

CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DE SÃO PAULO: eficiência econômica das regionais novas e tradicionais de produção¹

Sérgio Alves Torquato²
Renata Martins³
Soraia de Fátima Ramos⁴

1 - INTRODUÇÃO

A produção e as exportações ligadas à cana-de-açúcar ocupam posição de destaque na economia brasileira desde o período colonial. Inicialmente, esteve fortemente ligada ao sistema agroexportador com o açúcar produzido pelos antigos engenhos. Em seguida, o processo produtivo passa a ocorrer em novas bases tecnológicas com a produção realizada nas usinas. Na década de 1970, e como resposta à crise internacional do petróleo, foi criado o PRÓÁLCOOL. Nesse período, a prioridade passa a ser a produção de álcool para o abastecimento do mercado interno. Ainda nessa década, com a queda nos preços dos barris de petróleo, o açúcar volta a ser o principal destaque nas relações comerciais do Brasil por vários anos.

A partir de meados de 2003, com a adoção da tecnologia *flex-fuel*, e as perspectivas de aumento nas exportações de etanol, o álcool tem um papel central e é considerado como um forte componente nas estratégias de ampliação e consolidação do setor sucroalcooleiro no País. Recentemente, e em razão das preocupações econômicas e de ordem ambiental, crescem as ações em favor da produção de combustíveis alternativos aos derivados do petróleo. Para atender as recentes exigências no comércio internacional, a cadeia de produção de cana-de-açúcar brasileira se volta à produção de etanol.

O modelo de produção canavieiro adotado, até então no país, desprezava e/ou não considerava como fator de grande importância o

meio ambiente como parte do processo produtivo. A partir da pressão da sociedade e das novas percepções mundiais sobre os problemas climáticos, que começaram a fazer parte da agenda dos países desenvolvidos, iniciou-se uma corrida em busca de alternativas de energias renováveis, pressionando as mudanças no modelo de produção da cana-de-açúcar para se adequar às exigências ambientais impostas pela nova realidade. Dessa forma, o processo produtivo sofre novas modernizações como, por exemplo, com a expansão da mecanização da colheita e do plantio realizados pelas usinas.

Nos últimos anos, alguns fatores favoreceram a expansão da produção de cana por todo o território brasileiro. A ocupação de novas regiões pelo setor sucroalcooleiro vai ao encontro do aumento da demanda, atrelada às questões ambientais em pauta e às perspectivas positivas em relação ao aumento no consumo mundial do etanol como aditivo a gasolina - atrelados a elevação da cotação do barril de petróleo, como o verificado entre os anos de 2006 e julho de 2008.

Atualmente, a produção de cana-de-açúcar se expande de forma expressiva nas Regiões Sudeste, Centro-Oeste e parte do Sul do País. Contudo, o Estado de São Paulo responde sozinho por cerca 60% da produção brasileira de cana-de-açúcar. Desde os anos 1950, São Paulo vai, gradativamente, tornar-se o principal produtor de cana-de-açúcar do Brasil. Década após década, a produção de cana expande-se por todo o território paulista, chegando a ocupar na safra 2008/09 cerca de 24% da área de uso agrícola do Estado. Hoje, a cadeia de produção de cana-de-açúcar afirma-se como um dos principais setores do agronegócio paulista, incorporando áreas de outras lavouras e, principalmente, de pastagens (CAMARGO et al., 2008).

O setor sucroalcooleiro passa por fortes transformações e a adequação à realidade colocada por essa nova dinâmica de mercado é

¹Registrado no CCTC, IE-35/2009.

²Economista, Mestre, Pesquisador Científico do Instituto de Economia Agrícola (e-mail: storquato@iea.sp.gov.br).

³Administradora de Empresas, Pesquisadora Científica do Instituto de Economia Agrícola (e-mail: renata@iea.sp.gov.br).

⁴Geógrafa, Mestre, Pesquisadora Científica do Instituto de Economia Agrícola (e-mail: soraia@iea.sp.gov.br).

um imperativo que acirra ainda mais a competição interna. A entrada de novos grupos econômicos e a introdução de modernos sistemas de produção corresponde a maior eficiência produtiva, e que tem em vista a melhor gestão dos custos e as adequações técnicas e tecnológicas visando uma maior sustentabilidade ambiental e econômica.

