

SIDNEY ARAUJO CORDEIRO

**AVALIAÇÃO ECONÔMICA E SIMULAÇÃO EM SISTEMAS  
AGROFLORESTAIS**

Tese apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa,  
como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em  
Ciência Florestal, para obtenção do  
título de *Doctor Scientiae*.

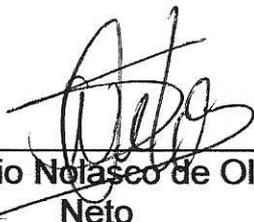
VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2010

SIDNEY ARAUJO CORDEIRO

**AVALIAÇÃO ECONÔMICA E SIMULAÇÃO EM SISTEMAS  
AGROFLORESTAIS**

Tese apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa,  
como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em  
Ciência Florestal, para obtenção do  
título de *Doctor Scientiae*.

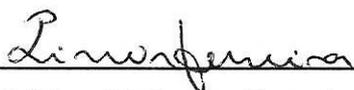
APROVADA: 07 de dezembro de 2010.



Prof. Sílvio Nolascio de Oliveira  
Neto  
(Coorientador)



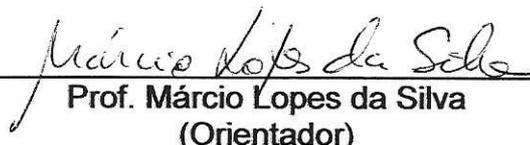
Prof. Evaldo Henrique da Silva  
(Coorientador)



Prof. Lino Roberto Ferreira



Prof. Cleverson de Mello  
Sant'Anna



Prof. Márcio Lopes da Silva  
(Orientador)

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Departamento de Engenharia Florestal, pela oportunidade de realização da graduação, mestrado e doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida.

Ao Professor Márcio Lopes da Silva, por não medir esforços em orientar e guiar a concretização deste trabalho, compartilhando seus conhecimentos, talentos e experiências.

Aos Professores Sílvio Nolasco de Oliveira Neto e Evaldo Henrique da Silva, meus coorientadores, bem como aos outros participantes da banca de defesa de tese, professores Lino Roberto Ferreira e Cleverson de Melo Sant'Anna, pela atenção e sugestões.

À Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais (EMATER-MG) pela concessão de parte dos dados necessários ao desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus pais, pelo apoio incondicional, sempre.

À minha esposa Luzia, pelo incentivo, carinho, paciência e apoio prestado em todos os momentos e ao meu filho Heitor pelos momentos de alegria proporcionados.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

SIDNEY ARAUJO CORDEIRO, filho de Francisco Lauro Cordeiro e Maria de Lourdes Araujo Cordeiro, nasceu em 30 de dezembro de 1980 em Viçosa, Minas Gerais.

Em março de 2001, iniciou o curso de graduação em Engenharia Florestal na Universidade Federal de Viçosa (UFV), concluindo-o em maio de 2006.

Em maio de 2006, ingressou no mestrado em Ciência Florestal, na UFV, defendendo dissertação em abril de 2008.

Iniciou o doutorado em Ciência Florestal na UFV em agosto de 2008, submetendo-se à defesa de tese em dezembro de 2010.

Atualmente é professor efetivo do curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Piauí (UFPI).

## SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	lx
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3.1. Análise econômica em sistemas agroflorestais.....	4
3.2. Análise de risco de investimento em sistemas agroflorestais.....	6
3.2.1. Método de Monte Carlo.....	7
3.2.2. Método de amostragem.....	8
3.2.3. Software @RISK.....	10
3.3. Espaçamento em sistemas agroflorestais.....	12
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19
CAPÍTULO 1	
RENTABILIDADE E RISCO DE INVESTIMENTO EM UM SISTEMA	
AGROSSILVICULTURAL.....	
1. INTRODUÇÃO.....	26
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	28
2.1. Descrição do sistema agrossilvicultural.....	28
2.2. Custos e receitas.....	30
2.3. Análise econômica.....	35
2.3.1. Valor Presente Líquido - VPL.....	35
2.3.2. Valor Anual Equivalente - VAE.....	36
2.3.3. Razão Benefício/Custo – B/C.....	36
2.3.4. Taxa Interna de Retorno – TIR.....	37
2.4. Análise de risco.....	37
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
3.1. Análise econômica do sistema agrossilvicultural.....	38
3.2. Análise de risco de investimento.....	39
4. CONCLUSÕES.....	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

## CAPÍTULO 2

ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS.....	46
1. INTRODUÇÃO.....	46
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	47
2.1. Produção de carvão a partir de floresta plantada em espaçamento convencional.....	48
2.2. Sistema agrossilvipastoril.....	49
2.3. Sistema silvipastoril.....	50
2.4. Métodos de avaliação econômica.....	50
2.5. Análise de sensibilidade.....	53
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
3.1. Produção de carvão a partir de floresta plantada em espaçamento convencional.....	53
3.2. Sistema agrossilvipastoril.....	56
3.3. Sistema silvipastoril.....	58
4. CONCLUSÕES.....	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60

## CAPÍTULO 3

CUSTOS E RENDIMENTOS DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA ZONA DA MATA – MG .....	63
1. INTRODUÇÃO.....	63
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	64
2.1. Fonte de dados.....	64
2.1.1. Descrição das unidades de experimentação.....	65
2.2. Cenários de simulação.....	66
2.3. Custos e receitas das unidades demonstrativas.....	70
2.4. Critérios de avaliação econômica.....	75
2.4.1. Valor Presente Líquido – VPL.....	75
2.4.2. Valor Anual Equivalente – VAE.....	76
2.4.3. Razão Benefício/Custo – B/C.....	76
2.4.4. Taxa Interna de Retorno – TIR.....	76

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	77
3.1. Simulação.....	77
3.1.1. Eucalipto em monocultivo.....	77
3.1.2. Unidade demonstrativa: Senador Firmino.....	78
4. CONCLUSÕES.....	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
CONCLUSÃO GERAL.....	85

## RESUMO

CORDEIRO, Sidney Araujo, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2010. **Avaliação econômica e simulação em sistemas agroflorestais.** Orientador: Márcio Lopes da Silva. Coorientadores: Sílvio Nolasco de Oliveira Neto e Evaldo Henrique da Silva.

