

Área Temática: Finanças

Título: Estado da Arte na Utilização de Análise por Envoltória de Dados (DEA) em Análise de Demonstrações Contábeis

AUTORAS

SILVIA PEREIRA DE CASTRO CASA NOVA

Pós-Doutoranda da EAESP/FGV
silvianova@usp.br

LUCIANA MASSARO ONUSIC

Universidade de São Paulo
luciana_onusic@yahoo.com

RESUMO

Embora bastante difundida no exterior, onde mais de 400 trabalhos foram publicados no período de 1978 a 1992 (CHARNES, COOPER, LEWIN & SEIFORD, 1997: 11), poucos estudos trataram especificamente da utilização da *Data Envelopment Analysis* (DEA) na análise de demonstrações contábeis. O objetivo do presente trabalho é mapear os estudos sobre aplicação de DEA em análise de balanços, ressaltando as possibilidades e pontos controversos, identificando ainda quem são os pesquisadores e a quais instituições pertencem. Para tanto foram pesquisados artigos publicados em periódicos no exterior e no Brasil. Constatou-se que o tema de pesquisa é relativamente recente e ainda inexplorado. Foram identificados três estudos relacionando o tema no exterior. No Brasil, a pesquisa na área é ainda mais incipiente com apenas dois artigos. Assim, concluiu-se que a utilização da Análise por Envoltória de Dados na análise de demonstrações contábeis é um tema promissor para os pesquisadores que queiram investir em sua compreensão. O estudo justifica-se por apresentar uma consolidação das pesquisas sobre o assunto, que pode incentivar outros pesquisadores. Permite ainda vislumbrar o estágio em que se encontra o estudo do tema.

Palavras-chave: *Data Envelopment Analysis*; Análise de Demonstrações Contábeis; Finanças

1. INTRODUÇÃO

1.1. Análise por Envoltória de Dados (DEA)

A Análise por Envoltória de Dados originou-se com a tese de doutorado de Edwardo Rhodes, apresentada a *Carnegie Mellon University*, com orientação de W. W. Cooper, em 1978. No trabalho foi desenvolvido um modelo matemático para estimação da eficiência de escolas públicas americanas como forma de avaliar os resultados de um experimento social de larga escala em educação (*Program Follow Through*). O desempenho dos alunos das escolas participantes do programa (PFT) foi comparado com o de seus colegas de outras escolas não-participantes (NPFT). A performance dos alunos de cada escola era medida em função de múltiplos resultados (produtos) obtidos pela utilização de múltiplos insumos (recursos) como, por exemplo, “aumento na auto-estima dos alunos”, medida por testes psicológicos, e “tempo gasto pelos pais em exercícios de leitura”, respectivamente. Essa tentativa de estimação de uma fronteira de eficiência técnica de escolas resultou na formulação do Modelo CCR (CHARNES, COOPER e RHODES, 1978).

A medida de eficiência calculada pela DEA é então uma generalização da medida usual de produtividade que relaciona produtos e insumos, ou seja, no exemplo citado:

$$\frac{\text{Produto}}{\text{Insumo}} = \frac{\text{Aumento na Auto-estima}}{\text{Tempo de Leitura}}$$

Para apresentar o modelo matemático é necessário inicialmente explicar a nomenclatura utilizada. Assim:

- *Decision Making Unit (DMU)*: São as unidades tomadoras de decisão sob avaliação. Podem ser escolas (como no trabalho original), empresas, departamentos de ensino, universidades, agências bancárias, países. Na literatura é indicado que devam ser homogêneas, ou seja, é necessário que utilizem os mesmos recursos para obter os mesmos produtos, variando apenas de volume ou intensidade. Porém, estudos já consideraram análises intersetoriais (SMITH, 1990; ZHU, 2000).
- *Outputs*: São os resultados (produtos) obtidos por cada uma das DMUs. São valores observados. Devem atender ao critério de quanto maior, melhor.
- *Inputs*: São os recursos (insumos) consumidos por cada uma das DMUs na obtenção dos resultados desejados. São valores observados. Devem atender ao critério de quanto menor, melhor.
- *Plano de produção*: São as quantidades observadas de recursos consumidos e resultados obtidos para cada DMU.
- *Escore de eficiência*: É o indicador de eficiência calculado para cada DMU, considerando seu plano de produção, através de um programa de programação linear (PPL). O escore varia de 0 a 1 (ou de 0 a 100%).

O objetivo do PPL é encontrar o conjunto de pesos u , para os outputs, e de pesos v , para os inputs, que resultará na máxima eficiência possível para a DMU sob avaliação. Dessa forma, os pesos são atribuídos a cada insumo/produto de forma a colocar a unidade “sob a melhor luz”. Como os pesos são calculados pelo PPL, a análise de eficiência é possível mesmo em situações onde não haja preços ou pesos conhecidos para os inputs e outputs.

