

# Desempenho social no agronegócio brasileiro: aplicando DEA no segmento de usinas de processamento de cana-de-açúcar

Marcelo Alvaro da Silva Macedo<sup>1</sup>

Fabrício Carvalho Cípola<sup>2</sup>

Antonio Francisco Ritter Ferreira<sup>3</sup>

**Resumo:** A importância das questões socioambientais nas empresas advém da crescente demanda da sociedade por informações a respeito dos impactos que as atividades empresariais exercem sobre os trabalhadores, a comunidade e o meio ambiente. A partir daí, as empresas começam a ter que provar que o seu custo-benefício é positivo, na medida em que agregam valor à economia e à sociedade, respeitam os direitos humanos de seus colaboradores e, ainda, desenvolvem todo o seu processo operacional sem agredir o meio ambiente. É nesse contexto que se insere este trabalho, cujo objetivo é verificar, por meio da aplicação de Análise Envoltória de Dados (DEA), a relação entre capacidade de investimento e benefícios socioambientais, de forma que, quanto maiores forem os benefícios para uma menor capacidade de investimento, maior será a eficiência e, por conseguinte, o desempenho socioambiental da empresa. Os resultados do estudo, que envolveu 19 usinas de processamento de cana-de-açúcar no Brasil, mostram que a Agrovale (principal *benchmark*) apresenta o melhor e a São José Estiva, o menor desempenho socioambiental. Além disso, observou-se uma relação entre desempenho socioambiental e tamanho (medido pela receita), com as maiores empresas tendo desempenho melhores.

**Palavras-chaves:** desempenho socioambiental, agronegócio, DEA.

**Abstract:** *The importance of social and environmental tags in companies comes from increasing demand, by the society itself, of information concerning impacts that the business create over the employees, community and environment. Therefore, companies needed to prove that its cost-benefit is positive, because they add value to economy and to*

---

<sup>1</sup> Doutor em Engenharia de Produção pela COPPE/UFRJ. Professor do Mestrado em Ciências Contábeis da FACC/UFRJ. Email: malvaro.facc.ufrj@gmail.com.

<sup>2</sup> Mestre em Gestão e Estratégia em Negócios pelo PPGEN/UFRuralRJ. Email: fcipola@terra.com.br.

<sup>3</sup> Mestre em Gestão e Estratégia em Negócios pelo PPGEN/UFRuralRJ. Email: afritter@yahoo.com.br.

*society, because they respect the employees human rights and, in addition, because they develop its operational process without damaging environment. This research has the main focus to verify, through the application of Data Envelopment Analysis (DEA), the relation between investment capacity and social and environmental benefits, in a way that the higher are the benefits to a lower investment capacity, higher will be the efficiency and, as a result, the social and environmental performance. The study results of nineteen sugar cane mills in Brazil show that Agrovale (top benchmark) is the best one and São José Estiva is the smaller in terms of social and environmental performance. In addition, it was observed a relation between social and environmental practice and the size (measured by income), where bigger companies had best performances.*

**Key-words:** *Social and Environmental Performance; Agribusiness; DEA*

**Classificação JEL:** M14, Q01, C67, D61

## 1. Introdução

Segundo Dias e Siqueira (2006), durante anos diversas organizações se preocuparam somente com a obtenção de lucros cada vez maiores, sugando da sociedade tudo o que fosse necessário para o alcance de tal objetivo, e deixando, frequentemente, nada ou quase nada em troca.

Com o passar do tempo, pôde-se perceber o surgimento e o incremento de movimentos sociais no seio da população, cobrando melhores condições de trabalho, respeito ao meio ambiente, redução das desigualdades sociais e raciais, entre outras mudanças. Isso fez com que as organizações passassem a dar maior importância para esses fatores até então menosprezados (DIAS E SIQUEIRA, 2006).

Por conta disso, o tema responsabilidade social ocupa hoje grande espaço na produção acadêmica, na mídia e nos negócios. Contudo, torna-se oportuno pontuar que seu conceito é complexo, com a busca pela sua definição encontrando-se ainda em curso. Pode-se dizer que a responsabilidade social, em sua essência, implica em qualquer relação da empresa com seus *stakeholders* – seja na esfera ambiental, social, política, econômica ou legal –, a qual deve ser orientada pela transparência e pela ética.

Estudos realizados no Brasil e no mundo procuraram ilustrar se a prática de ações de responsabilidade social gera benefícios para as organizações. Porém, não se encontram facilmente, na literatura, muitos estudos que façam uma análise entre a capacidade de investimento socioambiental e a realização de esforços nesse sentido.

É nesse contexto que se insere esta pesquisa. Realiza-se um estudo do comportamento comparativo entre 19 usinas de processamento de cana-de-açúcar no Brasil, utilizando a Análise Envoltória de Dados (DEA), com o objetivo de analisar

o desempenho socioambiental das mesmas. Em outras palavras, procura-se verificar qual a eficiência de cada usina na conversão da capacidade de investimento (*input*), medida pela receita, em benefícios socioambientais (*outputs*), medidos pelos indicadores sociais internos e externos e pelos indicadores ambientais.

A lógica do estudo é observar a relação entre capacidade de investimento e benefícios socioambientais, de forma que quanto maiores forem os benefícios para uma menor capacidade de investimento, maior será a eficiência e, por conseguinte, o desempenho socioambiental da usina. Isso significa que um desempenho socioambiental superior está diretamente relacionado à geração do máximo de benefícios socioambientais, comparativamente falando, dada a capacidade de investimento.

## 2. Responsabilidade social

Para autores como Melo Neto e Froes (1999), Tenório (2004), Ashley (2002), Pena *et al.* (2005), Parente e Gelman (2006) e Puppim (2005), além do Instituto Ethos (2006), a responsabilidade social pode ser conceituada como um compromisso da empresa com a sociedade, sendo que a participação das empresas não se limita a gerar lucros, empregos e ao pagamento de impostos. Esta é uma forma de gestão definida pela relação ética e transparente da empresa com todos os públicos com os quais ela se relaciona, sendo vista, portanto, como uma forma de *accountability* do desempenho empresarial no que tange a sua maneira de agir, de impactar e de se relacionar com seus *stakeholders*. Em outras palavras, a responsabilidade social tem como principal característica a coerência ética nas práticas e relações com seus diversos públicos.

Há grande controvérsia sobre o desenvolvimento de ações de responsabilidade social por parte das organizações e sua aceitação pelos gestores. O conflito existente encontra-se nas teorias dos *stockholders* e dos *stakeholders*, uma vez que cada grupo apresenta uma lógica negando e incentivando as práticas de responsabilidade social empresarial. Tal controvérsia é ressaltada por Parente e Terepins (2006), que afirmam que somente quando os gastos com práticas de responsabilidade social empresarial gerarem, simultaneamente, ganhos sociais e benefícios econômicos, ter-se-á uma convergência entre filantropia corporativa e os interesses dos acionistas.

Segundo Friedman (1970), na teoria dos *stockholders* (ou *shareholders*), a única responsabilidade social de uma organização é a geração de lucros e riqueza para seus acionistas, sendo sua responsabilidade máxima, portanto, o aumento do desempenho econômico. Quaisquer ações diferentes desta podem colocar em risco a sobrevivência da empresa, além de dar origem a um problema de agência entre os acionistas e os gestores.

Nessa linha, esta teoria mostra uma relação negativa entre responsabilidade social e *performance* financeira, de modo que responsabilidades adicionais que não sejam atreladas ao incremento dos resultados financeiros colocam as empresas em desvantagem em relação a organizações que possuam menores, ou mesmo inexistentes, ações e práticas de responsabilidade social.

Já na teoria dos *stakeholders*, Freeman (1994) afirma que a gestão com base neste público envolve a alocação de recursos organizacionais e considera os impactos desta alocação em vários grupos de interesse dentro e fora da organização. Tal teoria pode ser vista, segundo Lea (1999), como uma resposta à visão da maximização única da riqueza dos acionistas (teoria dos *stockholders*), pois sugere que haja atenção por parte da empresa a uma multiplicidade de grupos relacionados à mesma.

