

Produção de biodiesel de soja no Rio Grande do Sul

Adriana Amado Serrão¹
Gilnei Carvalho Ocácia²

Resumo

O objetivo deste estudo é avaliar o rendimento energético e abordar os requerimentos do sistema de produção de biodiesel de soja no Rio Grande do Sul, referindo-se à substituição de óleo diesel por óleo vegetal transesterificado, produzido localmente. Para o balanço energético da produção de biodiesel, foram levantadas informações da produção de matéria-prima que fornece a fração óleo e álcool utilizada como insumo no processo de transesterificação. Consideraram-se, como padrão tecnológico médio do cultivo agrícola de soja, os fatores de produção demonstrados por estudos da Federação das Cooperativas Agropecuárias do Rio Grande do Sul (FECOAGRO), safra 2005-2006. Todas as exigências físicas de insumos, máquinas e equipamentos, mão-de-obra, além da produtividade da cultura, foram convertidos em valores energéticos. O consumo de energia para o processamento de óleo de soja e os coeficientes energéticos foram obtidos a partir de consultas realizadas em literatura especializada. A demanda de energia em todas as fases de produção foi cotejada com a energia disponível no combustível. Foi estimada a área agrícola de soja necessária para atender à substituição de 2, 5, 20 e 100% do diesel consumido no Estado por biodiesel e comparada com a área atualmente ocupada pela cultura. A produção de soja do Estado possibilitaria atender mais do que a quantidade prevista pela legislação para a percentagem de óleo diesel que deve ser substituído pelo óleo vegetal transesterificado. O balanço de energia também indica que o sistema de produção é favorável, mesmo sem contabilizar o aporte energético do farelo de soja, o qual é a fração mais importante da soja. Da mesma forma, não foi incluída a energia da glicerina, co-produto com valor de mercado.

Palavras-chave: balanço energético, biodiesel, soja.

Abstract

This study was conducted to the evaluation of the energetic profits and approaching the requirements of the production system of soybean biodiesel at state of Rio Grande do Sul, referring to the sustainability of the substitution of soybean oil transesterificated produced locally for diesel oil. The energetic balance of biodiesel production investigations were made regarding raw material production which supply the fraction oil and alcohol used as feedstock in the process of transesterification. The production factors demonstrated through studies carried out by Federation of Cooperativas Agropecuárias do Rio Grande do Sul (FECOAGRO), harvest 2005-2006, were considered as the average technological pattern of soybean agricultural production. All the physical demands of raw material, labour, machinery and equipments, as well as culture productivity were converted into energetic values. The energy consumption for soybean oil processing and energetic coefficients were obtained through research carried out in specialized literature. The energy demand in all production was compared with the available energy in the fuel. In order to estimate the needed soybean agriculture area to fulfill the substitution of 2, 5, 20 and 100% of the diesel consumed in the state for biodiesel and compare with the present area used by the culture, the potential of soybean production was determined by hectare. The soybean production in the state would supply more than the law prescribes the percentage of diesel oil which has to be replaced by biodiesel. The energy balance indicates the production system is favorable, even is not taken in account the energetic value of soybean meal, which is the most important soybean fraction. Likewise, glycerin energy, a subproduct, with market value, has not been include.

Keywords: biodiesel, energy balance, soybean.

¹ Engenheira Agrônoma. Mestre em Engenharia pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia: Energia, Ambiente e Materiais – PPGEAM da Universidade Luterana do Brasil – ULBRA – Canoas/RS.

² Engenheiro Mecânico. Professor Doutor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia: Energia, Ambiente e Materiais – PPGEAM da Universidade Luterana do Brasil – ULBRA – Canoas/RS. E-mail: gilneiocacia@terra.com.br

1 Introdução

O biodiesel é um substituto ao diesel de petróleo obtido, basicamente, a partir de fontes renováveis. Vem sendo produzido, principalmente, pelo processo de transesterificação de óleos vegetais, que consiste na reação destes óleos com um intermediário ativo formado pela reação de um álcool de baixo peso molecular, como o metanol ou etanol anidro, com um catalisador, geralmente alcalino, que resulta em uma mistura de ésteres e glicerol. A esta mistura de ésteres com características semelhantes às do óleo diesel, que pode ser usada pura ou misturada ao diesel nos motores de ignição por compressão, é dada a denominação biodiesel.

