

MERCADO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS NA PERSPECTIVA PARA A PRODUÇÃO DO ÓLEO DE PALMA

Tiago Silveira Gontijo¹

Márcio Balduino Saraiva²

RESUMO

Nos últimos vinte anos, a área mundial plantada com palmeira de dendê mais que dobrou, assim como o consumo mundial do óleo de palma. No entanto, o Brasil que é o país com a maior extensão de áreas aptas à produção desta oleaginosa, possui market share de apenas 0,55% da produção mundial do óleo de palma. Buscando verificar os motivos das restritas áreas nacionais com plantio do dendê, este artigo tem por objetivo analisar a viabilidade econômica do cultivo do dendezeiro, assim como estabelecer relações com os preços do dendê. As metodologias utilizadas são: o Movimento Browniano, os métodos de avaliação do projeto de investimento e a simulação de risco do investimento utilizando o método de Monte Carlo. A partir dos resultados conclui-se que o projeto é economicamente viável, embora apresente baixa rentabilidade.

Palavras-chave: Energias renováveis, volatilidade de preço, óleo de palma.

ABSTRACT

In the last twenty years the global planted area with palm oil has more than doubled, as well as the global consumption of palm oil. However, Brazil is the country with the largest expanse of oilseed suitable production areas, and has a market share of only 0.55% on world's palm oil production. In order to verify the reasons for the national restrictive areas with palm oil planting, this article aims to analyze the economic feasibility of palm oil cultivation, as well as establish relationships with its prices. The methodologies used are: Brownian motion, the methods of evaluation of the investment project and investment risk simulation using the Monte Carlo method. From the results it is concluded that the project is economically viable, although with low profitability.

Keywords: Renewable energy, price volatility, palm oil.

1 Tiago Silveira Gontijo - Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Minas Gerais. E-mail: economista@ufmg.br

2 Márcio Balduino Saraiva - Doutorando em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa. E-mail: marcio.saraiva@ufv.br

1. INTRODUÇÃO

O biodiesel, por ser uma fonte renovável de energia, é considerado na atualidade um tema de relevância, tanto na literatura internacional, quanto na nacional. As políticas referentes a sua adoção podem ser atribuídas à diferentes motivações. No contexto da União Europeia, por exemplo, prevalece a questão ambiental como forma de cumprir as metas propostas pelo Protocolo de Kyoto.

Nos Estados Unidos, a principal motivação está relacionada a segurança energética como meio para reduzir a dependência do petróleo importado. No Brasil, por sua vez, a sua adoção visa promover a inclusão social, harmonizando emprego e renda no campo. Deste modo, agricultores familiares e produtores de regiões mais pobres do país podem ser engajados na cadeia produtiva do biodiesel.

Neste contexto, estímulos tributários estão sendo dados às empresas que adquirem oleaginosas produzidas por esses segmentos. Para inserir essa estratégia numa lógica de mercado, a mistura do biodiesel ao diesel de petróleo, em proporções crescentes nos próximos anos, foi tornada obrigatória por força de lei. Sendo assim, pela Lei nº 11.097/2005, a partir de janeiro de 2008, tornou-se obrigatória, em todo território nacional, a mistura B2, ou seja, 2% de biodiesel e 98% de diesel de petróleo. Ao longo dos anos o percentual obrigatório de biodiesel tem se elevado, para 5% (B5) no ano de 2010 e, para 7% (B7), em 2014. Existe possibilidade de empregar percentuais de mistura mais elevados e até mesmo o biodiesel puro (B100), mediante autorização da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2015).

Diante disso, torna-se relevante identificar os condicionantes que determinam a viabilidade de produção do biodiesel no Brasil. Dentre as culturas de oleaginosas com potencial para a produção de biodiesel, destaca-se o dendê, com rendimento de três a seis toneladas de óleo por hectare, por ano. Dos seus frutos são extraídos dois tipos de óleo: o de palma, retirado da polpa ou mesocarpo; e o de palmiste, retirado da amêndoa ou endosperma. (SUFRAMA/ FGV, 2003).

Este artigo tem por objetivo analisar o comportamento dos preços pago ao produtor de dendê, pelo cacho de fruto fresco. A partir da simulação de valores futuros dos preços e interpretação dos valores estimados, partiu-se para uma análise da viabilidade econômica de um empreendimento de plantio de palmeira de dendê, com a finalidade de venda para a extração do óleo de palma.

Talebi et al., (2014), Knothe et al., (2015).

