

**ANÁLISE DO DESEMPENHO ORGANIZACIONAL NO AGRONEGÓCIO
BRASILEIRO: APLICANDO À AGROINDÚSTRIA DE PAPEL E CELULOSE**

**ORGANIZATIONAL PERFORMANCE EVALUATION IN BRAZILIAN
AGRIBUSINESS: A DEA APPLICATION IN THE PAPER AND
CELLULOSE SECTOR**

**ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO ORGANIZACIONAL EN EL
AGRONEGOCIO BRASILEÑO: APLICANDO A LA AGROINDUSTRIA
DE PAPEL Y CELULOSA**

MARCELO ALVARO DA SILVA MACEDO

Doutor em Engenharia de Produção pela COPPE/UFRJ.

Professor do Mestrado em Ciências Contábeis da FACC/UFRJ e do PPGEN/UFRuralRJ.

E-mail: alvaro@ufrj.br

KÁTIA DE ALMEIDA

Mestre em Gestão e Estratégia em Negócios pelo PPGEN/UFRuralRJ.

Professora do DCAC/ICHS/UFRuralRJ.

E-mail: katia200@ufrj.br

RESUMO

O Agronegócio é um dos setores mais importantes da economia brasileira e seu segmento industrial tem um papel significativo. Devido a essa relevância, questões técnicas e gerenciais merecem atenção especial. Este artigo procura promover uma discussão sobre o desempenho organizacional de empresas brasileiras de papel e celulose, a partir de informações contábil-financeiras. Por meio da aplicação da Análise Envoltória de Dados (DEA), busca-se identificar um índice de desempenho multicriterial para cada empresa e fazer uma análise de benchmarking para mostrar o que as empresas ineficientes precisam fazer para tornarem-se eficientes. Os resultados mostram que as melhores empresas são aquelas

que melhor combinam seus inputs (índices do tipo quanto menor melhor) aos outputs que buscam (índices do tipo quanto maior melhor). Além disso, as piores empresas são aquelas que necessitam de mudanças radicais em seus níveis de input e/ou output para alcançarem o desempenho máximo.

Palavras-Chave: Agronegócio, Papel e Celulose, Desempenho, DEA

ABSTRACT

Agribusiness is one of the most important sectors in the Brazilian economy and its industrial segment has performed an increasingly significant role. Due to this relevance, technical and management issues concerning the segment requires closer attention. This article attempts to provide a comprehensive discussion of the organizational performance of Brazilian, paper and cellulose companies with accounting and financial information as a reference point. By applying Data Envelopment Analysis (DEA), we sought to identify a multi-criteria performance index for each company and to provide a benchmark analysis that would show what inefficient companies should do to become efficient. The results showed that better ranked companies were those that were most successful at mixing its inputs (the lowest, the best indexes) in the search of outputs (the greatest, the best indexes). Further, the worst ranked companies were those that required profound changes in its input and/or output levels in order to reach the maximum performance.

Keywords: Agribusiness, Paper and Cellulose, Performance, DEA

RESUMEN

El Agronegocio es uno de los sectores más importantes de la economía brasileña y su segmento industrial tiene un papel significativo. Debido a esa relevancia, cuestiones técnicas y gerenciales merecen atención especial. Este artículo procura promover una discusión sobre el desempeño organizacional de empresas brasileñas de papel y celulosa, desde informaciones contables -financieras. Por medio de la aplicación del Análisis Envoltante de Datos (DEA), se busca identificar un índice de desempeño multicriterial para cada empresa y hacer un análisis de benchmarking para mostrar lo que las empresas ineficientes necesitan hacer para hacerse eficientes. Los resultados muestran que las mejores empresas son aquellas que mejor combinan sus inputs (índices del tipo cuanto menor mejor) a los outputs que buscan (índices del tipo cuanto mayor mejor). Además, las peores empresas son aquellas que necesitan cambios radicales en sus niveles de input y/o output para que alcancen el desempeño máximo.

Palabras-Clave: Agronegocio, Papel y Celulosa, Desempeño, DEA

1. INTRODUÇÃO

As agroindústrias desempenham um papel muito importante na economia brasileira, o que sugere que estudos sejam realizados para maior compreensão dessa realidade. Nesse contexto, insere-se o setor de Papel e Celulose, que, segundo Baldo (2005), é um dos setores mais competitivos da economia brasileira. Isso porque esse setor apresenta custos de produção competitivos; produz cerca de 55% da celulose de eucalipto comercializada no mundo; exporta mais de 50% da produção; possui várias empresas listadas nos níveis de Governança Corporativa da Bovespa; e tem captação de recursos no mercado americano por meio de ADRs.

Para Batalha *et al.* (2005), o crescimento previsto para o agronegócio mundial nas próximas três décadas será de 1,46% ao ano. Além disso, o segmento que desfrutará de maior crescimento é o denominado “depois da porteira” ou segmento de processamento e distribuição, que deverá duplicar sua participação no montante geral.

Consoante com o crescimento do setor, salientam Batalha *et al.* (2005), profundas e visíveis mudanças acabam tendo impacto decisivo no gerenciamento das empresas agroindustriais. Verifica-se, assim, que esse novo ambiente exige das empresas uma capacidade de adaptação rápida, que demanda o desenvolvimento de novas habilidades e atitudes.

Lopes (2005) ressalta que o negócio rural depende cada vez mais da gestão do empreendimento. Os competidores que conseguem enxergar isso mais rapidamente também conseguem se adaptar aos novos cenários conjunturais, em virtude de controlarem melhor as forças que agem sobre o setor, definirem mais eficientemente estratégias e aplicarem métodos de gestão mais facilmente adaptados à realidade econômica e setorial. Essa mudança de atitude, ainda de acordo com Lopes (2005), acelera o alcance da sustentabilidade em múltiplas dimensões e faz com que tais empresas apresentem índices de desempenho bastante satisfatórios.

De acordo com Costa e Araújo Neto (2006), com o advento das mudanças nas relações comerciais internacionais, que propiciou a abertura dos mercados, a atividade agropecuária, assim como os demais setores da economia nacional, vem buscando otimizar as suas unidades produtivas a fim de tornar-se mais competitiva.

Segundo Callado *et al.* (2006a), a crescente necessidade de uma maior eficiência nos processos produtivos dentro do âmbito do agronegócio, devido principalmente ao aumento da concorrência, torna evidente a importância de se possuir um sistema de controle que possa fornecer informações essenciais para o entendimento e o aperfeiçoamento das atividades realizadas pelas empresas. Dessa forma, em um ambiente de competição globalizada, a análise e a avaliação do desempenho tornam-se cruciais para a sobrevivência de qualquer organização.

Callado *et al.* (2006a) concluem dizendo que, verificando-se a qualidade da *performance* por meio da utilização dos indicadores de desempenho, os gestores podem tomar decisões mais eficientes sobre as estratégias da organização, uma vez que possuem informações específicas para fins gerenciais.

