

## **Risk analysis and economic feasibility of the African mahogany plantation in the south of Minas Gerais**

Reception of originals: 03/14/2017  
Release for publication: 01/15/2019

### **Marcelo Lacerda Rezende**

Doutor pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.  
Universidade Federal de Alfenas. Instituto de Ciências Exatas.  
Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700. Alfenas, MG.  
E-mail: [marcelo.rezende@unifal-mg.edu.br](mailto:marcelo.rezende@unifal-mg.edu.br)

### **Bruna Borges Silva**

Licenciada em Matemática pela Universidade Federal de Alfenas.  
Universidade Federal de Alfenas. Instituto de Ciências Exatas.  
Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700. Alfenas, MG.  
E-mail: [bruna\\_borges\\_20@hotmail.com](mailto:bruna_borges_20@hotmail.com)

### **Michele Martins Lopes**

Licenciada em Matemática pela Universidade Federal de Alfenas.  
Universidade Federal de Alfenas. Instituto de Ciências Exatas.  
Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700. Alfenas, MG.  
E-mail: [mi\\_martins22@hotmail.com](mailto:mi_martins22@hotmail.com)

### **Eduardo Gomes Salgado**

Doutor em Engenharia de Produção pela Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, UNESP.  
Universidade Federal de Alfenas. Instituto de Ciências Exatas. Rua Gabriel Monteiro da  
Silva, 700. Alfenas, MG.  
E-mail: [eduardosalgado@bcc.unifal-mg.edu.br](mailto:eduardosalgado@bcc.unifal-mg.edu.br)

### **Breno Régis Santos**

Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras.  
Universidade Federal de Alfenas. Instituto de Ciências da Natureza. Rua Gabriel Monteiro da  
Silva, 700. Alfenas, MG.  
E-mail: [breno.santos@unifal-mg.edu.br](mailto:breno.santos@unifal-mg.edu.br)

### **Abstract**

Among the species of great importance in the worldwide market, African mognos, which constitute a species *Khaya ivorensis* A. Chev., are trees that produce noble woods that are required for planting in Brazil. In this context, the present work is based on the following question: is the African mahogany plantation in small farms a safe and profitable investment? To answer this question, a Monte Carlo model was developed to evaluate the economic feasibility and risk involved in the planting of African mahogany using data collected from a small rural property in the south of Minas Gerais State. Four scenarios were carried out and analyzed: the first one considered cutting trees with 12 years of planting; In the second the cut occurred at 15 years, in the third at 18 years and in the fourth were considered two cuts at 12 and 18 years. Taking into account the values of the net present value and the return of investment, the results come up with that the first scenario presents itself as a better option for

the producer, followed by the fourth scenario. They also demonstrate the potential of African mahogany as an alternative for low-risk income generation for rural producers. These results can serve as a basis for studies aimed at deepening this discussion and studying future perspectives on economic feasibility study of forest species for small properties.

**Keywords:** African mahogany; Monte Carlo Model, Risk Analysis

## 1. Introdução

Dentre as espécies de grande importância no mercado mundial, os mognos africanos, que incluem a espécie *Khaya ivorensis* A. Chev., são árvores produtoras de madeiras nobres bastante requisitadas para plantio no Brasil. Seu cultivo se mostra vantajoso em vários aspectos, sendo espécies de rápido crescimento, com comercialização garantida e elevado valor econômico no mercado internacional (PINHEIRO et al., 2011; FALESI e BAENA, 1999). Nesse sentido, Gomes (2010) demonstra que o plantio do mogno africano pode ser altamente rentável, já a partir do oitavo ano, na região sudoeste de Minas Gerais, oferecendo ainda benefícios diretos e indiretos, tais como a geração de empregos e melhoria da ordem social e econômica dos produtores e de suas famílias.

Entretanto, apesar da ampla divulgação da rentabilidade do mogno africano e da expansão da área plantada em Minas Gerais (Souza, 2017), pouco ainda se conhece sobre o crescimento e desenvolvimento desta espécie em condições de campo na região sul de Minas Gerais. Esse fato aumenta o risco associado a atividade principalmente quando se considera o plantio em pequenas áreas, uma vez que os pequenos produtores, que poderiam se beneficiar com o plantio do mogno, possuem pouco acesso a informações e estratégias para minimizar o risco.

Assim, o risco é algo que deve ser levado em consideração nas decisões de planejamento florestal, principalmente por ser este caracterizado por um horizonte de longo prazo. Devido a isso, a gestão de risco tem recebido maior atenção na literatura sobre economia florestal (Pasalodos-Tato et al., 2013; Kangas e Kangas, 2004). No momento em que as decisões de investimento são tomadas, os proprietários florestais enfrentam incertezas sobre as condições futuras do mercado, bem como sobre o crescimento futuro e a qualidade dos seus estandes. Além disso, as variações nos resultados financeiros podem ser grandes em relação ao patrimônio do proprietário florestal (LIEN et al., 2006).

Nesse contexto, surge a seguinte questão: a plantação de mogno africano para pequenas propriedades é um investimento seguro e rentável? Assim, o presente trabalho

objetivou avaliar a viabilidade econômica e o risco envolvido no plantio do mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.) utilizando-se dados coletados em uma pequena propriedade rural do sul de Minas Gerais. Espera-se dessa forma contribuir para a discussão sobre a utilização de espécies florestais como alternativa de renda para pequenos produtores rurais.

