

Estudo ambiental e socioeconômico da produção de biodiesel do óleo da *Cyperus esculentus*

Environmental and socioeconomic study of the production of biodiesel oil of *Cyperus esculentus*

André Lazarin Gallina^{1(*)}

Ivan de Souza Dutra²

Juliano Tadeu Vilela de Resende³

Paulo Rogério Pinto Rodrigues⁴

Resumo

O biodiesel é considerado uma alternativa aos combustíveis fósseis, porém a oleaginosa mais utilizada na produção deste biocombustível é a soja que está inserida na cadeia alimentar humana, assim há necessidade de se estudar matérias primas alternativas. A erva daninha *Cyperus esculentus* pode se tornar uma alternativa para a produção de biodiesel, mas para tal necessita de um estudo abrangente relacionado a fatores ambientais, econômicos e sociais. O objetivo deste trabalho é realizar um estudo viabilidade econômica ambiental e social da produção de biodiesel a obtido pela transesterificação do óleo de *Cyperus esculentus*. A Análise de Custo Benefício Econômico Socioambiental, ACB, foi realizada com o intuito de se obter dados referentes aos fatores ambientais, sociais e econômicos. A produção de biodiesel a partir da oleaginosa *Cyperus esculentus* é viável economicamente, além de contribuir para a agricultura familiar e minimiza os impactos ambientais relacionados ao uso de agrotóxicos e a área de cultivo ser menor com um mesmo rendimento, comparado com a soja.

Palavras-chave: sustentabilidade; erva daninha; tiririca; biocombustível.

1 MSc.; Química Bacharel/Licenciatura; Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Química na Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO; Endereço: Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03, Bairro Vila Carli, CEDETEG, CEP: 85040-080, Guarapuava, Paraná, Brasil. E-mail: andregallina@gmail.com. (*) Autor para correspondência.

2 Dr.; Administração; Professor Adjunto da Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO; Endereço: Rua Salvatore Renna - Padre Salvador, 875, Santa Cruz, CEP: 85015-430, Guarapuava, Paraná. E-mail: idutra@usp.br

3 Dr.; Engenheiro Agrônomo; Professor Adjunto D e Diretor de Setor de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO; Endereço: Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03, Bairro Vila Carli, CEDETEG, CEP: 85040-080, Guarapuava, Paraná, Brasil. E-mail: jresende@unicentro.br

4 Dr.; Química Bacharel/Licenciatura; Professor Associado da Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO; Endereço: Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03, Bairro Vila Carli, CEDETEG, CEP: 85040-080, Guarapuava, Paraná, Brasil. E-mail: prprodrigues@unicentro.br

Recebido para publicação em 28/02/2012 e aceito em 31/03/2014

Ambiência Guarapuava (PR) v.10 Suplemento I p. 303 - 317 Ago. 2014 ISSN 1808 - 0251
DOI:10.5935/ambiencia.2014.supl.06

Abstract

Biodiesel is considered an alternative to fossil fuels, but the crop most used in the production of this biofuel is soy, that is inserted into the human food chain, so there is no need to study alternative raw materials. The weed *Cyperus esculentus* can become an alternative for the production of biodiesel, but this requires an extensive study related to environmental, economic and social. The objective of this research is to perform a study of the economic, environmental and social viability of the production of biodiesel obtained from the transesterified *Cyperus esculentus* oil. The socioenvironmental and economic cost-benefit analysis (CBA) was performed in order to obtain data related to social and economic factors. The production of biodiesel from the oil seed *Cyperus esculentus* is economically viable. It contributes to the family farm, minimizes environmental impacts related to pesticide use and the required cultivation area is lower the cultivated area is smaller with the same performance, compared to the soybean.

Key words: sustainability; weed; tiririca; biofuel.

Introdução

Biocombustível tem sido assunto de grande relevância energética, principalmente quanto ao foco das discussões sobre mudanças climáticas. Nos últimos vinte anos, desde a ECO92 (VIDAL, 2005), onde se promoveu o amadurecimento quanto ao conceito de desenvolvimento sustentável mundial, os biocombustíveis ganharam ampla aceitação política, científica, ambiental e agro industrial.

Os biocombustíveis podem ser divididos em primeira e segunda geração. Os de primeira geração têm-se como exemplos, o etanol hidratado e o biodiesel, enquanto o de segunda geração pode-se citar como exemplo o etanol gerado pela de origem celulósica, por exemplo. O Biodiesel normalmente é gerado pela reação de transesterificação do óleo vegetal, ou de gordura animal ou muitas vezes de misturas de ambas (GALLINA, 2010).

O biodiesel é apresentado como uma opção adequada para o fornecimento de energia renovável. O incentivo do governo

brasileiro pode levar a substituição de uma grande parte dos combustíveis fósseis utilizados na atualidade (COSTA NETO et al., 2000), isto o torna extremamente atrativo, devido às características como: Energia limpa ou “verde” que na teoria pode fornecer uma grande quantidade de energia por um longo período, além dos limites de esgotamento de energia fóssil (VIDAL, 2005);

A redução dos gases que contribuem para o efeito estufa, pois o carbono emitido na combustão do biodiesel é absorvido na produção da oleaginosa, via processo de fotossíntese, promovendo um equilíbrio de carbono (MAIA et al., 2011).

Do ponto de vista social, a produção de biodiesel é apresentada como uma estratégia para o desenvolvimento da agricultura familiar (SACHS, 2002; RAMOS et al., 2003).

Na busca de uma alternativa de energia como o biodiesel deve-se avaliar toda a cadeia produtiva para elucidar os benefícios ambientais e desvantagens. Como a produção de biodiesel de origem vegetal

depende do cultivo de uma oleaginosa, por enquanto não existe uma independência dos combustíveis fósseis, pois esses estão presentes nos fertilizantes, no transporte da matéria prima e distribuição do biocombustível (RAMOS et al., 2003).