Silva (2013), Tapanes et al., (2013).

O presente artigo contém, além dessa introdução, mais quatro seções. Na próxima seção serão discutidas as metodologias de análise utilizadas. Na terceira seção são apresentadas as fontes de dados. Na seção quatro, os resultados são apresentados e discutidos. Por fim, na quinta seção apresentam-se as conclusões do trabalho.

2. MÉTODOS

2.1. Simulação de Monte Carlo

O método de Monte Carlo foi desenvolvido na década de 1940 por John Von Neumann, Stanislaw Ulam e Nicholas Metropolis, enquanto eles estavam trabalhando em projetos de armas nucleares (Projeto Manhattan), no Los Alamos National Laboratory. Seu nome foi dado em virtude do famoso cassino da cidade de Mônaco, onde o tio de Ulam muitas vezes jogou fora seu dinheiro (METROPOLIS et al., 1953).

Conforme Liu (2001) e Fishman (1996), a simulação de Monte Carlo é baseada na geração de um número finito de amostras de um processo. São criados vetores de variáveis aleatórias a partir de funções de densidade determinadas. Posteriormente, realiza-se um número elevado de simulações onde são calculadas as respectivas respostas do processo. Ao final, faz-se um resumo estatístico, onde são avaliadas as frequências, médias e variâncias das respostas. Os números aleatórios são gerados no intervalo $[0, 1]$ e devem respeitar duas propriedades básicas:

- uniformidade, de forma que todos os números devem ter a mesma probabilidade de ocorrer;
- independência, de forma que o valor atual de um número aleatório não tem relação com o número anterior.

Conforme Pegden et al. (1990), a simulação busca projetar um modelo computacional de um sistema real e efetuar experimentos com este modelo, com o objetivo de entender seu comportamento, bem como avaliar estratégias para sua operação. A simulação de Monte Carlo é um método computacional baseado na amostragem probabilística repetida dos inputs que gera repetidos outputs, os quais podem ser representados por distribuições de probabilidades dos resultados. Para tal deve-se especificar as distribuições de probabilidades dos dados de entrada e, após a simulação, calcular as médias e outros momentos probabilísticos das distribuições de resultados.

De uma forma geral, os softwares de análise de risco usam números pseudo-aleatórios com a técnica de amostragem Latin-Hypercubic. Seu procedimento se dá da seguinte forma:

- Calcula-se a distribuição acumulada $F(X)=Pr(x\leq X)$;
- Calcula-se a função inversa de $F(X):X=G(F(X))$;

- Geram-se n números aleatórios com distribuição de probabilidade uniforme $(0, 1)$;
- Para cada número aleatório, calcula-se $X=G(F(X))$.

2.2 Movimento Browniano

O Movimento Browniano trata-se de um importante processo estocástico utilizado na literatura financeira e também é conhecido por processo de Wiener. Segundo Hull (2002), uma variável segue um processo de Wiener se ela segue duas propriedades:

- A mudança δz em um pequeno intervalo de tempo δt é $\delta z = \epsilon \sqrt{\delta t}$, onde ϵ é uma variável aleatória que segue uma distribuição normal padrão, $\emptyset(0,1)$;
- Os valores de δz são independentes para quaisquer dois diferentes intervalos de tempo δt .

Sendo assim δz segue uma distribuição normal com média zero e desvio padrão $\sqrt{\delta t}$. Adicionando uma taxa de crescimento a esse processo obtém-se o Movimento Browniano Aritmético, que tem a seguinte representação matemática:

$$\delta S = \mu \delta t + \sigma \delta z \quad (1)$$

$$\delta S = \mu \delta t + \sigma \epsilon \sqrt{\delta t} \quad (2)$$

Em que μ representa a taxa de crescimento e, σ é o termo que adiciona variabilidade a variável S . Portanto, σS tem uma distribuição normal com média $\mu \delta t$ e desvio padrão $\sigma \epsilon \sqrt{\delta t}$. Já o Movimento Browniano Geométrico assume que o incremento σS é dependente da variável S . Ou seja, o aumento esperado na variável S em um curto intervalo de tempo δt é $\mu S \delta t$, da mesma forma ocorre com a variabilidade da variável S . Sua representação matemática pode ser descrita como:

$$\delta S = \mu S \delta t + \sigma S \delta Z \quad (3)$$

$$\delta S/S = \mu \delta t + \sigma \epsilon \sqrt{\delta t} \quad (4)$$

A equação acima é a mais usada no mercado financeiro para modelar o comportamento dos preços de ações (Hull, 2002), isso porque os investidores estão interessados no retorno do preço da ação, e o retorno esperado pelos investidores é independente do preço da ação. Da mesma forma a incerteza sobre o preço da ação é a mesma independente do seu valor. Sendo assim μ seria o retorno esperado da ação e σ a volatilidade do preço da ação.

