.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 O PROGRAMA DE CONCESSÕES RODOVIÁRIAS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL	4
2.1 A QUESTÃO MOTIVADORA DO ESTUDO.....	12
2.2 OBJETIVOS	12
2.3 IMPORTÂNCIA DO ESTUDO	13
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3.1 EFICIÊNCIA	14
3.2 MEDIDAS DA EFICIÊNCIA	14
3.3 A DEFINIÇÃO DAS DMUs.....	17
3.3.1 Os Indicadores inputs e outputs	18
3.4 A FRONTEIRA DE EFICIÊNCIA E A AVALIAÇÕES DA EFICIÊNCIA	19
4 MÉTODO.....	22
5 MODELO DEA DESENVOLVIDO.....	24
5.1 DEFINIÇÃO DA VARIÁVEIS DE “INPUT” E “OUTPUT”	25
5.2 RESULTADOS	27
5.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS.....	30
5.3.2 Análise para as DMUs B	32
5.3.3 Análise para as DMUs C.....	34
5.3.4 Análise para as DMUs D	35
5.3.5 Análise para as DMUs E	37
5.3.6 Análise para as DMUs F	39
5.3.7 Análise para as DMUs G.....	41
5.4 SUMÁRIO DOS RESULTADOS	43
5.5 VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS	46
CONCLUSÃO.....	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXO 1 - INDICADORES.....	55
ANEXO 2 – ARQ. LOG.....	56
ANEXO 3- EFICIÊNCIAS MÉDIAS.....	63

Lista de Figuras

Figura 2.1 - mapa de localização do Pólo Rodoviário Metropolitano	5
Figura 2.2 - mapa de localização do Pólo Rodoviário de Caxias do Sul	6
Figura 2.3 - mapa de localização do Pólo Rodoviário de Vacaria	7
Figura 2.4 - mapa de localização do Pólo Rodoviário de Gramado	8
Figura 2.5 - mapa de localização do Pólo Rodoviário de Carazinho	9
Figura 2.6 - mapa de localização do Pólo Rodoviário de Santa Cruz do Sul	10
Figura 2.7 - mapa de localização do Pólo Rodoviário de Lajeado	11
Figura 3.4.1 - fronteira de eficiência	20
Figura 5.2.1 – Eficiências Relativas das DMUs	28
Figura 5.3.1.1 – DMUs A meta para o input número de acidentes/100 mil veículos	30
Figura 5.3.1.2 - DMUs A meta para o input tarifa média	31
Figura 5.3.1.3 – DMUs A meta para o input tráfego por 100 mil veículos	31
Figura 5.3.2.1 – DMUs B meta para o input número de acidentes por 100 mil veículos	32
Figura 5.3.2.2 – DMUs B meta para o input tarifa média	33
Figura 5.3.2.3 – DMUs B meta para o input tráfego por 100 mil veículos	33
Figura 5.3.3.1 – DMUs C meta para o input número de acidentes por 100 mil veículos	34
Figura 5.3.3.2 – DMUs C meta para o input tarifa média	34
Figura 5.3.3.3 – DMUs C meta para o input tráfego por 100mil veículos	35
Figura 5.3.4.1 – DMUs D meta para o input número de acidentes por 100 mil veículos	36
Figura 5.3.4.2 – DMUs D meta para o input tarifa média	36
Figura 5.3.4.3 – DMUs D meta para o input tráfego por 100 veículos	37
Figura 5.3.5.1 – DMUs E meta para o input número de acidentes/100 mil veículos	38
Figura 5.3.5.2 –DMUs E meta para oinput tarifa média	38
Figura 5.3.5.3 – DMUs E meta para o input tráfego por 100 mil veículos	39
Figura 5.3.6.1 – DMUs F meta para o input número de acidentes por 100 mil veículos	40
Figura 5.3.6.2 – DMUs F meta para o input tarifa média	40
Figura 5.3.6.3 – DMUs F meta para o input tráfego por 100 mil veículos	41
Figura 5.3.7.1 – DMUs G meta para o input número de acidentes por 100 mil veículos	42
Figura 5.3.7.2 – DMUs G meta para o input tarifa média	42
Figura 5.3.7.3 – DMUs G meta para o input tráfego por 100 mil veículos	43
Figura 5.4.1 – eficiência relativa média das DMUs para o período 2005-2006	44
Figura 5.4.2 - número de acidente por 100 mil veículos	44
Figura 5.4.3 - tarifa média (R\$/veículo)	45
Figura 5.4.4 - tráfego passante por 100 mil veículos	45
Figura 5.5.1 - comparativo IQP x eficiência relativa DEA	47
Figura 5.5.2 - comparativo pesquisa de satisfação DAER x eficiência relativa DEA	48

Lista de Quadros

Quadro 2.1 - trechos e rodovias do Pólo Metropolitano	5
Quadro 2.2 - trechos e rodovias do pólo de Caxias do Sul	6
Quadro 2.3 - trechos e rodovias do Pólo de Vacaria	7
Quadro 2.4 – trechos e rodovias do Pólo de Gramado	8
Quadro 2.5 - trechos e rodovias do pólo de Carazinho	9
Quadro 2.6 – trechos e rodovias do pólo de Santa Cruz do Sul	10
Quadro 2.7 – trechos e rodovias do Pólo de Lajeado	11
Quadro 5.1 – codificação das DMUs	25
Quadro 5.2 – relação de inputs e outputs	25
Quadro 5.1.1 – indicadores inputs e outputs	27
Quadro 5.2.1 – Relação das Eficiências Relativas	28
Quadro 5.2.2 – Benchmarks para DMUs ineficientes	29

RESUMO

A derrocada do modelo público de financiamento da implantação e manutenção da malha rodoviária levou necessidade de contar com recursos do setor privado para suprir esta carência. Estes serviços embora concedidos, permanecem como serviços públicos prestados por terceiros, mediante cobrança de tarifas dos usuários. A prestação destes serviços, agora cobrados diretamente dos usuários, precisa ser monitorada e avaliada, em cumprimento de dispositivos contratuais e em defesa da sociedade. O principal objetivo proposto neste trabalho é efetuar uma avaliação da eficiência das Concessões de Rodovias no Estado do Rio Grande do Sul. Isto foi levado a efeito pelo emprego da técnica da Análise Envoltória de Dados – DEA. Foram empregados conjuntos de dados referentes aos anos de 2005 e 2006. Para fatores de input foram considerados o número de veículos pagantes em 100 mil unidades, a tarifa média e o número de ocorrências de acidentes por 100 mil veículos pagantes. Como output adotou-se o valor total aplicado no conjunto de rodovias constituintes dos Pólos Rodoviários. Como tentativa de aferir a pertinência dos resultados obtidos valeu-se de duas avaliações efetuadas, em 2005 pela AGERGS e em 2006 pelo DAER, sobre os serviços prestados pelas empresas concessionárias, que foram comparados aos resultados obtidos neste trabalho.

ABSTRACT

The overthrow of the public model of financing of the implantation and maintenance of the road mesh took need to count with resources of the private section to supply this lack. These services although granted, they stay as public services rendered by third, by collection of the users' tariffs. The installment of these services, now collected directly of the users, they need to be monitored and appraised, in execution of contractual devices and in defense of the society. The main objective proposed in this work is to make an evaluation of the efficiency of the Concessions of Highways in the State of Rio Grande do Sul. This was taken to effect by the job of the technique of the Data Envelopment Analysis, DEA. Were used sets of data regarding the years of 2005 and 2006. For input factors they were considered the number of paying vehicles in 100 thousand units, the medium tariff and the number of occurrences of accidents for 100 thousand paying vehicles. As output it was adopted the applied total value in the group of constituent highways of the Road Poles. As attempt of checking the pertinence of the obtained results was been worth of two made evaluations, in 2005 for AGERGS and in 2006 for DAER, on the services rendered by the concessionary companies, that were compared to the results obtained in this work.

1 INTRODUÇÃO

A crescente industrialização e urbanização a partir dos anos pós-guerra levaram o país a um forte desenvolvimento no setor rodoviário. Neste cenário, passou a despontar o modal rodoviário para o transporte de cargas e passageiros em detrimento do modal ferroviário predominante até então.

Para estimular e sustentar o crescimento desta indústria nascente o governo investiu fortemente na implantação de rodovias interligando os centros produtores e consumidores. O financiamento destes investimentos deu-se através de impostos sobre a propriedade de veículos, e sobre consumo de bens e serviços complementares às rodovias. Este mecanismo de financiamento funcionou satisfatoriamente, apresentando bons resultados e dotando o país de uma boa malha rodoviária e promovendo a integração do País.

A derrocada do modelo público de financiamento da implantação e manutenção da malha rodoviária deu-se inicialmente com a gradativa aplicação destes recursos em finalidades diversas àquelas para a que foram criados, o ponto final neste modo de financiamento do setor rodoviário deu-se com o fim da vinculação entre receita e despesa, estabelecida, com a Constituição de 1988. Passou-se então o final da década de 80 e os anos noventa com a aplicação de poucos investimentos na manutenção e conservação rodoviária. Isto levou o sistema rodoviário nacional à beira do colapso. A crise fiscal do Estado a partir dos anos noventa foi também fator limitante à alocação dos recursos necessários à recuperação da malha rodoviária nacional.

Diante deste cenário de exaustão do modelo do Estado como financiador e frente às crescentes necessidades de investimento para manter o crescimento econômico do país, ganha força a possibilidade de contar com recursos do setor privado para suprir esta carência.

Esta nova tendência começa a tomar forma com o Programa de Concessão de Rodovias Federais – PROCEFE, cuja finalidade era conceder à iniciativa privada a exploração econômica de aproximadamente 25% da malha federal pavimentada. Inicialmente foi concedida uma extensão de 856km em cinco trechos de rodovias em quatro estados – Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul. A segunda etapa deste programa ainda não foi implementada.

Através da Lei 9.277/96 foram assinados convênios de delegação de trechos de rodovias federais com os estados, cujo objetivo era integrar programas estaduais de concessão.

Com base na Lei Federal no. 10086, de 24 de janeiro de 1994 e na Lei Estadual nº. 8907, de fevereiro de 1995 que dispunham sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos, o Estado do Rio Grande do Sul através do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER) concebeu e modelou o Programa Estadual de Concessão Rodoviária. Neste programa foram contemplados entre outros quesitos, modelo licitatório, prazos e valores da concessão e a malha rodoviária que fazia parte deste programa. Surgindo daí o conceito de Pólo Rodoviário de Concessão, como elemento que proporcionaria viabilidade econômica ao projeto.

Nove Pólos Rodoviários foram estabelecidos, com Lei Estadual específica para cada um deles. Os Pólos Rodoviários são constituídos de rodovias principais, com grande fluxo de veículos, nestas foram implantadas as praças de cobrança de pedágio, e rodovias de tráfego menos intenso. Embora não contribuam para a arrecadação também fazem parte do Pólo, devendo também receber serviços de manutenção, conservação e investimentos por parte da concessionária.

Sete Pólos Rodoviários tiveram seu processo concluído, obtendo permissão para cobrança de pedágios a partir de dezembro de 1998. Dois Pólos, enfrentaram contestações na sua implantação que impediram a sua entrada em operação e a respectiva cobrança nas praças de pedágios. Isto levou o Estado à denúncia do convênio de delegação das rodovias federais pertencentes àqueles pólos.

O crescimento dos índices de correção das tarifas dos pedágios em índices superiores à variação da renda dos consumidores gerou severos questionamentos por parte da sociedade em geral. Isto, aliado a um relativo comportamento oportunista do governo, oportunizou o não cumprimento dos termos contratuais de reajustamentos nos termos em que estavam estabelecidos. Como consequência foi gerada uma certa perda de credibilidade no programa e levou as Concessionárias a ações judiciais contra o Estado.

A solução deste impasse deu-se por meio de um aditamento contratual, Termo Aditivo nº. 1, formalizado através de Leis autorizativas específicas para cada Pólo Rodoviário. Este aditamento contratual contemplou uma alteração no montante físico-financeiro dos investimentos, operação e demais despesas pertinentes à concessão, também foi estabelecido um Cronograma para a recuperação dos reajustes não concedidos e uma alteração na cobrança, estabelecendo a bi-direcionalidade. Com estas adequações as Concessionárias

firmaram a desistência dos pleitos ajuizados contra o Estado do Rio Grande do Sul. As alterações efetuadas levaram a uma adequação do Projeto Básico de Exploração e do Projeto de Engenharia Econômica, com vistas a atender os termos aditamento contratual firmado e ao ajustamento à adoção de novas tecnologias.

Com transferência da conservação e manutenção das rodovias para a iniciativa privada sob a forma de concessão e com a cíclica contestação às concessões, por parte de entidades ligadas aos usuários e consumidores, nas épocas de reajuste tarifário percebe-se uma lacuna na forma de avaliação da efetividade e eficiência do Programa de Concessões Rodoviárias no Estado que possa validar ou não com base em informações concretas, a eficiência deste modelo.

Este trabalho busca proporcionar um modelo para a avaliação da eficiência das Concessionárias de Rodovias através da aplicação da técnica da Análise Envoltória de Dados – DEA, desenvolvido por A. Charnes e W.W. Cooper, como forma de enriquecer este debate.

A importância do estudo prende-se a uma relativa inovação na forma de se avaliar a prestação de serviço público e à possibilidade de disponibilizar um único índice, de eficiência, como parâmetro que possa refletir a avaliação de eficiência relativa dos pólos concedidos

O presente estudo está estruturado em 6 capítulos, que conduzirão da situação problema motivadora do estudo, em que são relatados os objetivos a serem atingidos e uma breve justificativa da importância do tema. Na revisão de literatura serão referidas experiências na aplicação da ferramenta DEA. Os capítulos quarto e quinto apresentarão o método aplicado, o desenvolvimento do modelo DEA, a análise e validação dos resultados. Finalmente encerrando o trabalho apresentar-se-ão as conclusões obtidas a partir da análise proposta.

2 O PROGRAMA DE CONCESSÕES RODOVIÁRIAS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Neste capítulo será conhecido o universo ao qual este método será aplicado.

O Programa Estadual de Concessões Rodoviárias – PECR-, no Rio Grande do Sul, é uma decorrência natural da nova tendência começa a tomar forma com o Programa de Concessão de Rodovias Federais – PROCEFE, cuja finalidade era conceder à iniciativa privada a exploração econômica de aproximadamente 25% da malha federal pavimentada. Cujos origens mais remotas seriam a mudança de foco da ação do Estado, que a partir dos anos 90 acelera o movimento de redirecionamento da aplicação de seus recursos para áreas onde sua presença se faz mais premente. Fator decisivo para esta reorientação das ações, além das pressões dos organismos internacionais, Banco Mundial, Consenso de Washington, etc foi a extinção dos impostos vinculados a partir da nova Carta Magna de 1988. Ao implantar o seu Programa Estadual de Concessões Rodoviárias – PECR- o Estado do Rio Grande do Sul já contava com a experiência do Programa de Pedágios Sob Administração Direta, implantado a partir de 1992.

Com base na Lei Federal no. 10086, de 24 de janeiro de 1994 e na Lei Estadual no. 8907, de fevereiro de 1995 que dispunham sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos, o Estado do Rio Grande do Sul através do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem concebeu e modelou o Programa Estadual de Concessão Rodoviária - PECR. Neste programa foram contemplados entre outros quesitos, modelo licitatório, prazos e valores da concessão e a malha rodoviária que fazia parte deste programa. Surgindo daí o conceito de Pólo Rodoviário de Concessão, como elemento que proporcionaria viabilidade econômica ao projeto.

O processo foi concluído e implementado para sete pólos dos nove inicialmente propostos, com permissão para o início da cobrança de pedágios a partir de dezembro de 1998.

Os sete pólos rodoviários em operação, que respondem pela conservação, manutenção e investimentos em 1.741¹km de rodovias no Estado do Rio Grande do Sul², estão relacionados na seqüência:

¹ Há uma pequena divergência quanto a extensão total em informações colhidas no próprio portal do DAER (www.daer.rs.gov.br).