A fim de fazer uma análise das vantagens e desvantagens da produção de biodiesel com o uso de combustíveis fósseis, devem ser avaliados diversos fatores sociais, econômicos e ambientais. Existem vários trabalhos na literatura que fazem uma avaliação pontual, porém, faz-se necessária uma análise ampla para se conseguir explorar os diferentes aspectos sociais e ambientais, além de fatores econômicos e políticos (BARROS et al., 2006).

A produção atual de biodiesel do Brasil tem como matéria prima principal a soja, c.a. de 90% da produção nacional, isso é devido à soja ser uma *commodity* (produtos produzidos em larga escala e por vários produtores). O Brasil produziu cerca de 67,2 milhões de toneladas de soja na safra 2010/2011 (GLOBO RURAL, 2011).

A sustentabilidade para biocombustíveis: aspectos políticos, sociais, ambientais e econômicos

Com o aumento da produção mundial de biocombustíveis, é necessário ter critérios relacionados à sustentabilidade. Sachs (2002) cita que o caminho para um desenvolvimento sustentável, possui vários pontos relacionados ao desenvolvimento social, ambiental, econômico e político.

O uso de óleos como combustível começou no Brasil na década de 1920, posteriormente foi esquecida. Somente no período de 1970 a 1980 voltou a ser pesquisado e utilizado, devido ao escalada

do preço do petróleo, iniciada na década de 1970. Este aumento de preços do petróleo foi promovido pelos principais produtores mundiais e membros da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP), que se utilizaram da OPEP promovendo a política de aumento de preços do petróleo e seus derivados, com intuito de para exercer pressão ao ocidente (RAMOS et al., 2003).

De acordo com o Conselho Nacional de Política Energética - CNPE (2008), em 1980 foi criado um programa de incentivo a produção brasileira de energia com óleo, denominada PROÓLEO. Alguns anos mais tarde o governo federal também criou um incentivo à produção de energia renovável. Porém esses incentivos não geraram muitos frutos, e, então, em 2002 foi criado o PROBIODIESEL, por intermédio a lei começou em 2005, quando passou a ser adicionado ao diesel de origem fóssil uma percentagem de biodiesel, para estimular sua produção no âmbito nacional. Atualmente esta mistura está em 5%, e tem previsão de aumento nos próximos dois anos chegando a 10% (GALLINA, 2011).

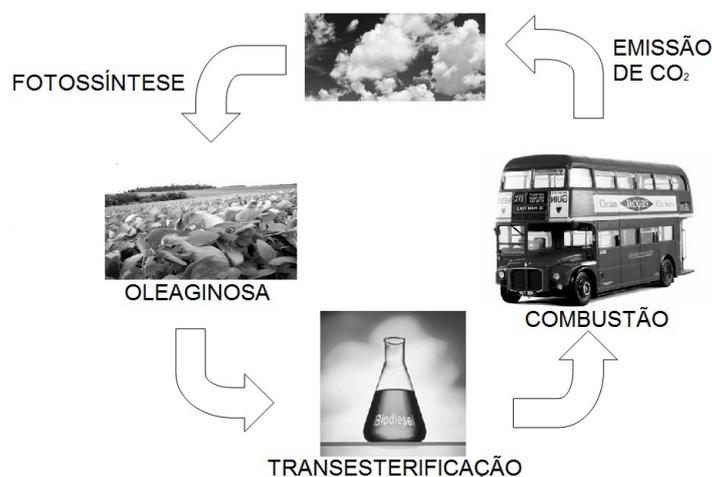
Os incentivos políticos influenciaram nos fatores sociais, pois conforme Jannuz (2003), a Lei nº11.097 de 13 de janeiro de 2005, passou a prever que o biodiesel deve ser comprado pela empresa Petróleo Brasileiro S/A (PETROBRÁS) por meio de um “selo familiar”. A partir de então, esse selo é concedido aos produtores de biodiesel que compram a matéria prima de agricultores familiares, sendo que existem parâmetros para as empresas produtoras obtê-lo, que se baseiam na percentagem dessa compra conforme a região da seguinte maneira: 30% no Nordeste, Sudeste e Sul e de

15% no Norte e Centro-Oeste. Hoje no Brasil existem apenas 34 empresas produtoras de biodiesel com o “selo familiar” (BIODIESELBR, 2011).

Quanto ao aspecto ambiental do uso do biodiesel, existem dois pontos significativos que devem ser salientados: (1º) a diminuição da emissão de CO₂; (2º) o uso de outras matérias primas oleaginosas, além da soja para produção do biodiesel (GALLINA et al., 2010).

Em termos de emissão podem-se considerar resultados semelhantes quando se queima combustíveis fósseis e o biodiesel, a diferença está relacionada ao ciclo do carbono: para o diesel, por exemplo, como sua origem é fóssil o carbono não é reabsorvido, ao contrário do biodiesel, que num ciclo teórico, vide figura 1, todo o carbono liberado na queima é absorvido pelas oleaginosas no processo de fotossíntese, fechando o ciclo do carbono (MARCHETTI et al., 2008).

Figura 1 - Ciclo do carbono para a combustão do biodiesel



Fonte: Autores (2012).

Com relação aos aspectos de disseminação para outras culturas, que funcionam como fonte ou matéria prima para o biodiesel, não está ocorrendo de uma forma eficiente, particularmente com cultura da soja por que o seu produto é uma *commodity*. Além disso, ainda são escassos os estudos que tornam viáveis economicamente a substituição da soja por outras culturas. Existem incentivos principalmente nas regiões Norte e Nordeste do país com relação às plantas nativas, a exemplo do dendê, conforme afirma Suarez et al. (2006).

