

VIABILIDADE FINANCEIRA E ANÁLISE DE RISCO DO CULTIVO DE PINHÃO MANSO PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL NO ESTADO DO TOCANTINS

Ana Cláudia Barroso*
Autenir Carvalho de Rezende**
Waldecy Rodrigues***
Adriano Nascimento da Paixão****

RESUMO: O sucessivo crescimento do consumo de energia e as limitações naturais de produção e utilização de combustíveis fósseis geram a necessidade de diversificar a matriz energética, com prioridade para fontes renováveis e limpas. Neste cenário, o biodiesel surge como fonte alternativa de energia, contudo deve-se atentar para a matéria prima ideal para a produção em cada região do território brasileiro. Neste sentido, estudos de viabilidade econômica e financeira, que venham a ser úteis no processo de tomada de decisão e alocação adequada dos recursos, se fazem imprescindíveis. É sobre esse ponto que emerge o presente artigo. Portanto, buscase com este, realizar o estudo pioneiro da viabilidade financeira do cultivo do pinhão manso para a produção de biodiesel no Estado do Tocantins. Para tal, utilizou-se a Análise de Custo-benefício, Análise de Risco, e ainda, e os indicadores VPL e TIR. Constatou-se que as características promissoras do cultivo desta oleaginosa, embora apresentem viabilidade financeira, são ainda questionáveis de exploração quando submetidas à Análise de Risco, isso devido às variações nos custos de produção, ou melhor, variações no preço do adubo para cobertura.

PALAVRAS-CHAVE: Biodiesel; Pinhão Manso; Viabilidade Financeira; Análise de Risco.

FINANCIAL FEASIBILITY AND RISK ANALYSIS IN JATROPHA CROP FOR THE PRODUCTION OF BIODIESEL IN THE STATE OF TOCANTINS, BRAZIL

* Economista e Mestre em Desenvolvimento Regional e Agronegócio da Universidade Federal do Tocantins - UFT; E-mail: anacbt@hotmail.com

** Economista e Mestre em Desenvolvimento Regional e Agronegócio da Universidade Federal do Tocantins – UFT.

*** Economista; Pós-Doutor em Economia do Meio Ambiente pela Universidade de Brasília - UnB; Docente Adjunto e Coordenador do Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional da Universidade Federal do Tocantins – UFT.

**** Economista; Doutor em Economia Aplicada pela UFV e Docente da Fundação Universidade Federal do Tocantins - UFT.

ABSTRACT: Increasing growth in energy consumption and natural limitation of production and use of fossil fuel require diversification in energy matrix giving priority to renewable and clean sources. Although biodiesel is an alternative source of energy, the ideal prime matter should be chosen for its production in each region within Brazil. Studies on economical and financial viability are thus highly relevant within the decision-making process and the proper allocation of resources. A pioneer analysis on the financial viability of the jatropha crop is undertaken for the production of biodiesel in the state of Tocantins, Brazil, by employing Costs-Benefits Analysis, Risk Analysis, VPL and TIR indicators. Although financial feasibility exists, the promising traits of the oleaginous plant have still to be proved when Risk Analysis is investigated, due to variations in production costs, or rather, variation in coverage manure price.

KEY WORDS: Biodiesel; Jatropha; Financial Viability; Risk Analysis.

INTRODUÇÃO

O aquecimento global, que surge com a intensificação do efeito estufa, é um dos principais problemas ambientais da atualidade, favorecido pela emissão de gases durante a queima de combustíveis fósseis, principalmente o dióxido de carbono (CO_2). Segundo Leggett et al. (1992), o agravamento do efeito estufa se dá pelas emissões de CO_2 , metano (CH_4) e outros gases, em virtude da queima de combustíveis fósseis. Para resolução de tal problema é necessário que a população mundial adote uma atitude diferente. A utilização de energias renováveis é uma maneira de solucionar esta questão, não só beneficiando o meio ambiente, mas também a economia como um todo.

Por energia renovável entende-se aquela obtida de fontes naturais, capazes de se regenerar e, portanto, inesgotáveis, tais como a energia solar, eólica, hidráulica, maremotriz, geométrica, biomassa (GOLDEMBERG; VILLANUEVA, 2003).

Os biocombustíveis encontram-se no contexto da biomassa, dentre os quais se destacam no Brasil, o etanol da cana-de-açúcar e o biodiesel à base de diversas matérias-primas, tais como a soja, mamona, pinhão manso e outras fontes vegetais e animais. Vale mencionar que o biodiesel tem entrado na pauta de discussões como uma alternativa energética para países, empresas e indivíduos.

O biodiesel é um óleo vegetal e refere-se a um combustível alternativo ao diesel, renovável e biodegradável, obtido a partir da mistura de um óleo de origem vegetal com metanol ou etanol por um processo denominado transesterificação (GOLDEMBERG; VILLANUEVA, 2003).

A definição brasileira para biodiesel, proposta pela Agência Nacional do Petróleo (BRASIL, 2003), através da Portaria nº 255/2003, define o biodiesel “como um combustível composto de mono-álquilésteres de ácidos graxos de cadeia longa, derivados de óleos vegetais, ou, de gorduras animais, e, designado B100”.

O Brasil é um país historicamente dependente de óleo diesel importado chegando a importar 5,8 milhões em m³ de óleo diesel em 2008, a um custo de US\$ 5,1 bilhões (ANP, 2009). O uso do B2 (2% de biodiesel ao óleo diesel) gera uma economia de US\$ 160 milhões ao ano (RATHMANN et al., 2005). Além dessa economia gerada, deve-se considerar a instabilidade dos preços do petróleo, bem como de seus derivados, tal como o óleo diesel, o que torna o diesel mineral cada vez menos atrativo, abrindo espaço aos produtos substitutos (MARTINS, 2006).