Assim sendo, o objetivo deste artigo é avaliar o desempenho organizacional no agronegócio brasileiro, mais especificamente no setor de celulose e papel, por meio da aplicação da Análise Envoltória de Dados (DEA). Para tanto, utilizaram-se informações contábil-financeiras do ano de 2005 de nove empresas do setor, retiradas dentre as Maiores e Melhores da Revista Exame (2006). Sendo assim, o problema de pesquisa que se apresenta é a avaliação do desempenho organizacional, procurando-se não só mensurar um indicador de *performance* multicriterial, bem como entender as necessidades de alteração nos níveis de *input* e *output* que possam fazer com que unidades não eficientes se tornem eficientes.

2. AGRONEGÓCIO: VISÃO GERAL E INTRODUTÓRIA

De acordo com Costa e Araújo Neto (2006), as evoluções das interdependências do setor agropecuário com as demais atividades econômicas levam ao surgimento e à utilização do conceito de Agronegócio ou Complexo Agroindustrial (CAI).

Segundo Costa e Araújo Neto (2006), o agronegócio pode ser definido como a soma total das operações de produção e distribuição de suprimentos agrícolas; as operações de produção nas unidades agrícolas; e o armazenamento, o processamento e a distribuição dos produtos agrícolas, além de itens produzidos com eles.

Para Roesler e Rippel (2005), no conceito do agronegócio abandona-se a tradicional matriz insumo-produto em prol do conceito de estrutura-conduta-desempenho da organização industrial. Assim, é fundamental compreender a estrutura do mercado em que o produto se insere, assim como compreender a importância do enfoque sistêmico para a tomada de decisões empresariais.

De acordo com Muller *et al.* (2006), a estrutura é caracterizada principalmente pela quantidade de vendedores e compradores, pela parcela de mercado desses elementos, pelo grau de diferenciação do produto e pela presença de barreiras à entrada de novos concorrentes. Já a conduta representa as estratégias adotadas pelos agentes e pelas políticas inerentes ao mercado (precificação, inovação, cooperações e rivalidade, entre outras). Por sua vez, o desempenho é o resultado da estrutura e das condutas tomadas dentro de uma dada indústria.

Apesar do sentido causal básico, caracterizado pelo fato de a estrutura causar conduta e esta causar desempenho, outras relações de *feedback* ocorrem. A conduta, por exemplo, também afeta a estrutura por intermédio do comportamento estratégico, assim como o desempenho afeta a estrutura por meio de lucratividade e outros fatores. Assim sendo, as

relações entre estrutura, conduta e desempenho são bastante complexas e interativas, tornando o sentido do fluxo de causalidade multidirecional e dinâmico. (MULLER *et al.*, 2006)

Essa conceituação, na visão de Costa e Araújo Neto (2006), consiste em uma perspectiva sistêmica, na qual a agropecuária é visualizada como o núcleo de um sistema econômico que se denominou CAI. Tal núcleo é interligado com setores *a montante*, responsáveis pelo provimento de insumos e de máquinas e implementos para a produção agropecuária, e com setores *a jusante*, responsáveis pelo processamento, pela transformação da produção agropecuária (agroindústria) e pela distribuição (comercialização, armazenagem e transporte) das produções agropecuária e agroindustrial, além de outros serviços associados.

Lopes (2005) complementa que a compreensão do agronegócio, em todos os seus componentes e interrelações, é uma ferramenta indispensável a todos os tomadores de decisão para a obtenção de máxima eficiência. Por isso é fundamental compreender o agronegócio dentro de uma visão de sistemas que engloba os setores pré-produção, produção e pós-produção.

Para Herrera *et al.* (2005), a constituição dos Complexos Agroindustriais é vista como a integração entre as indústrias que produzem para a agricultura, a agricultura propriamente dita e as agroindústrias processadoras. A formação de um CAI necessita da participação de um conjunto de Cadeias de Produção Agroindustrial (CPA) associadas a um produto ou famílias de produtos.

Percebe-se, atualmente, de acordo com Callegaro (2005), um grande avanço na fase de liberação internacional do comércio agroalimentar entre os países em desenvolvimento. Esses países estão cada vez mais conscientes de sua interdependência global e reconhecem nesse contexto oportunidades de expansão de mercados para países que apresentam limitações na produção agrícola. Já Batalha *et al.* (2005) apontam que questões relacionadas aos alimentos e à agricultura têm funções críticas na segurança e na sustentabilidade de um país. Por conta disso, países como o Brasil veem no agronegócio um grande potencial de auto-afirmação no panorama mundial.

Nessa perspectiva, segundo Ribeiro *et al.* (2005), cerca de 80% da produção de alimentos no Brasil é consumida internamente e 20% é embarcada para mais de 290 países. O país tem 388 milhões de hectares de terras agricultáveis férteis e de alta produtividade, dos quais 90 milhões ainda não foram explorados.

Lourenzani e Lourenzani (2006) destacam que o agronegócio encontra-se hoje como o maior negócio da economia brasileira, sendo uma das suas principais locomotivas, tendo contribuído nos últimos anos entre 25% a 35% do total da produção nacional, gerado aproximadamente 40% de todos os empregos (ocupando cerca de 20% da População Economicamente Ativa) e respondendo por cerca de 40% das exportações (sendo, assim, uma das atividades mais importantes ao superávit da balança comercial).

Além disso, de acordo com Ribeiro *et al.* (2005), esse segmento está se desenvolvendo de forma competitiva, eficiente e moderna, tendo a seu favor um clima diversificado, chuvas regulares, energia solar abundante e quase 13% de toda a água doce disponível no planeta.

Tudo isso, nos últimos anos, tem levado o Brasil a um crescimento da produtividade agrícola de cerca de 80%, e de produção agrícola de cerca de 110%. Dessa forma, se o Brasil souber aproveitar mais as suas potencialidades, ele poderá se consolidar como um dos líderes e grande potência mundial nesse ramo. (AGUIAR *et al.*, 2006; PERSCH e BITENCOURT, 2005; RIBEIRO *et al.*, 2005)

De acordo com Zilli *et al.* (2005) e com Callado *et al.* (2006a), isso é corroborado pela consolidação do nosso país como campeão de exportações, com desempenho excepcional da soja (detendo 38% do mercado mundial de soja em grão e 28% do de café em grão *in natura*), do açúcar (sendo o maior produtor de cana de açúcar e o maior exportador mundial de álcool-biocombustível), da carne bovina (com a liderança do mercado mundial de carne bovina) e avícola (com o primeiro lugar em venda de frangos). O agronegócio brasileiro ainda se destaca vendendo 82% do suco de laranja distribuído no mundo e ocupando o primeiro lugar no *ranking* mundial de couro curtido e calçado de couro.

De acordo com Marinheiro *et al.* (2005), a estratégia governamental para estimular ainda mais o crescimento do agronegócio no Brasil inclui grandes grupos de ações: políticas públicas que garantam renda ao produtor rural, além de uma organização privada capaz de assumir as responsabilidades que o mercado global exige, de uma forma compartilhada com a ação pública e com uma firme negociação internacional nos fóruns multilaterais ou bilaterais em que o Brasil defenderá o acesso ao mercado do agronegócio contra o protecionismo dos países.