Buscando atender o objetivo proposto este artigo apresenta a seguinte estrutura: inicialmente, foi desenvolvida essa introdução com a pergunta norteadora da pesquisa. Subsequentemente foi apresentada uma revisão da literatura com relação ao risco nas atividades agropecuárias. Após a revisão da literatura encontra-se a seção de materiais e métodos, onde foram descritos a base e o tipo de dados utilizados, além das análises realizadas. Após, foram mostrados os resultados e realizada a discussão, então o trabalho é finalizado com algumas considerações finais.

## 2. Referencial Teórico

Já é de conhecimento geral que a produção agrícola é um negócio arriscado, ou seja, está sujeito a riscos. Isso significa que, devido à complexidade dos sistemas físicos e econômicos, os resultados das ações e decisões de produção dos agricultores são incertos e muitos resultados possíveis estão geralmente associados a um único plano de ação ou produção. Dessa forma, a incerteza quanto a resultados que envolvem alguma adversidade ou perda que afeta negativamente o bem-estar individual está normalmente associada à ideia de risco (OECD, 2009).

Assim, embora alguns autores utilizem os termos ‘risco’ e ‘incerteza’ como sinônimos (BUONGIORNO e ZHOU, 2015; PANNEL *et al.*, 2000; HARWOOD *et al.* 1999), na literatura pode-se encontrar definições diferentes para os mesmos. Em uma definição bastante utilizada, Knight (2017) considera o risco como sendo determinado a partir de situações em que os resultados são passíveis de ocorrer e a probabilidade de ocorrência é conhecida, enquanto que na incerteza essa probabilidade de ocorrência não é conhecida ou não pode ser avaliada. Entretanto, Hardaker *et al.* (2004) consideram que essa não é uma distinção útil uma vez que as situações com probabilidades de resultados conhecidas são exceções, e não a regra, nos processos de tomada de decisão em atividades agropecuárias. Como alternativa, esses autores definem então a incerteza como um ‘conhecimento imperfeito’ sobre determinado evento enquanto risco é definido como uma “exposição a consequências desfavoráveis ou resultados incertos”. Dessa forma, a diferença entre risco e incerteza é que o risco envolve

fazer uma escolha que expõe o negócio a um futuro incerto. Por exemplo, se vai ou não haver uma geada no próximo inverno é uma incerteza, não um risco; se ainda assim o produtor decide iniciar um cultivo, ele está se expondo a um risco com base nessa incerteza.

Nessa mesma linha, o Banco Mundial (2015) considera que a definição de risco na agricultura está associada a resultados negativos decorrentes e imprevisíveis nas variáveis biológicas, climáticas, reguladoras e de mercado. Então, uma vez que os produtores rurais não possuem controle sobre essas variáveis, Richardson (2006) conclui que “risco é a parte do processo de decisão empresarial na qual o administrador não tem controle”.

Outra diferenciação importante que é apresentada pelo Banco Mundial (2015) é entre os termos ‘risco’, ‘limitante’ e ‘tendência’. Por exemplo, no setor agropecuário, o escoamento de produtos é peça chave para a venda. Se um produtor não tem um bom acesso logístico aos mercados, por meio de boas estradas pavimentadas, isso é considerado uma ‘limitante’ para o produtor. Porém, se frequentemente o produtor dispõe de boa logística e inesperadamente a estrada fica interditada produzindo perdas à logística, isso é um risco. Uma ‘tendência’ pode ser entendida por exemplo, ao se considerar uma região geográfica onde existe um aumento gradual e previsível da frequência e impacto das secas devido a mudança climática ou outros fatores. Essa ‘tendência’ não é considerada ‘risco’. Só haverá risco de seca nessa área somente se ocorrerem desvios em relação a essa tendência.

Feitas essas definições, torna-se necessário identificar as fontes de risco às quais o agricultor está exposto e que são classificadas de diversas formas na literatura. Kimura (1988), divide os riscos em quatro tipos: de produção, operacionais, financeiros e de mercado. O risco de produção envolve o clima, características de solo, pragas, doenças e incertezas na implantação de novas tecnologias. Os riscos operacionais são aqueles decorrentes de erros na operacionalização de processos de plantio, adubação, dentre outros; os riscos financeiros são aqueles devidos a mudanças no cenário político e econômico, e por fim, os riscos de mercado consideram as flutuações de preços dos produtos e insumos utilizados pelo agricultor. Categorias semelhantes foram utilizadas por Harwood et al (1999) e Hoag (2009).

Hardaker et al. (2004) também utilizam dessas categorias fazendo uma divisão dos riscos em dois grandes grupos: riscos de negócio e riscos financeiros. No primeiro grupo são incluídos os riscos de produção, de preço, pessoais e institucionais. O segundo aborda os riscos financeiros. Para estes autores, o risco financeiro tem uma definição diferente, sendo este risco atribuído as operações para captação de recursos para o financiamento da atividade

agrícola, o qual são afetados por alterações nas taxas de juros, taxas de câmbio e modificações nas linhas de crédito acessadas pelos produtores rurais.