Há de se considerar, também, os benefícios sociais da inclusão do biodiesel na matriz energética brasileira. Basicamente pode-se dizer, apoiado em Knothe, Gerpen e Krahl (2006), que a inserção desse combustível irá promover a geração de empregos para o funcionamento de novas unidades de produção, criando postos de trabalho e garantindo uma renda adicional para as famílias. Além de contribuir para o fortalecimento do agronegócio.

Contudo, deve-se considerar também, o ponto de vista financeiro, pois o biodiesel nem sempre apresenta uma viabilidade econômico-financeira auto-sustentável (KNOTHE; GERPEN; KRAHL, 2006). Um importante fator a ser considerado na produção do biodiesel é a sua viabilidade econômica. Para tal, deve-se ponderar sobre os seguintes fatores:

1. Custos totais de produção que envolvem custos com matéria-prima (óleo vegetal e álcool), catalisador, mão-de-obra, energia, custos administrativos e financeiros (custos de capital) (LUCENA, 2004);
2. Escolha de uma matéria-prima que não esteja muito suscetível às oscilações econômicas, dessa forma, pode-se contar com um custo fixo de produção, dentro de determinados limites, possível de gerar a segurança de melhores investimentos e retorno (DIAS, 2005);

3. Os incentivos fiscais;
4. Aspectos estratégicos, sociais e ambientais.

O custo total de produção do biodiesel é composto pelos custos do óleo, de conversão, com transporte, mistura com óleo diesel, estocagem e revenda. Segundo Lucena (2004), pode-se aumentar a competitividade do biodiesel em relação ao diesel reduzindo os custos de produção do mesmo com a venda de co-produtos gerados durante o processo de transesterificação, tais como a glicerina, tortas, soda etc.

Segundo o Conselho de Altos Estudos e Avaliação Tecnológica (2003), 2/3 do preço do biodiesel se deve ao custo da matéria-prima. Daí percebe-se a necessidade de estudos sobre a composição dos custos para cada matéria-prima a fim de se conhecer qual dessas é a mais indicada para produção de biodiesel em cada região do país.

O aspecto estratégico está atrelado à tendência ao crescente consumo por energia e a ascensão do preço do petróleo (MARTINS, 2006) em conjunto com a dependência externa do Brasil por este produto, fazendo que a importação do mesmo provoque elevados déficits na balança comercial brasileira (COELHO, 1999). Sendo assim, a produção de biodiesel diminuiria a dependência por combustíveis importados.

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) é uma planta da família Euphorbiaceae, a mesma da mandioca, mamona e seringueira (DIAS, 2007). É uma planta oleaginosa, perene, cujo óleo pode ser extraído para obtenção do biodiesel e possui grande potencial para aquisição do mesmo.

Devido à sua rusticidade e à tolerância a seca, pode ocupar solos menos férteis e arenosos encontrados no estado do Tocantins. É também uma espécie exigente em insolação e, portanto, uma cultura viável para pequenas propriedades rurais, com mão-de-obra familiar (ARRUDA et al., 2004).

Segundo Cabral et al. (2008), a inclusão do pinhão manso como matéria-prima para produção de biodiesel abre espaço para um novo modelo de agricultura, não alimentar, sendo que “essa reconversão, além de gerar trabalho no campo, proporcionará mudança na matriz produtiva rural, alterando o quadro inadequado das monoculturas”.

Segundo Freire e Lima (2011), o cultivo do pinhão manso possui baixo custo de produção e capacidade de se produzir em solos pouco férteis e arenosos, além da alta produtividade, da facilidade de cultivo e de colheita das sementes. Há de se considerar, também, que as sementes do pinhão manso possuem teor de óleo de 38%, sendo, portanto, uma oleaginosa com grande capacidade de produção de óleo, maior, inclusive que a soja (com 18% de teor de óleo), matéria-prima mais utilizada atualmente para produção de biodiesel (SAUER et al., 2006).

Considera-se também, que a torta pode ser aproveitada na produção de adubos orgânicos e produz, no mínimo, duas toneladas de óleo por hectare, levando de três a quatro anos para atingir a idade produtiva, que pode se estender por 40 anos (ARRUDA et al., 2004).

O objetivo é verificar a viabilidade e o risco do cultivo do pinhão manso para a produção do biodiesel no estado do Tocantins. Para tal, empregam-se para três projetos diferentes, duas análises, ou metodologias de análise de investimento. A primeira delas é a Análise Custo-benefício. Já a segunda é a Análise de Risco, que aqui é feita a partir de simulações do método de Monte Carlo, utilizando o software *@Risk 5.5 Palisade Corporation* (2009). A partir desta Análise de Risco é possível também, a apuração da sensibilidade dos projetos aos seus respectivos *inputs*. São calculados ainda os indicadores VPL e TIR.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Depois de realizados todos os levantamentos de custos e receitas, e estabelecidos os critérios básicos para o desenvolvimento destes, parte-se para a Análise Custo-Benefício (ACB), a qual resultará na relação B/C. Em seguida, faz-se a análise dos seguintes indicadores financeiros: Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR). Somente depois destes passos concretizados é que se parte para a Análise de Risco.

2.1 CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS

O pinhão manso é um arbusto com crescimento rápido que pode atingir 3 a 5 metros de altura, com diâmetro do tronco de aproximadamente 20 cm. A produção

de frutos inicia-se no segundo ano de vida da planta, sendo que esta produção se estabilizará a partir do quarto ano (DIAS, 2007).