3. DESEMPENHO E AGRONEGÓCIO

De acordo com Callado *et al.* (2006a e 2006b), todas as empresas necessitam de um sistema de avaliação de desempenho, uma vez que a realização contínua do processo de avaliação permite que a empresa conheça a eficiência de suas ações.

Esses autores seguem afirmando que a definição dos indicadores de desempenho a serem utilizados faz parte de uma sequência lógica de procedimentos para desenvolvimento e implementação de um sistema de mensuração e avaliação de desempenho. Assim sendo, determinar quais as medidas que devem ser realizadas depende da complexidade do processo que se deseja avaliar, da sua importância em relação às metas estabelecidas pela empresa e da expectativa de uso gerencial posterior desses dados.

Para Benites *et al.* (2005), a maneira mais concisa de mensurar o desempenho dos negócios é via análise de indicadores contábil-financeiros. Sob esta ótica, o de-

sempenho é medido por meio de dados objetivos, em que as principais fontes de recursos para as pesquisas são relatórios publicados contendo as informações contábil-financeiras das empresas.

Segundo Callado *et al.* (2006a e 2006b), os indicadores de desempenho são ferramentas centrais que permitem o acompanhamento das principais variáveis de interesse da empresa e possibilitam o planejamento de ações, visando às melhorias de *performance*. Além disso, permitem verificar a propriedade com que as decisões foram tomadas e, eventualmente, corrigir e readequar o processo vigente de gestão.

Esse conjunto de indicadores, quando bem construído, é capaz de abordar a questão do desempenho sob a ótica mercadológica e sob a ótica do uso dos insumos, ou seja, são capazes de justificar a competitividade de uma determinada empresa, já que mostra sua eficiência na utilização dos insumos para produção de produtos e serviços. Cabe ressaltar que isso só é válido quando o modelo de desempenho é relativo, ou seja, quando considera a eficiência de cada unidade sob análise como uma resultante de seus indicadores em relação aos das outras empresas. (MACEDO, 2005).

Isso pode ser corroborado quando se analisam as palavras de Benites *et al.* (2005), que dizem que o desempenho é o resultado das estratégias competitivas adotadas mediante o nível de concorrência vigente. Esse desempenho pode ser analisado positivamente, quando as estratégias cumprem seu papel de garantir vantagem competitiva, como também negativamente, quando as estratégias revelam-se incapazes de atender aos objetivos propostos.

Ainda segundo Benites *et al.* (2005), dada a concepção de que as empresas devem somar esforços visando à melhora do desempenho empresarial por meio da gestão de indicadores de desempenho, a definição de variáveis que denotem a visão estratégica do negócio e do mercado, com o objetivo de manter e sustentar os níveis de competitividade, tornam-se imprescindíveis para auxiliar o processo de tomada de decisão.

Segundo Herrera *et al.* (2005), do ponto de vista das teorias de concorrência, a competitividade pode ser definida como a capacidade sustentável de sobreviver e crescer em mercados correntes ou novos mercados. Assim, a competitividade é uma medida de desempenho das firmas individuais, que são dependentes de relações sistêmicas nas quais a presença de fornecedores e distribuidores competitivos permite maiores ganhos de vantagem competitiva diante dos concorrentes. Cabe destacar, ainda, que a competitividade passada decorre de vantagens competitivas já adquiridas, enquanto que a competitividade futura decorre de inovações em processo e produto, ação estratégica, *marketing* e recursos humanos.

Para Benites *et al.* (2005), um modelo de medida de desempenho adequado para empresas que atuam em ambientes de alta competitividade deve traduzir a visão e a estratégia empresarial de forma a avaliar seus esforços de maneira integrada. Há, portanto, a

necessidade da aplicação de medidas de desempenho não somente focadas no controle, mas também em estratégia.

A investigação do desempenho pode ser conduzida pela determinação de medidas de eficiência, que, de acordo com Ferreira e Gonçalves (2006), são normalmente representadas por funções de fronteira nas quais as firmas eficientes posicionam-se necessariamente sobre a fronteira. No que se refere à ótica da produção, essas firmas conseguem produzir o máximo possível, diante de suas restrições. Assim, uma medida de ineficiência seria a distância que uma unidade de produção encontra-se da fronteira.

De acordo com Benites *et al.* (2005), uma empresa é uma entidade que está em constante interação com o ambiente, isto é, consiste em um sistema aberto que processa recursos para gerar bens/serviços, ou seja, combina fatores produtivos (*inputs*) para entregar bens/serviços (*outputs*) como resultado. Desse modo, a empresa influencia o meio ambiente e também sofre influência do mesmo.

Nessa dinâmica, continuam os autores, a discussão acerca da melhor maneira de se extraírem resultados satisfatórios por meio da relação *input-output* assume alto grau de relevância, não somente para as empresas, mas também para a comunidade em geral, pois os reflexos sociais e econômicos da produtividade assumem proporções generalizadas.

No contexto do que foi abordado até este ponto sobre *performance*, cabe destacar quatro características dos sistemas de análise e avaliação do desempenho organizacional: ter caráter relativo, utilizar variáveis financeiras, determinar funções de fronteira e trabalhar com a relação *input-output*. Essas são, exatamente, as principais características da modelagem que será utilizada neste estudo.

São inúmeras as variáveis do mundo empresarial passíveis de mensuração. No entanto, não existem, ainda, modelos de avaliação de *performance* únicos para todas essas variáveis. A solução encontrada pelos gestores, então, é a utilização de uma série de metodologias de avaliação capazes de tratar os diferentes elementos da organização. Essas técnicas, no entanto, produzem resultados isolados, uma vez que não consideram a multiplicidade de fatores em uma única análise.

Nesse sentido, a Análise Envoltória de Dados (DEA) apresenta-se como uma medida de desempenho capaz de comparar a eficiência de várias unidades operacionais similares mediante a consideração explícita do uso de suas múltiplas entradas para a produção de múltiplas saídas. Dessa forma, essa metodologia faz com que a decisão fique orientada por um único indicador construído a partir de várias abordagens de desempenho diferentes. Portanto, como congrega diversas perspectivas, a técnica promove uma melhor percepção multicriterial da *performance* organizacional.

Segundo Macedo (2004), a metodologia DEA, que teve origem no trabalho de Farrel (1957), caracteriza-se como uma técnica não paramétrica que permite lidar com várias saí-

das (*outputs*) e entradas (*inputs*) com o objetivo de analisar, comparativamente, unidades independentes no que se refere ao seu desempenho, ou seja, à eficiência de cada unidade.

De acordo com Lins e Meza (2000), a DEA se propõe a analisar a relação recursos/produção (ou, ainda, entradas/saídas) que está envolvida na avaliação do desempenho de unidades organizacionais, indicando os fatores que interferem positiva ou negativamente na eficiência dessas. Sendo assim, um dos maiores benefícios do uso da DEA é o conjunto de unidades de referência que pode ser usado como *benchmarking* na melhoria do desempenho das unidades menos eficientes. Esses *benchmarks* indicam o que precisa ser modificado nos *inputs* e *outputs* e como melhorá-los para transformar unidades ineficientes em eficientes.