O objetivo geral deste trabalho foi analisar a viabilidade econômica de sistemas agroflorestais, utilizando simulação, procurando identificar os benefícios e os aspectos a serem melhorados nestes. Especificamente pretendeu-se levantar os custos de produção dos projetos de sistemas agroflorestais; realizar a análise financeira desses sistemas; e realizar análise de risco de investimento para os projetos em estudo. Para alcançar seus objetivos, este estudo foi dividido em três capítulos. No capítulo 1, realizou-se uma análise financeira mediante os métodos de avaliação de projetos florestais, e para a análise de risco utilizou-se a técnica de simulação de Monte Carlo, mediante o programa @RISK. O sistema agrossilvicultural testado é composto por eucalipto, milho e pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). Os resultados indicaram viabilidade financeira, com valor presente líquido (VPL) igual a R\$ 20.688,62/ha, taxa interna de retorno (TIR) de 44% a.a. e valor anual equivalente (VAE) igual a R\$ 2.619,85/ha/ano. A simulação da análise de risco indicou que as variáveis que afetaram o valor presente líquido (VPL) para o sistema agroflorestal, na sua ordem de importância (R), foram: produção de madeira serrada, preço de venda da madeira serrada, taxa de juros, produção do palmito, preço de venda do palmito, custo de implantação, produção de carvão e preço de venda do carvão. No capítulo 2, analisou-se a viabilidade técnica e econômica de sistemas silvipastoril e agrossilvipastoril, comparando-os com um projeto convencional de monocultivo de eucalipto para produção de carvão, mostrando a possibilidade de renda a ser gerada aos produtores, bem como o risco de se investir neste tipo de atividade e, com isso, fornecer subsídios para a implantação dos mesmos. Realizou-se uma análise financeira mediante os métodos de avaliação de projetos florestais. Com base nos resultados obtidos, observa-se que tanto a produção de carvão vegetal quanto os sistemas agrossilvicultural e silvipastoril são viáveis economicamente, desde que sejam

efetuados de forma correta, com a devida orientação técnica, sendo assim, boas alternativas de renda, principalmente em condições de maior produtividade. Os sistemas agrossilvicultural e silvipastoril obtiveram melhores indicadores financeiros, e isto se deve ao valor da madeira para serraria, que agrega maior valor de comercialização, quando comparado ao carvão vegetal. Uma importante contribuição do consórcio é o retorno precoce de investimentos feitos no arranjo produtivo consorciado, devido à venda dos produtos agrícolas. No capítulo 3, utilizou-se os dados de projetos referentes às Unidades de Experimentação Integração Lavoura Pecuária e Floresta, nos anos de 2007/2008, fornecidos pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais (EMATER-MG) e pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), com objetivo de levantar os custos de produção de sistemas agroflorestais implantados na Zona da Mata – MG e realizar simulação visando melhorias nesses sistemas. Realizou-se uma simulação com base na unidade experimental da regional Viçosa, município de Senador Firmino. Os custos de produção do sistema agroflorestal em questão foram comparados com o monocultivo do eucalipto, bem como variação das receitas devido à variação no espaçamento de plantio. Os resultados indicaram que o sistema agroflorestal obteve VPL negativo, ou seja, não é viável financeiramente. Concluiu-se que o eucalipto plantado no espaçamento 14 x 2m, com 357 mudas por hectare, é viável economicamente, obtendo o VPL de R\$ 6.319,96/ha. O eucalipto em monocultivo apresentou melhores resultados, sendo o projeto mais rentável. Na medida em que se aumenta o espaçamento de plantio das árvores de eucalipto, tem-se um aumento da área disponível para plantio de milho e criação de gado. Mas, como comprovado pelos resultados, esse ganho em área não obtém o mesmo retorno financeiro caso essa área estivesse com plantio de árvores.

## ABSTRACT

CORDEIRO, Sidney Araujo, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December 2010. **Economic evaluation and simulation in agroforestry systems.** Adviser: Márcio Lopes da Silva. Co-advisers: Sílvio Nolasco de Oliveira Neto and Evaldo Henrique da Silva.

The general objective of this work was to analyse the economic viability of agroforestry systems using simulation attempting to identify the benefits and the aspects to be improved in them. Specifically, the plan was to survey the production costs of agroforestry system projects; to effect the financial analysis of these systems; and to effect the analyses of the investment risk for the projects studied. To attain these objectives, this study was divided into three chapters. In chapter 1 a financial analysis was made by means of the evaluation methods of forestry projects, and for the risk analysis the technique of simulation of Monte Carlo was used, with the @Risk program. The agroforestry system tested is composed of eucalypt, corn and pupunha palm (*Bactris gasipaes* Kunth). The results indicate financial viability, with a net present value (VPL) of R\$ 20,688.62/ha, return internal rate (TIR) of 44% per year and equivalent annual value (VAE) of R\$ 2,619.85/ha/year. The risk analysis simulation indicated that the variables that affected the net present value (VPL) for the agroforestry systems, in its importance order (R), were: production of sawn timber, sawn timber sale price, interest rate, palm heart production, palm heart sale price, establishment cost, charcoal production and charcoal sale price. In chapter 2, the technical and economic viability of sylvopasture and agrosylvopasture systems was analysed, comparing them with a conventional project of eucalypt monoculture to produce charcoal, showing the income possibility offered to the producers, as well as the risk to invest in this type of activity, and thus, to produce subsidies for their establishment. A financial analysis was made by means of the evaluation methods of forestry projects. Based on the results obtained, it can be noted that the charcoal production and the agroforestry and agrosylvopasture systems are economically viable, once carried out in a correct manner, with the correct technical orientation, thus being good income alternatives, mainly in conditions of greater productivity. The