A partir das características agronômicas do vegetal pode-se elaborar cálculos referentes ao espaçamento físico entre plantas, produção, custos e receitas. Para levantamento de tais informações recorreu-se ao Naturatins (Instituto Natureza do Tocantins), a produtores e técnicos da área.

Fator ponderável nesta análise está ligado à forma de cultivo adotada, pois, além do plantio solteiro, a planta permite a produção consorciada, podendo ser cultivada juntamente com pastagens, ou, qualquer outra cultura anual que se adapte às condições impostas pelo pinhão manso (DIAS, 2007).

Sendo assim, fizeram-se as análises para três tipos de espaçamento (três projetos). Tais espaçamentos foram sugeridos por Dias (2007), sendo um solteiro e de quantidade intensiva de plantas (3x3), outro consorciado com culturas anuais¹ (4x2), e outro consorciado com pastagem (6x1,5). Pontua-se então, a boa oportunidade oferecida pelo cultivo consorciado, pois, embora não seja o foco dado aqui, vale mencionar que este sistema de cultivo pode tornar viável ou mesmo potencializar a viabilidade de um projeto.

Um detalhe adotado na análise foi que, mesmo existindo a possibilidade de compra das mudas no mercado, optou-se por trabalhar com a confecção destas na própria propriedade. Diante disso, surgiram características discriminantes, que influenciaram, inclusive, na formação do fluxo de caixa do projeto.

Conforme demonstrado no Anexo I, tem-se a seguinte configuração temporal das atividades e seus devidos custos: I. Confecção da muda (ano 1); II. Preparo do solo (ano 1); III. Plantio (ano 1); IV. Tratos culturais (ano 1 e demais); V. Manutenção (ano 1 e demais); VI. Colheita (ano 2 e demais).

Embora o Pinhão Manso seja uma planta rústica, para se tornar economicamente viável em solos pouco férteis, tal como no Tocantins, é necessária a correção de solos e irrigação suplementar, e ainda tratos culturais (RICHETTI; SOUSA, 2011).

A produtividade foi calculada com base em Dias (2007). Segundo o autor, para um espaçamento de 3x3 tem-se 1.111 plantas por hectare; para um espaçamento

¹ As culturas anuais que melhor se adaptam ao consórcio com pinhão manso são algodão, gergelim, sorgo, milho, amendoim, girassol, feijão-caupi. No entanto, a quantidade de estudos sobre consórcio de pinhão manso com outras culturas ainda é insipiente, sendo necessárias mais pesquisas para se determinar quais as melhores culturas para o cultivo consorciado (MACHADO et al., 2010).

4x2 tem-se 1.250 plantas por hectare; e para um espaçamento 6x1,5 tem-se 1.111 plantas por hectare. Sendo assim, a produtividade por hectare para cada tipo de espaçamento ocorre conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Produtividade (sementes) em kg/ha e litros/ha* para cada um dos projetos

Espaçamento	ANO 1		ANO 2		ANO 3		ANO 4	
	Kg/ha	Litros/ha	Kg/ha	Litros/ha	Kg/ha	Litros/ha	Kg/ha	Litros/ha
3x3 (1.111 plantas)	200	76	1.800	684	3.000	1.140	6.000	2.280
4x2 (1.250 plantas)	225	86	2.025	770	3.375	1.283	6.751	2.565
6x1,5 (1.111 plantas)	200	76	1.800	684	3.000	1.140	6.000	2.280

* Rendimento do óleo calculado com base no teor de óleo de 38% das sementes do pinhão.

Fonte: DIAS (2007)

A partir destes dados foi possível calcular as receitas do projeto (Anexo I), dados os espaçamentos trabalhados, sendo o preço médio de mercado pago ao produtor para o litro de óleo extraído da semente do pinhão manso de R\$ 1,85, em 2009, segundo cotação do site Biodieselbr Online (2013).

2.2 A ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO (ACB)

Originalmente, a análise custo-benefício engloba além da viabilidade financeira, o exame dos impactos ambientais e, principalmente, sociais; ao contrário do que muitas vezes se pensa, ela não trata apenas do diagnóstico financeiro, muito embora, atualmente, ela esteja no *mainstream* da análise privada (PEARCE, 1971).

Em termos gerais, o que uma Análise de Custo-Benefício procura responder é se vários projetos de investimento, sejam eles privados ou públicos, A, B, C, etc., devem ser empreendidos e, no caso dos recursos de investimento serem limitados, qual ou quais desses projetos específicos devem ser escolhidos. Sendo que os benefícios totais devem ser entendidos no sentido mais lato, incluindo-se além dos benefícios financeiros, todos os acréscimos ao bem estar social e ambiental (externalidades positivas), e onde os custos ou dispêndios totais incluem todos os custos de recursos, custos de oportunidade, e externalidades negativas (MISHAN, 1975).

Na prática, este indicador consiste na relação entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos (B/C). Em regra, um projeto deve apresentar um saldo B/C maior que a unidade para que seja viável, e quanto maior esta relação, mais atraente é o projeto (CONTADOR, 1988).

Desta maneira, segue que a relação entre custo e benefício é definida como o quociente entre o valor atual do fluxo de benefícios econômicos a serem obtidos e o valor atual do fluxo de custos econômicos (HOFFMANN, 1987). Daí:

$$B/C = \sum_{j=0}^n \frac{R_j}{(1+i)^j} / \sum_{j=0}^n \frac{C_j}{(1+i)^j} \quad (1)$$

Em que:

R_j = receitas do período j;

C_j = custos do período j;

i = taxa de juros.