Atualmente o consumo de diesel no Brasil é de aproximadamente 40 bilhões de

litros por ano, cujo mercado potencial para biodiesel é de aproximadamente 1 bilhão de litros e deve chegar a 2 bilhões de litros até 2013 (MENDES; COSTA, 2009).

Existem incentivos tributários aparados pela Lei 11.116 de maio de 2005 e os decretos 5.297 de dezembro de 2004, que prevêm a isenção ou a redução dos tributos relacionados à venda dos produtores de oleaginosas para os produtores de biodiesel. De acordo com essa Lei, se as sementes comercializadas nas regiões do Norte e Nordeste são de mamona ou palmeira, produzidas por agricultura familiar,

a redução é de 100%; se as sementes têm origem da agricultura familiar em qualquer região brasileira, a redução é de 67,9%; se as oleaginosas (mamona e palmeira) são produzidas por empresas nas regiões Norte e Nordeste, permitem a redução de 30,5% (SUAREZ et al., 2006)

Outra forma de incentivo econômico está relacionada à compra do biodiesel via leilões organizados pela Agência Nacional do Petróleo (ANP), Gás Natural e Biocombustíveis, nos quais a PETROBRÁS adquire o biodiesel em uma quantidade mínima equivalente a uma mistura B2 (98% de diesel e 2% de biodiesel) somente de empresas que apresentam o selo social, devido à matéria prima ser oriunda de agricultura familiar.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é avaliar comparativamente a eficiência econômica e a eficácia socioambiental da cadeia produtiva do biodiesel a partir da tiririca (*Cyperus esculentus*), com a da soja observando os aspectos sociais, especialmente a agricultura familiar e os impactos ambientais (MATTOS; MATTOS, 2004; MISHAN, 1976).

Materiais e Métodos

Para obtenção dos dados ambientais e socioeconômicos referentes à produção de biodiesel de soja e tiririca foi realizado um estudo exploratório, de fonte secundária (relatório técnico) e primária (entrevista para obtenção de valores, do arrendamento de terra, etc.). As variáveis estudadas foram escolhidas com base no estudo do autor Santos et al. (2008).

Com relação ao estudo econômico referente à produção do óleo de tiririca, foi calculada em relação a cinco hectares

de terra para produção de 10.000 L de biodiesel, os itens abordados neste estudo estão listados abaixo:

Preparo do solo: visa à melhoria das condições físicas e químicas para garantir a brotação, o crescimento radicular e o estabelecimento da cultura. Neste valor está contido o custo de arar e fazer a gradagem da terra;

Valor do arrendamento da terra: neste item foi realizada consulta com quatro empresários de compra e venda de terras e arrendamentos da região de Guarapuava, o valor médio é de 35 a 40 sacas de soja (37,5 sacas) /hectare/ano sendo o valor da saca de soja em torno de R\$ 48,89, assim foi calculado o valor do arrendamento para cinco hectares durante doze meses;

Custo de transporte: este item está relacionado ao gasto de combustível para a colheita e o transporte até o galpão para guardar os rizomas;

Demanda de fertilizante: estes valores são os mesmo utilizados para uma lavoura de batata inglesa, devido à semelhança entre as culturas;

Demanda de agrotóxicos: não existe um valor, devido aos agrotóxicos serem usados para controle de pragas, no caso como a tiririca é uma erva daninha esta etapa é desnecessária;

Sistema de irrigação e energia: neste item foi considerado para o primeiro trimestre o custo de se implantar um sistema de irrigação e nos trimestres posteriores somente o custo com a energia para manter esse sistema funcionando;

Demanda de mão de obra: consideraram-se o número de funcionários utilizados em uma plantação de batata doce, no caso 54 trabalhadores, trabalhando oito horas por dia e recebendo um salário mínimo

por mês, além de ser considerado que estes trabalhadores levam cerca de um dia para colher um hectare;

Custo das sementes: devido esta planta não precisar de um plantio de semente e sim dos tubérculos que podem ser encontrados em qualquer terreno foi considerado custo zero;

Extração mecânica: esta extração é para a obtenção de óleo, por prensagem dos tubérculos, o custo deste processo é cerca de R\$ 20/t, já considerando salário do operador da máquina;

Venda do óleo: neste caso foi utilizado o valor por litro de óleo igual ao pago pelo óleo da soja R\$ 1,6.

Venda de subprodutos: como a composição do farelo da tiririca tem o mesmo destino do farelo de soja, o valor por ha foi considerado o mesmo;

Investimento/Financiamento: não foi considerada nenhuma maneira de injeção de dinheiro no sistema devido a um agricultor já ter tudo o que é necessário para o plantio.

Para a produção de biodiesel de tiririca foram levados em consideração, os seguintes parâmetros:

Depreciação (imóvel/usina): neste item foi considerado que para uma usina de produção de biodiesel que custe em torno de quinhentos mil reais, com um índice de depreciação de 1%/ano;

Óleo: valor pago ao produtor de óleo de tiririca;

Controle de qualidade do óleo: valor gasto para se fazer uma análise completa do óleo por uma empresa terceirizada;

Álcool: neste caso o álcool utilizado foi o metanol, devido aos estudos deste trabalho ser com metanol, além de ser

considerado que se necessitou de três processos de transesterificação;

Catalisador: valor do metóxido de sódio, utilizado na catálise alcalina do processo de transesterificação;

Controle de qualidade do biodiesel: valor correspondente a uma análise completa do biodiesel, para garantir a qualidade deste biocombustível;

Mão de obra: neste caso foi calculado o valor para manter dois trabalhadores de nível técnico;

Uso de antioxidantes: neste item refere-se ao valor da compra de antioxidantes para serem adicionados ao biodiesel para que este esteja dentro das especificações exigidas pela ANP;

Venda do biodiesel (leilão): visto que o biodiesel será produzido pela agricultura familiar este receberá um selo, assim poderá ser vendido por leilões organizados pela ANP, assim foi utilizado o valor pago leilão de setembro de 2011;

Venda da Glicerina: é a venda do coproduto do biodiesel, devido a sua grande oferta no mercado se conseguem preços baixo para venda.