agroforestry and sylvopasture systems obtained best financial indicators, and this is due to the value of the timber for sawmills, that aggregate a greater commercialization value, when compared to charcoal. An important contribution of the association is the early return of investments made in the productive association arrangement, due to the sale of the agricultural products. In chapter 3, data from the projects carried out in the Unidades de Experimentação Integração Lavoura Pecuária e Floresta (Units of Experimentation of Integration Agriculture Cattle and Forestry), in the years 2007/2008 were used, supplied by the Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais (EMATER-MG – Enterprise of Technical Assistance and Rural Extension of Minas Gerais), and by the Universidade Federal de Viçosa (UFV), with the objective of surveying the production costs of agroforestry systems established in the Zona da Mata – MG – Brazil (Forest Zone) and to effect simulations to improve these systems. A simulation was made based on the experimental unit of Senador Firmino. The production costs of this agroforestry system were compared to the eucalypt monoculture, as well as to the variations in income due to the planting spacing variation. The results indicated that the agroforestry system obtained a negative VPL, that is, it is not financially viable. It was concluded that eucalypt was planted at a 14 x 2m spacing, so, 357 saplings planted per hectare, it is economically viable, obtaining a VPL of R\$ 6,319.96/ha. The eucalypt in monoculture had better results, being the best income project. As the spacing is increased between the eucalypt trees, there is an increase of area available for corn planting and cattle raising. But as proved by the results, this gain in area does not offer the same financial return if planted with trees.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Para atender à progressiva demanda de produtos agropecuários e florestais, ou seja, da agricultura, silvicultura e pecuária, com as características exigidas pelo mercado, o uso da terra foi intensificado. Por causa disto, novas fronteiras foram abertas em detrimento de uma degradação dos recursos naturais, promovendo uma drástica redução da biodiversidade, em substituição a plantios homogêneos. As monoculturas sucessivas provocaram uma queda da fertilidade natural dos solos e, conseqüentemente, uma produtividade incompatível com o esperado em determinadas áreas.

Sendo assim, uma alternativa para produtores rurais é a utilização de sistemas agroflorestais. Esse sistema vem despertando interesse, em razão, principalmente, dos altos custos envolvidos na implantação e manutenção de florestas e devido à necessidade de implementação de projetos que busquem conciliar desenvolvimento econômico e redução de impactos ao meio ambiente.

Segundo Carvalho (2003), os sistemas agroflorestais, em comparação aos sistemas de produção convencionais, melhor utilizam os recursos naturais disponíveis, principalmente pela otimização do uso da energia solar através da multiestratificação diferenciada de espécies, reciclagem de nutrientes, manutenção da umidade do solo, proteção do solo contra a erosão e lixiviação, o que resulta em sistemas potencialmente mais produtivos e sustentáveis. O mesmo autor destaca que os benefícios ecológicos, sociais e econômicos gerados por esses sistemas, têm resultado em grande interesse no estabelecimento e desenvolvimento destes sistemas, por parte de pequenos e grandes produtores, no Brasil e no mundo.

A atividade agroflorestal reúne em seu processo produtivo uma série de etapas decorrentes das práticas agrícolas e florestais necessárias à condução e ao manejo das espécies que compõem esses sistemas. Por esse motivo, a análise financeira de um cenário agroflorestal se torna complexa, uma vez que envolve a combinação de diversas variáveis técnicas e custos, cujas informações muitas vezes não estão facilmente disponíveis. Não há uma metodologia factível de análise financeira para os sistemas agroflorestais, o

que, portanto, justifica as iniciativas de investigação sobre o tema (BENTES-GAMA, 2003).

BENTES-GAMA (2005) salienta que, quando se trabalha em condições em que podem ocorrer mudanças, surgem as incertezas. A atividade agroflorestal apresenta tantos riscos e incertezas como outras atividades agrícolas e florestais mais conhecidas.

Diante do exposto, os sistemas agroflorestais apresentam grande potencial para melhorar a qualidade de vida dos produtores rurais, podendo gerar renda e empregos, bem como conciliar as atividades rentáveis com a preservação do meio ambiente, promovendo assim um bem-estar social a estes produtores. No entanto, há a necessidade de se realizar estudos que analisem a viabilidade econômica desses sistemas, mostrando a possibilidade de renda a ser gerada aos produtores, bem como o risco de se investir neste tipo de atividade, com isso fornecer subsídios para a implantação dos mesmos.

## 2. OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo geral analisar a viabilidade econômica e simulação em sistemas agroflorestais (sistema agrossilvicultural, sistema silvipastorial e sistema agrossilvipastoril), procurando identificar os benefícios e os aspectos a serem melhorados nestes. Os objetivos específicos foram os seguintes:

- Levantar os custos de produção dos projetos de sistemas agroflorestais;
- Realizar a análise financeira e simulação nesses sistemas;
- Realizar análise de risco de investimento.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. Análise econômica em sistemas agroflorestais

A atividade agroflorestal reúne em seu processo produtivo uma série de etapas decorrentes das práticas agrícolas e florestais necessárias à condução e ao manejo das espécies que compõem esses sistemas. Por esse motivo, a análise financeira de um cenário agroflorestal se torna complexa, uma vez que envolve a combinação de diversas variáveis técnicas e custos, cujas informações muitas vezes não estão facilmente disponíveis (BENTES-GAMA, 2003).

A análise econômica de sistemas agroflorestais é de grande importância para o produtor rural, propiciando um melhor conhecimento dos custos e receitas da atividade.

Em pesquisa conduzida por Bentes-Gama et al. (2005), realizou-se a análise financeira em sistemas agroflorestais (SAFs) implantados em 1987, no Campo Experimental da Embrapa Rondônia, localizado no município de Machadinho d'Oeste, Rondônia. Verificou-se que os custos com tratos culturais e colheita representaram mais de 70% da composição dos custos totais, e a participação da mão-de-obra foi superior a 50% nas fases de preparo da área e de manutenção (tratos culturais) dos SAFs. Todos os sistemas de produção apresentaram-se economicamente viáveis. O sistema agroflorestal com castanha, banana, pimenta e cupuaçu apresentou melhor desempenho financeiro, com VPL de R\$ 45.865,26 ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, com um VAE de R\$ 4.586,53 ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

Souza et al. (2007) analisaram um sistema agroflorestal em uma área de estudo pertencente à Companhia Mineira de Metais (CMM), Grupo Votorantim, localizada no município de Vazante na região Noroeste do Estado de Minas Gerais. Dentre os objetivos do trabalho, buscou-se determinar a rotação econômica de plantios de eucalipto em consórcio com culturas agrícolas e pastagem; analisar o efeito da agregação de valor aos produtos florestais via aumento do grau de industrialização, na viabilidade econômica do consórcio; analisar diversos cenários para testar efeitos de mudanças na proporção de

madeira para serraria e energia, preços e produtividades dos produtos do sistema agroflorestal. Identificou-se um aumento significativo na viabilidade econômica do sistema agroflorestal, à medida que se agregou valor aos produtos florestais. Verificou-se, também, que a viabilidade econômica do sistema depende mais da atividade florestal e da pecuária do que das atividades agrícolas. Houve maior tolerância às variações nos preços e nas produtividades da soja e do arroz. Para o objetivo de se vender a madeira serrada o VPL foi o maior dentre os SAFs estudados, sendo de R\$ 2.824,00.