O VPL, de acordo com Hoffmann (1987), é o valor presente dos benefícios líquidos (receitas - custos) do projeto, ou seja:

$$VPL = \sum_{j=0}^n \frac{R_j - C_j}{(1+i)^j} - I \quad (2)$$

Em que:

R_j = receitas do período j;

C_j = custos do período j;

i = taxa de juros (também chamado de taxa de desconto).

A taxa interna de retorno (TIR) expressa a rentabilidade (retorno) anual média do capital alocado no projeto, durante todo o horizonte de análise (HOFFMANN, 1987). Então:

$$\sum_{j=0}^n \frac{R_j - C_j}{(1 + TIR)^j} = I \quad (3)$$

Em que:

R_j = receitas do período j;

C_j = custos do período j;

I = investimento inicial;

TIR = Taxa interna de retorno.

Um projeto é viável se a sua taxa interna de retorno é igual ou maior que o custo de oportunidade dos recursos para a sua implantação. Ou seja, quanto maior a TIR em relação à Taxa Mínima de Atratividade (TMA), maior a atratividade do projeto. A grande vantagem da TIR como indicador de decisão é que prescinde de informações externas ao projeto, no caso, os custos de oportunidade do capital, que serve como parâmetro de referência para auxiliar a tomada de decisão (CONTADOR, 1988).

A TMA, tida também como Taxa de Desconto, faz parte dos cálculos de atualização dos valores financeiros no fluxo de caixa dos projetos. Existem várias maneiras para se estabelecer uma TMA aceitável, sendo que se deve sempre ter em mente a ideia de custos de oportunidade, pois, sempre existem perdas frente aos *trade-offs*. Casarotto Filho e Kopittke (1994) concluem que a proposta para ser atrativa deve render, no mínimo, a taxa de juros equivalente à rentabilidade das outras aplicações correntes e de pouco risco. Esta é, portanto, a taxa mínima de atratividade.

Para esse estudo adotou-se a TMA igual à taxa SELIC, que no mês 06/2010 estava em 10,25%.

2.3 ANÁLISE DE RISCO

Todos os projetos de investimento, independentemente do setor ou de suas longevidades, estão sujeitos à incerteza e aos riscos. Estes últimos podem ser de origem interna, externa, de mercado e até mesmo de causas naturais.

Woiler e Mathias (1986) apontam os riscos como possibilidades de variação futura no retorno de certa alternativa, de forma que riscos existem quando determinados estados futuros são conhecidos juntamente com suas possibilidades

de realização. Já quanto às incertezas, estas ocorrem quando não se conhece o futuro nem suas probabilidades de ocorrência.

Os produtores agropecuários sempre estão enfrentando situações nas quais o resultado é incerto, dada à influência da natureza na produção e também às questões de mercado. Por exemplo, chuvas em excesso ou escassez, geadas ou doenças em animais ou em lavouras podem levar a perdas significativas na produção. A atividade agropecuária está totalmente vinculada com as condições naturais, sendo que os produtores enfrentam dificuldades em controlá-las. Existem ainda os fatores de mercado que afetam os preços dos insumos e dos produtos (LIMA, 2009).

A análise de risco é de fundamental importância no processo de tomada de decisão por parte do produtor rural, pois, é de acordo com o perfil de cada produtor diante do risco, aliado às possibilidades de ganho, que a decisão de investir é tomada (MENDONÇA, 2008).

Uma das formas mais utilizadas para a operacionalização da análise de risco é a análise de sensibilidade. O estudo de sensibilidade avalia o poder de influência de cada variável isoladamente sobre o fluxo de caixa e os indicadores econômicos, medindo a sensibilidade destes em relação a mudanças em uma dada variável, permitindo, então, detectar as variáveis mais sensíveis do projeto, ou seja, as que causam maior impacto sobre o retorno econômico do projeto (ARÊDES, 2006).

Quando uma pequena variação em um parâmetro altera drasticamente a rentabilidade de um projeto, diz-se que o projeto é muito sensível a este parâmetro (CASAROTTO FILHO; KOPITKE, 1994), ou, segundo Hirschfeld (2000), quando uma pequena variação do valor de um parâmetro qualquer produz grande alteração no valor representativo do respectivo fluxo de caixa, afirma-se que a decisão a ser tomada é sensível à variação do parâmetro considerado.

Por exemplo, estipulando-se um aumento, ou uma redução de 10% em uma dada variável *input* (mantendo-se as demais variáveis constantes), é possível avaliar o reflexo deste aumento ou redução, em termos percentuais, sobre um dado indicador econômico, como o VPL, TIR ou B/C, que são definidos como os *outputs*.

Uma das formas mais apuradas para se fazer a análise de sensibilidade é através do método de simulação de Monte Carlo. Lima (2009) explica que a simulação refere-se a um método no qual a distribuição de possíveis resultados é gerada

fazendo com que o software recalcule diversas vezes as fórmulas pré-definidas em uma planilha, com cada interação sendo utilizados diferentes conjuntos de valores selecionados aleatoriamente para gerar outro conjunto de valores ao qual pode ser associada uma distribuição de probabilidades. Por meio das simulações obtêm-se os indicadores de risco: sensibilidade, desvio padrão, coeficiente de variação, valores máximos e mínimos e a distribuição probabilística acumulada da variável *output*, que mede o retorno sob condições de risco (ARÊDES, 2006).