Resultados e Discussão

Análise econômica da produção do biodiesel de tiririca

No procedimento de levantamento para a análise da eficiência econômica, inicialmente realizaram-se os cálculos de entradas e saídas financeiras para um ano de cultivo e produção do óleo e do biodiesel de tiririca, apresentados nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Levantamento econômico-financeiro de receitas e saídas para o cultivo de um ano do óleo de tiritica

Saídas óleo tiritica	Valor	Unidades	1° Trimestre	2° Trimestre	3° Trimestre	4° Trimestre
Preparo do solo	1500	RS/ ha	RS 7.500,00	RS 5.000,00	RS 5.000,00	RS 5.000,00
Valor do Arrendamento	757,795	RS/ha/ano	RS 947,24	RS 947,24	RS 947,24	RS 947,24
Custo de Transporte	60	RS/ ha	RS 300,00	RS 300,00	RS 300,00	RS 300,00
Demanda de Fertilizante	200	RS/ ha	RS 1.000,00	RS 1.000,00	RS 1.000,00	RS 1.000,00
Demanda de Agrotóxicos	-	RS/ ha	-	-	-	-
Sistema de irrigação/energia	-	RS/ ha	RS 10.000,00	RS 50,00	RS 50,00	RS 50,00
Demanda de Mão de Obra	3456	RS/ ha	RS 7.408,80	RS 7.408,80	RS 7.408,80	RS 7.408,80
Custo da Semente	0	-	-	-	-	-
Extração Mecânica	20	RS/t	RS 1.500,00	RS 1.500,00	RS 1.500,00	RS 1.500,00
SUB-TOTAL			-RS 28.656,04	-RS 16.206,04	-RS 16.206,04	-RS 16.206,04
Receitas óleo tiritica	Valor	Unidades	1° Trimestre	2° Trimestre	3° Trimestre	4° Trimestre
Venda do óleo valor bruto	1,6	RS/litro	RS 16.000,00	RS 16.000,00	RS 16.000,00	RS 16.000,00
Venda de sub-produtos	300	RS/t	RS 22.500,00	RS 22.500,00	RS 22.500,00	RS 22.500,00
Investimentos/Financiamentos						
SUB-TOTAL			RS 38.500,00	RS 38.500,00	RS 38.500,00	RS 38.500,00
SALDO			RS 67.156,04	RS 54.706,04	RS 54.706,04	RS 54.706,04

Fonte: Autores (2012).

Tabela 2 - Levantamento econômico-financeiro de receitas e saídas para a produção de um ano do biodiesel de óleo de tiritica

Custos Produção de Biodiesel	Valor	Unidades	1° Trimestre	2° Trimestre	3° Trimestre	4° Trimestre
Depreciação (imóvel/usina)	5000	RS/ano	RS 1.250,00	RS 1.250,00	RS 1.250,00	RS 1.250,00
Óleo	1,6	RS/L	RS 16.000,00	RS 16.000,00	RS 16.000,00	RS 16.000,00
Controle de Qualidade do Óleo	1500	RS	RS 1.500,00	RS 1.500,00	RS 1.500,00	RS 1.500,00
Álcool	0,46	RS/L	RS 4.140,00	RS 4.140,00	RS 4.140,00	RS 4.140,00
Catalisador	1500	RS/kg	RS 900,00	RS 900,00	RS 900,00	RS 900,00
Controle de Qualidade do Biodiesel	1500	RS	RS 1.500,00	RS 1.500,00	RS 1.500,00	RS 1.500,00
Mão de Obra	1000	RS/mês	RS 6.000,00	RS 6.000,00	RS 6.000,00	RS 6.000,00
Uso de anti oxidantes	600	RS/kg	RS 60,00	RS 60,00	RS 60,00	RS 60,00
SUB-TOTAL			-RS 31.350,00	-RS 31.350,00	-RS 31.350,00	-RS 31.350,00
Entradas do Biodiesel						
Venda do Biodiesel (leilão)	2,37	RS/kg	RS 21.330,00	RS 21.330,00	RS 21.330,00	RS 21.330,00
Venda da Glicerina	0,5	RS/kg	RS 500,00	RS 500,00	RS 500,00	RS 500,00
SUB-TOTAL			RS 21.830,00	RS 21.830,00	RS 21.830,00	RS 21.830,00
SALDO			-RS 53.180,00	-RS 53.180,00	-RS 53.180,00	-RS 53.180,00

Fonte: Autores (2012).

Para os cálculos realizados levou-se em consideração o plantio de cinco hectares, para um rendimento de 10.000 L de óleo, para movimentar uma Usina de Produção de Biodiesel de 10.000L de óleo, por trimestre. A análise foi trimestral visando o ciclo da tiritica, pois se pode fazer até quatro colheitas por ano.

Seguindo o procedimento de análise de eficiência econômica, realizou-se uma projeção para vinte anos de plantio, da extração do óleo à produção do biodiesel, considerando os procedimentos e cálculos já utilizados em um ano, bem como as sazonalidades, conforme apresentado na tabela 3.