Este ideário relaciona o desempenho financeiro com os *stakeholders* de forma positiva, não existindo qualquer desvio na função da empresa. Assim, mesmo que seja difícil agregar o econômico e o social, de modo a medir os efeitos para *stakeholders* e *stockholders* de forma integrada, o resultado final da atividade empresarial precisa levar em consideração os retornos que otimizem não somente os acionistas, mas também as demais partes interessadas.

A visualização do ambiente em que a empresa opera, no tocante aos agentes que a influencia e que são influenciados por suas ações (tendo tais influências uma relação custo-benefício), leva a tratar sua atuação com parâmetros atrelados aos vários *stakeholders*. Para isso, é importante definir, medir e monitorar os interesses destes, além de associá-los aos indicadores de desempenho da empresa.

A teoria dos *stakeholders* pode ser vista como aquela que preconiza a congruência entre os objetivos empresariais e sociais, já que estes estariam interligados ou, nas palavras de Drucker (2001), uma vez que as instituições só podem existir dentro de um ambiente social e são, de fato, órgãos da sociedade, tais problemas sociais as afetam. Para Drucker (2001), portanto, é difícil haver uma organização saudável em uma sociedade que não seja também sã.

Além disso, na teoria dos *stakeholders* é assumida implicitamente a necessidade da existência de um equilíbrio nas ações de cunho social no cerne da empresa. Se uma organização vai assumir uma postura socialmente responsável, ela não pode se descuidar de sua atividade fim. Não pode se esquecer de que precisa alcançar um nível mínimo de lucratividade para assegurar a continuidade das operações. Não pode se descuidar de ser uma empresa inovadora, lançando novos produtos que estejam em conformidade com os anseios do mercado. Não pode deixar de recrutar as melhores mentes disponíveis para manter ou aumentar o nível de competitividade da organização. Não pode se esquecer que a sociedade não tem nada a ganhar e tudo a perder, se a capacidade da instituição de desempenhar sua tarefa específica for reduzida ou prejudicada. Isso exige que os gestores aliem dois conceitos: sustentabilidade e valor ao acionista (DRUCKER, 2001).

Cabe destacar que o debate atual centra-se na sustentabilidade dos negócios, definida por Rezende e Santos (2006) como a capacidade das empresas de aliar sucesso financeiro com atuação social e equilíbrio ambiental. No contexto dos

negócios, para Vellani e Ribeirão (2006), a sustentabilidade pode ter três dimensões: a econômica, a social e a ambiental, conhecidas como *Triple Bottom Line* (TBL).

O TBL reflete a necessidade de as empresas serem gerenciadas com foco na sustentabilidade econômica, ao administrar empresas lucrativas e geradoras de valor; na sustentabilidade social, ao estimular a educação, cultura, lazer e justiça social à comunidade; e na sustentabilidade ecológica, ao manter ecossistemas vivos, com diversidade e vida (VELLANI e RIBEIRÃO, 2006).

A ampliação do conceito de responsabilidade social, associado à necessidade de manutenção da integridade financeira e operacional da empresa, pode levar a diferentes interpretações de como se dará a operacionalização da responsabilidade social das sociedades empresariais. Donnely Jr., Gibson e Ivancevich (1995) abrigam as interpretações de responsabilidade social em três grandes grupos: a obrigação social, a reação social e a sensibilidade social.

A responsabilidade social como obrigação social determina que tudo aquilo que é legal para obter benefícios é socialmente responsável; da mesma forma, os atos ilegais ou que não sejam direcionados para a obtenção de benefícios são socialmente irresponsáveis. Essa linha de pensamento está em consonância com a ideia de que os acionistas são os donos da empresa e, desde que não haja ilegalidade, eles devem ser priorizados. Qualquer ato que não implique em aumento da eficiência e leve à redução da lucratividade é inaceitável, já que conduziria a preços mais altos e redução nos dividendos distribuídos.

Essa abordagem, com base na teoria dos *stockholders*, é evidenciada por Friedman (1984), que afirma haver uma, e só uma, responsabilidade social do capital – usar seus recursos e dedicar-se a atividades destinadas a aumentar seus lucros até onde permaneça dentro das regras do jogo, o que significa participar de uma competição livre e aberta, sem enganar ou fraude.

Em síntese, com base na teoria dos *stockholders*, se teria uma visão legalista da responsabilidade social da empresa. Obviamente que, sob essa ótica, a contribuição social de uma empresa seria tão ampla quanto obrigasse a legislação de um país, o que, em muitos casos, principalmente nas nações em desenvolvimento, seria um problema.

Já a abordagem da reação social – segunda interpretação de responsabilidade social – considera que a sociedade espera das empresas algo mais do que bens e serviços de qualidade e direciona demandas a essas organizações, que reagiriam atendendo aos apelos de grupos sociais.

No terceiro enfoque – sensibilidade social –, as empresas não apenas reagiriam às demandas sociais, mas se antecipariam às mesmas, adotando uma postura pró-ativa. Segundo Donnely Jr., Gibson e Ivancevich (1995), essa perspectiva constitui o significado mais amplo de responsabilidade social, pois coloca os gerentes e suas organizações em uma posição de responsabilidade social muito distante da tradicional, dedicada exclusivamente a fins e meios econômicos. Tal enfoque é fruto de uma gestão que envolve a consideração dos impactos da alocação de recursos organizacionais em vários grupos de interesse, dentro e fora da organização, e que

ênfata o gerenciamento ativo do ambiente do negócio, dos relacionamentos entre os participantes e a conseqüente promoção dos diferentes interesses.

Assim, uma empresa sob essa ótica estaria, por exemplo, atuando junto a seus funcionários, reduzindo suas emissões de efluentes e os níveis de contaminação atmosférica como uma avaliação do que a sociedade deseja, mesmo que seus segmentos organizados ainda não tenham se manifestado. É importante perceber, no entanto, que a abordagem da reação social também poderia levar a empresa a atuar nesse sentido, possivelmente de uma forma mais limitada.

Conforme se pôde observar, diferentes são as abordagens de responsabilidade social, indo desde a limitada abordagem cristalizada na visão da teoria dos *stockholders* até a ampla perspectiva fundamentada na teoria dos *stakeholders*. A diferença básica entre as duas é uma questão de amplitude de visão, no que se refere às possibilidades de as empresas terem benefícios financeiros com seus investimentos sociais. Enquanto a teoria dos *stockholders* parece ter uma visão de sistema fechado de empresa, voltado à racionalização de operações, maximização de eficiência e redução de custo, a teoria dos *stakeholders* tem uma visão de empresa como sistema aberto que afeta e é afetado pelo meio que o cerca.

Macedo *et al.* (2007) ilustram que é crescente o número de empresas no Brasil e no mundo que, ao longo dos últimos dez anos, optaram por trilhar o caminho ditado por preceitos da responsabilidade social. Por conta disso, os autores destacam que, hoje em dia, os procedimentos de avaliação da *performance* social e ambiental das empresas precisam ser calcados em metodologias que permitam o controle do processo, o mapeamento de novas ações ou correções e o grau de eficiência que as ações sociais e ambientais estão atingindo. Como todo processo dentro de uma organização, a *performance* socioambiental precisa de gerenciamento.

Nesse sentido, vários estudos procuraram analisar o desempenho socioambiental, dentre os quais destaca-se os de Abreu *et al.* (2006), Machado *et al.* (2006), Milani Filho (2007), Bernardo *et al.* (2006), Bertagnolli *et al.* (2006), Rezende e Santos (2006), Macedo e Cípola (2007) e Macedo *et al.* (2007). Na análise desses trabalhos, percebe-se que o foco principal é verificar se existe vantagem operacional, mercadológica e/ou financeira pela adoção de práticas socioambientalmente sustentáveis.