Utilizou-se como ferramenta computacional o software *@Risk 5.5 – Palisade Corporation* (2009). Este software estende a capacidade analítica do Microsoft Excel incluindo a análise de riscos e simulação. Um detalhe indispensável para a execução do processo é a escolha da forma de distribuição para as frequências das variáveis *inputs*. Assim, como se trata de análise em projeto agropecuário, e como recomendado por Lima (2009), optou-se aqui pelo ajustamento à classe da distribuição triangular.

A quantidade de interações realizadas foi numericamente diferente entre as três opções de projeto em questão, visto que a alternativa de interações adotada para o modelo foi a “Automática”, ou seja, a quantidade de interações foi definida automaticamente pelo software.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os resultados da Análise Custo-benefício (ACB) e também dos indicadores VPL e TIR, indicando a viabilidade econômica dos projetos.

Conforme apresentado, todas as três possibilidades de investimento são, do ponto de vista da análise privada, financeiramente viáveis, porém, com retornos diferentes, dados os diferentes espaçamentos entre as plantas, o que ocasiona diferentes níveis de produtividade por hectare e conseqüentemente diferentes custos e receitas.

Tabela 2. Resultados dos indicadores de viabilidade

Espaçamentos	B/C	VPL	TIR
3x3	1,16	742,50	33,95%
4x2	1,61	2.270,01	81,31%
6x1,5	1,57	1.928,78	75,51%

Fonte: Elaboração própria

A Análise Benefício-Custo (B/C) demonstra que os custos incorridos na produção são inferiores às receitas geradas, sendo uma situação favorável ao investimento nesse tipo de empreendimento agrícola. No segundo projeto (espaçamento 4x2) tem-se uma relação B/C de 1,61, valor este que sob as condições de mercado existentes representa viabilidade do projeto de investimento. Ou seja, cada R\$ 1,00 investido na atividade, há uma remuneração de R\$ 0,61, sendo o segundo projeto o que possui a maior viabilidade.

Os valores do VPL revelam que os três projetos são viáveis, dado que o VPL é positivo. Contudo, o segundo projeto (espaçamento 4x2), novamente foi o que obteve o melhor resultado, com R\$ 2.270,01. Vale mencionar que a taxa de desconto considerada foi de 12%.

No que se refere à TIR, todos os projetos são economicamente atrativos, dado que a TIR > TMA, sendo esta última de 10,25%, valor da taxa SELIC no mês 06/2010. Todavia, o projeto com maior TIR, é o segundo projeto, situação que reafirma os resultados encontrados na Relação Benefício-Custo e VPL.

Lembrando que tais resultados consideram apenas as receitas e custos com o pinhão manso. Quando consorciados com culturas anuais ou pastagem, os valores encontrados devem ser acrescidos das receitas e custos provenientes da(s) outra(s) atividade(s).

Para a Análise de Risco foram selecionadas as três variáveis *input* de maior influência sob a formação dos resultados, ou seja, variáveis às quais o projeto é mais sensível, são elas: Preço; Plantio; Tratos culturais; Manutenção (para todos os anos); e Colheita, sendo que elas estão divididas de acordo com a planilha Demonstrativo de Custos (Anexo I). As variáveis *output* consideradas são VPL (12%) e TIR.

Considerando uma taxa de 12% para o projeto de espaçamento 3x3, a média é de R\$ 740,23, ou seja, este valor é o que tem maior probabilidade de ocorrer.

Existe 5% de probabilidade do VPL ser menor que R\$ 378,00 e 5% de ser superior a R\$ 1.101,00. A probabilidade do VPL estar entre R\$ 378,00 e R\$ 1.101,00 é de 90%. O menor valor possível é de R\$ 140,74 e o maior VPL possível para o projeto é de R\$ 1.312,65 (Gráfico 1).

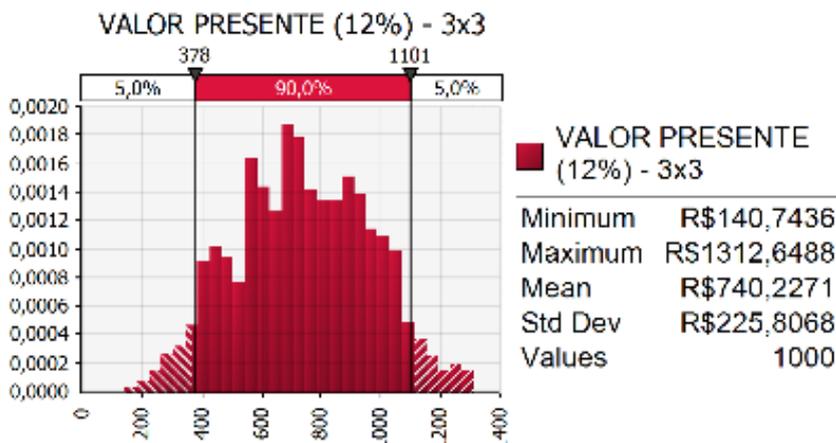


Gráfico 1. VPL para espaçamento físico entre plantas de 3x3
Fonte: Elaboração própria

No projeto de espaçamento 4x2, e a uma taxa de 12%, a média é de R\$ 2.268,43. A probabilidade do VPL estar entre R\$ 1.857,00 e R\$ 2.667,00 é de 90%. Os valores do VPL podem chegar a um valor mínimo de R\$ 1.619,71 e máximo de R\$ 2.882,61, conforme Gráfico 2.