Santos (2000) verificou a viabilidade econômica de quatro sistemas agroflorestais implantados em área de pastagem degradada na Amazônia Ocidental, mais precisamente na Estação Experimental da EMBRAPA/CPAA (Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias - Centro de Pesquisas Agroflorestais da Amazônia Ocidental). Os tratamentos foram distribuídos da seguinte forma: ASP-1 (Sistema Agrossilvipastoril – altos insumos); SP2 (Sistema Agrossilvipastoril – baixos insumos); AS1 (Sistema Agrossilvicultural – baixos insumos com palmeiras); AS2 (Sistema agrossilvicultural – baixos insumos multiestrato) e pastagem abandonada (testemunha). Os resultados obtidos mostraram que os modelos agroflorestais utilizados são economicamente viáveis, indicando que este tipo de atividade pode contribuir para a regeneração de áreas com nível de degradação semelhante ao observado no estudo de caso e para a sobrevivência econômica dos agricultores da região.

Rodrigues et al. (2007) desenvolveram uma pesquisa no assentamento Santa Zélia, Município de Teodoro Sampaio, numa área de 15 hectares de Reserva Legal, cujo objetivo era a restauração da mesma, através de módulos agroflorestais (*Taungya*) temporários. Dois indicadores foram utilizados para avaliação econômica da produção agrícola na área: Valor Presente Líquido (VLP) e Relação Benefício-Custo (RB/C). Os resultados indicaram valores positivos em todas as famílias analisadas, levando à conclusão de que sistemas agroflorestais podem ser adotados na recuperação de Áreas de Reserva Legal em propriedades rurais. O VPL para o família de melhores resultados foi de R\$ 9.137,35 e a B/C foi de 3,55.

### **3.2. Análise de risco de investimento e simulação em sistemas agroflorestais**

Nos sistemas agroflorestais os fatores de produção (terra, capital e trabalho) são essenciais. O setor agrícola pode ter uso mais intensivo de terra e trabalho, e o comercial e industrial de trabalho e capital. Destaca-se ainda o fator climático como agente condicionador da atividade florestal e cuja interferência decisiva praticamente não existe no setor produtivo urbano. Outra característica de relevada importância é o risco, pois essa atividade produtiva, em sua totalidade, é exercida a céu aberto, sujeita a fenômenos meteorológicos de toda ordem, tais como: secas, geadas, inundações, granizos, etc., além de ser susceptível aos fenômenos biológicos, como: pragas e doenças que podem ocasionar perdas imprevisíveis para o produtor (ALVAREZ, 2004).

O risco assume, portanto, um caráter crucial para o entendimento da economia da produção e o desenvolvimento dos SAFs. Para minimizar o risco, deve-se elaborar criteriosamente o planejamento da atividade. Segundo Alvarez (2003), outro fator de suma importância é a questão mercadológica, onde pode ocorrer, no horizonte de planejamento, mudança na curva de oferta e demanda do produto; mudança no cenário econômico nacional ou regional, influenciando na oscilação negativa do preço de venda previamente estimado no projeto.

Em sistemas agroflorestais, estudos de risco de investimento ainda são escassos. Na área da produção florestal, alguns estudos recentes foram realizados por Castro et al. (2005) e Souza et al. (2004). Já na área de risco, pode-se citar o estudo de risco/retorno desenvolvido por Noce et al. (2005). Todavia, os referidos trabalhos enfocaram o setor florestal tradicional e não os sistemas agroflorestais.

Bentes-Gama et al. (2005) realizaram simulação de risco de investimento em sistemas agroflorestais (SAFs) implantados em 1987, no Campo Experimental da Embrapa Rondônia, localizado no município de Machadinho d'Oeste, RO., utilizando a técnica de simulação de Monte Carlo. A simulação da análise de risco indicou que as variáveis que afetaram o Valor Presente Líquido no Horizonte Infinito (VPL\*), de acordo com a ordem de

importância (R), foram: taxa de desconto, preço do fruto de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), custo de colheita, preço da madeira de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) e o custo de tratamentos culturais. Apesar do alto custo de implantação e manutenção, o SAF T1 (tratamento 1) apresentou uma probabilidade de 15% de os valores do Valor Presente Líquido (VPL) se concentrarem em torno de R\$35.000/ha/ano.

Varela e Santana (2009) analisaram os fatores determinantes da produção dinâmica dos sistemas agroflorestais e dos sistemas tradicionais de produção agrícola, sob condições de risco, em pequenas e médias unidades produtivas nipo-brasileiras localizadas no Município de Tomé-Açu, Pará, no período de 2001 a 2003. A função de risco estimada apontou que os SAFs apresentaram menor risco que os sistemas tradicionais, evidenciando-se que a aplicação de insumos era fonte de redução de risco, mas a tecnologia adotada precisa ser adequada, pois se apresenta como fator de aumento de risco nos dois sistemas.

### **3.2.1. Método de Monte Carlo**

O Método de Monte Carlo surgiu oficialmente no ano de 1949 com o artigo "The Monte Carlo Method" de autoria dos matemáticos John Von Neumann e Stanislaw Ulam. O método é uma forma de resolver problemas usando números aleatórios. O método explora as propriedades estatísticas dos números aleatórios para assegurar que o resultado correto seja computado da mesma maneira que num jogo de cassino, para se certificar de que a "casa" sempre terá lucro. Por esta razão, a técnica de resolução de problemas é chamada de método de Monte Carlo (Fernandes, 2005).

Para resolver um problema através do método de Monte Carlo utiliza-se uma série de tentativas aleatórias. A precisão do resultado final depende em geral do número de tentativas. Esse equilíbrio entre a precisão do resultado e o tempo de computação é uma característica extremamente útil dos métodos de Monte Carlo. Quando se quer somente uma solução aproximada, então um método de Monte Carlo pode ser bastante rápido (Palisade Corporation, 2002).

Segundo Fernandes (2005) o Método de Monte Carlo permite simular qualquer processo cujo andamento dependa de fatores aleatórios. Também em

problemas matemáticos que não tenham a menor relação com questões aleatórias pode-se inventar um modelo probabilístico artificial que permita resolver estes problemas. Por exemplo, usando o método pode-se calcular a área de uma figura plana qualquer ou estimar quanto dura uma máquina conhecendo-se o tempo de duração de suas peças.

