

POSSIBILIDADES PARA O BIODIESEL: análise da eficiência na produção de algodão, amendoim e soja nas regionais de desenvolvimento rural do Estado de São Paulo¹

Renata Martins²
Soraia de Fátima Ramos³
Sérgio Alves Torquato⁴

1 - INTRODUÇÃO

O Brasil tem em sua matriz energética 44,9% de energia renovável, segundo o Balanço Energético Nacional (BEN) - dados de 2006. O biodiesel no BEN está inserido em outras renováveis, participando ainda com uma pequena parcela representada por 3,0% do total da Oferta Interna de Energia (OIE). Entretanto, há um potencial de crescimento, o que poderá minimizar a dependência do País em relação aos combustíveis fósseis.

O futuro próximo acena para a possibilidade de haver grandes mudanças na fabricação e utilização de biodiesel pelo Brasil. A expectativa é que o país seja um dos principais produtores e consumidores de biocombustíveis do mundo. Há indícios de que isto significaria a diminuição da emissão de gases de efeito estufa e, conseqüentemente, permitiria o uso do petróleo e seus derivados para outros fins, salientando que a produção de biodiesel deverá ser feita a partir de uma visão ecológica, ou seja, com a produção encaixada no ambiente natural e social e, assim, trazer benefícios à sociedade e ao planeta (CAPRA, 1996).

A renovação da matriz energética tem como instrumento legal a obrigatoriedade, estabelecida pelo governo brasileiro, de uma percentagem mínima de 5% do uso do biodiesel em

substituição ao diesel comum. A proporção do volume do óleo de biodiesel na composição final do combustível é expressa no tipo do combustível. O tipo B2, por exemplo, possui 2% de biodiesel misturado ao diesel de petróleo, já o B5 possui 5%, e assim por diante até chegar ao B100, o biodiesel puro.

De acordo com a legislação que dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira (Lei n. 11.097, de 13/01/2005), o biodiesel é definido como: *“biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil”*. Consta ainda, no Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, ser: *“um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis, que pode ser obtido por diferentes processos, tais como o craqueamento, a esterificação ou pela transesterificação⁵. Pode ser produzido a partir de gorduras animais ou de óleos vegetais, existindo dezenas de espécies vegetais no Brasil que podem ser utilizadas, tais como: mamona, dendê (palma), girassol, babaçu, amendoim, pinhão manso e soja, dentre outras”* (BODIESEL, 2007).

Nesta perspectiva, e considerando-se a dimensão espacial, o Brasil possui um enorme potencial para a produção do biodiesel dada a grande variação edafoclimática e agrícola em seu território. Esta diversidade regional permite a

¹Registrado no CCTC, IE-26/2007.

²Administradora de Empresas, Pesquisadora Científica do Instituto de Economia Agrícola (e-mail: renata@iea.sp.gov.br).

³Geógrafa, Mestre, Pesquisadora Científica do Instituto de Economia Agrícola (e-mail: soraia@iea.sp.gov.br).

⁴Economista, Mestre, Pesquisador Científico do Instituto de Economia Agrícola (e-mail: storquato@iea.sp.gov.br).

⁵Segundo o Portal do Biodiesel <<http://www.biodiesel.gov.br>>: *“A transesterificação é o processo mais utilizado atualmente para a produção de biodiesel. Consiste numa reação química dos óleos vegetais ou gorduras animais com o álcool comum (etanol) ou o metanol, estimulada por um catalisador, da qual também se extrai a glicerina, produto com aplicações diversas na indústria química”*.

fabricação do novo combustível a partir do aproveitamento de inúmeras fontes de matérias-primas produzidas em todo o País. No caso do Estado de São Paulo, há, também, pelas mesmas razões, inúmeras possibilidades de aproveitamento de fontes de matérias-primas decorrente da multiplicidade de arranjos espaciais de sistemas de produção agrícola.

No entanto, alguns setores de movimentos sociais e ambientalistas são críticos severos em relação à nova tecnologia em pauta (PINTO e MENDONÇA, 2007). Apontam com dados alarmantes os possíveis aumentos de desmatamentos, a expansão de monoculturas e de todos os problemas decorrentes como: a perda da biodiversidade, os prejuízos em relação à soberania alimentar, a elevação dos índices de poluição provocados pelo aumento do uso de insumos químicos nas lavouras e uma maior vulnerabilidade do pequeno produtor. Outro questionamento diz respeito a quem está realmente apto a fabricar e comercializar o biodiesel, conforme a Instrução Normativa n. 516 de 22/02/2005, a Lei n. 11.116 de 18/05/2005 e a Portaria n. 483, de 03/10/2005. Daí o papel central que deve ter a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), órgão do Ministério de Minas e Energia (MME), em fiscalizar de forma criteriosa as atividades relacionadas à produção, importação, exportação, armazenagem, estocagem, distribuição, revenda, comercialização e certificação do biodiesel (Lei n. 11.097, 13/01/2005).

