



Revista Universo Contábil, ISSN 1809-3337
Blumenau, v. 7, n. 3, p. 77-94, jul./set., 2011

doi:10.4270/ruc.2011323
Disponível em www.furb.br/universocontabil



DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA) COMO FERRAMENTA PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DA GESTÃO ESTRATÉGICA¹

DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA) AS A TOOL FOR EVALUATING THE PERFORMANCE OF THE STRATEGIC MANAGEMENT

Ana Lúcia Miranda Lopes

Doutora em Engenharia de Produção pela UFSC
Professora do Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração – CEPEAD
Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG
Endereço: Av. Antonio Carlos, 6627/sala 4042 – Campus Universitário
CEP: 31270-901 – Belo Horizonte/MG – Brasil
E-mail: analopes@face.ufmg.br
Telefone: (31) 3409-7317

João Roberto Lorenzetti

Mestre em Administração pela UNISUL
Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAC
Departamento Regional Santa Catarina, Núcleo Educação
Endereço: Rodovia Ademar Gonzaga, 2765 - Itacorubi
CEP: 88034-001 – Florianópolis/SC – Brasil
E-mail: lorenz@sc.senai.br
Telefone: (48) 3231-4353

Maurício Fernandes Pereira

Doutor em Engenharia de Produção pela UFSC
Professor do Curso de Pós-Graduação em Administração – UFSC
Endereço: Campus Universitário - Trindade
CEP: 88040-970 – Florianópolis/SC – Brasil
E-mail: mfpcris@gmail.com
Telefone: (48) 3331-9374

RESUMO

Este artigo tem como objetivo propor uma ferramenta para a avaliação do desempenho com foco na estratégia corporativa. Rumelt (2001) afirma que a avaliação deve estar alinhada à

¹ Artigo recebido em 21.08.2010. Revisado por pares em 15.10.2010. Reformulado em 12.03.2011. Recomendado para publicação em 16.03.2011 por Ilse Maria Beuren (Editora). Publicado em 30.09.2011. Organização responsável pelo periódico: FURB.

estratégia da empresa e, para isso, o processo avaliativo deve levar em conta não somente os aspectos mais óbvios relacionados à saúde de curto prazo do negócio, mas sim e, principalmente, os fatores e tendências mais fundamentais, para que a empresa sobreviva no campo organizacional escolhido. Propõe-se a utilização de um modelo de programação matemática que leve em consideração os objetivos e metas definidos pelos gestores. Este modelo, desenvolvido por Charnes, Cooper e Rhodes em 1978 e que leva o nome de *Data Envelopment Analysis (DEA)*, consiste em determinar a eficiência relativa de uma unidade produtiva considerando a aproximação de uma fronteira de eficiência construída pelas unidades eficientes do conjunto estudado. A identificação de empresas que podem servir de *benchmarks* para aquelas consideradas, pelo modelo, como ineficientes, além da possibilidade da utilização de múltiplos produtos e múltiplos insumos são algumas das principais vantagens do modelo DEA. Indicadores advindos de um modelo *Balanced Scorecard (BSC)* (KAPLAN; NORTON, 1996) de implementação e controle da estratégia podem ser utilizados. Um modelo de avaliação composto de sete fases é apresentado.

Palavras-chave: Estratégia. Desempenho. *Data Envelopment Analysis*.

ABSTRACT

The goal of this article is to propose a tool to evaluate the performance focusing on corporate strategy. Rumelt (2001) states that the evaluation should be aligned to the company's strategy and, therefore, the evaluative process should take into account not only the most obvious aspects related to the short-term business health, but also, and mainly, the most fundamental factors and trends for the company to survive in the chosen organizational field. It is proposed the use of a mathematical programming model that takes into consideration the objectives and goals set by the managers. This model, developed by Charnes, Cooper and Rhodes in 1978, which is called Data Envelopment Analysis (DEA), consists in determining the relative efficiency of a productive unit considering the proximity of an efficiency frontier constructed by the most efficient units of the set studied. The identification of companies that can be used as benchmarks by those considered, according to the model, as inefficient, besides the possibility of using multiple products and multiple inputs are some of the main advantages of the DEA model. Indicators originated from a Balanced Scorecard (BSC) (KAPLAN; NORTON, 1996) model of implementation and strategy control can be used. An evaluation model consisted of seven phases is presented.

Keywords: Strategy. Performance. *Data Envelopment Analysis*.

1 INTRODUÇÃO

Os processos de gestão nas empresas são dependentes dos resultados de seleção entre conjuntos de ações possíveis em determinada situação, ou seja, resultados de decisões. Essas decisões, geralmente complexas pelo número de variáveis envolvidas, são tomadas pelos responsáveis baseadas em critérios, ora objetivos, ora subjetivos e, que devem ser alinhados ao alvo estratégico pretendido, mesmo que eventualmente se utilize algum método padronizado. As vantagens de usar de um método definido, com critérios adequados e aceitos se deve principalmente à diminuição dos riscos decorrentes dos numerosos fatores de influência envolvidos, o aumento da transparência dos resultados e o aumento da velocidade do aprendizado sobre erros, ajudando na tomada de decisão quanto às ações estratégicas pretendidas e atenuando os problemas de implementação da estratégia.

Um caso particular é a decisão baseada em avaliação de desempenho de decisões

estratégicas, como decisões de investimento ou de desinvestimento, problemas que se tornam mais complexos quanto mais numerosos forem os fatores de influência de entrada e saída para os processos ligados às unidades de análise envolvidas, como por exemplo, setores ou empresas, e as relações entre eles. Para solução, existe uma variada gama de processos ou métodos, com adequada base teórica e empírica que leva a modelos de avaliação mais ou menos apropriados, conforme, principalmente, a aplicação e os modelos mentais dos envolvidos.

Um aspecto que deve ser ressaltado é que o uso de informação e de dados tratados para subsidiar uma decisão, quanto mais for estratégica, ou seja, de longo prazo e muito impacto, é de grande importância. Estes métodos, em geral complexos, envolvem modelos matemáticos sofisticados. Em geral, são aplicados e utilizados em grandes corporações. Um desafio é conseguir que sejam adequados às empresas de menor porte.

Como afirma Hrebiniak (2006, p. 212), “muitos métodos tradicionais de avaliação de desempenho são simplesmente terríveis. Em geral, eles destroem o trabalho em equipe, jogam os indivíduos uns contra os outros e promovem mediocridade”. O autor destaca ainda que eles “destroem a capacidade de correr riscos, as mudanças e a inovação, geralmente incentivando as pessoas a agir com segurança ou manter o *status quo*”.

Ghoshal e Tanure (2004) também alertam tal fato, ao explicarem a dinâmica do sub-desempenho satisfatório. Essa situação é um falso sentimento de desempenho satisfatório da organização, gerando uma paralisia da mesma. Em uma seqüência lógica, primeiro - a empresa apresenta uma estratégia bem sucedida; segundo - competitividade, crescimento e lucro; terceiro - os gestores começam a acreditar que são os melhores; quarto - criam-se vários níveis (*staffs*) para lidar com o crescimento; quinto - o que conduz à arrogância externa para com o mercado internamente e o foco em controle; sexto - a iniciativa e a inovação são cerceadas; sétimo - um declínio gradual ocorre levando a um sub-desempenho e depois à crise. Portanto, é importante ter critérios e formas consistentes de avaliação de desempenho, pois quando as métricas de desempenho são exageradas ou inválidas, as pessoas sentem-se frustradas com a organização que não soube medir, causando tensões ainda maiores. A estratégia nesse momento e, por conseguinte, a empresa, são colocadas em cheque. Em suma, as metas de desempenho de uma empresa devem ser desafiadoras, porém factíveis (THOMPSON JR.; STRICKLAND III, 2000).