A palavra simulação refere-se a qualquer método analítico cuja intenção é imitar algum sistema real, principalmente quando outras análises são matematicamente complexas.

De acordo com Moore e Weatherford (2005), citado por Nuvvo (2010), o objetivo da simulação é descrever a distribuição e características dos possíveis valores de uma variável dependente, depois de determinados os possíveis valores e comportamentos das variáveis independentes a ela relacionadas. Em muitos casos, os modelos de simulação são utilizados para analisar uma decisão envolvendo risco, ou seja, um modelo no qual o comportamento de um ou mais fatores não é conhecido com certeza. Neste caso, estes fatores são conhecidos como variáveis aleatórias, e o seu comportamento é descrito por uma distribuição de probabilidade.

### **3.2.2. Método de amostragem**

A simulação de Monte Carlo é um processo de amostragem cujo objetivo é permitir a observação do desempenho de uma variável de interesse em razão do comportamento de variáveis que encerram elementos de incerteza. Embora seja um conceito simples, a operacionalização desse processo requer o auxílio de alguns métodos matemáticos.

O método de simulação de Monte Carlo seleciona valores aleatoriamente de forma independente de acordo com a distribuição de probabilidade definida. Em outras palavras, o número aleatório utilizado em uma rodada não influencia os próximos números aleatórios a serem utilizados. Quando o objetivo principal for a geração de uma diversidade de cenários independentes, então o método de Monte Carlo torna-se, por definição, mais adequado. Adicionalmente, o padrão de aleatoriedade propiciado por esse método pode ser conveniente para os casos em que as distribuições das

variáveis de entrada são definidas sem a utilização de dados históricos (Palisade Corporation, 2010).

A base para o processo de amostragem realizado nas simulações de Monte Carlo é a geração de números aleatórios. É a partir desse mecanismo que são produzidas as distribuições das variáveis de interesse, tomando por base as premissas e as distribuições associadas às variáveis de entrada, bem como a inter-relação entre as mesmas. Um número aleatório, conforme já exposto, é definido como sendo um número uniformemente distribuído entre 0 e 1.

Desse modo, é necessário escolher um algoritmo que forneça uma série de números que pareçam ser aleatórios. De acordo com Law e Kelton (2000) citado por Nuvvo (2010), um algoritmo aritmético gerador de números aleatórios deve satisfazer as seguintes condições:

- os números produzidos devem parecer uniformemente distribuídos entre 0 e 1 e não possuem correlação entre eles;
- deve ser rápido na geração e consumir pouca memória;
- deve propiciar a reprodutibilidade da sequência gerada.

O método consiste em gerar aleatoriamente “n” sucessivas amostras em termos de custo, receita, tempo e outras variáveis (variáveis aleatórias), que serão testadas contra um modelo estatístico, que é uma distribuição de probabilidade para um determinado risco no projeto a ser analisado. Cada amostra corresponde a uma iteração do método. Por exemplo, para variáveis tempo e custo, o Método de Monte Carlo fornece uma estimativa do valor de um tempo ou um custo esperados, assim como um erro para esta estimativa, o qual é inversamente proporcional ao número de iterações. O erro total é dado por:

$$\varepsilon = \frac{3\sigma}{\sqrt{N}}$$

Onde  $\sigma$  é o desvio padrão da variável aleatória e N é o número de iterações, ou seja, quanto maior o número de iterações, menor será o erro.

Portanto, previamente à execução da simulação, deve-se verificar se o gerador de números aleatórios a ser usado satisfaz as propriedades

enunciadas acima, seja através de testes ou de referências que dê suporte à sua utilização (Fernandes, 2005).

Segundo este autor, a essência da simulação de Monte Carlo consiste em:

- Estabelecer uma distribuição de probabilidade (modelo) a qual responde uma variável aleatória, para o risco analisado;
- Amostrar esta variável aleatória um número suficientemente grande de vezes (iterações).

### **3.2.3. Software @RISK**

O software @risk permite incluir explicitamente as incertezas presentes nas estimativas geradas pelo Microsoft Excel, visando gerar todos os possíveis resultados da análise. É um programa de computador desenvolvido para realizar simulações e que trabalha de maneira integrada à planilha Excel (PALISADE CORPORATION, 2010). Esse programa permite a aplicação do método de Monte Carlo para simular valores para as variáveis aleatórias RECEITA e CUSTO e, em decorrência dos valores aleatórios gerados, obter valores para a variável LUCRO (BENTES-GAMA, 2003).

O @ RISK usa uma técnica chamada "simulação" para combinar todas as incertezas identificadas na situação de modelagem. Torna-se possível incluir os conhecimentos de uma variável, além de um único número, todos os valores possíveis e algumas medidas de probabilidade de ocorrência de cada valor possível. Este software deve ser utilizado quando se faz uma análise em Excel, que pode ser afetada pela incerteza, com ocorrência de riscos para o investimento (PALISADE CORPORATION, 2002).

### **Recursos de Modelagem**

O @RISK possui recurso para exportar e importar dados e informações para o Excel. Esse conjunto fornece uma interface com ferramentas para criar, executar e exibir os resultados de análises de risco.

O @ RISK permite definir os valores das células no Excel como incertos, para a distribuição de probabilidade usando funções. Adiciona um conjunto de novas funções ao definir a função do Excel, podendo ser adicionadas a

qualquer número de células e fórmulas em toda a planilha e pode incluir argumentos que são referências de célula e expressões.

As distribuições de probabilidade fornecidas pelo @ RISK permitem que quase qualquer tipo de incerteza nos valores das células na planilha do Excel seja analisada. A célula que contém a função de distribuição NORMAL (10,10), por exemplo, iria retornar amostras durante uma simulação elaborada a partir de uma distribuição normal (média = 10, padrão desvio = 10).

Tipos de distribuições estatísticas incluídas no @RISK:

- Beta, Binomial, Qui-quadrado, Acumulativa, Discreta, Função de erro, Exponencial, Gamma, Geométrica, Histograma, Gaussiana Inversa, Logística, Log-Logística, Normal, Pareto, Pearson, PERT, Poisson, Triangular, Trigen e Weibull.