Destaca-se que é de suma importância a participação do poder público no controle da produção e do uso de fontes energéticas alternativas, como o biodiesel, tendo-se em vista alcançar uma realidade de desenvolvimento sustentável do ponto de vista ambiental, econômico e social. No tocante ao aspecto social, é preciso fazer valer o inciso 4º da citada Lei 11.097, a qual determina que a fabricação do biodiesel seja realizada, preferencialmente, a partir de matérias-primas produzidas por agricultor familiar. E, neste sentido, a criação pelo Governo Federal do “Selo Combustível Social” (Decreto n. 5.297 de 06/12/2004 e Instrução Normativa n. 1 de 05/07/2005) pode ser um importante instrumento que garanta de fato tanto a descentralização do desenvolvimento regional como a inclusão social, a partir da geração de emprego e renda aos agricultores familiares. Para isto é fundamental o cumprimento da lei que determina no contrato de compra e

venda, a prestação de serviços e a capacitação técnica por parte do produtor de biodiesel, a todos os agricultores familiares fornecedores das matérias-primas às usinas de fabricação de biodiesel.

Portanto, este estudo vem somar-se às pesquisas voltadas à dinamização da capacidade produtiva e da disponibilidade de matéria-prima para fabricação do biodiesel. A análise da eficiência relativa das regiões paulistas na produção de óleos de soja, algodão e amendoim pretende contribuir com os trabalhos que buscam examinar as possibilidades de aumento da geração deste combustível. Tal fato poderá facilitar a adesão ao uso do biodiesel pelo mercado, trazendo prováveis benefícios tanto para a sociedade como para o meio ambiente e, deste modo, atender a legislação federal que torna obrigatório, gradualmente, a introdução do biodiesel na fabricação de combustível no País. A Resolução n. 3, de 23/09/2005, coloca ao Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) a tarefa de propor políticas relacionadas ao aproveitamento racional dos recursos energéticos em solo brasileiro e, portanto, acompanhar a eficácia das metas propostas com base em um desenvolvimento territorial e social mais justo.

2 - METODOLOGIA

A abordagem por Análise de Envoltória de Dados (Data Envelopment Analysis - DEA) é um método de construção de fronteiras de produção desenvolvida por Charnes; Cooper; Rhodes (1978) e utilizada para 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 eficiência relativa de uma determinada DMU é obtida pela distância de cada ponto até a fronteira (VICENTE e 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). Um modelo DEA insumo-orientado define a fronteira a partir da máxima redução proporcional no uso dos insumos mantendo constante o nível de produto de cada observação; um modelo DEA produto-orientado define a fronteira procurando o máximo de produto que poderia ser obtido, mantendo constante o

nível de insumos de cada observação.

Para este estudo optou-se pelo DEA modelo CCR⁶, que assume retornos constantes à escala, isto é, qualquer variação nos *inputs* produz variação proporcional nos *outputs*; a partir do insumo orientado, que procura a máxima redução possível nos insumos, mantendo o mesmo nível de produto.

É freqüente a ocorrência de empates para as unidades 100% eficientes, ocorrendo baixa discriminação entre as DMUs; nesses casos adota-se o cálculo de fronteiras invertidas, efetuando a troca entre insumo e produto no modelo original, formando fronteiras a partir das DMUs com piores desempenhos (VICENTE e MARTINS, 2006), sendo os índices de eficiência obtidos a partir de médias aritméticas entre os resultados das fronteiras clássica e invertida (MELLO et al., 2005).

Foram trabalhadas duas especificações, com informações primárias coletadas junto ao banco de dados do Instituto de Economia Agrícola (IEA): a primeira considerou como insumo a terra, calculado com base nos preços de arrendamento de terra em dinheiro⁷ e na área plantada com cada cultura na safra 2005/06⁸, ambos referentes a cada um dos 40 Escritórios de Desenvolvimento Rural (EDRs). O produto corresponde ao valor da produção de cada cultura para cada EDR, calculado a partir do total produzido e da média dos preços recebidos pelos produtores⁹ no Estado de São Paulo.

A segunda especificação considerou como insumo o custo de produção¹⁰ por hectare e a área total plantada com cada lavoura em

cada um dos EDRs. Como produto utilizou-se, mais uma vez, o valor da produção para cada EDR e lavouras correspondentes, a partir do total produzido e dos preços médios recebidos pelo produtor.

Para ambas as especificações trabalhou-se com um insumo e um produto, a partir do modelo CCR buscaram as DMUs mais eficientes em uma determinada lavoura, ou seja, o EDR mais eficiente entre os que plantaram algodão, seguindo o mesmo procedimento para as lavouras de amendoim e soja.

Posteriormente, dentre as 40 DMUs foram selecionadas as que produziram pelo menos uma das três lavouras em estudo; em seguida optou-se por selecionar as DMUs que plantaram pelo menos duas e as que plantaram as três lavouras em análise. Para as três situações foi utilizada a somatória dos insumos e dos produtos referentes a cada EDR e a cada lavoura. E dessa maneira, procurou-se identificar as regiões de maior eficiência econômica na produção das três lavouras.

3 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na intenção de melhor conduzir a análise, considerou-se importante posicionar os EDRs em relação à produção, área plantada e produtividade, buscando evidenciar o comportamento dessas variáveis nas principais regiões produtoras de cada uma das lavouras em avaliação neste estudo. Dessa forma, a seguir são apresentadas algumas evidências necessárias para compreender a participação de cada EDRs na produção total do Estado de São Paulo.