Nas últimas décadas, a acelerada expansão da produção de cana em São Paulo vem provocando a concorrência entre as antigas e as novas regiões produtoras. A expansão da área e da quantidade produzida ocorreu, sobretudo, a oeste do Estado, como em Presidente Prudente, Dracena, Andradina e São José do Rio Preto que passaram a concorrer com as tradicionais regiões canavieiras de Ribeirão Preto e Piracicaba (SA-CHS; MARTINS, 2007).

As necessidades de adequações ao novo modelo de produção são fortemente influenciadas pela adoção de novas tecnologias que sejam poupadoras e/ou mitigadoras de externalidades negativas ao meio ambiente. As unidades produtivas devem buscar a eficiência no uso dos insumos empregados na produção. Partindo dessa hipótese, pode-se indagar qual seria o modelo de produção que responda as exigências sócio-ambientais e que seja economicamente viável.

A eficiência das unidades produtivas deve levar em conta os vários fatores: de ordem econômica, social e ambiental. É preciso considerar, por exemplo, o fato de que um avanço da área com produção de cana-de-açúcar, estimulado pela competitividade brasileira na produção de álcool e açúcar, poderia provocar uma pressão em regiões sensíveis ambiental e socialmente. Todavia, neste trabalho é abordada somente a dimensão econômica para a análise comparativa da eficiência entre as regiões produtoras de cana em São Paulo.

2 - METODOLOGIA

Para análise da eficiência econômica das lavouras de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, foram reunidos e consolidados dados e informações, de acordo com a sua disponibilidade e representativas de algumas variáveis econômicas relacionadas à atividade agrícola, em especial, a área plantada, o custo de produção, os preços de arrendamento de terras e o valor da

produção. Particularmente, se consideraram os anos de 2006 e 2007, entendidos como anos representativos de safras que, de certa forma, apontam a acomodação da atividade sucroalcooleira paulista em um momento de euforia e de revisão das projeções que podem resultar no ajustamento das bases produtivas. Nesse sentido optou-se por agrupar as informações com base nas regionais agrícolas (EDRs) e selecionar as que apresentam área plantada superior a 10 mil hectares, tendo em vista a dinâmica da indústria processadora de cana-de-açúcar pautada em uma escala industrial demandante de volumes consideráveis de matéria-prima.

A coleta de dados baseou-se nas informações disponibilizadas no banco de dados do Instituto de Economia Agrícola (IEA, 2009), onde foram reunidas as séries de área plantada, o volume de produção, preços de arrendamento de terras e do valor da produção⁵.

Além dessas variáveis, foram tratadas informações referentes aos custos de produção. Para tanto, foi necessária a aproximação de valores considerando várias fontes, como cooperativas e associações⁶, isso porque as condições de plantio, de solo, de tratos culturais e forma de produção não são uniformes em todas as regiões produtoras, além da tecnologia de produção atual permitir uma média de 4 a 6 cortes para o mesmo plantio. Soma-se a isso a falta de informações e dados que possibilitem estimar as áreas colhidas e a produção alcançada em cada corte. Diante da restrita disponibilidade de informações optou-se por um valor único representativo do custo de produção atribuído a todas as regionais agrícolas.

Para o tratamento dos dados foi utilizada a abordagem por Análise de Envoltória de Dados ou Encapsulamento de Dados (Data Envelopment Analysis - DEA), um método de construção de fronteiras de produção desenvolvido por Charnes et al. (1978), com o objetivo de determinar a eficiência de unidades de produção ou unidades tomadoras de decisão (Decision Making Unit - DMUs), a partir da programação linear incorporando diversos insumos (*inputs*) e produtos (*outputs*). A construção das fronteiras de produção é realizada sem necessidade de especifica-

⁵Calculado a partir dos preços médios recebidos pelos produtores e do total da produção para cada EDR.

⁶Copercana, Canaoeste e Associação dos Produtores de Cana-de-açúcar da Região de Piracicaba.

ção da tecnologia de produção e a eficiência de uma determinada DMU é medida em relação a todas as outras unidades, com a restrição simples de que todas elas se encontram abaixo da fronteira eficiente ou, no máximo, sobre ela (SEIFORD; THRALL, 1990). A eficiência é obtida pela distância de cada ponto até a fronteira (VICENTE; MARTINS, 2006), comparada com outras DMUs que realizam tarefas similares e se diferenciam nas quantidades de *inputs* que consomem e de *outputs* que produzem (MELLO et al., 2003).