² Neste total estão incluídas rodovias federais cujas responsabilidades de operação/manutenção foram

PÓLO RODOVIÁRIO METROPOLITANO – CONCESSIONÁRIA: METROVIAS S/A –
CONCESSIONÁRIA DE RODOVIAS

Trechos e Rodovias	Extensão (km)
BR/153 – entroncamento BR/290 - entroncamento BR/392	26,00*
BR/116 – Guaíba – Camaquã	98,00*
BR/290 – Eldorado do Sul – Pântano Grande	112,00*
BR/290 – Pântano Grande - entroncamento BR/392	93,00*
RS/030 – Gravataí – Osório	74,00
RS/040 – Viamão – Pinhal	83,00
RS/786 - entroncamento RS/040 – Cidreira	14,92
RS/474 - entroncamento RS/239 - entroncamento Rs/030	35,00
Extensão Total (km)	535,92

Quadro 2.1 - trechos e rodovias do Pólo Metropolitano

Fonte www.daer.rs.gov.br, acesso em 16/07/2007 - *trechos de rodovias federais

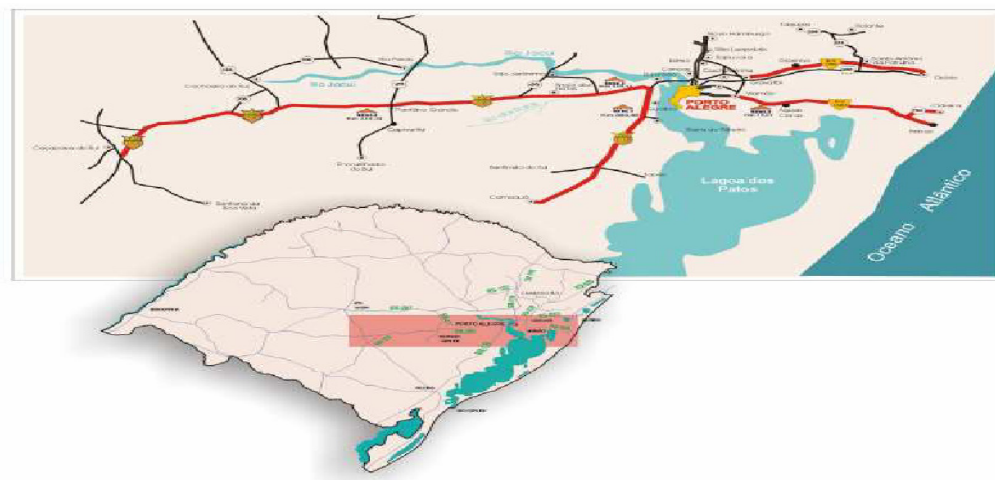


Figura 2.1 - mapa de localização do Pólo Rodoviário Metropolitano

Fonte www.daer.rs.gov.br, acessado em 16/07/2007

PÓLO RODOVIÁRIO DE VACARIA – CONCESSIONÁRIA:RODOSUL S/A –
CONCESSIONÁRIA DE RODOVIAS

Trechos e Rodovias	Extensão (km)
BR/285 – Vacaria – Lagoa Vermelha	59,10*
BR/116 – Vacaria – divisa c/ Sta. Catarina	35,32*
BR/116 – Vacaria – Campestre da Serra	38,24
Extensão Total (km)	132,66

Quadro 2.3 - trechos e rodovias do Pólo de Vacaria

Fonte: www.daer.rs.gov.br acesso em 16/07/2007 - *trechos de rodovias federais



Figura 2.3 - mapa de localização do Pólo Rodoviário de Vacaria

Fonte: www.daer.rs.gov.br acesso em 16/07/2007

PÓLO RODOVIÁRIO DE GRAMADO – CONCESSIONÁRIA: BRITA S/A –
CONCESSIONÁRIA DE RODOVIAS

Trechos e Rodovias	Extensão (km)
RS/115 – Gramado – Taquara	36,27
RS/235 – Gramado Nova Petrópolis	27,44
RS/235 – Gramado – Canela	5,90
RS/235 – Canela - São Francisco de Paula	27,14
RS/235 – Contorno de São Francisco de Paula	6,38
RS/466 – Canela - Caracol	7,24
RS/020 - São Francisco de Paula - Taquara	21,60
Extensão Total (km)	131,97

Quadro 2.4 – trechos e rodovias do Pólo de Gramado

Fonte: www.daer.rs.gov.br – acesso em 16/07/2007

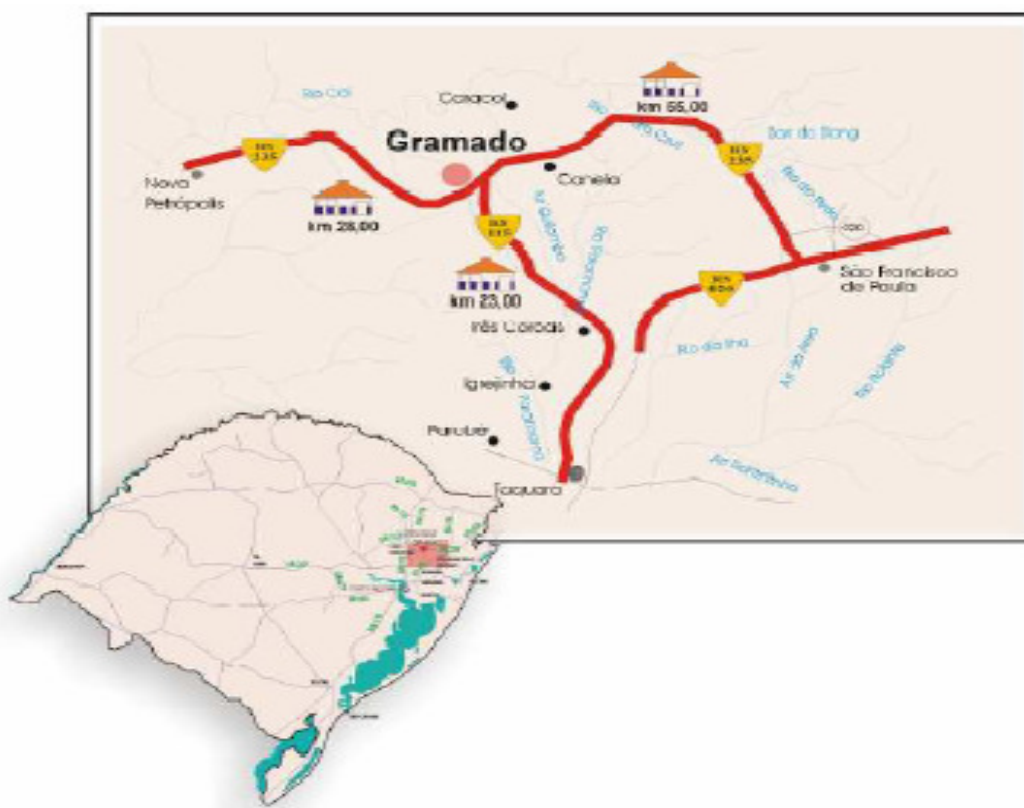


Figura 2.4 - mapa de localização do Pólo Rodoviário de Gramado

Fonte: www.daer.rs.gov.br – acessado em 16/07/2007

PÓLO RODOVIÁRIO DE CARAZINHO – CONCESSIONÁRIA: COVIPLAN –
 CONCESSIONÁRIA RODOVIÁRIA DO PLANALTO

Trechos e Rodovias	Extensão (km)
BR/285 – Carazinho – Passo Fundo	40,00*
BR/285 – Carazinho – Panambi	52,50*
BR/386 – Carazinho – Sarandi	45,28*
BR/386 – Carazinho – Soledade	73,60
RST/153 – Passo Fundo – entroncamento BR/386	39,02
Extensão Total (km)	250,40

Quadro 2.5 - trechos e rodovias do Pólo de Carazinho

Fonte: www.daer.rs.gov.br – acesso em 16/07/2007 - * trecho de rodovia federal



Figura 2.5 - mapa de localização do Pólo Rodoviário de Carazinho

Fonte: www.daer.rs.gov.br acesso em 16/07/2007

PÓLO RODOVIÁRIO DE SANTA CRUZ DO SUL – CONCESSIONÁRIA: SANTA CRUZ
 – CONCESSIONÁRIA DE RODOVIAS S/A

Trechos e Rodovias	Extensão (km)
RST/287 – Santa Cruz do Sul – Taboái	77,00
RST/287 – Santa Cruz do Sul – Vila Paraíso	52,92
RST/287 – Vila Paraíso – Cerro Branco	20,24
BR/471 – Santa Cruz do Sul – Pântano Grande	47,66*
Extensão Total (km)	197,82

Quadro 2.6 – trechos e rodovias do Pólo de Santa Cruz do Sul

Fonte: www.daer.rs.gov.br – acesso em 16/07/2007 - * trecho de rodovia federal

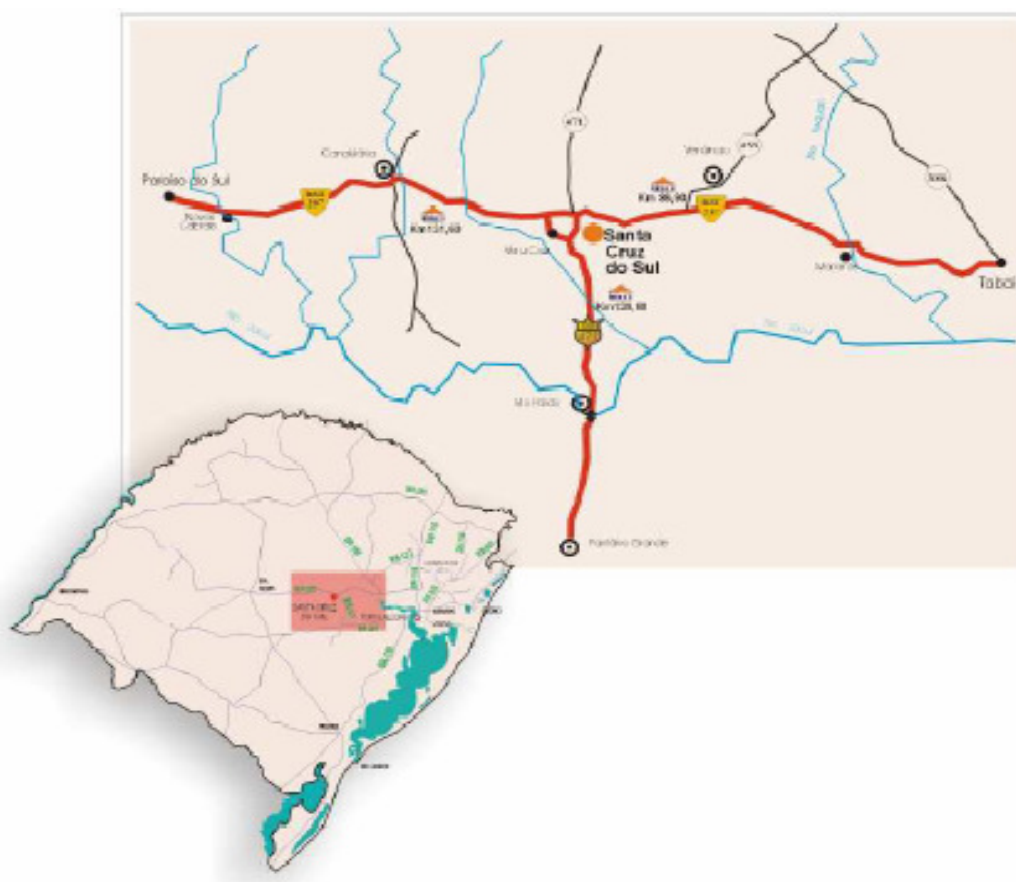


Figura 2.6 - mapa de localização do Pólo Rodoviário de Santa Cruz do Sul

Fonte: www.daer.rs.gov.br – acesso em 16/07/2007 - * trecho de rodovia federal

PÓLO RODOVIÁRIO DE LAJEADO – CONCESSIONÁRIA: SULVIAS –
 CONCESSIONÁRIA DE RODOVIAS S/A

Trechos e Rodovias	Extensão (km)
BR/386 – Lajeado – Soledade	91,40*
BR/386 – Estrela – entroncamento RST/287	39,72*
RS 130/129 – Lajeado – Guaporé	84,60
RST/453 – Estrela – Garibaldi	56,70
RST/453 – Lajeado – Venâncio Aires	29,50
RS/128 – Entroncamento BR/386 – entroncamento RST/453	16,90
Extensão Total (km)	318,82

Quadro 2.7 – trechos e rodovias do Pólo de Lajeado

Fonte: www.daer.rs.gov.br – acesso em 16/07/2007 - * trecho de rodovia federal

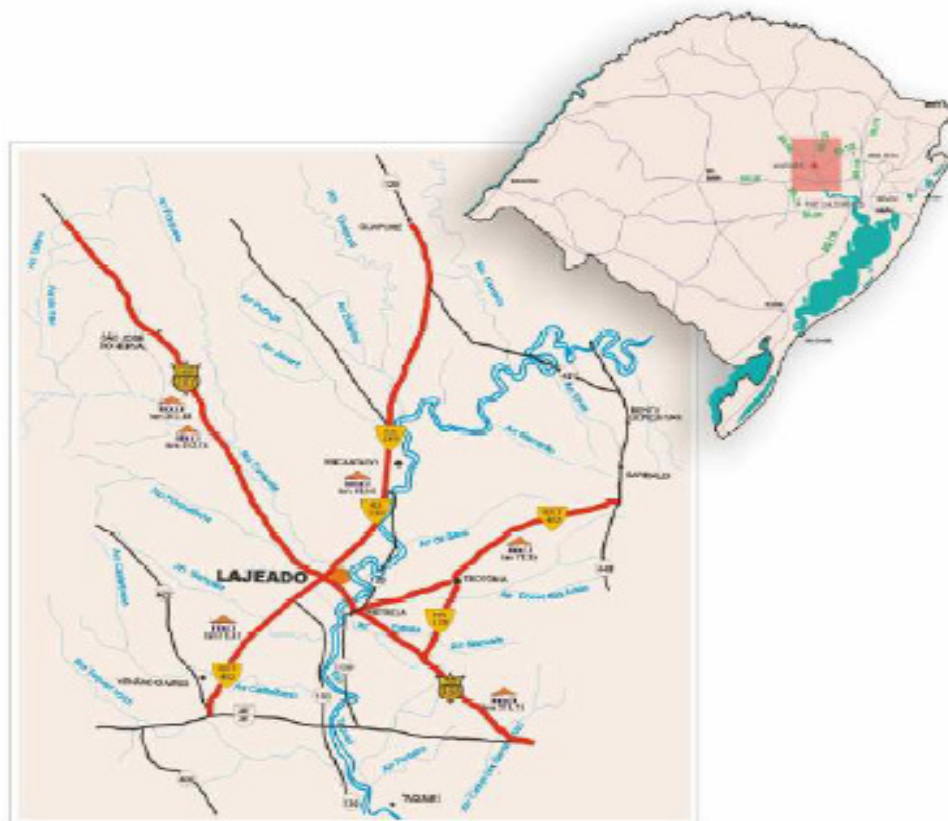


Figura 2.7 - mapa de localização do Pólo Rodoviário de Lajeado

Fonte: www.daer.rs.gov.br – acesso em 16/07/2007 -

2.1 A QUESTÃO MOTIVADORA DO ESTUDO

Neste capítulo serão apresentadas as razões do estudo, os objetivos gerais e específicos almejados e a justificativa da importância do estudo realizado.

O esgotamento da capacidade do Estado em investir em infra-estrutura conduziu, entre outros, o setor rodoviário ao processo de concessões ao setor privado, para gerenciamento, conservação, manutenção e investimentos em rodovias.

Estes serviços concedidos permanecem como serviços públicos, porém prestados por terceiros, mediante cobrança de tarifas dos usuários.

A prestação destes serviços, agora cobrados diretamente dos usuários, precisam ser monitorados e avaliados, em cumprimento de dispositivos contratuais e em defesa da sociedade.

Com o intuito de regular as relações entre o Estado, como poder concedente; as empresas concessionárias e a sociedade, como usuária destes serviços, foram criadas as Agências Reguladoras.

Tanto a poder concedente, através do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER), como a Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Rio Grande do Sul (AGERGS) efetuam avaliações periódicas dos serviços prestados pelas Concessionárias. Estas avaliações, baseiam-se, no caso do DAER em pesquisas de opinião de usuários e no caso da AGERGS, em indicadores objetivos de qualidade de pista e sinalização.

Isto posto, a questão que se impõe : É possível desenvolver um modelo de avaliação para a atuação das empresas concessionárias que apresente de forma unificada um grau de eficiência no gerenciamento do serviço concedido?

2.2 OBJETIVOS

O principal objetivo proposto neste trabalho este trabalho é efetuar uma avaliação da eficiência das Concessões de Rodovias no Estado do rio Grande do Sul. Isto foi levado a efeito pelo emprego da técnica da Análise Envoltória de Dados – DEA. Esse modelo se refere a aplicações na mensuração de eficiência relativa de Unidades Tomadoras de Decisão (DMUs = concessionárias). Como objetivos específicos se propõem :

- 1) desenvolver um modelo para avaliação das eficiências relativas das Concessionárias de Rodovias no Rio grande do Sul;
- 2) determinar indicadores quantitativos importantes para uma avaliação objetiva das concessionárias de rodovias;
- 3) proporcionar, através da técnica empregada, uma análise comparativa entre as unidades avaliadas;
- 4) evidenciar os fatores que levam as Concessionárias serem mais ou menos eficientes.

2.3 IMPORTÂNCIA DO ESTUDO

A importância do estudo prende-se à possibilidade de disponibilizar um único índice, de eficiência, um parâmetro que possa refletir a avaliação de eficiência relativa dos pólos concedidos. Isto se torna oportuno porque as avaliações do PECR, efetuadas pelo DAER, Poder concedente e AGERGS, Órgão Regulador, fornecem indicações objetivas e não objetivas, que empregam vários indicadores sem que haja uma conjunção entre eles. As avaliações objetivas, respondem sobre condições da pista de rolamento, que incluem índice de rugosidade, afundamento de trilha de roda, degrau de acostamento, de pista, e condições de sinalização horizontal e vertical, avaliadas pela retrorreflexidade. Já as avaliações não objetivas baseiam-se em pesquisas de opinião efetuada junto aos usuários dos serviços, os quais respondem sobre, Índice de Imagem da Concessão junto à Opinião Pública, Grau de Satisfação do Usuário em relação à Concessão, Grau de Satisfação do Usuário em relação à Qualidade Física das Rodovias, Grau de Satisfação do Usuário em relação aos serviços Prestado pelas concessionárias e recomendar ações corretivas, no sentido de aperfeiçoar o sistema oferecido ao usuário.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Na revisão de literatura será discorrido sobre conceitos e medições de eficiência e se introduzirão os princípios do método da Análise Envoltória de Dados, juntamente com referências às suas aplicações.

3.1 EFICIÊNCIA

A análise de eficiência, ou a eficiência de um sistema propriamente dito é comumente relacionada com a relação entre a quantidade obtida de determinado produto para uma quantidade especificada de insumo e quantidade máxima deste produto obtida dada uma mesma quantidade de insumo. Por definição esta relação será sempre menor ou igual à unidade.