### 3. Metodologia

Esta pesquisa pode ser caracterizada, de acordo com o exposto por Vergara (2004), como sendo exploratória, descritiva e quantitativa, pois se procura, por meio da aplicação da análise envoltória de dados às informações dos balanços sociais das usinas de processamento de cana-de-açúcar que fazem parte da amostra, expor características a respeito do desempenho socioambiental destas. Além disso, não se observam muitos outros estudos que abordem o assunto sob a perspectiva do desempenho socioambiental, tendo este trabalho o objetivo de fazê-lo de maneira exploratória.

O processo de amostragem é não probabilístico, pois parte-se de um universo naturalmente restrito, considerando que as usinas foram escolhidas pela disponibilidade e acessibilidade às informações necessárias ao estudo, disponíveis no site do Ibase (Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas). Isso traz algumas limitações de inferência, mas não invalida os resultados da pesquisa, já que não se tem o intuito de generalizar os achados. Apesar dessa limitação, cabe ressaltar que se teve o cuidado de escolher um ramo, do qual algumas empresas fossem, assumidamente, representativas de boas práticas de responsabilidade socioambiental.

Esta pesquisa foi feita a partir de dados primários colhidos nas edições de 2004, 2005 e 2006 dos Balanços Sociais – modelo Ibase, das seguintes usinas: Agrovale, Alvorada, Cerradinho, Cocal, Dedini, Della, Guarani, Iracema, Jalles Mac, Mandu, Paraíso, Ruelle, Santa Cruz, São Domingos, São José Estiva, São Manoel, São Martinho, Vale do Ivaí e Vista Alegre. Essas 19 usinas estão distribuídas por todas as regiões brasileiras, exceto a região Norte, com a maioria localizada no Sudeste, mais especificamente, no estado de São Paulo.

De cada uma das usinas selecionadas, foram coletadas as seguintes informações: Indicadores Sociais Internos, Indicadores Sociais Externos, Investimentos em Meio Ambiente e Receita Líquida.

A escolha das variáveis de *output* se deve ao fato destes serem os principais grupos que representam a atuação socioambiental das empresas dentro de seus Balanços Sociais. Cabe ressaltar que, no caso de usinas de processamento de cana-de-açúcar, as características desta atividade justificam por si só a análise do desempenho socioambiental, já que esta atividade é constantemente questionada em termos de ações sociais (principalmente relacionadas à mão-de-obra) e ambientais. A seguir, tem-se uma descrição sucinta de cada índice:

- Indicadores Sociais Internos: Representa o *output* 01 e mede o total de recursos investidos no bem-estar dos funcionários. Dentre esses recursos estão os gastos com alimentação, segurança no trabalho, previdência privada e social, saúde, educação, cultura, capacitação e desenvolvimento profissional, creches, entre outros. É um índice do tipo quanto maior, melhor o desempenho.
- Indicadores Sociais Externos: Indicador que representa o *output* 02, sendo obtido pela soma de todos os recursos investidos pela empresa em benefício da sociedade, em áreas como: educação, esporte, saúde, cultura, etc. É um índice do tipo quanto maior, melhor o desempenho.
- Investimentos em Meio Ambiente: Representa o *output* 03 e mede os investimentos na área ambiental, tanto relacionados à operação da empresa (que são importantes neste setor), quanto aos externos à operação. Por conta disso, é um índice do tipo quanto maior, melhor o desempenho.
- Receita Líquida: Representa o *input* 01 e mede o faturamento líquido da empresa (receita bruta menos deduções e impostos sobre vendas). É

utilizado na análise como uma *proxy* da disponibilidade de recursos da empresa para investir na área socioambiental. É um índice do tipo quanto menor, melhor o desempenho.

Um grande número de diferentes variáveis, como as de *output* apresentadas anteriormente, pode ser utilizado para avaliar a eficiência socioambiental de unidades organizacionais, sendo que cada uma pode ser vista como um vetor de desempenho socioambiental que representa um dado aspecto da performance. Estes seriam modelos de avaliação de desempenho socioambiental monocriteriais.

O que se busca neste artigo é apresentar uma metodologia multidimensional, na qual seja possível avaliar o desempenho socioambiental de cada usina de modo multicriterial, ou seja, considerando de maneira integrada todos os vetores de desempenho apresentados. Além disso, busca-se uma visão ao longo do tempo, para evitar oscilações esporádicas e pontuais.

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

Lins e Meza (2000) dizem que um caminho intuitivo para introduzir DEA é por meio de forma de razão. Para cada unidade, procura-se obter uma medida de razão de todos os *outputs* sobre todos os *inputs* ou, ainda, de todos os *inputs* sobre todos os *outputs*. Ou seja, a modelagem procura encontrar os pesos ótimos  $u_j$  e  $v_i$  para a resolução de um dos seguintes problemas de programação matemática:

$$\begin{aligned} \max E_c &= \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jc}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ic}} && \text{Orientação input} && \min E_c &= \frac{\sum v_i x_{ic}}{\sum u_j y_{jc}} && \text{Orientação output} \\ \text{S. a.:} & \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \leq 1, k = 1, 2, \dots, c, \dots, n && && \text{S. a.:} & \frac{\sum v_i x_{ik}}{\sum u_j y_{jk}} \geq 1, k = 1, 2, \dots, c, \dots, n \\ & u_j \geq 0, \forall j, && && u_j, v_i \geq 0, \forall j, i \\ & v_i \geq 0, \forall i && && \end{aligned}$$

No modelo com orientação *input*,  $c$  é a unidade DMU (*Decision Making Units*) que está sendo avaliada. O problema apresentado envolve a procura de valores para  $u$  e  $v$ , que são os pesos, de modo que maximize a soma ponderada dos

*outputs* ( $y_j$ ) dividida pela soma ponderada dos *inputs* ( $x_i$ ) da DMU em estudo, sujeita à restrição de que esse quociente seja menor ou igual a um, para todas as DMUs. Esta função 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 que estão sendo comparadas, nenhuma unidade excederá 100% de eficiência ou uma razão de 1,00.

Já no modelo com orientação *output*, a eficiência é calculada pelo inverso da função objetivo, ou seja, eficiência =  $1/E$ . Este problema define a relação dos *inputs* sobre os *outputs*, em que  $c$  é o índice da unidade que está sendo avaliada. Têm-se neste problema as mesmas variáveis de decisão  $u_j$  e  $v_i$ , porém, o intuito é minimizar a soma ponderada dos *inputs* ( $x_i$ ) dividida pela soma ponderada dos *outputs* ( $y_j$ ) da DMU em estudo, sujeita à restrição de que esse quociente seja maior ou igual a um, para todas as DMUs.

Como este trabalho procura obter o máximo de benefícios socioambientais, dada a capacidade de investimento, tem-se como finalidade descobrir não só o desempenho socioambiental, mas também os pontos ótimos de investimento que cada empresa deveria atingir. Para tanto, o modelo utilizado terá uma orientação a *output*, ou seja, procura-se minimizar a relação *inputs/outputs*, em que a eficiência é o inverso da função objetivo.

Segundo Charnes *et al.* (1994), este 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 Coelli *et al.* (1998), os modelos DEA-CRS-I e DEA-CRS-O podem, então, ser apresentados da seguinte maneira:

$\max E_c = \sum_{j=1}^s u_j y_{jc}$ <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px 10px; margin-top: 5px;">Orientação <i>input</i></div>	$\min E_c = \sum_{i=1}^m v_i x_{ic}$ <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px 10px; margin-top: 5px;">Orientação <i>output</i></div>
$\text{S. a.: } \sum_{i=1}^m v_i x_{ic} = 1$	$\text{S. a.: } \sum_{j=1}^s u_j y_{jc} = 1$
$\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} \leq 0, k = 1, 2, \dots, c, \dots, n$	$\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} - \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} \geq 0, k = 1, 2, \dots, c, \dots, n$
$u_j, v_i \geq 0, \forall i, j$	$u_j, v_i \geq 0, \forall i, j$

Estas formas do problema são conhecidas como problemas dos multiplicadores, como também são chamados os pesos,  $u_j$  e  $v_i$ . O PPL CRS/M/O é utilizado para modelar a análise dos dados.