No Brasil, um amplo estudo realizado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e o Banco Mundial fez um levantamento das fontes de riscos agropecuários junto a cerca de 5.000 especialistas do setor. Nesse estudo (Banco Mundial, 2015) os riscos foram alocados em três eixos que depois foram subdivididos em oito tópicos, como apresentado no quadro 1.

Especificamente para o setor florestal, Peraldos-Tato *et al.* (2013) consideram as seguintes fontes de risco:

- Incerteza devido a erros de inventário florestal, uma vez que o estado atual e as propriedades atuais das florestas não são conhecidos exatamente.
- Incerteza devido a erros de previsão de crescimento futuro das florestas, que não pode ser determinado exatamente porque os modelos de crescimento incluem erros e o crescimento da floresta varia naturalmente de forma estocástica.
- Incerteza devido ao desempenho dos mercados madeireiros onde os preços futuros da madeira não podem ser perfeitamente conhecidos ainda que sejam determinantes para a lucratividade do empreendimento.

O gerenciamento desses riscos envolve encontrar a melhor combinação de atividades com resultados incertos e níveis variáveis de retorno. Pode-se, portanto, dizer que a gestão de riscos envolve a escolha entre alternativas para reduzi-lo em uma propriedade agrícola e que, ao fazê-lo, afeta o bem-estar do produtor. O estudo da viabilidade econômica, incluindo o risco, de diferentes alternativas de produção estão entre as ferramentas de administração de risco.

**Quadro 1: Riscos agropecuários brasileiros**

Grupos de Riscos	Riscos (distribuição temática)	Eventos (exemplos do Brasil)
Risco de Produção	Climáticos e Incêndios	Secas, geadas, excesso de chuvas, ventos fortes.
	Sanidade Animal	Aftosa, BSE (vaca louca), Newcastle, etc.
	Sanidade Vegetal	Pragas e doenças (Lagarta Helicoverpa)
	Gestão da Produção e de Recursos Naturais	Mudanças nas outorgas de água, na assistência técnica, na fiscalização, na disponibilidade de mão de obra.
Risco de Mercado	Comercialização (Preço de insumos e produtos) e Crédito	Variação dos preços dos produtos e insumos, taxas de câmbio, taxas de juros, mudanças nos termos dos créditos.
	Comércio Exterior	Fechamento de mercados de exportação e mudanças no acesso à importação de insumos.
Ambiente de Negócios	Logística e infraestrutura	Greve nos portos, fechamento nas rodovias/hidroviias/ferrovias, mudanças nos incentivos à armazenagem.
	Marco regulatório, políticas, instituições e grupos de interesse	Mudanças em leis/regulações (ambientais, trabalhista, insumos, terra), mudanças em instituições públicas de apoio (MAPA, MDA, MME, ANA), modificações na interpretação de normativas.

Fonte: Banco Mundial (2015)

**3. Materiais e Métodos**

Considerando-se que os produtores florestais devem lidar com processos ecológicos e econômicos inerentemente estocásticos, para o presente estudo foi desenvolvido um modelo de Monte Carlo com custos de produção do mogno obtidos junto a um produtor rural do município de Varginha, Minas Gerais. A propriedade situa-se na latitude 21°41'43,40449"S e longitude 45°27'33,55477"W. O plantio foi feito em um espaçamento de quatro por quatro metros, totalizando 625 árvores por hectare. Esse espaçamento foi o considerado no presente trabalho. Os custos de produção têm como base o ano de 2016, sendo que o plantio do mogno ocorreu em novembro de 2014. Vale ressaltar que a plantação conta com um sistema de irrigação para garantir água durante todo o período de desenvolvimento, inclusive em meses com baixo índice pluviométrico. Para 2017 em diante, os custos foram estimados a partir dos valores já realizados pelo produtor (Anexo 1). Além dos dados de custo, as estimativas para a

produção final de madeira (em Metros Cúbicos) foram obtidas em um painel, no qual participaram o produtor e técnicos da área, considerando cortes aos 12, 15 e 18 anos. As estimativas de preço foram obtidas em madeireiras da região e junto a empresas especializadas.

Como requer o modelo de Monte Carlo, essas estimativas foram utilizadas para o desenvolvimento de funções de distribuição de probabilidade que, além de simular o volume final de madeira cerrada e seu preço de venda, permitiram incluir no modelo os riscos enfrentados pelo produtor rural. Devido à ausência de dados históricos sobre o mogno a função de distribuição escolhida para a simulação foi a GRKS, desenvolvida por Gray, Richardson, Klose e Schuman (Richardson, 2006; Palma *et al.*, 2011). A distribuição GRKS, utiliza três parâmetros como dados de entrada (um valor mínimo, um médio e um máximo) e, em seguida, gera uma distribuição normal, de modo que 50% da densidade esteja abaixo do ponto médio e 50% esteja acima. Um benefício adicional da utilização dessa distribuição é que a mesma atribui 2,5% do peso a valores inferiores ao mínimo e 2,5% do peso a valores maiores do que o máximo. Isso permite a geração de valores menores (ou maiores) do que o mínimo (máximo), simulando a ocorrência de eventos extremos (Rezende e Richardson, 2017). Os valores utilizados para a simulação estão na Tabela 1.