Ou seja:

$$\mu = \frac{\text{resultado_obtido}}{\text{recurso_aplicado}} \leq 1$$

Esta forma de análise comparativa direta mostra sua robustez, quando aplicada a problemas de aferição de eficiência em sistemas de duas variáveis, ou seja, um dado para produto (output) e um dado para insumo (input). À medida que a complexidade dos sistemas a serem analisados aumenta outras formas de avaliação passam a serem requeridas.

3.2 MEDIDAS DA EFICIÊNCIA

Farrell e fieldhouse (1962) desenvolveram uma forma de avaliar a eficiência relativa de sistemas com múltiplos inputs e outputs. Neste modelo eles propunham uma forma para levar em consideração a importância dos diversos fatores produtivos concorrentes no processo de produção.

A forma concisa para esta avaliação é dada por,

$$\text{Eficiência relativa} = \frac{\text{Soma ponderada dos outputs}}{\text{Soma ponderada dos inputs}}$$

Que pode ser estendida para,

$$\text{Eficiência relativa da unidade } 0 = \frac{u_1 y_{10} + u_2 y_{20} + \dots}{v_1 x_{10} + v_2 x_{20} + \dots}$$

Sendo u_1 = peso para o output 1

y_{10} = quantidade do output 1 para unidade 0

v_1 = peso para o input 1

x_{20} = quantidade do input 1 para unidade 0

A solução para a avaliação da eficiência de unidades de um sistema com múltiplos inputs e outputs conforme proposto por Farrell pressupõe a obtenção de um conjunto comum de multiplicadores (pesos) para outputs e inputs, aplicados a todas unidades.. Trata-se de um problema de difícil solução. A dificuldade está em avaliar adequadamente os inputs e outputs de forma a capturar a maior fidelidade possível à contribuição efetiva de cada um destes para a formação da eficiência obtida.

Admitindo que os outputs e inputs podem ser considerados de forma desigual, na sua contribuição para a obtenção da eficiência do sistema, Charnes, Cooper e Rhodes (1978) propõem que se possibilite a adoção do conjunto de pesos que levem um sistema à sua melhor performance quando comparado a outros sistemas. O modelo DEA foi desenvolvido por estes autores para permitir a mensuração de eficiência relativa de organizações públicas, ou de unidades produtivas, onde não seja relevante ou não se deseja considerar somente o aspecto financeiro.

A Análise Envoltória de Dados, desenvolvido por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), (Data Envelopment Analysis – DEA) é um modelo para avaliação de eficiência de Unidades Tomadoras de Decisão (do inglês – Decision Making Unit –DEA) que aplica a técnica de programação linear para avaliação de eficiências comparativas. As unidades de avaliação, denominadas DMUs – Decision Making Unit – devem ser unidades similares que executem as mesmas funções. As DMUs podem representar empresas, atividades ou instituições. Estas devem ser homogêneas, quanto a sua atuação, e estarem trabalhando em iguais condições de mercado. A eficiência de uma unidade (DMU) seria dada pelo conjunto de pesos que lhes levassem a um valor máximo segundo os termos estabelecidos por Farrell, anteriormente

citados. Esta eficiência relativa é obtida pela razão entre a soma ponderada de produtos (outputs) e a soma ponderada dos recursos aplicados na sua obtenção (inputs).

Há dois modelos clássicos de Análise Envoltória de Dados - DEA: CCR (CRS) e o modelo VRS ou BCC (BANKER et al., 1984), que considera retornos variáveis de escala e não assume proporcionalidade entre inputs e outputs. O modelo CCR trabalha com retornos constantes de escala (Charnes et al., 1978). Em sua formulação matemática considera-se que cada DMU k ($k=1, 2, \dots, s$) é uma unidade de produção que utiliza n inputs x_{ik} , $i=1, 2, \dots, n$ para produzir m outputs y_{jk} , $j=1, 2, \dots, m$. Esse modelo maximiza o quociente entre a combinação linear dos outputs e a combinação linear dos inputs, com restrição de que para qualquer DMU esse quociente não seja maior que 1. A avaliação efetuada pelo modelo CCR (CRS) leva a uma situação de maior rigor, em que um menor número de DMUs atingirá a fronteira de eficiência, quando comparada ao modelo VRS.

Para o modelo CCR os pesos usados nas ponderações são obtidos de uma programação fracionária que calcula para a cada DMU os pesos que maximizam a razão soma de outputs ponderados pela soma dos inputs ponderados, que passa a ser a medida de eficiência da DMU em análise.

Ou seja:

$$\text{Máx } h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \quad (1)$$

Sujeito à:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1; \quad j=1, \dots, n$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad ; r=1, \dots, s; i=1, \dots, m \quad (2),$$

onde os valores y_{rj} representam dados de output e, x_{ij} , representam os dados de input para unidade de tomada de decisão j (DMU j) com os intervalos para i , r e j indicados em (2). Os dados podem estar em forma de valores teoricamente definidos ou podem estar na forma de observações. A unidade a ser classificada é incluída na função com o índice 0 com as

restrições, garantindo que um ótimo $h_{0^*} = \text{Max } h_0$ sempre satisfará $0 < h_{0^*} \leq 1$ com valores para solução ótima, $u_i^* v_r^* > 0$. Os valores u e v são os pesos a serem obtidos para a solução de (1), e tem a restrição de que sejam maiores ou iguais a qualquer valor positivo. Através de transformações matemáticas, este problema de programação fracionária é linearizado tendo como seu equivalente o problema de programação linear (PPL), obtido em (2), onde h_{0^*} é a eficiência da DMU 0 em análise; x_{i0} e y_{j0} são os inputs e outputs, da DMU 0 ; v_i e u_j são os pesos calculados pelo modelo para os inputs e outputs, respectivamente.

$$\max h_0 \sum_{j=1}^m u_j y_{j0}$$

sujeito a

$$\sum_{i=1}^n v_i x_{i0} = 1 \tag{2}$$

$$\sum_{j=1}^m u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ik} \leq 0, \quad k=1, \dots, s$$

$$u_j, v_i \geq 0 \quad \forall i, j$$

3.3 A DEFINIÇÃO DAS DMUs

DMUs são as unidades tomadoras de decisão (decision make unit), e representam empresas, atividades ou instituições a serem avaliadas. Estas devem ser homogêneas, ou seja, atuar no mesmo tipo de negócio, realizar as mesmas tarefas com os mesmos objetivos, e estar trabalhando nas mesmas condições de mercado. As variáveis, inputs e outputs, utilizadas para cada DMU devem ser as mesmas.

3.3.1 Os Indicadores inputs e outputs

A introdução de um grande número de variáveis resulta em uma maior explicação causal do modelo, mas por outro lado, fará com que um número maior de DMUs esteja na fronteira da eficiência, ou seja, o incremento de muitas variáveis reduz a capacidade de DEA de discriminar as DMUs eficientes das ineficientes. Portanto, o modelo deve ser mantido o mais compacto possível para maximizar o poder discriminatório de DEA, (LINS E ÂNGULO MEZA, 2000 apud NANCI, 2004).

Com base na experiência admite-se que o número de DMUs deve ser, no mínimo, o triplo do número de variáveis utilizadas no modelo, em se tratando de modelos DEA tradicionais, GONZÁLES (apud Gomes, 2004) sugere que esta relação deve ser 4 ou 5 para um.

Há uma convenção corrente que embora a flexibilidade nos conjuntos de pesos seja um aspecto desejável, tal flexibilidade deveria cair dentro de limites razoáveis. Em consideração a isto alguns limites seriam impostos para o intervalo de variação no qual os pesos poderiam se mover. Estes limites seriam determinados a partir da distribuição de pesos para os fatores correspondentes, nas simulações de execução do modelo DEA, sem delimitação de fronteiras. (COOK et al,1990)

Cook et al (2001) consideram como um ponto de possível crítica ao modelo de abordagem DEA a grande flexibilidade permitida na escolha dos pesos. Assim, em seu estudo sobre a priorização de locais de acidentes em rodovias aplicam imposição de restrições aos pesos para evitar escolha indesejada de multiplicadores. O modelo proposto também permite introduzir intervalos absolutos inferiores e superiores de variação para os pesos atribuídos aos outputs e inputs, objeto de análise de Cook et al (1990).

Na mesma linha, Cook e Zhu (2001) estudaram os impactos resultantes da redução do input nos nível de output na eficiência de equipes de manutenção rodoviária em Ontário. As dificuldades em confirmar as reduções teóricas com as avaliações obtidas na situação real foram atribuídas a fatores não incluídos na modelagem estudada. Fatores estes que fazem parte do ambiente em que a DMU pode se deparar, comparado àqueles de suas DMUs pares. Rouse et al (1997) em trabalho que aplica de forma integrada os modelos de Pirâmide de Performance e Balanced Scorecard para avaliação de manutenção rodoviária, também aborda os efeitos de fatores ambientais, geológicos e climáticos, na eficiência da manutenção rodoviária.

3.4 A FRONTEIRA DE EFICIÊNCIA E A AVALIAÇÕES DA EFICIÊNCIA

As infinitas possibilidades de DMUs cujos inputs e outputs obtiverem um conjunto de pesos que lhe confirmam eficiência máxima formarão uma superfície envoltória de eficiência, denominada fronteira de eficiência. As DMUs situadas sobre esta linha serão ditas eficientes, as DMUs que estiverem fora desta linha de fronteira de eficiência serão consideradas não eficientes.

A DMU eficiente é aquela cuja razão entre a soma ponderada dos outputs e a soma ponderada dos inputs for igual à unidade. A variação decrescente das demais eficiências representaria o grau de ineficiência das demais DMUs. O modelo permite dar uma medida relativa da eficiência para as não eficientes ao estabelecer parâmetros para a obtenção da máxima eficiência relativa para cada indicador empregado. Isto possibilita uma reordenação dos esforços no sentido de uma melhoria contínua em busca da eficiência máxima. Isto poderia ser obtido a partir de duas alternativas. Primeiro, modelos com orientação ao input indicam que se deseja minimizar a utilização de recursos tal que o nível dos outputs ou produtos não se reduza. Chega-se a esta condição pela projeção do output, mantido constante, assim se obtém o valor do input necessário sobre a fronteira de eficiência. A partir disto obtém-se as DMUs pares necessária à condução da DMU em questão à fronteira da eficiência. Segundo, por meio de modelos com orientação ao output, que indicam que o objetivo é maximizar os produtos obtidos (outputs) sem diminuir o nível atual dos inputs. De forma similar à realizada na análise anterior, projeta-se o input, mantido constante, sobre a fronteira de eficiência para a obtenção do nível de output necessário para que esta DMU se torne eficiente, com a obtenção dos pares que a conduzirão à fronteira da eficiência.

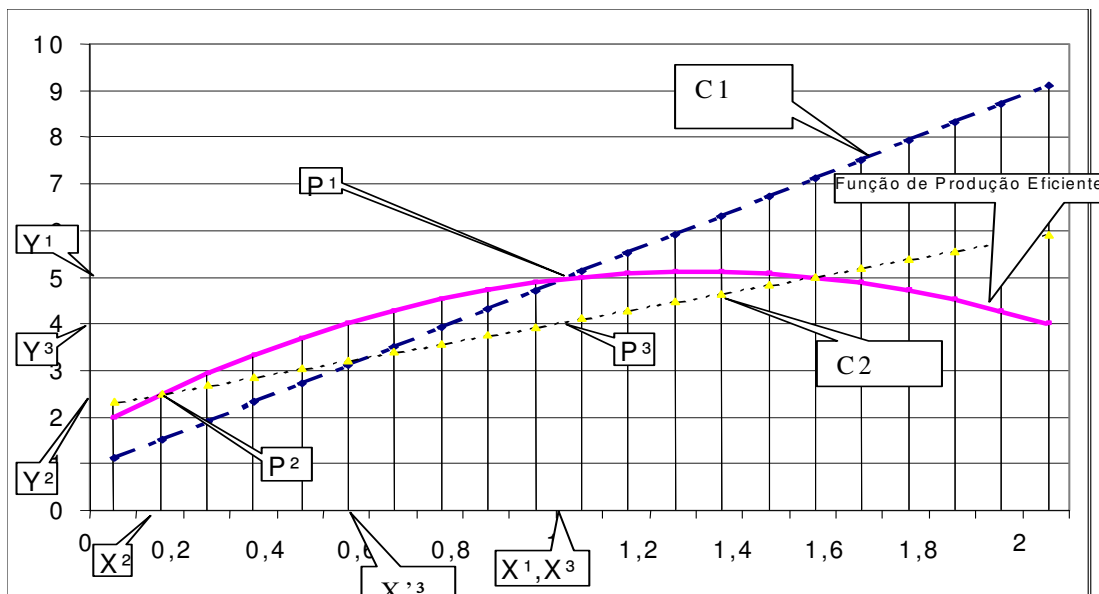


Figura 3.4.1 - fronteira de eficiência

Fonte: adaptado de BANKER, R. D., CHARNES, A. and COOPER, W. W., (1984).

Tentando esclarecer a situação considerando-se um simples input e um simples output conforme figura anterior. Três DMU's são classificadas por eficiência gerencial, C^1 , C^2 e a curva função de produção eficiente. A função de produção eficiente representa o máximo output que pode ser obtido para um dado input. Ambas as DMU's associadas a P^1 e P^2 alcançaram o máximo output possível para seus níveis de input, ao passo que a DMU associada a P^3 (C^2) não atingiu o nível máximo de eficiência para input X^3 que seria atingível, pois para atingir o nível de seu output de eficiência, Y^3 , bastaria uma quantidade X'^3 , menor de input, em relação à quantidade X^3 empregada. Poderíamos então entender a diferença $X^3 - X'^3$ como a parcela correspondente à ineficiência (desperdício) neste input.

Na análise da eficiência de uma função de produção não é incomum nos depararmos com externalidades negativas ou indesejadas. Tavares (apud, NANJI 2004) trata esta situação como output indesejável, e supõe que a eficiência da DMU será mais bem avaliada à medida que este output indesejável estiver minimamente presente. Para o cálculo coerente das eficiências, esta variável deve constar no modelo como um falso input.

Algumas vezes, parte dos inputs ou outputs não pode ser alterada por vontade dos tomadores de decisão. Por exemplo, o volume de veículos numa rodovia pode ser uma variável exploratória, mas não pode ser variada pelo desejo das autoridades de transporte. Ao contrário são variáveis de longo prazo impostas por fatores externos.

DEA trata estas variáveis como inputs e outputs não discricionários. Isto significa que quando uma DMU não eficiente é projetada em um ponto na superfície envoltória (fronteira de eficiência) de acordo com as regras do DEA os inputs e outputs não discricionários permanecem constantes, isto é eles não podem ser usados para aumentar a eficiência da unidade.

Rousse e Putterill, (1999) ao estudarem a fusão de estruturas locais para a Administração da manutenção rodoviária e avaliar a melhora na eficiência de escala nestes serviços, usaram o quociente entre as eficiências CRS e VRS, Eficiência de Escala, que pode empregada para determinar a proximidade que uma determinada DMU se encontra da escala de maior produtividade. Quanto mais próximo, a DMU, estiver da produção de escala, mais próximo da unidade será o valor da escala de eficiência.

O DEA é um método para avaliar comparativamente unidades administrativas autônomas, (DMUs), que realizam tarefas similares tendo por base desta comparação as quantidades de inputs que consomem e de outputs que produzem. Este método permite a comparação de grandezas de naturezas diversas e possibilita uma avaliação em que a ótica financeira não seja considerada como a diretriz do processo de avaliação. Nesta seção foi apresentado o modelo DEA e foram tecidas algumas considerações sobre suas aplicações. A partir destas considerações a seqüência deste trabalho apresenta estruturação formulada para aplicação da ferramenta DEA.

4 MÉTODO

Os capítulos anteriores apresentaram o problema, os objetivos a serem alcançados, os ferramentais teóricos a ser empregado e o universo a ser analisado. Aqui serão referidas as práticas adotadas para a preparação da análise que se efetuará no capítulo seguinte.

O trabalho foi realizado utilizando-se a método de Pesquisa Operacional (WAGNER, 1986). Para tanto se dividiu a pesquisa nas seguintes etapas;

Etapa 1- Definição do Modelo – Foi definido para esta análise de eficiência relativa o emprego do modelo DEA com orientação ao input, a definição de 14 DMUs como alvo da avaliação e o emprego de três inputs e um output como parâmetros de análise;

Etapa 2 – Coleta de Dados - Foram empregados dados de fonte secundária disponíveis através de Relatórios de Acompanhamento do Programa de Concessões de Rodovias no Rio Grande do Sul, consolidados anualmente pelo DAER. Os dados operacionais destes relatórios são fornecidos pelas concessionárias como obrigação contratual. Os dados das pesquisas qualitativa e quantitativa são levantados pelo próprio Departamento ou contratados de terceiros.

A premissa de confiabilidade dos dados é fundamentada no fato dos Relatórios de Acompanhamento serem de responsabilidade do DAER - Autarquia Estadual, que representa o poder concedente. Além disto, cada Concessionária explicita em seus relatórios o cumprimento da metodologia exigida pelo DAER e as normas técnicas de engenharia adotadas no segmento rodoviário;

Etapa 3 – Seleção de Variáveis de Input e Output – A partir dos dados disponíveis modelou-se os indicadores de input e output de forma que se capturasse as situações mais significativas de utilização dos serviços e a respectiva contraprestação dos mesmos pelas concessionárias;

Etapa 4 – Aplicação da Ferramenta DEA – A ferramenta DEA foi aplicada através da execução do software Warwick DEA versão 0.99 a, alimentado com as variáveis de input e output previamente estabelecidas;

Etapa 5 – Análise dos Resultados – Inicialmente apresentou-se o resultado das eficiências relativas e as DMUs benchmarks para o universo em estudo. Na seqüência os resultados foram analisados de forma agrupada por conjunto de DMUs com enfoque nas metas propostas pelo modelo DEA desenvolvido e, por fim, apresentou-se uma análise em contexto global dos resultados obtidos e das metas propostas e

Etapa 6 – Validação dos Resultados Obtidos – Os resultados obtidos foram confrontados com as avaliações existentes , índice de qualidade de pavimento (IQP) proposto pela AGERGS e com a pesquisa de satisfação de usuários patrocinada pelo DAER.