Segundo Macedo e Cípola (2007), quanto menor a relação *inputs / outputs*, maior a eficiência. Para cada DMU a ser analisada, formula-se um problema de otimização com o objetivo de determinar os valores que esta DMU atribuiria aos multiplicadores  $u$  e  $v$ , de modo a aparecer com a maior eficiência possível.

Dessa forma, o problema consiste em achar os valores das variáveis  $u_j$  e  $v_i$ , que são os pesos (importância relativa de cada variável), de modo que se minimize a soma ponderada dos *inputs* (*input* “virtual”) dividida pela soma ponderada dos *outputs* (*output* “virtual”) da DMU em estudo, sujeita à restrição de que esse quociente seja maior ou igual a um, para todas as DMUs.

Para análise do desempenho socioambiental das usinas, utilizou-se um modelo DEA-CRS que combinasse os *outputs* 01, 02 e 03 e o *input* 01. Ou seja, procurou-se verificar o desempenho socioambiental de cada organização por meio da análise anual da combinação entre Indicadores Sociais Internos e Externos e Investimentos em Meio Ambiente com a Receita Líquida. Os dados utilizados na análise podem ser vistos a seguir (quadros 1, 2 e 3), apresentados por ano e por usina.

**Quadro 1.** Variáveis de análise do ano de 2004 (milhares de reais).

2004	RL	ISI	ISE	IMA
Agrovale	R\$ 83.988,00	R\$ 18.269,00	R\$ 426,00	R\$ 73,00
Alvorada	R\$ 76.086,00	R\$ 5.075,00	R\$ 6.950,00	R\$ 327,00
Cerradinho	R\$ 158.673,00	R\$ 6.033,00	R\$ 16.163,00	R\$ 141,00
Cocal	R\$ 116.138,00	R\$ 13.216,00	R\$ 9.979,00	R\$ 15.000,00
Dedini	R\$ 142.235,00	R\$ 4.703,00	R\$ 20.454,00	R\$ 49,00
Della	R\$ 49.437,00	R\$ 1.005,00	R\$ 2.579,00	R\$ 100,00
Guarani	R\$ 320.635,00	R\$ 23.491,00	R\$ 72.989,00	R\$ 5.819,00
Iracema	R\$ 173.900,00	R\$ 14.448,00	R\$ 23.131,00	R\$ 343,00
Jalles Mac	R\$ 106.065,00	R\$ 10.649,00	R\$ 15.121,00	R\$ 384,00
Mandu	R\$ 106.107,00	R\$ 2.908,00	R\$ 4.862,00	R\$ 7.621,00
Paraiso	R\$ 45.285,00	R\$ 3.542,00	R\$ 114,00	R\$ 75,00
Ruette	R\$ 59.042,00	R\$ 3.784,00	R\$ 7.995,00	R\$ 1.324,00
Sta Cruz	R\$ 177.045,00	R\$ 14.519,00	R\$ 13.605,00	R\$ 90,00
S Domingos	R\$ 115.666,00	R\$ 7.860,00	R\$ 8.930,00	R\$ 2.027,00
S José Estiva	R\$ 128.617,00	R\$ 4.564,00	R\$ 15,00	R\$ 13,00
S Manoel	R\$ 101.148,00	R\$ 4.600,00	R\$ 13.920,00	R\$ 1.359,00
S Martinho	R\$ 396.834,00	R\$ 39.183,00	R\$ 50.175,00	R\$ 1.568,00
Vale do Ivaí	R\$ 75.408,00	R\$ 4.186,00	R\$ 5.429,00	R\$ 1.415,00
Vista Alegre	R\$ 32.549,00	R\$ 2.614,00	R\$ 3.192,00	R\$ 1.000,00

Fonte: Autores.

**Quadro 2.** Variáveis de análise do ano de 2005 (milhares de reais).

<b>2005</b>	<b>RL</b>	<b>ISI</b>	<b>ISE</b>	<b>IMA</b>
Agrovale	R\$ 111.251,00	R\$ 19.624,00	R\$ 890,00	R\$ 192,00
Alvorada	R\$ 88.182,00	R\$ 6.257,00	R\$ 6.193,00	R\$ 807,00
Cerradinho	R\$ 269.987,00	R\$ 7.556,00	R\$ 33.141,00	R\$ 37,00
Cocal	R\$ 167.581,00	R\$ 2.532,00	R\$ 16.327,00	R\$ 13.400,00
Dedini	R\$ 151.907,00	R\$ 8.068,00	R\$ 207,00	R\$ 88,00
Della	R\$ 72.676,00	R\$ 1.577,00	R\$ 6.241,00	R\$ 150,00
Guarani	R\$ 441.124,00	R\$ 22.367,00	R\$ 73.501,00	R\$ 6.841,00
Iracema	R\$ 204.332,00	R\$ 15.942,00	R\$ 24.772,00	R\$ 97,00
Jalles Mac	R\$ 123.657,00	R\$ 11.603,00	R\$ 17.715,00	R\$ 620,00
Mandu	R\$ 139.710,00	R\$ 3.320,00	R\$ 4.135,00	R\$ 44.929,00
Paraiso	R\$ 79.014,00	R\$ 4.826,00	R\$ 146,00	R\$ 176,00
Ruette	R\$ 89.528,00	R\$ 5.247,00	R\$ 8.775,00	R\$ 640,00
Sta Cruz	R\$ 201.142,00	R\$ 19.477,00	R\$ 18.508,00	R\$ 116,00
S Domingos	R\$ 140.977,00	R\$ 10.188,00	R\$ 6.691,00	R\$ 800,00
S José Estiva	R\$ 158.829,00	R\$ 5.012,00	R\$ 196,00	R\$ 41,00
S Manoel	R\$ 136.150,00	R\$ 5.328,00	R\$ 16.628,00	R\$ 5.225,00
S Martinho	R\$ 523.399,00	R\$ 34.074,00	R\$ 76.207,00	R\$ 1.659,00
Vale do Ivai	R\$ 87.620,00	R\$ 4.479,00	R\$ 5.785,00	R\$ 362,00
Vista Alegre	R\$ 51.291,00	R\$ 1.207,00	R\$ 1.115,00	R\$ 15,00

Fonte: Autores.