Trata-se, mais especificamente, de uma metodologia de programação linear que utiliza dados de quantidades de produto e de insumos na construção de uma superfície linear compreensível. A superfície de fronteira é obtida pela resolução de uma seqüência de problemas de programação linear, um para cada observação (DMU) da amostra (RAO; COELLI, 1999).

O método DEA oferece análises insumo-produto, conhecido na literatura como modelo CCR⁷, ou modelo BCC para produto-insumo. O modelo CCR (CRS) foi formulado para comparar a eficiência de DMUs com múltiplos *inputs* e *outputs*, construindo uma superfície linear por partes, não paramétrica, sobre os dados. Define a eficiência relativa como a razão entre a soma ponderada das saídas (*output* virtual) e a soma ponderada das entradas (*input* virtual), em que os valores das eficiências medidas para cada DMU devem estar entre 0 e 1, permitindo que cada DMU escolha os pesos para cada variável (entrada ou saída), de modo a maximizar o valor de sua eficiência. Dessa forma, cada DMU pode ter um conjunto de pesos diferente. Através desses pesos obtém-se um índice de eficiência relativo, isto é, baseado na comparação da utilização de recursos e da produção de insumos das outras unidades do estudo (FONSECA, 2005).

Devido à benevolência característica de modelos DEA, é freqüente a ocorrência de empates para as unidades 100% eficientes, ocorrendo baixa discriminação entre as DMUs. Nesses casos procedeu-se ao cálculo de fronteiras invertidas, efetuando uma troca dos insumos com o produto do modelo original, formando-se fronteiras a partir das DMUs com os piores desem-

penhos (ótica pessimista). Os índices de eficiência foram então obtidos a partir de médias aritméticas entre os resultados das fronteiras padrão e invertida, conforme Mello et al. (2003).

Para o modelo BCC⁸ considera retornos variáveis de escala, ou seja, substitui o axioma da proporcionalidade entre *inputs* e *outputs* pelo axioma da convexidade. O modelo BCC determina uma fronteira que considera retornos crescentes ou decrescentes de escala na fronteira eficiente, o que permite a cada DMU operar com baixos valores de *inputs* tenham retornos crescentes de escala, enquanto as que operam com altos valores tenham retornos decrescente de escala (FONSECA, 2005)

Neste estudo optou-se, especificamente, pelo modelo CCR orientado por dois insumos e para cada produto. Dessa forma foram estabelecidos dois modelos CCR considerando como insumos o custo de produção e os preços de arrendamentos de terras, calculados com base na área de cana-de-açúcar colhida e como produto o valor da produção. Todas as variáveis foram mensuradas para cada uma das regionais agrícolas que representam as DMUs dos modelos⁹.

No primeiro modelo CCR foram trabalhadas 31 DMUs, com as condições de cálculo dos insumos e produtos descritas acima, para os anos 2006 e 2007 e, posteriormente, a soma dos dois anos. O outro modelo procurou separar as regionais agrícolas "tradicionais"¹⁰ na produção de cana-de-açúcar das então visualizadas como representativas da expansão da atividade no Estado de São Paulo, consideradas aqui como "novas"¹¹. Assim no primeiro momento foram reunidas 14 regionais agrícolas ou DMUs e posteriormente 17 DMUs, mantendo os mesmos parâmetros para cálculo das variáveis utilizadas.

⁸Sigla com os nomes iniciais de Banker, Charnes e Cooper, conhecido também como VRS - Variable Returns to Scale (LIMA, 2006).

⁹Para tratar as informações foi utilizado o Sistema Integrado de Apoio à Decisão V2.0, formulado por Meza et al. (2003) a partir da abordagem DEA.

¹⁰EDRs de Araraquara, Bauru, Botucatu, Bragança Paulista, Campinas, Catanduva, Jaboticabal, Jaú, Limeira, Lins, Mogi-Mirim, Piracicaba, Ribeirão Preto e São João da Boa Vista.

¹¹EDRs de Andradina, Araçatuba, Assis, Avaré, Barretos, Dracena, Fernandópolis, General Salgado, Itapetininga, Orlândia, Ourinhos, Presidente Prudente, Presidente Venceslau, Tupã, Votuporanga e São José do Rio Preto.

⁷Sigla com os nomes iniciais de Charnes, Cooper e Rhodes, porém também é chamado de CRS - Constant Returns Scale (LIMA, 2006).