5 MODELO DEA DESENVOLVIDO

Após breve exposição sobre o método para análise de eficiências relativas efetuadas no capítulo anterior, neste capítulo são definidas as DMUs e os fatores de input e output, que possibilitarão a aplicação da ferramenta DEA para a avaliação de eficiência pretendida. A aplicação da ferramenta DEA e os resultados obtidos estão expostos na seção seguinte.

As avaliações objetivas efetuadas pelo DAER, indicam as condições da pista de rolamento, que incluem índice de rugosidade, afundamento de trilha de roda, degrau entre pista e acostamento, e condições de sinalização horizontal e vertical, avaliadas pela retrorreflexividade. Já as avaliações não objetivas baseiam-se em pesquisas de opinião de usuários voluntários⁵ e de pesquisas efetuadas junto aos usuários dos serviços, os quais respondem sobre, Índice de Imagem da Concessão junto à Opinião Pública, Grau de Satisfação do Usuário em relação à Concessão, Grau de Satisfação do Usuário em relação à Qualidade Física das Rodovias, Grau de Satisfação do Usuário em relação aos serviços Prestado pelas concessionárias e recomendar ações corretivas, no sentido de aperfeiçoar o sistema oferecido ao usuário. A AGERGS⁶, Agência Reguladora para as Concessões Rodoviárias no Estado, com base nos dados da avaliação objetiva efetuada pelo DAER modelou indicadores denominados Índices de Qualidade – PEQR, para avaliação das concessionárias. Isto busca atender ao Código Estadual de Qualidade dos Serviços Públicos, Lei 11.075/982, determina dois indicadores para a avaliação das rodovias. A disponibilidade destes índices é recente (2005) inexistindo uma série histórica que permita a realização de uma análise da evolução ao longo do período de concessão. Desta forma seu emprego nesta abordagem fica prejudicado, já que para viabilizar a utilização do método consideraremos a mesma concessionária em anos diferentes como DMUs diferentes (CHARNES et al., 1995).

A aplicação do DEA pressupõe um número de DMUs menor ou igual a três vezes a soma dos inputs e output (BANKER, CHARNES AND COOPER, 1984). o que não seria possível com indicadores que cobrissem apenas um ano, em consequência disto lançou-se mão de informações dos Relatórios de Acompanhamento do Programa de Concessões de Rodovias no Rio Grande do Sul, produzidos anualmente pelo DAER com informações fornecidas pelas Concessionárias, por força de dispositivo contratual.

⁵ Figura de usuários cadastrados pela AGERGS que respondem voluntariamente sobre a qualidade dos serviços concedidos

⁶ A AGERGS é uma Agência Reguladora Multisetorial, aqui por simplificação denominada apenas Agência Reguladora

Fundamentado nos princípios abordados anteriormente estabeleceu-se o período de 2005 e 2006 como alvo da análise. Como decorrência desta escolha as sete concessionárias detentoras das concessões para os sete pólos rodoviários concedidos passaram a figurar no modelo como 14 DMUs distintas que estão denominadas conforme quadro a seguir.

PÓLO	Código para as DMUs	
Metropolitano	A/05	A/06
Caxias	B/05	B/06
Vacaria	C/05	C/06
Gramado	D/05	D/06
Carazinho	E/05	E/06
Sta. Cruz	F/05	F/06
Lajeado	G/05	G/06

Quadro 5.1 – codificação das DMUs

Os fatores eleitos com inputs e outputs que proporcionaram uma estabilidade de resultados fornecidos pelo sistema estão relacionados na seqüência :

INPUT	OUTPUT
nº de acidentes por 100 mil veículos	Montante aplicado por km de rodovia do pólo
Tarifa média	
Tráfego realizado por 100 mil veículos	

Quadro 5.2 – relação de inputs e outputs

5.1 DEFINIÇÃO DA VARIÁVEIS DE “INPUT” E “OUTPUT”

Nº de acidentes por 100 mil veículos - O input nº de acidentes por 100 mil veículos, na verdade refere-se a um output indesejado e é aqui tratado como um falso input por que a diminuição de sua freqüência significaria uma melhor avaliação para a DMU de Referência, conforme mencionado anteriormente. Abstraídas as condições ambientais e geométricas, não

incluídas nesta análise, a minimização deste input é uma boa indicação de melhores condições de trafegabilidade na rodovia, que se materializa através de uma sinalização adequada e eficiente somada a uma pista em boas condições e atendendo princípios de segurança e conforto.

Tarifa média - O input indicador tarifa média é empregado para simplificar o modelo porque os valores cobrados a título de pedágio podem chegar a 11 valores diferentes.. Esta variação prende-se a forma como foi estruturada a cobrança que parte de um valor básico para automóveis e utilitários leves e outro valor básico caminhões de dois eixos que cresce progressivamente segundo a categoria do veículo. Esta categoria está relacionada diretamente com a quantidade de eixos. Este input reflete o custo médio que o usuário incorre ao utilizar-se do serviço. Há situações de cobranças em um só sentido do tráfego, as cobranças unidirecionais, nestas a tarifa praticada é o dobro da tarifa bidirecional. O afastamento da tarifa média em relação à tarifa básica para automóveis dá uma dimensão da participação do tráfego de veículos de carga que tem peso maior no desgaste da rodovia

Tráfego realizado por 100 mil veículos - O input fator tráfego realizado explicita a população cliente do serviço, formadora da montante arrecadado como receita da concessionária, que possibilita a execução dos serviços nos termos contratuais, o retorno do investimento aos empresários e a continuidade da operação da rodovia. Este input inclui apenas os veículos passantes não isentos sob qualquer pretexto. As concessionárias além dos isentos por cláusula contratual e os isentos por iniciativa própria sofreram ações judiciais que momentaneamente impediram ou postergaram a cobrança da tarifa de pedágio ou acrescentaram outras categorias de usuários ao rol dos isentos. Uma inferência significativa que decorre do tráfego realizado é a sua relação diretamente proporcional às necessidades de conservação e manutenção, pois mais veículos usando a rodovia em um menor espaço de tempo aceleram o seu desgaste e por conseguinte as demandas por reparos manutenção.

Montante aplicado por km de rodovia do pólo - Este indicador de output engloba investimentos efetuados na rodovia e na infra-estrutura de prestação dos serviços, despesas de conservação e manutenção rodoviária. No modelo aplicado, com orientação ao input, o output serve como valor básico, mantido constante, para o qual os inputs deverão ser orientados como forma de alcançar a fronteira de eficiência. É entendimento corrente que valores gastos são as mais apropriadas e abrangentes medidas de output para manutenção rotineira.

Os indicadores inputs e output anteriormente definidos apresentam os valores relacionados no quadro a seguir.

DMU	INPUT			OUTPUT
	(-) Número de acidentes/100 mil veículos	(-) Tarifa média	(-) Tráfego por 100 mil veículos.	(+) Montante aplicado./km
A/06	9.08	7.14	80.91	47031.22
B/06	11.61	6.80	58.06	117591.35
C/06	7.33	8.47	28.91	35512.06
D/06	22.39	5.54	23.36	37609.60
E/06	6.94	8.01	44.67	86458.26
F/06	8.28	6.72	44.33	99120.69
G/06	11.02	8.97	73.30	115123.86
A/05	10.60	6.42	78.17	42343.17
B/05	11.54	6.28	61.69	89265.93
C/05	7.49	7.52	28.29	44863.62
D/05	21.69	5.15	23.51	36990.58
E/05	7.39	7.14	45.71	71302.30
F/05	7.59	5.96	45.30	74671.97
G/05	12.18	7.96	74.12	86334.86

Quadro 5.1.1 – indicadores inputs e outputs

5.2 RESULTADOS

Com base nos conceitos anteriormente desenvolvidos e com os indicadores de desempenho modelados e as DMUs definidas na seção anterior, segue-se à aplicação do software de uso acadêmico WDEA (Warwick DEA Software Version 0.99a). A execução do software alimentado com os indicadores anteriormente referidos resultou na graduação para as eficiências relativas demonstradas no quadro que se segue.

DMU	Eficiência	DMU	Eficiência
A/05	50,58	E/05	79,52
A/06	53,48	E/06	100,00
B/05	81,42	F/05	85,21
B/06	100,00	F/06	100,00
C/05	65,35	G/05	71,21
C/06	55,96	G/06	86,13
D/05	58,33		
D/06	58,02		

Quadro 5.2.1 – Relação das Eficiências Relativas

O quadro 5.2.1 com os valores das eficiências relativas para as DM Us em análise, obtido através da execução do software DEA permite elaborar a figura 5.2.1, que se segue, para uma melhor representação da variação das eficiências relativas entre as DMUs avaliadas.

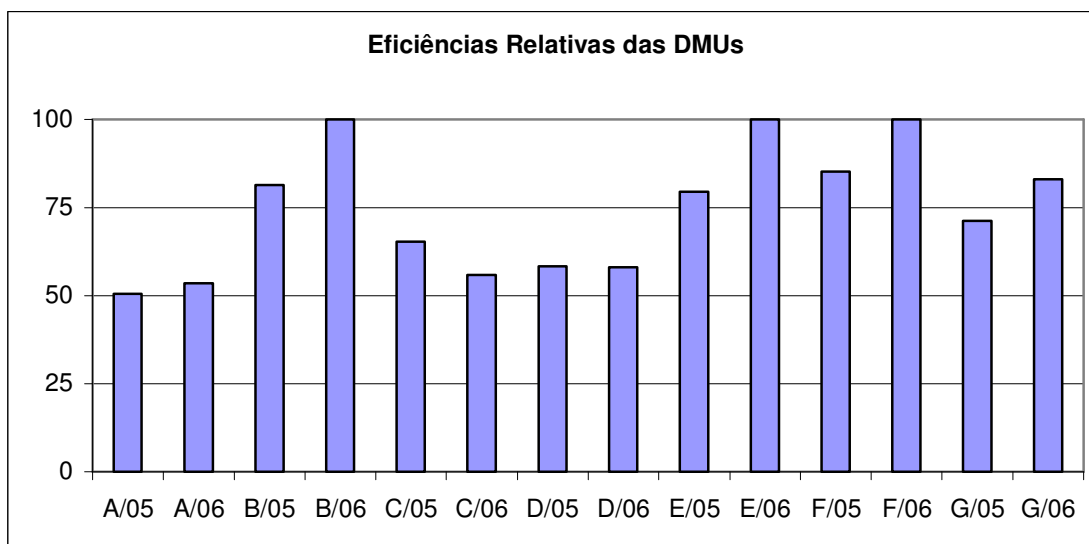


Figura 5.2.1 – Eficiências Relativas das DMUs

Um dos pontos fortes deste modelo é apresentar, para as DMUs que não atingiram a fronteira de eficiência, DMUs benchmarks, às quais elas são comparadas. A combinação destas DMUs benchmarks, a partir dos pesos obtidos, aplicados aos indicadores de input conduziriam as DMUs ineficientes à fronteira da eficiência. O quadro 5.2.2 ilustra as DMUs ineficientes, seus benchmarks e pesos associados.

DMU ineficiente	DMU benchmark	Peso	INPUT					
			- Número de acidentes/100 mil veículos		- Tarifa média		- Tráfego por 100 veículos.	
			Atingido	Meta	Atingido	Meta	Atingido	Meta
A/06	F/06	0,474	9,08	3,90	7,14	3,20	80,91	21,00
C/06	F/06	0,358	7,33	3,00	8,47	2,40	28,91	15,90
D/06	F/06	0,379	22,39	3,10	5,54	2,50	23,36	16,80
G/06	F/06	1,161	11,02	9,6	8,97	7,80	73,30	51,5
A/05	F/06	0,427	10,60	3,50	6,42	2,90	78,17	18,90
B/05	F/06	0,901	11,54	7,50	6,28	6,10	61,69	39,9
C/05	F/06	0,453	7,49	3,70	7,52	3,00	28,29	20,10
D/05	F/06	0,373	21,69	3,10	5,15	2,50	23,51	16,50
E/05	F/06	0,719	7,39	6,00	7,14	4,80	45,71	31,90
F/05	F/06	0,753	7,59	6,20	5,96	5,10	45,30	33,40
G/05	B/04	0,748	12,18	9,80	7,96	3,90	74,12	48,70

Quadro 5.2.2 – Benchmarks para DMUs ineficientes

Usando uma das principais características da ferramenta DEA pode-se explicitar as metas para cada input que conduziria a DMU em análise à fronteira da eficiência. Com base no quadro 5.2.2 elaboraram-se as figuras 5.3.1.1 a 5.3.7.3 que expõem as metas para as DMUs ineficientes chegarem à fronteira da eficiência.

Com o intuito de facilitar a análise far-se-á uma abordagem comparativa da análise dos resultados obtidos. Para este fim as eficiências verificadas e as metas propostas pelo modelo para as DMUs serão analisadas de maneira agrupada. Isto será efetuado pelo agrupamento das DMUs referentes ao mesmo Pólo Rodoviário em conjuntos de DMUs. A diferenciação entre as DMUs membros destes conjuntos será relativa ao ano da sua referencia.

5.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

Na seção anterior foram apresentadas as unidades de análise, modelados os indicadores de input e output e executou-se o software WDEA. Na presente seção estão comentados os resultados obtidos.

Das 14 DMUs avaliadas agrupadas em sete conjuntos, três DMUs atingiram a fronteira de eficiência. Quatro conjuntos de DMUs não tiveram membros entre as DMUs eficientes. As unidades do conjunto de DMUs A, B, E, F e G apresentaram níveis de eficiência crescentes no período, as DMUs do conjunto D permaneceram no mesmo patamar de eficiência relativa e as DMUs do conjunto C apresentaram nível de eficiência decrescente para o período sob análise.

5.3.1 Análise para as DMUs A

A eficiência relativa média para as DMUs A foi de 51,98%, sendo que em nenhum dos anos analisados este conjunto de DMUs ultrapassou o nível de 55% em eficiência. É de se esperar que seus níveis de input necessitem de grandes ajustes para chegarem no patamar de eficiência. Observou-se também que esta ineficiência constatada é uniforme entre seus inputs.

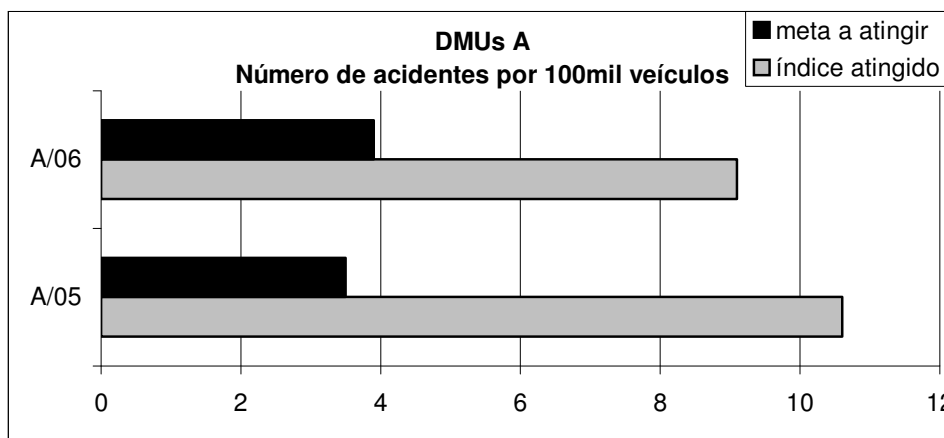


Figura 5.3.1.1 – DMUs A meta para o input número de acidentes/100 mil veículos

Esta DMU apresenta um elevado índice de acidentes, estando muito distante da meta a ser atingida. Isto repercutiu no menor nível de eficiência relativa atingido por este conjunto de DMUs entre as sete concessionárias avaliadas. Esta situação também se repete para os outros indicadores com será oportunizado constatar nas apresentações seguintes.

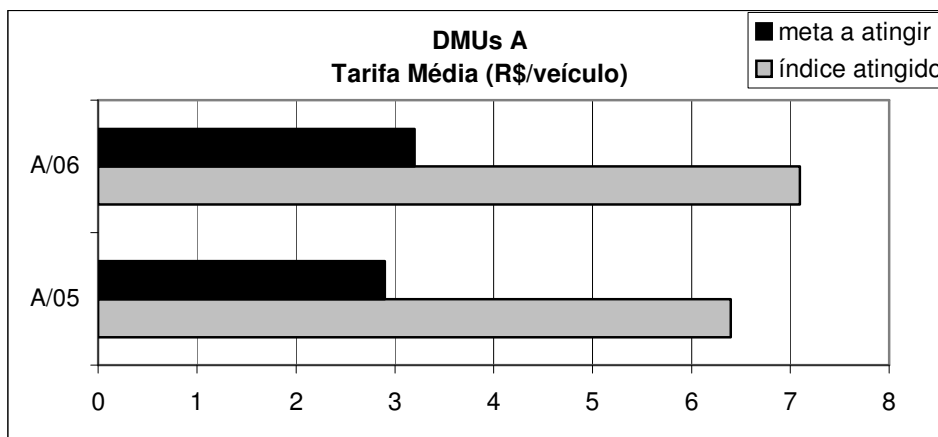


Figura 5.3.1.2 - DMUs A meta para o input tarifa média

O nível de ineficiência observado para a tarifa média praticada neste conjunto de DMUs significa que para o nível de recursos aplicados nas rodovias desta concessão, out put montante aplicado, a tarifa está bastante elevada, com o modelo sinalizando que os níveis de eficiência seriam atingidos com uma redução na faixa de 50%.