Tabela 3 - Resultado econômico para vinte anos de produção do biodiesel de óleo de tiririca

Ano	Saldo (extração do óleo)	Saldo (produção do biodiesel)	SALDO
1	R\$ 76.725,83	-R\$ 38.080,00	R\$ 38.645,83
2	R\$ 89.175,84	-R\$ 39.984,00	R\$ 49.191,84
3	R\$ 93.634,63	-R\$ 41.983,20	R\$ 51.651,43
4	R\$ 98.316,36	-R\$ 44.082,36	R\$ 54.234,00
5	R\$ 103.232,18	-R\$ 46.286,48	R\$ 56.945,70
6	R\$ 108.393,79	-R\$ 48.600,80	R\$ 59.792,99
7	R\$ 113.813,48	-R\$ 51.030,84	R\$ 62.782,64
8	R\$ 119.504,15	-R\$ 53.582,38	R\$ 65.921,77
9	R\$ 125.479,36	-R\$ 56.261,50	R\$ 69.217,86
10	R\$ 131.753,33	-R\$ 59.074,58	R\$ 72.678,75
11	R\$ 138.341,00	-R\$ 62.028,31	R\$ 76.312,69
12	R\$ 145.258,05	-R\$ 65.129,72	R\$ 80.128,32
13	R\$ 152.520,95	-R\$ 68.386,21	R\$ 84.134,74
14	R\$ 160.147,00	-R\$ 71.805,52	R\$ 88.341,48
15	R\$ 168.154,35	-R\$ 75.395,80	R\$ 92.758,55
16	R\$ 176.562,06	-R\$ 79.165,59	R\$ 97.396,48
17	R\$ 185.390,17	-R\$ 83.123,86	R\$ 102.266,30
18	R\$ 194.659,68	-R\$ 87.280,06	R\$ 107.379,62
19	R\$ 204.392,66	-R\$ 91.644,06	R\$ 112.748,60

Fonte: Autores (2012).

Nota: (cultivo da tiririca e produção do biodiesel).

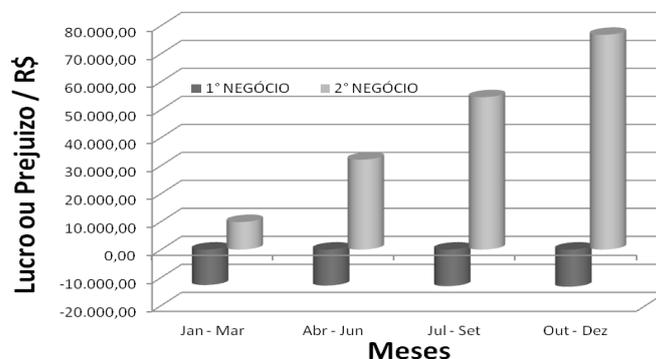
Com relação à planilha gerencial da produção de óleo de tiririca foi utilizado o saldo total da produção do óleo e da produção de biodiesel, durante os quatro trimestres. Os anos posteriores foi somando ao valor anual um índice de inflação em torno de 5% ao ano, este mesmo procedimento foi feito para a planilha gerencial do biodiesel de soja.

A análise da tabela 1 verifica-se que a rentabilidade pode ser evidenciada em forma de dois negócios:

- (1º) No plantio e extração do óleo da tiririca;
- (2º) No plantio, extração do óleo da tiririca e venda do farelo para alimentação animal.

Salientando-se que a rentabilidade (2) é maior do que a (1), sendo mais bem visualizada no gráfico 1.

Gráfico 1 - Representação gráfica das duas formas de negócios para a produção do óleo que podem ser viabilizadas de acordo com os dados obtidos na tabela 1 e 2



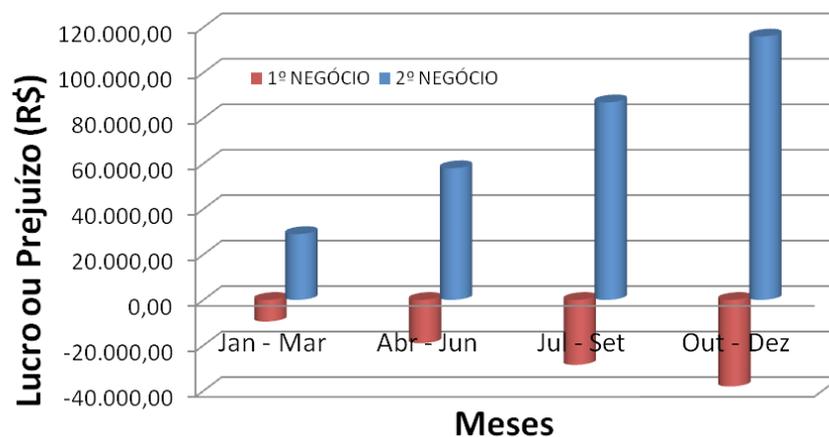
Fonte: Autores (2012).

Outro ponto a ser considerado para fins do levantamento e análise econômica é o de que o produtor de tiririca desenvolverá atividades em vários elos da cadeia produtiva, pois além do plantio e colheita (elo do cultivo), fará a extração do óleo (elo do processamento) e a venda do farelo (elo da distribuição/comercialização), assim o lucro deste produtor será elevado, pois se eliminara a cadeia de intermediários.

Outra análise econômica a ser feita é referente às tabelas 1 e 2, sendo importante

considerar alternativas sobre a maneira ou funcionamento da cadeia produtiva do biodiesel gerado a partir da tiririca, como, por exemplo, sugerir que o produtor venda os tubérculos de tiririca por um preço ainda maior do que o registrado neste estudo, e que o comprador seja uma indústria que processa o biodiesel, o que pode minimizar custo do biodiesel, aumentando a eficiência econômica e otimizando o processo como um todo, conforme destacado na revista Biodieselbr (2005), vide gráfico 2.