**Tabela 1: Valores de produção e venda de madeiras pressupostos para o modelo.**

Variáveis	Valor Mínimo	Valor Médio	Valor Máximo
Produção de toras no 12 <sup>o</sup> ano (st/hectare)	216	265	315
Produção de toras no 15 <sup>o</sup> ano (st/hectare)	270	330	400
Produção de toras no 18 <sup>o</sup> ano (st/hectare)	324	395	468
Preço de venda das toras (R\$/m <sup>3</sup> )	938,00	1.250,00	1.625,00

Fonte: Dados da pesquisa.

O modelo foi programado no Microsoft Excel, usando o complemento Simetar<sup>®</sup>, seguindo uma arquitetura geral para modelagem de simulação Monte Carlo usada por Richardson *et al.* (2007) e Palma *et al.* (2011). Esta metodologia oferece opções para analisar diferentes cenários sem a necessidade de reprogramação do modelo.

Assim, definidos os custos de produção (R\$/ha) para cada ano  $j$  conforme Equação 1, o modelo começa estimando a produção final de madeira cerrada (Equação 2) em um hectare (m<sup>3</sup>/ha), considerando-se quatro cenários: um único corte com 12, 15 e 18 anos e, na quarta

possibilidade, um cenário onde metade das árvores é cortada com 12 anos e a outra metade com 18 anos.

$$\begin{aligned} \text{CustoTotal}_j &= \text{CustoInsumos}_j + \text{CustoOperaçõesManuais}_j + \\ &\text{CustoOperaçõesMecanizadas}_j + \text{CustoAdministração}_j + \\ &\text{CustoDepreciaçõesExaustões}_j + \text{OutrosCustosFixos}_j \end{aligned} \quad (1)$$

$$\text{ProduçãoMadeira} = \text{GRKS}(\text{mínimo}, \text{médio}, \text{máximo}) \quad (2)$$

A seguir, estimam-se os preços de venda das toras (R\$/m<sup>3</sup>) de acordo com a Equação 3, obtendo-se a receita total de um hectare para cada cenário. Com os custos de produção e a receita total, o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR) são calculados para comparar e classificar os quatro cenários em estudo.

$$\text{PreçoVenda} = \text{GRKS}(\text{mínimo}, \text{médio}, \text{máximo}) \quad (3)$$

O VPL corresponde ao somatório dos fluxos de rendimentos esperados para cada período ( $n = 1, 2, \dots, N$ ), trazidos para valores do período zero, por uma taxa de desconto equivalente à taxa mínima de atratividade (TMA) do mercado, subtraído do valor do investimento inicial realizado no período 0. Assim, Guiducci *et al.* (2012) definem o VPL como (Equação 4):

$$\text{VPL} = -C_0 - \sum_{n=1}^N \frac{a_n}{(1+TMA)^n} \quad (4)$$

Em que:

$C_0$  = investimento inicial no período 0.

$a_n$  = fluxo de rendimento no período  $n$ .

TMA = taxa mínima de atratividade

$n$  = período, em que  $n = 1, 2, \dots, N$ .

Para que o investimento seja considerado viável, o fluxo esperado de rendimentos deve ser superior ao valor do investimento que o gerou, ou seja, o VPL tem que ser maior que zero.

A TMA utilizada para o cálculo do VPL foi de 9,5% ao ano, definida por ser a mesma taxa de juros para crédito rural no Plano Agrícola e Pecuário 2016/2017 (BRASIL, 2016).

Segundo Guiducci *et al.* (2012), a TIR representa a taxa de desconto que iguala a soma dos fluxos de caixa ao valor do investimento (Equação 5):

$$f(r) = \frac{a_1}{1+r} + \frac{a_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{a_n}{(1+r)^n} = C \dots\dots\dots(5)$$

Em que:

f(r) = soma dos fluxos de caixa.

r = taxa interna de retorno.

C = valor do investimento.

n = período, em que n = 1,2, ..., N.

#### 4. Resultados e Discussão

Sendo o preço e a produção de madeira variáveis estocásticas, nos quatro cenários analisados, a receita total obtida em cada cenário é, em consequência, também uma variável estocástica. Assim, pôde ser simulada e seus resultados estão apresentados na Tabela 2. Nesse caso, destaca-se o cenário 3 com a maior receita total enquanto o cenário 1 (corte aos 12 anos) possui a menor receita devido ao volume de madeira obtido.

**Tabela 2: Resultados estatísticos para a receita total nos quatro cenários analisados.**

Cenários*	1	2	3	4
<b>Receita total</b>				
Média (R\$)	335.480,88	418.986,94	498.664,70	458.825,82
Desvio padrão (R\$)	59.450,46	69.643,44	78.895,09	67.394,90
Coef. de variação	17,7209	16,6218	15,8212	14,6885
Valor mínimo	179.376,66	252.783,18	299.336,52	281.892,86
Valor máximo	617.136,98	633.896,58	773.817,20	675.770,15

\* 1 – corte aos 12 anos; 2 – corte aos 15 anos; 3 – corte aos 18 anos; 4 – Corte aos 12 e 18 anos.