É por isso que a Análise Envoltória de Dados (DEA), segundo Zhu (2000), representa uma das mais adequadas ferramentas para avaliar a eficiência, em comparação com ferramentas convencionais. Afinal, os resultados de DEA são mais detalhados do que os obtidos em outras abordagens, servindo melhor ao embasamento de recomendações de natureza gerencial.

Ainda segundo Zhu (2000), a DEA não requer *a priori* uma função de produção explícita, pois localiza a fronteira eficiente dentro de um grupo de unidades analisadas, examinando a possibilidade de diferentes, mas igualmente eficientes, combinações de *inputs* e *outputs* e determinando, para cada unidade ineficiente, subgrupos de unidades eficientes como *benchmarks* (conjunto de referência).

São várias as formulações dos modelos de DEA encontradas na literatura, conforme dizem Charnes *et al.* (1994), entretanto dois modelos básicos de DEA são geralmente usados nas aplicações. O primeiro modelo é chamado de CCR (CHARNES, COOPER e RHODES, 1978) e também conhecido como Constant Returns to Scale (CRS), e avalia a eficiência total, identifica as DMUs eficientes e ineficientes e determina a que distância da fronteira de eficiência estão as unidades ineficientes. O segundo, chamado de modelo BCC (BANKER, CHARNES e COOPER, 1984), é também conhecido como Variable Returns to Scale (VRS), e utiliza uma formulação que permite a projeção de cada DMU ineficiente sobre a superfície de fronteira (envoltória) determinada pelas DMUs eficientes de tamanho compatível.

No caso das formulações, além das da escolha entre CRS e VRS, existe a necessidade de fixação da ótica de análise (orientação *input* ou orientação *output*). Coelli *et al.* (1998) dizem que a abordagem DEA baseada nas entradas (*inputs*) busca maximizar as quantidades de produtos, isto é, maximizar uma combinação linear das quantidades dos vários produtos da empresa. Já para uma abordagem baseada nas saídas (*outputs*), busca-se minimizar as quantidades de insumos, isto é, minimizar uma combinação linear das quantidades dos vários insumos da empresa.

De acordo com Macedo (2005), dentre as propriedades que levaram essa técnica a ser adotada como o método de análise de vários estudos, pode-se destacar as seguintes:

- É uma alternativa aos métodos tradicionais de análise de tendência central e custo-benefício, pois os *outliers* (valores que estão bem afastados da mediana ou média dos dados) não são tratados apenas como desvios em relação ao comportamento mediano ou médio dos dados, mas como pontos que podem ser possíveis *benchmarks* para serem estudados pelas demais unidades (a técnica, portanto, permite aprender com os melhores daquele segmento).
- Permite a identificação das dimensões da ineficiência relativa de cada uma das unidades comparadas, bem como do índice de eficiência de cada uma.
- É baseada em informações individuais de cada unidade, também chamada de Decision Making Unit (DMU), sendo possível utilizar múltiplos *outputs* e múltiplos *inputs*, além da possibilidade das variáveis estarem em unidades completamente diferentes.
- Permite que sejam identificadas qualidades comuns entre os mais/menos eficientes.

Já existem hoje muitos trabalhos de análise de desempenho utilizando DEA no setor de agronegócio. A pesquisa de Sharma *et al.* (1999), utilizando DEA a partir de uma amostra de suinocultores do Hawaii, faz uma análise de desempenho considerando três medidas de eficiência: técnica (VRS), econômica (CRS) e alocativa ou de escala (CRS/VRS). A amostra analisada foi composta por 53 criadores com dados do ano de 1994, referentes à produção em toneladas, como *output*, e aos gastos com alimentação, mão-de-obra e outros custos fixos e variáveis, como *inputs*. Para análise da *performance*, os suinocultores foram divididos em 8 classes de acordo com o tamanho. Esse procedimento levou os pesquisadores a concluir que o tamanho da produção possui alta correlação positiva com a eficiência. Além disso, eles observaram que as eficiências médias, em quaisquer dos casos, não passou de 80%, sendo que em pelo menos um foi inferior a 50%. Isso revela uma considerável ineficiência dos suinocultores.

O estudo de Lansink *et al.* (2002) utilizou DEA para analisar a eficiência de produções convencionais e orgânicas na Finlândia, no período de 1994-1997. O trabalho procura mostrar as causas das diferenças de *performance* entre esses “processos” de produção, para que se possa discutir a melhor maneira de se produzir alimentos, preservar a terra e se utilizar os recursos em geral de maneira mais eficiente e racional.

Foram observados um total de 82 produtores orgânicos e 1.133 convencionais, no qual o volume de produção era o *output* e os *inputs* eram os principais fatores de produção (capital, mão-de-obra, terra e energia). Os dados foram tratados pelos modelos DEA-CRS e DEA-VRS, e as eficiências médias foram próximas de 90% para as produções orgânicas e 70% para as convencionais. Com isso, os resultados sugeriram que a produção orgânica foi em média mais eficiente, para esta amostra, do que a convencional. Porém, quando analisadas as produtividades dos fatores de produção, percebeu-se uma vantagem considerável na produção convencional, principalmente, no que diz respeito ao fator capital.

O estudo de De Koeijer *et al.* (2002), por sua vez, apresenta um modelo conceitual para quantificar a sustentabilidade, com base na teoria da eficiência, utilizando DEA. A amostra foi composta de 120 lavradores holandeses de beterraba, e as informações de *inputs* eram relacionadas a impactos indesejáveis no meio ambiente, enquanto os *outputs* foram medidos em termos de retorno e de taxa de produção por hectare. Os resultados mostraram que os produtores mais eficientes eram aqueles que combinavam objetivos de lucratividade com sustentabilidade ecológica, sendo que a eficiência média foi de apenas 50%. Isso tudo mostra que há possibilidade de melhorar a sustentabilidade desse negócio sem que isso conflite com os objetivos de rentabilidade.

Outra pesquisa que vale a pena citar é a realizada por Nasr *et al.* (1998), que fez uma análise não paramétrica, com aplicação de DEA na avaliação de eficiência em uma amostra de 154 produtores rurais de grãos de Illinois, EUA, em um período de sete anos (de 1988 a 1994). Foram utilizadas como *inputs* informações sobre despesas (tais como fertilizantes e produtos químicos, sementes, depreciação e mão-de-obra), e como *outputs* a receita bruta. Os resultados mostram que a eficiência técnica global (CRS) média no período analisado foi de 76,5% em 1988; 82,4% em 1989; 83,7% em 1990; 80,4% em 1991; 84,6% em 1992; 81,3% em 1993; e 86,9% em 1994. Vê-se, portanto, uma possibilidade de melhoria do uso dos *inputs* (redução) de mais de 13%, podendo chegar até a 23,5% (1988). A eficiência técnica pura variou de 94% a 96,6% e a eficiência de escala de 87,8% a 93,2%. Em média, o número de DMUs eficientes foi de aproximadamente 20% da amostra.

