

AVALIAÇÃO DAS EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE PRODUTOS DA INFOGLOBO UTILIZANDO ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

Luiz Cesar Nanci

Universidade Federal Fluminense - Niterói – RJ
Programa de Mestrado em Engenharia de Produção
cnanci@predialnet.com.br

Sérgio Medeiros Azeredo

Universidade Federal Fluminense – Niterói – RJ
Programa de Mestrado em Engenharia de Produção
smazeredo@uol.com.br

João Carlos C. B. Soares de Mello

Universidade Federal Fluminense – Niterói – RJ
Departamento de Engenharia de Produção
jcsmello@producao.uff.br

Resumo

Este trabalho tem por objetivo avaliar a eficiência e o *benchmark* das empresas distribuidoras de produtos da Infoglobo na entrega domiciliar de jornais na região metropolitana do Rio de Janeiro e Niterói, utilizando a ferramenta DEA - Análise Envoltória de Dados (Data Envelopment Analysis). Trabalho de conclusão da disciplina Sistemas de Avaliação, do Mestrado em Engenharia de Produção da Universidade Federal Fluminense.

Palavras-chave: DEA; benchmark; distribuição.

Abstract

The goal of this paper is to assess the relative efficiency of the firms that distribute products for Infoglobo, a major communication company, and also its benchmark, specifically in the activity of newspaper home delivery, in Rio de Janeiro and Niterói areas, using Data Envelopment Analysis. Conclusion paper of the discipline Evaluation Systems, from the Master in Production Engineering, *Fluminense* Federal University.

Keywords: DEA, benchmark, distribution

1. Introdução

A Infoglobo Comunicações LTDA é uma empresa das Organizações GLOBO, que produz o jornal O GLOBO, um dos maiores e mais antigos do país em sua categoria. A empresa produz ainda os jornais: Extra, Valor Econômico e o Diário de São Paulo.

O jornal O GLOBO circula em todas as capitais estaduais do Brasil, e sua produção se dá no Estado do Rio de Janeiro, onde sua distribuição é concentrada, com mais de 5.000 pontos de venda. Há ainda o serviço de entrega domiciliar, que disponibiliza o jornal diariamente ao cliente, em seu domicílio.

A operação de entrega domiciliar abrange toda a cidade do Rio de Janeiro e Região Metropolitana e ainda a grande maioria dos municípios do interior do estado, algumas cidades do Espírito Santo e Minas Gerais, São Paulo (capital), Distrito Federal, e outras capitais estaduais.

Por se tratar de um mercado altamente competitivo, foi realizada uma análise de custo e valor no intuito de observar fontes para reduções potenciais de custos, através de ondas de trabalho ao longo de toda a cadeia de suprimentos, onde se observou como um dos pontos focais a distribuição de produtos, mas especificamente o serviço de entrega domiciliar.

A Infoglobo opera atualmente em âmbito nacional com 49 empresas contratadas para a realização do serviço de entrega domiciliar. Para entender melhor este elo da cadeia de suprimentos decidiu-se avaliar internamente seus prestadores de serviços através de um processo conhecido como *benchmarking* (Camp, 1989). Optou-se, portanto, por se utilizar a metodologia DEA, originalmente proposta por Charnes et al (1978), para analisar a eficiência das empresas distribuidoras de produtos, por se tratar de uma metodologia onde a interferência do avaliador é minimizada. Garante-se assim total transparência ao processo. Esta metodologia já é usada em determinação de *benchmarks* em logística e transporte. Na literatura destacam-se os casos estudados por Novaes (2001) e Soares de Mello et al (2003).

O presente trabalho restringe-se ao estudo de 09 empresas que são responsáveis pelas entregas nas cidades do Rio de Janeiro, Niterói e São Gonçalo e que representam aproximadamente 80% do volume total de jornais entregues no país.

Na seção 2 será feita uma breve descrição da metodologia DEA. As seções 3 e 4 explicam-se o processo de modelagem das variáveis e escolha do modelo. Na seção 5 será realizada a interpretação dos resultados, seguida da seção 6 onde são realizados os comentários finais a respeito do trabalho.

2. Metodologia DEA

A história da Análise Envoltória de Dados começa com a dissertação para obtenção de grau de Ph.D. de Edward Rhodes sob a supervisão de W.W. Cooper publicada em 1978 (Charnes et al 1978). O objetivo da tese foi desenvolver um modelo para estimar a eficiência técnica sem recorrer ao arbítrio de pesos para cada variável de *input* ou *output*, e sem converter todas as variáveis em valores econômicos comparáveis.