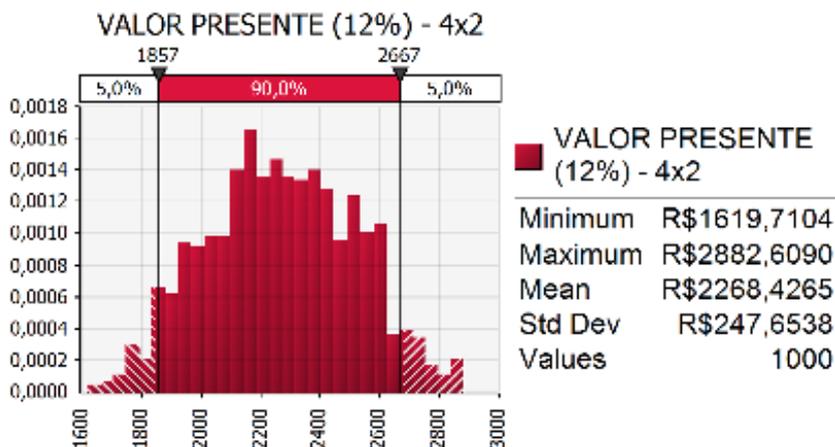


Gráfico 2. VPL para espaçamento físico entre plantas de 4x2
Fonte: Elaboração própria

Por fim, o último projeto, de espaçamento 6x1,5. Conforme mostra o Gráfico 3 e considerando a mesma taxa, a média é de R\$ 1.927,38. A probabilidade do VPL estar entre R\$ 1.562,00 e R\$ 2.281,00 é de 90%. Os valores do VPL podem chegar a um valor mínimo de R\$ 1.349,76 e máximo de R\$ 2.477,29.

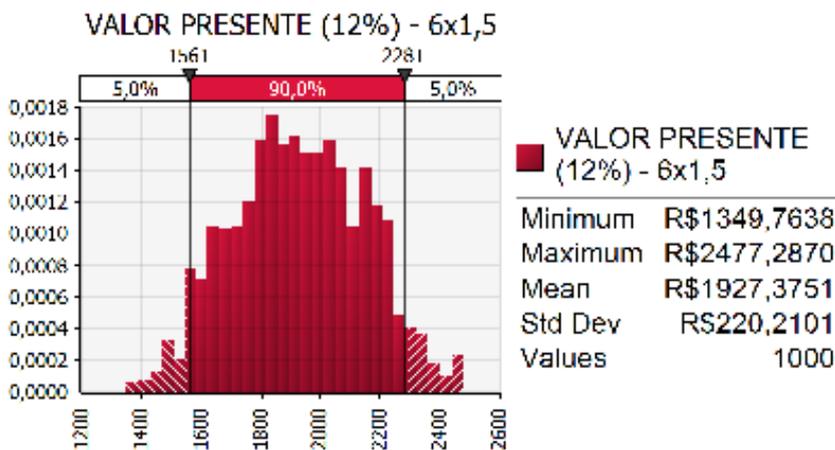


Gráfico 3. VPL para espaçamento físico entre plantas de 6x1,5
Fonte: Elaboração própria

Da Análise de Risco elaborada a partir da análise dos Gráficos 1, 2 e 3, percebe-se que os três projetos são viáveis, contudo o projeto de espaçamento 4x2 é o que possui resultados melhores, corroborando com a análise de viabilidade.

Embora os projetos sejam viáveis, deve-se ainda avaliar a sensibilidade do investimento, isto é, o impacto da alteração de uma variável nos resultados do projeto. Para a análise de sensibilidade optou-se apenas pelos dados do projeto de melhor viabilidade, ou seja, espaçamento 4x2.

O Gráfico 4 apresenta a análise de sensibilidade para o projeto de espaçamento 4x2. Ele apresenta os fatores determinantes dos custos e receita que mais afetam o VPL, e a forma como eles se correlacionam ao VPL. Quanto mais comprida a barra, maior o impacto no lucro geral se o fator variar. O Gráfico 4 mostra que o preço do óleo pago ao produtor induz a maior parte da incerteza na estimativa do VPL do projeto, sendo sua correlação positiva. As demais variáveis afetam negativamente no VPL, o que era de se esperar.

Os projetos de espaçamento 3x3 e 6x1,5 obtiveram valores muito próximos do projeto de espaçamento 4x2 e apresentaram as mesmas correlações, sendo o preço do óleo pago ao produtor a variável de maior impacto na formação do VPL e, portanto, o que induz a uma maior incerteza.

De acordo com o Gráfico 4, um aumento do desvio padrão do preço do óleo pago ao produtor aumenta o desvio padrão do VPL em 0,98.

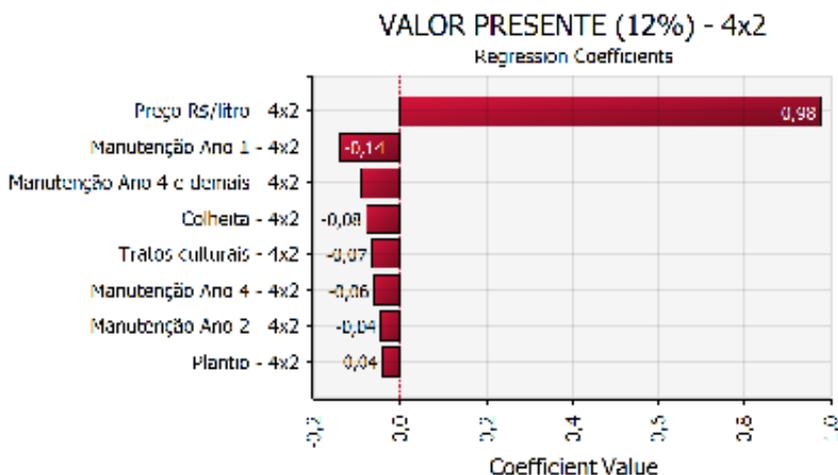


Gráfico 4. Análise de Sensibilidade para espaçamento físico entre plantas de 4x2
Fonte: Elaboração própria