Produtividade, eficiência, função de produção são elementos importantes na avaliação do desempenho organizacional, no entanto, não há nenhuma validade se tais elementos não estiverem ligados e necessariamente alinhados com a estratégia da organização, pois sem esse elo a avaliação não atenderá a realidade objetiva da empresa. No campo da estratégia, não há processo de formulação, ou mesmo de formação estratégica apenas a partir de conceitos, não comprometidos com a realidade prática da organização. Todavia, é a prática que dará o resultado para a organização a partir da avaliação do desempenho da gestão estratégica da mesma, e não o contrário.

No bojo da questão, é interessante analisar alguns critérios estratégicos para que o processo de avaliação tenha resultado. Tais critérios são os seguintes: clareza, impacto motivacional, consistência material, compatibilidade com o meio ambiente, adequação à luz dos recursos disponíveis, grau de risco, equiparação aos valores da organização, horizonte de tempo, e praticabilidade. Estes, por exemplo, são elementos que não devem ser esquecidos no processo estratégico (QUIN, 2001).

A avaliação de desempenho organizacional deve estar aliada à estratégia da empresa e, para isso, o processo avaliativo precisa levar em consideração não apenas os aspectos mais óbvios relacionados à saúde de curto prazo do negócio, mas sim e, principalmente, os fatores e tendências mais fundamentais para que a empresa sobreviva no campo organizacional escolhido (RUMELT, 2001).

O arcabouço metodológico desenvolvido por Porter (1986; 1992) possibilita a identificação das características estruturais básicas de uma indústria, as quais determinam um conjunto de cinco forças competitivas: 1) concorrentes na indústria (rivalidade entre os mesmos); 2) entrantes potenciais (ameaça de surgimento); 3) produtos substitutos (ameaça de surgimento); 4) compradores (poder de negociação); 5) fornecedores (poder de negociação). Tais forças competitivas configuram-se também como uma metodologia de análise do desempenho relativo da empresa perante a indústria em que se encontra. É uma metodologia utilizada no campo dos estudos organizacionais, mormente na área da estratégica, pois permite uma visão do processo avaliativo e a determinação da lucratividade da empresa.

Para Zaccarelli (2000) e Wrigth, Kroll e Parnell (2000) o estudo das cinco forças competitivas de Porter (1986; 1992) promove um entendimento do desempenho da empresa dentro da sua indústria. Mesmo assim quatro pontos devem ser destacados: a) as empresas tendem a competir em setores com parâmetros distintos; b) em um setor, as fronteiras e identidades de cada uma das cinco forças são relativamente nítidas; c) a vitória de uma força setorial pode resultar em perda para outra, por exemplo, uma empresa compradora se beneficia em detrimento de seus fornecedores. Tal situação pode levar a um desempenho futuro mais pífio de ambas as empresas, porém no curto prazo a ilusão é de vitória; d) cada força pode se desenvolver independente de outras forças.

Thompson Jr e Strickland III (2000) concordam com tais premissas ao afirmarem que uma estratégia bem concebida destina-se a captar as melhores oportunidades de crescimento da empresa e promover a defesa do desempenho futuro contra ameaças externas. Para eles uma estratégia vencedora exibe uma boa adequação à situação, estabelece vantagem competitiva sustentável e melhora o desempenho da empresa. Tal situação só permanece válida se houver um processo concreto de conversação entre sistema de avaliação de desempenho da empresa e a sua estratégia organizacional. Para consubstanciar a assertiva, pode-se citar indicadores como: a) participação da empresa no mercado; b) se as margens de lucro da empresa estão aumentando ou diminuindo; c) tendências do lucro líquido e do retorno sobre o investimento da empresa; d) classificação de créditos da empresa (longo ou curto prazo); e) se as vendas da empresa estão crescendo mais rapidamente ou mais lentamente que o mercado como um todo; f) a imagem e reputação da empresa com seus clientes; g) se a empresa é considerada uma líder de tecnologia, inovação do produto, qualidade de produto ou serviço ao cliente; entre outros.

Para resumir, pode-se dizer que o responsável pela implementação da estratégia ao julgar se as pessoas e as unidades organizacionais executam um bom trabalho deve observar se os mesmos atingiram suas metas de desempenho. A partir do exposto pode-se perguntar: Como avaliar o desempenho da gestão estratégica pautada por objetivos e metas definidos pelos gestores? Para responder a esta pergunta propõe-se a utilização de uma metodologia quantitativa intitulada *Data Envelopment Analysis (DEA)*, Análise Envoltória de Dados traduzido para o português. Aqui se explora a avaliação de desempenho com o foco na noção de estratégia.

Esta pode dar uma contribuição na medida em que busca quantificar uma resposta à pergunta: Quão eficiente é a minha empresa quando comparada às suas concorrentes? No caso de ineficiência pode-se perguntar: Não é eficiente porque os objetivos do negócio não são apropriados? Não é eficiente porque os planos e as políticas considerados importantes pelos gestores não são adequados? Os resultados obtidos até hoje confirmam ou refutam as pressuposições críticas sobre as quais repousa a estratégia? Outra contribuição de DEA ao processo estratégico é o de trabalhar quantitativamente com os critérios estratégicos identificados em Rumelt (2001), na medida em que permite uma avaliação de desempenho com base em múltiplos indicadores.

O método DEA de avaliação de desempenho relativo pode auxiliar no processo

estratégico proporcionando ao gestor mais clareza sobre a efetividade de suas ações. Os resultados do método DEA apontam para o gestor os pontos fortes e fracos de sua gestão identificando, também, seus *benchmarks*. O desempenho das empresas, por sua vez, afeta a implementação da estratégia corporativa (THOMPSON JR.; STRICKLAND III, 2000; HREBIANIK, 2006) e, desta forma, o método DEA apresenta-se como uma contribuição nesta área.

De acordo com Thompson e Strickland (2000, p. 23), “metas desafiadoras, porém factíveis”, referem-se à etapa de implementação da estratégia e remete à necessidade de ferramentas adequadas a este fim como o modelo de Análise Envoltória de Dados (DEA), pois o mesmo gera uma medida de desempenho relativo, a partir dos níveis de recursos empregados e de resultados obtidos. A empresa ou setor será comparada com suas similares e não com um modelo ótimo inexistente. Vale dizer que o DEA é o único método de fácil utilização pelas empresas que possibilita avaliar a eficiência relativa de unidades que produzem múltiplos produtos utilizando múltiplos insumos. Os métodos econométricos somente possibilitam a avaliação de unidades de produção que tenham um único produto enquanto que as fronteiras estocásticas são, ainda, de difícil utilização.

Este estudo contém, além desta introdução, mais seis seções organizadas como segue. A próxima seção apresenta uma base conceitual sobre análise de desempenho da gestão estratégica e o modelo *Data Envelopment Analysis (DEA)*. A seção seguinte mostra os modelos matemáticos DEA-CRS e DEA-VRS, enquanto que as demais seções exploram as diferenças entre as orientações do modelo, a identificação dos *benchmarks* e uma limitação importante de DEA, sua liberdade na escolha de pesos. A última seção encerra com as conclusões estudo.