Os resultados para a análise econômica dos quatro cenários analisados estão na Tabela 3, que apresenta os valores médios, o desvio padrão, o coeficiente de variação e os valores mínimo e máximo simulados para o VPL e a TIR. Para os quatro cenários o VPL apresenta valores positivos, mostrando a viabilidade da produção de um hectare de mogno em todas as

situações analisadas. Entretanto, os cenários quatro (cortes aos 12 e 18 anos) e um (corte aos 12 anos) são os que apresentam melhores resultados considerando-se os valores médios, máximos e mínimos. Dessa forma, o corte aos 12 anos se mostra como uma boa estratégia para aumentar os ganhos do produtor em relação aos demais cenários. Ressalta-se ainda que esse é o cenário onde o corte ocorre mais cedo, trazendo um retorno mais rápido, em comparação aos demais, e liberando a terra para o produtor iniciar uma nova atividade.

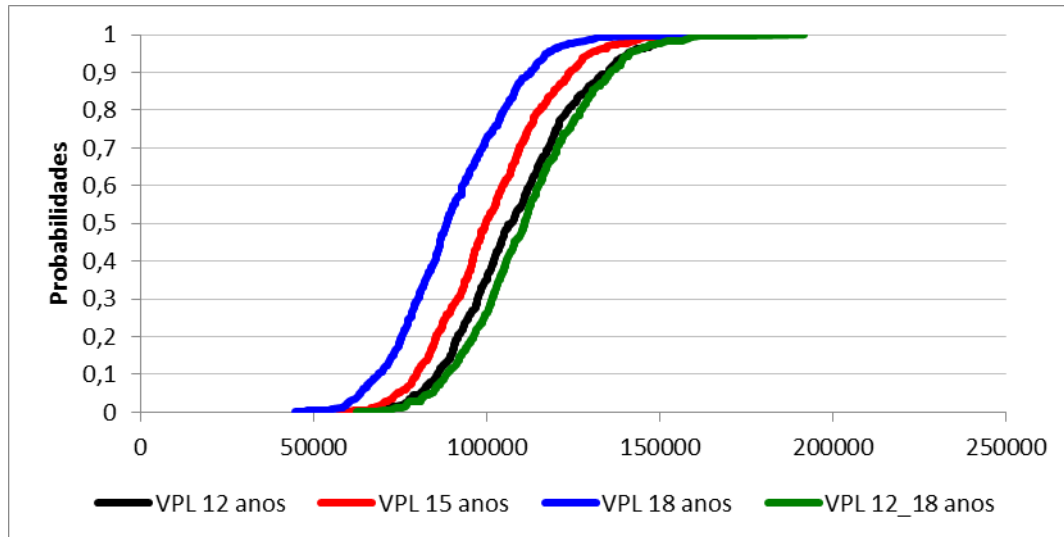
**Tabela 3: Resultados estatísticos para o Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR) nos quatro cenários analisados.**

Cenários	1	2	3	4
<b>Valor presente líquido (VPL)</b>				
Média (R\$)	108.297,65	101.066,55	89.947,65	111.571,07
Desvio padrão (R\$)	18.413,22	17.342,49	17.159,49	18.411,64
Coef. de variação (%)	17,00	17,15	19,07	16,50
Valor Mínimo (R\$)	63.945,54	57.701,57	44.685,32	62.414,85
Valor Máximo (R\$)	164.228,27	160.958,05	171.115,99	191.471,99
<b>Taxa Interna de Retorno (TIR)</b>				
Média (%)	0,2388	0,1994	0,1712	0,1829
Desvio padrão (%)	0,0201	0,0152	0,0134	0,0197
Coef. de variação	8,4323	7,6608	7,8522	10,7691
Valor mínimo	0,1789	0,1517	0,1249	0,1211
Valor máximo	0,2899	0,2424	0,2185	0,2382

Já o coeficiente de variação fornece, em porcentagem, a variação dos dados obtidos em relação à média. Assim, quanto menor for o seu valor, mais homogêneos serão os dados, reafirmando para os resultados do VPL o menor risco para os produtores nos cenários quatro (16,50%) e um (17,00%), quando comparados aos demais.

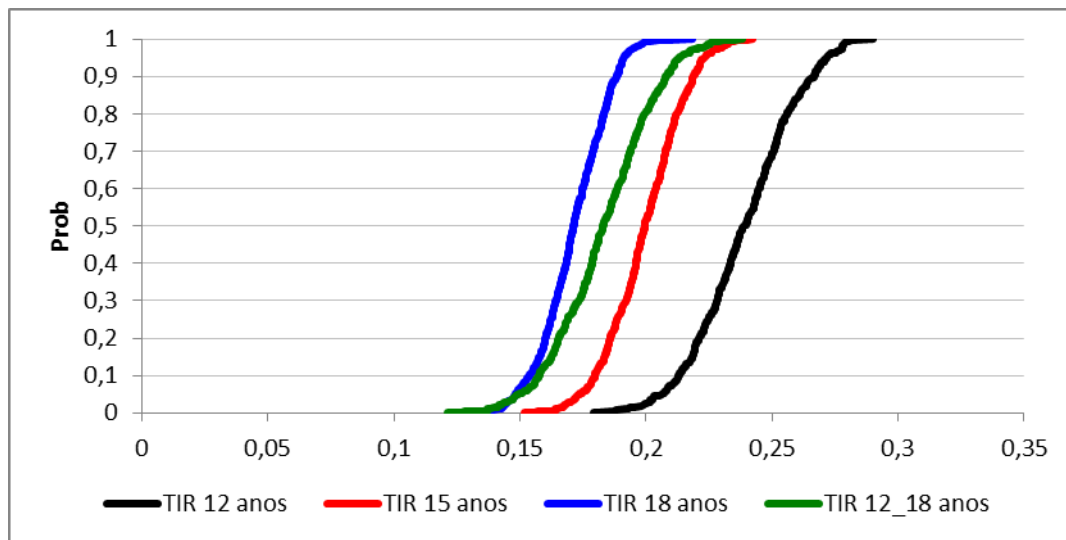
Utilizando-se a TIR como medida de risco para o projeto, pode-se considerar que quanto maior a proximidade entre a TIR e a TMA, maior o risco do mesmo. Ou ainda, segundo Souza (2003), a TIR de um investimento pode ser maior do que a TMA, significando que o investimento é economicamente atrativo; igual à TMA, quando o investimento está economicamente numa situação de indiferença; e menor do que essa taxa, quando o investimento não é economicamente atrativo, pois seu retorno é superado pelo retorno de um investimento sem risco. Assim, para a TMA de 9,5% ao ano, os quatro cenários são viáveis economicamente, sendo que o cenário com corte aos 12 anos apresenta o maior valor para a TIR.