O PPL do modelo CCR original tem a seguinte formulação:

- Seja h_k a eficiência da DMU_k, onde K é o número de unidades sendo avaliadas.
- Seja u_j o coeficiente para o resultado j , com $j=1, 2, \dots, M$, onde M é o número total de tipos de resultados sendo considerados. É uma medida da diminuição relativa da eficiência da unidade k com cada unidade de redução no valor do resultado j .
- Seja v_i o coeficiente para o recurso i , com $i=1, 2, \dots, N$, onde N é o número total de tipos de recursos sendo considerados. Mede o aumento relativo da eficiência com cada redução unitária do valor de recurso.
- Seja Y_{jk} o número observado de unidades do resultado j , gerados pela DMU_k, durante um período de tempo.
- Seja X_{ik} o número observado de unidades do recurso i , consumidos pela DMU_k, durante um período de tempo.
- Seja o plano de produção dado pelo conjunto observado de Y_{jk} e X_{ik} para as DMUs em avaliação.

- Seja e a DMU sob análise.

$$\text{Maximizar } h_e = \sum_{j=1}^M u_j y_{je}, \quad (1)$$

Sujeito a:

$$\sum_{i=1}^N v_i x_{ie} = 1, \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^M u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^N v_i x_{ik} \leq 0 \quad (3)$$

Onde $k = 1, 2, \dots, K$ e todos os coeficientes u e v devem ser positivos e diferentes de zero.

Assim, utilizando a DEA, com base em um conjunto de DMUs e seu plano de produção, é possível construir uma curva formada pelas unidades eficientes (fronteira eficiente). Para tanto é necessário resolver o problema de programação linear (PPL) proposto para cada uma das unidades em avaliação, identificando aquelas cujo indicador de eficiência, considerando seu plano de produção e os pesos calculados para seus produtos e insumos, não seja superado pelo de nenhuma outra unidade do grupo. Essas unidades são identificadas como eficientes, atingindo o escore de eficiência igual a 1, tornando-se referência para as demais. Formam, então, a fronteira ou curva de eficiência. As DMUs que não se posicionam na fronteira, classificadas como ineficientes, estarão “envolvidas” pela fronteira de eficiência.

Em 1984 BANKER, CHARNES e COOPER apresentaram um outro modelo DEA que pressupunha que as unidades avaliadas pudessem apresentar retornos variáveis de escala, ou seja, que o acréscimo em uma unidade de insumo pudesse gerar um acréscimo não proporcional no volume de produtos.

Segundo BELLONI (2000: 68) “ao possibilitar que a tecnologia exiba propriedades de retornos à escala diferentes ao longo de sua fronteira, esse modelo admite que a produtividade máxima varie em função da escala de produção”. A formulação matemática do Modelo BCC é:

$$\text{Maximizar } \sum_{j=1}^M u_j y_{je} - u_e, \quad (4)$$

Sujeito a

$$\sum_{j=1}^M u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^N v_i x_{ik} - u_k \leq 0 \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^N v_i x_{ie} = 1 \quad (6)$$

$$u_j, v_i \geq 0 \quad (7)$$

y_{jk} = valor / quantidade (observado) do produto j para DMU k

x_{ik} = valor / quantidade (observado) do insumo i para a DMU k

u_j = peso calculado para o produto j

$v_i =$ peso calculado para o insumo i

$j =$ número de tipos de produtos $= 1, \dots, M$;

$i =$ número de tipos de insumos $= 1, \dots, N$;

$k =$ número de DMUs em avaliação $= 1, \dots, K$

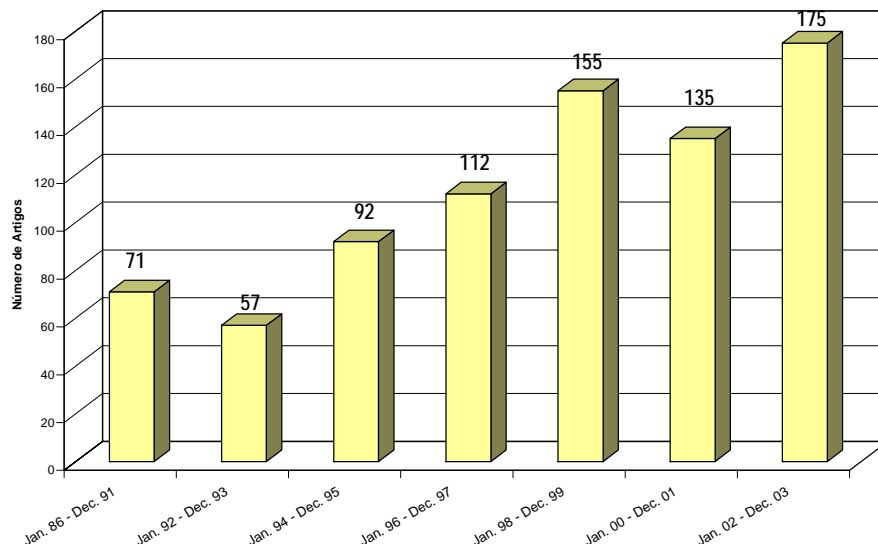
Foi introduzida uma variável u_k representando os retornos variáveis de escala. Essa variável pode assumir valores negativos representando assim os retornos de escala crescentes ou decrescentes.

