

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

DANILO MARQUES DA FONSECA

**AVALIAÇÃO DE RISCO DA PRODUÇÃO DE CARVAO VEGETAL EM
PROPRIEDADES RURAIS NO ALTO JEQUITINHONHA**

- Diamantina -

2013

DANILO MARQUES DA FONSECA

**AVALIAÇÃO DE RISCO DA PRODUÇÃO DE CARVAO VEGETAL EM
PROPRIEDADES RURAIS NO ALTO JEQUITINHONHA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Ângelo Márcio Pinto Leite

- Diamantina -

2013

Catalográfica - Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecária: Jullyele Hubner Costa CRB-6/2972

F676a 2013	<p>Fonseca, Danilo Marques da Avaliação de risco da produção de carvão vegetal em propriedades rurais no Alto Jequitinhonha. / Danilo Marques da Fonseca. – Diamantina: UFVJM, 2013. 49 p. : il.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Ângelo Márcio Pinto Leite</p> <p>Dissertação (mestrado) –Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Faculdade de Ciências Agrárias. Mestrado - Programa de Pós Graduação em Ciência Florestal, 2013.</p> <p>1. Eucalipto. 2. Avaliação econômica. 3. Método de Monte Carlo. I. Leite, Ângelo Márcio Pinto. II. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 634.98</p>
---------------	---

Elaborada com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**AVALIAÇÃO DE RISCO DA PRODUÇÃO DE CARVAO VEGETAL EM
PROPRIEDADES RURAIS NO ALTO JEQUITINHONHA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada: 13 de julho de 2013

Prof. Dr. Gilciano Saraiva Nogueira - UFVJM

Prof. Dr. Luis Carlos de Freitas - UESB

Prof. Dr. Márcio Leles Romarco de Oliveira - UFVJM

Prof. Dr. Sidney Araújo Cordeiro- UFVJM

Prof. Dr. Ângelo Márcio Pinto Leite - UFVJM

- Diamantina -

2013

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus fonte de toda inspiração, razão de viver, ser superior que a cada dia me surpreende com seu infinito amor.

Aos meus pais e minha irmã que sempre me apoiaram e tornaram este sonho realidade. À minha família, avós, tios, primos, namorada, sogro, sogra, cunhadas, que são meu porto seguro, onde encontro segurança com quem posso dividir as dificuldades e alegrias.

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, minha segunda casa durante muito tempo, lugar onde adquiri grande parte do meu conhecimento e encontrei grandes amigos.

À Diamantina, cidade iluminada por natureza, paraíso criado por Deus que me acolheu de braços abertos.

Aos professores do Departamento de Engenharia Florestal - UFVJM, em especial aos professores Ângelo Márcio e Márcio Leles que foram meu norte durante minha jornada acadêmica.

Aos professores membros da banca examinadora pelas contribuições para a melhoria deste trabalho.

Ao produtor florestal Luis Manuel Martins pela concessão de parte dos dados e pela boa vontade e disponibilidade em contribuir para a realização deste trabalho.

À Empresa Júnior de Engenharia Florestal - Arbórea, ao Grupo de Estudos em Mensuração e Manejo Florestal - GEMMF e ao Núcleo de Estudos em Colheita Florestal - NECFLOR, equipes que ajudei a fundar e que sempre vestirei a camisa com muito orgulho.

À República A Barca e seus eternos membros eméritos: Alex, Pedro, Filipe, Arthur, Felipe e Uidemar que considero irmãos.

À minha equipe de campo, Alex, Jhones e Rodrigo.

Aos amigos da Ciência Florestal, em especial a Lidiomar, Neubert, Maria Carolina, Leônidas, Bruno, Rafael, Lelis, Thiago, Laura, Ana Paula, Mariana, Luciana, Rebecca, Marcele, Valéria, Josiane, Paulo, David.

À todos que contribuíram para que este trabalho pudesse ser realizado.

*À Deus,
À minha família,
Aos meus amigos.*

"O futuro pertence àqueles que acreditam na beleza de seus sonhos."

SUMÁRIO

RESUMO.....	VIII
ABSTRACT.....	X
LISTA DE FIGURAS.....	XII
LISTA DE QUADROS.....	XIII
1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1. AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE EMPREENDIMENTOS FLORESTAIS.....	16
2.2. ANÁLISE DE RISCO DE INVESTIMENTO EM PROJETOS FLORESTAIS.....	18
2.3. SIMULAÇÃO PELO MÉTODO DE MONTE CARLO	19
2.3.1. O MÉTODO DE MONTE CARLO.....	20
2.4. O PROGRAMA @RISK.....	21
3. OBJETIVOS	23
3.1. OBJETIVO GERAL	23
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
4. MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E FONTE DOS DADOS	24
4.2. CARACTERÍSTICA DOS PROJETOS FLORESTAIS.....	24
4.3. AVALIAÇÃO ECONÔMICA	25
4.4. CRITÉRIOS TÉCNICO-ECONÔMICOS	25
4.4.1. VALOR PRESENTE LÍQUIDO - VPL.....	25
4.4.2. RAZÃO BENEFÍCIO-CUSTO - B/C	26
4.4.3. TAXA INTERNA DE RETORNO - TIR	26
4.4.4. VALOR ANUAL EQUIVALENTE - VAE.....	27
4.4.5. VALOR ESPERADO DA TERRA - VET.....	27
4.5. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE	28
4.6. ANÁLISE DE RISCO.....	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1. CUSTOS OBTIDOS	29
5.2. FLUXOS DE CAIXA E AVALIAÇÃO ECONÔMICA	35
5.3. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE	37
5.4. ANÁLISE DE RISCO.....	39
6. CONCLUSÃO	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

RESUMO

FONSECA, Danilo Marques, M.Sc., Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, **Avaliação de risco da produção de carvão vegetal em propriedades rurais no alto Jequitinhonha**. Orientador: Ângelo Márcio Pinto Leite.

Objetivou-se com este trabalho levantar os custos de produção de carvão vegetal de dois projetos florestais localizados na região do Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais; realizar análise econômica; e verificar os riscos da atividade com a aplicação da análise de sensibilidade e de risco para os projetos em estudo. O projeto 1 consistiu em povoamentos clonais de eucalipto (clone GG 100) com horizonte de planejamento de 14 anos e 2 ciclos de corte (aos 7 e 14 anos). O projeto 2 consistiu em povoamentos de *Eucalyptus cloeziana* com horizonte de planejamento de 11 anos e dois ciclos de corte (aos 6 e 11 anos). Em ambos os projetos o espaçamento utilizado foi de 3 x 2 metros. Realizou-se a avaliação econômica mediante os seguintes critérios: VPL, TIR, B/C, VAE e VET. A taxa de desconto utilizada foi de 8,75% a. a.. Na análise de sensibilidade considerou-se uma variação de 10% para mais e para menos na produção total e no preço de venda do carvão vegetal. Para a análise de risco utilizou-se a técnica de simulação de Monte Carlo, mediante o uso do programa @RISK. Os resultados indicaram viabilidade econômica em ambos os projetos. No projeto 1 os valores foram: VPL = R\$ 4.208,59/ha, TIR = 18,48%, B/C = 1,29, VAE = R\$ 532,94/ha/ano e VET = R\$ 5.787,97/ha. Na análise de sensibilidade a lucratividade foi afetada pelas variações na produção e pelo preço de venda do carvão, porém o projeto manteve-se viável. A simulação da análise de risco indicou que as variáveis que afetaram a TIR, na sua ordem de importância, foram: preço de venda do carvão (R\$/mdc), produção da floresta no primeiro corte (m³/ha), produção da floresta no segundo corte (m³/ha), custo de implantação (R\$/ha) e taxa de desconto (% a.a.). No projeto 2 os indicadores financeiros foram iguais a VPL = R\$ 4.594,48/ha, TIR = 21,24, VAE = 667,19 R\$ /ha/ano, B/C = 1,35 e VET = R\$ 5.971,75/ha. Pela análise de sensibilidade observou-se que a viabilidade econômica do projeto se manteve positiva mesmo com variações na produção e no preço de venda do carvão vegetal. A simulação da análise de risco indicou que as variáveis que afetaram a TIR, na sua ordem de importância foram: preço de venda do carvão (R\$/mdc), produção da floresta no primeiro corte (m³/ha), produção da floresta no segundo corte (m³/ha) e custo de implantação (R\$/ha). Os dois projetos estudados apresentaram-se economicamente viáveis. De acordo com a análise de

sensibilidade os projetos apresentados são capazes de suportar variações de mercado e de produtividade, mantendo-se viáveis economicamente mesmo com variações negativas. O risco de inviabilidade dos projetos é mínimo, podendo ser comprovado pelo desempenho dos indicadores financeiros utilizados. Sendo os projetos mutuamente exclusivos é indicado que o investidor opte pelo Projeto 2 pelo fato deste apresentar valores ligeiramente superiores em relação ao Projeto 1 e, também, por possuir menor horizonte de planejamento, resultando em um menor tempo de retorno do capital investido.

Palavras-chave: eucalipto, avaliação econômica, método de Monte Carlo.

ABSTRACT

FONSECA, Danilo Marques, M.Sc., Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, **Risk assessment of production of charcoal in rural properties in high Jequitinhonha**. Orientador: Ângelo Márcio Pinto Leite.

The objective of this study raise the costs of production of charcoal from two forestry projects located in Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais, performing economic analysis and to verify the risks of the activity with the application of sensitivity analysis and risk projects under study. The project consisted of 1 clonal eucalyptus (clone GG 100) with a planning horizon of 14 years and 2 cutting cycles (at 7 and 14 years). The project consisted of two Eucalyptus stands cloeziana with a planning horizon of 11 years and two cutting cycles (at 6 and 11 years). In both projects the spacing used was 3 x 2 meters. Was conducted an economic evaluation using the following criteria : VPL, TIR, B/C, VAE and VET . The discount rate used was 8,75% a. a.. In sensitivity analysis, we considered a variation of 10% plus or minus the total production and the selling price of charcoal. For risk analysis, we used the technique of Monte Carlo simulation, by using the @RISK. The results indicated economic viability in both projects. In one project the values were: VPL = R\$ 4.208,59/ha, TIR = 18,48%, B/C = 1,29, VAE = R\$ 532,94/ha/year and VET = R\$ 5.787,97/ha . In sensitivity analysis, the profitability was affected by changes in the production and the selling price of coal , but the project remained viable. Simulation of risk analysis showed that the variables that affected the TIR, in their order of importance were: coal selling price (R\$/mdc) , forest production in the first cut (m³/ha) , production forest second cut (m³/ha) , deployment cost (R\$/ha) and discount rate (% a.a.). In the second project financial indicators were equal to VPL = R\$ 4.594,48/ha, TIR= 21,24, VAE = R\$ 667,19/ha/year, B/C = 1,35 and VET = R\$ 5.971,75/ha . For the sensitivity analysis showed that the economic viability of the project remained positive even with variations in production and sales price of charcoal. Simulation of risk analysis showed that the variables that affected the TIR, in their order of importance were: coal selling price (R\$/mdc), forest production in the first cut (m³/ha), production forest in second cut (m³/ha) and establishment cost (R\$/ha). The two projects studied were economically viable. According to the sensitivity analysis of the projects presented are able to withstand market fluctuations and productivity, while remaining economically viable even with negative results. The risk of unviable projects is minimal and can be proven by the performance of financial indicators used. Being

mutually exclusive projects indicated that the investor opts for Project 2 because this present slightly higher values in relation to the Project 1 and also for having less planning horizon, resulting in a shorter return on invested capital.