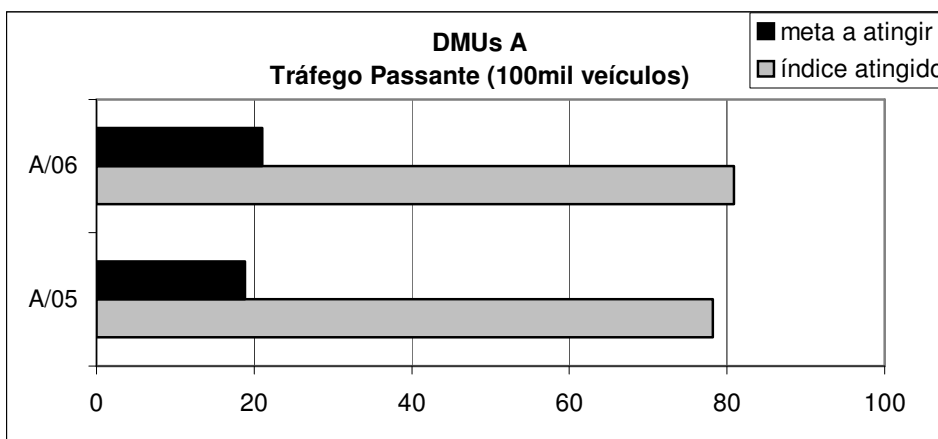


Figura 5.3.1.3 – DMUs A meta para o input tráfego por 100 mil veículos

O número de veículos passantes dá uma dimensão do desgaste a que a rodovia está submetida. Para o caso do conjunto de DMUs A. Este elevado grau de ineficiência está vinculado principalmente ao baixo volume de recursos referentes ao montante aplicado.

5.3.2 Análise para as DMUs B

As DMUs B atingiram um elevado padrão de eficiência média, ligeiramente superior a 90%, sendo que suas eficiências sempre estiveram acima dos 75% para qualquer dos anos avaliados, tendo atingido 100% de eficiência em 2006.

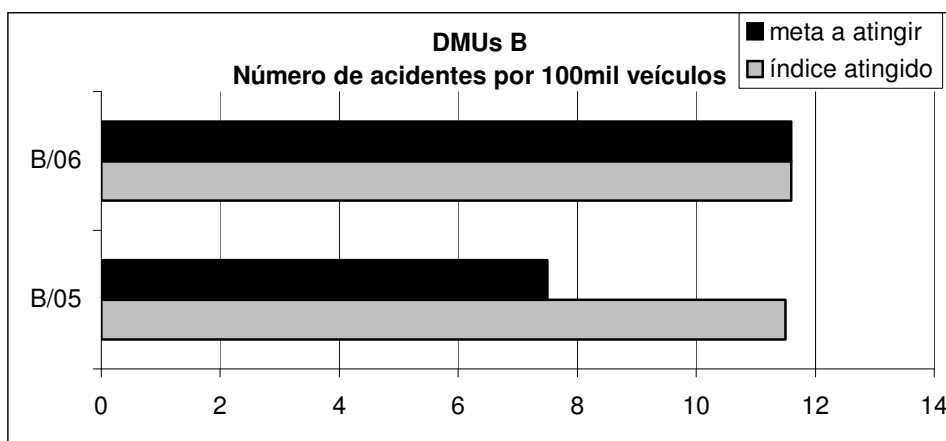


Figura 5.3.2.1 – DMUs B meta para o input número de acidentes por 100 mil veículos

Na circunstância em que a meta para o input acidentes por 100mil veículos não foi alcançada, DMU B/05, a eficiência atingida ficou na faixa de 80%. Na situação em que a meta foi atingida, a DMU B/06, foi eficiente.

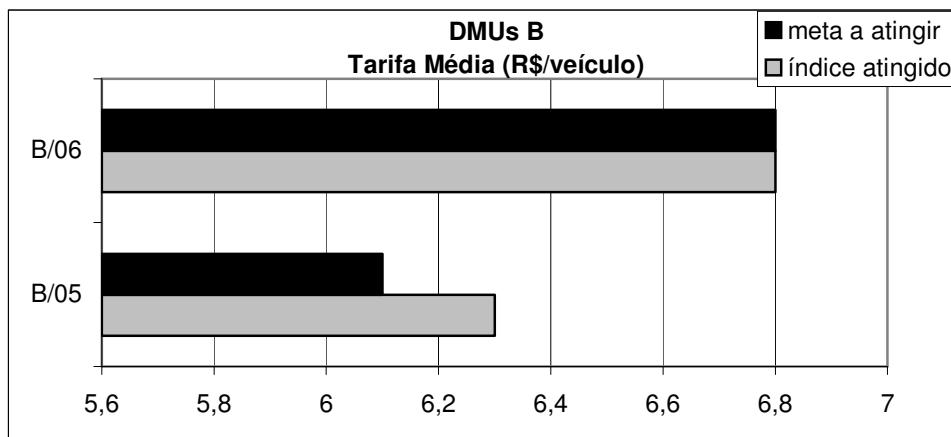


Figura 5.3.2.2 – DMUs B meta para o input tarifa média

A meta para DMU B/05 foi bastante próxima ao nível praticado, estando próxima de atingir a meta estabelecida pelo modelo DEA.

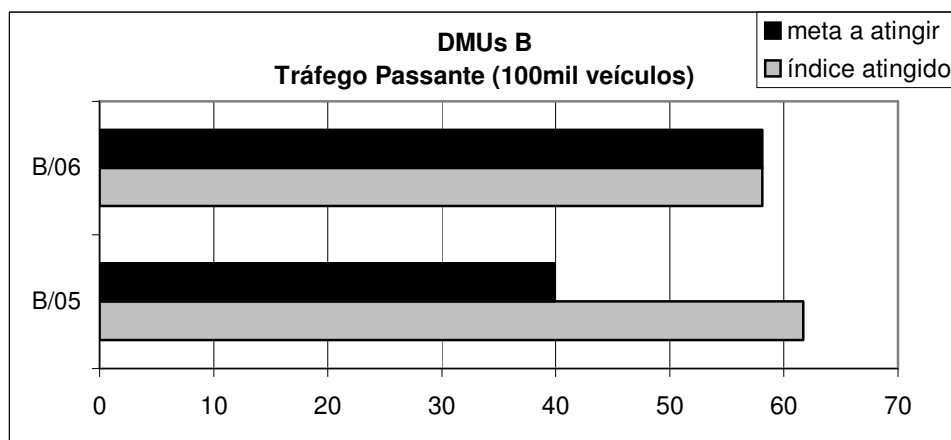


Figura 5.3.2.3 – DMUs B meta para o input tráfego por 100 mil veículos

Este indicador sinaliza que as rodovias da concessionária, DMU B/05 operaram com mais de 2,0 milhões de veículos/ano acima da capacidade correspondente à manutenção e conservação realizada para recompor o desgaste gerado pelo tráfego.

5.3.3 Análise para as DMUs C

O conjunto de DMUs C apresentou grau de eficiência média situando-se no grupo intermediário na faixa dos 60%. Para este conjunto de DMUs as eficiências relativas variaram-se entre 55% e 65%.

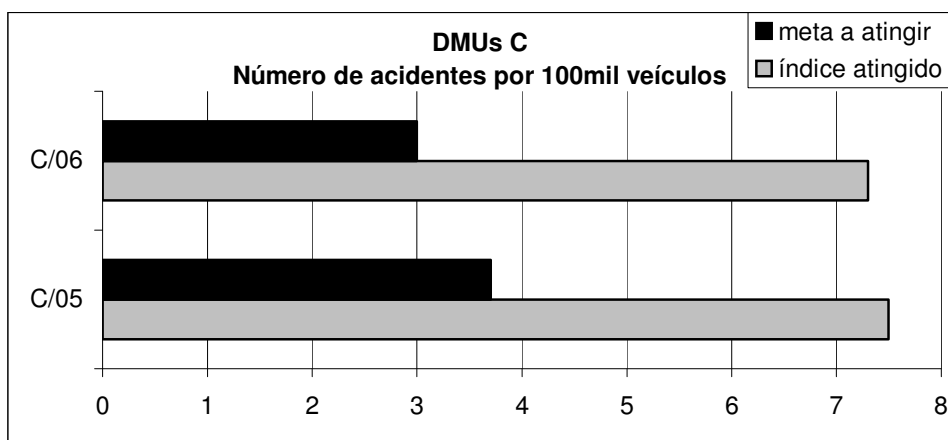


Figura 5.3.3.1 – DMUs C meta para o input número de acidentes por 100 mil veículos

A meta para o indicador acidentes por 100 mil veículos para ambas DMUs representa uma necessidade de redução na faixa de 50% neste input.

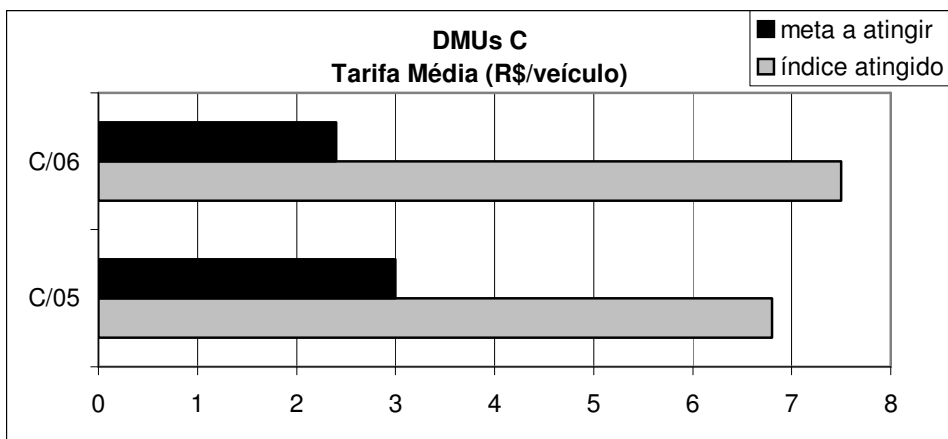


Figura 5.3.3.2 – DMUs C meta para o input tarifa média

Esta situação retrata uma grande necessidade de correção para obtenção da meta, podendo significar que o montante aplicado na DMU está aquém do necessário.

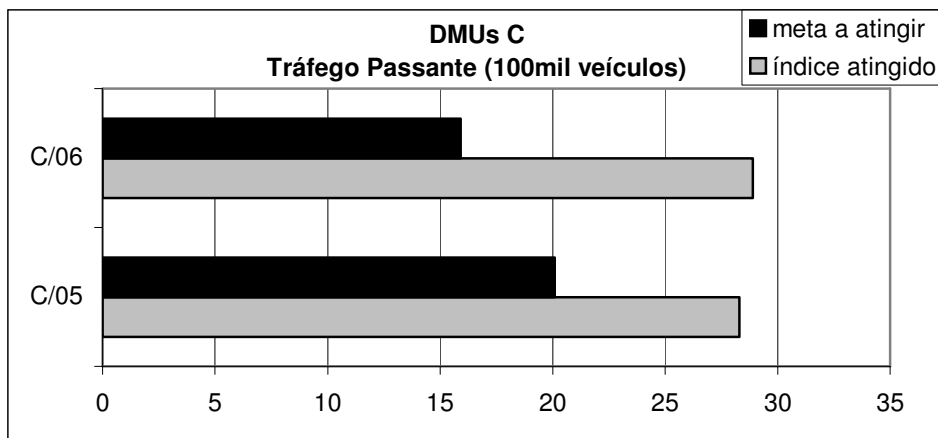


Figura 5.3.3.3 – DMUs C meta para o input tráfego por 100mil veículos

Este indicador mostra uma estabilidade do número de usuários das rodovias do conjunto de DMUs.

5.3.4 Análise para as DMUs D

O conjunto de DMUs D situou-se na faixa intermediária quando comparado ao conjunto das demais DMUs avaliadas. Sua eficiência relativa permaneceu constante, no nível de 58%.

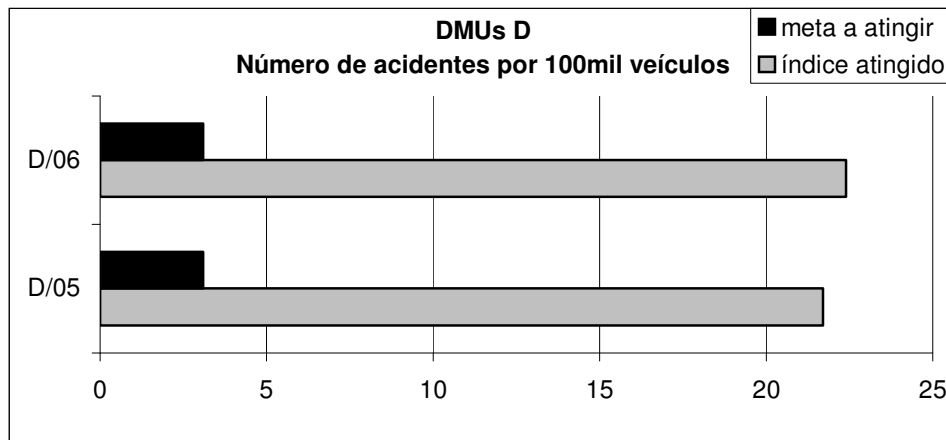


Figura 5.3.4.1 – DMUs D meta para o input número de acidentes por 100 mil veículos

O alto índice do indicador de acidentes observado nestas DMUs D justifica o baixo nível de eficiência relativa constatado e é o input que requer proporcionalmente o maior ajuste para alcançar a eficiência.

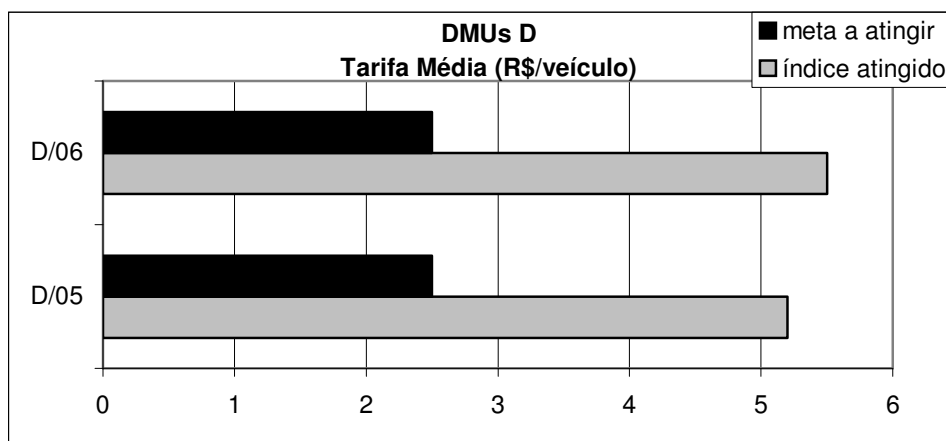


Figura 5.3.4.2 – DMUs D meta para o input tarifa média

O modelo aponta como meta para este input uma redução superior a 50% para ambas as DMUs. Isto é coerente com o patamar de eficiência atingido pelas DMUs deste conjunto, que se situaram ambas no nível de eficiência relativa de 58%.

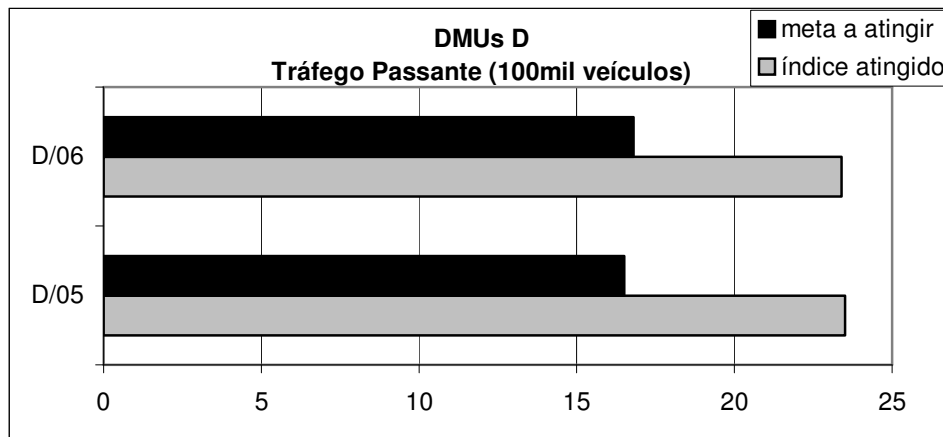


Figura 5.3.4.3 – DMUs D meta para o input tráfego por 100 veículos

O tráfego passante permaneceu estável para as duas DMUs e a meta proposta pelo modelo também é bastante próxima para as duas situações. Este conjunto de DMUs, embora ineficiente, apresenta-se bem equilibrado entre todos seus inputs e metas a serem perseguidas.

5.3.5 Análise para as DMUs E

O conjunto de DMUs E apresenta o terceiro melhor índice para a eficiência média do total dos conjuntos avaliados com o valor de 89,79%. Atingiu nível de eficiência igual a 100% para a DMU E/06. Embora o elevado score médio alcançado pelo conjunto é de se esperar que os ajustes necessários para a condução da DMU não eficiente, E/05, deste conjunto sejam significativos.