**Quadro 3.** Variáveis de análise do ano de 2006 (milhares de reais).

<b>2006</b>	<b>RL</b>	<b>ISI</b>	<b>ISE</b>	<b>IMA</b>
Agrovale	R\$ 117.609,00	R\$ 20.930,00	R\$ 884,00	R\$ 214,00
Alvorada	R\$ 114.006,00	R\$ 8.592,00	R\$ 13.211,00	R\$ 1.007,00
Cerradinho	R\$ 445.881,00	R\$ 9.125,00	R\$ 50.079,00	R\$ 364,00
Cocal	R\$ 300.212,00	R\$ 2.566,00	R\$ 42.138,00	R\$ 17.000,00
Dedini	R\$ 193.621,00	R\$ 8.573,00	R\$ 148,00	R\$ 328,00
Della	R\$ 89.642,00	R\$ 337,00	R\$ 2,00	R\$ 203,00
Guarani	R\$ 651.954,00	R\$ 30.118,00	R\$ 118.888,00	R\$ 6.535,00
Iracema	R\$ 241.041,00	R\$ 19.107,00	R\$ 30.111,00	R\$ 2.010,00
Jalles Mac	R\$ 170.997,00	R\$ 15.775,00	R\$ 22.472,00	R\$ 604,00
Mandu	R\$ 177.005,00	R\$ 5.478,00	R\$ 5.099,00	R\$ 33.385,00
Paraiso	R\$ 95.227,00	R\$ 6.884,00	R\$ 3.131,00	R\$ 1.988,00
Ruette	R\$ 127.806,00	R\$ 7.574,00	R\$ 14.806,00	R\$ 1.523,00
Sta Cruz	R\$ 270.162,00	R\$ 22.283,00	R\$ 33.121,00	R\$ 468,00
S Domingos	R\$ 144.681,00	R\$ 11.676,00	R\$ 9.440,00	R\$ 1.203,00
S José Estiva	R\$ 217.110,00	R\$ 5.700,00	R\$ 456,00	R\$ 45,00
S Manoel	R\$ 160.837,00	R\$ 6.784,00	R\$ 31.578,00	R\$ 4.553,00
S Martinho	R\$ 683.088,00	R\$ 38.484,00	R\$ 128.299,00	R\$ 1.228,00
Vale do Ivai	R\$ 122.135,00	R\$ 5.711,00	R\$ 11.017,00	R\$ 702,00
Vista Alegre	R\$ 73.194,00	R\$ 1.627,00	R\$ 3.186,00	R\$ 33,00

Fonte: Autores.

Por fim, procurou-se verificar se existia relação entre tamanho e desempenho socioambiental. Ou seja, buscou-se fazer uma comparação do desempenho socioambiental das maiores empresas com o das menores, em termos de receita líquida. Para isso, utilizou-se do teste de diferença de médias denominado Teste de Desigualdade de Chebyshev.

Este, segundo Kazmier (1982), é apropriado quando a amostra for pequena ( $n < 30$ ) e não se fizer a hipótese de que os dados sejam normalmente distribuídos. A forma da desigualdade de Chebyshev indica a probabilidade máxima de que a média da amostra esteja localizada a mais do que  $k$  unidades de erro padrão da média da população (KAZMIER, 1982).

Para usar essa desigualdade, conclui Kazmier, simplesmente determina-se a diferença entre as médias, em unidade de erro padrão, ou seja, divide-se esta diferença pelo valor do erro padrão. O inverso do quadrado deste valor é, então, comparado com o nível de significância pré-determinado para a análise. Caso o resultado seja maior que o nível de significância, aceita-se  $H_0$  (as médias são iguais). Caso seja menor, rejeita-se  $H_0$  e aceita-se, assim,  $H_1$  (as médias são diferentes).

Neste trabalho, tem-se o objetivo de verificar se a média dos índices das maiores empresas é igual ou diferente da das menores, ao nível de significância de 10%. Em caso de diferenças encontradas, pôde-se observar se existia alguma dominância de um grupo sobre o outro, em função do intervalo de confiança (IC) construído. Este foi construído somando-se e subtraindo-se da média o valor do produto de  $k$  (utilizando o nível de significância) pelo erro padrão. Se os valores estiverem dentro do IC, tem-se a igualdade ratificada.

## 4. Apresentação e Análise dos Resultados

Com base nas informações das usinas sob análise, montou-se o modelo de avaliação de eficiência para cada ano. Em todas as análises, utilizou-se o modelo CRS com orientação *output*. Para obter-se a eficiência de cada DMU, utilizou-se um software de DEA, apresentado por Meza *et al.* (2003), denominado Siad (Sistema Integrado de Apoio à Decisão).

O quadro 4 mostra os resultados obtidos na análise para cada ano. Além disso, analisaram-se os níveis ideais e as mudanças nos níveis de *outputs* nas usinas ineficientes, para que as mesmas se tornem eficientes. Cabe ressaltar que a análise é feita sob a ótica de melhorias/incremento dos *outputs*, conforme mostra os quadros 5, 6 e 7, para cada um dos três anos de análise.

Com base nos resultados do quadro 4, foi possível verificar, quanto ao desempenho, que apenas três das 19 usinas (Agrovale, Cocal e Guarani) foram eficientes no ano de 2004. Já em 2005, apenas a Agrovale, a Guarani, a Jalles Mac e a Mandu foram eficientes. E, por fim, em 2006, têm-se quatro unidades eficientes: Agrovale, Mandu, São Manoel e São Martinho. Numa consolidação dos três anos, percebe-se que apenas a Agrovale alcançou desempenho máximo. A Guarani, a

Jalles Mac e a São Martinho são exatamente as outras três melhores, depois das eficientes (com desempenho superior a 90%). Na verdade, estas usinas foram as que melhor combinaram os *input* (menor) e *outputs* (maiores). Assim, a primeira não precisa melhorar em nada seu desempenho, enquanto as outras três precisam de pequenas melhorias em seus indicadores para atingir eficiência de 100%.

**Quadro 4.** Desempenho socioambiental das usinas no período 2004-2006.

Usina	2004	2005	2006	Média	Ranking Sócio-Ambiental
Agrovale	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	1
Alvorada	57,02%	64,35%	85,15%	68,84%	11
Cerradinho	47,12%	73,67%	57,21%	59,33%	13
Cocal	100,00%	76,76%	88,32%	88,36%	5
Dedini	63,17%	30,13%	25,42%	39,57%	16
Della	24,52%	51,54%	3,09%	26,38%	18
Guarani	100,00%	100,00%	94,78%	98,26%	2
Iracema	76,67%	84,24%	90,51%	83,81%	7
Jalles Mac	87,32%	100,00%	99,14%	95,48%	3
Mandu	55,61%	100,00%	100,00%	85,20%	6
Paraíso	36,46%	35,06%	58,50%	43,34%	15
Ruette	70,98%	67,54%	76,90%	71,80%	10
Sta Cruz	59,70%	84,40%	90,26%	78,12%	9
S Domingos	55,58%	56,73%	69,36%	60,56%	12
S José Estiva	16,31%	17,89%	15,12%	16,44%	19
S Manoel	61,71%	80,49%	100,00%	80,73%	8
S Martinho	81,83%	93,19%	100,00%	91,67%	4
Vale do Ivai	48,74%	50,85%	59,60%	53,06%	14
Vista Alegre	69,50%	20,30%	28,19%	39,33%	17

Fonte: Autores.

Ainda no quadro 4, nota-se que, em geral, a São José Estiva apresenta índices de eficiência baixíssimos em todos os anos. Esta é exatamente a usina com menor desempenho socioambiental entre as analisadas. Esse resultado demonstra que, comparativamente com as outras empresas do setor, o nível de investimento que a usina tem na área socioambiental é insuficiente.

Na última coluna do quadro 4, tem-se um ranking consolidado para o período de análise, o qual aponta a posição relativa de cada usina no que diz respeito ao desempenho socioambiental. Apesar de a Agrovale ser a melhor empresa em termos socioambientais e ser apenas a 13ª em tamanho, percebe-se que, em média, o desempenho socioambiental das maiores usinas é superior ao das menores, ao nível de significância de 10%, pelo teste de desigualdade de Chebyshev, comparando o grupo das cinco maiores com o das cinco menores, em termos de receita líquida.

Da análise dos quadros 5, 6 e 7, percebe-se que as usinas de maior desempenho são aquelas que necessitam de menores transformações em seus *outputs*. Ou seja, usinas como a Agrovale, que é eficiente nos três anos e que, por isso, não tem necessidade de mudanças nos níveis de investimento socioambientais, e outras com bons desempenhos, como a Guarani (eficiente em dois dos três anos e a segunda maior em eficiência média no período), a Jalles Mac (terceira maior eficiência média no período) e a São Martinho (quarta maior eficiência), que precisam de pequenos ajustes em seus indicadores socioambientais, podem ser destacadas como as melhores em termos relativos.

Por outro lado, usinas como a São José Estiva, Delta e Vista Alegre, que apresentam índices de desempenho muito baixos, necessitam de grandes transformações para alcançarem um desempenho compatível com seu nível de receita.