Em contraste com as aproximações paramétricas, cujo objetivo é otimizar um plano de regressão simples a partir dos dados, DEA, otimiza cada observação individual com o objetivo de calcular uma fronteira de eficiência.

A eficiência de 100% é atingida por uma unidade quando comparações com outras unidades relevantes não provêm evidência de ineficiência no uso de qualquer *input* ou *output*.

Este conceito permite diferenciar entre estados de produção eficientes e ineficientes. Descrevem-se a seguir dois modelos DEA clássicos: o modelo CRS (ou CCR) e o VRS (ou BCC).

O modelo CCR determina uma fronteira CRS (*Constant Returns to Scale*) que indica que crescimentos proporcionais dos *inputs* produzirão crescimentos proporcionais dos *outputs*. O modelo VRS (*Variable Returns to Scale*) diferencia-se do modelo CRS por considerar a possibilidade de rendimentos crescentes ou decrescentes de escala na fronteira eficiente.

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. Modelos com orientação ao *output* indicam que o objetivo é maximizar os produtos obtidos sem alterar o nível atual dos *inputs*.

DMUs são as unidades tomadoras de decisão (*decision making unit*), e geralmente são representadas pelas empresas, setores ou instituições a serem avaliadas. Estas devem ser homogêneas, ou seja, atuam no mesmo tipo de negócio, realizam as mesmas tarefas com os mesmos objetivos, e estão trabalhando nas mesmas condições de mercado. As variáveis utilizadas para cada DMU devem ser iguais.

3. Modelagem

O modelo utilizado visa analisar a eficiência das empresas, tendo em vista tanto os aspectos operacionais quanto de qualidade da entrega realizada.

Indica-se que o número de DMUs deve ser o triplo (no mínimo) do número de variáveis utilizadas no modelo, em se tratando de modelos DEA tradicionais. Estudos mais recentes (Gonzalez Araya, 2003) sugerem que essa relação deve ser de 4 ou 5 para um.

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, 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 & Angulo Meza, 2000).

As DMUs são representadas pelas empresas previamente definidas no escopo do trabalho totalizando 9 DMUs. Desta forma o estudo foi limitado à utilização de três variáveis, sendo 2 inputs e 1 output, a saber:

Input 1: Número de entregadores

A Infoglobo possui preocupação especial com o número de entregadores em sua operação, que é realizada durante a madrugada e início da manhã. Quanto menor o número de entregadores, supõe-se maior eficiência da empresa em gerenciar sua mão-de-obra, assim como otimizar roteiros e horários de entrega, convertidos assim em menores custos. Atentamos para o fato desta variável não contemplar o número de supervisores e gerentes envolvidos na operação.

Input 2: Número de Reclamações

Refere-se ao número total de reclamações recebidas no período de um mês, através da Central de Atendimento da Infoglobo. Estas reclamações contemplam produtos não entregues, atrasos na entrega e recebimento do produto em condições inadequadas, por se tratar conforme explicitado anteriormente de um sistema *delivered*.

Esta variável impacta diretamente no faturamento das empresas terceirizadas, devido ao sistema de metas estabelecido pela Infoglobo, visando melhorar a qualidade da entrega, premiando ou punindo as empresas pelo seu desempenho na operação.

Na verdade, esta variável é um *output indesejável* (Tavares, 1998), pois quanto menor for o seu valor, supõe-se que melhor será o cálculo da eficiência da empresa. Entretanto, para o cálculo coerente das eficiências, esta variável deve constar no modelo como um *falso input*.

Output 1: Número de Jornais entregues

Representa o volume de jornais entregues mensalmente pelas empresas. Associado ao número de reclamações, compõe o resultado da operação.

Os dados utilizados referem-se ao mês de agosto de 2003. A identificação das empresas será mantida em anonimato, sendo estas representadas por letras.

4. Modelos utilizados

Optou-se por utilizar o modelo CRS, por se tratar de uma avaliação menos benevolente e, portanto com maior caráter discriminatório que o modelo VRS. O modelo foi orientado a *input*, pois se deseja minimizar os recursos utilizados na operação tal que o nível de *outputs* não se reduza.

Apesar da diferença na escala de operação das empresas (DMUs), as variáveis utilizadas são iguais mudando apenas sua magnitude em função da escala de operação, porém seguindo uma proporcionalidade visto que na variável entregadores não foi contemplado o número de funcionários envolvidos na supervisão e coordenação das atividades, desta forma pressupõe-se que os entregadores possuam igual grau de capacidade de entrega independente da DMU considerada, permitindo assim a utilização do modelo CRS.