2 ANÁLISE DO DESEMPENHO DA GESTÃO ESTRATÉGICA POR MEIO DE DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA)

Partindo do trabalho de Farrell (1957) sobre avaliação da eficiência produtiva de unidades organizacionais, Charnes, Cooper e Rhodes (1978) propõem o método intitulado *Data Envelopment Analysis (DEA)*. O mesmo consiste em determinar a eficiência relativa de uma unidade tomadora de decisão considerando-se a aproximação de uma fronteira de eficiência. Bases de economia de produção podem ser encontradas nos trabalhos de Coelli, Prasada Rao e Battese (1998), Leone e Lazzari (1999).

DEA é um método não paramétrico de construção de uma fronteira de eficiência, relativamente à qual pode-se estimar a eficiência de cada unidade, e determinar as unidades referenciais (*benchmarks*) para os casos de ineficiência. É uma técnica baseada em programação linear utilizada para medir o desempenho relativo de unidades organizacionais (unidades produtivas - UPs) em que a presença de múltiplos insumos e produtos torna as comparações difíceis. Sua vantagem perante outros métodos como fronteira estocástica e método dos mínimos quadrados vem a partir do momento em que não impõe a definição prévia da relação funcional entre insumos e produtos. Zhou et al. (2008) apontam esta como sendo a maior vantagem de DEA.

Embora as aplicações iniciais de DEA tenham sido predominantemente sobre organizações sem fins lucrativos (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978; VITALIANO, 1998; CHIRIKOS; SEAR, 2000; AVKIRAN, 2001; BHAT, 2001; ZHU, 2003; LOPES; LANZER, 2002; CALHOUN, 2003) um número crescente de pesquisadores vêm utilizando DEA na avaliação do desempenho de diferentes segmentos da economia. Pode-se citar: Rocha e Cavalcanti Netto (2002), para aplicação no setor industrial; Farid Pereira et al. (2002) para aplicação no setor agrícola brasileiro; Avellar, Polezzi, Milioni (2002), Resende e Façanha (2002) para aplicação no setor de telefonia; Linton (2002) para análise de projetos de pesquisa e desenvolvimento; Haas (2003) para competições esportivas; Hollas (2002) e Rocha e

Cavalcanti Netto (2002) para empresas ligadas a óleo e gás combustível; Ceretta e Costa Jr (2001), Haslem e Scheraga (2003), Santos e Casa Nova (2005), Gregorious (2007), para aplicações no setor de finanças.

A aplicação de DEA nos setores regulados, como o de energia, vem também apresentando importância na literatura, pode-se citar: Agrell e Bogetoft (2007), Akkemik (2009), Arocena (2008), Bahce e Taymaz (2008), Cullmann e Hirshhausen (2008), Haney e Politt (2009), Growitsch et al. (2010), Huang, Chen, Yang (2010). Quanto à aplicação neste setor ressalta-se que a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) propôs a implantação do modelo DEA para avaliação da eficiência das empresas de distribuição de energia elétrica brasileiras (NT 265/2010) além de já ter implementado este modelo para avaliação da mudança de produtividade das empresas transmissoras de energia.

Tavares (2002) em pesquisa realizada entre 1978 e 2001 identificou um total de 3203 artigos sobre DEA, sendo que 1.259 deles foram publicados em revistas científicas internacionais. Até este ano um total de 50 livros e 171 dissertações já haviam sido escritos em diversos países do mundo. Pesquisa mais recente (EMROUZNEJAD; PARKER; TAVARES, 2008) aponta que os setores onde DEA foi mais estudado nos últimos trinta anos são: bancário, educação, assistência médica e saúde (hospitais).

O pressuposto básico deste método é que se uma unidade produtiva (UP)A é capaz de produzir $Y(A)$ unidades de resultados com $X(A)$ recursos, então outras UPs deveriam também ser capazes de fazer o mesmo se elas estivessem operando de forma eficiente. Similarmente se uma UP B é capaz de produzir $Y(B)$ unidades de resultados com $X(B)$ recursos, então outras UPs deveriam também ser capazes do mesmo esquema de produção. As UPs A, B, e outras podem ser combinadas de maneira a formar uma UP constituída com resultados e recursos compostos. Desde que esta unidade produtiva (UP) não existe necessariamente, ela é muitas vezes chamada de UP virtual. O coração da análise está em encontrar a melhor UP virtual para cada UP real. Se a UP virtual é melhor do que a UP original gerando mais resultados com a mesma quantidade de recursos ou menos então a UP real é ineficiente. O procedimento de encontrar a melhor UP virtual pode ser formulado como um modelo de programação linear. Analisar a eficiência das n UPs é então um conjunto de n problemas de programação linear.

De maneira objetiva, pode-se dizer que os modelos DEA determinam as melhores condições de operação para cada unidade produtiva (empresa, unidade organizacional dentro de uma empresa, entre outros) separadamente, de modo a maximizar o seu índice de desempenho. Estas condições (pesos) são aplicadas também às demais unidades do grupo sob análise. Aquelas unidades produtivas para as quais o escore de eficiência relativa calculado, a partir de pesos obtidos pelo próprio modelo de programação linear, é igual ou maior que os escores calculados para as outras unidades sob análise, são consideradas eficientes.

Resolvendo-se o problema sucessivamente para todas as unidades, obtém-se um subconjunto, formado pelas eficientes, que servirá de base para a determinação da fronteira e para o estabelecimento de metas para as unidades ineficientes (ver empresa A na Figura 1, sua meta para atingir a fronteira de eficiência é representada pela projeção A'' na fronteira de eficiência). Portanto, compara-se cada unidade apenas com as semelhantes de melhor desempenho (virtuais ou reais), ou seja, aquelas situadas sobre a fronteira de eficiência. Este procedimento contrasta com as técnicas estatísticas típicas, que avaliam cada unidade produtiva em relação a uma média aproximada, que leva em consideração os pontos conhecidos (CORNUJOLS; TRICK, 1998). Qualquer unidade incluída ou excluída do conjunto sob análise pode modificar a fronteira.

A Figura 1 mostra a fronteira de eficiência construída por DEA (curva de máxima eficiência) a partir de 5 empresas hipotéticas (pontos B até E) que produzem 2 produtos (resultados) a partir de um único insumo (recurso) e a fronteira de eficiência teórica estimada.

A medida de eficiência técnica da empresa A é determinada pela relação OA/OA'' , medida radial a partir da origem O. A projeção A'' pode ser considerada uma empresa virtual, composta pelas empresas referenciais B e C, com a qual A é comparada. B e C, neste caso, são *benchmarks* de A.

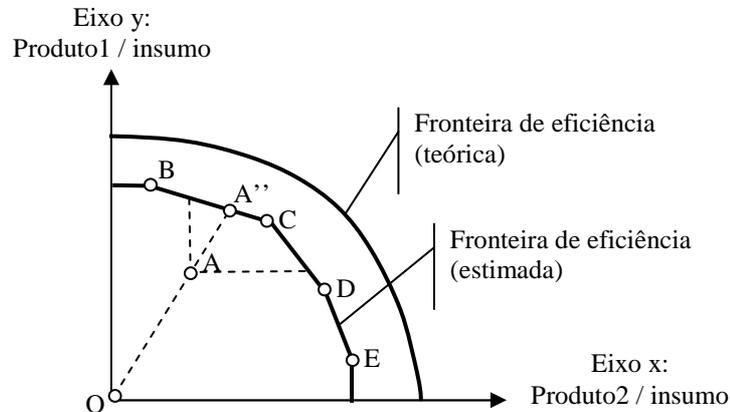


Figura 1 - Fronteira de eficiência estimada por método não paramétrico, a partir de 5 pontos
 Fonte: Lorenzett (2004).