Os modelos DEA apresentados podem considerar orientação ao aumento na produção de produtos (orientação ao output) ou à redução na utilização de recursos (orientação ao input). No primeiro caso, o consumo de recursos é mantido constante, e a quantidade de produtos é maximizada. No segundo caso, é minimizado o consumo de recursos, enquanto a quantidade de produtos é mantida constante.

1.2. DEA e Análise de Demonstrações Contábeis

Desde o trabalho seminal de 1978, muitos artigos foram publicados sobre DEA. A pesquisa na base eletrônica PROQUEST, que reúne mais de 1.000 periódicos de língua inglesa nas áreas de administração, marketing e negócios, o termo *Data Envelopment Analysis* retorna o total de 787 artigos, desde 1986. O Gráfico 1 mostra a evolução do número de artigos publicados por período.

Gráfico 1 – Evolução do número de artigos publicados sobre DEA - Proquest



Pesquisa semelhante na base EBSCO recuperou 1.811 referências. Porém, apesar de bastante difundida no exterior, poucos estudos trataram especificamente da utilização da *Data Envelopment Analysis* (DEA) na análise de demonstrações contábeis. Os estudos de SMITH (1990) e FERROZ, KIM e RAAB (2003) são algumas das poucas referências tratando sobre o tema no exterior. No Brasil o estudo pioneiro foi apresentado por CERETTA (1999).

O objetivo do presente trabalho é mapear os estudos sobre aplicação de DEA em análise de balanços, ressaltando as possibilidades e pontos controversos, identificando ainda quem são os pesquisadores e a quais instituições pertencem.

O estudo justifica-se por apresentar uma consolidação das pesquisas sobre o assunto, que pode incentivar outros pesquisadores. Permite ainda vislumbrar o estágio em que se encontra o estudo do tema. Trata-se de uma pesquisa sobre pesquisa, na mesma linha de SANTANA (2004) e THEÓPHILO (2000).

O restante do trabalho está organizado como se segue: inicialmente são apresentados aspectos conceituais da pesquisa, incluindo a descrição das bases pesquisadas e da organização dos trabalhos recuperados; em seguida é apresentado um resumo dos trabalhos, ressaltando objetivo, metodologia, conclusões e limitações; os trabalhos são então confrontados para delimitar possibilidades e pontos controvertidos; finalmente as conclusões são apresentadas, com ênfase na discussão de possibilidades de pesquisas futuras.

2. MÉTODOS E TÉCNICAS

2.1. Bases de dados e periódicos incluídos

A definição do escopo da pesquisa considerou o objetivo de mapear os trabalhos que estudaram o relacionamento entre DEA e análise das demonstrações contábeis, considerando artigos publicados em periódicos no exterior e no Brasil. As bases de pesquisa foram os bancos de dados EBSCO, PROQUEST, JStor, Emerald, Periódicos Capes e as revistas RAE, RAE eletrônica, RAUSP, RCFUSP, RAC, Gestão & Produção e Pesquisa Operacional.

Por se tratar de um setor com características específicas, os trabalhos aplicados às instituições financeiras não foram incluídos. Existe uma bibliografia relevante sobre o assunto no exterior e no Brasil, que se iniciou na década de 1990 (SIEMS, 1992; BARR et al., 1994; BERGER e HUMPHREY, 1997; SIEMS & CLARK, 1997; SIEMS & BARR, 1998; CERETTA & NIEDERAUER, 2001).

2.2. Definição do escopo e da organização do estudo

A confrontação dos artigos pesquisados permitiu perceber uma subdivisão entre pesquisas que estudaram a relação entre Análise de Balanços e DEA e pesquisas que utilizaram a DEA para previsão de insolvência. Entende-se que a previsão de insolvência é um dos assuntos mais palpitantes no estudo da análise das demonstrações contábeis de empresa. Mas, para efeito de organização do estudo, preferiu-se segregar os assuntos. Assim, os resultados aqui mostrados incluem apenas os estudos utilizando DEA em análise de balanços no exterior e no Brasil.

As fórmulas serão apresentadas quando os autores propuserem alterações aos modelos originais ou novos algoritmos. Se forem utilizados os modelos originais tal fato será apenas indicado, referenciando-se o modelo conforme abreviatura apresentada na Introdução.

3. ANÁLISE DOS TRABALHOS

3.1. Estudos utilizando DEA em Análise de Balanços no Exterior

O estudo de SMITH (1990) é uma das poucas referências tratando especificamente sobre a utilização de DEA em análise de demonstrações contábeis. O artigo apresentou a evolução da análise de balanços, desde o enfoque tradicional de desempenho comparativo entre empresas até o desenvolvimento de técnicas econométricas com propósitos preditivos, especificamente do risco de falência.