As opções disponíveis para o controle e execução de uma simulação em @ RISK incluem:

- Método Monte Carlo de amostragem;
- Um número de até 10.000 iterações por simulação;
- Número ilimitado de simulações em uma única análise;
- Animação de amostragem e de cálculo da planilha;
- Gerador de números aleatórios;

Por exemplo, se as variáveis de entrada são determinadas:

Receita = 100

Custos = 90

Logo, o resultado Lucro = 10 seria calculado pelo Excel da seguinte forma:

Lucros = 100 - 90

Neste caso, há somente uma combinação de valores da variável de entrada, porque existe apenas um valor possível para cada variável.

Consideremos uma situação em que há incerteza em ambas as variáveis. Por exemplo:

- Receita = 100 ou 120

- Custos = 90 ou 80

Em uma simulação com o @ RISK é possível considerar todas as combinações possíveis de valores dessas variáveis para calcular os valores possíveis para o resultado, o lucro.

Há quatro combinações:

- Lucro = Receitas – Despesas:

$$10 = 100 - 90$$

$$20 = 100 - 80$$

$$30 = 120 - 90$$

$$40 = 120 - 80$$

O lucro também é uma variável de incerteza, pois é calculado a partir de variáveis incertas.

A simulação no @RISK funciona utilizando duas operações distintas:

- Seleção dos conjuntos de valores para as funções de probabilidade de distribuição contidas nas células e fórmulas da planilha do Excel;
- Recalcula a planilha Excel com os novos valores.

A seleção dos valores a partir de distribuições de probabilidade é chamada de amostragem e cada cálculo da planilha é chamada de iteração. O @ RISK gera distribuições de saída, através da consolidação de valor único como resultado de todas as iterações (PALISADE CORPORATION, 2002).

### **3.3. Espaçamento em sistemas agroflorestais**

O espaçamento é um dos fatores que mais sofre variação nas diferentes modalidades de sistemas agroflorestais, sendo importante no estudo de análise econômica e de simulação destes. Dependendo do SAF, o espaçamento pode ser responsável por resultados negativos ou positivos no fluxo de caixa do investimento.

Dentre as principais práticas silviculturais, a escolha do espaçamento de plantio merece grande atenção, por apresentar uma série de implicações, tanto do ponto de vista tecnológico quanto econômico e silvicultural (Souza, 2002). Botelho (1997) aponta os principais aspectos que são afetados pelo espaçamento de plantio, considerando, dentre eles, a necessidade de manutenção e custo de implantação.

A experiência a respeito de espaçamento de plantio de florestas no Brasil tem-se limitado às florestas de produção, normalmente plantios equiâneos puros, que tem como objetivos principais a quantidade e a qualidade da madeira produzida. Vários autores, dentre eles Bernardo (1995), Rezende

(1983) citado por Silva (1990); Balloni e Simões (1983) citado por Oliveira Neto (1996); Leite (1998), Patiño Valera (1986), apresentam análises de estudos de espaçamentos para florestas de produção.

Os reflorestamentos no Brasil foram, inicialmente, implantados em sua maioria, em espaçamentos cuja área por planta era inferior a 6 m<sup>2</sup>, independentemente da espécie e do sítio. Naquela ocasião, as espécies mais plantadas eram *Eucalyptus grandis* e o *Eucalyptus saligna* (Silva, 1984). Atualmente, há maior diversidade de espécies utilizadas e, dadas às suas exigências nutricionais, hídricas e lumínicas, o espaçamento a ser adotado poderá ser diferente daquele utilizado para as duas espécies citadas acima.

Por um período bastante longo, o espaçamento de plantio mais utilizado no Brasil foi o de 3 x 2m. Balloni e Simões (1983) citam que a escolha do espaçamento de plantio na maioria dos planejamentos florestais era fundamentada basicamente no uso final da madeira, negligenciando outros envolvimento ecológicos e/ou silviculturais, que são de elevada importância para o crescimento da espécie.

O espaçamento utilizado atualmente pelas principais empresas reflorestadoras no Brasil tem sido escolhido, visando possibilitar a mecanização das atividades de implantação, manutenção e exploração dos maciços florestais, motivo pelo qual tem sido dada preferência aos espaçamentos com aproximadamente três metros entre linhas. Esse arranjo entre plantas busca facilitar a movimentação de máquinas durante a manutenção e exploração do povoamento, com baixo risco de danos às plantas.

Abaixo são apresentadas algumas vantagens dos espaçamentos reduzido e amplo.

- Vantagens do espaçamento reduzido:
  - volume total em pouco tempo;
  - plantio suplementar desnecessário;
  - rendimento financeiro dos desbastes;
  - menor conicidade/galhos menores.
  
- Vantagens do espaçamento amplo:
  - menor custo de estabelecimento;
  - toras de maior diâmetro;

- redução nos custos de colheita;
- evita desbastes antieconômicos;
- lucros financeiros melhores.

Como o espaçamento de plantio exerce influência sobre o crescimento das plantas em altura e diâmetro, conseqüentemente irá influenciar também o volume de madeira. Muitos resultados de pesquisa têm mostrado que o diâmetro é fortemente influenciado pelo espaçamento (Bernardo, 1995; Oliveira Neto et al. 2003; Contreras Marquez, 1997). Quanto à altura, os resultados são contraditórios. Alguns autores observaram um aumento em altura em espaçamentos maiores (Bernardo, 1995; Oliveira Neto et al. 2010).

Bernardo (1995) estudou o comportamento de três espécies de eucalipto na região de cerrado de Minas Gerais, em relação ao crescimento e à eficiência nutricional, entre 15 e 41 meses de idade, em três espaçamentos: 3 x 1,5m; 3 x 3m e 3 x 4m. Esse autor verificou que, a partir de 15 meses, o menor espaçamento apresentou efeitos negativos no crescimento em altura e diâmetro, para as três espécies estudadas e, no espaçamento 3 x 1,5m, o maior efeito de competição intraespecífica resultou na estabilização do acúmulo de biomassa em menores idades que o observado no espaçamento 3 x 4m.

Oliveira neto et al. (2010), avaliando povoamentos de *Eucalyptus camaldulensis* em diferentes espaçamentos e com níveis crescentes de adubação entre 14 e 32 meses de idade, na região do cerrado, em Minas Gerais, observou que o crescimento em diâmetro teve influência positiva do espaçamento e do nível de adubação, sendo o maior valor obtido quando se utilizou área útil por planta de 15m<sup>2</sup> e nível de adubação 2,8.