Além da determinação do escore de eficiência, o método DEA pode prover às unidades ineficientes informação a respeito de possíveis outras unidades que possam servir de referências (*benchmarks*) para estabelecimento de metas, ou comparação direta. Como exemplo, na Figura 1 as empresas B e C são referências para a unidade A.

Vale a observação de que modelos como estes são importantes para indústrias que trabalham com serviços e produtos para uma massa grande de clientes, sobretudo aquelas que buscam uma liderança em custo (PORTER, 1986). Cuidados, entretanto, devem ser tomados para que não exista confusão entre eficiência e eficácia e estratégia (PORTER, 1996). Volta-se a ressaltar que DEA é um método de apoio à tomada de decisão e não um fim em si.

As unidades de referência (*benchmarks*) são determinadas por projeção radial da empresa A sobre a fronteira de eficiência, mas eventualmente, outras soluções podem revelar-se melhores, se consideradas as preferências objetivas e subjetivas dos decisores envolvidos. Modelos que consideram preferências dos decisores são descritos por Zhu (2003).

Charnes, Cooper e Rhodes (1994) apresentam como vantagens do método de avaliação de desempenho DEA:

- a) o método foca nas observações individuais antes que em médias populacionais;
- b) produz uma medida de desempenho agregada para cada unidade organizacional;
- c) pode simultaneamente utilizar múltiplos produtos e múltiplos insumos com cada um deles sendo declarado em diferentes unidades de medida;
- d) são livres de valor e não requerem conhecimento *a priori* dos preços (pesos) para os insumos e produtos;
- e) sendo um método não-paramétrico, não é exigido o conhecimento da função de relacionamento entre insumos e produtos;
- f) pode acomodar julgamento quando necessário;
- g) produz estimativas específicas para as mudanças desejadas em insumos e produtos projetando, na fronteira eficiente, as unidades organizacionais que estão abaixo da mesma;
- h) focaliza na fronteira de melhor prática revelada antes que em propriedades de tendência central das fronteiras;
- i) é Pareto ótimo.

Data Envelopment Analysis (DEA) é, portanto, uma técnica baseada em programação matemática que se propõe a medir o desempenho de unidades organizacionais onde a presença de múltiplos insumos e múltiplos produtos torna difícil a comparação.

DEA tem como objetivo calcular a eficiência de unidades produtivas, eficiência esta definida como a razão da soma ponderada dos resultados obtidos pela soma ponderada dos recursos utilizados. Diferentemente de outros modelos, em DEA os pesos utilizados na ponderação são obtidos por meio do modelo de programação linear que os escolhe de maneira a maximizar a eficiência da unidade sendo avaliada. DEA otimiza cada observação individual de modo a estimar uma fronteira eficiente (linear por partes) composta de unidades que apresentam as melhores práticas dentro da amostra considerada (unidades Pareto-Koopmans eficientes). Essas unidades servem como referência ou *benchmarks* para as unidades ineficientes. Uma revisão mais detalhada de modelos para determinação de unidades de referência é descrita por Joro (1998).

3 DEA – O MODELO MATEMÁTICO

Nesta seção o modelo matemático DEA é apresentado com foco na avaliação dos resultados da estratégia de uma determinada empresa, ou unidade de negócios de uma empresa. Uma unidade produtiva (UP) é aqui entendida, então, com uma empresa que define seus objetivos estratégicos e que os acompanha por meio de indicadores. Estes indicadores podem ser aqueles advindos do *Balanced Scorecard (BSC)* da empresa, por exemplo.

A Figura 2 mostra a representação de uma empresa que utiliza um conjunto k de recursos para atingir m produtos, aqui considerado os objetivos estratégicos da empresa.

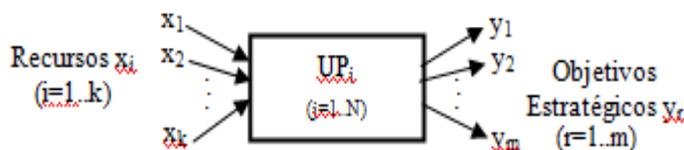


Figura 2 - Avaliação da estratégia de uma Unidade Produtiva (UP) que consome k recursos no alcance de m objetivos estratégicos

Fonte: elaboração própria.

A eficiência na implementação das estratégias definidas pela empresa será definida como a razão entre a soma ponderada dos resultados dos objetivos estratégicos e a soma ponderada dos recursos utilizados para o alcance destes resultados. Pode-se pensar como resultados e recursos os valores dos indicadores advindos do *Balanced Scorecard (BSC)* da empresa. Investimentos, valor do ativo, número de empregados são exemplos de indicadores do tipo recursos (entradas). Receita, lucro, participação de mercado, índice de satisfação dos clientes, índice de satisfação dos empregados, desenvolvimento de novos produtos são exemplos de indicadores dos resultados (saídas) da estratégia implementada.

Em se considerando a presença de n unidades produtivas ou empresas comparáveis (homogêneas), e que a empresa j utiliza as quantidades R_{ij} dos recursos i ($i=1, \dots, k$) para alcançar as quantidades O_{rj} dos resultados r ($r=1, \dots, m$), o escore de eficiência relativa da empresa “e” será obtido por meio da resolução do seguinte modelo proposto por Charnes et al. (1978):

$$\text{Max} \frac{\sum_{r=1}^m u_r O_{r0}}{\sum_{i=1}^k v_i R_{i0}}$$

Sujeito a

$$\frac{\sum_{r=1}^m u_r O_{rj}}{\sum_{i=1}^k v_i R_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, 2, \dots, N$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad \forall r, i \tag{1}$$

Onde:

O_{rj} = quantidade de resultados r gerados pela unidade j

R_{ij} = quantidade de recursos i consumidos pela unidade j

u_r = peso dado ao resultado r

v_i = peso dado ao recurso i

O modelo DEA em (1) busca os valores dos vetores u_r e v_i que maximizem a eficiência da empresa sob análise (0), colocando como restrições o fato de que os u_r e v_i encontrados não devem produzir eficiência maior que 100% em nenhuma unidade analisada (por definição). Restrições no modelo também impedem que estes pesos assumam valores negativos (peso igual a zero elimina o produto/insumo correspondente).

Este modelo assume que a empresa sob avaliação trabalha sob retornos constantes de escala. Textos posteriores assumiram conjuntos diferentes de suposições, com destaque para o modelo desenvolvido por Banker, Charnes e Cooper em 1984, que assumia retorno variável de escala, denominado *Variable Returns to Scale* (VRS) ou BCC (BANKER; CHARNES; COOPER, 1984).

No que diz respeito à orientação, ambos os modelos podem ser classificados como orientados a insumos ou a produtos, conforme ocorre a busca das metas pelas unidades ineficientes. A formulação matemática para resolução do problema pode assumir basicamente a forma primal ou dual, cada qual com uma abordagem própria.