Vale mencionar nesta análise usinas que já mudaram radicalmente seu desempenho socioambiental, melhorando consideravelmente sua atuação. Nesse sentido, destaca-se a Mandu e a São Manoel, que vêm crescendo em termos de desempenho socioambiental, obtendo, no caso da Mandu, eficiência nos dois últimos anos e, no caso da São Manoel, um crescimento que culminou num desempenho de 100% em 2006. É importante perceber a melhoria relativa dessas empresas, que, apesar de aumentarem sua capacidade de investimento (receita), elevaram ainda mais o impacto de suas ações socioambientais.

**Quadro 5.** Outputs ideais e necessidades de mudança em 2004.

2004	Alvos de Melhoria			% de mudança		
	ISI	ISE	IMA	ISI	ISE	IMA
Agrovale	R\$ 18.269,00	R\$ 426,00	R\$ 73,00	0,00%	0,00%	0,00%
Alvorada	R\$ 8.900,32	R\$ 12.188,62	R\$ 982,45	75,38%	75,38%	200,44%
Cerradinho	R\$ 12.803,52	R\$ 34.301,88	R\$ 2.738,49	112,22%	112,22%	1842,19%
Cocal	R\$ 13.216,00	R\$ 9.979,00	R\$ 15.000,00	0,00%	0,00%	0,00%
Dedini	R\$ 10.420,70	R\$ 32.378,22	R\$ 2.581,33	121,58%	58,30%	5168,02%
Della	R\$ 4.098,77	R\$ 10.518,12	R\$ 840,09	307,84%	307,84%	740,09%
Guarani	R\$ 23.491,00	R\$ 72.989,00	R\$ 5.819,00	0,00%	0,00%	0,00%
Iracema	R\$ 18.844,24	R\$ 30.169,30	R\$ 2.424,89	30,43%	30,43%	606,97%
Jalles Mac	R\$ 12.195,76	R\$ 17.317,31	R\$ 1.394,87	14,52%	14,52%	263,25%
Mandu	R\$ 12.074,52	R\$ 9.117,10	R\$ 13.704,43	315,22%	87,52%	79,82%
Paraiso	R\$ 9.715,84	R\$ 334,54	R\$ 205,73	174,30%	193,46%	174,30%
Ruette	R\$ 5.331,20	R\$ 11.264,00	R\$ 1.865,36	40,89%	40,89%	40,89%
Sta Cruz	R\$ 24.321,35	R\$ 22.790,27	R\$ 1.853,51	67,51%	67,51%	1959,46%
S Domingos	R\$ 14.140,76	R\$ 16.065,78	R\$ 3.646,73	79,91%	79,91%	79,91%
S José Estiva	R\$ 27.976,66	R\$ 652,37	R\$ 111,79	512,99%	4249,10%	759,93%
S Manoel	R\$ 7.544,35	R\$ 22.557,24	R\$ 2.202,25	64,01%	62,05%	62,05%
S Martinho	R\$ 47.882,61	R\$ 61.315,10	R\$ 4.948,91	22,20%	22,20%	215,62%
Vale do Ivaí	R\$ 8.588,62	R\$ 11.138,95	R\$ 2.903,22	105,17%	105,17%	105,17%
Vista Alegre	R\$ 3.761,34	R\$ 4.593,04	R\$ 1.438,92	43,89%	43,89%	43,89%

Fonte: Autores.

**Quadro 6.** Outputs ideais e necessidades de mudança em 2005.

2005	Alvos de Melhoria			% de mudança		
	ISI	ISE	IMA	ISI	ISE	IMA
Agrovale	R\$ 19.624,00	R\$ 890,00	R\$ 192,00	0,00%	0,00%	0,00%
Alvorada	R\$ 9.724,04	R\$ 9.624,57	R\$ 1.254,16	55,41%	55,41%	55,41%
Cerradinho	R\$ 13.689,57	R\$ 44.985,80	R\$ 4.186,99	81,17%	35,74%	11216,18%
Cocal	R\$ 7.189,27	R\$ 21.270,81	R\$ 17.457,51	183,94%	30,28%	30,28%
Dedini	R\$ 26.781,18	R\$ 1.217,27	R\$ 292,11	231,94%	488,05%	231,94%
Della	R\$ 3.685,00	R\$ 12.109,43	R\$ 1.127,07	133,67%	94,03%	651,38%
Guarani	R\$ 22.367,00	R\$ 73.501,00	R\$ 6.841,00	0,00%	0,00%	0,00%
Iracema	R\$ 18.924,76	R\$ 29.406,86	R\$ 1.084,88	18,71%	18,71%	1018,43%
Jalles Mac	R\$ 11.603,00	R\$ 17.715,00	R\$ 620,00	0,00%	0,00%	0,00%
Mandu	R\$ 3.320,00	R\$ 4.135,00	R\$ 44.929,00	0,00%	0,00%	0,00%
Paraíso	R\$ 13.763,15	R\$ 656,79	R\$ 501,93	185,19%	349,86%	185,19%
Ruette	R\$ 7.769,18	R\$ 12.993,06	R\$ 947,64	48,07%	48,07%	48,07%
Sta Cruz	R\$ 23.077,07	R\$ 21.928,96	R\$ 841,09	18,48%	18,48%	625,08%
S Domingos	R\$ 17.959,81	R\$ 11.795,16	R\$ 1.410,27	76,28%	76,28%	76,28%
S José Estiva	R\$ 28.016,47	R\$ 1.270,62	R\$ 274,11	458,99%	548,28%	568,56%
S Manoel	R\$ 6.619,16	R\$ 20.657,55	R\$ 6.491,20	24,23%	24,23%	24,23%
S Martinho	R\$ 36.565,10	R\$ 81.778,38	R\$ 5.677,21	7,31%	7,31%	242,21%
Vale do Ivai	R\$ 8.807,98	R\$ 11.376,23	R\$ 711,87	96,65%	96,65%	96,65%
Vista Alegre	R\$ 5.945,43	R\$ 5.492,25	R\$ 212,06	392,58%	392,58%	1313,71%

Fonte: Autores.

**Quadro 7.** Outputs ideais e necessidades de mudança em 2006.

2006	Alvos de Melhoria			% de mudança		
	ISI	ISE	IMA	ISI	ISE	IMA
Agrovale	R\$ 20.930,00	R\$ 884,00	R\$ 214,00	0,00%	0,00%	0,00%
Alvorada	R\$ 10.090,77	R\$ 15.515,50	R\$ 1.182,66	17,44%	17,44%	17,44%
Cerradinho	R\$ 18.806,97	R\$ 87.542,23	R\$ 12.622,07	106,10%	74,81%	3367,60%
Cocal	R\$ 11.909,65	R\$ 47.708,73	R\$ 19.247,43	364,13%	13,22%	13,22%
Dedini	R\$ 33.719,21	R\$ 1.562,23	R\$ 1.290,09	293,32%	955,56%	293,32%
Della	R\$ 10.909,23	R\$ 1.404,22	R\$ 6.571,44	3137,16%	70110,85%	3137,16%
Guarani	R\$ 31.775,39	R\$ 125.430,39	R\$ 10.448,72	5,50%	5,50%	59,89%
Iracema	R\$ 21.110,46	R\$ 33.268,28	R\$ 2.220,76	10,49%	10,49%	10,49%
Jalles Mac	R\$ 15.912,29	R\$ 22.667,57	R\$ 609,26	0,87%	0,87%	0,87%
Mandu	R\$ 5.478,00	R\$ 5.099,00	R\$ 33.385,00	0,00%	0,00%	0,00%
Paraíso	R\$ 11.767,79	R\$ 5.352,26	R\$ 3.398,37	70,94%	70,94%	70,94%
Ruette	R\$ 9.849,37	R\$ 19.254,00	R\$ 1.980,54	30,04%	30,04%	30,04%
Sta Cruz	R\$ 24.686,84	R\$ 36.694,02	R\$ 518,49	10,79%	10,79%	10,79%
S Domingos	R\$ 16.833,45	R\$ 13.609,78	R\$ 1.734,38	44,17%	44,17%	44,17%
S José Estiva	R\$ 37.703,62	R\$ 3.016,29	R\$ 394,88	561,47%	561,47%	777,52%
S Manoel	R\$ 6.784,00	R\$ 31.578,00	R\$ 4.553,00	0,00%	0,00%	0,00%
S Martinho	R\$ 38.484,00	R\$ 128.299,00	R\$ 1.228,00	0,00%	0,00%	0,00%
Vale do Ivai	R\$ 9.582,02	R\$ 18.484,52	R\$ 1.177,83	67,78%	67,78%	67,78%
Vista Alegre	R\$ 5.772,29	R\$ 11.303,33	R\$ 131,88	254,78%	254,78%	299,63%

Fonte: Autores.