Keywords: eucalyptus, economic assessment, Monte Carlo method.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Percentual de participação dos insumos e serviços no custo de implantação.	35
Figura 2 - Percentual de participação dos principais custos dos projetos.	35
Figura 3 - Probabilidade de distribuição do Valor Anual Equivalente do Projeto 1.	41
Figura 4 - Probabilidade de distribuição da Taxa Interna de Retorno do Projeto 1.	41
Figura 5 - Probabilidade de distribuição do Valor Anual Equivalente do Projeto 2.	44
Figura 6 - Probabilidade de distribuição da Taxa Interna de Retorno do Projeto 2.	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Custos do projeto florestal para produção de carvão oriundo de plantio clonal.	30
Quadro 2 - Custo do projeto florestal para produção de carvão oriundo de <i>Eucalyptus cloeziana</i>	32
Quadro 3 - Produção e receitas dos projetos florestais.	33
Quadro 4 - Fluxo de caixa (R\$/ha) do Projeto 1.	36
Quadro 5 - Fluxo de caixa (R\$/ha) do Projeto 2.	36
Quadro 6 - Indicadores financeiros pra os projetos em análise.	37
Quadro 7 - Análise de sensibilidade dos projetos florestais.	38
Quadro 8 - Estatísticas das variáveis de saída (indicadores financeiros) e de entrada (produção, custos, preço do produto e taxa de desconto) do Projeto 1.	40
Quadro 9 - Análise de sensibilidade com base nas elasticidades das variáveis de entrada (produção, custos, preço do produto e taxa de desconto), de saída (indicadores financeiros) e ordem de influência na análise do Projeto 1.	42
Quadro 10 - Estatísticas das variáveis de saída (indicadores financeiros) e de entrada (produção, custos, preço do produto e taxa de desconto) do Projeto 2.	43
Quadro 11 - Análise de sensibilidade com base nas elasticidades das variáveis de entrada (produção, custos, preço do produto e taxa de desconto), de saída (indicadores financeiros) e ordem de influência na análise do Projeto 2.	45

1. INTRODUÇÃO

A cada dia fica mais evidente os benefícios que as florestas são capazes de proporcionar do ponto de vista social, econômico e ambiental. Por este motivo, são depositadas expectativas de vários segmentos no setor florestal, principalmente naquele que diz respeito ao suprimento de matérias primas essenciais.

Os plantios de florestas no Brasil estão em expansão, uma vez serem de fundamental importância para o fornecimento de madeira para a indústria e para a conservação das florestas nativas do país. Atualmente, a área plantada de eucalipto corresponde a 4,87 milhões de hectares e, a de pinus a 1,64 milhões de hectares, totalizando 6,51 milhões de hectares de florestas plantadas com estes dois gêneros (ABRAF, 2012).

O eucalipto é a principal cultura florestal do Brasil e a alternativa mais importante para produção de madeira em menores períodos de tempo, com algumas espécies do gênero se sobressaindo em crescimento, por estarem mais adaptadas às condições edafoclimáticas do país. Entretanto, deve-se atrelar a grande produtividade ao potencial valor econômico enquanto produto escasso de um grande mercado consumidor, visando o seu melhor uso. Dentre as espécies mais cultivadas atualmente tem-se o *Eucalyptus cloeziana*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus pellita*, *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus camaldulensis*, além dos plantios clonais.

Os projetos de reflorestamento começaram a tomar grandes dimensões e a ter significância para a economia do Brasil a partir da década de 40, quando programas de desenvolvimento tecnológico promoveram a capitalização da agricultura na região do cerrado, que se tornou estratégica tanto por sua posição geográfica, como por suas características físico-ambientais (SILVA, 2008).

No caso específico de Minas Gerais, até 1967, em torno de 70% do eucalipto plantado localizava-se na região do rio Piracicaba, mas a partir de 1971 houve um deslocamento das áreas de plantio para o Vale do Jequitinhonha, devido às empresas que se instalaram na região como a ACESITA, MANNESMAN, C. S. BELGO MINEIRA, terem comprado terras na região, principalmente na área do polígono das secas (VALE, 2004).

No Vale do Jequitinhonha, apesar de haver certa concentração de grandes empresas, é importante destacar a participação de pequenos produtores florestais da

região, principalmente na produção de carvão vegetal. As linhas de crédito concedidas aos produtores florestais dessa região são um atrativo para quem investe no setor, pois são praticadas a baixas taxas de juros (PEREIRA et al., 2009).

Segundo ABRAF (2012), em relação ao *Eucalyptus*, o segmento de carvão vegetal corresponde a 18,4% da área plantada, resultando em 10% da produção de madeira, totalizando 16.987.068 m³ por ano.

A escolha da espécie adaptada às condições edafoclimáticas e adequada para a produção de um determinado produto final consiste no primeiro passo na instalação de um projeto de reflorestamento. No Vale do Jequitinhonha, entre os produtores rurais, as espécies que predominam nos plantios são o *Eucalyptus cloeziana* que possui outros usos além do carvão de qualidade, por ser uma madeira de alta densidade e durabilidade e, o *Eucalyptus urophylla*, resistente à ferrugem e ao cancro. Nas empresas a estratégia é direcionada para plantios clonais (SOUZA, 2012).

A atividade florestal abrange em seu processo produtivo diversas etapas referentes ao manejo. Dessa forma, torna-se necessário analisar os cenários que cercam o meio florestal, quantificando os possíveis riscos que venham a ocorrer durante o projeto, evitando prejuízos ao investidor.

Um projeto florestal planejado e bem conduzido normalmente garante retorno financeiro satisfatório em longo prazo. Portanto, incorporar a produção à situação do mercado é essencial para definir qual o melhor projeto ou alternativa de manejo a se aplicar, sendo possível responder a alguns questionamentos como: Qual projeto é mais rentável? O empreendimento florestal é viável em relação a um investimento alternativo? Qual o retorno financeiro esperado? Qual variação de mercado será tolerada? Quais os riscos que envolvem a atividade?

A análise econômica é um instrumento preciso para responder questionamentos como esses, a fim de se tomar decisões acerca da implantação de um empreendimento ou, optar pela melhor alternativa, verificando qual proporcionará o maior retorno financeiro.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE EMPREENDIMENTOS FLORESTAIS

Como forma de aproveitar áreas já desmatadas e diminuir a pressão exercida sobre as florestas nativas, bem como atender a mercados específicos, cada vez mais as florestas plantadas passam a desempenhar um importante papel como fonte alternativa de matéria-prima para a indústria florestal (SOARES et al. 2003).

O preço da madeira é um ponto chave para a implantação de projetos florestais e o entendimento do seu comportamento é importante em razão da característica de longo prazo desse tipo de projeto (ALMEIDA, et al. 2010).

Desta forma, a diversificação da produção é uma estratégia interessante para os pequenos produtores, sob dois aspectos: a possibilidade de receitas mais distribuídas ao longo do ano e a não dependência de uma ou poucas atividades que, em caso de ocorrência de algum sinistro, problemas de mercado ou outro qualquer, podem comprometer o desempenho da propriedade (VITALE & MIRANDA, 2010).

Rezende & Oliveira (2008) afirmam que a análise econômica de um investimento envolve o uso de técnicas e critérios de análise que comparam os custos e as receitas inerentes ao projeto, visando decidir se este deve ou não ser implantado.

Muitos trabalhos têm sido feitos sobre análise econômica de projetos florestais, utilizando os principais indicadores de viabilidade econômica, os quais possuem uma característica peculiar: levam em conta a variação do capital no tempo, porém cada um aponta diferentes aspectos relacionados aos projetos (OLIVEIRA et al, 1998; PAIXÃO, et al., 2006; REZENDE et al., 2006).

Os critérios técnico-econômicos são ferramentas essenciais na tomada de decisão quanto a implantação de um projeto florestal. Vários são os métodos utilizados para avaliar um empreendimento, cada qual com uma proposição.

Lopes (1990), citado por Silva & Fontes (2005), afirma que a aplicação dos critérios de análise econômica na área florestal é fundamental para se decidir qual o melhor projeto e, ou alternativa de manejo a serem adotados. Assim, a determinação da idade econômica de corte, o espaçamento, a adubação, a época e a intensidade de tratamentos silviculturais e, a espécie, dentre outras decisões, podem ser tomadas de forma mais segura quando feitas as simulações baseadas nos critérios técnico-econômicos.

Os principais critérios utilizados para a avaliação de projetos florestais levam em conta a variação do capital investido no tempo, ou seja, leva-se em conta uma taxa de desconto, necessária para atualizar os fluxos de caixa e tornar comparáveis custos e receitas que ocorrem em pontos diferentes do tempo (REZENDE & OLIVEIRA, 2008).

Segundo Silva *et al.*, (1999) muitos trabalhos tem sido feitos sobre análise econômica de projetos florestais, a maioria deles utilizando os critérios: Valor Presente Líquido (*VPL*), Taxa Interna de Retorno (*TIR*), Razão Benefício Custo (*B/C*), Valor Anual Equivalente (*VAE*) e Custo Médio de Produção (*CMP*). Todos esses critérios levam em conta a variação do capital ao longo do tempo, mas cada um aponta diferentes aspectos relacionados aos projetos.

Silva & Fontes (2005), por meio de um estudo de caso discutiram a utilização do Valor Presente Líquido (*VPL*), Valor Anual Equivalente (*VAE*) e Valor Esperado da Terra (*VET*) como auxiliares na avaliação de um projeto florestal. Os resultados indicaram que todos os critérios são adequados, bastando conhecer a diferença entre eles e a correta forma de interpretá-los.

Oliveira (1998) esclarece que os critérios de avaliação econômica possuem ampla utilização por considerarem implicitamente o fator risco, ressaltando que entre as varias alternativas de investimento do capital, a que apresentar um menor tempo de recuperação deste terá um risco menor.

Souza (2012) utilizou o *VPL*, *TIR*, *B(C)PE* ao realizar uma análise econômica de diferentes tecnologias em plantios de eucalipto no Alto Jequitinhonha - MG. Na ocasião, foi possível concluir que as três tecnologias testadas proporcionaram lucro, porém a alternativa em que se utilizou um menor nível de tecnologia proporcionou resultados financeiramente insatisfatórios relação às demais.

Rezende et al., (2006) fizeram um levantamento dos custos e das receitas da produção de madeira do programa de fomento Asiflor-IEF, para verificar sua viabilidade econômica utilizando o *VPL* e a *TIR* como critérios. Os mesmos realizaram ainda uma análise de sensibilidade variando os níveis de produtividade, custo de transporte e preço final, tomando-se por base três produtos: madeira em pé, madeira posta no pátio e carvão vegetal. Os resultados indicaram que a venda da madeira em pé foi economicamente viável em todas as simulações feitas, sendo o custo da lenha colocada no pátio, altamente influenciado pelo custo do transporte e, a viabilidade da produção de carvão, foi dependente do preço da madeira.

Nishi et al., (2005), estudaram a influência dos créditos de carbono na viabilidade econômica de três projetos florestais: heveicultura, eucalipto e pinus para produção de borracha, celulose e resina, respectivamente. O *VPL*, a *TIR*, o *VET* e o *VAE* foram os indicadores utilizados na avaliação econômica, a uma taxa de 10% ao ano. Os resultados indicaram que o projeto de seringueira passou a ser viável apenas com a inclusão dos Certificados de Emissões Reduzidas (*CER's*). Os outros dois projetos foram viáveis sem a inclusão dos *CER's*, mas quando estes estavam presentes a rentabilidade aumentou substancialmente.