Os principais softwares para simulação de Monte Carlo são: @Risk e Crystal Ball.

Segundo HULL (2002), como μ e σ são constantes, a equação acima indica que $F = \ln S$ segue um processo de Wiener, em que a mudança em $\ln S$ entre o tempo zero e o tempo T é normalmente distribuída com média $(\mu - \sigma^2/2)T$ e variância $\sigma^2 T$.

3. FONTE DE DADOS

3.1. Mercado internacional

A série de preços da commodity óleo de palma comercializado no mercado internacional foi obtida junto ao Fundo Monetário Internacional (FMI, 2015). A série de preços foi deflacionada pelo Índice de Preços do Consumidor Urbano (CPI-U), que refere-se a inflação norte americana, disponível em Bureau Labor Service (BLS, 2014). A série histórica de preços mensais do óleo de palma abrange o período de janeiro de 1980 a dezembro de 2015.

3.2. Mercado nacional

Neste estudo foi considerado o custo de produção da implantação de um hectare de dendê, tendo como região de referência o estado do Pará. Esses dados foram obtidos no AGRIANUAL (2015), utilizando-se como parâmetros o preço médio de R\$ 270,00 por tonelada de cacho de fruto fresco (CFF) e a produtividade média de 19,4 toneladas, por hectare, por ano de CFF. O horizonte de planejamento do projeto foi de 20 anos, que representa o intervalo da formação do plantio da palmeira de dendê até a fase de produção decrescente.

A série histórica de preços do dendê foi obtida junto a Secretaria da Agricultura, Pecuária, Irrigação, Pesca e Aquicultura (SEAGRI, 2016). A série histórica corresponde ao preço médio mensal pago ao produtor, no período entre janeiro de 2002 a dezembro de 2015, adicionado o custo de transferência (transporte) entre as regiões. Os valores da série histórica de preços foram deflacionados utilizando-se o Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI), da Fundação Getúlio Vargas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Mercado internacional do óleo de palma

Conforme a Figura 1, os principais picos observados na série

Observar a definição do Lema de Itô (ITÔ, 1951), que mostra que se uma variável x for tal que $dx = a(x,t)dt + b(x,t)dz$ e que F seja uma função de x e de t diferenciável no mínimo duas vezes em x , e uma vez em t , F segue então o processo: $dF = (\partial F/\partial x \mu S + \partial F/\partial x + 1/2 (\partial^2 F)/[(\partial S)^2 \sigma^2 S^2]dt + \partial F/\partial S \sigma S dz$.

prolongamento do tempo quente e seco; redução na produção do óleo de palma da Malásia, devido à combinação de plantações de palma no final do ciclo, introdução de novas mudas e redução da aplicação de fertilizantes, devido aos baixos preços do óleo de palma que vigoravam anteriormente; e queda na produção de copra nas Filipinas, após um longo período de seca e efeitos de tufões.



Figura 1: Série histórica do preço médio mensal do óleo de palma, deflacionada pelo CPI-U.

Fonte: Resultados da pesquisa.

O preço do óleo de palma apresentou outra elevação significativa, entre os anos de 1997 e 1998. Este foi o período em que a Malásia e os seus vizinhos sofreram uma severa crise financeira. Os fatores de curto prazo que contribuíram para o aumento foram: baixas reservas de petróleo, redução da produtividade de soja (a oferta de óleo de palma era insuficiente para suportar esta queda) e anomalias meteorológicas, nomeadamente o impacto do El Niño, que resultou na seca sem precedentes na Malásia, Indonésia e Filipinas. Além disso, problemas cambiais impulsionaram os preços de exportação de óleo de palma em todos os embarques cotados em dólares norte-americanos.

⁵ Produtividade esperada (toneladas por hectare): ano 5 = 2,0; ano 6 = 9,0; ano 7 = 15,0; ano 8 = 18,0; ano 9 = 22,0; ano 10 = 25,0; ano 11 = 27,0; ano 12 ao ano 20 = 30,0.