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir são apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir do primeiro modelo proposto que se baseou no cálculo das fronteiras de eficiência considerando 31 regionais agrícolas, dois insumos (custo de produção e arrendamento de terras) e um produto representado pelo valor da produção de uma das DMUs.

Para o ano de 2006 os resultados apontam a fronteira padrão (insumo-produto) de eficiência traçada pela regional de Dracena com 1,00, seguida das regionais de General Salgado (0,98), Mogi-Mirim (0,96), São José do Rio Preto (0,95) e Barretos e Campinas (0,93). Na faixa entre 0,92 e 0,90 estão as DMUs de Votuporanga, Jaboticabal, São João da Boa Vista, Presidente Prudente, Orlândia e Araçatuba. No cálculo da fronteira invertida (produto-insumo) ocorre empate entre Bragança Paulista, Jaboticabal, Catanduva e Presidente Venceslau (Tabela 1).

A regional agrícola de Araraquara, para o ano de 2007, mostra-se eficiente tanto na fronteira padrão quanto na invertida, embora divida a fronteira padrão com Dracena, seguida de Votuporanga, Jaboticabal e Avaré, que apresentam índices entre 0,99 e 0,94, e são seguidas pelos EDRs com 0,92 como Barretos e Bauru. Já na fronteira invertida, além de Araraquara, as regionais de Bragança Paulista, Catanduva, Lins, Orândia e Ribeirão Preto mostram-se eficientes.

Na soma dos dois anos, Dracena fica na fronteira com 1,00, Votuporanga com 0,92, seguida de General Salgado (0,89) e Avaré (0,88) e de Botucatu, Campinas e Presidente Prudente com 0,87.

Ao se considerar os resultados, quando da análise dos anos em separado, nota-se que as regionais agrícolas de Dracena e Araraquara se destacam na fronteira de eficiência e que as demais regionais não se mostram muito distantes da fronteira. Em 2006, 37% delas estão no intervalo entre 0,90 e 0,99 e 57% entre 0,80 e 0,89; em 2007, as regionais com resultados abaixo de 0,80 representam 14% do total. Essa dinâmica não se repete na análise conjunta dos dois anos, quando a DMU mais próxima da fronteira de eficiência é Votuporanga com 0,92, e o restante fica abaixo de 0,90, sendo que 17% do total de regionais apresentam resultados abaixo de 0,80 (Tabela 1).

A tabela 2 apresenta os resultados al-

cançados com o modelo 2 para as regionais agrícolas, aqui chamadas, tradicionais. Em 2006, a fronteira de eficiência ficou com as DMUs de Bauru, Botucatu, Bragança Paulista e Mogi-Mirim, como critério de desempate, a fronteira invertida aponta Bragança Paulista, Catanduva e Jaboticabal. Isso indica a dificuldade de traçar a fronteira de eficiência entre essas regionais, e os índices das demais regionais são bastante próximos, como Campinas (0,98) e São João da Boa Vista (0,96), seguidas de Jaboticabal e Jaú (0,95), e Araraquara e Limeira (0,94). Por outro lado, as regionais menos eficientes, não muito distantes da fronteira, são Lins e Catanduva (0,83 e 0,86 respectivamente).

Para 2007 os resultados são bem próximos aos alcançados em 2006. Araraquara mostra-se a regional de maior eficiência seguida de Bauru, Botucatu e Jaboticabal. A principal diferença entre os anos está no distanciamento das menos eficientes com índices entre 0,82 e 0,84 como Lins, Ribeirão Preto e Catanduva (Tabela 2).

Na soma dos dois anos, as regionais de Botucatu e Campinas traçam a fronteira de eficiência, seguidas por São João da Boa Vista e Mogi-Mirim, com 0,98. Das 14 DMUs consideradas, retirando as que estão na fronteira, sete delas apresentam resultados entre 0,92 e 0,98 (São João da Boa Vista, Mogi-Mirim, Limeira, Jaú, Jaboticabal, Bauru e Araraquara) e o restante está abaixo de 0,90, sendo a DMU de Lins a de menor eficiência, com 0,84.

Para as regionais agrícolas, tratadas no modelo 2 como novas, os resultados nos anos 2006 e 2007 apontam Dracena como a DMU de maior eficiência; a diferença fica na segunda posição: em 2006 General Salgado com 0,98 e em 2007 Votuporanga com 0,99 (Tabela 3).