Os principais EDRs produtores de algodão na safra 2005/06 foram Avaré, Fernandópolis, Votuporanga, Presidente Venceslau, Jales, Limeira, Orlandia, Presidente Prudente e Andradina, juntas representam 73% da área total plantada e 72% da produção total do Estado de São Paulo. Por outro lado, os EDRs de menor participação na área plantada de algodão eram Assis, Bauru, Catanduva, Franca, Jaboticabal, Jaú, Lins, Piracicaba e Tupã. As maiores produtividades foram encontradas nos EDRs de Araraquara, Avaré, Franca, Itapeva, Mogi-Mirim, Orlandia e Piracicaba, em média 32% superiores à média de 166@/ha registrada para todo o estado.

Para o amendoim, os EDRs paulistas

⁶Na literatura ficou conhecido como CCR, sigla com os nomes iniciais de Charnes; Cooper; Rhodes, porém também é chamado de Constant Returns Scale (CRS) (LIMA, 2006).

⁷Foram utilizados os preços médios de arrendamento em dinheiro para lavouras de algodão, amendoim e soja por EDR, referentes ao mês de novembro de 2005.

⁸A partir dos dados da previsão e estimativas de safras agrícolas por EDRs, ano agrícola 2005/06, sendo: algodão os dados referentes ao 5º levantamento (junho/2006); amendoim a somatória da safra da seca no 5º levantamento (junho/2006); e da safra das águas no 4º levantamento (abril/2006); e soja referente ao 5º levantamento (junho/2006) que não inclui a soja irrigada (IEA, 2007a).

⁹Calculado a partir dos preços mensais praticados em 2006 em todo Estado de São Paulo.

¹⁰Foram utilizados os Custos Operacionais Totais (COT), a partir do Prognóstico Agrícola Safra 2005/06 do Instituto de Economia Agrícola (IEA, 2007b).

que mais se destacaram no plantio e na produção foram Assis, Catanduva, Dracena, Jaboticabal, Marília, Presidente Prudente, Ribeirão Preto e Tupã, juntos responderam por cerca de 80% da área total plantada e da produção paulista de amendoim, sendo Botucatu, Bragança Paulista, Fernandópolis, Itapeva, Jales, São João da Boa Vista e Sorocaba os EDRs que menos contribuíram na safra 2005/06. Nesta mesma safra a produtividade média atingiu 104 sacos (25kg)/ha e pode-se observar que os EDRs de Andradina, Barretos, General Salgado, Jaboticabal, Jaú, Lins, Orlandia, Presidente Prudente, Ribeirão Preto e São João da Boa Vista apresentaram produtividade acima dessa média.

Os EDRs de Assis, Barretos, Itapeva, Orlandia, Ourinhos e Presidente Prudente juntos representavam em torno de 74% da área plantada e a produção total de soja no Estado de São Paulo. A produtividade média foi de 38 sacas (60kg)/ha, sendo que os seguintes EDRs registraram valores acima dessa média: Araçatuba, Araraquara, Bauru, Botucatu, Campinas, Catanduva, Fernandópolis, Franca, General Salgado, Itapetininga, Itapeva, Jales, Jaú, Limeira, Marília, Mogi-Mirim, Ourinhos, Pindamonhangaba, Piracicaba, São João da Boa Vista, São José do Rio Preto, Tupã e Votuporanga; por outro lado, as menores produtividades foram encontradas nos EDRs de São José do Rio Preto e Presidente Venceslau.

Para trabalhar as especificações propostas, os insumos e produtos foram calculados para cada um dos 40 EDRs, a partir dos dados referentes à área plantada, produção, preços médios para arrendamento de terras, custo de produção e preços médios recebidos pelos produtores (Tabela 1). Nota-se a existência de EDRs que não produziram nenhuma das três lavouras em análise, como por exemplo Guaratinguetá e outras que produziram apenas uma ou duas, como Itapetininga e Avaré, bem como as que possuíam as três, como Assis.

Os resultados da especificação para as DMUs que trabalharam lavouras de algodão, num total de 27 DMUs; o EDR mais eficiente foi Araraquara (1,00), seguido pelos EDRs de Bauru (0,68) e Avaré (0,64) e os de menor eficiência são os EDRs de Catanduva (0,29), São José do Rio Preto (0,29) e Jaboticabal (0,34). Para o amendoim, o EDR de Presidente Prudente mostrou-se o mais eficiente, seguido de Sorocaba (0,93) e Jabotica-

bal (0,91), sendo os EDRs de Bragança Paulista, Franca e Jales os que apontaram os piores resultados, para um total de 28 DMUs. Na soja, São João da Boa Vista foi o EDR mais eficiente seguido por Dracena e Itapeva e as DMUs de menor desempenho foram Mogi-Mirim (0,34), Assis (0,42) e Pindamonhangaba (0,44), sendo agrupadas 35 unidades (Tabela 2).

Ainda na especificação I, porém considerando os EDRs que produziram pelo menos uma das três lavouras, ou seja, 36 DMUs, os resultados apontaram o EDR de Dracena como o de maior eficiência, seguido por Jaboticabal e Tupã e as unidades menos eficientes Assis, Orlandia, Sorocaba e Pindamonhangaba. Os mesmos resultados foram alcançados no agrupamento das DMUs que plantaram as três lavouras, 23 EDRs ou pelo menos duas lavouras, num total de 31 EDRs. Como a DMU que determinou a fronteira de eficiência cultivava as três lavouras (Dracena), os resultados se repetem para o agrupamento dos EDRs que cultivaram duas ou as três lavouras, não comportando discussão adicional.