2. 2. ANÁLISE DE RISCO DE INVESTIMENTO EM PROJETOS FLORESTAIS

O setor florestal possui uma peculiaridade pelo fato de sua produção estar diretamente ligada a terra, conseqüentemente, esta fica susceptível às condições ambientais da região onde a atividade se insere.

A ocorrência de intempéris como geada, secas, alagamentos e a manifestação de patógenos ou pragas podem afetar negativamente a produtividade florestal, acarretando em perdas não esperadas na etapa do planejamento. Portanto, a caracterização bioclimática da região é essencial em projetos em que os aspectos biológicos são importantes (REZENDE, 2008).

Além do fator ambiental, há também o fator mercadológico, que tem se mostrado bastante volúvel ao longo dos anos. De acordo com Rezende et al., (1988) citado por Castro et al., (2007), a oferta de carvão é instável pois depende de condições edafoclimáticas, gerando desajustamento entre oferta, demanda e preço. Estas instabilidades nos preços são ocasionadas por flutuações estacionárias e aleatórias no decorrer do ano.

Sabe-se que são muitas as incertezas que envolvem a produção florestal e, desta forma, torna-se necessário simular os diversos cenários em que o empreendimento poderá estar inserido, a fim de minimizar os riscos envolvidos.

Uma forma de solucionar esse problema é adotar uma análise em condições de risco, em que se utilizam distribuições de probabilidade associadas aos indicadores de desempenho do projeto (GAMA et al., 2005).

A análise de risco por simulação permite obter resultados com simulação de mais de uma variável, identificando dentre estas quais afetam os resultados, mensurando sua probabilidade de ocorrência (SIMIONI E HOEFLICH, 2006).

Cordeiro et al., (2010) analisaram a contribuição do fomento florestal promovido pelo Instituto Estadual de Florestas (*IEF*) de Minas Gerais na lucratividade e na redução de risco para produtores rurais de diversas cidades do estado. A análise de risco indicou que os projetos que não tiveram parceria com o *IEF* apresentaram-se mais sensíveis à variação de preço, com maior risco de investimento. Os fatores que mais afetaram o *VPL* pela ordem de importância foram: preço do carvão, produtividade, taxa de juros, custo de colheita e custo de implantação.

Castro et al., (2007) realizaram análise de risco a fim de avaliar a viabilidade econômica de produção de carvão vegetal em florestas plantadas de eucalipto em condições deterministas e de risco no estado de Minas Gerais. Os resultados da simulação apontaram que existe cerca de 30% de chances dos valores do *VPL* serem negativos, gerando assim inviabilidade econômica do projeto. Pela análise determinística não seria possível chegar a essa conclusão, visto que os critérios técnico-econômicos utilizados apontaram positivamente para a viabilidade do empreendimento florestal.

Cordeiro (2012) ao avaliar a rentabilidade e realizar análise de risco de um sistema agrossilvicultural utilizou o *VPL* como variável de saída. Foi observado por meio da simulação de Monte Carlo um *VPL* médio de R\$ 20.718,90/ha para o projeto, de modo que 95% dos valores de *VPL* ficaram acima de R\$ 16.266,21 a uma taxa de 8,75% ao ano, permitindo ao autor concluir que o projeto apresenta elevada viabilidade econômica e ausência de risco de investimento, considerando que sejam mantidas todas as condições de mercado ao longo do projeto.

2. 3. SIMULAÇÃO PELO MÉTODO DE MONTE CARLO

O método de Monte Carlo (*MC*) surgiu oficialmente no ano de 1949 com o artigo "The Monte Carlo Method" de autoria dos matemáticos Jon Von Neumann e Stanislaw Ulan. Este método permite simular qualquer processo cujo andamento dependa de fatores aleatórios ou, em problemas matemáticos que não tenham relação

com questões aleatórias, pode-se desenvolver um modelo probabilístico artificial que permita resolver esses problemas (FERNANDES, 2005).

O termo simulação designa qualquer método analítico destinado a imitar um sistema real, em especial quando outros métodos de análise são matematicamente muito complexos ou muito difíceis de reproduzir. Sem a ajuda da simulação, uma planilha revela apenas uma simples saída, ou a mais provável, ou um cenário médio. Esta é a grande causa de divergências entre valores orçados (previstos) e os valores observados (reais), quando certas variáveis não são consideradas. A Simulação de Monte Carlo gera, randomicamente, valores para estas variáveis incertas centenas ou milhares de vezes, de modo a simular um modelo (CARDOSO & AMARAL, 2000).

Segundo Gama (2003), o Método de Monte Carlo é uma técnica de pesquisa operacional muito utilizada nas situações em que a incerteza é grande, tendo por objetivo representar a incerteza em cada uma das alternativas, ou projetos.

Oliveira et al., (2007) salientam que a simulação de Monte Carlo também é usada na avaliação de fenômenos que se podem caracterizar por um comportamento probabilístico. Por meio da geração de números aleatórios permite resolver uma grande quantidade de problemas com a simulação de cenários e, posterior cálculo de um valor esperado.

2.3.1. O MÉTODO DE MONTE CARLO

Durante uma simulação de Monte Carlo, os valores são escolhidos ao acaso a partir das distribuições de probabilidade das variáveis de entrada. Cada conjunto de amostras é chamado uma iteração e, o resultado desta amostra é registrado. A simulação de Monte Carlo faz isso centenas ou milhares de vezes e, o resultado é uma distribuição de probabilidade de resultados possíveis. Desta forma, a simulação de Monte Carlo fornece uma visão muito mais abrangente do que pode acontecer, ou seja, não só o que poderia acontecer, mas a probabilidade de acontecer (PALISADE, 2004).

Para se utilizar a simulação de Monte Carlo na elaboração do fluxo de caixa empresarial são basicamente quatro passos. Inicialmente, constrói-se um modelo base dos fluxos de caixa futuros da empresa. A seguir, constrói-se um modelo com as principais incertezas relativas aos insumos principais, usando distribuições de probabilidades. Posteriormente, são especificadas as relações entre as variáveis de

entrada e, por último, é executada a simulação propriamente dita (CARDOSO & AMARAL, 2000).

De acordo com os mesmos autores, na construção do modelo do projeto, a inclusão de relação entre as variáveis é relativamente fácil, mas a especificação das probabilidades, isto é, os limites inferior e superior, bem como a definição do tipo de distribuição de probabilidades daquela variável específica, pode ser extremamente difícil. Ao simular os fluxos de caixa, são efetuadas milhares de iterações em cima do modelo, fazendo amostragens da distribuição dos erros de previsão, ao mesmo tempo em que os fluxos de caixa de cada período são calculados, e registrados.

O método em si, consiste basicamente em gerar aleatoriamente N sucessivas amostras em termos de custo ou tempo (variável aleatória), que serão então testadas contra um modelo estatístico que vem a ser na verdade, uma distribuição de probabilidade para um determinado risco no projeto. Cada amostra corresponde a uma iteração do método. Desse modo o método de Monte Carlo fornece uma estimativa do valor de um tempo ou custos esperados, assim como um erro para a estimativa o qual é inversamente proporcional ao número de iterações, Ou seja, quanto maior o número de iterações, menor será o erro (FERNANDES, 2005). O erro total é dado por:

$$\varepsilon = \frac{3\sigma}{\sqrt{N}} \quad (\text{Equação 1.})$$

Em que: σ = desvio padrão da variável aleatória; N = o número de iterações.

2. 4. O PROGRAMA @RISK

O @Risk é um programa que executa análise de risco por meio de simulação de Monte Carlo, em interface com o Excel, combinando as incertezas que envolvem as variáveis de uma modelagem a uma probabilidade de ocorrência das mesmas. O programa efetua os cálculos, objetivamente, permitindo rastrear diversos possíveis cenários futuros. Desta forma, apresenta as probabilidades e riscos que envolvem o projeto em análise. Com base nestas informações é possível tomar as melhores decisões em situações de incertezas.

Esse programa permite a aplicação do método de Monte Carlo para simular valores referentes às variáveis aleatórias RECEITA e CUSTO e, em decorrência dos valores aleatórios gerados, obter valores para a variável LUCRO (GAMA, 2003)

De acordo com Palisade (2012), são necessários os seguintes passos para rodar uma análise de risco no @Risk:

1 - Ajustar o modelo: primeiramente, é preciso fornecer uma distribuição de probabilidade para cada variável de entrada (input) a ser utilizada no modelo, como por exemplo Normal, Weibull, Triangular, Binomial, Poisson ou mais de 30 outras. Em seguida deve-se definir as variáveis de saída (outputs), ou seja, as células que indicam o lucro potencial, retorno do investimento ou taxa de recuperação do capital.

2 - Rodar a simulação: a segunda etapa consiste em rodar a simulação. O @Risk recalcula a planilha milhares de vezes, fornecendo a cada vez, uma amostra de valores aleatórios das funções @Risk inseridas. A seleção de valores a partir de distribuições de probabilidade é chamada de amostragem e cada cálculo da planilha é chamado de iteração.

3 - Avaliar os resultados: O resultado de uma simulação é uma visualização de todos os possíveis resultados, bem como de suas probabilidades de ocorrência. O programa permite plotar os resultados em histogramas gráficos de dispersão, curvas cumulativas e outros.

3. OBJETIVOS

3. 1. OBJETIVO GERAL

Objetivou-se com este trabalho analisar a viabilidade econômica e realizar simulação em projetos de reflorestamento destinados a produção de carvão na região do Vale do Jequitinhonha.

3. 2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar os custos e receitas da atividade florestal que envolve os projetos em questão.
- Realizar análise econômica e de sensibilidade nos projetos, considerando diferentes horizontes de planejamento.
- Realizar análise de risco de investimento por meio de simulações.
- Escolher a melhor alternativa de manejo florestal visando a produção de carvão.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Para atender aos objetivos da pesquisa foram analisadas economicamente duas alternativas de manejo do cultivo de eucalipto no Vale do Jequitinhonha: produção de carvão por meio de plantios da espécie *Eucalyptus cloeziana* e proveniente de plantios clonais, clone GG100.

4. 1. ÁREA DE ESTUDO E FONTE DOS DADOS

Situado geograficamente no Nordeste de Minas Gérias, fazendo fronteiras com o Norte de Minas e o Mucuri, o Vale do Jequitinhonha é uma região que ocupa 14,5% da área do Estado, totalizando aproximadamente 85.000 km² de extensão territorial (NASCIMENTO, 2009).

A contribuição para a produção florestal é bastante significativa, principalmente se tratando de florestas energéticas. Cerca de 20,30% do carvão vegetal produzido no país é proveniente da região (PEREIRA et al., 2009).

Os dados de custos e receitas das atividades silviculturais, de colheita, de carvoejamento e de transporte foram provenientes de pesquisas na literatura, empresas e produtores rurais da região do Vale do Jequitinhonha e sites especializados em pesquisas de mercado florestal. Cabe ressaltar que não foram considerados os custos inerentes a impostos sobre circulação de mercadorias e serviços e demais taxas.

4. 2. CARACTERÍSTICA DOS PROJETOS FLORESTAIS

Foram analisados dois projetos de reflorestamento: no primeiro referente a materiais genéticos clonais de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, da linhagem GG100, com cortes acontecendo aos 7 e 14 anos (Projeto 1). O segundo consistiu na análise de povoamentos de origem seminal da espécie *Eucalyptus cloeziana*, com o primeiro corte ocorrendo aos 6 anos e o segundo aos 11 anos, após a condução da brotação (Projeto 2). Considerou-se terem sido ambos os projetos plantados no espaçamento 3x2 metros, com uma densidade de 1.666 árvores por hectare e, uma redução de 10% na produção do primeiro para o segundo corte. Para a conversão

volumétrica estéreo (st) para metros cúbicos (m³) utilizou-se o fator 1,5. Na conversão de lenha (st) para carvão (mdc) o fator de conversão empregado foi 1,8.