Para identificar a percentagem de biodiesel misturado ao óleo diesel, é usada a nomenclatura Bx, e x refere-se à percentagem em massa de biodiesel. Assim, B100 corresponde ao biodiesel puro e B5 e B20 referem-se, respectivamente, à mistura em massa de 5 e 20% de biodiesel no diesel.

Buscando aproveitar as potencialidades agroindustriais já disponíveis no Estado do Rio Grande do Sul, a utilização do óleo de soja para a produção de biodiesel oferece vantagens competitivas. Primeiramente, a soja apresenta a maior área cultivada no verão, o que corresponde a, aproximadamente, 46% da área total, e o Estado tem tradição na produção de soja, o que demonstra que esta cadeia produtiva encontra-se “culturalmente adaptada”, podendo-se contar com o conhecimento e a habilidade humanos nos elos da cadeia de óleo de soja. Em segundo lugar, o Rio Grande dispõe da segunda maior capacidade de processamento de óleo de soja do país, possibilitando um novo mercado para o óleo localmente produzido. Ademais, o biocombustível será produzido próximo ao local de consumo, diferentemente do petróleo refinado que dispõe de poucos pontos de produção.

Os benefícios ambientais resultantes das emissões inerentes ao uso do biodiesel nos motores, frente ao diesel de petróleo, são evidentes. Entretanto, quando se consideram os fluxos de energia por meio da análise do ciclo de vida do biocombustível, o desempenho ambiental resultante da eficiência no aproveitamento dos recursos consumidos pode apresentar resultados análogos ao do diesel, dependendo das condições em que o biodiesel é produzido.

Dessa forma, os objetivos centrais deste estudo são analisar os requerimentos energéticos para a produção de biodiesel nas condições do Rio Grande do Sul, utilizando a soja e o etanol como matérias-primas, cotejar com a energia disponível no combustível e estimar a área de cultivo de soja necessária para a produção de biodiesel.

A preocupação com o consumo e a oferta de energia deve-se à escassez de recursos energéticos que ameaça

a sustentabilidade dos sistemas de produção. Para o biodiesel produzido a partir de óleo de soja, a utilização do balanço energético como ferramenta indicadora de sustentabilidade é fundamental frente ao incremento de produção alcançado pela cultura.

A análise da eficiência energética agrícola pode considerar recursos que não são contabilizados neste balanço, como a energia proveniente do sol, sem a qual não há produção agrícola, sendo fator determinante na produtividade. Aspectos como a qualidade do solo e a água também exercem papel importante na produtividade e desempenho do aproveitamento de energia investida no sistema de produção. Entretanto, a produção agrícola é dependente da energia baseada no petróleo (SILVA, 2006), e o incremento da produção de soja é condizente a uma diversidade de insumos, máquinas e equipamentos, os quais agregam quantidades significativas de energia no seu processo de produção.

2 Método

Para a realização desta pesquisa inicialmente levantaram-se informações da produção das matérias-primas que fornecem as frações óleo e álcool utilizadas como insumos da produção de biodiesel de soja no Estado do Rio Grande do Sul, separados nas etapas de cultivo agrícola, produção de óleo e de etanol e processo de transesterificação.

Na etapa agrícola foi identificada a área de lavoura ocupada pela cultura, a produção e o padrão tecnológico médio dos fatores de produção.

Todas as exigências físicas de insumos, máquinas e equipamentos, bem como a produtividade da cultura apresentadas nesta etapa, consideraram estudos da Federação das Cooperativas Agropecuárias do Rio Grande do Sul, safra 2005-2006.

2.1 Consumo energético

Para a determinação do consumo energético da produção de soja foram calculados valores para os seguintes itens:

- mão-de-obra;
- sementes;
- fertilizantes e corretivos;
- agrotóxicos;
- máquinas e equipamentos;
- combustíveis.