⁶ Em decorrência do programa de subsídio do governo americano que privilegiou as seguintes culturas: trigo, arroz, milho, sorgo e culturas de algodão herbáceo.

A copra é a polpa seca do coco.

Após superar essas adversidades, entretanto, desde o final de 2008, os preços têm caído drasticamente, devido à crise financeira mundial. Por fim, a série histórica de preços tem uma recuperação, atingindo novo pico no primeiro semestre do ano de 2011.

4.2. Simulação aplicada ao mercado nacional de dendê

Na Figura 2 é apresentada a série histórica do preço médio mensal do dendê, deflacionada pelo IGP-DI e a série de retorno mensal dos preços. Conforme os objetivos da pesquisa pretende-se fazer a simulação dos preços com base no ano de 2015. A Figura abaixo caracteriza a trajetória dos preços pagos ao produtor pela tonelada de cacho de fruto fresco do dendê.

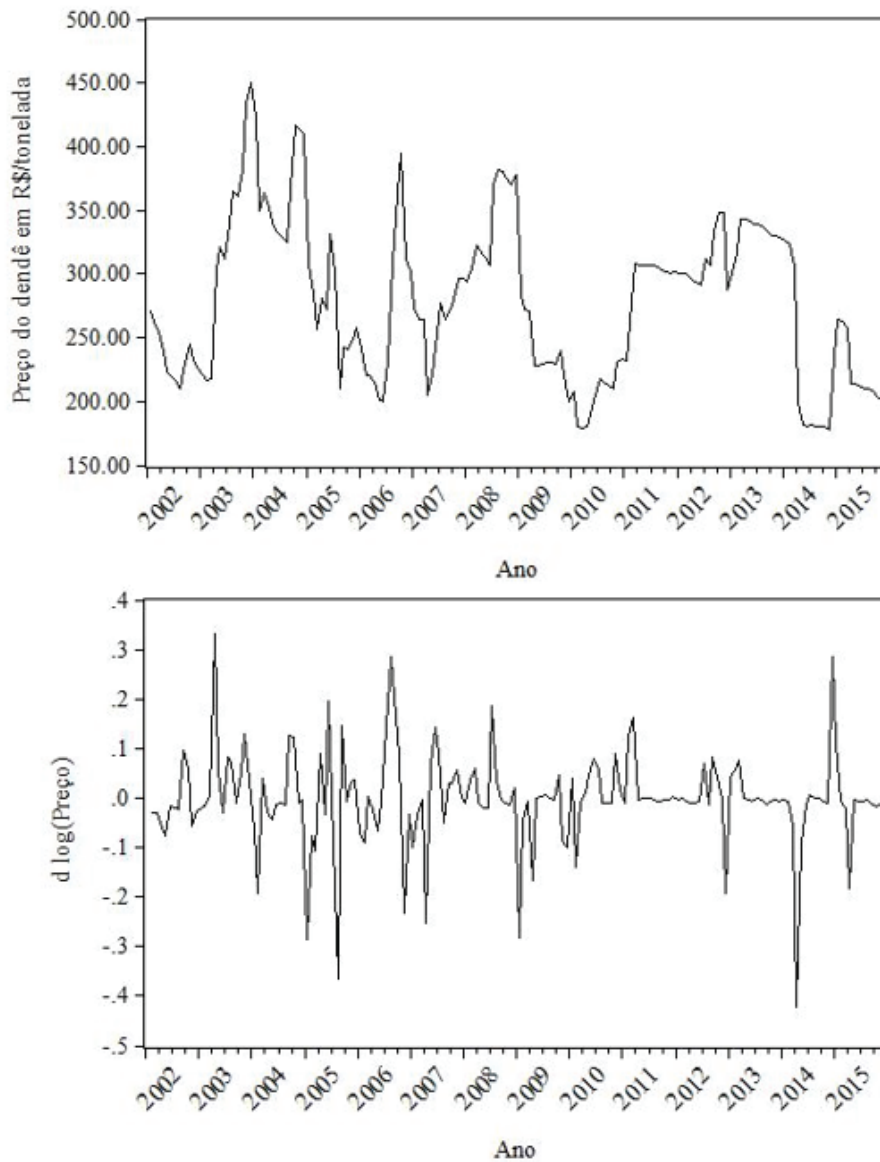


Figura 2 - Série histórica do preço médio mensal do dendê, deflacionada pelo IGP-DI/FGV e o retorno mensal dos preços.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 1 - Estatísticas descritivas

Estatísticas descritivas	Resultados
Valor real médio	R\$ 278,41
Valorização mensal média	-0,0018%
Valorização no período	-0,2626%
Desvio padrão	0,0959
Volatilidade mensal	43,97%
Volatilidade anual	152,31%

Fonte: Resultados da pesquisa.