Para um grupo de empresas semelhantes, consideradas comparáveis, a eficiência de uma determinada empresa pode ser expressa relativamente à empresa ou empresas de maior eficiência do grupo, tornando-se uma medida relativa percentual (que pode ser expressa em uma escala de 0 a 100, caso seja atribuído o valor 100 para a unidade ou unidades mais eficientes).

Uma restrição adicional, $\sum_{i=1}^k v_i R_{i0} = 1$ pode ser imposta convertendo (1) para sua forma linear (2), tornando o problema em:

$$\text{Max} \sum_{r=1}^m u_r O_{r0}$$

Sujeito a

$$\sum_{i=1}^k v_i R_{i0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^m u_r O_{rj} - \sum_{i=1}^n v_i R_{ij} \leq 0 \quad j = 1, 2, \dots, N$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad \forall r, i \quad (2)$$

Este problema de programação linear deve ser resolvido para cada empresa gerando suas medidas de eficiência. Atualmente vários *softwares* podem auxiliar o decisor na resolução deste modelo. Entre eles estão o *Banxia Software - Frontier Analyst* (<http://www.banxia.com/frontier/index.html>) e o *Performance Improvement Management Software (PIM-DEA)* (<http://www.deasoftware.co.uk>)

A interpretação das equações é a seguinte: a partir da *i*-ésima empresa procura-se contrair radialmente o vetor de recursos consumidos R_{ie} , tanto quanto possível, para esta empresa. Obviamente, o limite é a fronteira de eficiência (isoquanta) estimada para os conjuntos de pontos observados (estes pontos são determinados pelas outras empresas). A Figura 3 mostra graficamente o exposto. Como exemplo pode-se avaliar o desempenho das estratégias de 5 unidades de negócios de uma empresa (A, B, C, D e E) por meio da mensuração das quantidades de recursos (podem ser financeiros ou não) empregadas na obtenção de um único objetivo estratégico (resultado obtido para este objetivo). A eficiência técnica da unidade D é calculada pela razão dos segmentos OD e OD', projetados radialmente em relação à origem O. A aproximação linear da fronteira de eficiência faz com que, no exemplo, as unidades representadas pelos pontos C e E sejam referências para o cálculo da projeção D'. O índice de eficiência de D traduz um indicador que, quando aplicado sobre os dados de insumos e produtos representados nos eixos x e y do gráfico, levam o ponto D até D' (traduzindo-se, portanto, em possíveis metas a serem perseguidas por D para atingir a fronteira de eficiência).

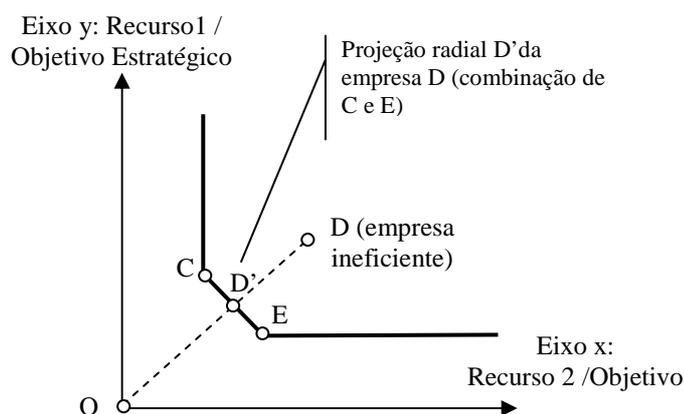


Figura 3 - Fronteira de Eficiência obtida por DEA

Fonte: elaboração própria.

Em DEA tem-se a possibilidade de escolher o modelo mais adequado aos objetivos da empresa. Quando da escolha do modelo deve-se definir se o mesmo será orientado à maximização dos resultados (objetivos estratégicos) da empresa ou à minimização das

quantidades de recursos empregados para tal. O modelo acima é aquele que minimiza as quantidades de recursos, porém é importante observar que, se uma empresa for eficiente em um modelo também o será no outro. A diferença estará nos resultados obtidos, pois dependendo da orientação utilizada, as empresas de referência (*benchmarks*) e os indicadores de retração de recursos ou expansão dos resultados, para aquelas empresas consideradas ineficientes, podem ser diferentes. A interpretação é de que uma empresa ineficiente pode ter metas diferentes, de diferentes conjuntos de empresas de referência, com o mesmo objetivo de atingir a fronteira de eficiência (BHAT; VERMA; REUBEN, 2001).

4 ORIENTAÇÃO DO MODELO DEA

A Figura 4 representa a diferença entre as duas orientações (maximização de resultados ou minimização de recursos) em um modelo de retorno constante de escala. As setas indicam o deslocamento para atingir a função de produção, e conseqüentemente a orientação do modelo.

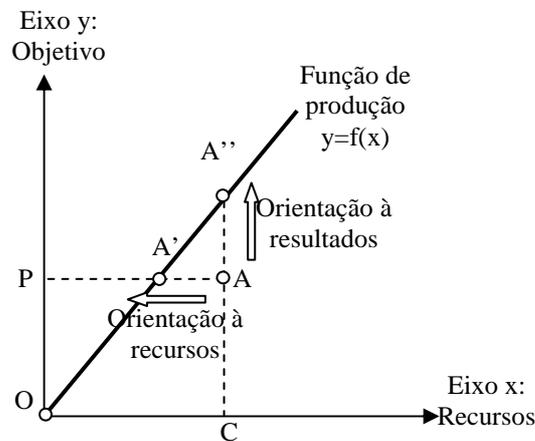


Figura 4 - Função de produção com retorno de escala constante: comparação entre as medidas orientadas a recursos e resultados

Fonte: adaptado de Coelli, Prasada Rao e Battese (1998).

A abordagem orientada à minimização de recursos determina que o aumento da eficiência técnica da empresa A seja determinado pela redução das quantidades consumidas de recursos na obtenção dos objetivos estratégicos (resultados) constantes (direção AA')

enquanto que a abordagem orientada à resultados determina que o aumento da eficiência técnica seja determinado pelo aumento dos resultados dos objetivos estratégicos com recursos constantes (direção AA'').

Os resultados aqui obtidos buscam dar suporte às metas e objetivos estratégicos definidos pela empresa. Aquelas empresas ou unidades de negócios que, por meio de DEA, são consideradas ineficientes deveriam repensar suas estratégias.

5 BENCHMARK EM DEA

O modelo DEA-CRR apresentado em (2) é denominado de modelo dos multiplicadores, enquanto que sua forma dual apresentada em (3) é denominada de modelo do envelopamento.

$$\phi^* = \max \phi$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j R_{ij} \leq X_{i0} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j O_{rj} \geq \phi y_{r0} \quad r = 1, 2, \dots, m$$

$$\lambda_j \geq 0 \tag{3}$$

Neste modelo o λ identifica as empresas de referência (*benchmarks*) que compõem a faceta de projeção, ou seja, aquelas empresas que compõem a empresa virtual que serve de referência para a empresa sob análise, se esta for considerada ineficiente. Se a unidade for eficiente, ela mesma é sua unidade de referência. Uma outra forma de interpretar a questão é considerar que, se existir uma combinação qualquer de unidades no grupo sob análise, que possa ser considerada mais eficiente que a unidade sob análise, esta última é considerada ineficiente.