Na especificação II, baseada no custo de produção como insumo e no valor da produção como produto, os resultados obtidos a partir da seleção dos EDRs que produziram pelo menos uma das três lavouras, apontaram o EDR de Jaboticabal como o mais eficiente, seguido por Mogi-Mirim (0,87), Lins e Avaré com 0,85. Por outro lado os de menor eficiência foram Presidente Venceslau, Jales e Catanduva com resultados entre 0,44 e 0,50 (Tabela 3).

Para o grupo de DMUs que produziram algodão, os resultados a partir da especificação II, apontaram o EDR de Itapeva na fronteira de eficiência, em seguida Franca e Mogi-Mirim com 0,81. Os EDRs de menor eficiência foram Lins, Assis e Tupã. Considerando as lavouras de amendoim, Jaboticabal se destacou como o EDR mais eficiente, bem como General Salgado (0,89) e Barretos (0,88); por outro lado, Jales, Botucatu e Franca figuraram como as unidades de menor eficiência. Para a soja, Araçatuba traçou a fronteira de eficiência, seguida por Bauru (0,97) e Mogi-Mirim (0,95); e os EDRs de Presidente Venceslau, São José do Rio Preto e Lins foram menos eficientes com resultados que variaram entre 0,47 e 0,73.

Na especificação I, quando analisadas as DMUs agrupadas por lavouras, no caso o algodão e a soja, os resultados apontaram que a maior parte dos EDRs ficaram distantes dos

TABELA 1 - Insumos e Produtos de Cada Unidade Produtora

| DMU | Insumos | | | | | | Produtos | | |
|-----------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|
| | Algodão | | Amendoim | | Soja | | Algodão | Amendoim | Soja |
| | Terra | Custo | Terra | Custo | Terra | Custo | VP | VP | VP |
| Andradina | 842.738 | 7.673.559 | 627.690 | 5.375.516 | 1.469.225 | 5.530.676 | 4.989.248 | 5.174.511 | 3.880.770 |
| Araçatuba | 174.470 | 1.291.845 | 316.087 | 2.706.956 | 8.761.469 | 29.527.171 | 1.036.920 | 2.298.029 | 27.088.600 |
| Araraquara | 155.061 | 2.041.115 | 780.990 | 5.759.481 | 2.305.214 | 7.730.995 | 2.065.729 | 4.006.236 | 63.89.951 |
| Assis | 16.093 | 180.858 | 1.595.925 | 17.654.181 | 55.329.051 | 158.753.760 | 86.523 | 12.504.508 | 107.523.228 |
| Avaré | 4.132.200 | 25.836.900 | 0 | 0 | 6.105.442 | 25.023.026 | 35.149.833 | 0 | 17.515.813 |
| Barretos | 767.974 | 5.335.320 | 1.112.738 | 6.713.909 | 25.741.230 | 92.403.793 | 4.099.687 | 8.001.156 | 65.311.674 |
| Bauru | 55.040 | 573.579 | 170.330 | 1.256.115 | 831.211 | 3.179.898 | 495.207 | 1.190.504 | 2.816.227 |
| Botucatu | 0 | 0 | 7.438 | 54.852 | 507.029 | 1.745.743 | 0 | 30.312 | 1.453.771 |
| Bragança | 0 | 0 | 4.959 | 32.911 | 0 | 0 | 0 | 3.031 | 0 |
| Campinas | 0 | 0 | 0 | 0 | 52.274 | 176.068 | 0 | 0 | 136.972 |
| Catanduva | 36.174 | 250.618 | 1.992.976 | 13.891.320 | 638.084 | 2.603.675 | 137.409 | 7.985.949 | 2.022.620 |
| Dracena | 264.129 | 3.139.183 | 1.333.099 | 14.933.511 | 102.273 | 586.894 | 1.942.704 | 12.533.886 | 420.255 |
| Fernandópolis | 1.162.810 | 10.613.799 | 6.364 | 60.337 | 1.440.473 | 6.199.735 | 7.811.780 | 56.077 | 4.853.167 |
| Franca | 44.628 | 310.043 | 433.881 | 1.919.827 | 4.577.847 | 18.239.598 | 356.906 | 1.098.810 | 13.805.532 |
| G. Salgado | 770.556 | 6.446.307 | 174.149 | 1.390.503 | 2.023.740 | 7.531.451 | 4.844.228 | 1.659.835 | 5.959.963 |
| Guaratinguetá | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Itapetininga | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.880.200 | 7.469.560 | 0 | 0 | 6.044.408 |
| Itapeva | 1.239.675 | 6.459.225 | 669 | 8.228 | 13.137.711 | 57.115.457 | 9.125.438 | 6.062 | 46.321.440 |
| Jaboticabal | 111.879 | 775.107 | 4.674.783 | 34.474.608 | 1.857.076 | 7.576.268 | 500.209 | 46.487.241 | 5.401.055 |
| Jales | 1.065.981 | 9.138.512 | 31.157 | 238.607 | 279.829 | 1.057.476 | 5.252.778 | 117.004 | 814.568 |
| Jaú | 24.793 | 258.369 | 164.380 | 1.212.234 | 629.185 | 2.119.221 | 162.230 | 1.206.569 | 1.646.569 |
| Limeira | 1.276.162 | 8.965.404 | 0 | 0 | 2.010.632 | 8.083.131 | 7.050.921 | 0 | 6.441.835 |
| Lins | 9.917 | 103.348 | 876.196 | 6.461.589 | 519.800 | 1.917.543 | 43.261 | 7.488.479 | 1.288.678 |
| Marília | 0 | 0 | 1.694.748 | 12.498.074 | 515.463 | 1.971.964 | 0 | 9.543.481 | 1.579.080 |
| Mogi das Cruzes | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mogi-Mirim | 836.771 | 3.487.982 | 0 | 0 | 800.725 | 1.408.546 | 4.001.673 | 0 | 1.229.635 |
| Orlândia | 1.320.245 | 9.172.100 | 309.915 | 1.371.305 | 35.661.109 | 115.351.348 | 9.483.695 | 1.540.860 | 79.325.466 |
| Ourinhos | 0 | 0 | 0 | 0 | 10.497.701 | 38.446.892 | 0 | 0 | 32.698.952 |
| Pindamonhangaba | 0 | 0 | 0 | 0 | 82.644 | 213.416 | 0 | 0 | 166.027 |
| Piracicaba | 14.876 | 129.185 | 0 | 0 | 156.510 | 538.875 | 121.673 | 0 | 419.217 |
| P. Prudente | 735.910 | 8.270.392 | 3.089.048 | 31.221.872 | 15.156.290 | 65.594.475 | 4.867.360 | 33.881.238 | 48.754.768 |
| P. Venceslau | 660.691 | 10.425.189 | 108.884 | 1.275.314 | 1.295.360 | 7.779.013 | 6.011.027 | 1.009.137 | 3.465.807 |
| Registro | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R. Preto | 0 | 0 | 4.381.728 | 24.178.850 | 3.229.590 | 13.071.730 | 0 | 24.401.160 | 10.044.613 |
| S. J. Boa Vista | 868.764 | 4.526.625 | 24.851 | 137.131 | 2.260.278 | 11.791.234 | 3.900.550 | 151.560 | 10.351.763 |
| S. J. R. Preto | 219.007 | 1.369.356 | 811.826 | 4.898.301 | 885.132 | 3.047.580 | 845.624 | 4.284.702 | 2.005.000 |
| S. Paulo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sorocaba | 0 | 0 | 223 | 2.743 | 291.465 | 981.714 | 0 | 2.273 | 761.647 |
| Tupã | 72.891 | 759.605 | 3.313.682 | 29.195.083 | 292.557 | 1.259.154 | 409.685 | 22.970.130 | 871.640 |
| Votuporanga | 1.354.234 | 12.771.180 | 54.381 | 515.611 | 1.204.140 | 5.015.276 | 7.417.210 | 379.708 | 3.785.408 |