A partir dos valores da volatilidade da série de preços e da geração de números aleatórios é possível traçar trajetórias para os preços do dendê. Na Figura 3 apresenta-se a simulação seis passos à frente para os preços da commodity.

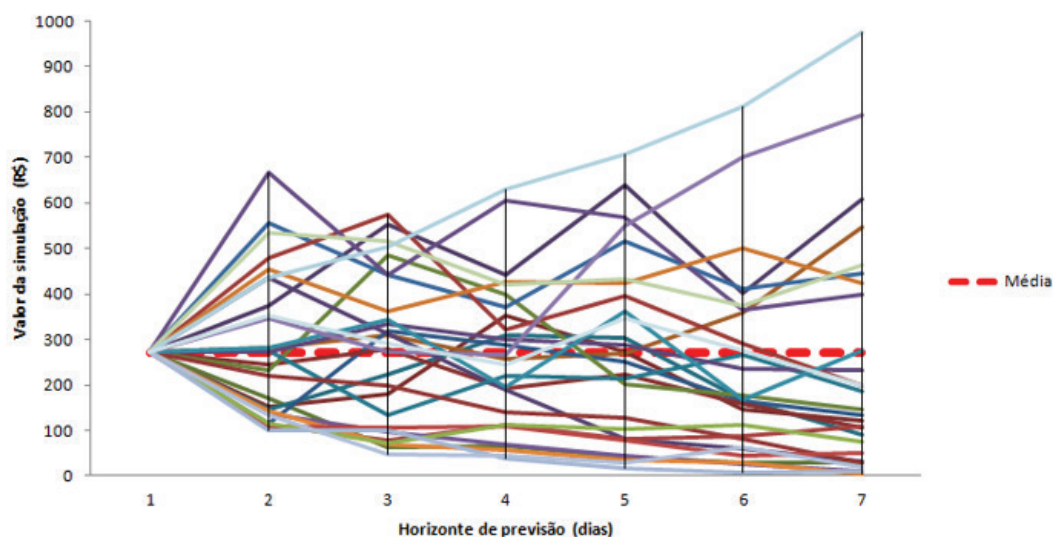


Figura 3: Simulação seis passos à frente.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Foram traçadas cem trajetórias para cada um dos passos à frente, totalizando a geração de seiscentos números aleatórios distribuídos normalmente, com média igual a zero e desvio padrão igual a um. A linha tracejada representa o valor médio da simulação de Monte Carlo, que é igual a R\$ 271,25. Uma das vantagens no uso dos métodos de simulação é dar mais confiança ao processo de análise de viabilidade, pois o comportamento futuro dos preços impacta de forma decisiva em possíveis empreendimentos.

Após o cálculo do modelo de previsão dos preços nacionais do dendê, devem-se utilizar critérios comparativos, pois estes indicadores permitirão analisar a qualidade preditiva do modelo estimado. O presente artigo se pautará no root mean squared error (RMSE), mas

também irá calcular o mean absolute error (MAE), e o mean absolute percentage error (MAPE).

O uso do RMSE apresenta vantagens, pois ele é medido nas mesmas unidades que os dados e é representativo do tamanho de um erro “típico”.

O MAE também é medido nas mesmas unidades que os dados originais, e é geralmente semelhante em magnitude, mas ligeiramente menor do que o RMSE. Já o MAPE, é um indicador que se torna útil, pois é expresso em termos percentuais genéricos. A Tabela 2 apresenta os resultados do desempenho do modelo estimado. Percebe-se que a raiz do erro médio quadrático na previsão é igual a R\$ 32,41 e o percentual relativo ao erro médio da previsão é igual a 11,36%.

Tabela 2 - Desempenho do modelo

Critérios de desempenho do modelo estimado		
RMSE	MAE	MAPE
32,41	26,17	11,36%

Fonte: Resultados da pesquisa.