O valor médio da terra considerado foi de R\$ 2.250,00 por hectare, o que resultou em uma taxa anual de arrendamento de R\$ 200,00. Os preços de venda do carvão produzidos a partir dos povoamentos clonais e seminais foram obtidos a partir de pesquisas de mercado, sendo estabelecido um valor de R\$ 100,00/mdc para o primeiro caso e, R\$ 110,00/mdc para o segundo, respectivamente.

4.3. AVALIAÇÃO ECONÔMICA

Foi realizada a descrição dos custos e receitas envolvidas nos dois projetos ao longo do horizonte de planejamento, a fim de prever a transição líquida do capital investido. De posse dos fluxos de caixa foi realizada a avaliação econômica dos projetos.

Realizou-se a avaliação econômica com a finalidade de verificar se os projetos remuneram o capital investido e, também, para compará-los entre si, a fim de certificar qual é a alternativa mais interessante do ponto de vista econômico para a região.

A taxa de juros considerada foi de 8,75% ao ano, sendo esta normalmente empregada pelo Programa de Plantio Comercial de Florestas (PROPFLORA) para produtores rurais (pessoas físicas ou jurídicas), associações e cooperativas que têm como finalidades a implantação e manutenção de reflorestamento destinado ao uso comercial, industrial e energético. Os critérios utilizados na análise estão descritos a seguir.

4.4. CRITÉRIOS TÉCNICO-ECONÔMICOS

4.4.1. VALOR PRESENTE LÍQUIDO - VPL

O *VPL* de um projeto de investimento pode ser definido como a soma algébrica dos valores descontados do fluxo de caixa a ele associado. A viabilidade econômica de um projeto analisado pelo método do *VPL* é indicada pela diferença positiva entre as receitas e os custos, atualizados de acordo com determinada taxa de desconto. Quanto maior o *VPL*, mais atrativo será o projeto. Quando o *VPL* for negativo, o projeto será economicamente inviável (REZENDE & OLIVEIRA, 2008; SILVA et al., 2005).

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

Em que: VPL = Valor Presente Líquido; R_j = receitas no período j ; C_j = custos no período j ; i = taxa de desconto; j = período de ocorrência de R_j e C_j ; n = duração do projeto, em anos.

4. 4. 2. RAZÃO BENEFÍCIO-CUSTO - B/C

A B/C consiste em determinar a relação entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos, para dada taxa de desconto. Desta forma um projeto será considerado viável economicamente se apresentar valor $B/C > 1$, sendo mais viável quanto maior este valor (REZENDE & OLIVEIRA, 2008; SILVA et al., 2005).

$$B/C = \frac{\sum_{j=0}^n R(1+i)^{-j}}{\sum_{j=0}^n C(1+i)^{-j}} \quad (\text{Equação 3.})$$

Em que: B/C = Razão Benefício-Custo à taxa i ; R_j = receitas no período j ; C_j = custos no período j ; i = taxa de desconto; j = período de ocorrência de R_j e C_j ; n = duração do projeto, em anos.

4. 4. 3. TAXA INTERNA DE RETORNO - TIR

A TIR é a taxa de desconto que iguala o valor presente das receitas ao valor presente dos custos, ou seja, iguala o VPL a zero. Também pode ser entendida como a taxa percentual do retorno do capital investido. Um projeto será considerado viável, se sua TIR for maior que uma taxa de desconto correspondente à taxa de retorno alternativa do capital, usualmente denominada de taxa mínima de atratividade (TMA) (REZENDE & OLIVEIRA, 2008; SILVA et al., 2005).

$$\sum_{j=0}^n R_j (1+TIR)^{-j} = \sum_{j=0}^n C_j (1+TIR)^{-j} \quad (\text{Equação 4.})$$

Em que: TIR = Taxa Interna de Retorno; R_j = receitas no período j ; C_j = custos no período j ; i = taxa de desconto; j = período de ocorrência de R_j e C_j ; n = duração do projeto, em anos.

4. 4. 4. VALOR ANUAL EQUIVALENTE - VAE

O VAE é a parcela periódica e constante necessária ao pagamento de uma quantia igual ao VPL da opção de investimento em análise, ao longo de sua vida útil. O projeto será considerado economicamente viável se apresentar VAE positivo, indicando que os benefícios periódicos são maiores que os custos periódicos. Quanto à seleção de opções, deve ser escolhida a que apresentar maior VAE para determinada taxa de desconto (REZENDE & OLIVEIRA, 2008; SILVA et al., 2005).

Uma vantagem desse critério é permitir comparar projetos com diferentes horizontes de planejamento, pelo fato de converter os fluxos de caixa líquidos em uma série equivalente de valores iguais e geralmente anuais.

$$VAE = \frac{VPL[(1+i)^t - 1](1+i)^{nt}}{(1+i)^{nt} - 1} \quad (\text{Equação 5.})$$

Em que: VAE = Valor Anual Equivalente; VPL = Valor Presente Líquido; i = taxa de desconto; n = duração do projeto; t = número de períodos de capitalização.

4. 4. 5. VALOR ESPERADO DA TERRA - VET

O VET é um termo florestal usado para representar o valor presente líquido de uma área de terra nua, a ser utilizada para a produção de madeira, calculado com base numa série infinita de rotações. O VET indica quanto se pode gastar em um item de custo qualquer deixado de fora dos cálculos, normalmente a terra, para dada taxa de desconto (REZENDE & OLIVEIRA, 2008; SILVA et al., 2005).

O VET , por considerar o horizonte infinito é amplamente utilizado na análise econômica de projetos florestais, pois elimina o problema de se compararem projetos com durações diferentes (SILVA & FONTES, 2005).

$$VET = \frac{V_0 RL(1+i)^t}{(1+i)^t - 1} \quad (\text{Equação 6.})$$

Em que: VET = Valor Esperado da Terra; $V_0 RL$ = valor atual da receita líquida que se repete a cada ciclo; i = taxa de desconto; t = número de períodos de capitalização.

4. 5. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

A produtividade dos povoamentos florestais varia entre produtores, devido a fatores edafoclimáticos, práticas diversas de implantação e condução destes, fatores intrínsecos à produção de mudas oriundas de sementes, entre outros (REZENDE et al., 2006). Além disso, o mercado de carvão tem se mostrado muito instável, com grandes variações no preço deste produto.

Devido a estas variações foram simulados cenários pontuais com amplitudes superior (+10%) e inferior (-10%) aos valores observados da produção e do preço do carvão, com a finalidade de avaliar o quanto o Valor Anual Equivalente e a Taxa Interna de Retorno são afetados por estas alterações.

4. 6. ANÁLISE DE RISCO

A partir dos dados de custos e de receitas procedeu-se à análise de risco dos projetos que ocorrem naturalmente devido a variações de mercado, alterações nas curvas de oferta e demanda, flutuação do preço do carvão, entre outros fatores.

A análise de risco de investimento do capital foi feita pelo método de Monte Carlo que simula valores para as variáveis receita e custo com base em distribuições de probabilidades associadas a elas.

Segundo Shimizu (1984) citado por Castro et al., (2007), a simulação de Monte Carlo é um processo que possibilita imitar a realidade por meio de modelos e, as simulações por processos aleatórios, possibilitam lidar com situações cuja evolução no decorrer do tempo não seja previsível, trabalhando com eventos aleatórios ou probabilísticos - quando sua ocorrência envolve certo risco ou certo grau de incerteza.

Para cada projeto foram realizadas 10.000 iterações, considerando como variáveis de entrada: produção de carvão no primeiro corte (mdc/ha), produção de carvão no segundo corte (mdc/ha), preço de venda do carvão (R\$/mdc), taxa anual de

juros (%) e custo de implantação (R\$/ha). Foram consideradas ainda oscilações entre -20% a +20% nessas variáveis com base na distribuição triangular, conforme Cordeiro (2012) e Gama (2003). Nessa distribuição são inseridos os valores de custos prováveis e os valores máximos e mínimos que as variáveis possam assumir. O *VAE* e a *TIR* foram tomados como variáveis de saída por serem critérios indicados para comparar mutuamente projetos de diferentes horizontes de planejamento.

Foram gerados valores mínimos, máximos, médios, desvio-padrão, moda e percentis. Com base nas elasticidades geradas pelo coeficiente de regressão linear múltiplo, identificou-se (e classificou-se) como as variáveis de entrada influenciaram o critério financeiro pela sua ordem de importância.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados relativos aos custos e receitas dos dois projetos florestais estabelecidos foram obtidos por meio de consultas bibliográficas, centros de estudos mercadológicos ligados ao setor florestal, empresas e produtores da região do Vale do Jequitinhonha.

5.1. CUSTOS OBTIDOS

Os custos dos projetos foram divididos em: custo de implantação, custo de manutenção, custo da terra, custo de colheita e carvoejamento e custo de transporte.

Implantação: referiu-se aos custos inerentes ao preparo da terra, limpeza da área, aquisição de insumos, plantio, replantio e adubação. O custo de implantação varia com o nível tecnológico a ser empregado e, sendo comum aos projetos em questão nos quais o valor foi de R\$ 2.577,54/ha.

Manutenção: foram considerados custos de manutenção e construção de aceiros, combate a formigas e desbrota. Estes também são variáveis de acordo com o ano de ocorrência no projeto sendo encontrados os valores de R\$ 3.414,85/ha no Projeto 1 e R\$ 3.231,48/ha no Projeto 2 .

Custo da terra: muitas vezes ignorado por alguns autores, o custo da terra é de suma importância e, caso não considerado, pode levar a uma tomada de decisão equivocada quanto a viabilidade financeira de um projeto florestal. O valor da terra considerado foi de R\$ 2.250,00/ha, sendo portanto o custo anual de arrendamento de R\$ 200,00/ha.

Colheita e carvoejamento: foram considerados os custos de corte, derrubada, processamento, extração, carregamento e carvoejamento. O custo da colheita varia de acordo com a produtividade do povoamento e com o número de ciclos de corte deste. Os custos de colheita para os projetos considerados de R\$ 18.634,00/ha no Projeto 1 e R\$ 13.834,00/ha no Projeto 2.

Transporte: os custos foram agregados e equivalentes a um litro de óleo diesel por quilometro rodado, resultando em um frete de R\$ 2,00 por quilômetro e, a distância entre a fazenda e o pátio da indústria de 400 quilômetros.

Nos Quadros 1 e 2 encontram-se os custos da produção de carvão para um (1) hectare de plantio clonal (Projeto 1) e de *Eucalyptus cloeziana* (Projeto 2), no espaçamento 3 x 2, respectivamente.

Quadro 1 - Custos por hectare para produção de carvão oriundo de plantio clonal.