Também se deve lembrar do trabalho de Shafiq e Rehman (2000), que procura identificar fontes de ineficiência no uso de recursos na produção de algodão no Paquistão, utilizando DEA. O estudo desenvolve uma metodologia de análise do desempenho de cada produtor que utiliza os mesmos insumos (*inputs*) para obtenção dos mesmos produtos (*outputs*) e que operam sob circunstâncias comparáveis. Esse trabalho também procurou identificar as mudanças necessárias nos níveis de *inputs/outputs* para que as unidades ineficientes se tornassem eficientes.

A amostra consistiu de 117 produtores de algodão no Paquistão, na qual uma modelagem DEA-CRS e outra DEA-VRS, ambas com orientação *output*, foram utilizadas para tratar informações relativas à produção de algodão (kg/ha) como *output*, e gastos com irrigação, fertilizantes, mão-de-obra e equipamentos como *inputs*. Os resultados mostram que menos de 30% das DMUs são eficientes em pelo menos um dos modelos e que nem 8% destas são eficientes nos dois modelos. O artigo conclui, então, que existe um número significativo de produtores rurais que usam de maneira ineficiente os insumos analisados na produção de algodão. De maneira geral, o uso dos recursos é injustificavelmente alto para o nível de produção alcançado. A análise DEA pôde ajudar a identificar os ajustes necessários no uso dos insumos nas unidades ineficientes por comparação com suas unidades de referência (*benchmarking* a partir das unidades eficientes).

4. MÉTODO

Esta pesquisa pode ser caracterizada, de acordo com o exposto por Vergara (2004), como sendo descritiva e quantitativa, pois procura, por meio da aplicação da Análise Envolvória de Dados às informações das empresas que fazem parte da amostra, expor características a respeito da *performance* destas.

O processo de amostragem é não probabilístico, pois se parte de um universo naturalmente restrito, já que as empresas foram escolhidas a partir das que constavam na publicação utilizada. Isso traz algumas limitações de inferência, mas não invalida os resultados da pesquisa, uma vez que as empresas dessa listagem são, assumidamente, representativas de boas práticas gerenciais.

A pesquisa foi feita a partir de dados secundários colhidos na edição de 2006 da Revista Exame – Melhores e Maiores. Para o ramo papel e celulose, a publicação tinha informações disponíveis de 15 organizações, classificadas em ordem decrescente em relação aos pontos ganhos, segundo a perspectiva de avaliação da revista. No entanto, em função da existência de dados incompletos, em relação a algumas variáveis, a amostra foi reduzida a nove empresas.

De cada uma das empresas de papel e celulose selecionadas, foram coletadas informações disponíveis referentes aos seguintes indicadores: Valor do Imobilizado, Número de Empregados, Lucro Líquido Ajustado, Lucro Operacional e Riqueza Criada. A seguir, tem-se uma descrição sucinta de cada índice:

- Valor do Imobilizado – IMB (*input* 01): Representa a aplicação no imobilizado, ou seja, na infra-estrutura de produção. É um dos principais insumos produtivos utilizados. Sendo assim, é um indicador do tipo “quanto menor, melhor”. Logo, é tratado na análise como um *input*.
- Número de Empregados – EMP (*input* 02): Representa o quantitativo da força de trabalho. É, também, um dos principais insumos produtivos utilizados. Sendo assim, é um indicador do tipo “quanto menor, melhor”. Logo, é tratado na análise como um *input*.
- Lucro Líquido Ajustado – LL (*output* 01): Representa o resultado contábil-financeiro final. É o lucro líquido apurado depois de reconhecidos os efeitos da inflação nas demonstrações contábeis. Sendo assim, é um indicador do tipo “quanto maior, melhor”. Logo, é tratado na análise como um *output*.
- EBITDA (*output* 02): Representa o resultado antes de descontar os juros, os impostos sobre o lucro, a depreciação e a amortização. Sendo assim, é um indicador do tipo “quanto maior, melhor”. Logo, é tratado na análise como um *output*.
- Riqueza Criada – RIQ (*output* 03): Representa o valor adicionado pela empresa. É a contribuição da empresa na formação do produto interno bruto (PIB) do país. Sendo assim, é um indicador do tipo “quanto maior, melhor”. Logo, é tratado na análise como um *output*.

As variáveis listadas foram escolhidas por uma série de motivos; os *inputs*, por representarem as principais medidas de sacrifício em uma operação no ramo de papel e celulose. Esse é um segmento agroindustrial que se caracteriza por ser intensivo em capital e mão-de-obra, pois requer investimentos de vulto e demanda por muita quantidade de mão-de-obra qualificada para implantação de grandes fábricas ou mesmo ampliação das já existentes. Isso acarreta grandes volumes de imobilização e emprego de mão-de-obra, como principais insumos, depois da própria matéria-prima.

Já os *outputs* foram escolhidos por representarem ganhos contábil-financeiros relevantes. Especificamente, os ganhos contábil-financeiros estão destacados por vários autores, tais como Matarazzo (2003), Pereira da Silva (2005) e Ludícibus (1998), que apontam para esses fatores como sendo os grandes indicadores de lucratividade, sob diferentes perspectivas.

Um número expressivo de diferentes variáveis, como as apresentadas acima, pode ser utilizado para avaliar a eficiência de unidades organizacionais, tais como empresas do agronegócio, nas quais cada uma das variáveis pode ser vista como um vetor de desempenho que representa um diferente aspecto da *performance*. Esses seriam modelos de avaliação de *performance* monocriteriais.

O que se busca neste artigo é apresentar uma metodologia multidimensional, na qual seja possível avaliar o desempenho de empresas do ramo de papel e celulose de modo multicriterial, ou seja, considerando de maneira integrada todos os vetores de desempenho apresentados.

Isso é feito por meio da utilização da Análise Envoltória de Dados (DEA), que mostra o quão uma empresa é eficiente no tratamento de seus *inputs* e *outputs* em relação às outras. Essa análise fornece um indicador que varia de 0 a 1 ou de 0% a 100%, sendo que somente as empresas que obtêm índice de eficiência igual a um é que fazem parte da fronteira eficiente. Em termos práticos, o modelo procura identificar a eficiência de uma empresa comparando-a com os melhores desempenhos observados.

Lins e Meza (2000) ressaltam que um caminho intuitivo para introduzir DEA é por forma de razão. Para cada DMU, procura-se obter uma medida de razão de todos os *outputs* sobre todos os *inputs*. Ou seja, a modelagem procura encontrar os pesos ótimos u_j e v_i para a resolução do seguinte problema de programação matemática:

$$\begin{aligned}
 \text{Max } E_c &= \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{j c}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i c}} \\
 \text{S.a.:} & \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{j k}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i k}} \leq 1, \quad k = 1, 2, \dots, c, \dots, n \\
 & u_j \geq 0, \quad \forall j, \\
 & v_i \geq 0, \quad \forall i
 \end{aligned}$$

Nesse modelo, que tem orientação a *input*, c é a unidade (DMU) que está sendo avaliada. O problema acima envolve a procura de valores para u e v , que são os pesos, de modo que maximize a soma ponderada dos *outputs* (*output* “virtual”) dividida pela soma ponderada dos *inputs* (*input* “virtual”) da DMU em estudo, sujeita à restrição de que esse quociente seja menor ou igual a um, para todas as DMUs. Essa função, por sua vez, está sujeita à restrição de que, quando o mesmo conjunto de coeficientes de entrada e saída (os vários v_i e u_j) for aplicado a todas as outras unidades de serviços que estão sendo comparadas, nenhuma unidade excederá 100% de eficiência ou uma razão de 1,00.