2.1.1 Mão-de-obra

A energia despendida pelo trabalho humano é obtida pela equação 2.1, a qual relaciona a quantidade de horas trabalhadas em um hectare com o índice energético. O índice de gasto energético horário de um homem é de 1,22 MJ, segundo Comitê (1993).

$$E_{MO} = h \cdot i_{MO} \quad (2.1)$$

Em que:

E_{MO} é o consumo total de energia por hectare para a mão-de-obra, em MJ.ha⁻¹;

h é o período de tempo trabalhado em um hectare, em h.ha⁻¹;

i_{MO} é o índice de gasto de energia, igual a 1,22 MJ.h⁻¹.

2.1.2 Sementes

Para a determinação da energia referente às sementes de soja, é utilizada a equação 2.2, que relaciona a quantidade de semente utilizada com a energia contida no grão. O índice energético para o grão de soja, conforme Pimentel e Patzek (2005) é 33,44 MJ.kg⁻¹.

$$E_S = q \cdot i_s \quad (2.2)$$

Em que:

E_S é o consumo total de energia por hectare para a semente, em MJ.ha⁻¹;

q é a quantidade de semente utilizada em um hectare, em kg ha⁻¹;

i_s é o índice de energia, igual a 33,44 MJ.kg⁻¹.

2.1.3 Fertilizantes e corretivos

A energia demandada pelos fertilizantes e corretivos é calculada em função da quantidade utilizada e do índice de energia, através da equação 2.3. O índice energético adotado para o calcário é de 0,17 MJ.kg⁻¹, conforme Comitê (1993), e representa a energia gasta para produzi-lo. As quantidades de energia acumuladas para a extração e processamento industrial dos nutrientes do fertilizante formulado consideradas são de 61,6MJ.kg⁻¹; 6,96 MJ.kg⁻¹ e 4,64 MJ.kg⁻¹, respectivamente para o nitrogênio, fósforo e potássio.

$$E_{FC} = \sum_1^n q_i \cdot i_c \quad (2.3)$$

Em que:

E_{FC} é o consumo total de energia por hectare para os fertilizantes e corretivos, em MJ.ha⁻¹;

q_i é a quantidade do insumo utilizado em um hectare, em kg ha⁻¹;

i_c é o índice de energia, em MJ.kg⁻¹;

n é o número de insumos.

2.1.4 Agrotóxicos

Para a verificação da energia dos inseticidas, herbicidas e fungicidas gastos, utilizou-se a equação 2.4, que considera o volume do insumo e a energia embutida.

$$E_A = \sum_1^n v \cdot i_a \quad (2.4)$$

Em que:

E_A é o consumo total de energia por hectare para os agrotóxicos, em MJ.ha⁻¹;

v é o volume do insumo utilizado em um hectare, em l.ha⁻¹;

i_a é o valor energético dos agrotóxicos, em MJ.l⁻¹.

n é o número de insumos.

Utilizaram-se os valores energéticos dos agrotóxicos dados por Pimentel (1980), comentados por Comitê (1993), de 147,01 MJ.l⁻¹, 271,70 MJ.l⁻¹ e 184,46 MJ.l⁻¹, respectivamente, para os herbicidas, fungicidas e inseticidas.

2.1.5 Máquinas e equipamentos

Para a determinação da energia agregada nas máquinas e equipamentos é empregado o método da depreciação energética proposto por Doering *et al.* (1977) e discutido em Comitê (1993), em que a energia de fabricação, reparo e manutenção das máquinas e equipamentos é contabilizada na equação 2.5.

$$E_{ME} = \frac{Efme + Er + Efp + Em}{\frac{vida\acute{u}til}{ha}} \quad (2.5)$$

Em que:

E_{ME} é o consumo total de energia por hectare para as máquinas e equipamentos, em MJ.ha⁻¹;

$Efme$ é a energia utilizada na fabricação resultante da multiplicação do peso das máquinas ou equipamentos pela energia gasta na sua produção;

Er é a energia gasta para reparos, correspondente a 5% de $Efme$;

Efp é a energia utilizada na fabricação dos pneus resultante da multiplicação do peso dos pneus pela energia gasta na sua produção;

Em corresponde a 12% do valor da soma de $Efme$, Er , Efp , a título de manutenção;

ha é a área, em hectares.