Gráfico 2 - Representação gráfica das duas formas de negócios para produção de biodiesel a partir da tiririca que pode ser viabilizadas de acordo com os dados obtidos as tabelas 1 e 2



Fonte: Autores (2012).

Nota-se que a rentabilidade da produção do biodiesel pode também ser evidenciada em duas formas de negócios:

(1º) Na produção do biodiesel após compra do óleo do produtor;

(2º) Na produção do óleo e do biodiesel, com a compra do tubérculo de tiririca do produtor.

Na tabela 4 esta apresentada a planilha gerencial para a produção de 10.000 L de biodiesel de soja (SANTOS et al., 2008).

Tabela 4 - Resultado econômico para vinte anos de produção do biodiesel de óleo de soja

Ano	Saldo (prod. do biodiesel)	Saldo (prod. do biodiesel)	SALDO
1	R\$ 23.700,00	-R\$ 17.900,00	R\$ 5.800,00
2	R\$ 24.885,00	-R\$ 18.795,00	R\$ 6.090,00
3	R\$ 26.129,25	-R\$ 19.734,75	R\$ 6.394,50
4	R\$ 27.435,71	-R\$ 20.721,49	R\$ 6.714,23
5	R\$ 28.807,50	-R\$ 21.757,56	R\$ 7.049,94
6	R\$ 30.247,87	-R\$ 22.845,44	R\$ 7.402,43
7	R\$ 31.760,27	-R\$ 23.987,71	R\$ 7.772,55
8	R\$ 33.348,28	-R\$ 25.187,10	R\$ 8.161,18
9	R\$ 35.015,69	-R\$ 26.446,45	R\$ 8.569,24
10	R\$ 36.766,48	-R\$ 27.768,78	R\$ 8.997,70
11	R\$ 38.604,80	-R\$ 29.157,21	R\$ 9.447,59
12	R\$ 40.535,04	-R\$ 30.615,07	R\$ 9.919,97
13	R\$ 42.561,79	-R\$ 32.145,83	R\$ 10.415,97
14	R\$ 44.689,88	-R\$ 33.753,12	R\$ 10.936,77
15	R\$ 46.924,38	-R\$ 35.440,78	R\$ 11.483,60
16	R\$ 49.270,60	-R\$ 37.212,81	R\$ 12.057,78
17	R\$ 51.734,13	-R\$ 39.073,46	R\$ 12.660,67
18	R\$ 54.320,83	-R\$ 41.027,13	R\$ 13.293,71
19	R\$ 57.036,88	-R\$ 43.078,48	R\$ 13.958,39
20	R\$ 59.888,72	-R\$ 45.232,41	R\$ 14.656,31

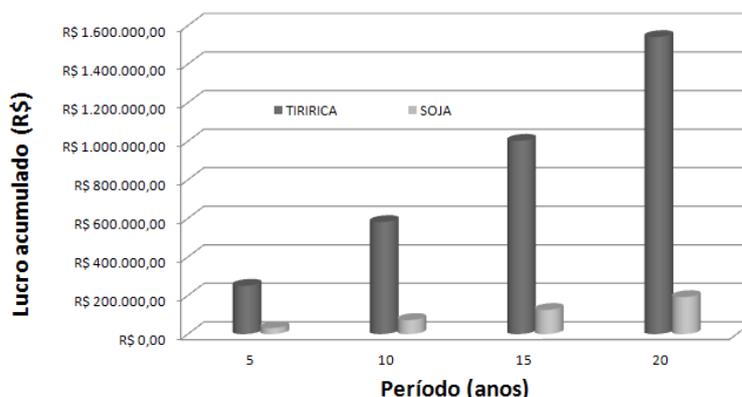
Fonte: Autores (2008).

Comparando-se a produção de biodiesel de tiririca com o de soja o lucro para se produzir 10.000 L de biocombustível é de aproximadamente R\$ 5.800,00 cerca de 15% do lucro obtido com o biodiesel de tiririca, sugerindo que economicamente a biodiesel de tiririca é mais viável, a diferença está relacionada principalmente devido a safra ser feita pelo menos 4 vezes ao ano e no caso da soja apenas uma vez ao ano e a extinção dos custos relacionados a uso de agrotóxicos. Salienta-se também que para se produzir

10.000 L de biodiesel de soja é necessário cerca de quinze hectares, três vezes mais que a área utilizada para o cultivo de tiririca, visto que a produtividade da soja gira em torno de 3.360 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ (BIODIESELBR, 2006; BIODIESELBR, 2009; SANTOS et al., 2008).

Os resultados comparativos das tabelas 3 e 4 podem ser mais bem visualizados por quinquênio no gráfico 3, provando a viabilidade econômica da produção do biodiesel da tiririca em relação ao de soja.

Gráfico 3 - Viabilidade econômica da produção do biodiesel da tiririca em relação ao de soja, por quinquênio



Fonte: Autores (2012).

Esta diferença significativa (gráfico 2) no lucro da produção do biodiesel tiririca em relação à de soja é ressaltada se averiguando que a quantidade de terra para produção anual de tiririca é 75 % menor que a de soja, gerando 80 % a mais de biodiesel, gráfico 4.

Foi realizado o cálculo do VPL – Valor Presente Líquido, utilizando a equação 1, para a análise da viabilidade do projeto, utilizando uma taxa de retorno de 15% ao ano.