Para cada empresa ineficiente DEA identifica um conjunto de empresas eficientes que poderão ser utilizadas como referência (*benchmarks*) na obtenção da eficiência e como referência para o processo estratégico das organizações. Uma restrição adicional que impõe que o somatório dos λ seja igual a um ($\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$) pode ser adicionada ao modelo 3 construindo, então, um modelo do tipo BCC ou VRS (BANKER; CHARNES; COOPER, 1984) compatível com a avaliação de unidades que estejam produzindo sobre retornos variáveis à escala.

É importante salientar que o *benchmark* ou referência daquelas consideradas ineficientes são aquelas empresas que apresentam as melhores práticas no setor e têm sua estratégia definida de maneira a alcançar os melhores resultados.

Conforme Novaes (2001, apud BOWERSOX; CLOSS, 1996), *benchmarking* é definido como sendo os procedimentos sistemáticos utilizados para identificar as melhores práticas observadas num determinado setor, e modificar a atuação de um determinado participante, de forma a atingir um nível de desempenho superior. Este resultado de DEA é importante para as empresas avaliadas, pois permite identificar sua posição com relação às suas concorrentes assim como as metas que devem ser atingidas para atingir a eficiência.

Neste modelo o valor de Φ indica o grau de expansão radial possível em todos os resultados, dado o nível observado de recursos utilizados (portanto, é um indicador de eficiência relativa). Se $\Phi=1$, então a unidade está sobre a fronteira de eficiência, e pode servir de referência para as demais. Por outro lado, se $\Phi>1$, então a unidade deve ainda alcançar valores maiores para seus resultados mantendo inalterados os recursos consumidos e, portanto, é ineficiente perante o grupo de empresas analisado.

Nesta formulação procura-se expandir radialmente o vetor de resultados, tanto quanto possível, para a empresa sob análise. O limite é a fronteira de eficiência estimada para o conjunto de pontos observados (estes pontos são determinados pelas outras empresas produtivas). Este problema deve ser resolvido para cada unidade, gerando sua taxa de eficiência relativa.

6 PESOS, UMA LIMITAÇÃO

A característica de não-imposição de limites aos pesos dos recursos e resultados no

modelo DEA pode gerar a atribuição de altos índices de eficiência a determinadas empresas induzidos por pesos inadequados, sob o ponto de vista dos decisores da empresa (TALLURI, 2000). Eventualmente, os gerentes podem ter informações prévias a respeito dos pesos que podem ser atribuídos a cada indicador, mas de maneira geral determinam uma provável faixa à qual os mesmos devem ficar restritos (RAMANATHAN, 2003). Alguns dos procedimentos citados na literatura para analisar e diminuir estes efeitos são:

- a) restrições adicionais aos pesos atribuídos a cada recurso e resultado, de forma a incorporar preferências. Limites superiores e inferiores para os mesmos podem ser estabelecidos, como sugerem Dyson e Thanassoulis (2004). Outros autores que sugerem métodos para incorporar estas restrições nos pesos são Charnes et al. (1990), Wong e Beasley (1990), Joro, Korhonen e Wallenius (1995), Thompson, Dharmapala e Thrall (1995), Halme et al. (1999), Thanassoulis e Simpson (2000) e Zhu (2003). A imposição de limites aos pesos é uma das maneiras mais severas de incorporação de preferências de decisores (HALME; KORHONEN, 1999);
- b) a análise da quantidade de unidades ineficientes que tomam como referência cada unidade eficiente;
- c) a análise das eficiências cruzadas, ou eficiências calculadas para cada empresa a partir dos pesos ideais determinados pelo método para cada uma das suas semelhantes. A taxa de eficiência da empresa será a média ou moda dos valores encontrados (LOPES; LANZER, 2002; HOLLINGSWORTH; WILDMAN, 2002);
- d) a flexibilização na seleção dos *benchmarks* para as ineficientes. Conforme Korhonen (1997), além da restrição de pesos aos recursos e resultados, existem ainda as possibilidades de pré-determinar uma regra de projeção à fronteira de eficiência, ou simplesmente deixar que o decisor selecione a(s) unidade(s) de referência para uma determinada ineficiente.

Na aplicação de DEA é importante observar que as unidades sob comparação devem ser capazes de gerar os mesmos resultados a partir do mesmo conjunto de recursos (RAMANATHAN, 2003). Neste caso, pode-se denominar as empresas de referência para aquela sob análise como sendo aquelas consideradas eficientes (com índice 100). A partir destas empresas de referência (*benchmarks*) pode-se traçar as metas para as ineficientes, para recursos (cujos valores de meta devem ser menores que os valores atuais) e resultados (que devem ser maiores). As diferenças entre os valores atuais e suas metas são denominadas folgas.

Para aplicação prática destes conceitos, algumas questões devem ser respondidas e padrões de procedimento determinados. Questões estas destacadas a seguir:

- a) Como determinar qual é o valor ótimo ao qual comparam-se os resultados e recursos empregados por uma empresa, para o cálculo de sua eficiência relativa?
- b) Quantos indicadores devem ser incluídos na análise, considerando uma empresa que gera múltiplos resultados a partir de múltiplos recursos?
- c) Quais serão os indicadores de recursos e resultados que devem ser incluídos na análise?
- d) Como determinar os fatores de importância, ou pesos, de cada indicador, partindo da premissa que nem todo recurso e resultado tem a mesma importância relativa para a empresa?

Um aspecto importante na análise do desempenho por meio de DEA é a recomendação de que a quantidade de unidades analisadas deve ser de no mínimo três vezes maior ou igual ao número total de indicadores utilizados (insumos + produtos). Um número muito grande de indicadores em comparação às unidades analisadas conduzirá a uma distorção dos resultados.

Alguns autores citam a possibilidade de utilização de um método DEA em conjunto,

ou complementando, outra metodologia que considere fatores subjetivos de preferência de decisores, em especial as de análise multicritério. (BELTON; VICKERS, 1993; BOUYSSOU, 1999).

Respondendo ainda os questionamentos acima pode-se afirmar que uma das vantagens do modelo DEA é a não definição de um padrão de eficiência ótimo que deva ser alcançado pelas empresas ou unidades sob análise. O desempenho da empresa será avaliado quando a mesma é comparada às demais empresas similares (*peers*) sendo o seu resultado utilizado como suporte ao processo estratégico.

Tem-se também que o DEA não requer uma valoração, ou seja, uma atribuição de pesos, aos fatores de produção da empresa.

O processo de avaliação de desempenho aqui proposto passa por 7 fases:

- a) identificação (explicitação) das metas e objetivos estratégicos da organização;
- b) identificação dos indicadores que servirão para o controle do alcance destas metas;
- c) identificação das empresas ou unidades de negócios que servirão de base para o cálculo da eficiência;
- d) identificação das variáveis que comporão as entradas e saídas do modelo;
- e) aplicação do modelo;
- f) análise dos resultados, identificação dos benchmarks e metas a serem alcançadas caso a empresa seja considerada ineficiente no modelo;
- g) recomendações de correção de rota e/ou objetivos estratégicos.

7 CONCLUSÕES

A avaliação de desempenho de unidades produtivas para fins de planejamento e avaliação do processo estratégico da organização e suporte à tomada de decisão é um importante aspecto da administração, e o método DEA tem sido gradativamente mais utilizado para estes fins. Uma característica positiva é a de poder-se lidar com muitos indicadores sem a necessidade de uma função explícita de relacionamento.