A energia utilizada para a produção do trator, da colheitadeira e em pneus é de 14.604,92 MJ/t, 12.991,44 MJ/t e 85.690 MJ/t, respectivamente. Os valores médios de peso e vida útil para as máquinas e equipamentos são representativos para a cultura da soja.

2.1.6 Combustíveis

Para a determinação da energia despendida pelo combustível, emprega-se a equação 2.6.

$$E_C = \sum_1^n v \cdot P_{CIC} \quad (2.6)$$

Em que:

E_C é o consumo total de energia por hectare para os combustíveis, em MJ.ha⁻¹;

v é o volume de combustível utilizado em um hectare, em l ha⁻¹;

P_{CIC} é o poder calorífico do combustível, em MJ.l⁻¹.

Utilizaram-se os valores de poder calorífico do combustível, segundo o Balanço Energético Nacional, correspondente a 37,8 MJ.l⁻¹, 35,94 MJ.l⁻¹ e 39 MJ.l⁻¹, respectivamente, para o óleo diesel, lubrificantes e graxas.

2.2 Produção de óleo de soja

Os processos industriais utilizados na produção de óleo consistem de prensagem contínua ou hidráulica e/ou extração por solvente. Existem também estudos de extração enzimática aquosa de óleo de soja. O processo predominantemente empregado é de extração por solvente contínuo, e por isso, neste trabalho, estão sendo utilizados dados das indústrias que utilizam esse processo. Os valores energéticos para o balanço do processo de produção do óleo de soja utilizaram dados das indústrias: Cooperativa dos Agricultores da Região de Orlandia Ltda. (CAROL), Produtos Alimentícios Orlandia S. A. Comércio e Indústria (BREJEIRO), Companhia Mogiana de Óleos Vegetais (COMOVE) e Olma Bebedouro S. A. Óleos Vegetais (OLMA) levantados por Comitê (1993) através de questionário.

2.3 Álcool etílico

Considerou-se a energia gasta para a obtenção de etanol, conforme Goldemberg *et al.* (1982) de 16,7 MJ.kg⁻¹.

2.4 Transesterificação

Nesta etapa, foi calculada a energia envolvida na reação de transesterificação ou alcoólise para que os reagentes, triglicerídeo e álcool sejam convertidos em ésteres.

Teoricamente, a energia liberada no final do processo será equivalente à absorvida para reconstruir as ligações dos produtos, glicerol e ésteres. Utilizou-se o balanço de massa, considerando o peso molecular dos reagentes e produtos e a energia para quebrar as ligações das moléculas. São necessários 3 moles de álcool para cada mol de triglicerídeo. O peso molecular de 1 mol de óleo de soja é de 884g. Cada mol de etanol apresenta peso molecular de 46 gramas. São necessários 3 moles de etanol, totalizando 138 gramas.

A energia liberada pela quebra de cada ligação C-O é de 357,5 kJ no estado de vapor. Assim, para cada mol de óleo de soja, contabilizando a energia de três ligações, totaliza 1072,5 kJ.mol⁻¹. A energia liberada pela quebra de cada ligação C-O de 1 mol de etanol é de 357,5 kJ, totalizando 1072,5 kJ para os três moles de etanol. Assim, estequiometricamente, a obtenção de 0,93 kg de biodiesel envolve 2.145 kJ.

Porém, com o uso do catalisador, a reação não ocorre no estado de vapor, mas no estado líquido, a uma temperatura de 60°C. Como esse estudo não foi baseado em dados do processo industrial para o cálculo energético de transesterificação, foi utilizado, de forma conservativa, valor teórico da reação no estado de vapor.