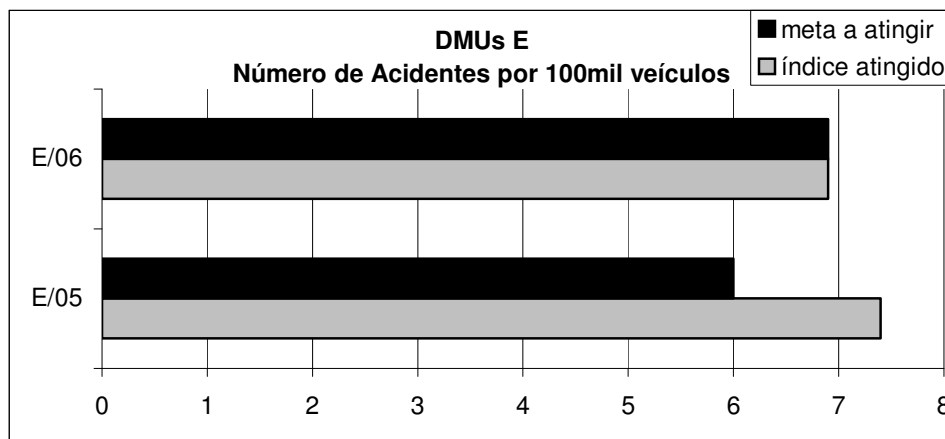


Figura 5.3.5.1 – DMUs E meta para o input número de acidentes/100 mil veículos

Entre os ajustes necessários, este input é o que requer menor redução, sendo inclusive sua meta inferior à estabelecida para a DMU E/06 considerada eficiente. Constatou-se ainda que já houve uma redução dos valores atingidos por este indicador de E/05 para E/06. Este resultado pode ser creditado ao incremento no total do output ocorrido no mesmo período.

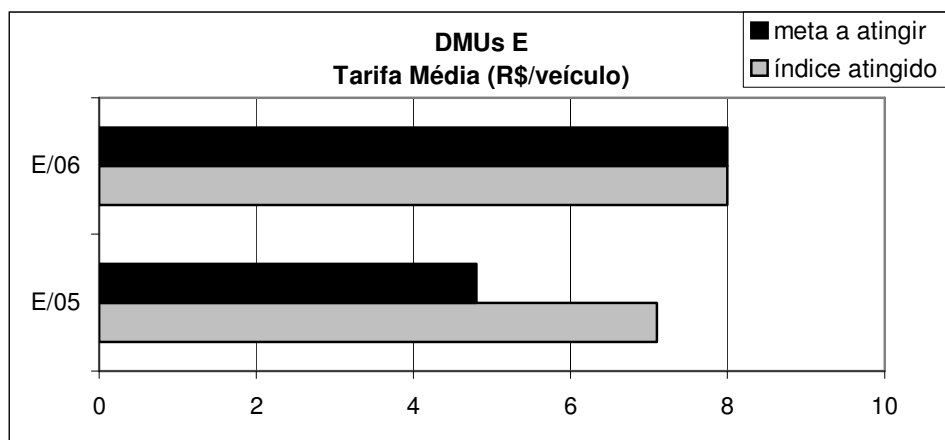


Figura 5.3.5.2 –DMUs E meta para o input tarifa média

Este input, juntamente com o input tráfego passageiro são os responsáveis pelas maiores correções necessárias para que a DMU E/05 possa alcançar o grau de eficiência de 100%. Igualmente ao constatado na análise do input anterior, as metas estabelecidas pelo DEA são inferiores às que conduziram a DMU E/06 à fronteira de eficiência.

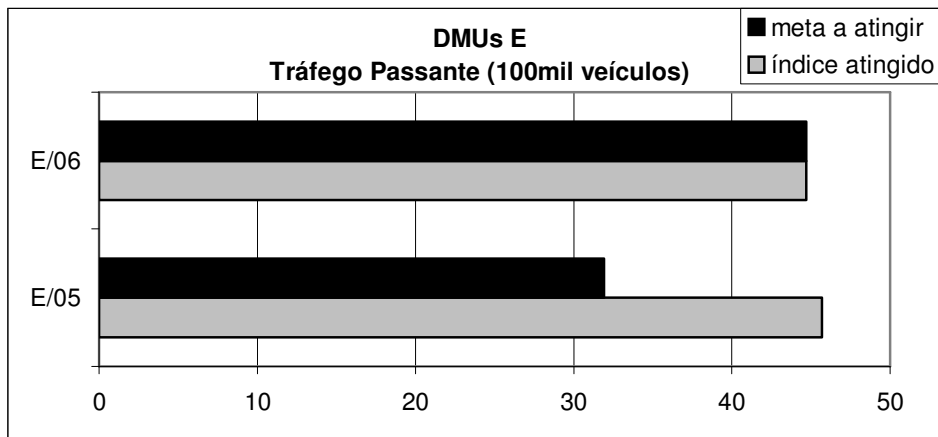


Figura 5.3.5.3 – DMUs E meta para o input tráfego por 100 mil veículos

As considerações tecidas sobre o input tarifa média são também válidas para esta situação. Sendo importante ter-se em mente que os ajustes necessários não se referem à redução física de quantidades e sim quais as quantidades de cada input que seriam as ideais para que a condição do output oferecido fosse ótima.

5.3.6 Análise para as DMUs F

A eficiência média do conjunto de DMUs F é o mais elevado entre todos os conjuntos de DMUs avaliados, alcançando o valor médio de 92,61%, como consequência da posição de 100% eficiente obtida pela DMU F/06. Para este conjunto de DMUs o ajuste necessário é significativamente menor do que foi necessário para os conjuntos de DMUs B e E. Isto se deve à melhor condição de eficiência média obtida por este conjunto.

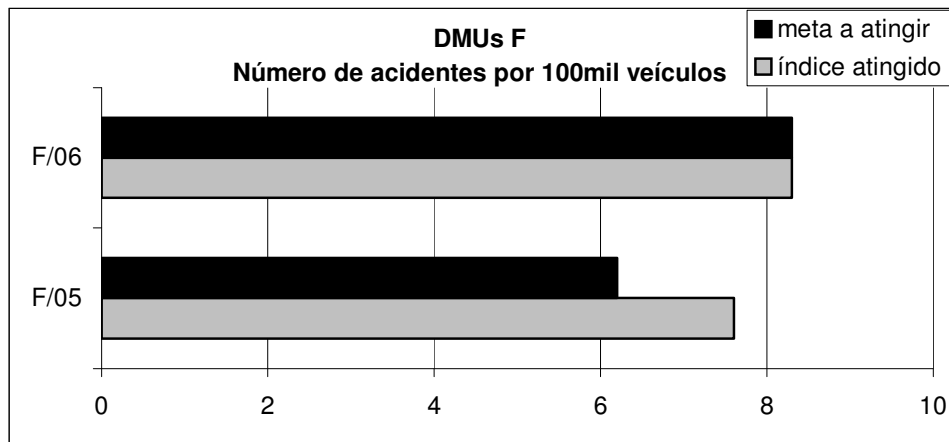


Figura 5.3.6.1 – DMUs F meta para o input número de acidentes por 100 mil veículos

O valor atingido para este input ficou muito próximo à meta fixada pelo modelo.

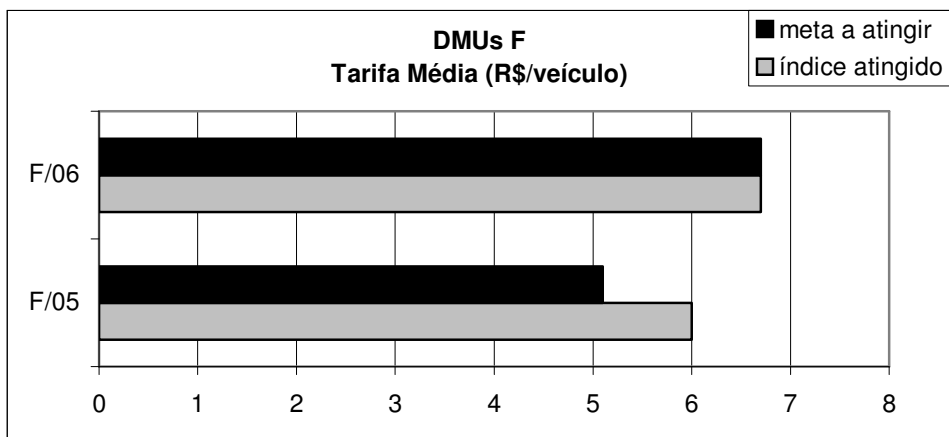


Figura 5.3.6.2 – DMUs F meta para o input tarifa média

Este input é o que menos contribuiu para a ineficiência verificada na DMU F/05, situando-se a 15% acima do necessário para atingir o nível de eficiência de 100%.

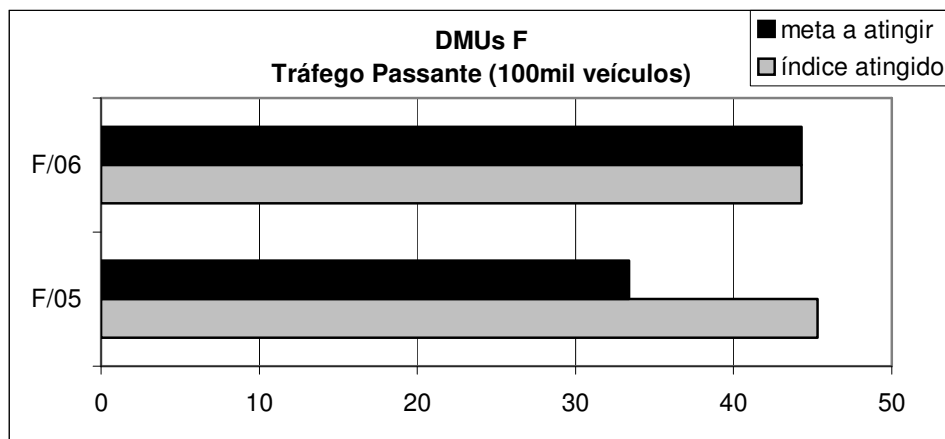


Figura 5.3.6.3 – DMUs F meta para o input tráfego por 100 mil veículos

Dos inputs avaliados este tem sido o de maior contribuição para a ineficiência da DMU F/05, embora em relação às situações abordadas anteriormente este grau de ineficiência tenha gradativamente diminuído à medida que a eficiência média das DMUs tenha aumentando.

5.3.7 Análise para as DMUs G

O grupo das DMUs G situou-se no grupo intermediário das eficiências médias verificadas. Alcançou grau de eficiência média de 77,77%, detendo o maior valor de eficiência média do grupo em que se situou.

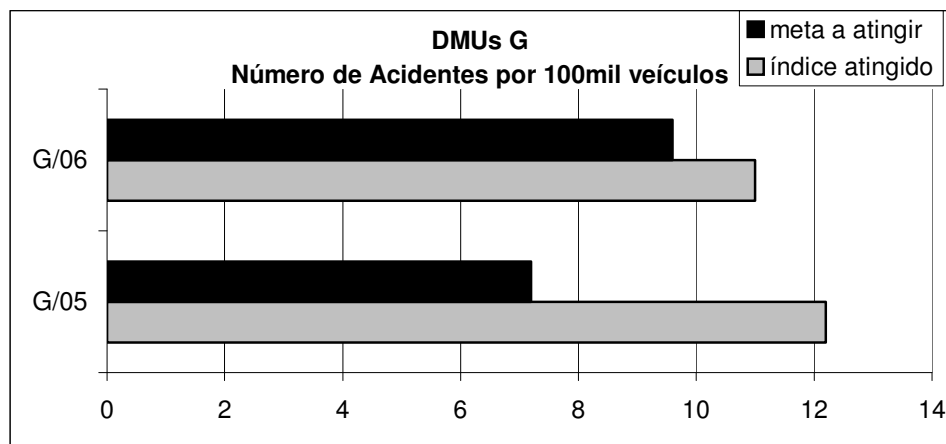


Figura 5.3.7.1 – DMUs G meta para o input número de acidentes por 100 mil veículos

A DMU G/05 apresenta uma ineficiência neste indicador significativamente maior de o que a DMU G/06, indicando que seria eficiente com uma redução de 40,8% ao passo que uma queda de 12,7% bastaria para conduzir a DMU G/06 ao patamar da eficiência de 100%.

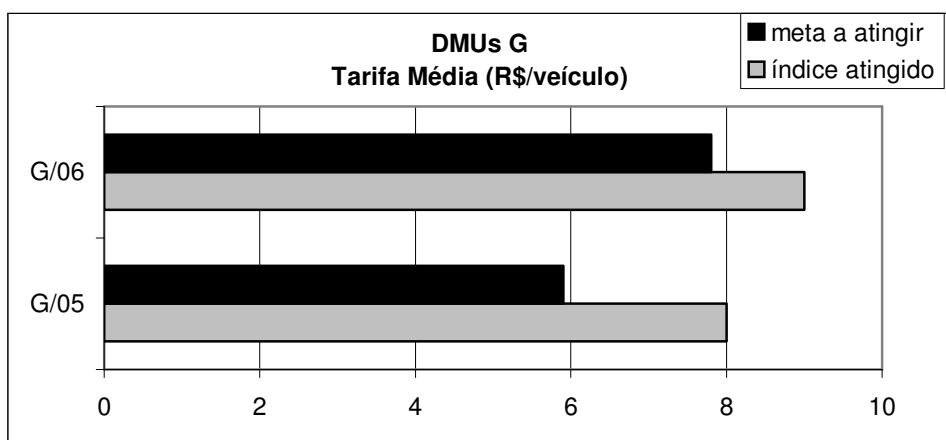


Figura 5.3.7.2 – DMUs G meta para o input tarifa média

Para o input tarifa média a meta determinada para a DMU F/05 também é mais restritiva que a apontada para a DMU F/06. Mesmo que os índices atingidos pela DMU G/6 tenham sido maiores, é a DMU G/05 que necessita de um maior ajuste.

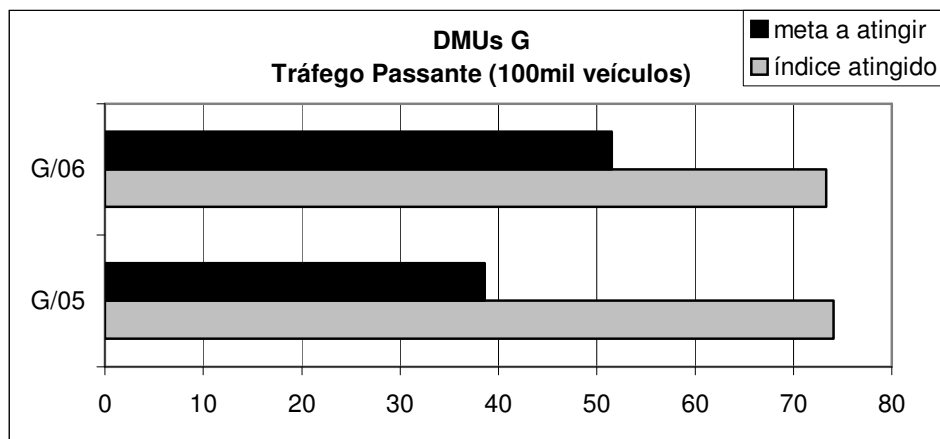


Figura 5.3.7.3 – DMUs G meta para o input tráfego por 100 mil veículos

Aqui se repete a situação já observada em situações anteriores, no que diz respeito à participação importante deste input na ineficiência das DMUs, notadamente aquelas com padrão de eficiência relativa intermediário e superior.

5.4 SUMÁRIO DOS RESULTADOS

Até aqui se comentou os resultados obtidos por conjunto de DMUs, na seqüência será efetuada uma análise em um contexto mais global das eficiências constatadas.

A análise do Quadro 5.2.1 permite calcular e apresentar um comparativo das eficiências médias verificadas para os conjuntos de DMU para o biênio 2005/2006, conforme exposto na figura 5.4.1 que se segue. Na seqüência as figuras 5.4.2 a 5.4.4 apresentam um comparativo dos inputs aferidos e respectivas metas.

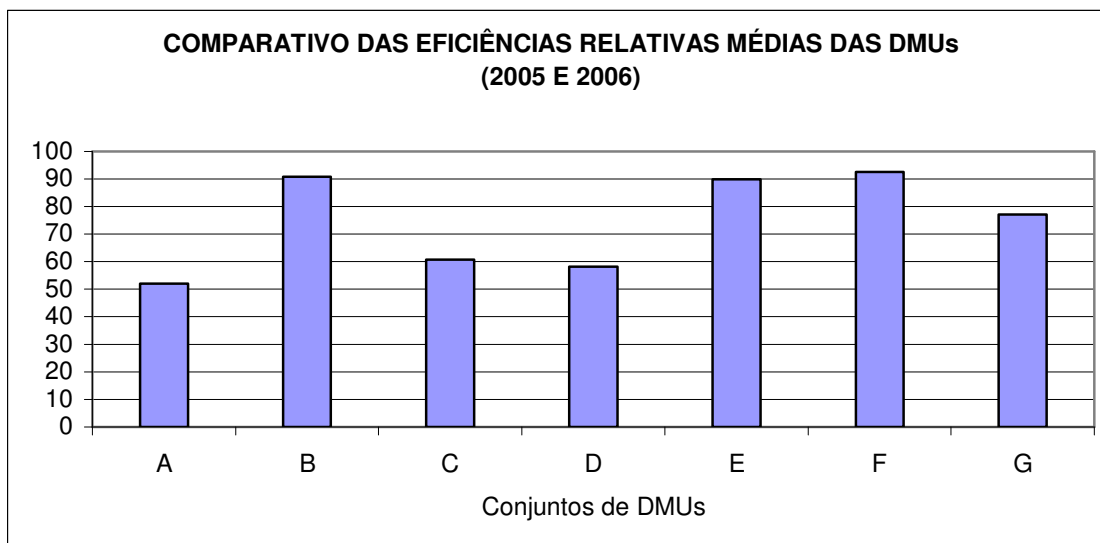


Figura 5.4.1 – eficiência relativa média das DMUs para o período 2005-2006

Percebeu-se que, as DMUs B, E, F e G, atingiram ou superaram neste período analisado um nível de eficiência média da ordem de 90% . As DMUs C e D se posicionaram num nível intermediário na faixa de 60 % e a DMU A não conseguiu atingir o nível de 55% de eficiência relativa média nestes dois anos analisados.