Em 2006, do total de 17 regionais em análise, 7 delas, ou seja 41% do total, apresentam resultados entre 0,90 e 0,98. A regional de Tupã, com 0,82, foi a de menor eficiência, seguida por Avaré com 0,85. Em 2007 os dados apontam para um distanciamento ainda maior da fronteira de eficiência, sendo que Presidente Venceslau e Tupã são as DMUs de menor eficiência (0,79). A faixa entre 0,90 e 0,99 indica o desempenho de 7 regionais, o mesmo para a faixa entre 0,80 e 0,89.

Quando do somatório dos dois anos e do total de regionais consideradas como novas, apenas Votuporanga fica na faixa dos 0,90, as

TABELA 1 - Fronteiras de Eficiência Padrão e Invertida, Modelo 1, por EDR, Estado de São Paulo, 2006 e 2007

DMU	2006		2007		Total	
	Padrão	Invertida	Padrão	Invertida	Padrão	Invertida
Andradina	0,87	0,84	0,84	0,90	0,85	0,87
Araçatuba	0,90	0,83	0,89	0,90	0,83	0,89
Araraquara	0,81	0,89	1,00	1,00	0,83	0,89
Assis	0,86	0,84	0,87	0,86	0,86	0,86
Avaré	0,85	0,84	0,94	0,80	0,88	0,83
Barretos	0,93	0,90	0,92	0,96	0,83	0,89
Bauru	0,85	0,84	0,92	0,87	0,85	0,87
Botucatu	0,88	0,83	0,89	0,85	0,87	0,84
Bragança Paulista	0,76	1,00	0,82	1,00	0,75	0,99
Campinas	0,93	0,84	0,90	0,90	0,87	0,84
Catanduva	0,82	1,00	0,82	1,00	0,74	1,00
Dracena	1,00	0,70	1,00	0,75	1,00	0,74
Fernando	0,87	0,83	0,86	0,88	0,83	0,89
Franca	0,89	0,85	0,88	0,88	0,84	0,88
General Salgado	0,98	0,77	0,92	0,84	0,89	0,83
Itapetininga	0,89	0,83	0,92	0,83	0,85	0,87
Jaboticabal	0,91	1,00	0,99	0,83	0,84	0,88
Jaú	0,86	0,87	0,88	0,86	0,84	0,88
Limeira	0,88	0,88	0,79	0,96	0,81	0,91
Lins	0,77	0,99	0,75	1,00	0,74	1,00
Mogi-Mirim	0,96	0,82	0,92	0,89	0,86	0,86
Orlândia	0,90	0,87	0,91	1,00	0,83	0,89
Ourinhos	0,86	0,87	0,89	0,85	0,84	0,88
Piracicaba	0,81	0,92	0,81	0,97	0,77	0,96
Presidente Prudente	0,90	0,82	0,85	0,89	0,87	0,84
Presidente Venceslau	0,89	1,00	0,79	0,96	0,80	0,92
Ribeirão Preto	0,83	0,97	0,82	1,00	0,75	0,98
S. João Boa Vista	0,91	0,86	0,91	0,86	0,86	0,86
S. José Rio Preto	0,95	0,83	0,91	0,84	0,86	0,86
Tupã	0,82	0,87	0,79	0,95	0,80	0,92
Votuporanga	0,92	0,79	0,99	0,76	0,92	0,80

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 2 - Fronteiras de Eficiência Padrão e Invertida, Modelo 2, EDRs Tradicionais, Estado de São Paulo, 2006 e 2007

DMU	2006		2007		Total	
	Padrão	Invertida	Padrão	Invertida	Padrão	Invertida
Araraquara	0,94	0,89	1,00	1,00	0,95	0,89
Bauru	1,00	0,84	1,00	0,87	0,97	0,87
Botucatu	1,00	0,83	1,00	0,85	1,00	0,84
Bragança Paulista	1,00	1,00	0,88	1,00	0,86	0,99
Campinas	0,98	0,84	0,92	0,90	1,00	0,84
Catanduva	0,86	1,00	0,84	1,00	0,85	1,00
Jaboticabal	0,95	1,00	1,00	0,83	0,96	0,88
Jaú	0,95	0,87	0,95	0,86	0,96	0,88
Limeira	0,94	0,88	0,85	0,96	0,92	0,91
Lins	0,83	0,99	0,82	1,00	0,84	1,00
Mogi-Mirim	1,00	0,82	0,93	0,89	0,98	0,86
Piracicaba	0,89	0,92	0,85	0,97	0,88	0,96
Ribeirão Preto	0,87	0,97	0,83	1,00	0,86	0,98
S. João Boa Vista	0,96	0,86	0,96	0,86	0,98	0,86