Os resultados da VPL e TIR também são apresentados como funções de distribuição cumulativa (FDC) nas Figuras 1 e 2. As FDCs resumem os 500 valores simulados para o VPL e TIR e representam uma estimativa das distribuições de probabilidade de ocorrência desses valores, geradas pelo modelo, considerando as hipóteses para os quatro cenários. Uma curva FDC é interpretada, na Figura 1 por exemplo, observando-se a probabilidade (no eixo Y) de determinado valor do VPL ser menor que o observado no eixo X. Assim, no cenário com cortes aos 12 e 18 anos, há 30% de probabilidade de se obter um retorno menor que R\$100.000,00 e 97% de probabilidade do VPL ser menor que R\$150.000,00. A sobreposição das FDC dos cenários 1 e 4 indicam probabilidades iguais de se obter um mesmo valor para o VPL. No presente estudo, a probabilidade de se obter valores negativos para o VPL é zero. Entretanto, o cenário 4 (cortes aos 12 e 18 anos) é ligeiramente preferível ao cenário 1 (corte aos 12 anos) uma vez que sua curva situa-se mais a direita. Nas FDCs, o cenário que tem sua curva mais a direita e nunca cruza com as demais curvas será sempre preferido em relação aos outros cenários por apresentar menos risco de ter valores negativos. Assim, o corte aos 12 e 18 anos, ou somente aos 12, se apresenta como uma boa alternativa para o produtor.



**Figura 1: Função de distribuição acumulativa para o valor presente líquido.**

Fonte: Dados da pesquisa.



**Figura 2: Função de distribuição acumulativa para a taxa interna de retorno.**

Fonte: Dados da pesquisa.

Já as FDCs calculadas para a TIR (Figura 2) reforçam a predominância dos valores obtidos para o cenário 1 em relação aos demais. Interpretando-se a TIR como uma medida de risco, ou seja, quanto mais distante seu valor da TMA menor o risco do negócio não ser atrativo para o produtor, o cenário 1 é o menos ariscado entre os analisados.

Assim, considerando-se os valores de VPL e TIR, o cenário 1 se apresenta como uma melhor opção para o produtor, seguido pelo cenário 4.

## 5. Conclusões

O presente trabalho teve como objetivo estudar da viabilidade econômica e analisar o risco do plantio de mogno em uma área de um hectare, utilizando dados de custo provenientes de uma pequena propriedade rural situada em Varginha, Minas Gerais. O mogno tem sido apresentado como uma lucrativa e importante fonte de renda para os produtores rurais. Entretanto, poucos estudos se voltaram para a análise de sua viabilidade em pequenas propriedades rurais.

Os resultados obtidos com a simulação de Monte Carlo neste trabalho comprovam que plantios de mogno em áreas pequenas e destinados para a indústria da madeira em toras constituem-se numa atividade rentável. Entre os cenários estudados, o resultado da análise do VPL mostra que o corte aos 12 anos e a alternativa com dois cortes, aos 12 e 18 anos, apresentam resultados próximos, destacando-se em relação aos demais. Pode-se então

considerar o corte aos 12 anos como uma importante estratégia para o produtor rural. Os resultados obtidos para a análise da TIR reforçam essa percepção e demonstram que o cenário com corte aos 12 anos pode oferecer uma maior retorno e menor risco ao produtor. O corte aos 12 anos também permite um retorno mais rápido do investimento quando comparado com as outras opções (corte aos 15 anos, aos 18 anos e metade aos 12 com corte do restante aos 18 anos), além de liberar a terra para um novo ciclo de cultivo ou nova atividade.

Os resultados para o VPL e a TIR foram analisados também se utilizando de gráficos das funções de distribuição cumulativa (FDC), construídos com o auxílio do Simetar<sup>®</sup>. Essas funções permitiram uma melhor análise dos resultados uma vez que se pode obter os valores simulados de VPL e TIR e suas probabilidades de ocorrência, melhorando o gerenciamento do risco do negócio.

A construção do modelo de Monte Carlo permitirá também que novas análises, considerando diferentes possibilidades de cultivo do mogno em pequenas propriedades, sejam realizadas, contribuindo com os produtores que se dedicam à atividade florestal.