ANO 0				
1. INSUMOS	Unidade	Valor	Quantidade	Valor
Mudas (Plantio e Replatio)	ud	0,28	1833,00	513,24
Calcário	t	60,00	1,17	70,20
Fertilizantes				
Nitrogênio - N	Kg	2,95	20,00	59,00
Fósforo - P2O5	Kg	2,67	30,00	80,10
Potássio -K2O	Kg	3,50	20,00	70,00
2. SERVIÇOS				
Limpeza da área	d/H	35,00	10,00	350,00
Marcação de linhas de plantio	d/H	35,00	2,00	70,00
Marcação de covas	d/H	35,00	1,00	35,00
Coveamento	d/H	35,00	11,00	385,00
Transporte interno de insumos	d/H	35,00	2,00	70,00
Calagem e adubação na cova	d/H	35,00	4,00	140,00
Roçada	d/H	35,00	7,00	245,00
Plantio e replatio	d/H	35,00	10,00	350,00
Capina manual	d/H	35,00	4,00	140,00
ANO 1				
1. INSUMOS				
Formicida	Kg	6,75	5,00	33,75
Cupinicida	Kg	80,00	0,20	16,00
2. SERVIÇOS				
Combate a formigas	d/H	50,00	2,50	125,00
Construção/manutenção aceiros	d/H	35,00	6,00	210,00

Quadro 1 - Continuação

ANO 2				
1. INSUMOS	Unidade	Valor	Quantidade	Valor
Formicida	Kg	6,75	2,00	13,50
2. SERVIÇOS				
Combate a formigas	d/H	50,00	1,50	75,00
Construção/manutenção aceiros	d/H	35,00	4,00	140,00
ANO 3				
1. INSUMOS				
Formicida	Kg	6,75	1,00	6,75
2. SERVIÇOS				
Combate a formigas	d/H	50,00	1,50	75,00
Construção/manutenção aceiros	d/H	35,00	4,00	140,00
ANO 4 AO 6				
1. INSUMOS				
Formicida	Kg	6,75	2,00	13,50
2. SERVIÇOS				
Combate a formigas	d/H	50,00	4,00	200,00
Construção/manutenção aceiros	d/H	35,00	11,00	385,00
ANO 7				
1. INSUMOS				
Formicida	Kg	6,75	1,00	6,75
2. SERVIÇOS				
Combate a formigas	d/H	50,00	1,50	75,00
Corte e traçamento	d/H	35,00	21,00	735,00
Extração	d/H	35,00	28,00	980,00
Carregamento	d/H	35,00	31,00	1.085,00
Carvoejamento	mdc	20,00	222,20	4.444,00
Transporte (caminhões)	ud	400,00	6,00	2.400,00
ANO 8				
1. INSUMOS				
Formicida	Kg	6,75	2,00	13,50
Fertilizantes				
Nitrogênio - N	Kg	2,95	20,00	59,00
Fósforo - P2O5	Kg	2,67	30,00	80,10
Potássio -K2O	Kg	3,50	20,00	70,00
2. SERVIÇOS				
Redução de brotação	d/H	35,00	3,00	105,00
Limpeza da área	d/H	35,00	10,00	350,00
Adubação de cobertura	d/H	35,00	3,00	105,00
Combate a formigas	d/H	50,00	1,50	75,00
Construção/manutenção aceiros	d/H	35,00	4,00	140,00
ANO 9				
1. INSUMOS				
Formicida	Kg	6,75	1,00	6,75
2. SERVIÇOS				
Combate a formigas	d/H	50,00	1,50	75,00
Construção/manutenção aceiros	d/H	35,00	4,00	140,00

Quadro 1 - Continuação

ANO 10 AO 13				
1. INSUMOS	Unidade	Valor	Quantidade	Valor
Formicida	Kg	6,75	2,00	13,50
2. SERVIÇOS				
Combate a formigas	d/H	50,00	4,00	200,00
Construção/manutenção aceiros	d/H	35,00	11,00	385,00
ANO 14				
1. INSUMOS				
Formicida	Kg	6,75	1,00	6,75
2. SERVIÇOS				
Combate a formigas	d/H	50,00	1,50	75,00
Corte e traçamento	d/H	35,00	19,00	665,00
Extração	d/H	35,00	26,00	910,00
Carregamento	d/H	35,00	29,00	1.015,00
Carvoejamento	mdc	20,00	200,00	4.000,00
Transporte (caminhões)	ud	400,00	6,00	2.400,00
TOTAL				24.626,39

Fonte: Adaptado de CEDAGRO (2010); Produtores e empresas do setor.

Quadro 2 - Custo por hectare para produção de carvão oriundo de *Eucalyptus cloeziana*.

ANO 0				
1. INSUMOS	Unidade	Valor	Quantidade	Valor
Mudas (Plantio e Replante)	ud	0,28	1833,00	513,24
Calcário	t	60,00	1,17	70,20
Fertilizantes				
Nitrogênio - N	Kg	2,95	20,00	59,00
Fósforo - P ₂ O ₅	Kg	2,67	30,00	80,10
Potássio -K ₂ O	Kg	3,50	20,00	70,00
2. SERVIÇOS				
Limpeza da área	d/H	35,00	10,00	350,00
Marcação de linhas de plantio	d/H	35,00	2,00	70,00
Marcação de covas	d/H	35,00	1,00	35,00
Coveamento	d/H	35,00	11,00	385,00
Transporte interno de insumos	d/H	35,00	2,00	70,00
Calagem e adubação na cova	d/H	35,00	4,00	140,00
Roçagem manual	d/H	35,00	7,00	245,00
Plantio e replante	d/H	35,00	10,00	350,00
Capina manual	d/H	35,00	4,00	140,00
ANO 1				
1. INSUMOS				
Formicida	Kg	6,75	5,00	33,75
Cupinicida	Kg	80,00	0,20	16,00
2. SERVIÇOS				
Combate a formigas	d/H	50,00	2,50	125,00
Construção/manutenção aceiros	d/H	35,00	6,00	210,00

Quadro 2 - Continuação

ANO 2				
1. INSUMOS				
Formicida	Kg	6,75	2,00	13,50
2. SERVIÇOS				
Combate a formigas	d/H	50,00	1,50	75,00
Construção/manutenção aceiros	d/H	35,00	4,00	140,00
ANO 3				
1. INSUMOS				
Formicida	Kg	6,75	1,00	6,75
2. SERVIÇOS				
Combate a formigas	d/H	50,00	1,50	75,00
Construção/manutenção aceiros	d/H	35,00	4,00	140,00
ANO 4 AO 5				
1. INSUMOS				
Formicida	Kg	6,75	1,50	10,13
2. SERVIÇOS				
Combate a formigas	d/H	50,00	2,50	125,00
Construção/manutenção aceiros	d/H	35,00	8,00	280,00
ANO 6				
1. INSUMOS				
Formicida	Kg	6,75	1,00	6,75
2. SERVIÇOS				
Combate a formigas	d/H	50,00	1,50	75,00
Corte e traçamento	d/H	35,00	14,00	490,00
Extração	d/H	35,00	19,00	665,00
Carregamento	d/H	35,00	20,00	700,00
Carvoejamento	mdc	20,00	166,70	3.334,00
Transporte (caminhões)	ud	400,00	6,00	2.400,00
ANO 7				
1. INSUMOS				
Formicida	Kg	6,75	2,00	13,50
Fertilizantes				
Nitrogênio - N	Kg	2,95	20,00	59,00
Fósforo - P2O5	Kg	2,67	30,00	80,10
Potássio -K2O	Kg	3,50	20,00	70,00
2. SERVIÇOS				
Redução de Brotação	d/H	35,00	3,00	105,00
Limpeza da área	d/H	35,00	10,00	350,00
Adubação de cobertura	d/H	35,00	3,00	105,00
Combate a formigas	d/H	50,00	1,50	75,00
Construção/manutenção aceiros	d/H	35,00	4,00	140,00
ANO 8				
1. INSUMOS	Unidade	Valor	Quantidade	Valor
Formicida	Kg	6,75	1,00	6,75
2. SERVIÇOS				
Combate a formigas	d/H	50,00	1,50	75,00
Construção/manutenção aceiros	d/H	35,00	4,00	140,00

Quadro 2 - Continuação

ANO 9 AO 10				
1. INSUMOS				
Formicida	Kg	6,75	2,00	13,50
2. SERVIÇOS				
Combate a formigas	d/H	50,00	4,00	200,00
Construção/manutenção aceiros	d/H	35,00	11,00	385,00
ANO 11				
1. INSUMOS				
Formicida	Kg	6,75	1,00	6,75
2. SERVIÇOS				
Combate a formigas	d/H	50,00	1,50	75,00
Corte e traçamento	d/H	35,00	12,00	420,00
Extração	d/H	35,00	17,00	595,00
Carregamento	d/H	35,00	18,00	630,00
Carvoejamento	mdc	20,00	150,00	3.000,00
Transporte (caminhões)	ud	400,00	4,00	1.600,00
TOTAL				19.643,02

Fonte: Adaptado de CEDAGRO (2010); SOUZA, (2012); Produtores e empresas do setor.

A produção considerada para o povoamento clonal foi de 400 st/ha aos sete anos e de 360 st/ha no segundo corte aos 14 anos (decréscimo de 10% da produção do primeiro para o segundo corte). No povoamento de *Eucalyptus cloeziana* a produção no sexto ano foi de 300 st/ha no primeiro corte e 270 st/ha aos 11 anos no segundo corte. O fator de conversão volumétrica de lenha (st) para carvão (mdc) considerado foi de 1,8 em ambos os projetos. O Quadro 3 apresenta os valores de produção, preço de venda do carvão vegetal e receitas estimadas para os dois cenários analisados.

Quadro 3 – Produção, preço do carvão e receitas estimadas para os dois projetos florestais analisados.

VARIEDADE	CORTE	PRODUÇÃO (st)	PRODUÇÃO (mdc)	PREÇO R\$/mdc	RECEITA (R\$/ha)
Clone	ANO 7	400	222,20	100,00	22.220,00
	ANO 14	360	200,00		20.000,00
<i>Eucalyptus cloeziana</i>	ANO 6	300	166,70	110,00	18.337,00
	ANO 11	270	150,00		16.500,00

Fonte: Produtores e empresas do setor.

Em ambos os projetos o custo de implantação foi de R\$ 2.577,54, sendo que os insumos foram responsáveis por 30,75% e os serviços por 69,25% desse total (Figura 1). A colheita e o carvoejamento superaram 60% do custo total dos investimentos (Figura 2), justificando-se principalmente pelo nível tecnológico utilizado nessas

atividades. Outro fator que merece destaque é a participação do custo da terra no cômputo total dos investimentos, representando mais de 10% do montante em ambos os projetos.

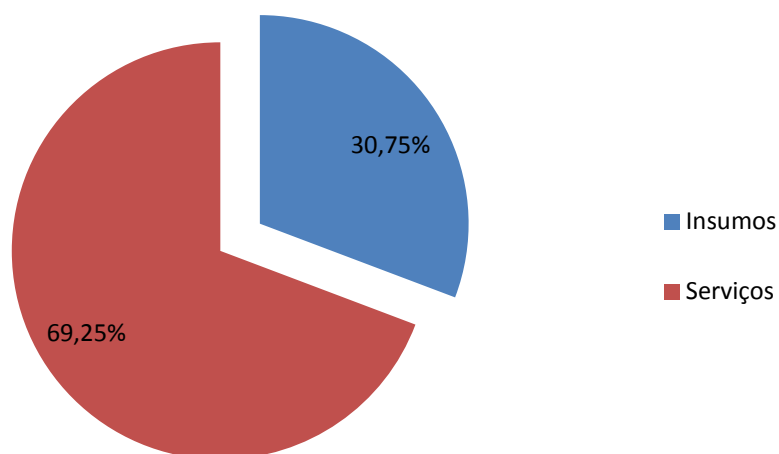


Figura 1 - Percentual de participação dos insumos e serviços no custo de implantação.