2.5 Requerimentos para a produção de B2, B5, B20 e B100

Para estimar a área de soja necessária para atender à substituição de 2, 5, 20 e 100% do diesel por biodiesel e cotejar com a área atual ocupada pela cultura no Estado, empregou-se:

- consumo de óleo diesel, conforme o balanço energético consolidado do Rio Grande do Sul;
- produtividade de soja, em kg.ha⁻¹;
- rendimento de óleo vegetal por unidade de área;
- % em massa de óleo de soja para a produção de 1kg de biodiesel;
- rendimento de biodiesel de soja, em quilo por unidade de área;
- densidade do biodiesel, igual a 0,85 kg.l⁻¹;
- rendimento de biodiesel, em litros por unidade de área;
- área ocupada com a cultura da soja no Estado;
- área de lavoura de soja que atenda às diferentes demandas.

3 Resultados

Considerando-se a área ocupada pela cultura de soja no Estado, conforme o IBGE (2006), de 3.886.302 de hectares e a produtividade demonstrada pela Federação das Cooperativas Agropecuárias do Rio Grande do Sul, safra 2005-2006, de 2400 kg.ha⁻¹, os seguintes resultados foram obtidos:

A eficiência energética agrícola, apresentada no quadro 3.1, foi de 6,33, demonstrando que, para cada unidade de energia aplicada na produção agrícola, obteve-se um retorno de 5,33 unidades, descontando-se a unidade reposta.

Consumo energético	MJ.t ⁻¹ de soja
Sementes	836
Fertilizantes	465
Agrotóxicos	370
Máquinas e implementos	35
Combustíveis	668
Mão-de-obra	4
Total	2.378
Produção energética	15.048
Eficiência energética	6,33

Quadro 3.1 – Eficiência energética agrícola

Nos resultados do consumo de energético agrícola, apresentados no quadro 3.1 e na figura 3.1, nota-se que o maior agregado energético corresponde às sementes e combustíveis, os quais representam, respectivamente, 35 e 28% do dispêndio total.

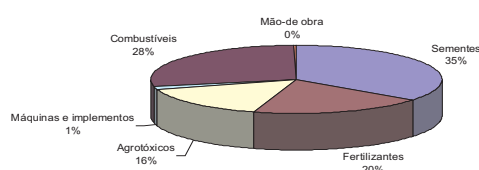


Figura 3.1 – Distribuição do consumo energético agrícola

No balanço energético industrial, o grão entra como matéria-prima e sai como farelo e óleo, além de outros produtos não incluídos nesse trabalho. Quantitativamente, há maior produção de farelo e de energia resultante nesse produto, o que corrobora a finalidade de obtenção da proteína para uso na alimentação, que norteou as modificações do grão, em detrimento da produção de óleo, o qual pode ser considerado um subproduto. A análise do resultado do balanço de 0,97, apresentado no quadro 3.2, demonstra uma ineficiência de 0,03 MJ que não é reposta no processamento industrial, comentado em Comitê (1993).

Consumo energético	MJ.t ⁻¹ de soja
Mão-de-obra	0,3
Grãos	16.720
Lenha	17
Bagaço-de-cana	1.300
Energia elétrica	165
Lubrificante	0,6
Solvente	25
Óleo	30
Máquinas e equipamentos	4
Total	18.262
Produção energética	
Farelo (77,4%)	10.929
Óleo (18,4%)	6.799
Total	17.728
Eficiência energética	0,97

Quadro 3.2 – Balanço energético industrial

A distribuição do consumo energético industrial está apresentada na figura 3.2.

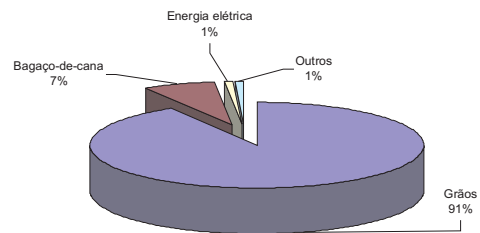


Figura 3.2 – Distribuição do consumo energético industrial

Observa-se a elevada energia contida nas sementes. Entretanto, este estudo, para fins de balanço total, elimina a energia intrínseca do grão. É contabilizado o consumo da energia agrícola para a produção do grão e os gastos do processamento industrial, conforme o quadro 3.3. O gasto energético da fase agrícola somado ao do processamento industrial é de 3.920 MJ.t⁻¹ de soja, e a produção energética é de 10.929 e 6.780 MJ, respectivamente, para 774 e 184 kg de farelo e óleo.