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 2 - Eficiências Relativas das Unidades Produtoras, a partir da Especificação I, Modelo DEA CCR, Insumo Orientado

| DMU | Eficiência Padrão | | | |
|-----------------|-------------------|----------|--------|----------------------|
| | Algodão | Amendoim | Soja | Pelo menos 1 lavoura |
| Andradina | 0,4444 | 0,7516 | 0,5767 | 0,5451 |
| Araçatuba | 0,4461 | 0,6628 | 0,6751 | 0,3751 |
| Araraquara | 1,0000 | 0,4677 | 0,6052 | 0,4386 |
| Assis | 0,4036 | 0,7144 | 0,4243 | 0,2407 |
| Avaré | 0,6385 | - | 0,6264 | 0,5869 |
| Barretos | 0,4007 | 0,6556 | 0,5540 | 0,3197 |
| Bauru | 0,6754 | 0,6372 | 0,7398 | 0,4861 |
| Botucatu | - | 0,3716 | 0,6261 | 0,3291 |
| Bragança | - | 0,0557 | - | 0,0697 |
| Campinas | - | - | 0,5721 | 0,2989 |
| Catanduva | 0,2851 | 0,3653 | 0,6921 | 0,4340 |
| Dracena | 0,5521 | 0,8572 | 0,8972 | 1,0000 |
| Fernandópolis | 0,5043 | 0,8034 | 0,7356 | 0,5561 |
| Franca | 0,6003 | 0,2309 | 0,6585 | 0,3443 |
| General Salgado | 0,4719 | 0,8690 | 0,6430 | 0,4790 |
| Itapetininga | - | - | 0,7019 | 0,3668 |
| Itapeva | 0,5526 | 0,8261 | 0,7699 | 0,4400 |
| Jaboticabal | 0,3356 | 0,9066 | 0,6350 | 0,8996 |
| Jales | 0,3699 | 0,3424 | 0,6356 | 0,5124 |
| Jaú | 0,4912 | 0,6692 | 0,5714 | 0,4204 |
| Limeira | 0,4147 | - | 0,6996 | 0,4683 |
| Lins | 0,3275 | 0,7792 | 0,5413 | 0,7157 |
| Marília | - | 0,5134 | 0,6689 | 0,5741 |
| Mogi-Mirim | 0,3590 | - | 0,3353 | 0,3645 |
| Orlândia | 0,5392 | 0,4533 | 0,4857 | 0,2764 |
| Ourinhos | - | - | 0,6801 | 0,3554 |
| Pindamonhangaba | - | - | 0,4386 | 0,2292 |
| Piracicaba | 0,6140 | - | 0,5849 | 0,3600 |
| P. Prudente | 0,4965 | 1,0000 | 0,7024 | 0,5259 |
| P. Venceslau | 0,6829 | 0,8450 | 0,5842 | 0,5793 |
| R. Preto | - | 0,5077 | 0,6791 | 0,5163 |
| S. J. BoaVista | 0,3370 | 0,5560 | 1,0000 | 0,5210 |
| S. J. R. Preto | 0,2898 | 0,4812 | 0,4946 | 0,4249 |
| Sorocaba | - | 0,9293 | 0,5706 | 0,2988 |
| Tupã | 0,4219 | 0,6320 | 0,6505 | 0,7520 |
| Votuporanga | 0,4111 | 0,6366 | 0,6864 | 0,5057 |