As deficiências da análise tradicional foram discutidas. A análise de indicadores foi explicada: “dois números são obtidos das demonstrações financeiras e o cálculo de quocientes associados permite a comparação entre empresas, usualmente ajustando diferenças de porte”

(SMITH, 1990: 131). O autor concluiu que há, portanto, uma assunção de retornos constantes de escala implícita na maior parte da análise baseada em indicadores financeiros.

Outra limitação identificada pelo autor na análise de indicadores tradicional foi seu caráter univariado no qual somente duas dimensões das atividades de uma empresa são representadas, respectivamente, pelo numerador e pelo denominador: “A complexidade das empresas significa que recursos e produtos, físicos e financeiros, são multidimensionais” (SMITH, 1990: 131).

Outras limitações citadas:

- O relacionamento entre variáveis é assumido como linear;
- Qualquer análise paramétrica requer algumas suposições sobre a distribuição (usualmente normalidade multivariada);
- O tratamento de observações não usuais (*outliers*) não é consensual;
- O numerador e o denominador podem assumir valores negativos;
- Dificuldades na seleção de indicadores.

O artigo propôs, então, examinar em que extensão essas limitações poderiam ser superadas com a utilização da Análise por Envoltória de Dados. Para tanto, foram selecionadas 47 empresas farmacêuticas com dados do ano de 1984. O modelo desmembrou o indicador de retorno sobre o capital investido em:

Produtos: Lucros; Juros; Impostos.

Insumos: Média do Patrimônio Líquido; Passivo Médio.

Os juros e impostos foram tratados como produtos “em sentido negativo”. O autor pontua que uma forma alternativa de tratá-los é considerando-os insumos fixos.

Foi utilizado um modelo DEA com retornos constantes (CCR) e orientação aos insumos.

A análise dos dados confrontou graficamente o retorno sobre o patrimônio líquido ao indicador de eficiência obtido e indicou que, apesar de existir um relacionamento positivo entre as variáveis, para um dado indicador de eficiência havia uma variação considerável no ROE. Do conjunto de 47 empresas, 13 foram consideradas eficientes. O indicador de eficiência variou de 0,06 a 1,00. O ROE das empresas eficientes variou de 0,56 a -0,49. Três empresas consideradas eficientes apresentaram ROE negativo. A explicação dada pelo autor foi que a classificação ocorreu meramente porque as empresas eram de pequeno porte, não havendo outras com as quais pudessem ser comparadas.

As conclusões foram que a aplicação da DEA em análise de balanços traz suas próprias dificuldades:

- Seleção de insumos e produtos;
- Tratamento aos *outliers*;
- Efeito de um número pequeno de observações no resultado da análise; e,
- Julgamento sobre empresas empregando uma combinação de recursos e produtos pouco usual.

No entanto, o método ofereceu novos enfoques na análise de desempenho das empresas e pôde ser utilizado para dissecar um indicador tradicional, como no escopo do artigo. Ainda, acomodou retornos de escala variáveis e não requereu suposição a respeito da distribuição das variáveis. Finalmente, o autor afirma (SMITH, 1990: 137):

O ponto forte do método é que parece possibilitar um movimento em busca da reconciliação da análise de indicadores tradicional com a teoria econômica (...)

(...)

De qualquer modo, se for confirmado que a Análise por Envoltória de Dados falha em fornecer uma ferramenta útil para o exame das demonstrações financeiras, então serão os métodos contábeis, mais do que a técnica em si, que devem ser criticados. Se as demonstrações contábeis não estão sujeitas às pesquisas baseadas em sólidos princípios econômicos, então sua utilidade precisa ser questionada.

Zhu (2000) apresentou um estudo sobre o desempenho das empresas incluídas na *Fortune 500*. A primeira frase do autor já é estimulante:

O fato de que a performance das empresas é um construto multidimensional é reconhecido, pois deve incluir diversos objetivos e tipos de organização ou níveis (Lewin e Minton, 1986). Um simples índice financeiro produto/insumo, como retorno sobre investimento (ROI) e retorno sobre vendas (ROS), pode ser usado como indicador para a caracterização da performance financeira. Entretanto, como apontado por Chavarthy (1986), indicadores convencionais de desempenho, sejam eles lucratividade, como ROI e ROS, ou medidas financeiras de mercado, como o market to book ratio, são insatisfatórios na discriminação da excelência. Como a performance de uma empresa é um fenômeno complexo, requer que mais de um critério seja analisado. Conseqüentemente, muitos estudos defendem a busca por um modelo multi-fatorial de mensuração da performance.