Indicadores que aparecem na metodologia DEA podem surgir dos elementos constantes do processo estratégico da organização. Por exemplo, a organização quando formula as suas estratégias deve criar elementos claros e objetivos a fim de facilitar a sua avaliação. Então, uma empresa que tem um processo formal de estratégia a partir de seu planejamento estratégico pode utilizar a metodologia DEA como uma forma de controle da eficiência da mesma, pois consegue avaliar o seu desempenho relativo comparando com o desempenho dos seus concorrentes diretos. Indicadores advindos de um modelo BSC de implementação e controle da estratégia podem ser utilizados para a avaliação do processo estratégico por meio de DEA.

Outra característica favorável é a comparação direta de cada unidade produtiva ou empresa com uma unidade-referência ou uma combinação de unidades-referência conhecidas, o que facilita o estabelecimento de metas. Por outro lado, do ponto de vista de possíveis desvantagens, a complexidade do método e a possível dificuldade de aceitação decorrente, por parte dos gestores sem formação específica, pode ser amortecida basicamente por meio de capacitação gerencial.

O método multicritério de apoio à decisão (MCDA) pode ser utilizado na obtenção dos indicadores mais adequados a serem utilizados no método DEA, assim como na definição de faixas dentro das quais os pesos destes indicadores podem variar. Outros fatores subjetivos, de ordem estratégica, política, sócio-econômica e cultural, que comprovadamente tenham influência sob as tecnologias de produção das empresas sob análise, podem ser considerados por indicadores específicos adicionais.

Quando os resultados de DEA apontam a ineficiência da empresa tem-se a indicação de que a estratégia utilizada pode não ser a mais adequada. Conclui-se, portanto, que o

modelo DEA pode ser incorporado às empresas fazendo parte de uma das fases do processo estratégico e de avaliação do sucesso do mesmo.

REFERÊNCIAS

- AGRELL, P.; BOGETOFT, P. Development of benchmarking models for German electricity and gas distribution. **Final report**. Commissioned by Bundesnetzagentur (BNetzA), (2007).
- AKKMEIK, K.A. Cost function estimates, scale economies and technological progress in the Turkish electricity generation sector. **Energy Policy**, v. 37, n. 1, 204-213, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2008.08.006>
- AROCENA, P. Cost and quality gains from diversification and vertical integration in the electricity industry: A DEA approach. **Energy Economics**, v. 30, n. 1, p. 39-58, 2008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eneco.2006.09.001>
- AVELLAR, J.V.G; POLEZZI, A.O.D.; MILIONI, A.Z. On the evaluation of Brazilian landline telephone services companies. **Pesquisa Operacional/Brazilian Operations Research Society**, v. 22, n. 2, p. 231-247, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-74382002000200009>
- AVKIRAN, N.K. Investigating technical and scale efficiencies of Australian Universities through data envelopment analysis. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 35, n. 1, p. 57-80, 2001. [http://dx.doi.org/10.1016/S0038-0121\(00\)00010-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0038-0121(00)00010-0)
- BAGDADIOGLU, N.; ODVAKMAZ, N. Turkish electricity reform. **Utilities Policy**, v. 17, n. 1, p. 144-152, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jup.2008.02.001>
- BAHCE, S.; TAYMAZ, E. The impact of electricity market liberalization in Turkey: free consumer and distributional monopoly cases. **Energy Economics**, v. 30, n. 4, p. 1603-1624, 2008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eneco.2007.03.003>
- BANKER, R.D.; CHARNES, A.; COOPER, W.W. Some models for estimating technical scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984. <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>
- BARR, R.S. **DEA software tools and technology: a state-of-art survey**. Dallas, TX, USA: Department of Engineering Management and Systems, Southern Methodist University, 2004.
- BELTON, V.; VICKERS, S.P. Demystifying DEA: A visual interactive approach based on multiple criteria analysis. **Journal of the Operational Research Society**, Local, v. 44, p. 883-896, 1993.
- BHAT, R.; VERMA, B.B.; REUBEN, E. A note on data envelopment analysis [DEA]. **Journal of Health Management**, v. 3, n. 2, p. 309-328, 2001. <http://dx.doi.org/10.1177/097206340100300207>
- BOUYSSOU, D. Using DEA as a tool for MCDM: some remarks. **Journal of the Operational Research Society**, v. 50, p. 974-978, 1999.
- CALHOUN, J. **Data envelopment analysis of relative efficiencies of institutions of higher learning**. Portland: Association for the Study of Higher Education., 2003.
- CERETTA, P.S.; COSTA JR, N.C.A. Avaliação e seleção de fundos de investimento: um enfoque sobre múltiplos atributos. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 5, n. 1, p. 7-22, jan./abr., 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-65552001000100002>
- CHARNES, A.; COOPER, W.; HUANG, Z.M., SUN, D.B. Polyhedral cone-ratio DEA models with an illustrative application to large commercial banks. **Journal of Econometrics**,

v. 30, p. 91-107, 1990. [http://dx.doi.org/10.1016/0304-4076\(85\)90133-2](http://dx.doi.org/10.1016/0304-4076(85)90133-2)

CHARNES, A.; COOPER, W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operations Research**, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978. [http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)

CHIRIKOS, T.N.; SEAR, A.M. Measuring hospital efficiency: a comparison of two approaches. **Health Services Research**, 2000.

COELLI, T.; PRASADA RAO, D.S.; BATTESE, G.E. **An introduction to efficiency and productivity analysis**. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 1998. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4615-5493-6>

CORNUEJOLS, G.; TRICK, M. Quantitative methods for the management sciences 45-760. **Course notes**, Graduate School of Industrial Administration, Carnegie Mellon University, 1998. Disponível em: <<http://mat.gsia.cmu.edu>>. Acesso em: 01 ago. 2010.

CULLMANN, A.; HIRSCHHAUSEN, C. Efficiency analysis of East European electricity distribution in transition: legacy of the past? **Journal of Productivity Analysis**, v. 29, n. 2, p. 155-167, 2008. <http://dx.doi.org/10.1007/s11123-007-0075-1>

DYSON, R.G.; THANASSOULIS, E.; BOUSSOFIANE, A. DEA tutorial. Disponível em: Ali Emrouznejad's DEA, na home page: <<http://www.DEAzone.com>>. Acesso em: 10 abr., 2004.

EMROUZNEJAD, A.; PARKER, B.R.; TAVARES, G. Evaluation of research in efficiency and productivity a survey and analysis of the first 30 years of scholarly literature in DEA. **SocioEconomic Planning Sciences**. v. 42, n. 3, p. 151-157, 2008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.seps.2007.07.002>

FARID PEREIRA, M.; TUSI, J.S.S.; LANZER, E.A.; SAMOHYL, R.W. Productivity growth and technological progress in the Brazilian agricultural sector. **Pesquisa Operacional**. Brazilian Operations Research Society, v. 22, n. 2, p.133-146, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-74382002000200003>

FARREL, M.J. The measurement of economic efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**. 120, S. A, Pt III, p. 252-281, 1957.