Segundo Coelli *et al.* (1998), esse é um problema fracionário (não linear) de programação matemática de difícil solução, que pode ser facilmente resolvido transformando a relação em uma função linear, simplesmente considerando o denominador da função objetivo igual a um. De acordo com Charnes *et al.* (1994), o modelo DEA-CRS-I pode, então, ser apresentado da seguinte maneira:

$$\begin{aligned}
 \text{Max } E_c &= \sum_{j=1}^s u_j y_k \\
 \text{S.a.:} \quad &\sum_{i=1}^m v_i x_k = 1 \\
 &\sum_{j=1}^s u_j y_k - \sum_{i=1}^m v_i x_k \leq 0, \quad k = 1, 2, \dots, c, \dots, n \\
 &u_j, v_i \geq 0, \quad \forall x, y.
 \end{aligned}$$

O modelo DEA-CRS-I é utilizado para a análise dos dados, pois se tem dois *inputs* e um *output* em cada modelo de análise. Logo, a modelagem, além de avaliar o desempenho das empresas, procura, em uma análise de *benchmarking*, melhorias nos níveis de insumos utilizados (imobilizado e pessoal) e de lucratividade (total, operacional e geração de riqueza). Em outras palavras, a análise procura, então, o incremento dos *outputs* (lucratividade) e/ou a redução dos *inputs* (insumos) necessários para a melhoria da *performance*.

Para fins deste trabalho, a avaliação do desempenho organizacional será conduzida sob três óticas: a da lucratividade total, a da lucratividade operacional e da geração de riqueza. Em todos os três modelos, serão utilizados todos os *inputs* (Valor do Imobilizado e Número de Empregados) e um dos *outputs* (Lucro Líquido ou EBITDA ou Riqueza Criada). Cabe ressaltar que a construção desses modelos de análise teve como base não só a importância desses indicadores, mas principalmente a disponibilidade desses na fonte de dados secundária utilizada no estudo. Assim sendo, têm-se três modelos de avaliação de eficiência.

Em relação à modelagem utilizada, obteve-se a eficiência de cada DMU por meio do uso de um software de DEA, apresentado por Meza *et al.* (2003), denominado SIAD (Sistema Integrado de Apoio à Decisão).

O Quadro 01 mostra as informações pertinentes às empresas que fizeram parte da amostra final. Cada uma das empresas é apresentada como uma DMU e é numerada de 1

a 9. Para cada uma dessas, são apresentados os dados relativos ao Lucro Líquido Ajustado, à Riqueza Criada, ao EBITDA e ao Imobilizado, todos em US\$ milhões. Além disso, os dados relativos ao número de empregados de cada empresa sob análise são apresentados na última coluna do Quadro 01.

Quadro 01 – Informações das Empresas de Celulose e Papel sob Análise

| DMU | Lucro Líquido Ajustado (em US\$ milhões) | Riqueza Criada (em US\$ milhões) | Ebitda (em US\$ milhoes) | Aplicação no Imobilizado (em US\$ milhões) | Nº de Empregados |
|-----|---|-------------------------------------|-----------------------------|---|---------------------|
| 1 | 194,70 | 495,00 | 361,60 | 187,70 | 3.283 |
| 2 | 394,30 | 717,60 | 495,50 | 149,10 | 2.089 |
| 3 | 69,10 | 180,00 | 153,80 | 189,40 | 1.814 |
| 4 | 13,00 | 144,80 | 33,90 | 55,10 | 2.100 |
| 5 | 43,80 | 191,20 | 63,50 | 25,10 | 1.832 |
| 6 | 154,30 | 654,80 | 409,70 | 244,40 | 3.620 |
| 7 | 94,80 | 536,30 | 322,30 | 140,90 | 6.883 |
| 8 | 111,80 | 211,70 | 116,10 | 37,50 | 1.377 |
| 9 | 26,90 | 178,70 | 138,30 | 96,40 | 2.344 |

5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com base nas informações das empresas sob análise, montaram-se os modelos de avaliação de eficiência para o ano de 2006. Em todas as análises, utilizou-se o modelo DEA-CRS, com orientação *input*, tanto para se obter a eficiência de cada DMU quanto para se analisarem as mudanças nos níveis de *inputs* e *outputs* nas empresas ineficientes, para que as mesmas se tornassem eficientes. O Quadro 02 mostra os indicadores de eficiência obtidos pela metodologia aplicada.

Quadro 02 – Eficiência das Empresas sob Análise

| DMU | Modelo LL | Modelo EBITDA | Modelo RIQ |
|-----|-----------|---------------|------------|
| 1 | 38,47% | 57,97% | 52,97% |
| 2 | 100,00% | 100,00% | 100,00% |
| 3 | 20,18% | 35,74% | 28,89% |
| 4 | 7,91% | 18,51% | 44,10% |
| 5 | 58,53% | 76,13% | 100,00% |
| 6 | 23,77% | 50,44% | 55,23% |
| 7 | 22,57% | 68,83% | 58,83% |
| 8 | 100,00% | 93,16% | 95,80% |
| 9 | 9,98% | 43,17% | 34,96% |

Pode-se verificar, quanto ao desempenho, que apenas a DMU 02 foi eficiente nos três modelos. Essa foi seguida pela DMU 08, que foi eficiente no modelo com LL e obteve bons desempenhos (próximos a 100%) nos outros modelos (EBITDA e RIQ). Na verdade, essas empresas foram as que melhor combinaram os *input* (menor) e *outputs* (maiores). Assim sendo, a DMU 02 não precisa melhorar em nada seu desempenho, enquanto que a DMU 08 precisa de pequenas alterações em seus *inputs* e/ou *outputs* para se tornar efi-

ciente. Já as DMUs 03, 04 e 09, que possuíam, em geral, índices de eficiência baixíssimos, necessitam de mudanças radicais.

Ainda na questão de eficiência, procedeu-se a uma análise das empresas em relação a alguns parâmetros disponíveis na publicação utilizada: ter negócios na Bolsa de Valores, Nível de Exportações e Tamanho da Empresa. Procura-se identificar se o fato de a empresa ser grande, ter maior parte de seu mercado no exterior e ter ações em bolsa tem algum reflexo no desempenho destas. Isso porque se tem a hipótese de que empresas maiores, com ações em bolsa e com consumidores no exterior, deveriam ter um desempenho superior.