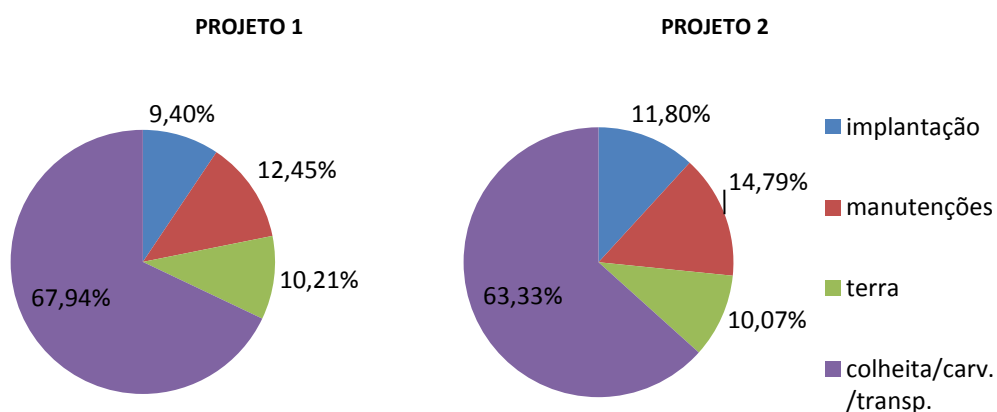


Figura 2 - Percentual de participação dos principais custos nos projetos analisados.

5. 2. FLUXOS DE CAIXA E AVALIAÇÃO ECONÔMICA

A partir dos dados de custos e receitas obtidos elaboraram-se os fluxos de caixa para os dois projetos considerando a taxa de desconto de 8,75% a. a. (Quadros 4 e 5).

Quadro 4 - Fluxo de caixa (R\$/ha) do Projeto 1.

Ano	Custo	Custo Descontado	Receita	Receita Descontada	Fluxo de Caixa
0	2.577,54	2.577,54			-2.577,54
1	584,75	537,70			-537,70
2	428,50	362,32			-362,32
3	421,75	327,92			-327,92
4	399,50	285,63			-285,63
5	399,50	262,65			-262,65
6	399,50	241,51			-241,51
7	9.925,75	5.517,70	22.220,00	12.352,05	6.834,35
8	1.197,60	612,18			-612,18
9	421,75	198,24			-198,24
10	349,63	151,12			-151,12
11	349,63	138,96			-138,96
12	349,63	127,78			-127,78
13	349,63	117,50			-117,50
14	9.271,75	2.865,18	20.000,00	6.180,45	3.315,27
Total	27.426,39	12.248,11	42.220,00	18.532,51	4.208,59

Quadro 5 - Fluxo de caixa (R\$/ha) do Projeto 2.

Ano	Custo	Custo Descontado	Receita	Receita Descontada	Fluxo de Caixa
0	2.577,54	2.577,54			-2.577,54
1	584,75	537,70			-537,70
2	428,50	362,32			-362,32
3	421,75	327,92			-327,92
4	407,56	291,39			-291,39
5	407,56	267,95			-267,95
6	7.870,75	4.758,18	18.337,00	11.085,43	6.327,26
7	1.197,60	665,74			-665,74
8	421,75	215,59			-215,59
9	499,25	234,67			-234,67
10	499,25	215,79			-215,79
11	6.526,75	2594,03	16.500,00	6.557,86	3.963,83
Total	21.843,02	13.048,81	34.837,00	17.643,29	4.594,48

O Quadro 6 apresenta os indicadores econômicos determinados para os dois projetos. O *VPL* que representa o lucro líquido, diferença entre as receitas e os custos descontados para o ano zero (Quadros 4 e 5), foi de R\$ 4.208,59 por hectare no Projeto 1, o que equivale a um lucro anual por hectare (*VAE*) de R\$ 532,94, indicando a viabilidade econômica desse investimento. A Taxa Interna de Retorno (*TIR*) foi de 18,48% e, portanto, acima da taxa de desconto, o que também indica a rentabilidade do

investimento. A razão benefício-custo (B/C) foi igual a 1,29, indicando que as receitas foram 29% superiores aos custos. O Valor Esperado da Terra (VET) de R\$ 5.787,97 por hectare, indica o preço máximo que se pode pagar pela terra nua.

O Projeto 2 seguiu a mesma tendência do Projeto 1, com lucro líquido (VPL) de R\$ 4.594,48/ha, lucro anual (VAE) de R\$ 667,19/ha e, Taxa Interna de Retorno (TIR) de 21,24%, demonstrando portanto rentabilidade econômica desse investimento. Em relação aos critérios analisados, a razão benefício-custo (B/C) foi de 1,35, indicando que as receitas superaram os custos em 35% e, o Valor Esperado da Terra (VET) mostrou um valor de R\$ 5.971,75/ha, configurando o investimento máximo por hectare de terra nua.

Quadro 6 - Indicadores de viabilidade econômica para os projetos em análise

Empreendimento	Indicador				
	VPL (R\$/ha)	TIR (%)	VAE (R\$/ha/ano)	B/C	VET (R\$/ha)
Projeto 1	4.208,59	18,48	532,94	1,29	5.787,97
Projeto 2	4.594,48	21,24	667,19	1,35	5.971,75

5. 3. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Na análise de sensibilidade foram considerados três níveis de produção de carvão vegetal: produção real, redução e aumento de 10% no valor dessa estimativa. Além disso, para os dois investimentos considerou-se três possibilidades de variação no preço de venda do carvão vegetal, a saber: R\$ 90,00; R\$ 100,00 e R\$ 110,00/mdc para o Projeto 1 e R\$ 100,00; R\$ 110,00 e R\$ 120,00/mdc para o Projeto 2.

O Quadro 7 apresenta o comportamento do VAE e da TIR em virtude da mudança de cenários propostos. Estes indicadores foram utilizados por serem os mais adequados na comparação de projetos com horizontes de planejamento diferentes.

Quadro 7 - Análise de sensibilidade para os dois projetos de investimento considerando a taxa de desconto de 8,75% a. a..

Projeto	Preço (R\$/mdc)	Produção (mdc)	Indicador	
			TIR (%)	VAE (R\$/ha/ano)
Projeto 1	90,00	464,40	18,14	509,48
		422,20	14,78	298,26
		380,00	10,72	87,18
	100,00	464,40	21,61	767,62
		422,20	18,48	532,94
		380,00	14,78	298,40
	110,00	464,40	24,59	1.025,77
		422,20	21,61	767,62
		380,00	18,14	509,63
Projeto 2	100,00	348,37	21,24	667,19
		316,70	17,59	434,27
		285,03	13,28	201,09
	110,00	348,37	24,71	923,40
		316,70	21,24	667,19
		285,03	17,19	410,69
	120,00	348,37	27,77	1.179,60
		316,70	24,41	899,75
		285,03	20,55	620,29

Observa-se que os dois projetos apresentaram valores positivos para o VAE, em função da variação no preço e produção de madeira/carvão vegetal. Para ambos os projetos e cenários propostos a TIR ficou acima da Taxa Mínima de Atratividade (TMA), indicando viabilidade econômica para os investimentos. Estes resultados demonstram que para ambos os projetos, a atividade de produção de carvão vegetal apresenta capacidade de suportar variações de preços de mercado e de produção volumétrica de madeira.

5. 4. ANÁLISE DE RISCO

Por intermédio do programa @*RISK* foram realizadas simulações de cenários, obtendo-se os indicadores econômicos e suas respectivas probabilidades acumuladas, para os projetos de investimentos estudados (Quadro 8).

Para o Projeto 1 o valor médio do *VAE* foi de R\$ 531,18/ha/ano, sendo o valor máximo de R\$ 1.341,11/ha/ano e o valor mínimo de R\$ -187,76/ha/ano (negativo). O valor médio da *TIR* foi de 18,20% ao ano (a.a.), valor máximo de 29,27% a.a. e valor mínimo de 4,29% a.a.

Considerando os resultados da simulação gerados para o *VAE* e *TIR* do Projeto 1, a análise de percentis indicou que 5% dos valores estão abaixo de R\$ 140,23/ha/ano e 11,79% a.a. e, 5% estão acima de R\$ 943,38/ha/ano e 24,16% a.a., respectivamente. Associando-se esses resultados aos valores mínimos encontrados pelos métodos tradicionais de avaliação econômica de projetos utilizados pode-se afirmar que, apesar dos valores mínimos encontrados serem incompatíveis com a viabilidade do projeto, o mesmo possui grande capacidade de suportar variações no preço de venda do carvão vegetal e na produtividade dos povoamentos, de acordo com os intervalos considerados (limites máximo e mínimo). Assim, o Projeto 1 somente será inviável ocorrendo um cenário muito pessimista e, portanto, a probabilidade que tal situação ocorra é menor que 2% (Figuras 3 e 4).

Quadro 8 - Estatísticas das variáveis de saída (indicadores econômicos *TIR* e *VAE*) e de entrada (produção, custos, preço do produto e taxa de desconto) do Projeto 1

ESTATÍSTICAS	VARIÁVEIS DE SAÍDA		VARIÁVEIS DE ENTRADA				
	TIR	VAE	PROD 1	PV CAR	PROD 2	TD	C IMP
Mínimo	4,29	-187,76	177,82	80,32	160,49	7,03	2.064,33
Máximo	29,27	1341,11	265,38	119,74	239,75	10,48	3.085,76
Média	18,20	531,18	222,13	99,97	199,92	8,75	2.579,26
Desvio Padrão	3,75	243,42	18,38	8,18	16,42	0,72	210,98
Moda	17,19	554,11	208,05	91,98	178,97	8,24	2.242,92
5%	11,79	140,23	191,15	86,30	172,18	7,54	2.227,28
10%	13,23	218,72	197,12	88,94	177,57	7,77	2.294,36
15%	14,22	271,48	201,80	90,93	181,48	7,95	2.343,93
20%	15,07	318,29	205,49	92,50	185,17	8,11	2.388,96
25%	15,75	358,91	208,70	94,04	188,20	8,24	2.429,63
30%	16,38	399,35	211,79	95,42	190,95	8,35	2.464,37
35%	16,92	433,26	214,96	96,70	193,37	8,46	2.495,15
40%	17,43	464,06	217,64	97,83	195,61	8,56	2.523,36
45%	17,91	493,38	220,21	98,92	197,89	8,66	2.551,35
50%	18,36	523,68	222,29	100,04	199,96	8,75	2.579,10
55%	18,80	554,26	224,51	101,02	202,13	8,84	2.604,53
60%	19,27	585,91	226,83	102,13	204,23	8,93	2.631,82
65%	19,75	619,51	229,41	103,23	206,43	9,02	2.664,32
70%	20,27	653,27	232,30	104,49	208,81	9,14	2.694,50
75%	20,77	692,98	235,19	105,84	211,66	9,25	2.729,58
80%	21,36	737,84	238,72	107,31	214,62	9,39	2.768,49
85%	22,11	790,39	242,53	109,08	218,06	9,54	2.812,69
90%	22,93	852,98	247,01	110,97	222,29	9,72	2.865,13
95%	24,16	943,38	252,61	113,60	227,50	9,95	2.932,96

TIR: taxa interna de retorno (%); VAE: valor anual equivalente (R\$/ha/ano); PROD1: produção no primeiro corte (m³/ha); PV CAR: preço de venda do carvão (R\$/mdc); PROD2: produção no segundo corte (m³/ha); TD: taxa de desconto (% a.a.); C IMP: custo de implantação (R\$/ha).