4.3. Investimento no mercado de dendê

Nesta seção realiza-se a análise da viabilidade econômica da implantação de um projeto de investimento para o plantio de um hectare de palmeira de dendê, com horizonte de investimento de 20 anos. Inicialmente estimou-se o custo de produção do plantio da palmeira de dendê, a partir dos coeficientes técnicos e dos preços dos insumos de produção. Além disso, estimaram-se as receitas a partir da produtividade esperada de cacho de fruto fresco multiplicado pelo preço médio do dendê. O fluxo de caixa do projeto de investimento foi calculado com base nas receitas e nos custos esperados. Por fim, calcularam-se os métodos de avaliação do projeto de investimento: Razão Benefício/Custo (B/C), Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM), como pode ser visto na Tabela 3.

O método Relação Benefício/ Custo obteve valor de 1,05. A interpretação desse valor é que a cada R\$ 1,00 aplicado no cultivo de dendê, o projeto retorna R\$ 1,05 de receita. O indicador B/C sugere que o projeto de investimento é economicamente viável, visto que o benefício gerado supera o custo de produção. Os demais métodos utilizados para análise consideram o valor do dinheiro no tempo. Para isso aplicou-se uma taxa de desconto de 6% ao ano. O Valor Presente Líquido obtido para o plantio um hectare de palmeira de dendê foi de R\$ -4.114,60. O resultado do VPL significa que o valor presente das receitas com a venda do dendê, subtraído o valor presente dos custos

de produção, descontado uma taxa de juros de 6% a.a. gera-se um prejuízo para o investidor, o que indica que o projeto é economicamente inviável.

Tabela 3 - Análise da viabilidade econômica do cultivo de um hectare de palmeira de dendê, em relação aos métodos: B/C, VPL, TIR e TIRM

Indicador	Unidade	Resultado
B/C	-	1,05
VPL	R\$	- 4.114,60
TIR	%	2,65
TIRM	%	5,32

Fonte: Resultados da pesquisa

Os indicadores Taxa Interna de Retorno e Taxa Interna de Retorno Modificada obtida também indicaram que o projeto de investimento é economicamente inviável, pois gera-se uma taxa de retorno do capital inferior a taxa de desconto de 6% a.a., a qual o investidor poderia obter no mercado financeiro, isento de risco. A TIR resultante do projeto foi de 2,65% a.a., ou seja, a taxa de retorno que iguala o fluxo de caixa das saídas ao das entradas deste projeto é de 2,65% a.a.. Outrossim, o resultado do indicador TIRM, após ajustado pela taxa de desconto foi de 5,32% a.a..

O preço pago ao produtor pelo cacho de fruto de dendê fresco é o principal motivador da inviabilidade financeira do investimento. Esse assunto será aprofundado na próxima seção, em análise de sensibilidade, em que se verifica a relevante influência do preço do dendê sobre a rentabilidade do investimento e, por esta ser a única variável que o investidor não possui mecanismos de controle.

4.4. Investimento no mercado de dendê, sob condição de risco

Nesta seção avalia-se o projeto de viabilidade econômica do plantio de dendê, sob condição de risco. Essa análise é realizada em duas etapas: a análise de sensibilidade e a análise de risco através do método de simulação de Monte Carlo.

A análise de sensibilidade consiste na variação de 1% das variáveis constituintes do custo de produção e a avaliação de seu impacto sobre o indicador de viabilidade econômica, Relação Benefício/Custo, para determinar quais são as variáveis do projeto mais sensíveis à alteração em seu preço e produtividade. A partir da análise de sensibilidade verificou-se que as variáveis que mais interferem no retorno do investimento são: preço de venda do dendê e a produtividade média por hectare. Identificadas as variáveis mais sensíveis do projeto

procedeu-se a análise das séries históricas dessas variáveis, para se determinarem os possíveis valores assumidos por essas variáveis e suas probabilidades de ocorrência.

A análise de risco do projeto de investimento no plantio de dendê foi realizada a partir do método de Monte Carlo. Na Tabela 4 expõem-se a análise das estatísticas descritivas dos indicadores de viabilidade financeira, sob condição de risco. O indicador relação Benefício/ Custo obteve valor médio de 1,18, ou seja, a cada R\$ 1,00 investido no cultivo de dendê, o projeto retorna R\$ 1,18 de receita. O método VPL apresentou valor médio positivo, sinalizando que sob condição de risco, na média o projeto é economicamente viável. Os métodos TIR e TIRM, obtiveram um valor médio que indica a viabilidade econômica do investimento.

A partir dos resultados dos métodos de avaliação do projeto, sob condição de risco, pode-se concluir que a média dos resultados sinaliza que o projeto apresenta perspectiva de ser economicamente viável. Esses resultados favoráveis estão relacionados às expectativas das receitas, pois a distribuição de probabilidade da série histórica do preço do dendê indica maior chance dos preços pagos serem maiores, do que o preço vigente no período da análise, da ausência de risco.