Portanto, embora os indicadores sinalizem viabilidade para todos os projetos, contata-se a grande sensibilidade que tais projetos têm ao preço do óleo pago ao produtor.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sob o ponto de vista da análise de viabilidade privada, é permitido afirmar que o cultivo de pinhão manso para a produção de biodiesel no Estado do Tocantins é viável, pois, para a Análise Custo-benefício os resultados são favoráveis à execução dos três projetos. O mesmo acontece com o Valor Presente Líquido (VPL) e com a Taxa Interna de Retorno (TIR). Neste contexto o projeto de espaçamento 4x2 é o que apresenta melhores resultados.

Constatou-se ainda que o cultivo desta oleaginosa é viável sob a ótica da Análise de Risco, visto que, para os três projetos, as simulações geradas demonstram VPLs positivos, com resultados mais atraentes para o projeto de espaçamento 4x2.

No entanto, de acordo com a sensibilidade dos projetos, a variável de maior influência sobre os retornos financeiros é o preço do óleo pago ao produtor, sendo que uma queda no preço do óleo poderia acarretar em inviabilidade em todos os projetos.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. ANP. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 20 out 2009.

ARÊDES, A. F. de. **Avaliação econômica de irrigação do cafeeiro em uma região tradicionalmente produtora**. 2006. 108f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, MG, 2006.

ARRUDA, F. P. de; BELTRÃO, N. E. M.; ANDRADE, A. P. de; PEREIRA, W. E.; SEVERINO, L. S. Cultivo de Pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 8, p. 789-799, 2004.

BIODIESELBR ONLINE. Disponível em: <www.biodieselbr.com> . Acesso em: maio 2013.

BRASIL. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP. **Portaria nº 255 de 15 de setembro de 2003**. Estabelece a especificação do biodiesel puro a ser adicionado ao óleo diesel automotivo para testes em frotas cativas ou para uso em processo industrial específico nos termos da Portaria ANP nº 240, de 25 de agosto de 2003. Brasília: ANP, 2003.

CABRAL, E. P.; VENDRUSCOLO, M. C.; DALLACORT, R.; NIED, A. H. Produtividade da cultura do pinhão manso submetida a diferentes fontes de adubação. In: CONGRESSO INTERNO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNEMAT, 4., 2008, Cáceres, MT. **Anais...** Cáceres, MT: UNEMAT, 2008.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKE, B. H.. **Análise de investimento da empresa**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

COELHO, S. T. **Mecanismos para implementação da Co-geração de eletricidade a partir de Biomassa**: um modelo para o estado de São Paulo. Tese (Doutorado em energia) – Universidade de São Paulo, Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia - PIPGE/USP, São Paulo, 1999.

CONSELHO DE ALTOS ESTUDOS E AVALIAÇÃO TECNOLÓGICA. **O Biodiesel e a inclusão social**. Brasília: Câmara dos Deputados. Coordenação de Publicações, 2003.

CONTADOR, C. R. **Avaliação social de projetos**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1988.

DIAS, R. R. S. **Biodiesel no Piauí**: uma solução energética com potencialidade social. Teresina: AESPI, 2005.

DIAS, L. A. S. (Org.). **Cultivo de pinhão manso para produção de óleo combustível**. Viçosa: Ed. da UFV, 2007.

FREIRE, E. A.; LIMA, V. L. A. de. **O cultivo do pinhão-manso para a produção do biodiesel**. Pelotas: Grupo Cultivar, 2011. Disponível em: <<http://www.grupocultivar.com.br/site/content/artigos/artigos.php?id=933>> . Acesso em: maio 2013.

GOLDEMBERG, J.; VILLANUEVA, L. D. **Energia, meio ambiente e desenvolvimento**. 2. ed. São Paulo: EDUSP, 2003.

HIRSCHFELD, H. **Engenharia econômica e análise de custos**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

HOFFMANN, R. (Org). **Administração da empresa agrícola**. São Paulo: Pioneira, 1987.

KNOTHE, G.; GERPEN, J. V.; KRAHL, J.(Org.) **Manual de biodiesel**. Tradução de Luiz Pereira Ramos. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

LEGGETT, J. et al. **Aquecimento global: o relatório Greenpeace**. Tradução de Alexandre Lissovsky. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1992.

LIMA, J. R. F. de. **Análise de risco em projetos de investimento agropecuário utilizando o software @Risk 4.5**. Areia: [s.n.], 2009.

LUCENA, T. K. de. **O biodiesel na matriz energética brasileira**. Monografia (Trabalho de conclusão do curso de Ciências Econômicas) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004.

MACHADO, A. R.; RESENDE, J. C. F. de; MOURA, P. C. S.; GONÇALVES, N. P.; SATURNINO, H. M.; FARIA, R. S. de; ANDRADE, L. F. Avaliação do consórcio de pinhão-manso com culturas alimentares, oleaginosas e produtoras de fibra no Norte de Minas Gerais. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 7., 2010, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: [s.n.], 2010.

MARTINS, D. J. M. **Biodiesel, a alternativa energética brasileira para o setor de transportes públicos e de cargas**. Rio de Janeiro: Ed. da UFRJ, 2006.