Uma outra análise interessante gerada pelo uso da DEA é a de *benchmarking*. Pôde-se perceber que a Agrovale é a usina que mais aparece como *benchmark* para as outras em todas as análises. Isso se dá pelo fato de ser uma usina de destaque, em termos de desempenho multicriterial, em relação às variáveis estudadas no período.

Por último, procederam-se duas análises sobre os resultados de cada ano em relação às variáveis de *output*. A primeira foi dos pesos atribuídos aos vetores de desempenho, para saber com base em pesos iguais a zero as variáveis que estavam sendo “desprezadas” na análise de desempenho. Em linhas gerais, quando uma variável tem peso ( $u$  ou  $v$ ) igual a zero, isso representa que estas variáveis são naturalmente problemáticas na obtenção dos índices de eficiência. Como a modelagem procura os melhores índices de desempenho, dadas as características de *inputs* e *outputs*, para cada DMU, esta atribui zero a toda variável que possa atrapalhar o objetivo de maximizar a eficiência. A segunda diz respeito a uma análise da necessidade média de melhoria nas variáveis. Para isso, observou-se o quanto cada variável *output* precisava melhorar na média em cada DMU não eficiente, de modo a torná-la eficiente.

Destas duas análises, pôde-se identificar, então, que o investimento ambiental era a variável *output* problemática, ou seja, a que mais aparecia com peso zero e a que mais necessitava de incremento para chegar ao valor de referência.

Por fim, no quadro 8, tem-se uma visão geral do setor sob duas perspectivas: a situação atual em termos socioambientais e a situação gerada pelos indicadores propostos pela análise conduzida neste trabalho. Pela análise do quadro 8, nota-se o grau de melhoria no aumento da média e da mediana de investimentos sociais internos e externos e ambientais. Além disso, o grau de dispersão relativo (DP/Média) diminuiu, mostrando que as usinas passam a ter um comportamento mais coeso. Em relação ao ISI médio, percebe-se uma melhoria em termos gerais de pouco mais de 50% em cada um dos três anos. Já o ISE tem melhorias propostas na ordem de 35% para 2004 e de cerca de 20% para 2005 e 2006. Por fim, o nível de investimento ambiental aumentaria em torno de 70% em 2004 e aproximadamente 30% nos dois anos seguintes.

As informações contidas nos quadros de 5 a 8 poderiam até ser utilizadas na formulação de políticas públicas que tivessem como foco regular a ação socioambiental das empresas do setor. A partir dos aspectos de melhorias traçados pela análise de *benchmarking* entre as empresas eficientes e não eficientes, poder-se-ia planejar níveis ótimos de ação socioambiental nas perspectivas ambiental e social interna e externa. Com isso, haveria garantia de que todo o setor estaria num mesmo nível de contribuição para as questões sociais e ambientais, ou seja, num mesmo patamar de eficiência socioambiental, considerando o nível de atividade da empresa – através de sua receita – e os níveis de investimentos socioambientais.

Quadro 8. Situação geral do setor: atual x proposto.

		ATUAL						PROPOSTO					
		2004			2005			2004			2005		
		Parâmetros	ISI	ISE	IMA	Parâmetros	ISI	ISE	IMA	Parâmetros	ISI	ISE	IMA
Média	R\$	9.718,37	R\$	14.527,84	R\$	2.038,32	R\$	14.925,08	R\$	20.005,04	R\$	3.407,10	
DP	R\$	9.127,00	R\$	17.798,10	R\$	3.638,92	DP	R\$	10.209,88	R\$	19.083,12	R\$	4.038,55
Mediana	R\$	5.075,00	R\$	8.930,00	R\$	384,00	Mediana	R\$	12.195,76	R\$	12.188,62	R\$	2.202,25
Maior	R\$	39.183,00	R\$	72.989,00	R\$	15.000,00	Maior	R\$	47.982,61	R\$	72.989,00	R\$	15.000,00
Menor	R\$	1.005,00	R\$	15,00	R\$	13,00	Menor	R\$	3.761,34	R\$	334,54	R\$	73,00
		2005			2006			2005			2006		
Parâmetros	ISI	ISE	IMA	Parâmetros	ISI	ISE	IMA	Parâmetros	ISI	ISE	IMA	Parâmetros	ISI
Média	R\$	9.930,74	R\$	16.693,32	R\$	4.010,26	R\$	15.022,69	R\$	20.147,62	R\$	5.002,74	R\$
DP	R\$	8.434,51	R\$	21.858,90	R\$	10.187,21	DP	R\$	9.029,94	R\$	22.557,62	R\$	10.248,38
Mediana	R\$	6.257,00	R\$	6.691,00	R\$	362,00	Mediana	R\$	13.689,57	R\$	12.109,43	R\$	1.084,88
Maior	R\$	34.074,00	R\$	76.207,00	R\$	44.929,00	Maior	R\$	36.565,10	R\$	81.778,38	R\$	44.929,00
Menor	R\$	1.207,00	R\$	146,00	R\$	15,00	Menor	R\$	3.320,00	R\$	656,79	R\$	192,00
Parâmetros	ISI	ISE	IMA	Parâmetros	ISI	ISE	IMA	Parâmetros	ISI	ISE	IMA	Parâmetros	ISI
Média	R\$	11.964,42	R\$	27.266,63	R\$	3.862,79	R\$	18.005,55	R\$	32.035,44	R\$	5.416,25	R\$
DP	R\$	9.838,13	R\$	36.208,19	R\$	7.944,48	DP	R\$	10.443,34	R\$	38.342,87	R\$	8.240,71
Mediana	R\$	8.573,00	R\$	13.211,00	R\$	1.007,00	Mediana	R\$	15.912,29	R\$	18.484,52	R\$	1.734,38
Maior	R\$	38.484,00	R\$	128.299,00	R\$	33.385,00	Maior	R\$	38.484,00	R\$	128.299,00	R\$	33.385,00
Menor	R\$	337,00	R\$	2,00	R\$	33,00	Menor	R\$	5.478,00	R\$	884,00	R\$	131,88

Fonte: Autores.

## 5. Conclusões

Procurou-se analisar, neste trabalho, o desempenho socioambiental de usinas processadoras de cana-de-açúcar no Brasil, no período de 2004 a 2006. Os resultados mostram que as melhores usinas – Agrovale, Guarani, Jalles Mac e São Martinho – são exatamente aquelas que mais investem na área socioambiental.

Ao mesmo tempo, nota-se que várias usinas precisam melhorar bastante, como é o caso da São José Estiva, da Delta e da Vista Alegre, que obtiveram os menores índices de desempenho socioambiental. Porém, as usinas com maiores eficiências necessitam de pequenas alterações em seus indicadores socioambientais para atingirem a performance máxima. Além disso, observou-se que as melhores empresas em termos de desempenho também eram, em média, as maiores. Ou seja, as empresas maiores tinham desempenhos socioambientais estatisticamente superiores.