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 3 - Fronteiras de Eficiência Padrão e Invertida, Modelo 2, EDRs Novos, Estado de São Paulo, 2006 e 2007

DMU	2006		2007		Total	
	Padrão	Invertida	Padrão	Invertida	Padrão	Invertida
Andradina	0,87	0,95	0,84	0,94	0,85	0,94
Araçatuba	0,90	0,94	0,89	0,99	0,83	0,96
Assis	0,86	0,95	0,87	0,91	0,86	0,93
Avaré	0,85	0,95	0,94	0,84	0,88	0,90
Barretos	0,93	1,00	0,92	0,99	0,83	0,96
Dracena	1,00	0,79	1,00	0,78	1,00	0,80
Fernando	0,87	0,93	0,86	0,95	0,83	0,96
Franca	0,89	0,97	0,88	0,96	0,84	0,95
General Salgado	0,98	0,87	0,92	0,91	0,89	0,90
Itapetininga	0,89	0,94	0,92	0,91	0,85	0,94
Orlândia	0,90	0,98	0,91	1,00	0,83	0,96
Ourinhos	0,86	0,98	0,89	0,93	0,84	0,95
Presidente Prudente	0,90	0,93	0,85	1,00	0,87	0,91
Presidente Venceslau	0,89	1,00	0,79	1,00	0,80	1,00
Tupã	0,82	0,98	0,79	1,00	0,80	1,00
Votuporanga	0,92	0,90	0,99	0,82	0,92	0,87
S. José Rio Preto	0,95	0,94	0,91	0,91	0,86	0,93

Fonte: Dados da pesquisa.

demais, num total de 15 DMUs, apresentam índices de eficiência inferiores (entre 0,80 e 0,89), sendo, novamente, Presidente Prudente e Tupã as regionais de menor eficiência no grupo (0,80), e Dracena traça a fronteira de eficiência.

4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo procurou trabalhar as variáveis na busca por compreender uma pequena parte da dinâmica econômica, presente nas regiões produtoras de cana-de-açúcar, no Estado de São Paulo. Para tanto, utilizou-se o método de Encapsulamento de Dados (DEA), em duas configurações, combinando as mesmas variáveis para insumos e produtos, sendo o método considerado adequado para a análise pretendida.

As regionais agrícolas, representativas das unidades tomadoras de decisão (DMU), foram agrupadas em três modelos diferentes, reunindo informações relacionadas aos anos 2006 e 2007 e também o somatório dos dois anos.

Quando a análise comporta todas as regionais agrícolas, aqui trabalhadas, a EDR de Dracena mostra-se mais eficiente, seguida de General Salgado, duas unidades onde a produção de cana-de-açúcar é recente e os preços de terras são os menores observados.

Esse resultado mostra que os valores de arrendamento de terras, utilizados aqui como um insumo, compõem uma variável importante na mensuração da eficiência de produção da cana-de-açúcar, uma vez que as regionais que apresentam custo de arrendamento menor, de modo geral, também indicam as maiores eficiências, as exceções ficam para as regionais de Barretos, de Jaboticabal e de Campinas.

Ao se considerar o recorte ou agrupamento das regionais agrícolas em novas e tradicionais na produção de cana-de-açúcar, nota-se que as DMUs tradicionais mostram-se mais homogêneas, ou seja, mais próximas à fronteira de eficiência, sendo poucas as que ficam muito distantes da fronteira. Tal constatação pode ser indicativa do amadurecimento e padronização das técnicas e dos resultados da produção.

Por outro lado, o grupo aqui chamado de regionais agrícolas novas mostra-se bastante heterogêneo, com DMUs distantes da fronteira de eficiência e dispersas no enquadramento dos índices, o que pode ser um indicativo de que a produção de cana-de-açúcar nessas regiões encontra-se na acomodação da produção e a caminho de novos resultados.

Investigar as especificidades regionais da produção de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo abre a possibilidade para explicar parte das

dinâmicas econômico-territoriais que, a cada ano, podem determinar, por exemplo, as potencialida-

des das regiões produtoras e a própria forma de inserção do País no cenário internacional.

LITERATURA CITADA

CAMARGO, A. M. P. de et al. Dinâmica e tendência da expansão da cana-de-açúcar sobre as demais atividades agropecuárias, Estado de São Paulo, 2001-2006. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 38, n. 3, p. 47-61, mar. 2008.