Nogueira et al. (2008) analisaram o efeito do espaçamento na forma dos fustes de árvores de *Pinus taeda* L. Os espaçamentos analisados foram: 1,5 x 1,0m; 2,0 x 1,0m; 2,5 x 1,0m; 1,5 x 2,0m; 2,0 x 2,0m; 1,5 x 3,0m; 2,5 x 2,0m; 2,0 x 3,0m; e 2,5 x 3,0m. Foram testados os modelos de afilamento propostos por Demaerschalk, Garay e Biging, sendo selecionado o modelo de Garay. Por meio de testes de identidade de modelos, verificou-se que os espaçamentos menores resultaram em forma menos cônica que os maiores. Concluiu-se que espaçamentos iniciais maiores resultam em maior conicidade do fuste de

árvores de *Pinus taeda*, sob regime de alto fuste sem aplicação de desbaste, em relação a espaçamentos menores.

Em pesquisa realizada por Rondon (2002) no município de Sinop, Estado de Mato Grosso, aos 60 meses de idade foram avaliados a altura total, o diâmetro à altura do peito (DAP), o número de plantas danificadas pelo vento e a produção de biomassa da parte aérea de *Schizolobium amazonicum*, em diferentes densidades populacionais e espaçamentos (1,5 x 1,5m, 2 x 2m, 3 x 2m, 3 x 3m, 4 x 2m, 4 x 3m, 4 x 4m). Os resultados demonstram que o crescimento em altura e DAP foram influenciados nos diferentes espaçamentos estudados. Quarenta e sete plantas úteis foram danificadas pelo vento, e quanto à biomassa o espaçamento 4x4 m resultou em produção de biomassa superior à dos demais espaçamentos.

Rondon (2006) conduziu pesquisa avaliando a circunferência, a altura total e a produção de biomassa de plantas de *Tectona grandis*, em diferentes densidades populacionais, obtidas com os espaçamentos de 3x2 m, 3x3 m, 4x3 m, 4x4 m, 5x3 m, 5x4 m e 5x5 m, com densidades populacionais que variaram de 400 a 1.666 plantas por hectare. O aumento da densidade populacional promoveu diminuição na circunferência das plantas de teca, enquanto a altura permaneceu constante. No espaçamento mais denso, a produção de biomassa total da parte aérea teve aumento nas plantas de *Tectona grandis*, concentrando-se principalmente no tronco da árvore.

A análise do crescimento em diâmetro deve ser realizada levando em conta os custos, uma vez que eles poderão se elevar substancialmente em razão das dificuldades no corte e na exploração e do baixo aproveitamento da madeira fina. Silva et al. (1995), avaliando a influência do custo de corte em função do diâmetro da árvore e do volume por hectare sobre a rotação econômica de povoamentos de eucaliptos, constataram que o custo de corte decresce com aumento do diâmetro médio, volume por hectare e idade do povoamento, sendo o diâmetro médio a principal variável a influenciar este custo.

O manejo florestal deve ser planejado visando, também, o uso múltiplo da floresta. Dessa forma, povoamentos florestais implantados em espaçamentos fechados podem ser conduzidos mediante desbastes, para produzir madeira de alta qualidade, o que pode elevar a razão benefício/custo

do investimento. Segundo Brendenkamp (1987), a diminuição progressiva da densidade populacional resulta em um real aumento da média do volume final por árvore. Isto implica a obtenção de peças de madeira de maior tamanho e redução dos custos de exploração.

Contreras Marquez (1997) analisou a viabilidade econômica de plantios de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus pellita*, com 7 anos de idade estabelecidos nos espaçamentos 9 x 9m, 6 x 4m, 3 x 6m, 3 x 5m, 3 x 4m, 3 x 3m, 3 x 2m, 3 x 1,5m e 3 x 1m, na região de cerrado de Minas Gerais. As duas espécies apresentaram o maior volume de madeira com casca por hectare no espaçamento 3 x 2m, atingindo 191,6 e 134,3 m<sup>3</sup>/ha, respectivamente, para *Eucalyptus pellita* e *Eucalyptus camaldulensis*. Os custos da produção e exploração da madeira aumentaram com a densidade populacional dos povoamentos. De modo geral, níveis crescentes de preço de venda da madeira para carvão e aumento do número de rotações viabilizaram economicamente os projetos para as duas espécies estudadas. A melhor alternativa de investimento para *Eucalyptus pellita* foi o espaçamento 3 x 2m, no horizonte de planejamento de 21 anos, quando o preço de venda da madeira foi de US\$ 9,50/st. Os povoamentos nesse espaçamento apresentaram Taxa Interna de Retorno (TIR) de 11,72% e Valores Presente Líquido (VPL) e Esperado da Terra (VET) de US\$ 596,00 e US\$ 844,00/ha, respectivamente. Para *E. camaldulensis*, a maior produção foi obtida no espaçamento de 3 x 2m (199st/ha), não obstante o povoamento no espaçamento de 3 x 4m ter sido o mais viável economicamente com maior taxa interna de retorno (14,6%), custo de produção de US\$ 8,24/st e valores presente líquido e esperado da terra de US\$ 974 e US\$ 1.379/ha, respectivamente.

A atividade agroflorestal reúne em seu processo produtivo uma série de etapas decorrentes das práticas agrícolas, pecuárias e florestais necessárias à condução e ao manejo das espécies que compõem esses sistemas. Espécies do gênero *Eucalyptus* vêm sendo muito utilizadas, inclusive em consórcios com outras espécies arbóreas, nesses tipos de sistemas, visando principalmente a produção de madeira, devido ao seu rápido crescimento e da qualidade dos produtos finais. A associação das plantações florestais com culturas e/ou forragem reduz substancialmente os custos no estabelecimento e despesas de manutenção dos povoamentos de eucalipto,

traz aumentos na produtividade da terra, e minimiza a erosão do solo e outros impactos negativos ao meio ambiente (Dubé et al., 2002).