Fonte: Dados da pesquisa.

mais eficientes e também dos de menor eficiência; o mesmo não ocorreu com o amendoim. Na especificação II, houve um maior equilíbrio entre as DMUs que plantaram soja, quando comparadas aos resultados com as demais lavouras analisadas. Porém, quando agrupadas as DMUs que plantaram duas ou as três lavouras houve novamente um distanciamento entre os EDRs mais eficientes e os de menor eficiência.

Conforme mencionado anteriormente,

são várias as espécies vegetais que podem ser utilizadas como fonte de matéria-prima para o biodiesel e da mesma forma são múltiplas as possibilidades de arranjos espaciais de sistemas de produção agrícola, porém há diversas razões para que uma região ou local se dedique à produção de uns e não de outros produtos agrícolas. Além das condições de clima, solo, topologia dentre outras se destacam, também a disponibilidade e custo de terras, a proximidade e acesso

TABELA 3 - Eficiências Relativas das Unidades Produtoras, a partir da Especificação II, Modelo DEA CCR, Insumo Orientado

| DMU | Eficiência Padrão | | | |
|-----------------|-------------------|----------|--------|----------------------|
| | Algodão | Amendoim | Soja | Pelo menos 1 lavoura |
| Andradina | 0,4602 | 0,7139 | 0,7648 | 0,6179 |
| Araçatuba | 0,5681 | 0,6296 | 1,0000 | 0,7418 |
| Araraquara | 0,7164 | 0,5158 | 0,9009 | 0,6559 |
| Assis | 0,3386 | 0,5253 | 0,7383 | 0,5560 |
| Avaré | 0,9630 | - | 0,7630 | 0,8465 |
| Barretos | 0,5439 | 0,8838 | 0,7704 | 0,6058 |
| Bauru | 0,6111 | 0,7029 | 0,9654 | 0,7346 |
| Botucatu | - | 0,4098 | 0,9077 | 0,6738 |
| Bragança | - | 0,0683 | - | 0,0753 |
| Campinas | - | - | 0,8480 | 0,6360 |
| Catanduva | 0,3881 | 0,4263 | 0,8468 | 0,4953 |
| Dracena | 0,4380 | 0,6224 | 0,7805 | 0,6526 |
| Fernandópolis | 0,5210 | 0,6892 | 0,8533 | 0,6163 |
| Franca | 0,8148 | 0,4245 | 0,8250 | 0,6095 |
| General Salgado | 0,5319 | 0,8852 | 0,8626 | 0,6630 |
| Itapetininga | - | - | 0,8821 | 0,6615 |
| Itapeva | 1,0000 | 0,5464 | 0,8840 | 0,7129 |
| Jaboticabal | 0,4568 | 1,0000 | 0,7771 | 1,0000 |
| Jales | 0,4069 | 0,3637 | 0,8396 | 0,4845 |
| Jaú | 0,4444 | 0,7381 | 0,8469 | 0,6867 |
| Limeira | 0,5567 | - | 0,8687 | 0,6470 |
| Lins | 0,2963 | 0,8594 | 0,7325 | 0,8500 |
| Marília | - | 0,5663 | 0,8729 | 0,6284 |
| Mogi-Mirim | 0,8121 | - | 0,9516 | 0,8734 |
| Orlândia | 0,7319 | 0,8333 | 0,7496 | 0,5867 |
| Ourinhos | - | - | 0,9271 | 0,6953 |
| Pindamonhangaba | - | - | 0,8480 | 0,6360 |
| Piracicaba | 0,6667 | - | 0,8480 | 0,6619 |
| P. Prudente | 0,4166 | 0,8048 | 0,8102 | 0,6807 |
| P. Venceslau | 0,4081 | 0,5868 | 0,4856 | 0,4401 |
| R. Preto | - | 0,7484 | 0,8376 | 0,7559 |
| S. J. BoaVista | 0,6099 | 0,8196 | 0,9570 | 0,7156 |
| S. J. R. Preto | 0,4371 | 0,6487 | 0,7171 | 0,6262 |
| Sorocaba | - | 0,6145 | 0,8457 | 0,6343 |
| Tupã | 0,3818 | 0,5835 | 0,7546 | 0,6351 |
| Votuporanga | 0,4111 | 0,5461 | 0,8227 | 0,5173 |

Fonte: Dados da pesquisa.

viário aos mercados, bem como a disposição dos empreendedores rurais, estímulo pela transferência de conhecimentos e a habilidade com determinada cultura (ANDRIETTA, 2002).