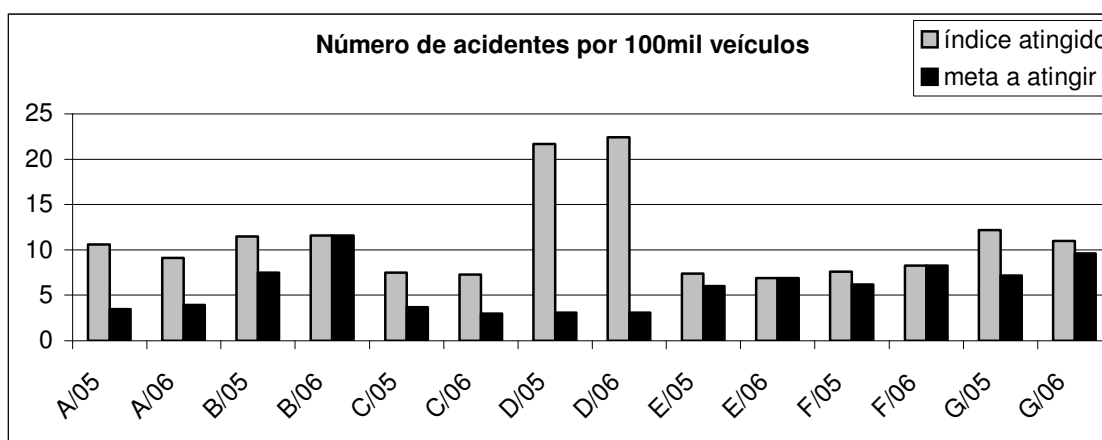


Figura 5.4.2 - número de acidente por 100 mil veículos

Da análise da figura anterior destaca-se o elevado índice de acidentes constatado para as DMUs do conjunto D, à que pode ser creditado o baixo desempenho desta DMU que obteve o segundo menor índice de eficiência relativa média entre todas as DMUs avaliadas.

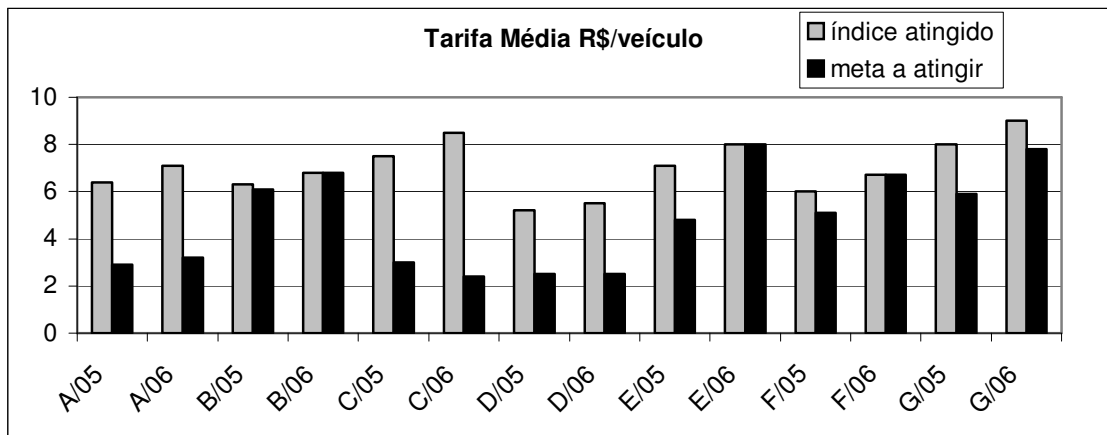


Figura 5.4.3 - tarifa média (R\$/veículo)

O indicador de input tarifa média destaca os três grupos de DMUs com os piores índices de eficiência relativa, DMUs A, C e D. Para as do grupo C DMU é principal fator com maior contribuição para sua baixa eficiência constatada, que as coloca em terceira e sexta posição numa escala ascendente de eficiência, com valores de eficiência relativa iguais a 55,96% e 65,35% respectivamente. A importância deste indicador para o conjunto de DMUs A também é significativa, mas não é o único índice para a explicação de seu baixo desempenho.

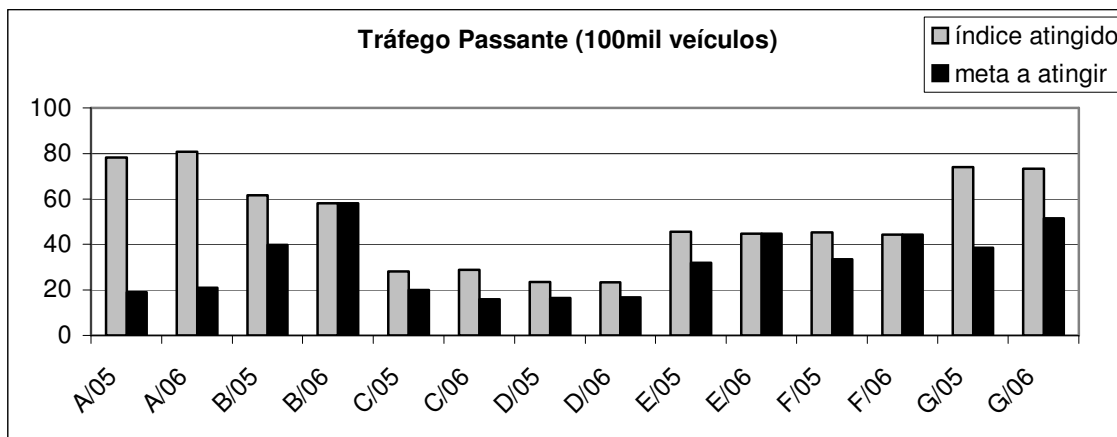


Figura 5.4.4 - tráfego passante por 100 mil veículos

Este indicador destaca a ineficiência das DMUs A e aliado ao indicador tarifa média são os responsáveis pela posição de destaque negativo verificado na eficiência relativa destas

DMUs que ficaram com as piores posições entre todas as 14 DMUs avaliadas. Para as DMUs do conjunto G a ineficiência constatada neste indicador foi a maior proporcionalmente às metas a serem atingidas, entretanto entre os grupos de DMUs ineficientes foi o que se apresentou mais equilibrado em suas eficiências por inputs analisados.

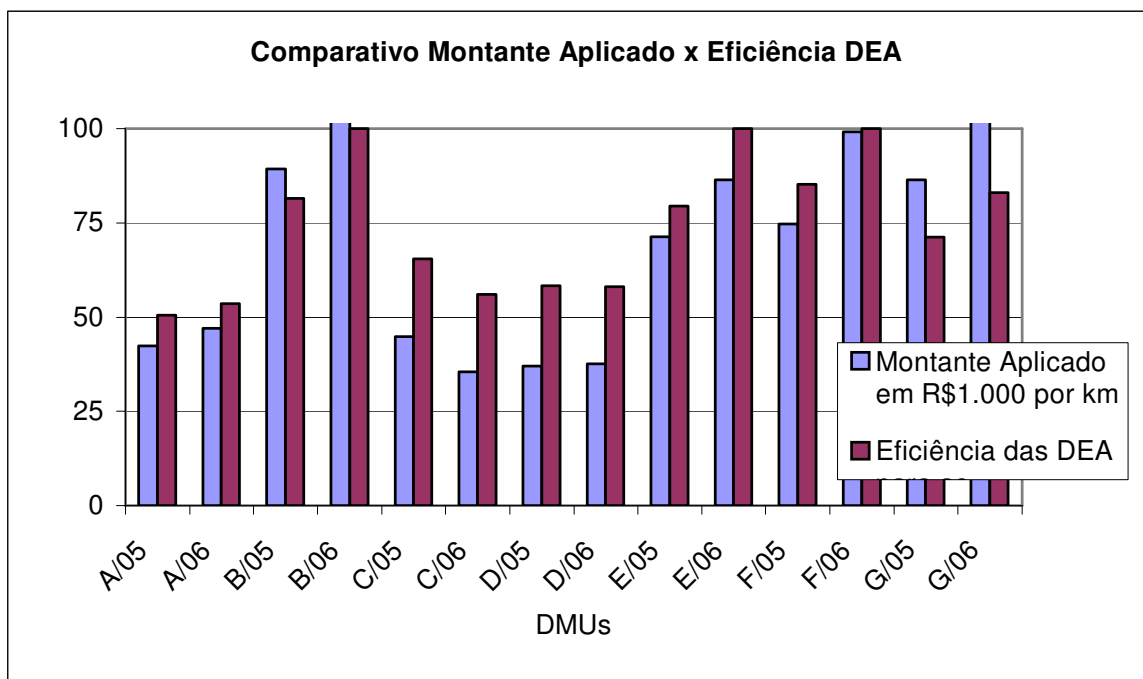


Figura 5.4.5 – comparativo montante aplicado (em 1.000R\$/km) x eficiência DEA

O indicador de output revela uma forte correlação entre recursos aplicados em conservação, manutenção e investimentos em tecnologia e serviços e eficiência relativa. Isto é válido tanto positivamente como negativamente. As quatro DMUs com maior valor aplicado tem uma média de eficiência de 91,14%, enquanto que para as quatro DMUs com menores valores aplicados a média das eficiências é de 57,44%. Apesar desta constatação, percebeu-se que, as DMUs do conjunto A que, apresentaram o pior desempenho entre todas as 14 DMUs avaliadas não se situam entre as quatro DMUs com o menor valor aplicado.

5.5 VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

Como tentativa de aferir a pertinência dos resultados obtidos valeu-se de duas avaliações efetuadas, em 2005 pela AGERGS e em 2006 pelo DAER, sobre os serviços

prestados pelas empresas concessionárias, que serão comparados aos resultados obtidos neste trabalho.

A primeira avaliação trata-se de uma avaliação técnica realizada para o ano de 2005, através de indicadores técnicos formulados pela AGERS a partir de avaliações objetivas contratualmente exigíveis e de responsabilidade do poder concedente, representado pelo DAER. O indicador adotado foi o índice de qualidade de pavimento -IQP. Este índice engloba três avaliações objetivas, degrau pista/acostamento, flecha de trilha de roda e quociente de irregularidade. É dado pelo percentual de extensão aprovado, para os três indicadores simultaneamente, para um pólo sobre sua extensão total. A figura xx demonstra uma forte correlação entre os resultados de eficiência relativa e a avaliação da AGERS para índice de qualidade do pavimento.

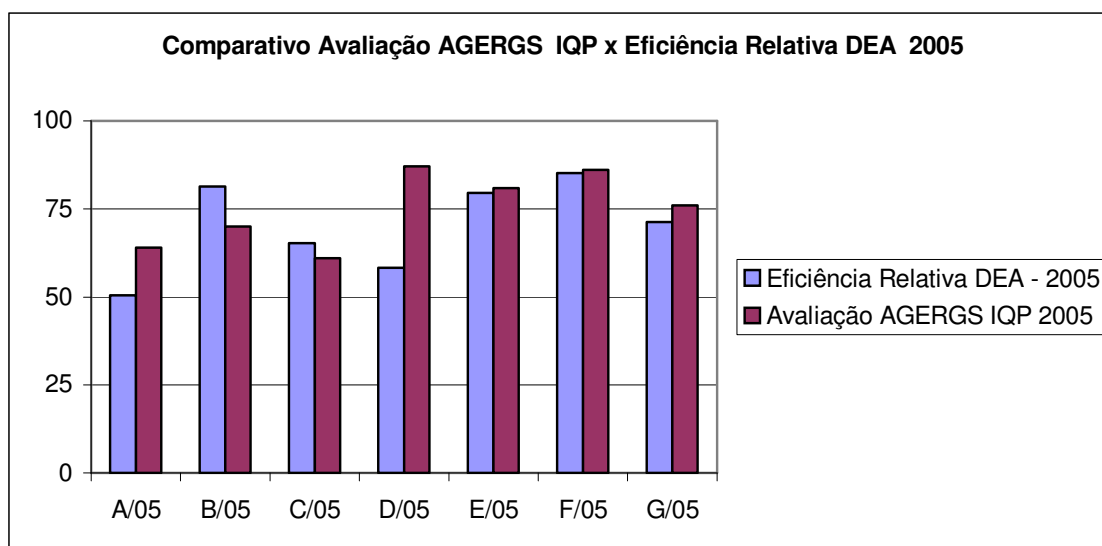


Figura 5.5.1 - comparativo IQP x eficiência relativa DEA

A segunda avaliação refere-se a uma pesquisa de opinião realizada em 2006, denominada pesquisa de qualidade. Nesta pesquisa os parâmetros de avaliação foram divididos entre avaliação da rodovia propriamente dita, onde foram analisados seis itens e a avaliação dos serviços. Os itens avaliados receberam conceitos entre :muito bom, bom, regular ruim e péssimo. Na avaliação da rodovia foram considerados os quesitos pista de rolamento, sinalização horizontal e vertical (dia/noite), interseções, retornos e acessos, segurança nas curvas horizontais e conceito geral da rodovia. Para avaliação dos serviços foram questionados os itens: atendimento nas praças de pedágio; serviços de informações,

atendimento e reclamações; resgate de acidentados; resgate de veículos e conceito geral dos serviços.

A figura 5.5.2 demonstra esta comparação entre as duas medidas de avaliação realizadas. Não se percebe uma boa correlação entre os resultados obtidos, havendo três divergências significativas localizadas nas avaliações das DMUs A, C e D. Isto não necessariamente invalidaria qualquer dos métodos empregados pois ao enquanto o DEA trata de parâmetros mais concretos e com pouca interferência do avaliador, a pesquisa de opinião é uma avaliação de caráter mais subjetiva, sensível a fatores não estritamente técnicos além do tamanho da amostra, que não permitiu uma análise estatística.

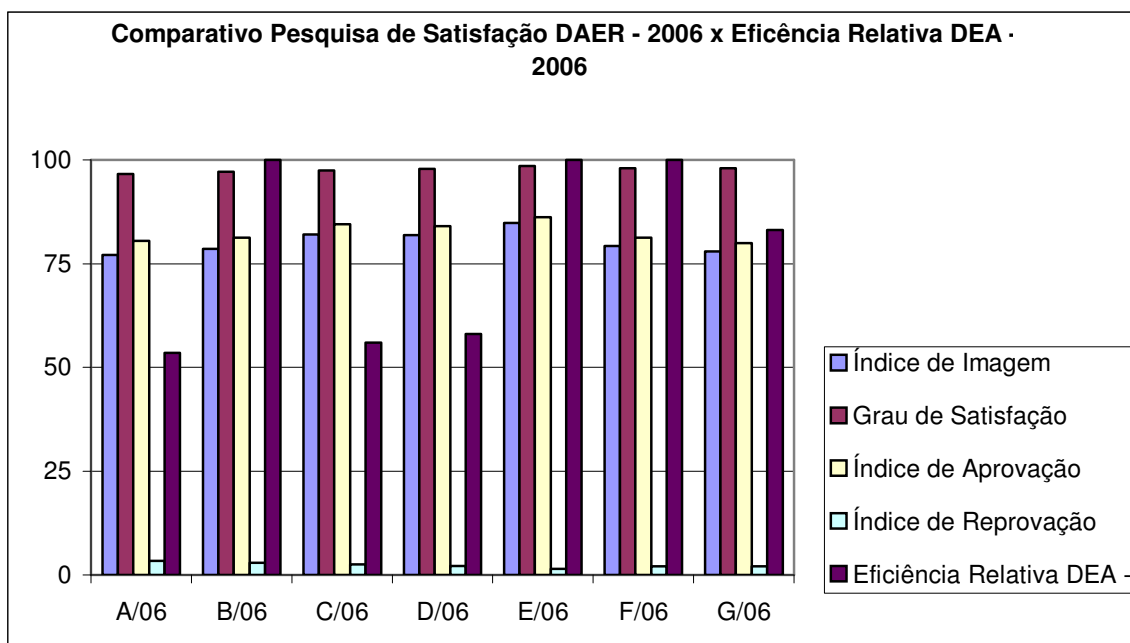


Figura 5.5.2 - comparativo pesquisa de satisfação DAER x eficiência relativa DEA

Nesta seção foram apresentadas as considerações sobre os resultados obtidos, primeiramente de forma agrupada por conjunto de DMUs e a na sequência comentou-se de forma global as constatações efetuadas e por fim traçou-se um paralelo entre avaliações efetuadas sob óticas diversas. Desta forma, pode-se encaminhar a conclusão do trabalho realizado sobre a avaliação de eficiências relativas entre as empresas concessionárias dos pólos rodoviários do Estado do Rio Grande do Sul.

CONCLUSÃO

Neste trabalho empregou-se a técnica de avaliação de eficiências relativas proporcionadas pela análise envoltória de dados. O objetivo desta avaliação era medir a eficiência relativa das empresas concessionárias de Pólos Rodoviários no Estado do Rio Grande do Sul. Foram empregados conjuntos de dados referentes aos anos de 2005 e 2006. A mesma concessionária em cada ano analisado, 2005 e 2006, foi considerada como outra DMU, totalizando assim 14 DMUs sob avaliação. Para fatores de input foram considerados o número de veículos pagantes em 100 mil unidades, a tarifa média e o número de ocorrências de acidentes por 100 mil veículos pagantes. Como output adotou-se o valor total aplicado no conjunto de rodovias constituintes dos Pólos Rodoviários, formado pelos valores gastos em conservação, manutenção e investimentos diversos (tecnologia, implantação de serviços de ambulância, guincho etc).

A aplicação do software WDEA (Warwick DEA Software Version 0.99a) revelou que entre as 14 DMUs analisadas, 3 atingiram a fronteira de eficiência. Para todas as DMUs não eficientes, a DMU benchmark foi a DMU F/06.