O que se percebeu é que a análise em relação a ter ações em bolsa não foi conclusiva. Isso porque se observaram bons desempenhos tanto para empresas com ações em bolsa (caso da melhor empresa – DMU 02) quanto para empresas sem ações em bolsa (caso da segunda e terceira melhores empresas – DMUs 08 e 05). Isso também foi observado em relação a ter grande parte do faturamento exportado, já que, apesar de a melhor empresa (DMU 02) ter mais de 90% de seu faturamento em exportações, esse grande percentual não se repete nas DMUs 08 e 05, que têm apenas 28% e 5%, respectivamente, de suas vendas exportadas.

Já em relação ao tamanho da empresa, medido pela Receita de Vendas, pôde-se perceber que os melhores desempenhos não estavam relacionados às maiores empresas. No caso dos resultados aqui apresentados, temos como melhores empresas as de porte intermediário, comparadas com as outras da amostra. Isso mostra que as organizações de pequeno e médio portes possuem totais condições de sobrevivência e de competição, pois não é o tamanho que gera a competitividade, mas, sim, o desempenho superior.

Como dito anteriormente, além da análise de eficiência, procedeu-se a uma análise de *benchmarking*, na qual se procuraram os valores ideais para os *inputs* (insumos) e para os *outputs* (lucratividades) das DMUs ineficientes, tendo como base de referência as empresas eficientes. Para as variáveis *inputs*, é apresentada a necessidade média de redução em relação a todos os modelos utilizados. Já em relação aos *outputs*, são apresentadas as necessidades de incremento de cada modelo. O Quadro 03 mostra esses valores ideais.

Quadro 03 – Necessidade de Melhorias nos *Inputs* e *Outputs*

| DMU | IMB | EMP | LL | EBITDA | RIQ |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 50,20% | 54,05% | 61,53% | 42,03% | 47,03% |
| 2 | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| 3 | 80,67% | 71,74% | 79,82% | 64,26% | 71,11% |
| 4 | 76,49% | 80,49% | 92,09% | 81,49% | 55,90% |
| 5 | 21,78% | 51,97% | 41,47% | 23,87% | 0,00% |
| 6 | 56,85% | 57,77% | 76,23% | 49,56% | 44,77% |
| 7 | 49,92% | 68,15% | 77,43% | 31,17% | 41,17% |
| 8 | 3,67% | 22,90% | 0,00% | 6,84% | 4,20% |
| 9 | 70,63% | 76,73% | 90,02% | 56,83% | 65,04% |

Pela análise deste quadro, observa-se a necessidade de incremento que cada *output* de cada DMU ineficiente precisaria ter para que a mesma se tornasse eficiente. Além disso, percebe-se a necessidade de redução que cada *input* de cada DMU ineficiente precisaria ter para que a mesma se tornasse eficiente. Dessa análise, verifica-se que as empresas de menor desempenho são aquelas que, em média, necessitam de maiores mudanças nos níveis de *inputs* e/ou *outputs*.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pôde-se perceber, por meio do estudo, que a modelagem DEA aplicada às empresas do setor de agronegócio, mais especificamente à indústria de Papel e Celulose, foi capaz de determinar o desempenho organizacional multicriterial, com base em indicadores contábil-financeiros. Além disso, a modelagem apresentou pontos ótimos para os *inputs* e *outputs* das unidades não eficientes, tendo como base de referência as unidades eficientes.

A resposta mais importante dessa metodologia é, então, a caracterização de uma medida de eficiência que faz com que a decisão fique orientada por um único indicador construído a partir de várias abordagens de desempenho diferentes. Vale ressaltar que isso facilita em muito o processo decisório, pois ao em vez de considerar vários índices para concluir a respeito do desempenho da empresa ou da unidade sob análise, o gestor se utiliza apenas da medida de eficiência do DEA. Além disso, ao comparar um grupo de empresas ou unidades de negócio a fim de identificar as eficientes e as ineficientes, em termos relativos, a DEA mensura a magnitude das ineficiências, descobrindo formas para reduzi-las pela comparação destas com as eficientes (*benchmarking*).

Além disso, percebe-se que a DMU 02 foi a empresa com melhor desempenho em todos os modelos de análise. Essa empresa representa um *benchmark* para todas as outras empresas em termos de melhoria nos níveis de *input* e *output*. As empresas com desempenho diferente de 100%, porém próximo da eficiência, necessitam de pequenas alterações. Porém aquelas unidades com baixíssimo desempenho necessitam de grandes e profundas transformações para que saiam do *status* de “não eficiente”.

Os resultados desse estudo, portanto, propõem uma nova percepção sobre a *performance* de empresas do agronegócio que não se encontram disponíveis aos gestores e ao mercado em geral por meio dos balanços e tradicionais análises de índices contábil-financeiros — ou seja, a partir de informações que não estariam disponíveis pelas técnicas convencionais. Os resultados da Análise Envoltória de Dados, nesse sentido, podem proporcionar melhores condições de competitividade a essas empresas, principalmente quando interpretadas e usadas com os conhecimentos e os julgamentos próprios da alta administração sobre suas operações.

O assunto não se encontra encerrado, pois ainda há muito a ser explorado dessa metodologia no agronegócio. Este mesmo trabalho deve ter continuidade através de uma melhor visão dos vetores de desempenho que mais contribuem para uma mensuração mais apurada da eficiência organizacional, aplicando a metodologia aqui apresentada e discutida a outros segmentos do agronegócio no Brasil.

7. REFERÊNCIAS

AGUIAR, P. S.; BORBA, M. M. Z; SILVA, P. R. C. Evolução do Desempenho Econômico-Financeiro das Maiores Empresas do Agronegócio Brasileiro, 1990-2003. In: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 44, 2006. **Anais do XLIV SOBER**. Fortaleza: SOBER, 2006, 1 CD.

BALDO, W. B. O. Radiografia Econômico-Financeira das Sociedades Anônimas do Setor de Celulose e Papel e suas Perspectivas. In: Congresso Brasileiro de Administração Rural, 5, 2005. **Anais do V ABAR**. Campinas: ABAR, 2005, 1 CD.

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

BATALHA, M. O.; MARCHESINI, M. M. P.; RINALDI, R. N.; MOURA, T. L. O Ensino Superior em Agronegócios no Brasil. In: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 43, 2005. **Anais do XLIII SOBER**. Ribeirão Preto: SOBER, 2005, 1 CD.

BENITES, A. T.; SPROESSER, R. L.; SAUER, L. Productivity in Food Retail Brazilian In: Congresso do Programa de Estudos dos Negócios do Sistema Agroindustrial, 6, 2005. **ANAIS DO V PENSA**. Ribeirão Preto: PENSA, 2005, 1 CD.

CALLADO, A. A. C.; CALLADO, A. L. C.; ALMEIDA, M. A. Utilização de Indicadores de Desempenho em Agroindústrias Paraibanas. In: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 44, 2006. **Anais do XLIV SOBER**. Fortaleza: SOBER, 2006a, 1 CD.

CALLADO, A. A. C.; CALLADO, A. L. C.; ALMEIDA, M. A. Indicadores de Desempenho não-Financeiros no Agronegócio: um estudo exploratório. In: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 44, 2006. **Anais do XLIV SOBER**. Fortaleza: SOBER, 2006b, 1 CD.