O autor propôs um modelo de avaliação da performance empresarial subdividido em três etapas que mensurariam, respectivamente, Lucratividade, Posição de Mercado e Performance Global. As etapas, com os produtos e insumos incluídos, estão apresentadas no Quadro 1, a seguir:

Quadro 1 – Etapas do Modelo de Avaliação do Desempenho

<i>Etapa</i>	<i>Produtos</i>	<i>Insumos</i>
<i>Lucratividade</i>	Receitas Lucros	Funcionários Ativo Total Patrimônio Líquido
<i>Posição de Mercado</i>	Valor Econômico Agregado Retorno Total ao Acionista Lucro por Ação	Receitas Lucros
<i>Performance Global</i>	Valor Econômico Agregado Retorno Total ao Acionista Lucro por Ação	Funcionários Ativo Total Patrimônio Líquido

Para avaliar a eficiência técnica o estudo utilizou o modelo CCR com orientação ao insumo. Em um segundo momento, para avaliar a eficiência de escala das empresas foi utilizado o modelo BCC com orientação ao insumo. Foram analisadas 364 empresas nos três estágios, com informações contábeis para o ano de 1995: Lucratividade, Posição de Mercado e Performance Global. As empresas com variáveis negativas foram excluídas.

O estudo concluiu que as empresas que ocupavam melhor posição no ranking com base na Receita não eram, necessariamente, as melhores classificadas em termos de lucratividade e posição de mercado.

Outra análise efetuada pelo autor foi à congestão de insumos, ou seja, situações em que reduções na utilização de um subconjunto específico de insumos, mantendo a utilização do demais constante, resultam em um aumento em um ou mais produtos. Depois de uma empresa ineficiente ter sido projetada na fronteira por uma redução proporcional (radial) de insumo, a medida de congestão informa qual o aumento no output para uma redução individual no input. Foi estudada a congestão nas variáveis Funcionários, Ativos e Patrimônio Líquido para as 20 maiores empresas e para cada um dos 30 setores específicos.

O autor examinou, ainda, a chamada eficiência de fator específico (Factor-specific efficiency) que mede o máximo decréscimo no consumo de um insumo ou acréscimo na quantidade de um produto, mantendo-se a quantidade de todos os outros insumos e produtos. A análise foi aplicada nos modelos de lucratividade e posição de mercado.

Por fim, foi examinada a importância de cada empresa eficiente no benchmarking para as empresas ineficientes com base em uma medida de participação percentual relativa.

Em seu estudo FERROZ, KIM e RAAB (2003) demonstraram que a DEA pode contribuir para a análise tradicional de indicadores, testando a hipótese nula de que não havia relacionamento entre os escores DEA e os indicadores contábeis tradicionais como medidas de desempenho de uma empresa. Os resultados obtidos rejeitaram hipótese nula indicando que a DEA trazia informações para analistas que eram complementares às advindas da análise tradicional de indicadores. Os indicadores considerados foram:

Produtos: Receita Total;

Insumos: Ativos, Patrimônio Líquido e Custos.

As informações contábeis de 29 empresas dos setores de Petróleo e Gás, Farmacêutico e Metais foram coletadas, no período entre 1973 e 1992 (20 anos). Foram calculados indicadores de Liquidez, Performance e Solvência para cada setor. A análise dos indicadores considerou inicialmente a estatística descritiva e os coeficientes de correlação seriada. O relacionamento entre os indicadores contábeis e os escores de eficiência foi examinado pela análise dos desvios em relação ao ótimo em ambos os casos. Em relação aos escores de eficiência da DEA o valor ótimo foi definido como 1 (máxima eficiência). Para os indicadores contábeis, o ótimo foi definido como o valor máximo para o setor, em cada ano. Foi então calculada a correlação entre os desvios no escore de eficiência e os indicadores contábeis para cada ano, em cada um dos três setores considerados e para o total da amostra. Verificou-se se os coeficientes de correlação eram significativos estatisticamente em nível de 10%.

As conclusões obtidas a partir dos resultados foram que: (1) havia correlação entre os desvios dos indicadores contábeis e dos escores de eficiência; (2) a comparação dos resultados obtidos considerando os setores individual e conjuntamente indicou um padrão para os coeficientes de correlação, com indicadores de longo prazo sendo mais significativos para os setores, enquanto indicadores de curto prazo são mais significativos para o conjunto; (3) os indicadores com maior número de coeficientes de correlação significativa variaram entre os setores, indicando que certos indicadores eram apropriados para analisar determinados setores e não outros.

Foi efetuada, por fim, uma aplicação da análise da estabilidade dos escores de eficiência em *cross-section* para o setor de Petróleo e Gás, no período de 20 anos. Foram calculados a média e o desvio-padrão para cada uma das 26 empresas consideradas na

amostra. Os autores afirmaram que utilizando esse procedimento um analista obterá uma medida composta para verificação da performance de uma empresa específica comparativamente às outras empresas do setor em um período.