Consumo energético	MJ.t ⁻¹ de soja
Agrícola	2.378
Industrial	1.542
Total	3.920
Produção energética	17.728
Eficiência energética	4,52

Quadro 3.3 – Balanço energético agroindustrial

O quadro 3.4 apresenta a eficiência energética na produção de biodiesel. Há um consumo de 25 MJ, e o combustível fornece 39,4 MJ, demonstrando que cada unidade energética que entra produz 1,57 unidades, retornando 57%.

Etapas do processo produtivo	Quantidades	kJ.kg ⁻¹	kJx1000.t ⁻¹ de biodiesel	%
Produção agrícola de soja (kg)	5.170	2.378	12.294	49
Extração do óleo de soja (kg)	5.170	1.542	7.971	32
Produção de etanol (kg)	148	16.657	2.472	10
Processo de transesterificação		2.306	2.306	9
Total do dispêndio de energia			25.043	100
Biodiesel	1.000	39.380	39.380	
Glicerina	99	1	0,10	
Total da produção de energia			39.380	
Eficiência energética			1,57	

Quadro 3.4 – Balanço energético da produção de biodiesel.

Pimentel e Patzeck (2005) estimaram o consumo de energia para a produção de uma tonelada de biodiesel de soja nos Estados Unidos em 49,78 MJ e obtiveram uma ineficiência energética de 32%.

A figura 3.3 mostra que a produção agrícola representa o maior consumo energético das etapas que envolvem a produção do biocombustível, seguida pela extração do óleo. Esse resultado indica a importância de atribuir ao farelo à parcela de energia despendida para sua obtenção, ou o aporte de energia fornecida por ele.

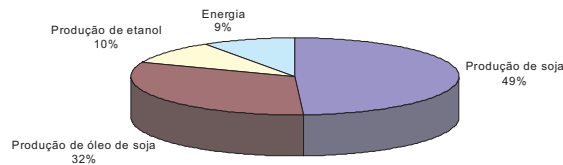


Figura 3.3 – Distribuição do consumo energético na produção de biodiesel

No quadro 3.5, que apresenta a área agrícola de soja necessária para substituir 2, 5, 20 e 100% de diesel pelo biodiesel e a percentagem que representa de área atualmente ocupada pela cultura, observa-se que um aumento de 22% da área de lavoura possibilitaria atender o B100.

	Área necessária	Relação com a área ocupada pela cultura
	(mil hectares)	(%)
B 2	95	2,45
B 5	238	6,12
B 20	950	24,4
B 100	4.753	122

Quadro 3.5 – Área necessária para atender as demandas de biodiesel

Por outro lado, o Estado tem capacidade para o processamento de 91% da soja produzida localmente, isso garantiria o fornecimento de 1.170.240 toneladas de óleo de soja. Essa oferta de óleo vegetal provê a substituição de 56% de óleo diesel pelo biocombustível.

4 Conclusões e recomendações

O consumo energético para a produção de uma tonelada de soja corresponde a 2.378 MJ distribuídos entre os itens: mão-de-obra, fertilizantes e corretivos, agrotóxicos, máquinas e equipamentos, combustíveis e sementes, sendo estes últimos, respectivamente, responsáveis por 28 e 35% dos dispêndios totais. Como o consumo de energia representado pelas sementes é de origem biológica, é considerada significativa a demanda de energia fóssil dos combustíveis. Ou seja, quanto mais energia fóssil é requerida no sistema de produção da matéria-prima que fornecerá o óleo a ser usado como insumo da produção de biodiesel, menor será o caráter renovável do biocombustível.

A eficiência energética encontrada para a produção agrícola de soja é de 6,33, demonstrando que, para cada unidade de energia investida, obteve-se um retorno de 5,33 unidades, descontando-se a unidade reposta.