As Figuras 3 e 4 apresentam a função densidade de probabilidade simulada no *VAE* e na *TIR* do Projeto 1, respectivamente, mostrando o impacto desses resultados sobre o risco do investimento.

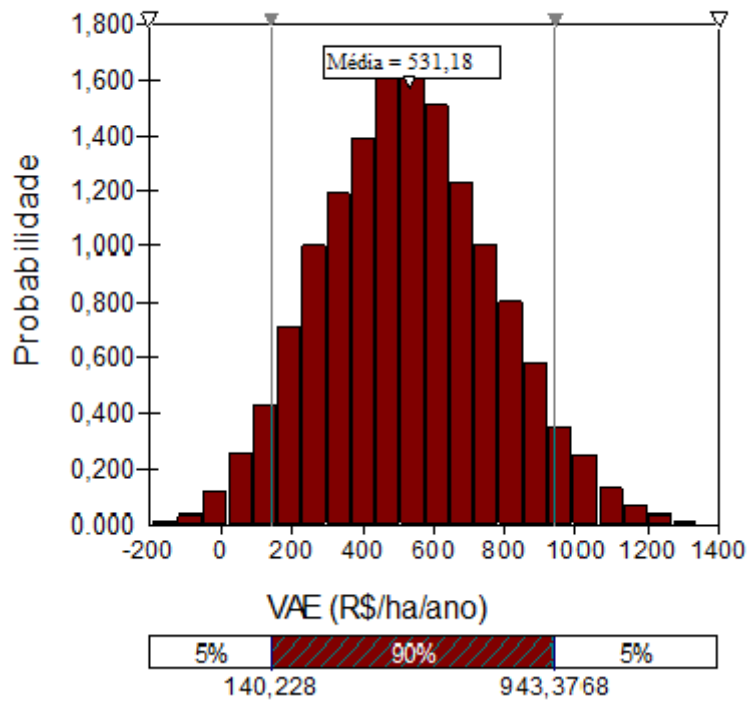


Figura 3 - Probabilidade de distribuição do *VAE* referente ao Projeto 1.

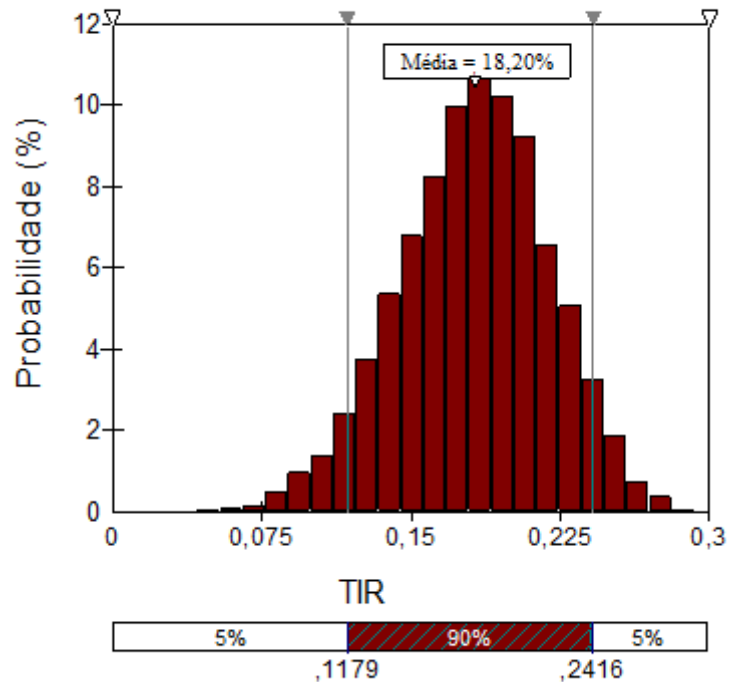


Figura 4 - Probabilidade de distribuição da *TIR* referente ao Projeto 1.

A distribuição dos indicadores econômicos mostrou-se simétrica, com o *VAE* apresentando uma probabilidade de 16% dos valores mais prováveis se encontrarem na média. A probabilidade de ocorrer um *VAE* abaixo de zero ou *TIR* menor que a *TMA* é mínima (probabilidade menor que 2%), ou seja, existe risco de inviabilidade do projeto, porém este é muito pequeno.

Com base na análise da simulação de cenários, sabe-se que os valores positivos da elasticidade indicam uma relação direta entre as variáveis, ocorrendo uma relação inversa quando há valores negativos. Assim, tomando-se como exemplo a variação do *VAE* pode-se inferir que, um aumento de 10% no preço de venda do carvão, acarreta um aumento de 7,88% no valor deste indicador econômico. Da mesma forma, um aumento de 10% no custo de implantação implicaria em uma queda de 1,09% no *VAE* (Quadro 9). A mesma interpretação é válida para os demais métodos testados.

As variáveis que mais afetaram o valor do *VAE* e da *TIR* em ordem de importância (*R*) foram: preço de venda do carvão (R\$/mdc), produção da floresta no primeiro corte (m³/ha), produção da floresta no segundo corte (m³/ha), custo de implantação (R\$/ha) e taxa de desconto (% a.a.).

Quadro 9 - Análise de sensibilidade com base nas elasticidades das variáveis de entrada (produção, custos, preço do produto e taxa de desconto), de saída (indicadores econômicos *TIR* e *VAE*) e ordem de influência (*R*) referente ao Projeto 1

Variável de Entrada	TIR (%)	R	VAE (R\$/ha/ano)	R
Preço de venda do carvão (R\$/mdc)	0,753	1	0,788	1
Produção no primeiro corte (m ³ /ha)	0,589	2	0,532	2
Custo de implantação (R\$/ha)	-0,219	4	-0,109	4
Produção no segundo corte (m ³ /ha)	0,169	3	0,264	3
Taxa de desconto (% a. a.)	-	5	-0,089	5
	R ² = 99,25%		R ² = 99,60%	

Para o Projeto 2 o valor médio do *VAE* foi de R\$ 669,50/ha/ano, o valor máximo de R\$ 1.586,47/ha/ano e o valor mínimo de R\$ 86,15/ha/ano (negativo). A *TIR* apresentou valor médio de 21,06% a.a., valor máximo de 33,15% a.a. e valor mínimo de 6,61% a.a. (Quadro 10).

Para verificar a viabilidade econômica deste investimento o *VAE* deve ser positivo (maior que zero) e a *TIR* deve estar acima da *TMA* (maior que 8,75% a.a.).

A análise de percentis da simulação de cenários indicou que 5% dos valores do *VAE* e da *TIR* estão abaixo de R\$ 255,19/ha/ano e 14,24% a.a. e, 5% estão acima de R\$

1.108,87/ha/ano e 27,43% a.a, respectivamente. Portanto, pode-se afirmar que o projeto apresenta elevada viabilidade econômica considerando que sejam mantidas as condições de mercado e de produção ao longo do projeto. Cabe ressaltar, entretanto, que, apesar de remota, há possibilidade do Projeto 2 ser inviável economicamente, uma vez que o valor mínimo do *VAE* apresentado na simulação de cenários foi negativo e a *TIR* abaixo da *TMA*, porém a uma probabilidade menor que 1% (Figura 5 e 6).

Quadro 10 - Estatísticas das variáveis de saída (indicadores econômicos *TIR* e *VAE*) e de entrada (produção, custos, preço do produto e taxa de desconto) para o Projeto 2.

ESTATÍSTICAS	VARIÁVEIS DE SAÍDA		VARIÁVEIS DE ENTRADA				
	TIR	VAE	PROD 1	PV MAD	PROD 2	TMA	C IMP
Mínimo	6,61	-86,15	133,61	88,30	120,33	7,00	2.067,07
Máximo	33,15	1586,47	199,90	131,84	179,83	10,47	3.082,75
Média	21,06	669,50	166,64	110,18	149,83	8,74	2.574,73
Desvio Padrão	4,03	259,34	13,62	9,00	12,25	0,72	211,02
Moda	16,29	759,31	144,89	109,60	135,11	7,59	2.215,27
5%	14,24	255,19	143,99	95,09	129,49	7,54	2.224,82
10%	15,72	334,58	148,27	97,93	133,15	7,78	2.289,32
15%	16,71	391,59	151,53	100,06	136,08	7,95	2.342,23
20%	17,57	443,06	154,28	101,98	138,76	8,09	2.383,62
25%	18,36	484,44	156,65	103,71	140,99	8,23	2.421,13
30%	19,01	524,36	158,90	105,26	142,99	8,35	2.459,13
35%	19,59	559,91	161,04	106,54	144,76	8,45	2.490,80
40%	20,14	596,89	163,25	107,84	146,59	8,55	2.520,44
45%	20,65	628,27	164,98	109,03	148,28	8,65	2.546,47
50%	21,19	660,80	166,61	110,19	149,88	8,73	2.572,41
55%	21,74	698,02	168,30	111,40	151,40	8,83	2.599,31
60%	22,27	733,57	170,21	112,68	152,98	8,92	2.626,04
65%	22,78	768,78	172,13	113,99	154,77	9,03	2.656,20
70%	23,33	805,15	174,12	115,25	156,71	9,13	2.687,32
75%	23,95	847,34	176,51	116,67	158,86	9,25	2.722,38
80%	24,57	891,27	178,94	118,26	160,96	9,39	2.762,26
85%	25,31	947,04	181,72	120,12	163,40	9,53	2.810,73
90%	26,19	1016,00	184,90	122,26	166,46	9,71	2.866,79
95%	27,43	1108,87	189,41	125,18	170,29	9,95	2.932,88

TIR: taxa interna de retorno (%); VAE: valor anual equivalente (R\$/ha/ano); PROD1: produção no primeiro corte (m³/ha); PV CAR: preço de venda do carvão (R\$/mdc); PROD2: produção no segundo corte (m³/ha); TD: taxa de desconto (% a.a.); C IMP: custo de implantação (R\$/ha).

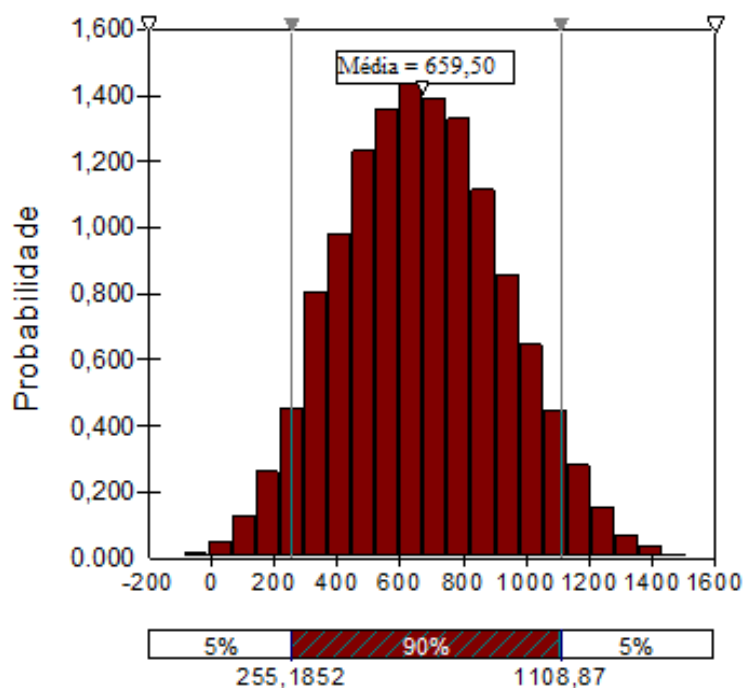


Figura 5 - Probabilidade de distribuição do *VAE* referente ao Projeto 2.