Os autores concluíram que a DEA pôde complementar a análise de indicadores contábeis podendo ser utilizada como uma ferramenta para a análise de demonstrações contábeis. Os resultados demonstraram que os indicadores contábeis propiciaram apenas uma avaliação parcial e *ad hoc* da performance da empresa. Apesar de existir uma correlação entre os desvios dos escores de eficiência e os desvios dos indicadores contábeis, não era sistemática, indicando que os escores de eficiência obtidos pela análise DEA apresentavam conteúdo incremental de informação aos indicadores contábeis. Como limitações da pesquisa foram enfatizadas que as análises podem ter sido afetadas por efeitos intertemporais, causados, por exemplo, por mudanças nas normas contábeis.

3.2. Estudos utilizando DEA em Análise de Balanços no Brasil

No Brasil o estudo pioneiro relacionando DEA à análise de demonstrações contábeis foi apresentado por CERETTA em 1999. O estudo utilizou DEA na análise de empresas do setor de alimentos brasileiro com o objetivo de identificar as organizações eficientes e as ineficientes e, para as últimas, determinar o grau e fonte de ineficiência. As informações contábeis foram coletadas na revista Exame – Melhores e Maiores, definindo-se uma amostra de 21 empresas. Para a amostra foram obtidas as seguintes informações:

Produto: Valor Adicionado.

Insumo: Patrimônio Líquido; Exigível; Salários.

Os modelos utilizados foram o CCR e o BCC para determinar a eficiência total e a eficiência técnica, respectivamente. A eficiência de escala foi calculada pela razão entre os escores de eficiência total e a eficiência técnica.

Os resultados mostraram que uma das maiores fontes de ineficiência do setor era advinda da excessiva utilização de recursos de terceiros, com elevação das despesas financeiras e do nível de risco empresarial. Existiam ainda dificuldades de manter o desempenho em diferentes níveis de operação uma vez que apenas quatro empresas não apresentaram ineficiências de escala.

A conclusão do autor foi de que para o setor, no período analisado, existia uma enorme área para atuação gerencial sobre a questão da ineficiência na geração de riqueza. No entanto, essa ineficiência não estava relacionada com questões de despesa de pessoal, contrariamente ao que é comumente divulgado, mas sim ao excesso de aplicação de recursos onerosos.

Santos e Casa Nova (2005) apresentaram um estudo cujo objetivo foi propor um modelo estruturado de análise de demonstrações contábeis com utilização da Análise por Envoltória de Dados.

O modelo era composto pelas seguintes etapas: Levantamento das Informações, que podem ser valores (Ativo, Patrimônio, Número de funcionários) ou quocientes; Análise de Variáveis, com a utilização de análises estatísticas, análises gráficas, análise de correlação e Análise de Cluster para expandir o conhecimento do pesquisador sobre os indicadores; Seleção de Variáveis efetuada com utilização de técnicas estatísticas (procedimento de Norman & Stoker (1991) e Stepwise DEA (Kittelsen, 1993) aliadas à experiência do pesquisador; Construção do Modelo, além da definição de insumos e produtos, foi determinada a orientação, maximização de produtos ou minimização de insumos, e se os

retornos de escala são constantes ou variáveis; Processamento do Modelo; e, Análise dos Resultados, no qual as empresas eficientes foram identificadas, estudou-se sua importância na formação do grupo de referência e foram avaliadas as possibilidades de melhoria para as empresas ineficientes. A análise de resultados poderia indicar, ainda, a necessidade de adaptações e aperfeiçoamentos ao modelo.

Para sua aplicação foi utilizado o setor de energia elétrica com informações de 46 empresas, para o período de 1999 a 2000, retiradas da Base de Dados Melhores e Maiores de Fipecafi-Exame. Após a percorrer as etapas descritas anteriormente o modelo final considerou as variáveis:

Produtos: Valor Adicionado; Liquidez Corrente; Crescimento de vendas em percentual; Aplicação no Imobilizado;

Insumos: PL Ajustado; Média de Empregados.

Os resultados do modelo final indicaram que eficiência média das empresas atingiu 81,4% para os dois anos, com 20 e 17 empresas classificadas como eficientes em 2000 e 1999, respectivamente.

As avaliações obtidas pelo indicador de Excelência Empresarial de Melhores e Maiores foram comparadas com os escores calculados pelo modelo DEA, com a preocupação de explorar as divergências. No total, as empresas avaliadas diferentemente pelos indicadores foram 18 empresas em 2000 (46%) e 14 empresas em 1999 (36%).

Apresentou-se então a comparação do indicador de eficiência DEA com o Retorno sobre o Patrimônio Líquido. Para o ano de 2000, as empresas eficientes distribuíram-se com retornos entre 18,1% e -35,5%. Para 1999, a variação foi ainda maior: entre 16,4% e -64,6%. Segundo os autores,

(...) escolhido por muitos especialistas como o principal indicador do desempenho empresarial, o Retorno sobre o Patrimônio Líquido representou uma das facetas da atuação empresarial: o resultado da empresa. A DEA possibilitou uma análise multidimensional do desempenho empresarial, incluindo as diversas facetas consideradas relevantes para a determinação da eficiência relativa de cada empresa que compôs o grupo.