GHOSHAL, S.; TANURE, B. **Estratégia e gestão empresarial: construindo empresas brasileiras de sucesso**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

GREGOURIOU, G.N. Optimization of the largest us mutual funds using data envelopment analysis. **Journal of Asset Management**, v. 6, n. 6, p. 445-455, 2007. <http://dx.doi.org/10.1057/palgrave.jam.2240194>

GROWITSCH, C.; JAMASB, T.; MULLER, C.; WISSNER, M. Social cost-efficient service quality - Integrating customer valuation in incentive regulation: Evidence from the case of Norway. **Energy Policy**, v. 38, p. 2536-2544, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2009.12.049>

HAAS, D.J. Technical efficiency in the major league soccer. **Journal of Sports Economics**, Local, v.4, n.3, p.203-215, Aug., 2003. <http://dx.doi.org/10.1177/1527002503252144>

HALME, M.; KORHONEN, P. **Restricting weights in value efficiency analysis**. Luxemburg, Austria: International Institute for Applied Systems Analysis, 1999.

HANEY, A.; POLLITT, M. Efficiency analysis of energy networks: An international survey of regulators. **Energy Policy**, v. 37, p. 5814-5830, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2009.08.047>

- HASLEM, J.A.; SCHERAGA, C.A. Data envelopment analysis of Morningstar's large-cap mutual funds. **Journal of Investing**, p. 41-48, Winter, 2003. <http://dx.doi.org/10.3905/joi.2003.319566>
- HOLLAS, D.R.; MACLEOD, K.R.; STANSELL, S.R. A data envelopment analysis of gas utilities efficiency. **Journal of Economics & Finance**, v. 26, n. 2, p.123, 2002. <http://www.springerlink.com/content/173j243316h90820>
- HOLLINGSWORTH, B.; WILDMAN, J. Efficiency and cross-efficiency measures: a validation using OECD data. **Centre for Health Program Evaluation**, Monash University, Australia, May, 2002.
- HREBINIAK, L.G. **Fazendo a estratégia funcionar: o caminho para uma execução bem-sucedida**. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- HUANG, Y.; CHEN, K.; YANG, C. Cost efficiency and optimal scale of electricity distribution firms in Taiwan: An application of metafrontier analysis. **Energy Economics**, v. 32, n. 1, p. 15-23, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eneco.2009.03.005>
- JORO, T. **Models for identifying targets units in data envelopment analysis: comparison and extension**. International Institute for Applied Systems Analysis, Interim Report IR-98-055, 1998.
- JORO, T.; KORHONEN, P.; WALLENIUS, J. Structural comparison of data envelopment analysis and multiple objective linear programming. **Working Paper W-144**, Helsinki School of Economics, Helsinki, Finland, 1995.
- KAPLAN, R.S.; NORTON, D.P. **The Balanced Scorecard: translating strategy into action**. Boston, Massachussets: Harvard Business School Press, 1996.
- LEONE, R.; LAZZARI, C. **Measuring efficiency using data envelopment analysis**. Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo, 58, Serie II, 1999.
- LINTON, J.D.; WALSH, S.T.; MORABITO, J. Analysis, ranking and selection of R&D projects in a portfolio. **R & D Management**, v. 32, n. 2, p.139-148, Mar. 2002. <http://dx.doi.org/10.1111/1467-9310.00246>
- LOPES, A.L.M.; LANZER, E.A. Data Envelopment Analysis - DEA and fuzzy sets to assess the performance of academic departments: a case study at Federal University of Santa Catarina - UFSC. **Pesquisa Operacional**, v. 22, n. 2, p. 217-230, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-74382002000200008>
- LORENZETT, J.B. Medição de desempenho de unidades operacionais de educação profissional: uma proposta de aplicação do método DEA. Dissertação (Mestrado em Administração) - Mestrado Executivo em Administração da Unisul, Florianópolis/SC, 2004.
- NOVAES, A.G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.
- PORTER, M.E. Como forças competitivas moldam a estratégia. In: MINTZBERG, H.; QUINN, J.B. **O processo da estratégia**. Porto Alegre: Bookman, 2001. pp.82-89.
- PORTER, M.E. **Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.
- PORTER, M.E. **Técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. Rio de Janeiro: Campus, 1986.
- QUIN, J.B. Estratégias para mudança. In: MINTZBERG, H.; QUINN, J.B. **O processo da**

estratégia. Porto Alegre: Bookman, 2001. pp.20-26.

RAMANATHAN, R. **An introduction to data envelopment analysis – A tool for performance measurement.** New Delhi: Sage Publications India, 2003.

RESENDE, M.; FAÇANHA, L.O. Privatization and efficiency in Brazilian telecommunications: an empirical study. **Applied Economics Letters**, v. 9, n. 12, p.823, Oct. 2002. <http://dx.doi.org/10.1080/13504850210128811>

ROCHA, R.B.; CAVALCANTI NETTO, M.A. A data envelopment analysis model for rank ordering suppliers in the oil industry. **Pesqui. Oper. [online]**. v. 22, n. 2, p. 123-131, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-74382002000200002>

RUMELT, R.R. Avaliando a estratégia dos negócios. In: MINTZBERG, H.; QUINN, J.B. **O processo da estratégia.** Porto Alegre: Bookman, p.64-72, 2001.

SANTOS, A.; CASA NOVA, S.P.C. Proposta de um modelo estruturado de análise de demonstrações contábeis. **RAE Electron.**, v. 4, n. 1, jan./jun., 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-56482005000100004>

TALLURI, S. Data envelopment analysis: models and extensions. **Decision Line**, 2000.

TAVARES, G. **A bibliography of Data Envelopment Analysis (1978-2001).** Rutcor Research Report. Disponível em: <http://rutcor.rutgers.edu/pub/rrr/reports2002/1_2002.pdf>. Acesso em: 04 ago. 2006.

THANASSOULIS, E.; SIMPSON, G. **A comparison of weight restrictions and unobserved decision making units as vehicles for incorporating value judgements in DEA.** Aston Business School, Aston University, 2000.

THOMPSON JR.; A.A.; STRICKLAND III, A.J. **Planejamento estratégico: elaboração, implementação e execução.** São Paulo: Pioneira, 2000.

THOMPSON, R.G.; DHARMAPALA, P.S.; THRALL, R.M. Linked-cone DEA profit ratios and technical efficiency with applications to Illinois coal mines. **International Journal of Production Economics**, v. 39, p. 99-115, 1995. [http://dx.doi.org/10.1016/0925-5273\(94\)00064-H](http://dx.doi.org/10.1016/0925-5273(94)00064-H)

VITALIANO, D.F. Assessing public library efficiency using data envelopment analysis. **Annals of Public and Cooperative Economics**, v. 69, n. 1, p. 107-122, March,1998. <http://dx.doi.org/10.1111/1467-8292.00075>

WONG, Y.H.B.; BEASLEY, J.E. Restricting weight flexibility in data envelopment analysis. **Journal of Operational Research Society**, v. 41, n. 9, p. 829-835, 1990. <http://dx.doi.org/10.1057/jors.1990.120>

WRIGTH, P.; KROLL, M.J.; PARNELL, J. **Administração estratégica: conceitos.** São Paulo: Atlas, 2000.

ZACCARELLI, S.B. **Estratégia e sucesso nas empresas.** São Paulo: Saraiva, 2000.

ZHOU, G.; MIN, H.; XU, C.; CAO, Z. Evaluating the comparative efficiency of Chinese third-party logistics providers using data envelopment analysis. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 38, n. 4, p. 262-279, 2008. <http://dx.doi.org/10.1108/09600030810875373>

ZHU, J. **Quantitative models for performance evaluation and benchmarking.** Massachusetts, EUA: Kluwer Academic Publishers, 2003.