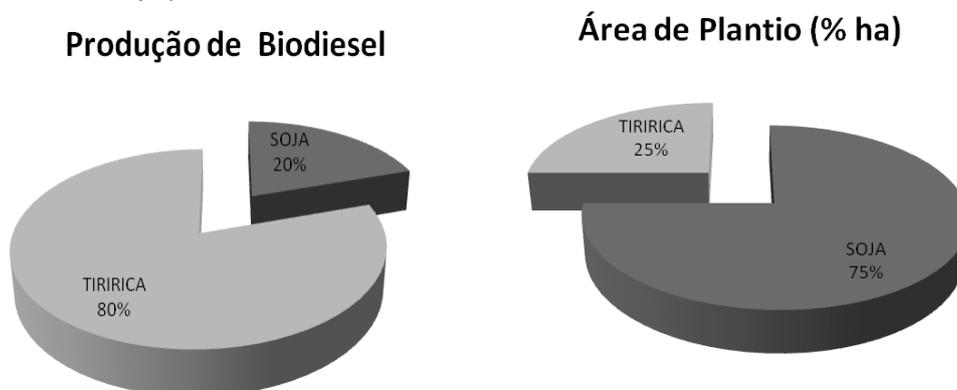
Equação 1 - Equação para o cálculo do VPL.

$$\sum_{x=1}^n \frac{\text{valores}}{(1 + \text{taxa})^x} \quad (1)$$

O valor calculado para o VPL de todo o processo de produção de biodiesel de tiririca, desde a extração do óleo e o seu processamento para obtenção do biodiesel é de R\$ 375.409,30, indicando que este projeto é viável economicamente.

Para o biodiesel de soja o valor calculado de VPL é R\$38.597,20, sugerindo que a produção de biodiesel de soja é viável, porém na comparação entre estes valores o biodiesel de tiririca é mais viável.

Gráfico 4 - Relação da área para plantio e produção de biodiesel de tiririca em relação ao de soja por ano



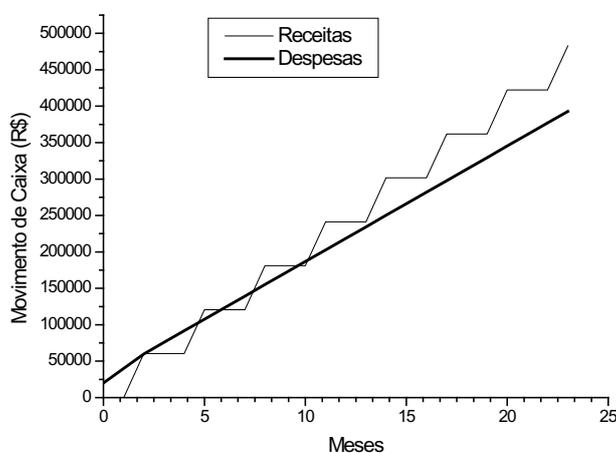
Fonte: Autores (2012).

Salienta-se ainda que o preço de venda do biodiesel derivado da tiririca depende da variável climática de nosso País, a região central do Brasil tem a maior produção de tiririca, minimizando os custos de produção do biodiesel gerado a partir desta planta. Outro fator que poderá alterar o preço deste biocombustível é relacionado

aos impostos e aos salários pagos aos funcionários, pois devido a essa cultura ser cultivada totalmente manualmente os custos com mão de obra são diretamente proporcional ao preço de venda do biodiesel.

O diagrama 1 ilustra o movimento de caixa com as despesas e receitas ao longo de quinze meses.

Diagrama 1 – Equilíbrio financeiro



Fonte: Autores (2012).

Nota-se pela análise no gráfico 4 que somente após o décimo terceiro mês o lucro acumulado é maior que os custos de produção do biodiesel de tiririca, sendo este o ponto de equilíbrio entre receitas e despesas.

Análise social

De acordo com os resultados anteriores, gráfico 2, a produção econômica do biodiesel gerado a partir da tiririca tem grande vantagem sobre a soja, levando-se em conta que não há necessidade de um grande preparo no solo e de maquinários específicos para essa cultura, o acesso à agricultura familiar será facilitada e a distribuição de renda será ampliada.

O plantio e a colheita manual da tiririca envolverão um número superior de pessoal quando comparado com o da soja, já que esta é totalmente mecanizada, utilizando-se cerca de cinco funcionários. Visto que a tiririca pode ser cultivada em praticamente todos os tipos de solo, não existe a necessidade dos terrenos serem planos ou com boas condições.

Neste estudo é considerado cerca de cinquenta trabalhadores (ganhando um salário mínimo por mês, trabalhando 8 horas/dia) para fazer a colheita de cinco hectares de tiririca. Assim, em um cálculo simples podemos sugerir que devido a esses trabalhadores teremos em torno de quinze

famílias com renda fixa ao longo do ano, um número muito superior a do plantio da soja, principalmente devido à mecanização do processo.

Análise ambiental

Os principais fatores que podem subsidiar o plantio de tiririca são as suas vantagens ambientais, pois não existe a necessidade de adicionar agrotóxicos durante o seu plantio, minimizando os problemas ambientais de contaminação do solo, rios e lençóis freáticos.

Em 2010 foi utilizado na cultura da soja cerca de 400.000 t de agrotóxicos, um crescimento de 3,5% maior que no ano anterior (INÁCIO, 2011).

A colheita manual dispensa o uso de maquinários que utilizam de combustíveis fósseis para seu movimento, diminuindo a exaustão de gases tóxicos na atmosfera.

De uma forma geral a política brasileira tem incentivado a busca de alternativas viáveis econômica, ambiental e socialmente e o uso do óleo da tiririca para a produção de biodiesel pode ser esta alternativa. Porém, deve ser considerada que haja uma barreira cultural no momento que esta proposta será apresentada para os agricultores, mas deve-se ressaltar que como a tiririca a soja antigamente já foi conhecida como uma erva daninha, e atualmente a comercialização desta cultivar envolve altos valores de cifras. A soma dessas vantagens apresentadas neste estudo salienta a sustentabilidade de todo o processo de produção de biodiesel com o uso de uma erva daninha como a tiririca.