O conhecimento e as ideias abordadas podem ser de interesse acadêmico e aplicadas por proprietários de terra e madeireiros. Os resultados do presente estudo podem servir como base para trabalhos que visem aprofundar essa discussão e estudar as perspectivas futuras sobre estudo de viabilidade econômica de espécies florestais para pequenas propriedades. Dessa forma, como perspectiva de futuras pesquisas temos: aplicação da mesma técnica de previsão para propriedades maiores, sendo que seria possível realizar um comparativo entre os cenários. Adicionalmente, poderia ser verificado o quanto traria de melhoria a plantação de grãos (exemplo: feijão) nas ruas do mogno africano, pois auxiliaria na fixação do nitrogênio. Outra interessante pesquisa seria a análise para outras espécies florestais.

## 6. Referências

BANCO MUNDIAL. *Revisão Rápida e Integrada da Gestão de Riscos Agropecuários no Brasil: Caminhos para uma visão integrada*. Brasília: Banco Mundial, 2015. 76p.

BRASIL. *Plano agrícola e pecuário 2016/2017*. Acesso em 28 nov. 2016. Disponível em: [http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/AF-FOLDER\(07-07-16\)\(1\).pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/AF-FOLDER(07-07-16)(1).pdf)

BUONGIORNO, J.; ZHOU, M. Adaptive economic and ecological forest management under risk. *Forest Ecosystems*, v.2, n.4, 2015.

CONTADOR, C.R. *Projetos sociais: avaliação e prática*. São Paulo, 4a ed., 2000.

FALESI, I. C.; BAENA, A. R. C. *Mogno-africano em sistema silvo pastoril com leguminosas e revestimento natural do solo*. Embrapa Amazônia Oriental, Documentos 4, 1999. 52 p.

GUIDUCCI, R. do C. N.; LIMA FILHO, J. R. de; MOTA, M. M. (Eds). *Viabilidade Econômica de sistemas de produção agropecuários: metodologia e estudos de caso*. Brasília: Embrapa, 2012. 535p.

GOMES, D. M. *Análise da viabilidade técnica e econômico-financeira para implantação da cultura de mogno africano (Khaya ivorensis A. Chev.) na região oeste de Minas Gerais*. 2010. 70 f. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Gestão Florestal). Departamento de Economia Rural e Extensão, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2010.

HARDAKER, J.B., HUIRNE, R. B. M., ANDERSON, J. R., LIEN, G. *Coping with risk in agriculture*. 2ª ed. Cambridge: CABI Publishing, 2004.

HARWOOD, J., HEIFNER, R., COBLE, K., PERRY, J., SOMWARU, A. *Managing Risk in Farming: Concepts, Research, and Analysis*. Market and Trade Economics Division and Resource Economics Division, Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture. Agricultural Economic Report No. 774.

HOAG, D. L. *Applied Risk Management in Agriculture*. Boca Haton: CRC Press, 2009, 419p.

KANGAS, S.; KANGAS, J. Probability, possibility and evidence: Approaches to consider risk and uncertainty in forestry decision analysis. *Forest Policy and Economics*, 6, 169–188.

KIMURA, H. Administração de riscos em empresas agropecuárias e agroindustriais. *Cadernos de Pesquisas em Administração*, São Paulo, v.1, n.7, p. 51-61. 1998.

KNIGHT, F. H. *Risk, uncertainty and profit*. Nova Iorque: Augustus M. Kelley, 1964. Acesso em: 14 fev. 2017. Disponível em: <[https://mises.org/sites/default/files/Risk,%20Uncertainty,%20and%20Profit\\_4.pdf](https://mises.org/sites/default/files/Risk,%20Uncertainty,%20and%20Profit_4.pdf)>

LIEN, G.; STORDAL, S.; HARDAKER, J. B.; ASHEIM, L. J. Risk aversion and optimal forest replanting: A stochastic efficiency study. *European Journal of Operational Research*, v.181, n.3, 2006. p.1584–1592.

OECD (2009), *Managing Risk in Agriculture: A Holistic Approach*, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264075313-en>

PANNELL, D. J., MALCOLMB, B., KINGWELLA, R. S. Are we risking too much? Perspectives on risk in farm modelling. *Agricultural Economics*, v.23, 2000, p.69–78.

PASALODOS-TATO, M.; MAKINEN, M.; GARCIA-GONZALO, J.; BORGES, J. G.; LAMAS, T.; ERIKSSON, L. O. Assessing uncertainty and risk in forest planning and decision support systems: review of classical methods and introduction of innovative approaches. *Forest Systems*, n.22, v.2, 2013. p. 282-303.

PALMA, M.A., RICHARDSON, J.W.; ROBERSON, L.A.R.; OUTLAW, J.L.; MUNSTER C., Economic feasibility of a mobile fast pyrolysis system for sustainable biocrude oil production, *Int. Food Agribus. Manag. Rev.*, v.14, n.3, 2011.

PINHEIRO, A. L.; COUTO, L.; PINHEIRO, D. T.; BRUNETTA, J. M. F. C. *Ecologia, silvicultura e tecnologia de utilizações dos mogno-africanos (Khaya ssp.)*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Agrossilvicultura, 2011. 102p.