A avaliação também revelou que a eficiência relativa das DMUs apresentou uma evolução positiva, com as exceções das DMUs C que apresentaram diminuição de sua eficiência relativa e das DMUs D que se mostraram estabilizadas em seu patamar de eficiência de 58%.

Confirmou-se uma forte correlação entre quantidade de recursos aplicados em investimento, conservação e manutenção e níveis de eficiência relativa.

Procurou-se estabelecer um paralelo entre a avaliação relativa efetuada neste trabalho e outras modalidades de avaliações existentes para as concessionárias, uma realizada pela AGERGS, através de um índice de qualidade de pavimento e a outra, uma pesquisa de opinião realizada pelo DAER e consultorias contratadas. A comparação com o índice de qualidade pavimento mostrou uma forte correlação com as eficiências relativas DEA, havendo apenas uma divergência observada na avaliação da DMU D/05. Esta divergência pode ser atribuída ao elevado índice de acidentes das DMUs do conjunto D, dado este não capturado pelo indicador IQP modelado pela AGERGS. O resultado da comparação da eficiência relativa com a pesquisa de opinião não apresentou uma boa correlação, evidenciando três divergências significativas, para as DMUs A/06, C/06 e D/06.

Como tema para estudos posteriores poderia se propor uma extensão desta série histórica, para acompanhamento da evolução da qualidade na prestação deste serviço. Também poderia

ser analisada a causa da elevada diferença de acidentalidade entre as DMUs D e as demais DMUs.

O fator limitante no presente estudo foi justamente a descontinuidade da série histórica de avaliações dos serviços rodoviários sob concessão, que permitissem sua utilização pura através da análise de envoltória de dados..

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANKER, R. D., CHARNES, A. and COOPER, W. W.,. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, USA.: v.30, n.9, 1078–1092, 1984.

BERGENDAHL, GÖRAN. DEA and Benchmarks – an application to Nordic banks. *Annals of Operations Research*, v.82, p.233-249, 1998.

BORENSTEIN, D., BECKER, J.L., Measuring the efficiency of Brazilian post office stores using data envelopment analysis. *International Journal of Operational & Production Management*, v. 24, n.10, p.1055-1078, 2004.

CHARNES, A., COOPER, W. W. and E. RHODES.. Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operations Research* v.2, n.6, p.429–444, 1978.

COOPER, W. W. and TONE, K., (1995). Measures of inefficiency in data envelopment analysis and stochastic frontier estimation *European Journal of Operational Research*, v.99, p.72–88, 1997.

COOK W.D. and ZHU, JOE(2002) Output deterioration with input reduction in data envelopment analysis. *HE Transation* v.35, p 309-320, 2003.

COOK WD, KAZAKOV A, and PERSAUD B.N. Prioritising highway accident sites: a data envelopment analysis model. *Journal of the Operational Research Society*. v.52, p 303-309, 2001.

COOK WD, ROLL Y, KAZAKOV A. A DEA model for measuring the relative Efficiency of highway maintenance Patrols. *INFOR* v.28, n.2, p.113 – 124, 1990.

FARRELL e FIELDHOUSE. Estimating efficient production functions under increasing returns to scale, *J.R Statis. Soc. Series A* 125, p 252-267, 1962.

GOMES, E., MELLO, J., NETO, LUIZ e MEZA, L., Gestão de Auto-Estradas: Análise de Eficiência das Auto-Estradas Federais Brasileiras com Portagens., *Revista Portuguesa e Brasileira de Gestão*, Lisboa-Rio de Janeiro, v. 3, n.2. p. 68-75, 2004”.

GONZALEZ ARAYA, M.C., Uma metodologia para projetar DMUs em facets eficientes de maior dimensão. In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, n. 34., 2002, Rio de Janeiro. *Anais do XXXIV de Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional* Outubro, 2002.

LINS, M.P.E.; ÂNGULO MEZA, L. Análise Envolvória de Dados. *Editora COPPE/UFRJ*, Rio de Janeiro, 2000 .

MELLO, J. C.C.B.S., MEZA, A. LIDIA, GOMES, E. GONÇALVES, SERAPIÃO, BRUNO, P.e LINS, MARCOS P. E., Análise de Envolvória de Dados no Estudo da Eficiência e dos Benchmarks para Companhias Aéreas Brasileiras, *Pesquisa Operacional*, v.23, n.2, p.325-345, 2003

NANCI, LUIZ C., AZEREDO, SÉRGIO M. E MELLO, J. C.C.B.S., Estudo da eficiência de empresas distribuidoras de jornais usando análise envoltória de dados, *Produto & Produção*, v.7, n.3, p.27-35, 2004.

NOVAES, ANTÔNIO G. N., Rapid - Transit Efficiency Analysis with the Assurance-Region Dea Method, *Pesquisa Operacional*, v.21, n.2, p.179-197, 2001.

RIO GRANDE DO SUL. Nota Técnica DQ 01/2006 Indicadores de Qualidade dos Serviços Pólos de Concessão Rodoviária, *AGERGS*, Porto Alegre, RS. Novembro de 2006.-

_____. Relatório de Acompanhamento do Programa de Concessões de Rodovias no Rio grande do Sul (Janeiro a dezembro de 2006). *DAER – Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem*, Porto Alegre, RS.

_____. Relatório de Acompanhamento do Programa de Concessões de Rodovias no Rio grande do Sul (Janeiro a dezembro de 2005). *DAER – Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem*, Porto Alegre, RS.

ROUSSE, PAUL, PUTTERILL, MARTIN, Measuring the Effects of Local Government Reform: A New Zealand Highway Maintenance Application, *The University of Auckland*. New Zealand, 1999.

ROUSSE, PAUL, PUTTERILL, MARTIN and RYAN, DAVID, Towards a General Managerial Framework for Performance Measurement: A Comprehensive Highway Maintenance Application, *Journal of Productivity Analysis*, v.8, p 127-149 1997.

SAHA, ASISH and RAVISANKAR, T.S., Rating of Indian commercial banks: A DEA approach, *European Journal of Operational Research*, v.24, p.187–203, 2000.

TAVARES, G.DEA – Data Envelopment Analysis: Os modelos e as suas extensões principais – Um modelo para a Análise da Modernização dos Serviços de Telecomunicações nos Países

da OCDE. Tese de mestrado, *Departamento de Engenharia Informática*, Universidade de Coimbra, Coimbra. 1998.

WAGNER, H. M – Pesquisa Operacional. 2ª Edição. Rio de Janeiro: *Prentice/Hall do Brasil*, 1986.

ANEXO 1 - INDICADORES

DMU	Acid/Veic	Mont. Aplic./km	tarifmedia	trafego x 100mil veíc.
A/06	9.08	47031.22	7.14	80.91
B/06	11.61	117591.35	6.80	58.06
C/06	7.33	35512.06	8.47	28.91
D/06	22.39	37609.60	5.54	23.36
E/06	6.94	86458.26	8.01	44.67
F/06	8.28	99120.69	6.72	44.33
G/06	11.02	115123.86	8.97	73.30
A/05	10.60	42343.17	6.42	78.17
B/05	11.54	89265.93	6.28	61.69
C/05	7.49	44863.62	7.52	28.29
D/05	21.69	36990.58	5.15	23.51
E/05	7.39	71302.30	7.14	45.71
F/05	7.59	74671.97	5.96	45.30
G/05	12.18	86334.86	7.96	74.12

ANEXO 2 – ARQ. LOG

weights not yet available for target model

Phase 1 Optimisation with constant returns to scale

Minimise the input requirement with output levels held

Phase 2 Optimisation

Maximise secondary gains relative to the target

Tables produced for efficiencies from 0.0% to 100.0%

Tables are sorted into ascending efficiency order

Peers shown as contributions to the optimal mix

Table of efficiencies (target)

50.58 A/05	53.48 A/06	55.96 C/06
58.02 D/06	58.33 D/05	65.35 C/05
71.21 G/05	79.52 E/05	81.42 B/05
85.21 F/05	86.13 G/06	100.00 B/06
100.00 E/06	100.00 F/06	

Table of peer units

Peers for Unit A/05 efficiency 50.58% target

A/05	F/06	
ACTUAL	LAMBDA	0.427
10.6 -ACIDE/VEIC		3.5
6.4 -TARIFMEDIA		2.9
78.2 -TRAFEGO		18.9
42343.2 +INVEST/KM		42343.2

Peers for Unit A/06 efficiency 53.48% target

A/06	F/06	
ACTUAL	LAMBDA	0.474
9.1 -ACIDE/VEIC		3.9
7.1 -TARIFMEDIA		3.2

80.9 -TRAFEGO 21.0
47031.2 +INVEST/KM 47031.2

Peers for Unit C/06 efficiency 55.96% target

C/06	F/06	
ACTUAL	LAMBDA	0.358
7.3 -ACIDE/VEIC		3.0
8.5 -TARIFMEDIA		2.4
28.9 -TRAFEGO		15.9
35512.1 +INVEST/KM		35512.1

Peers for Unit D/06 efficiency 58.02% target

D/06	F/06	
ACTUAL	LAMBDA	0.379
22.4 -ACIDE/VEIC		3.1
5.5 -TARIFMEDIA		2.5
23.4 -TRAFEGO		16.8
37609.6 +INVEST/KM		37609.6

Peers for Unit D/05 efficiency 58.33% target

D/05	F/06	
ACTUAL	LAMBDA	0.373
21.7 -ACIDE/VEIC		3.1
5.2 -TARIFMEDIA		2.5
23.5 -TRAFEGO		16.5
36990.6 +INVEST/KM		36990.6

Peers for Unit C/05 efficiency 65.35% target

C/05	F/06	
ACTUAL	LAMBDA	0.453
7.5 -ACIDE/VEIC		3.7
7.5 -TARIFMEDIA		3.0
28.3 -TRAFEGO		20.1
44863.6 +INVEST/KM		44863.6

Peers for Unit G/05 efficiency 71.21% target

G/05	F/06	
ACTUAL	LAMBDA	0.871
12.2 -ACIDE/VEIC		7.2
8.0 -TARIFMEDIA		5.9
74.1 -TRAFEGO		38.6
86334.9 +INVEST/KM		86334.9

Peers for Unit E/05 efficiency 79.52% target

E/05	F/06	
ACTUAL	LAMBDA	0.719
7.4 -ACIDE/VEIC		6.0
7.1 -TARIFMEDIA		4.8
45.7 -TRAFEGO		31.9
71302.3 +INVEST/KM		71302.3

Peers for Unit B/05 efficiency 81.42% target

B/05	F/06	
ACTUAL	LAMBDA	0.901
11.5 -ACIDE/VEIC		7.5
6.3 -TARIFMEDIA		6.1
61.7 -TRAFEGO		39.9
89265.9 +INVEST/KM		89265.9

Peers for Unit F/05 efficiency 85.21% target

F/05	F/06	
ACTUAL	LAMBDA	0.753
7.6 -ACIDE/VEIC		6.2
6.0 -TARIFMEDIA		5.1
45.3 -TRAFEGO		33.4
74672.0 +INVEST/KM		74672.0

Peers for Unit G/06 efficiency 86.13% target

G/06	F/06	
ACTUAL	LAMBDA	1.161
11.0 -ACIDE/VEIC		9.6
9.0 -TARIFMEDIA		7.8
73.3 -TRAFEGO		51.5
115123.9 +INVEST/KM		115123.9

Peers for Unit B/06 efficiency 100.00% target

B/06	B/06	
ACTUAL	LAMBDA	1.000
11.6 -ACIDE/VEIC		11.6
6.8 -TARIFMEDIA		6.8
58.1 -TRAFEGO		58.1
117591.4 +INVEST/KM		117591.4

Peers for Unit E/06 efficiency 100.00% target

E/06	E/06	
ACTUAL	LAMBDA	1.000
6.9 -ACIDE/VEIC		6.9
8.0 -TARIFMEDIA		8.0
44.7 -TRAFEGO		44.7
86458.3 +INVEST/KM		86458.3

Peers for Unit F/06 efficiency 100.00% target

F/06	F/06	
ACTUAL	LAMBDA	1.000
8.3 -ACIDE/VEIC		8.3
6.7 -TARIFMEDIA		6.7
44.3 -TRAFEGO		44.3
99120.7 +INVEST/KM		99120.7

Table of target values

Targets for Unit A/05 efficiency 50.58% target

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED PR T
----------	--------	--------	---------	---------------

-ACIDE/VEIC	10.6	3.5	66.6%	33.4%	100
-TARIFMEDIA	6.4	2.9	55.3%	44.7%	100
-TRAFEGO	78.2	18.9	75.8%	24.2%	100
+INVEST/KM	42343.2	42343.2	0.0%	100.0%	100

Targets for Unit A/06 efficiency 53.48% target

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED PR T	
-ACIDE/VEIC	9.1	3.9	56.7%	43.3%	100
-TARIFMEDIA	7.1	3.2	55.3%	44.7%	100
-TRAFEGO	80.9	21.0	74.0%	26.0%	100
+INVEST/KM	47031.2	47031.2	0.0%	100.0%	100

Targets for Unit C/06 efficiency 55.96% target

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED PR T	
-ACIDE/VEIC	7.3	3.0	59.5%	40.5%	100
-TARIFMEDIA	8.5	2.4	71.6%	28.4%	100
-TRAFEGO	28.9	15.9	45.1%	54.9%	100
+INVEST/KM	35512.1	35512.1	0.0%	100.0%	100

Targets for Unit D/06 efficiency 58.02% target

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED PR T	
-ACIDE/VEIC	22.4	3.1	86.0%	14.0%	100
-TARIFMEDIA	5.5	2.5	54.0%	46.0%	100
-TRAFEGO	23.4	16.8	28.0%	72.0%	100
+INVEST/KM	37609.6	37609.6	0.0%	100.0%	100

Targets for Unit D/05 efficiency 58.33% target

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED PR T	
-ACIDE/VEIC	21.7	3.1	85.8%	14.2%	100
-TARIFMEDIA	5.2	2.5	51.3%	48.7%	100
-TRAFEGO	23.5	16.5	29.6%	70.4%	100
+INVEST/KM	36990.6	36990.6	0.0%	100.0%	100

Targets for Unit C/05 efficiency 65.35% target

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED PR T
-ACIDE/VEIC	7.5	3.7	50.0%	50.0% 100
-TARIFMEDIA	7.5	3.0	59.6%	40.4% 100
-TRAFEGO	28.3	20.1	29.1%	70.9% 100
+INVEST/KM	44863.6	44863.6	0.0%	100.0% 100

Targets for Unit G/05 efficiency 71.21% target

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED PR T
-ACIDE/VEIC	12.2	7.2	40.8%	59.2% 100
-TARIFMEDIA	8.0	5.9	26.5%	73.5% 100
-TRAFEGO	74.1	38.6	47.9%	52.1% 100
+INVEST/KM	86334.9	86334.9	0.0%	100.0% 100

Targets for Unit E/05 efficiency 79.52% target

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED PR T
-ACIDE/VEIC	7.4	6.0	19.4%	80.6% 100
-TARIFMEDIA	7.1	4.8	32.3%	67.7% 100
-TRAFEGO	45.7	31.9	30.2%	69.8% 100
+INVEST/KM	71302.3	71302.3	0.0%	100.0% 100

Targets for Unit B/05 efficiency 81.42% target

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED PR T
-ACIDE/VEIC	11.5	7.5	35.4%	64.6% 100
-TARIFMEDIA	6.3	6.1	3.6%	96.4% 100
-TRAFEGO	61.7	39.9	35.3%	64.7% 100
+INVEST/KM	89265.9	89265.9	0.0%	100.0% 100

Targets for Unit F/05 efficiency 85.21% target

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED PR T
-ACIDE/VEIC	7.6	6.2	17.8%	82.2% 100
-TARIFMEDIA	6.0	5.1	15.1%	84.9% 100
-TRAFEGO	45.3	33.4	26.3%	73.7% 100
+INVEST/KM	74672.0	74672.0	0.0%	100.0% 100

Targets for Unit G/06 efficiency 86.13% target

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED PR T
-ACIDE/VEIC	11.0	9.6	12.7%	87.3% 100
-TARIFMEDIA	9.0	7.8	13.0%	87.0% 100
-TRAFEGO	73.3	51.5	29.8%	70.2% 100
+INVEST/KM	115123.9	115123.9	0.0%	100.0% 100

Targets for Unit B/06 efficiency 100.00% target

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED PR T
-ACIDE/VEIC	11.6	11.6	0.0%	100.0% 100
-TARIFMEDIA	6.8	6.8	0.0%	100.0% 100
-TRAFEGO	58.1	58.1	0.0%	100.0% 100
+INVEST/KM	117591.4	117591.4	0.0%	100.0% 100

Targets for Unit E/06 efficiency 100.00% target

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED PR T
-ACIDE/VEIC	6.9	6.9	0.0%	100.0% 100
-TARIFMEDIA	8.0	8.0	0.0%	100.0% 100
-TRAFEGO	44.7	44.7	0.0%	100.0% 100
+INVEST/KM	86458.3	86458.3	0.0%	100.0% 100

Targets for Unit F/06 efficiency 100.00% target

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED PR T
-ACIDE/VEIC	8.3	8.3	0.0%	100.0% 100
-TARIFMEDIA	6.7	6.7	0.0%	100.0% 100
-TRAFEGO	44.3	44.3	0.0%	100.0% 100
+INVEST/KM	99120.7	99120.7	0.0%	100.0% 100

ANEXO 3- EFICIÊNCIAS MÉDIAS

Conjunto de DMUs	Eficiência média
A	51,98
B	90,71
C	60,66
D	58,18
E	89,76
F	92,61
G	77,17