CHARNES, A. et al. Measuring the efficiency of decision-making units. **European Journal of Operational Research**, Texas, v. 2, n. 6, p.139-156, dec. 1978.

FONSECA, A. B. M. Revisão das tarifas aeroportuárias com modelos DEA-GSZ não radiais. 2005. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)-Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2005.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA - IEA. **Banco de dados IEA**. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/bancodedados>>. Acesso em: 19 mar. 2009.

LIMA, J. R. F. **Análise Envolvória de Dados (DEA)**: uma introdução. Areia (PB): UFPB, 2006. Mimeografado.

MELLO, J. C. C. B. S. et al. Análise de envoltória de dados no estudo da eficiência e dos *benchmarks* para companhias aéreas brasileiras. **Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 2, p. 325-345, ago. 2003.

MEZA, L. A. et al. **Sistema integrado de apoio à decisão**: versão 2.0. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <<http://www.uff.br/decisao>>. Acesso em: fev. 2009.

RAO, D. S. P.; COELLI, T. J. **Economic growth, productivity change and inequality**: methodology for the assessment of economic performance of nations. In: WORKSHOP AT THE KANDA CAMPUS OF SENSU UNIVERSITY Armidale (England): University of New England/Department of Econometrics/Centre for Efficiency and Productivity Analysis. Aug. 1999. (Background paper for the on 24th, 1999).

SACHS, R.; MARTINS, V. A. Análise da cultura da cana-de-açúcar, por Escritório de Desenvolvimento Rural, Estado de São Paulo, 1995-2006. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 37, n. 9, p. 41-52, set. 2007.

SEIFORD, L. M.; THRALL, R. M. Recent developments in DEA: the mathematical programming approach to frontier analysis. **Journal of Econometrics**, Stanford, v. 46, n. 1/2, p. 7-38, oct./nov. 1990.

VICENTE, J. R.; MARTINS, R. Eficiência na geração e transferência de tecnologia: uma análise de institutos de pesquisa agropecuária do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 24., 2006, Gramado (RS). **Anais...** Gramado: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração, 2006.

CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DE SÃO PAULO: eficiência econômica das regionais novas e tradicionais de produção

RESUMO: *A produção de cana-de-açúcar ocupa lugar de destaque na agricultura paulista e brasileira e, nos últimos anos, passa por processo de expansão de áreas, configurando novos arranjos econômicos. Este estudo analisou a eficiência econômica das safras agrícolas de 2006 e 2007, para as principais regiões produtoras de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, representadas por meio da divisão regional dos Escritórios de Desenvolvimento Rural (EDRs). O objetivo foi comparar a eficiência*

econômica entre áreas de produção tradicionais e novas. Para tanto foi utilizada Análise Envoltória de Dados (DEA), um método de construção de fronteiras de produção que determina a eficiência de unidades de produção, tomando como variáveis de análise: área plantada, custo de produção, preços de arrendamento de terras e valor da produção. Os resultados apontam que as regionais tradicionais na produção de cana-de-açúcar mostram-se mais próximas da fronteira de eficiência, enquanto as regionais novas estão mais dispersas em relação à fronteira de eficiência e oferecem elementos que indicam a acomodação da produção nesses novos arranjos.

Palavras-chave: cana-de-açúcar, regionais agrícolas; fronteira de eficiência.

**SUGAR CANE IN THE STATE OF SAO PAULO:
economic efficiency of new and traditional production areas**

ABSTRACT: Sugar cane production enjoys a strong position in Sao Paulo's and Brazil's agriculture. Recent years witnessed an expansion of production areas, which prompted the creation of new economic arrangements. This study analyzed the economic efficiency of the 2006 and 2007 crop years in Sao Paulo state's main producing areas - represented by the of the Office of Rural Development's regional division. Its objective was to compare efficiency of new and traditional production areas. A method used to build production borders - Data Envelopment Analysis - was used to determine the efficiency of production units. The following variables were taken into account: planted area, production costs, land rental prices and production value. Results indicate that traditional regional sugar cane production areas are closer to the efficiency frontier than new ones. Evidence was also unveiled that production has accommodated to the new economic arrangements.

Key-words: sugar cane, regional agriculture, efficiency frontier.

Recebido em 08/04/2009. Liberado para publicação em 05/05/2009.