Tabela 4 - Análise da viabilidade econômica, sob condição de risco, do cultivo de um hectare de palmeira de dendê, em relação aos indicadores: B/C, VPL, TIR e TIRM

Descrição	Unidade	B/C	VPL	TIR	TIRM
Mínimo	-	0,698	-22.177,460	-0,033	-1,000
Máximo	-	1,755	32.606,440	0,222	0,152
Média	-	1,180	2.496,834	0,090	0,063
Desvio-padrão	-	0,214	11.073,400	0,055	0,085
Coefficiente de variação	%	0,046	1,226E+08	0,003	0,007
Moda	-	1,076	-660,079	0,054	-1,000

Fonte: Resultados da pesquisa.

A distribuição de probabilidade acumulada do indicador Valor Presente Líquido, sob condição de risco, indica que a simulação randômica dos possíveis valores assumidos pelas variáveis, em 55,2% das vezes, o VPL apresentou-se em valor positivo. Assim, pode-se concluir que há 55,2% de chances do VPL ser positivo, ou seja, o projeto de investimento ser economicamente viável, sob condição de risco (Figura 4).

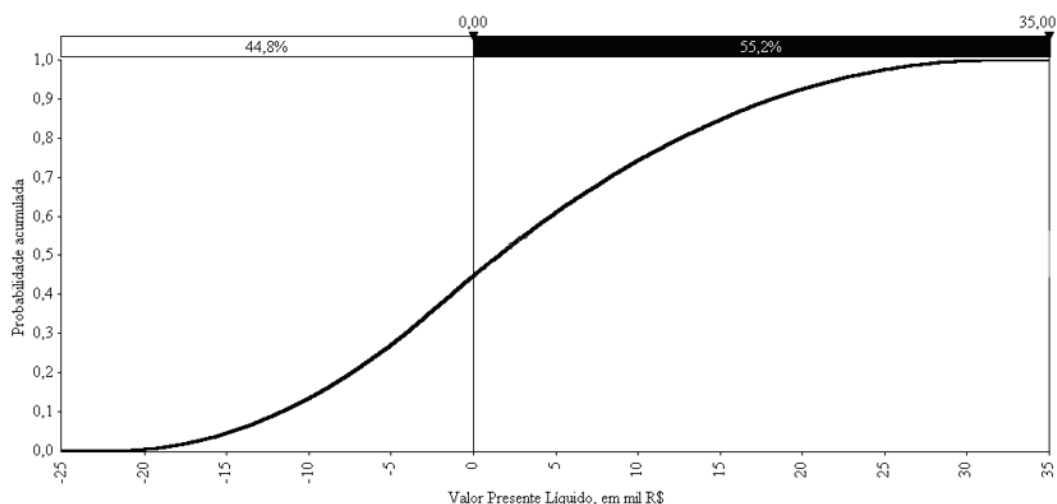


Figura 4 – Distribuição de probabilidade acumulada do indicador VPL, sob condição de risco.

Fonte: Resultados da Pesquisa.

A viabilidade do cultivo do dendê no território nacional é extremamente importante, pois, embora várias potências econômicas estejam realizando investimentos na ampliação da capacidade produtiva baseadas, principalmente, nas oleaginosas, as limitações por terras agricultáveis delimitarão os países produtores dos compradores de biodiesel. Atualmente, conforme destaca a Câmara Setorial da Cadeia Produtiva de Oleaginosas e Biodiesel, poucos são os países que podem ter volumes consideráveis de oleaginosas para atender o aumento da demanda, no curto e no médio prazo. Entre os motivos, destaca-se a carência por terras que permitam criar novas fronteiras de produção agrícola em uma situação sustentável.

Nesse cenário, o Brasil será, no século XXI, um dos principais celeiros de produção face outras nações do globo (NEVES, 2007). Dados publicados no Ministério da Agricultura (MAPA), de um total de 850 milhões de hectares, o Brasil tem 388 milhões de hectares de terras agricultáveis férteis, dos quais 90 milhões ainda não foram exploradas (BRASIL, 2015). As conclusões deste estudo podem ser confirmadas pelo trabalho de GONTIJO et al. (2011), que verificaram que choques de volatilidade no preço do dendê perduram por longos períodos, o que aumentam os riscos para os produtores rurais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisar o comportamento dos preços pagos ao produtor pelo dendê, assim como os preços internacionais do óleo de palma é de fundamental importância para empreendimentos energéticos, uma vez que grandes oscilações e mensurações incorretas nestas variáveis podem aumentar o grau de incerteza dos agentes envolvidos. Desse modo, a análise e previsão das variáveis mencionadas é um mecanis-

mo de fundamental importância para minimizar os riscos.