Para o cálculo das eficiências, utilizou-se o software SIAD (Ângulo Meza et al, 2003), e os resultados são apresentados a seguir:

Tabela 1 - Eficiências - Modelo CRS orientado a Input

DMUs	Eficiência - CRS
DMU A	1,00000
DMU B	0,88696
DMU C	0,63130
DMU D	0,70293
DMU E	0,64322
DMU F	0,45738
DMU G	0,49054
DMU H	0,48960
DMU I	0,38483

Modelo VRS

Também foi testado o modelo VRS, orientado a input, para obter as eficiências das empresas. Obtiveram-se duas DMUs eficientes: a DMU A, exatamente como no modelo CRS, e a DMU F, que mostrou-se eficiente por *default*. Utilizando os recursos da fronteira invertida e da eficiência composta, para uma melhor discriminação dos resultados, a eficiência da DMU F obtida no modelo VRS revelou-se uma falsa eficiência, já que na análise da fronteira invertida o resultado obtido foi 1,00, ou seja, a pior eficiência. A ordenação final dos resultados pela eficiência composta foi bastante similar à encontrada no modelo CRS, mas devido à falsa eficiência apresentada decidimos por não utilizar este modelo.

Formulação de Restrições

Os pesos representam um sistema de valor relativo para cada DMU, o qual fornece o melhor escore possível para cada uma, de forma que o sistema de valor resultante seja viável para todas as outras DMUs, no sentido de que nenhuma delas atinja um escore de eficiência acima de um limite superior especificado que é comumente 1. Na sua forma clássica, DEA permite total flexibilidade na seleção de pesos tal que cada DMU atinja o escore máximo de eficiência viável para seus níveis de *inputs* e *outputs* (Lins & Angulo Meza, 2000).

O interesse encontra-se em estabelecer limites entre os quais os pesos podem variar permitindo certa flexibilidade e certa incerteza sobre o verdadeiro valor dos pesos. Estes limites representam restrições adicionais na formulação original. Portanto a eficiência de uma DMU na nova formulação será menor ou igual a eficiência obtida na formulação anterior.

Existem vários enfoques para introduzir restrições nos pesos (Alcântara, et al, 2003):

1. Restrições diretas nos pesos
2. Regiões de segurança
 - a. Região de segurança Tipo I – Método Cone Ratio
 - b. Região de segurança Tipo II
3. Restrição nos inputs e outputs virtuais

Wong e Beasley (1990) exploraram o uso de restrições nos *inputs* e *outputs* virtuais. Ao invés de restringir os valores dos pesos, pode-se restringir a proporção do output virtual total da DMU j utilizado pelo output r, ou seja, a “importância” relacionada ao output r pela DMU j, ao intervalo entre dois valores $[\Phi_r, \Psi_r]$, com Φ_r, Ψ_r sendo determinados pelo decisor ou usuário.

Ao se analisar os resultados obtidos pelo modelo CRS, percebeu-se que a importância da variável Número de Entregadores não correspondeu à realidade concebida pelos analistas da Infoglobo, o que foi evidenciado pelos baixos pesos obtidos nesta variável. Para valorizar o aspecto operacional, aplicou-se uma restrição ao *input* virtual a todas as DMUs, de forma que a importância relativa do input Número de Entregadores assumisse valores entre 50% e 75%, valores estes definidos por analistas da Infoglobo.

$$0.5 \leq \frac{X_{1i} v_{1i}}{X_{1i} v_{1i} + X_{2i} v_{2i}} \leq 0.75$$

onde $i=1,2,3,\dots,9$ (DMUs)

A seguir, são apresentados os novos resultados obtidos com as restrições aplicadas, calculadas pelo software LINDO.

Tabela 2 - Eficiências e Classificação - Modelo CRS orientado a Input com Restrição ao Input Virtual

DMUs	Eficiência - CRS	Eficiência - CRS com restrição aos pesos	Nova Classificação	
DMU A	1,00000	1,00000	1	DMU A
DMU B	0,88696	0,86291	2	DMU B
DMU C	0,63130	0,61238	3	DMU D
DMU D	0,70293	0,59358	4	DMU C
DMU E	0,64322	0,58569	5	DMU E
DMU F	0,45738	0,45583	6	DMU G
DMU G	0,49054	0,40221	7	DMU H
DMU H	0,48960	0,36464	8	DMU F
DMU I	0,38483	0,26526	9	DMU I

A partir da restrição aplicada ao modelo, mudanças consideráveis ocorreram na classificação das eficiências, principalmente nas posições intermediárias, conferindo uma melhor discriminação segundo a opinião dos analistas da Infoglobo, o que justifica a implementação do modelo com restrições.