Ressalta-se que a produção do biodiesel derivado da tiririca deverá

ainda contar com incentivos fiscais e políticos governamentais, além da promoção de inovações tecnológicas a serem desenvolvidas, contemplando todos os princípios de sustentabilidade (Social, econômico, ambiental, política e a inovação tecnológica).

Conclusões

Análise de custo benefício econômica socioambiental feita, sugere que a produção de biodiesel de tiririca é viável economicamente, comparado com o biodiesel de soja, com um valor de VPL de R\$ 375.409,30. Com relação aos aspectos sociais, a utilização da tiririca como matéria prima na produção de biodiesel, envolve um número superior de mão de obra utilizado na produção de biodiesel de soja. Ambientalmente o biodiesel da *Cyperus esculentus* é mais limpo que o de soja, devido à minimização do uso de agrotóxicos, outra vantagem ambiental é referente à área de cultivo, que para uma mesma quantidade de biodiesel, a tiririca ocupa uma área 75% menor comparada com a soja.

A área de plantio menor do que a área de soja para produzir a mesma quantidade de óleo para produção de biodiesel leva esta cultura a ser pesquisada para ser aplicada na produção da agricultura familiar.

Apoio:

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Referências

BARROS, G. S. C.; SILVA, A. P.; PONCHIO, L. A.; ALVES, L. R. A.; OSAKI, M.; CENAMO, M. Custos de produção de biodiesel no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v.15, n.3, p.36–50, 2006. ISSN 1413-4969.

BIODIESELBR. 34 cooperativas habilitadas para vender oleaginosas da agricultura familiar. **Revista Biodieselbr**, ed. 24, São Paulo, 2011.

BIODIESELBR. **Biodiesel** - Alíquotas aplicáveis. São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com>>. Acesso em: 10 nov. 2011.

_____. **Transesterificação**: Detalhes sobre as etapas de produção do biodiesel. São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com>>. Acesso em: 10 nov. 2011.

COSTA NETO, P. R.; ROSSI, L. F. S.; ZAGONEL, G. F.; RAMOS, L. P. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. **Química Nova**, v.23, n.4, p.531-537, 2000.

GALLINA, A. L.; RUSSO, M. E.; ZANETTE, V. H.; CUNHA, M. T.; RODRIGUES, P. R. P. Aplicação do aço inoxidável AISI 316 na construção de uma mini destilaria de álcool e uma usina compacta para de biodiesel. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DO AÇO INOXIDÁVEL, 10., 2010, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Polo Printer, 2010. p. 236-244, v. único.

GALLINA, A. L.; RODRIGUES, P. R. P.; RUSSO, M. E.; CUNHA, M. T.; KURCHAIDT, S. M. Emprego das chapas metálicas de aço inoxidável AISI 316 na construção de miniusinas para a produção de biocombustíveis. In: CORTE E CONFORMAÇÃO DE METAIS E BRAZIL WELDING SHOW 2011, 2011, São Paulo. **Anais...** São Paulo: 2011.

GALLINA, A. L.; STROPARO, E. C.; CUNHA, M. T. C.; RODRIGUES, P. R. P. A corrosão do aço inoxidável austenítico 304 em biodiesel. **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v.63, n.1, 2010.

GLOBO RURAL. **Safra de soja 2010/2011 deve ser menor que a anterior, segundo Abiove**. 2011. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,EMI202913-18078,00-SAFRA+DE+SOJA+DEVE+SER+MENOR+QUE+A+ANTERIOR+SEGUNDO+ABIOVE.html>>. Acesso em: 21 nov. 2011.

INÁCIO, A. Venda de defensivos bate recorde no Brasil. **Jornal Valor Econômico**, São Paulo, Caderno B, p.12, 2011.

JANNUZZI, P. M. **Indicadores sociais no Brasil**. Campinas: Alínea, 2003. 141p.

MAIA, E. C. R.; BORSATO, D.; MOREIRA, I.; SPACINO, K. R.; RODRIGUES, P. R. P.; GALLINA, A. L. Study of the biodiesel B100 oxidative stability in mixture with antioxidants. **Fuel Processing Technology**, v. 92, n. 9, p.1750-1755, 2011.

MARCHETTI, J. M.; MIGUEL, V. U.; ERRAZU, A. F. Techno-economic study of different alternatives for biodiesel production. **Fuel Processing Technology**, v. 89, p. 740–748, 2008.

MATTOS, K. M. C.; MATTOS, A. **Valoração econômica do meio ambiente**: uma abordagem teórica e prática. São Carlos: Rima, Fapesp, 2004.

MENDES, A. P. A.; DA COSTA, R. C. Mercado brasileiro de biodiesel e perspectivas futuras. **Biocombustíveis BNDES Setorial**. 2009. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3107.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2011.

MISHAN, E. J. **Análise de custos-benefícios**. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

RAMOS, L.P.; KUCEK, K. T.; DOMINGOS, A. K.; WILHELM, H. M. Biodiesel: um projeto de sustentabilidade econômica e socioambiental para o Brasil. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, v. 31, p. 28–37, 2003.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

SANTOS, F. N. R.; JESUS, E. S.; PEREIRA, A. N.; COGAN, S. A Teoria das restrições numa análise preliminar do mercado de biodiesel do Brasil com ênfase nas oleaginosas. **Custos e @gronegócio on line**, v.4, n.3, 2008. ISSN: 1808-2882.

SUAREZ, P. A. Z.; MENEGHETTI, S. M. P.; FERREIRA, V. F. O biodiesel e a política de C & T brasileira. **Química Nova**, v.29, n.6, p.1157, 2006. Editorial.

VIDAL, J. W. B. Se aproxima o fim da era dos combustíveis fósseis. **Revista Eco 21**, n.100, 2005.