Pela Lei nº 11.097/2005, desde janeiro de 2008, tornou-se obrigatória a adição do biodiesel ao diesel de petróleo. Neste contexto, este trabalho procurou analisar a viabilidade econômica da implantação de novas áreas de dendzeiros e implementar um modelo preditivo dos preços com base na simulação de Monte Carlo.

Os métodos de avaliação do projeto de investimento obtiveram resultados desfavoráveis para o investidor, ao considerar o valor do dinheiro no tempo. Todos os métodos de análise indicaram que o projeto de investimento é economicamente inviável. No entanto, ao realizar a análise de risco pelo método de Monte Carlo, o projeto de investimento tornou-se favorável, fato decorrente da expectativa de elevação dos preços do dendê, baseado nos valores obtidos da série histórica de preços.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL - ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. Biocombustível. São Paulo: FNP Consultoria e Agroinformativos, 2015.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. Biodiesel. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/biodiesel.asp>>. Acesso em: jun. 2015.

BLS - BUREAU OF LABOR STATISTICS. Databases and Tables. Disponível em: <<http://www.bls.gov>>. Acesso em: fev. 2015.

BRASIL - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Agronegócio brasileiro: uma oportunidade de investimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: out. 2015.

FISHMAN, G. S. Monte Carlo: Concepts, Algorithms and Applications. Springer, 1996.

FMI – FUNDO MONETÁRIO INTERNACIONAL. IMF Primary Commodity Prices. Disponível em: <<http://www.imf.org/external/np/res/commod/index.aspx>>. Acessado em: dez. 2015.

GONTIJO, T. S.; FERNANDES, E. A.; SARAIVA, M. B. Análise da volatilidade do retorno da commodity dendê: 1980-2008. Revista de Economia e Sociologia Rural, Brasília - DF, v.49, n.4, 2011.

HULL, J. C. Options, Futures and Other Derivatives. New Jersey: Prentice-Hall, 2002.

ITÔ, K. On stochastic differential equations. Memoirs, American Mathematical Society. New York, n. 4, 1951.

KNOTHE, G.; KRAHL, J.; VAN GERPEN, J. THE BIODIESEL HANDBOOK. ELSEVIER, 2015.

LIU, J. S. Monte Carlo Strategies in Scientific Computing study. New York: Springer Verlag, 2001.

METROPOLIS, N.; ROSENBLUTH, A.; TELLER, E. Equation of State Calculations by Fast Computing Machines study. Journal of Chemical Physics, v. 11, n. 6, 1953.

NEVES, M. F. Agronegócios e desenvolvimento sustentável. Uma agenda para a liderança mundial na produção de alimentos e bioenergia. São Paulo: Atlas, 2007.

PEGDEN, C. D.; SHANNON, R. E.; SADOWSKI, R. P. Introduction to Simulation Using SIMAN. New York: McGraw-Hill, 1990.

SEAGRI - SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA, IRRIGAÇÃO, PESCA E AQUICULTURA. Cotação Agrícola. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br/content/cotacao-seagri>>. Acessado em: jan. 2016.

SILVA, J. A. Avaliação do programa Nacional de produção e uso do biodiesel no Brasil –PNPB. Revista de Política Agrícola, v. 22, n. 3, 2013.

SUFRAMA - SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS/FGV (2003). PROJETO POTENCIALIDADES REGIONAIS - Estudo de viabilidade econômica: Dendê. Disponível em: <http://www.suframa.gov.br/publicacoes/proj_pot_regionais/dende.pdf>. Acesso em: nov. 2014.

TALEBI, A. F.; TABATABAEI, M.; CHISTI, Y. BiodieselAnalyzer: a user-friendly software for predicting the properties of prospective biodiesel. Biofuel Research Journal, v. 1, n. 2, p. 55-57, 2014.

TAPANES, N. C. O.; ARANDA, D. A. G.; PEREZ, R. S.; CRUZ, Y. R. Biodiesel no Brasil: matérias primas e tecnologias de produção. Acta Scientiae et Technicae, v. 1, n. 1, 2013.