CALLEGARO, D. Identifying Motivational Factors for the Organic Wine Consumption – na exploratory study. In: Congresso do Programa de Estudos dos Negócios do Sistema Agroindustrial, 6, 2005. **ANAIS DO V PENSA**. Ribeirão Preto: PENSA, 2005, 1 CD.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the Efficiency of Decision Making Units. **European Journal Of Operational Research**. v. 2, n. 6, 429-444. 1978.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; LEWIN, A. Y.; SEIFORD, L. M. **Data Envelopment Analysis**. 2. ed. Boston: KAP, 1994.

COELLI, T.; RAO, D. S. P.; BALTESE, G. E. **An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis**. Boston: KAP, 1998.

COSTA, E. F.; ARAÚJO NETO, D. L. Dimensionando o PIB do Agronegócio em Pernambuco. In: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 44, 2006. **Anais do XLIV SOBER**. Fortaleza: SOBER, 2006, 1 CD.

De KOEIJER, T. J.; WOSSINK, G. A. A.; STRUIK, P. C.; RENKEMA, J. A. Measuring Agricultural Sustainability in terms of Efficiency: the case of Dutch sugar beet growers. **Journal of Environmental Management**. v. 66, p. 9-17, 2002.

FARREL, M.J. The Measurement of Productive Efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**. v. 120, series A, n. 3, p.253-290, 1957.

FERREIRA, M. A. M.; GONÇALVES, R. M. L. Investigação do Desempenho das Cooperativas de Crédito de Minas Gerais por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA), In: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 44, 2006. **Anais do XLIV SOBER**. Fortaleza: SOBER, 2006, 1 CD.

HERRERA, V. E.; ABREU, de A.; STOCO, M. C. M.; LOPES, L. O.; BARBOSA, D. H. A Competitividade da Agroindústria Sucroalcooleira do Brasil e o Mercado Internacional: barreiras e oportunidades. In: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 43, 2005. **Anais do XLIII SOBER**. Ribeirão Preto: SOBER, 2005, 1 CD.

IUDÍCIBUS, S. **Análise de Balanços**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 1998.

LANSINK, A. O.; PIETOLA, K.; BÄCKMAN, S. Efficiency and Productivity of Conventional and Organic Farms in Finland 1994-1997. **European Review of Agricultural Economics**. v. 29, n. 1, p. 51-65, 2002.

LINS, M. P. E.; MEZA, L. Â. **Análise Envoltória de Dados e Perspectivas de Integração no Ambiente de Apoio à Decisão**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2000.

LOPES, A. B. L. Efeitos da Integração Vertical na Sustentabilidade dos Empreendimentos Rurais: casos de sucesso no Estado de São Paulo. In: Congresso Brasileiro de Administração Rural, 5, 2005. **Anais do V ABAR**. Campinas: ABAR, 2005, 1 CD.

LOURENZANI, W. L.; LOURENZANI, A. E. B. S. Potencialidades do Agronegócio Brasileiro do Amendoim. In: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 44, 2006. **Anais do XLIV SOBER**. Fortaleza: SOBER, 2006, 1 CD.

MACEDO, M. A. S. A Utilização da Análise Envoltória de Dados (DEA) na Consolidação de Medidas de Desempenho Organizacional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 11, 2004, Porto Seguro. **Anais do XI Congresso Brasileiro de Custos**. Porto Seguro: ABC, 2004. 1 CD.

MACEDO, M. A. S. Eficiência Produtiva de Unidades Agrárias: o uso de Análise Envoltória de Dados na avaliação do desempenho de conversão de insumos em produtos. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ADMINISTRAÇÃO RURAL, 5, 2005, Campinas. **Anais do V Congresso da ABAR**. Campinas: ABAR, 2005. 1 CD.

MARINHEIRO, C. E.; PRATES, G. A.; PIMENTEL, R. C. Portais Eletrônicos e o Agronegócio. In: Congresso Brasileiro de Administração Rural, 5, 2005. **Anais do V ABAR**. Campinas: ABAR, 2005, 1 CD.

MATARAZZO, D. C. **Análise Financeira de Balanços: abordagem básica e gerencial**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2003

MEZA, L. A.; BIONDI NETO, L.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; GOMES, E. G.; COELHO, P. H. G. SIAD – Sistema Integrado de Apoio à Decisão: uma implementação computacional de modelos de análise de envoltória de dados. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL DA MARINHA, 6, 2003, Rio de Janeiro. **Anais do VI SPOLM**. Rio de Janeiro: CASNAV, 2003. 1 CD.

MULLER, C. A. S.; SANTOS, J. C.; AGUIAR, D. R. D. Análise de Desempenho na Cadeia Bovina no Estado de São Paulo. In: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 44, 2006. **Anais do XLIV SOBER**. Fortaleza: SOBER, 2006, 1 CD.

NASR, R. E.; BARRY, P. J.; ELLINGER, P. N. Financial Structure and Efficiency of Grain Farms. **Agricultural Finance Review**. v. 58, n. 3, p. 3-20, 1998.

PERSCH, G.; BITENCOURT, M. B. O Agronegócio e seus efeitos sobre a Renda dos Produtos de Arroz de Uruguaiana (1994 – 2003). In: Congresso Brasileiro de Administração Rural, 5, 2005. **Anais do V ABAR**. Campinas: ABAR, 2005, 1 CD.

PEREIRA DA SILVA, J. **Análise Financeira de Empresas**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2005.

RIBEIRO, E. D.; RIBEIRO, K. C. S.; ROGERS, P. A Aplicação da Contabilidade de Custos no Setor Agropecuário: um estudo de caso. In: Congresso Brasileiro de Administração Rural, 5, 2005. **Anais do V ABAR**. Campinas: ABAR, 2005, 1 CD.

ROESLER, D. A.; RIPPEL, V. Avaliação e Análise da Gestão do Programa de Desenvolvimento Regional: um estudo do Projeto Agropolo Oeste – Pr. In: Congresso Brasileiro de Administração Rural, 5, 2005. **Anais do V ABAR**. Campinas: ABAR, 2005, 1 CD.

SHAFIQ, M.; REHMAN, T. The Extent of Resource Use Inefficiencies in Cotton Production in Pakistan's Punjab: an application of Data Envelopment Analysis. **Agricultural Economics**. v. 22, p. 321-330, 2000.

SHARMA, K. R.; LEUNG, P. S.; ZALESKI, H. M. Technical, Allocative and Economic Efficiencies in Swine Production in Hawaii: a comparison of parametric and nonparametric approaches. **Agricultural Economics**. v. 20, p. 23-35, 1999b.

VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

ZILLI, J. B.; BRAGATO, I. R.; ZEN, S. D. O papel da Mão-de-Obra na Administração da Produção nas Propriedades Rurais Brasileiras: o caso da produção de frango de corte. In: Congresso Brasileiro de Administração Rural, 5, 2005. **Anais do V ABAR**. Campinas: ABAR, 2005, 1 CD.

ZHU, J. Multi-factor Performance Measure Model with Application to Fortune 500 Companies. **European Journal of Operational Research**. v. 123, n. 1, p. 105-124, 2000.