Para concluir, os autores identificaram as vantagens e desvantagens da utilização de Análise por Envoltória de Dados em Análise de Balanços. Entre as vantagens foram citadas:

- Prescindiu de atribuição prévia de pesos às variáveis consideradas no estudo;
- A eficiência de cada empresa foi definida de forma individualizada, considerando a atuação das demais em estudo, porém permitindo que a alocação de pesos aos fatores fosse efetuada de forma a maximizar sua eficiência relativa;
- As diferenças de porte puderam ser tratadas com a adoção de modelos com retornos variáveis à escala, sem prejuízo às empresas de pequeno porte;
- Diferentemente dos sistemas de atribuição de pontos, mais de uma empresa pôde ser classificada como eficiente, compondo a fronteira de eficiência relativa e servindo como referência para a atuação das demais empresas;
- Permitiu uma visão multifacetada da eficiência e possibilitou a análise dos fatores que mais contribuíram para seu atingimento.

A principal limitação identificada na aplicação da DEA foi o fato de ser uma técnica ainda recente, quase restrita às áreas de pesquisa operacional e engenharia, e necessitando de

ambientação dos usuários leigos para utilização em outras áreas do conhecimento. Por fim, um comentário foi feito em favor da complementaridade dos métodos.

Para concluir, o Quadro 2 resume as informações dos estudos estrangeiros publicados que relacionaram DEA à análise de balanços.

Quadro 2 – Características dos estudos utilizando DEA na análise de balanços

Data	Autor	Instituição	Variáveis	Modelos
1990	P. Smith	Un. of York (UK)	<i>Produtos:</i> Lucros; Juros; Impostos. <i>Insumos:</i> PL Médio; Passivo Médio.	CCR – Insumo
1999	Ceretta, P. S.	Un. Federal de Santa Maria	<i>Produto:</i> Valor Adicionado. <i>Insumo:</i> PL; Exigível; Salários.	CCR BCC
2000	Joe Zhu	Worcester Polytechnic Institute (US)	<i>Produtos:</i> Receitas e Lucros. <i>Insumos:</i> Funcionários, Ativo e PL. <i>Produtos:</i> VEA, RTA, LPA. <i>Insumos:</i> Receitas e Lucros. <i>Produtos:</i> VEA, RTA, LPA. <i>Insumos:</i> Funcionários, Ativo e PL.	CCR – Insumo BCC – Insumo
2003	E. H. Feroz S. Kim R. L. Raab	Un. Of Minnesota (US) Rutgers Un. (US) Singapore Mngt. Un. (Singapore)	<i>Produtos:</i> Receita Total; <i>Insumos:</i> Ativos, PL e Custos.	NI
2005	Santos, A. Casa Nova, S.P.C.C.	FEA – USP FEA – USP	<i>Produtos:</i> VA, LC, Cr. Vendas (%); Apl. Imobilizado; <i>Insumos:</i> PLAj; Média Empregados.	NI

Legenda: NI – Não Identificado, PL Médio – Patrimônio Líquido Médio, PL – Patrimônio Líquido, VEA – Valor Econômico Agregado, RTA – Retorno Total ao Acionista, LPA – Lucro por Ação, VA – Valor Adicionado, Cr. Vendas (%) – Crescimento de Vendas em percentual, Apl. Imobilizado – Aplicações no Imobilizado, PLAj – Patrimônio Líquido, Ajustado.

CONCLUSÕES

O presente artigo teve por objetivo mapear trabalhos que relacionaram DEA e análise de demonstrações contábeis, no Brasil e no exterior. Foi apresentado um histórico sobre DEA, com a discussão dos principais modelos e suas características.

Foram pesquisadas as bases eletrônicas de publicações de língua inglesa e as revistas brasileiras nas áreas de administração, pesquisa operacional e produção, recuperando-se trabalhos que relacionassem DEA à análise de balanços. Os trabalhos foram resumidos com ênfase na apresentação de sua metodologia, contrapondo pontos controvertidos, possibilidades e limitações. Seus autores foram identificados, bem como as instituições as quais pertencem. Os estudos foram confrontados, contrapondo-se variáveis e modelos utilizados.

Os pesquisadores que se dedicaram ao tema no exterior são oriundos, sobretudo, dos Estados Unidos. No Brasil constatou-se a publicação de apenas dois trabalhos de pesquisadores ligados a universidades públicas. Os modelos foram compostos por informações contábeis, sendo: como insumos – Patrimônio Líquido, Passivo e Custos; como produtos – Lucros, Receitas, Valor Adicionado.

Entre as vantagens advindas da utilização da DEA foram citadas: considera a eficiência como um construto multi-fatorial, permitindo uma visão multifacetada da eficiência e permitindo a análise dos fatores que mais contribuíram para seu atingimento; pode complementar a tradicional de indicadores contábeis podendo ser utilizada como ferramenta adicional para a análise de demonstrações contábeis; prescinde da atribuição prévia de pesos, a eficiência de cada empresa é definida de forma individualizada; oferece tratamento para diferenças de porte, mais de uma empresa pode ser classificada como eficiente.