RESENDE, J.L.P.; OLIVEIRA, A.D. *Análise Econômica e Social de Projetos Florestais*. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2001.

REZENDE, M.L.; RICHARDSON, J.W. Risk analysis of using sweet sorghum for ethanol production in southeastern Brazil. *Biomass and Bioenergy*, 97, 2017.

RICHARDSON, J.W., HERBEST, B.K.; OUTLAW, J.L.; GILL II, R.C. Including risk in economic feasibility analyses: the case of ethanol production in Texas, *J. Agribusiness*, v.25, n.2, 2007.

RICHARDSON, J.W., *Simulation for Applied Risk Management*, Department of Agricultural Economics, Agricultural and Food Policy Center, Texas A&M University, College Station, Texas, 2006.

SOUZA, M. de M. Cresce a produção de mogno africano em Minas Gerais. *Revista Cafeicultura*, Maio, 2012. Acesso em 02 mar. 2017. Disponível em: <http://revistacafeicultura.com.br/index.php?tipo=ler&mat=44605&cresce-a-producao-de-mogno-africano-em-minas-gerais-.html>

SOUZA, A. B. de. *Projetos de investimentos de capital: elaboração, análise e tomada de decisão*. São Paulo: Atlas, 2003.

ANEXO - Tabela 1. Custos de implantação e de manutenção de 1 hectare de mogno.

Especificação	Unidade	Implantação (Ano 0)			Ano 1			Ano 2			Ano 3		
		Quant.	Valor Unitário	Valor Total	Quant.	Valor Unitário	Valor Total	Quant.	Valor Unitário	Valor Total	Quant.	Valor Unitário	Valor Total
<b>A - INSUMOS</b>		<b>0</b>											
Mudas	Ud.	625	3,5	2187,5	125	3,5	437,5			0			0
Frete	Viagem	1	120	120			0			0			0
Calcário	Saco	20	13,5	270	20	15	300			0			0
Super fosfato	Saco	20	60	1200	3	150	450	3		0	3		0
Formicida	Pct.	1	150	150	1	100	100	1		0	1		0
Herbicida	Litro	1	150	150	1	150	150	1		0	1		0
Transporte adubo	Viagem	1	350	350	1	350	350	1	350	350	1	350	350
NPK	Saco	60		0	68		0	70		0	75		0
Subtotal A				4427,5		1787,5				350			350
<b>B - OPERAÇÕES MANUAIS</b>													
Aração	H/T	25	70	1750			0			0			0
Aplicação de calcário	Cova	625	40	25000	4	60	240			0			0
Abertura de cova	Cova	625	40	25000			0			0			0
Adubação de covas	Cova	625		0	3	60	180			0			0
Plantio	Cova	625	40	25000			0			0			0
Capinas	Cova	625	40	25000	2	60	120	2		0	2		0
Adubação de cobertura	Cova	625		0	2	60	120	2		0	2		0
Subtotal B				101750		660				0			0

Fonte: Dados da pesquisa

ANEXO - Tabela 1 (Continuação). Custos de implantação e de manutenção de 1 hectare de mogno.

Especificação	Unidade	Implantação (Ano 0)			Ano 1			Ano 2			Ano 3		
		Quant.	Valor Unitário	Valor Total	Quant.	Valor Unitário	Valor Total	Quant.	Valor Unitário	Valor Total	Quant.	Valor Unitário	Valor Total
<b>C – OPERAÇÕES MECANIZADAS</b>													
C.1 - Tratos Culturais													
Roçada na entre linha	H/T	10	40	400	10		0	10		0	10		0
Aplicação Herbicida dirigido	H/T			0	2	60	120			0			0
C.2. - Outras Despesas				0			0			0			0
Irrigação		1	3200	3200	1	100	100	1	100	100	1	100	100
Manutenção aceiros e carregadores	H/T	2	40	80	2		0	2		0	2		0
Subtotal C				3680		220				100			100
<b>D - Outros custos fixos</b>													
Mão de obra e encargos sociais e trabalhistas		1	200	200	1	200	200	1	200	200	1	200	200
Subtotal F				200		200				200			200
<b>CUSTO TOTAL</b>				<b>110.057,50</b>		<b>2.667,50</b>				<b>450</b>			<b>450</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

ANEXO - Tabela 1 (Continuação). Custos de implantação e de manutenção de 1 hectare de mogno.

Especificação	Unidade	Ano 4			Ano 5			Ano 6 ao 18 (valores anuais)		
		Quant.	Valor Unitário	Valor Total	Quant.	Valor Unitário	Valor Total	Quant.	Valor Unitário	Valor Total
<b>A - INSUMOS</b>										
Mudas	Ud.									
Frete	Viagem									
Calcário	Saco									
Super fosfato	Saco	3	150	450	3	150	450	3	150	450
Formicida	Pct.									
Herbicida	Litro									
Transporte adubo	Viagem	1	350	350	1	350	350	1	350	350
NPK	Saco									
Subtotal A				800			800			800
<b>B - OPERAÇÕES MANUAIS</b>										
<b>C - OPERAÇÕES MECANIZADAS</b>										
Irrigação	Ud.	1	100	100	1	100	100	1	100	100
Subtotal C				100			100			100
<b>CUSTO TOTAL</b>				900			900			900

Fonte: Dados da pesquisa.