Na fase industrial, no processamento de uma tonelada de soja, são produzidos 774 kg de farelo e 184 kg de óleo, além de outros subprodutos. A demanda de energia é de 18.262 MJ e a produção energética corresponde a 10.929 MJ para o farelo e 6.799 MJ para o óleo. Para o balanço agroindustrial, descontando-se a energia intrínseca do grão, a eficiência energética correspondente a 4,52.

Para a produção de uma tonelada de biodiesel de soja são necessários 5.170 kg de soja, 950 kg de óleo de soja, 150 kg de etanol, que correspondem à demanda de 12.294, 7.971 e 2.742 MJ, respectivamente. O processo de transesterificação requer 2.306 MJ de energia. O dispêndio energético total é 25.043 MJ, e a energia disponível no combustível é de 39.380 MJ, resultando em eficiência de 57%. Ou seja, para cada unidade de energia investida no processo produtivo, há um retorno de 1,57.

No balanço energético de biodiesel, a produção agrícola da soja e a agroindustrial de óleo representam os maiores gastos de energia, respondendo, respectivamente, por 49 e 32% da demanda energética total. A produção simultânea de farelo de soja explica esses resultados.

A energia da glicerina, co-produto do processo de produção de biodiesel, também favorecerá os resultados, se contabilizada, comercial e energeticamente, visto que é um produto com mercado.

O potencial de produção de biodiesel, utilizando o óleo de soja como insumo, é de 547 L.ha⁻¹ de soja. Como o consumo médio de diesel, em todas as operações agrícolas, é de 40 L.ha⁻¹, apenas 7,3% de um hectare fornece a fração de óleo necessária para substituir todo diesel por biodiesel.

Para substituir 2, 5, 20 e 100% do consumo de óleo diesel por biodiesel de soja, são requeridos, respectivamente, 228.10³, 570.10³, 2.10⁶ e 11.10⁶ toneladas de soja. A área de lavoura correspondente a essa produção é 95.10³, 237.10³, 950.10³ e 4,7.10⁶ ha. Isso corresponde a 2%, 6%, 24% e 122% da área atualmente ocupada pela cultura no Estado.

Com a área atual de soja, é possível substituir 82% da demanda de diesel por biodiesel, se a fração de óleo fosse destinada integralmente para este fim. O aumento de 22% da área de lavoura, atualmente ocupada pela cultura, possibilitaria atender o B100.

O Estado tem capacidade para o processamento de 91% da soja produzida localmente, o que poderia garantir o fornecimento de 1.170.240 toneladas de óleo de soja. Essa oferta de óleo vegetal proveria a substituição de 56% de óleo diesel, pelo biocombustível.

Em última análise, a produção de biodiesel de

soja no Rio Grande do Sul responde adequadamente aos requerimentos energéticos e de área disponível para a produção de matéria-prima para a produção das misturas previstas pela legislação (B2, B5 e B20).

Referências

COMITRE, V. **Avaliação Energética e Aspectos Econômicos da *Filière* Soja na Região de Ribeirão Preto-SP**. Campinas: Unicamp. 1993. Tese (Doutorado), Universidade de Campinas, 1993.

FECOAGRO. Federação das Cooperativas Agropecuárias do Rio Grande do Sul. **Custo de Produção**. Estudo n° 64, ano 44, outubro, 2005.

GOLDEMBERG, J; MÜLLER, A. L.; WALMSLEY, M. E. M. **Balanco Energético de Produção de Combustíveis de Óleos Vegetais**. Instituto de Física – Universidade de São Paulo. Fevereiro, 1982.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Tabela 1618 – Produção, área plantada e área colhida por período e produto. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 03 set 2006.

PIMENTEL, D.; PATZEK, T. W. Ethanol production using corn, switchgrass, and Wood; Biodiesel production using soybean and sunflower. **Natural Resources Research**, Minnesota, Duluth, v. 14, n. 1, March, 2005.

SILVA, A. G. da. **Análise da Sustentabilidade Energética em Microdestilarias de Aguardente**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Energia, Ambiente e Materiais. Universidade Luterana do Brasil. Canoas, 2006.