Em relação aos indicadores socioambientais, observa-se que os investimentos ambientais são aqueles que precisam de maiores incrementos na amostra analisada. Isso demonstra que existe a possibilidade de melhorias de atuação das usinas neste item. Esse resultado surpreende, visto que, nesta atividade, talvez fosse plausível esperar que os investimentos ambientais fossem mais importantes.

De modo geral, nota-se que a resposta mais importante desta metodologia é 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 o processo decisório, pois, em vez de considerar vários índices para concluir a respeito do desempenho socioambiental da empresa ou da unidade sob análise, utiliza-se apenas da medida de eficiência da DEA. Além disso, existem outras informações oriundas desta metodologia que podem ser utilizadas para auxiliar a empresa na busca pela excelência socioambiental.

Os resultados deste estudo propõem uma nova percepção sobre o desempenho socioambiental de empresas, que não se encontra disponível aos gestores e ao mercado em geral através dos métodos tradicionais de análise dos balanços sociais.

Ou seja, a partir de informações que não estariam disponíveis pelas técnicas convencionais, os resultados da análise envoltória de dados podem proporcionar melhores condições de análise da eficiência da empresa frente à sociedade. Além disso, a DEA mune a administração das empresas de informações adicionais sobre os maiores determinantes de eficiência ou ineficiência, partindo-se de variáveis pré-selecionadas, pois oferece uma análise de *benchmarking*, com a qual o gestor pode avaliar as alterações necessárias para que a organização possa se tornar eficiente em termos de competitividade socioambiental.

Por fim, este assunto não se encontra encerrado, pois ainda há muito a ser explorado desta metodologia na análise e avaliação do desempenho socioambiental de empresas, que é uma área ainda nos primórdios de sua construção.

## 6. Referências Bibliográficas

ABREU, M. C. S.; SOARES, F. A.; CASTRO JÚNIOR, O. V. Efeito da conduta social sobre a performance econômica dentro do modelo ECP Triplo: evidências na indústria têxtil brasileira. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 9, 2006. *Anais do IX SIMPOI*. São Paulo: FGV/EAESP, 2006. 1 CD.

ASHLEY, P. A. *Ética e responsabilidade social nos negócios*. São Paulo: Saraiva, 2002.

BERNARDO, D. C. R.; PESSANHA, G. R. G.; SILVA, S. S.; AVILA, R. C. Investimentos em responsabilidade social empresarial criam valor para as empresas? Um estudo das companhias de capital aberto no Brasil. In: SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO, 9, 2006, São Paulo. *Anais do IX Semead*. São Paulo: FEA/USP, 2006, 1 CD.

BERTAGNOLLI, D. D. O.; OTT, E.; DAMACENA, C. Estudo sobre a influência dos investimentos sociais e ambientais no desempenho econômico das empresas. In: CONGRESSO USP DE CONTROLADORIA E CONTABILIDADE, 6, 2006. São Paulo. *Anais do VI Congresso USP de Controladoria e Contabilidade*. São Paulo: FEA/USP, 2006. 1 CD.

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.

DIAS, L. N. S.; SIQUEIRA, J. R. M. Análise da evolução qualitativa dos balanços sociais da Petrobras no período de 2000 a 2004. In: CONGRESSO USP DE CONTROLADORIA E CONTABILIDADE, 6, 2006, São Paulo. *Anais do VI Congresso USP de Controladoria e Contabilidade*. São Paulo: FEA/USP, 2006. 1 CD.

DONNELLY Jr., J. H.; GIBSON, J. L.; IVANCEVICH, J. M. *Fundamentos de Dirección y Administración de Empresas*. México: Irwin, 1995.

DRUCKER, P. *A Administração*. São Paulo: Nobel, 2001.

FREEMAN, R. E. The politics of stakeholders theory: some future directions. *Business Ethics Quarterly*. v. 4, n. 4, p. 409-422, 1994.

FRIEDMAN, M. The social responsibility of business is increase its profits. *New York Times Magazine*. n. 33, p. 122-126, set 1970.

FRIEDMAN, M. *Capitalismo e Liberdade*. São Paulo: Abril Cultural, 1984.

INSTITUTO ETHOS DE EMPRESAS E RESPONSABILIDADE SOCIAL. *Responsabilidade social empresarial nos processos gerenciais e nas cadeias de valor*. São Paulo: Ethos, 2006.

KAZMIER, L. J. *Estatística Aplicada à Economia e Administração*. São Paulo: McGraw-Hill, 1982.

LEA, D. Corporate and public responsibility, stakeholder theory and the developing world. *Business Ethics: A European Review*. v.8, n.3, p.151-162, 1999.

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.

MACEDO, M. A. S.; CÍPOLA, F. C. Social and environmental performance analysis: using DEA in the case study of six major siderurgical companies in Brazil. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 10, 2007. *Anais do X SIMPOI*. Rio de Janeiro: FGV/EAESP, 2007. 1 CD.

MACEDO, M. A. S.; SOUSA, A. C.; SOUSA, A. C. C.; CÍPOLA, F. C. Desempenho de empresas socialmente responsáveis: uma análise por índices contábil-financeiros. *Revista Produção Online*, ed. Especial, p. 1-22, dez 2007.

MACHADO, R. T. M.; BERNARDO, D. C. R.; PEREIRA, N. C.; PESSANHA, G. R. G. Investimentos ambientais e sociais externos: um estudo comparativo das companhias de capital aberto no Brasil. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 30, 2006, Salvador. *Anais do XXX EnANPAD*. Salvador: ANPAD, 2006, 1 CD.

MELO NETO, F. P.; FROES, C. Q. *Responsabilidade Social e Cidadania Empresarial: a administração do terceiro setor*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

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.

MILANI FILHO, M. A. F. Responsabilidade social e investimento social privado: entre o discurso e a evidenciação. In: CONGRESSO USP DE CONTROLADORIA E CONTABILIDADE, 7, 2007, São Paulo. *Anais do VII Congresso USP de Controladoria e Contabilidade*. São Paulo: FEA/USP, 2007. 1 CD.

PARENTE, J.; GELMAN, J. J. *Varejo e responsabilidade social, visão estratégica e práticas no Brasil*. Porto Alegre: Bookman, 2006.

PARENTE, J.; TEREPINS, F. M. Responsabilidade Social Empresarial do Varejo no Brasil: um estudo multicase em empresas de grande porte. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 9, 2006, São Paulo. *Anais do IX SIMPOI*. São Paulo: FGV/EAESP, 2006. 1 CD.

PENA, R. P. M.; COELHO, H. M. Q.; CARVALHO NETO, A. M.; TEODOSIO, A. S.; DIAS, A. S.; FERNANDES, T. Responsabilidade social empresarial e estratégia: um estudo sobre a gestão do público interno em empresas signatárias do Global Compact. In: ENCONTRO DE ESTUDOS EM ESTRATÉGIA, 2, 2005. *Anais do II 3 E's*. Rio de Janeiro: ANPAD, 2005.

PUPPIM, J. A. O. Uma avaliação dos balanços sociais das 500 maiores. *RAE Eletrônica*. v. 4, n. 1, 2005. Disponível em <[www.rae.com.br/eletronica](http://www.rae.com.br/eletronica)> Acesso em 10 Jan 2007.

REZENDE, I. A. C.; SANTOS, L. S. R. Análise da Rentabilidade e Performance dos Investimentos Socialmente Responsáveis: um estudo empírico no mercado brasileiro. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 30, 2006, Salvador. *Anais do XXX EnANPAD*. Salvador: ANPAD, 2006. 1 CD.

TENORIO, F. G. *Responsabilidade Social Empresarial: teoria e prática*. Rio de Janeiro: FGV, 2004.

VELLANI, C. L.; RIBEIRÃO, M. S. A Sustentabilidade e a Contabilidade. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 9, 2006, São Paulo. *Anais do IX SIMPOI*. São Paulo: FGV/EAESP, 2006. 1 CD.

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