Entre as limitações estão: dificuldade em seleção de insumos e produtos; tratamento de pontos extremos; efeito de um número pequeno de observações no resultado da análise; critérios de julgamento de empresas que empreguem uma combinação pouco usual de recursos e produtos; é uma técnica ainda recente, quase restrita às áreas de pesquisa operacional e engenharia.

Constatou-se que o tema de pesquisa é relativamente novo (data de 1990 o primeiro trabalho publicado) e ainda inexplorado. Um total de três estudos relacionando os temas no exterior foi identificado. No Brasil, a pesquisa na área é ainda mais incipiente com apenas dois artigos.

Assim, conclui-se que a utilização da Análise por Envoltória de Dados em análise de demonstrações contábeis é um tema promissor para os pesquisadores que queiram investir em sua compreensão.

A pesquisa restringiu-se aos artigos publicados em periódicos. Pesquisas futuras podem dedicar-se a examinar a produção em congressos e encontros e as teses e dissertações apresentadas no Brasil e no exterior.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some Models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30, 9, p. 1078-1092, Sept. 1984

BARR, Richard S.; SIEMS, Thomas F. Bank Failure Prediction Using DEA to Measure Management Quality. June, 1996.

- BARR, Richard S.; SIEMS, Thomas F. Predicting bank failure using DEA to quantify management quality. *Financial Industry Studies Dallas*, Iss. 1, p. 1 (31 pp.) Jan 1994
- BELLONI, José Ângelo. Uma metodologia de avaliação da eficiência produtiva de Universidades Federais Brasileiras. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC, 2000.
- BERGER, Allen N.; HUMPHREY, David B. Efficiency of financial institutions: international survey and directions for future research. *European Journal of Operational Research*, 98, p. 175-212, 1997.
- CERETTA, Paulo Sergio & NIEDERAUER, Carlo Alberto Pittaluga. Rentabilidade e eficiência do setor bancário brasileiro. *Revista de Administração Contemporânea*, v. 5, n. 3, set./dez. 2001.
- CERETTA, Paulo Sergio. Investigação empírica da eficiência do setor de alimentos. *Gestão e Produção*, v. 6, n. 3, p. 162-169, 1999.
- CERETTA, Paulo Sergio. Investigação empírica da eficiência do setor de alimentos. *Gestão e Produção*, v. 6, n. 3, p. 162-169, 1999.
- CHARNES, Abraham; COOPER, William W.; LEWIN, Arie Y. & SEIFORD, Lawrence. *Data Envelopment Analysis: theory, methodology, and application*. Massachusetts (EUA): Kluwer, 1997.
- CHARNES, Abraham; COOPER, William W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6): 429-444, 1978. Apud: CHARNES, Abraham; COOPER, William W.; LEWIN, Arie Y. & SEIFORD, Lawrence. *Data Envelopment Analysis: theory, methodology, and application*. Massachusetts (EUA): Kluwer, 1997.
- FEROZ, E. H.; KIM, S.; RAAB, R. L. Financial statement analysis: a data envelopment analysis approach. *Journal of the Operational Research Society*, 54, p. 48-58, 2003.
- Santana, Cláudio Moreira. *Produção do conhecimento em contabilidade social no Brasil (1990 a 2003): abordagem bibliométrica*. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Controladoria e Contabilidade, da Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 2004.
- SANTOS, Ariovaldo; CASA NOVA, Silvia Pereira de Castro. Proposta de um Modelo estruturado de análise de demonstrações contábeis. *RAE- eletrônica* - v. 4, n. 1, Art. 8, jan./jun. 2005 (www.rae.com.br/eletronica).
- SIEMS, Thomas F. Quantifying management's role in bank survival. *Federal Reserve Bank of Dallas – Economic Review*, p. 29-41, jan. 1992.
- SIEMS, Thomas F.; BARR, Richard S. Benchmarking the productive efficiency of U. S. banks. *Federal Reserve Bank of Dallas – Financial Industry Studies*, p. 11-24, dec. 1998.
- SIEMS, Thomas F.; CLARK, Jeffrey. Rethinking bank efficiency and regulation: how off-balance-sheet activities make a difference. *Federal Reserve Bank of Dallas – Financial Industry Studies*, p. 1-12, dec. 1997.
- SMITH, P. Data Envelopment Analysis applied to financial statements. *Omega – International Journal of Management Science*, 18, 2, p. 131-138, 1990.

Theóphilo, Carlos Renato. Uma abordagem epistemológica da pesquisa em contabilidade. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Controladoria e Contabilidade, da Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 2000.

ZHU, Joe. Multi-factor performance measure model with an application to Fortune 500 companies. *European Journal of Operational Research*, 123, p. 10, 2000.