O gráfico $O/I_1 \times O/I_2$ ilustra a fronteira CRS obtida pelo modelo, ainda sem considerar as restrições aos pesos:

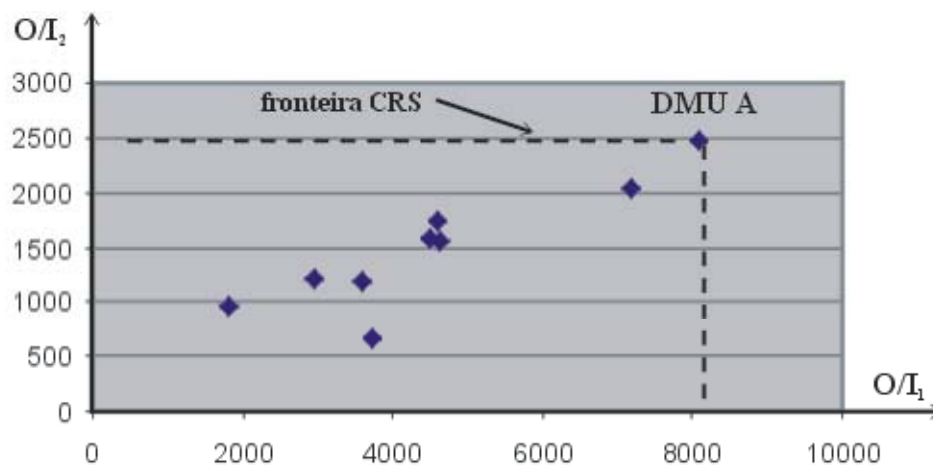


Figura 1 - Fronteira CRS

5. Interpretação dos Resultados

Para auxiliar na interpretação dos resultados, apresentamos a seguir a área geográfica de entrega de cada empresa (DMU):

Tabela 3 – Área de entrega dos Distribuidores da Infoglobo

Classif	DMUs	Local de Entrega
1	DMU A	IPANEMA, LEBLON, COPACABANA, SÃO CONRADO, GÁVEA
2	DMU B	BOTAFOGO, FLAMENGO, J. BOTÂNICO, LEME, LARANJEIRAS
3	DMU D	TIJUCA, SÃO CRISTÓVÃO, MARACANÃ
4	DMU C	NITEROI (ICARAÍ, STA. ROSA, S. FRANCISCO), SÃO GONÇALO
5	DMU E	RECREIO, BARRA
6	DMU G	VILA ISABEL, INHAUMA
7	DMU H	ZONA OESTE
8	DMU F	NITEROI (REGIAO OCEÂNICA)
9	DMU I	BAIXADA

Como se vê facilmente, as empresas mais eficientes (A, B e D) estão localizadas em áreas com maiores índices de verticalização¹ e com menor grau de dispersão dos pontos de entrega.

Ao observarmos as DMUs com eficiências mais baixas (H, F e I), percebemos que suas áreas de atuação são altamente dispersas e com baixo índice de verticalização em sua maior parte.

A partir desta análise, abre-se espaço para uma discussão crescente na comunidade científica a respeito da inclusão de novas variáveis para contemplar tais diferenças. Alguns autores acreditam que estes aspectos não devem ser incluídos nos modelos através de novas variáveis, e servem apenas como fatores para justificar os resultados obtidos. Outros autores defendem sua inclusão no modelo, de forma que o resultado retrate fielmente a realidade observada.

Devemos estar atentos que um maior número de variáveis implica na necessidade de uma maior número de DMUs, para que possa se manter o caráter discriminatório da DEA.

Simulação de Fusão de Empresas

Observando as DMUs C e F, ambas atuando na região de Niterói e com eficiências igual ou abaixo da média das outras DMUs, aplicou-se uma simples técnica de fusão de empresas em DEA, através da soma dos *inputs* e *outputs* (Avellar et al, 2002).

¹ Índice de verticalização = $1 - (\text{n}^\circ \text{ pontos de entrega} / \text{n}^\circ \text{ de produtos entregues})$

Exemplo: $I_v = 0,9$ pode representar uma densa área residencial onde os jornais são entregues na portaria dos edifícios, ou seja, um número maior de jornais por ponto de entrega. De forma análoga, $I_v = 0,1$ pode representar uma área residencial onde a maioria dos pontos de entrega são casas (poucos jornais por ponto de entrega).