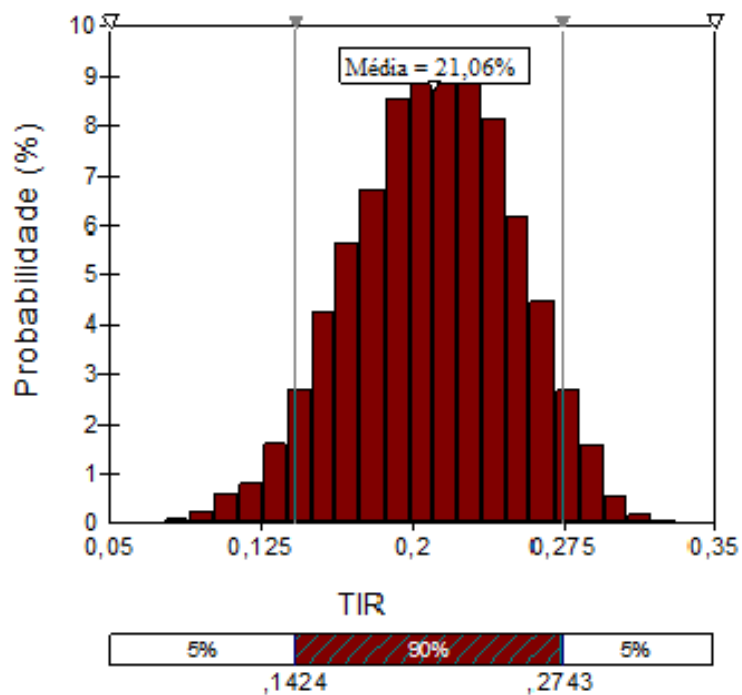


Figura 6 - Probabilidade de distribuição da *TIR* referente ao Projeto 2.

As distribuições de probabilidade dos indicadores econômicos foram simétricas, com 14% e 9% de probabilidade dos valores de *VAE* e *TIR* estarem concentrados na média, respectivamente. Do mesmo modo que no Projeto 1, a probabilidade de ocorrer inviabilidade econômica do Projeto 2 é muito baixa (menor que 1%), portanto, o risco de investimento é quase nulo.

Assim como no Projeto 1, os valores da elasticidade mostraram que as variáveis mais influentes no valor da *TIR* foram, em ordem de importância: preço de venda do carvão (R\$/mdc), produção da floresta no primeiro corte (m³/ha/ano), produção da floresta no segundo corte (m³/ha/ano) e custo de implantação (R\$/ha). A ordem das variáveis que mais afetaram o *VAE* foi: preço de venda do carvão (R\$/mdc), produção da floresta no primeiro corte (m³/ha), custo de implantação (R\$/ha), produção da floresta no segundo corte (m³/ha) e taxa de desconto (% a.a.).

Quadro 11 - Análise de sensibilidade com base nas elasticidades das variáveis de entrada (produção, custos, preço do produto e taxa de desconto), de saída (indicadores econômicos *TIR* e *VAE*) e ordem de influência (*R*) referente ao Projeto 2.

Variável de Entrada	TIR (%)	R	VAE (R\$/ha/ano)	R
Preço de venda do carvão (R\$/mdc)	0,769	1	0,807	1
Produção no primeiro corte (m ³ /ha)	0,565	2	0,508	2
Custo de implantação (R\$/ha)	-0,252	3	-0,117	4
Produção no segundo corte (m ³ /ha)	0,201	4	0,300	3
Taxa de desconto (% a. a.)	-	5	-0,088	5
	R ² = 99,42%		R ² = 99,66%	

6. CONCLUSÃO

Os dois projetos de investimento estudados mostram-se economicamente viáveis.

A colheita, o carvoejamento e o transporte foram os itens responsáveis por mais de 60% dos custos de produção de carvão vegetal para os dois projetos analisados e, o custo da terra muitas vezes desprezado em avaliações de investimentos florestais, correspondeu a mais de 10% do custo total.

A análise de sensibilidade mostrou que os dois projetos analisados são capazes de manterem-se economicamente viáveis, suportando variações de preços de mercado do carvão vegetal e de produção total dos povoamentos.

O risco de inviabilidade para os dois projetos é mínimo, pois o valor do *VAE* manteve-se positivo na simulação de Monte Carlo.

Em caso dos projetos serem mutuamente exclusivos o Projeto 2 deve ser preferido, em virtude deste apresentar indicadores econômicos ligeiramente superiores aos do Projeto 1 e, também, devido ao seu menor horizonte de planejamento, resultando em menor tempo de retorno do capital investido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. N.; SILVA, J. C. Z. L.; ÂNGELO, H., NUÑEZ, B. E. C. Análise de fatores que influenciam o preço da madeira em tora para processamento mecânico no Paraná. **Revista Cerne**, v. 16 n. 2 p. 243-250, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS (ABRAF). **Anuário Estatístico da ABRAF 2012 ano base 2011**. ABRAF: Brasília, 2012. 150 p.

CARDOSO, D.; AMARAL, H. F. O Uso da Simulação de Monte Carlo na Elaboração do Fluxo de Caixa Empresarial: Uma Proposta para Quantificação das Incertezas Ambientais. In: XX Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP. **Anais...** São Paulo, SP: ENEGEP, 2000.

CASTRO, R. R.; SILVA, M. L.; LEITE, H. G.; OLIVEIRA, M. L. R. Rentabilidade econômica e risco na produção de carvão. **Revista Cerne**, v. 13, n. 4, p. 353-359, 2007.

CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DO AGRONEGÓCIO - CEDAGRO. **Coefficientes técnicos e custos de produção na agricultura do Espírito Santo - eucalipto**. Disponível em <www.cedagro.org.br> Acesso em 13/08/2012.

CORDEIRO, S. A. **Avaliação econômica e simulação em sistemas agroflorestais**. 2012. 96 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 2012.

CORDEIRO, S. A.; SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R.; SOARES, N. S. Contribuição do fomento do órgão florestal de Minas Gerais, na lucratividade e na redução de riscos para o produtor rural. **Revista Árvore**, v. 34, n. 2 p. 367-376, 2010.

FERNANDES, C. A. B. A. **Gerenciamento de riscos em projetos: como usar o Microsoft Excel para realizar a simulação de Monte Carlo**. 2005. Disponível em: <<http://www.bbbrothers.com.br/scripts/Artigos/MonteCarloExcel.pdf>> Acesso em 15/08/2012.

GAMA, M. M. B. **Análise técnica e econômica de sistemas agroflorestais em Machadinho d'Oeste, Rondônia**. 2003. 112 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

GAMA, M. M. B.; SILVA, M. L.; VILCAHUAMÁN, L. J. M.; LOCATELLI, M. Análise econômica de sistemas agroflorestais na Amazônia Ocidental, Machadinho D'Oeste – RO. **Revista Árvore**, v. 29, n. 3, p. 401-411, 2005.

NASCIMENTO, E. C. Vale do Jequitinhonha: entre a carência social e a riqueza cultural. **Revista de Artes e Humanidades**, n. 4, 2009.

NISHI, M. G.; JACOVINE, L. A. G.; SILVA, M. L.; VALVERDE, S. R.; NOGUEIRA, H. P.; ALVARENGA, A. P. Influência dos créditos de carbono na viabilidade financeira de três projetos florestais. **Revista Árvore**. v. 29, n. 2, p. 263-270, 2005.

OLIVEIRA, A. D.; LEITE, A. P.; BOTELHO, S. A.; SCOLFORO, J. R. S. Avaliação econômica da vegetação de cerrado submetida a diferentes regimes de manejo e de povoamentos de eucalipto plantado em monocultivo. **Revista Cerne**, v. 4, n. 1, p. 34-56, 1998.

OLIVEIRA, P. H. D.; BARROS, N. R. & REIS, S. G. Aplicabilidade do Método de Simulação de Monte Carlo na Previsão dos Custos de Produção de Companhias Industriais: O Caso da Companhia Vale do Rio Doce. **Artigo - Programa Multi-institucional e Inter-regional de Pós-Graduação em Ciências Contábeis**, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2007.

PAIXÃO, F. A.; SOARES, C. P. B.; JACOVINE, L. A. G.; SILVA, M. L.; LEITE, H. G.; SILVA, G. F. Quantificação do estoque de carbono e avaliação econômica de diferentes alternativas de manejo em um plantio de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 30, n. 3, p. 411- 420, 2006.

PALISADE CORPORATION. Risk Analysis. Disponível em <<http://www.palisade.com>>. Acesso em 10/07/2012.

PALISADE CORPORATION. **Risk Analysis and Simulation Add-In for Microsoft® Excel - Guide to use @Risk**. New York: Palisade Corporation, 2004. 515 p.

PEREIRA, A. A.; NOGUEIRA, A. H.; OLIVEIRA, M. C. **Políticas públicas e financiamento no setor florestal: Oportunidades de negócios para pequenas e médias empresas e/ou produtores**. 2009. Disponível em: <<http://www.indi.mg.gov.br/img/estudos/57Analisecadeiasilvicultura.pdf>> Acesso em: 02 de janeiro de 2013.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. **Análise Econômica e Social de Projetos Florestais**. - 2. ed. – Viçosa: UFV, 2008. 386 p.

REZENDE, J. L. P.; PÁDUA, C. T. J.; OLIVEIRA, A. D.; SCOLFORO, J. R. S.. Análise econômica de fomento florestal com eucalipto no estado de Minas Gerais, **Revista Cerne**, v. 12, n. 3, p. 221-231, 2006.

SILVA, L. D. **Melhoramento genético de *Eucalyptus berthamii* MAIDEN et Cambage visando a produção de madeira serrada em áreas de ocorrência de geadas severas.** 2008. 253f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Faculdade, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

SILVA, M.L.; FONTES, A.A. Discussão sobre os critérios de avaliação econômica: Valor Presente Líquido (VPL), Valor Anual Equivalente (VAE) e Valor Esperado da Terra (VET), **Revista Árvore**, v. 29 n. 6, p. 931-936, 2005

SILVA, M.L.; FONTES, A.A.; LEITE, H.G. Rotação econômica em plantações de eucalipto não desbastadas e destinadas a multiprodutos. **Revista Árvore**, v. 23, n. 4, p. 403-412, 1999.

SILVA, M.L.; JACOVINE, L.A.G.; VALVERDE, S.R. **Economia Florestal.** Viçosa, MG: UFV, 2005. 178 p.

SIMIONI, F.J.; HOEFLICH, V. A. Avaliação de risco em investimentos florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 52, p. 79-92, 2006.

SOARES, T.S.; CARVALHO, R.M.M.A.; VALE, A.B.; Avaliação econômica de um povoamento de *Eucalyptus grandis* destinado a multiprodutos. **Revista Árvore**, v. 27, n. 5, 2003.

SOUZA, A. P. **Produção de madeira de eucalipto em propriedades rurais no alto Jequitinhonha - MG.** 2012. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina-MG, 2012.

VALE, R.S. **Agrossilvicultura com Eucalipto como Alternativa para o desenvolvimento Sustentável da Zona da Mata de Minas Gerais.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, 2004. 44 p.

VITALE, V.; MIRANDA, G. M. Análise comparativa da viabilidade econômica de plantios de *Pinus taeda* e *Eucalyptus dunnii* na região Centro-sul do Paraná. **Revista Floresta**, v. 40 n. 3 p. 469-476, 2010.