MENDONÇA, Talles Girardi de. **Análise comparativa da viabilidade econômica da produção de mamão nos sistemas Tradicional e Integrada (PI)**. 2008. 192f. Dissertação (Mestrado em economia aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, 2008.

MISHAN, E. J. **Elementos de análise de custos-benefícios**. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

PALISADE CORPORATION. **@RISK 5.5 for industrial edition**. New York: [s.n.], 2009.

PEARCE, D. W. **Cost-Benefit Analysis**. Great Britain: The Macmillan Press, 1971.

RATHMANN, R.; BENEDETTI, O.; PLÁ, J. A.; PADULA, A. D. Biodiesel: uma alternativa estratégica na matriz energética brasileira? In: SEMINÁRIO DE GESTÃO DE NEGÓCIOS, 2., 2005, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UNIFAE, 2005.

RICHETTI, A.; SOUSA, J. P. B. de. Viabilidade econômica da produção de pinhão-manso na região de Dourados, MS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS DE PINHÃO-MANSO, 2., 2011, Brasília. **Anais...** Brasília: [s.n.], 2011.

SAUER, I. L.; QUEIROZ, M. S. de; MIRAGAYA, J. C. G.; MASCARENHAS, R. C.; QUINTINO JÚNIOR, A. R. Energias renováveis: ações e perspectivas na Petrobras. **Bahia Análise & Dados**, Salvador, v. 16, n. 1, 2006.

WOILER, S.; MATHIAS, W. F. **Projetos, planejamento elaboração e análise**. São Paulo: Atlas, 1986.

Recebido em: 20 de novembro de 2012

Aceito em: 13 de junho de 2013

ANEXO I

DEMONSTRATIVO DE CUSTOS DOS PROJETOS

Discriminação dos Custos	Unidades	Quant.	Valor unit.	Custo	3x3	4x2	6x1,5
I. Confeção da muda (ano 1)							
Semente	unid.	1	0,05	0,05	55,55	62,5	55,55
Saco plástico para a muda	por planta	1	0,07	0,07	77,77	87,5	77,77
Mão-de-obra	por planta	1	0,1	0,1	111,1	125	111,1
Subtotal					244,42	275	244,42
II. Preparo do solo (ano 1)							
Gradagem/ha	h/maq/ha	3	47	141	141	141	141
Calagem/ha (aplicação de calcário)	h/maq/ha	1	47	47	47	47	47
Calcário	t/ha	2,7	79	213,3	213,3	213,3	213,3
Subtotal					401,3	401,3	401,3
III. Plantio (ano 1)							
Sulcamento	h/maq/ha	1	42	42	42	42	42
Mão-de-obra	por planta	1	0,1	0,1	166,7	125	111,1
Adubo para plantio	por planta	1	0,08	0,08	133,36	100	88,88
Subtotal					342,06	267	241,98
IV. Tratos culturais (ano 1 e demais)							
Inseticidas	l/ha	0,15	17	2,55	2,55	2,55	2,55
Aplicação de inseticidas	h/maq/ha	1	32	32	32	32	32
Fungicidas	l/ha	0,4	27,69	11,076	11,08	11,08	11,08
Aplicação de fungicidas	h/maq/ha	1	32	32	32	32	32
Adubação foliar	l/ha	3	7,67	23,01	23,01	23,01	23,01
Aplicação de adubo foliar	h/maq/ha	1	32	32	32	32	32
Subtotal					132,64	132,64	132,64
V. Manutenção (ano 1 e demais)							
Ano 1							
Adubo para cobertura	gr/planta	120	0,00095	0,114	190,04	142,5	126,65
Mão-de-obra	por planta	1	0,1	0,1	166,7	125	111,1
Subtotal					356,74	267,5	237,75
Ano 2							
Adubo para cobertura	gr/planta	160	0,001	0,16	266,72	200	177,76
Mão-de-obra	por planta	1	0,1	0,1	166,7	125	111,1
Subtotal					433,42	325	288,86
Ano 3							
Adubo para cobertura	gr/planta	300	0,001	0,3	500,1	375	333,3
Mão-de-obra	por planta	1	0,1	0,1	166,7	125	111,1
Subtotal					666,8	500	444,4
Ano 4 e seguintes							
Adubo para cobertura	gr/planta	600	0,001	0,6	1.000,20	750	666,6
Mão-de-obra	por planta	1	0,1	0,1	166,7	125	111,1
Subtotal					1.166,90	875	777,7
VI. Colheita (ano 2 e demais)							
Mão-de-obra	por planta	1	0,18	0,18	300,06	225	199,98
Subtotal					300,06	225	199,98
TOTAL DO 1º ANO					1.477,16	1.343,44	1.258,09
TOTAL DO 2º ANO					1.222,86	950,14	859,23
TOTAL DO 3º ANO					1.456,24	1.125,14	1.014,77
TOTAL DO 4º ANO					1.956,34	1.500,14	1.348,07

RECEITAS PREVISTAS DOS PROJETOS

Projetos (espaçamentos)	Valor Unit	ANO 1		ANO 2		ANO 3		ANO 4	
		Quant.	Valor Total	Quant.	Valor Total	Quant.	Valor Total	Quant.	Valor Total
3x3 (1.111 plantas)	1,85	76	140,60	684	1.265,40	1.140	2.109,00	2.280,00	4.218,00
4x2 (1.250 plantas)	1,85	86	158,19	770	1.423,72	1.283	2.372,86	2.565,26	4.745,72
6x1,5 (1.111 plantas)	1,85	76	140,60	684	1.265,40	1.140	2.109,00	2.280,00	4.218,00