A seguir, recalculou-se a eficiência de todas as DMUs, incluindo a nova empresa, proveniente da fusão. Na tabela 4, pode-se observar o resultado obtido:

Tabela 4 – Comparação de Eficiências após a fusão

DMUs	Eficiência - CRS com restrição aos pesos
DMU C	0,61238
DMU F	0,45583
FUSÃO*	0,52925

A eficiência da nova empresa é um valor intermediário entre as eficiências das empresas anteriores à fusão.

Para a empresa C, a fusão pode representar uma péssima estratégia, já que terá sua eficiência reduzida em aproximadamente 8%, em troca de um pequeno acréscimo no volume de entregas e conseqüentemente em seu faturamento.

Para a empresa F, pode representar uma boa tentativa de alavancagem do negócio, pois apresenta um ganho de eficiência de aproximadamente 8%, além de um grande aumento no volume de entregas, o que impacta diretamente o faturamento da empresa.

Desta forma, conclui-se que a fusão aditiva destas empresas neste caso específico não é uma boa alternativa para a Infoglobo, pois a fusão não representaria um ganho real de eficiência para ambas as empresas e nem para o serviço com um todo, já que a maior parte das entregas desta região está concentrada na empresa C, que teria sua eficiência reduzida.

6. Comentários Finais

A abordagem DEA oferece uma contribuição significativa neste estudo específico por fornecer uma modelagem com a mínima interferência do avaliador, importantes em processos de avaliação, principalmente de empresas prestadoras de serviços, e por permitir a simulação de empresas fictícias (exemplo: fusão de empresas) comparando previamente o efeito de sua inclusão nos resultados globais.

Outra contribuição relevante trata-se da definição da empresa *benchmark*, a partir da qual pode ser realizado um trabalho de mapeamento de processos para a definição de padrões de operação e metas de desempenho. Este processo se tornaria altamente dispendioso e até mesmo inviável caso fosse realizado um estudo em todas as empresas (DMUs) analisadas para posterior análise de especialistas. Devemos ressaltar que a definição dos padrões de operação e das metas de desempenho seria baseada em critérios diferentes, desconsiderando-se, portanto, a eficiência da operação, devido à complexidade do seu cálculo de forma objetiva e mensurável através de outras técnicas e abordagens.

Ratifica-se, ainda, a importância do modelo construído, validado por analistas da Infoglobo, garantindo a sua sustentabilidade e a veracidade dos resultados obtidos.

7. Bibliografia

Alcântara, A.A., Sant'Anna, A.P., Lins, M.P.E. (2003). Restringindo flexibilidade de pesos em DEA utilizando análise de regressão MSEA.

Angulo Meza, L Gomes, E. G., Soares de Mello, J.C.C.B. (2002). Enfoque multiobjetivo para determinação de *benchmarks* de companhia aérea brasileiras DEA – ineficientes. *Anais do XVI ANPET*, 27-34.

Angulo Meza, L., Biondi Neto, L., Soares de Mello, J.C.C.B., Gomes, E.G. (2003). *SIAD - Sistema Integrado de Apoio à Decisão: uma implementação computacional de modelos de Análise Envoltória de Dados*. Resumos da I Reunião Regional da Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional no Rio de Janeiro, Junho, Niterói, RJ, 24-24

Avellar J.V.G., Polezzi A.O.D., Milioni, A.Z. (2002). On the evaluation of Brazilian landline telephone services companies. *Revista Pesquisa Operacional*, 22, no.2, Jul/Dez 2002.

Camp, C. *Benchmarking: the search for best practices wich lead for superior performance*. *Quality Progress*, New York, 1989.

González-Araya, M.C. (2003). *Projeções Não Radiais em Regiões Fortemente Eficientes da Fronteira DEA - Algoritmos e Aplicações*. Tese de Doutorado, Programa de Engenharia de Produção, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

Lins, M.P.E., Angulo Meza, L. *Análise Envoltória de Dados*. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2000.

Novaes, A.G. *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição*. Ed. Campus. Rio de Janeiro, 2001.

Soares de Mello, J.C.C.B., Angulo Meza, L.Gomes, E.G., Serapião, B., Lins, M.P.E.; (2003). Análise envoltória de dados no estudo da eficiência e dos *benchmarks* para companhia aéreas brasileiras. *Pesquisa Operacional*, 23, 325-345.

Tavares, G. (1998). DEA - “*Data Envelopment Analysis*”: Os modelos básicos 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.

Wong. Y.; Beasley, J. (1990). “*Restricting Weight Flexibility in DEA*”. *Journal of Operational Research Society*, 41, 829-835.