Ao considerar uma das razões acima citadas, a especificação I, que utilizou como insumos valores baseados no preço do arrendamento da terra e na produção total de cada EDR e de cada lavoura, os resultados apontaram que as DMUs mais eficientes na produção das três lavouras foram Dracena, Jaboticabal e Tupã.

O EDR de Dracena mostrou-se um dos mais eficientes em soja e amendoim e se destacou como uma região importante na produção de amendoim, porém não apresentou o mesmo desempenho em lavouras de algodão. Já o EDR de Jaboticabal, ficou entre as três DMUs mais eficientes em amendoim e entre as três menos eficientes em algodão. Por outro lado, o EDR de Tupã não foi apontado entre os mais eficientes e nem entre os menos eficientes em nenhuma das três lavouras, porém se desataca como uma das

principais regiões produtoras de amendoim no Estado de São Paulo, e com potencial para lavoura de soja, uma vez que seus resultados apontaram eficiência maior para soja quando comparada ao algodão.

Dessa forma, considerando as eficiências relativas desses EDRs eles teriam condições de contribuir para a expansão das três lavouras, mas em especial da soja e do amendoim. Outras DMUs também podem ser relacionadas dentre as de maior eficiência como os EDRs de Andradina e Votuporanga, que se destacaram na produção de algodão e soja, o de Presidente Prudente no plantio de amendoim, São João da Boa Vista de soja, Jales de algodão e Fernandópolis que apresentou equilíbrio na produção das três lavouras.

Possivelmente, na produção de grãos para óleo, sem maiores preocupações com a qualidade do produto, menores custos de produção possibilitem maiores níveis de eficiência relativa, apesar da provável queda nos preços recebidos.

Na especificação II, buscou-se indicar as DMUs mais eficientes, utilizando como base para cálculo dos insumos o custo de produção e área plantada das lavouras em cada EDR.

Os resultados para esta especificação e o conjunto das DMUs que trabalharam as três lavouras apontaram os EDRs de Jaboticabal, Lins e Araçatuba os mais eficientes, e os menos eficientes ficaram nos EDRs de Presidente Venceslau, Jales e Catanduva.

Dentre os mais eficientes o EDR de Jaboticabal também foi o mais eficiente entre as DMUs que produziram amendoim, lavoura que se destaca na região. O EDR de Lins também ficou entre os mais eficientes para o amendoim, lavoura que ocupou maior área plantada quando comparada às demais, porém mostrou-se um dos menos eficientes em soja e algodão. Araçatuba foi o mais eficiente na produção de soja, lavoura que quando comparada às demais tem a maior área plantada. Dentre as DMUs de menor eficiência, os EDRs de Jales e Catanduva, quando analisados no grupo das DMUs que plantaram soja, mostraram-se próximos à fronteira de eficiência, indicando que embora não tenham sido eficientes no conjunto das três lavouras, apresentaram bom desempenho em uma delas.

Assim, a partir dos resultados obtidos na especificação II, novamente, os EDRs mais eficientes se dedicaram especialmente à produção de soja e amendoim, o mesmo acontecendo

com outras DMUs que também se posicionaram próximas à fronteira de eficiência, como os EDRs de Ribeirão Preto e Bauru que se destacaram no plantio de amendoim, Araçatuba e São João da Boa Vista na lavoura de soja. A diferença ficou para o EDR de Itapeva, que foi o mais eficiente entre as DMUs que produziram algodão.

4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a possibilidade de que toda a produção da safra 2005/06 de algodão (caroço), amendoim e soja, fosse destinada à indústria esmagadora, visando atender à demanda paulista por biodiesel, o total em óleo seria de cerca de 373 mil toneladas¹¹ ou aproximadamente 406.318m³ - 5% óleo de algodão, 73% óleo de soja e 22% óleo de amendoim - o que poderia suprir 112,58% da necessidade paulista para o B2 e 85% para B5, baseados nos dados de consumo de 2006, de acordo com o BEN publicado pelo MME¹².

Sendo assim, o futuro do biodiesel no Estado de São Paulo está atrelado a sua oferta e, por conseqüência, à disponibilidade de matéria-prima para suprir tal demanda de consumo e em muito dependerá do custo de produção, da concorrência de outros produtos, bem como da viabilidade econômica na produção de matéria-prima para tal fim.

O estudo procurou avaliar a eficiência econômica das regiões paulistas que produzem algodão, amendoim e soja, na intenção de contribuir na decisão de investimentos em lavouras com potencial para atender a demanda por óleo visando o abastecimento do Estado de São Paulo por biodiesel. Porém, os resultados foram obtidos a partir de informações da safra 2005/06 e dessa forma as alterações nas condições de produção, como por exemplo, problemas climáticos ou fitossanitários, poderiam afetar o desempenho de uma região ou de uma ou mais lavouras.

¹¹Valores calculados a partir dos seguintes percentuais de óleo: algodão 15%; amendoim 39% e soja 18%, conforme Castro et al. (2005).

¹²O consumo brasileiro de diesel em 2006 ficou em 40.318 milhões de metros cúbicos verificando uma queda de 0,3% em relação a 2005, que registrou um consumo de 40.421. Já no Estado de São Paulo esse consumo ficou em cerca de 9.556 milhões de metros cúbicos. A adição de biodiesel no diesel em 2006 foi de 45 mil metros cúbicos, segundo o BEN, do Ministério das Minas e Energia (MME, 2007).

ras, influenciando nos resultados. O mesmo poderia ocorrer como reflexo de mudança nos preços relativos recebidos pelos produtores, diretamente relacionados ao valor da produção.

Acredita-se, também, que esta análise poderia futuramente ser complementada com

outras variáveis, como por exemplo, o custo de produção do óleo, a distribuição de outras lavou-
ras que concorrem por áreas aptas e adequadas à produção agrícola e de outros fatores que podem determinar a vocação agrícola de uma região.

LITERATURA CITADA

ANDRIETTA, A. J. Desempenho agrícola e desenvolvimento: uma análise regionalizada do estado de São Paulo, **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 43-55, fev. 2002.

BIODIESEL - Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel. **Legislação e normas sobre biodiesel**. Disponível em: <<http://www.biodiesel.org.br/legislação.html>>. Acesso em: 30 mar. 2007.

CAPRA, F. **A teia da vida**: uma nova compreensão dos sistemas vivos. Trad. Newton Roberval Eichenberg. São Paulo: Cultrix, 1996. 256 p.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision- marking units. **European journal of operational research**, v.2, n.6, 1978.

CASTRO, E. F. et al. **Biodiesel**. Brasília: CONSEPA, dez. 2005. (Série Reuniões Técnicas).

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA - IEA. **Previsão de safras**. Disponível em: <www.iea.sp.gov.br/out/producao/prev_safra.php>. Acesso em: 4 mar. 2007a.

_____. **Prognóstico agrícola safra 2005/06**. Disponível em: <www.iea.sp.gov.br/out/VerTexto.php?codTexto=3700>. Acesso em: 9 mar. 2007b.

LIMA, J. R. F. **Análise envoltória de dados (dea)**: uma introdução. [S.l.:s.n.], 2006. Mimeo.

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**, v. 23, n. 2, p. 325-345, 2003.

_____. et al. Curso de análise de envoltória de dados. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 37., 2005, Gramado, RS. p. 2520-2547.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Balço energético nacional**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/site/menu/select_main_menu_item.do?channelId=1432>. Acesso em: 27 mar. 2007.

PINTO, E.; MENDONÇA, M. M. **O papel do Brasil na substituição dos combustíveis fósseis**: seria fornecer energia barata para países ricos, representando uma nova fase da colonização, Brasil de Fato. Disponível em: <<http://www.brasildefato.com.br>>. Acesso em: 22 fev. 2007.

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.

**POSSIBILIDADES PARA O BIODIESEL:
análise da eficiência na produção de algodão, amendoim e soja nas
regionais de desenvolvimento rural do Estado de São Paulo**

RESUMO: O futuro próximo acena para a possibilidade de grandes mudanças na fabricação e utilização do biodiesel pelo Brasil. Nessa perspectiva, e considerando a dimensão espacial do território brasileiro e sua grande variação edafoclimática, há na diversidade regional possibilidades de produção do combustível a partir do aproveitamento de inúmeras fontes de matérias-primas. No Estado de São Paulo encontram-se, também, diversas opções de matérias-primas decorrentes da multiplicidade de arranjos espaciais de sistemas de produção agrícola. Este estudo analisou a eficiência relativa das regiões paulistas, representadas pelos Escritórios de Desenvolvimento Rural (EDRs), que produziram na safra 2005/06 algodão, soja e amendoim, visando apontar algumas considerações relacionadas aos desdobramentos do consumo e produção de biodiesel no Estado. Para tanto, utilizou-se a Análise Envolvória de Dados (DEA), procurando as unidades eficientes que podem servir de referência, auxiliando na tomada de decisão. Os resultados a partir de duas especificações apontaram os EDRs de Araçatuba, Dracena, Jaboticabal, Lins e Tupã, como os mais eficientes, e Catanduva, Jales, Presidente Venceslau dentre os EDRs de menor eficiência.

Palavras-chave: algodão, soja, amendoim, biodiesel, análise envoltória de dado.

**BIODIESEL ODDS: cotton, peanut and soy production efficiency analysis
in Sao Paulo state's rural regional development offices**

ABSTRACT: In the near future, Brazil's manufacturing and use of biodiesel will likely undergo major changes. Within this perspective and given the space dimension of the Brazilian territory and its great variation in edaphoclimatic conditions, regional diversity enables the exploitation of innumerable raw material sources to produce this fuel. In the state of Sao Paulo, diverse raw material options derive from the multiplicity of space arrangements of agricultural production systems. This study analyzed the relative efficiency of Sao Paulo state regions, represented by the Offices of Agricultural Development (EDRs), which produced cotton, soy and peanut in the 2005/06 harvest, aimed at drawing some considerations on the unfolding of biodiesel consumption and production in the state. To that end, Data Envelopment Analysis (DEA) was used to seek efficient units able to serve as a reference, thereby assisting in decision making. Results based on two specifications pointed the EDRs of Araçatuba, Dracena, Jaboticabal, Lins and Tupã, as the most efficient, whereas Catanduva, Jales, and Presidente Venceslau ranked as the least efficient ones.

Key-words: cotton, peanut, soybean, biodiesel, data envelopment analysis.

Recebido em 24/04/2007. Liberado para publicação em 09/05/2007.