De acordo com Patiño-valera (1986), o espaçamento ótimo é aquele capaz de produzir o maior volume de produto em tamanho, forma e qualidade desejáveis, sendo função da espécie, do sítio e do potencial genético do material que for utilizado. O importante é planejar a ocupação do espaço de acordo com os objetivos de produção, que podem ser principais, como a produção de madeira, ou secundários, como a proteção à fauna, produção de mel, agrossilvicultura, dentre outros. Essa manipulação da estrutura do povoamento deve levar em conta o crescimento e a alocação dos assimilados para as diferentes partes da planta e a dinâmica envolvida na formação da copa e das raízes. Ou seja, devem-se considerar os elementos da estrutura do povoamento que determinam o grau de competição entre as plantas (Oliveira Neto, 2003).

MACEDO et al. (1996) verificaram que o índice de recobrimento do solo, proporcionado pelo capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. var. *Tanzânia*), é maior nas regiões centrais das entrelinhas de *Eucalyptus urophylla*, onde ocorre maior incidência de luz, apresentando valores decrescentes à medida que se aproxima das linhas de plantio de eucalipto.

GARCIA et al. (1994), estudando o plantio de *Eucalyptus grandis* com as forrageiras *Melinis minutiflora* (capim-gordura) e *Brachiaria decumbens* Stapf. Prain. (braquiária), no município de Ponte Nova-MG, verificaram crescimento vigoroso da braquiária nas entrelinhas de eucalipto, mesmo em espaçamentos fechados. Segundo os autores, a braquiária apresenta ponto de compensação lumínica mais baixo do que o capim-gordura, justificando sua sobrevivência. Além disso, os sistemas formados pelo eucalipto e a braquiária são mais produtivos e estáveis, inclusive nos menores espaçamentos.

Em pesquisa realizada por Silva (1999) em áreas degradadas, testou-se o consórcio de *Eucalyptus grandis* com braquiária nos seguintes espaçamentos: 3 x 2m, 4 x 2m, 5 x 2m, 6 x 2m, além do plantio puro do eucalipto, que foi considerado como testemunha no espaçamento 3x2m. Foi considerado finito o horizonte de planejamento que variou de um ciclo com corte aos seis anos até um ciclo com corte aos 6, 12 e 18 anos. Os resultados mostraram uma produção volumétrica do eucalipto em alto fuste de 202,3

m<sup>3</sup>/ha. Os resultados mostraram que todos os tratamentos envolvendo o sistema foram mais viáveis do ponto de vista econômico do que o eucalipto solteiro. O valor esperado da terra (VET), para todos os casos, foi maior quanto mais amplos foram os espaçamentos e quanto maior o ciclo, ou seja, com um ciclo de 18 anos, considerando uma reforma da pastagem aos 6 e aos 12 anos. Analisando-se os monocultivos, o eucalipto foi melhor no espaçamento 3 x 2m e a braquiária nos maiores espaçamentos, o que mostra a importância da gramínea na economicidade do sistema.

Burner et al. (2003) analisaram a influência do espaçamento de plantio de *Pinus Taeda* L. na produção de forragem em um sistema silvipastoril. O estudo constituiu-se de 8 tratamentos constituídos por linhas de árvores distanciadas por 2,4m, 3,6m, 4,9m, 7,3m, 9,7m, 12,2m, 14,6m de largura e tratamento sem árvores. Concluiu-se que o espaçamento mínimo para que se tenha produção forragem com qualidade foi de 4,9m, sendo esta uma contribuição para início do planejamento nesse tipo de situação.

Para SILVA (1998), a alta densidade arbórea de *Eucalyptus saligna* reduz drasticamente a radiação fotossinteticamente ativa transmitida ao sub-bosque a partir de 10 meses de idade da floresta. Este fato afeta diretamente a condição da pastagem, reduzindo a taxa de crescimento das espécies forrageiras e não permitindo utilização com pastejo a partir de 1,5 anos de idade. Contudo, de modo geral, isso depende do espaçamento das árvores, da espécie de eucalipto e da forrageira utilizada. A experiência da Companhia Mineira de Metais (CMM) mostra que o pastejo pode ser realizado até quando os clones híbridos de eucalipto, plantados no espaçamento 10 x 4m, atingem 11 anos de idade.

Macedo et al. (2004) avaliaram consórcios agroflorestais de soja (cultivar DOKO) com clones de eucalipto (dois de *Eucalyptus camaldulensis*- 137 e 180, e dois de *Eucalyptus urophylla* - 13 e 44), ambos dispostos no espaçamento de 10 x 4m. Os clones de *E. camaldulensis* apresentaram sobrevivência, altura, volume por árvore e volume por hectare superiores aos de *E. urophylla*. As maiores médias de altura, diâmetro à altura do peito, volume por árvore e volume por hectare foram observadas no clone *E. camaldulensis* 137, bem como o menor rendimento de soja. A produção média de soja obtida foi inferior à produção média brasileira e às obtidas para o mesmo cultivar em outros

estudos. As distâncias de afastamento das linhas de plantio de soja nos sistemas consorciados influenciaram as produções de soja.

Silva (1999) analisou a viabilidade silvicultural e econômica do consórcio silvipastoril de *Eucalyptus grandis* com *Brachiaria decumbens* e *Melinis minutiflora*, em terreno declivoso, onde foram avaliados povoamentos de seis anos de idade estabelecidos nos espaçamentos 3 x 2m, 4 x 2m, 5 x 2m e 6 x 2m. Aos seis anos de idade, o maior volume de madeira com casca, por hectare, do consórcio ocorreu no espaçamento 3 x 2m, com 202,3 m<sup>3</sup>/ha. Essa produção foi de 68% superior ao espaçamento 6 x 2m com área útil de 12m<sup>2</sup>/planta. No espaçamento 3 x 2m, a produção no sistema consorciado foi de 55,2% superior ao eucalipto solteiro, possivelmente, pela redução de erosão do solo, aumento de infiltração de água e maior retenção da manta orgânica na área do sistema silvipastoril. A produção de *Brachiaria decumbens* variou com a ocupação do solo e sombreamento promovido pelo *Eucalyptus grandis*, sendo a maior produção obtida no espaçamento 6 x 2m, com 2,45 vezes a biomassa obtida no espaçamento 3 x 2m. A avaliação econômica envolveu três horizontes de planejamento: um corte, aos seis anos; dois cortes, aos seis e doze anos; e três cortes, aos seis, 12 e 18 anos. O sistema de consórcio viabilizou a produção de eucalipto em qualquer espaçamento e o custo de venda da madeira. O melhor sistema foi o consórcio de *E. grandis* com *B. decumbens* no espaçamento do eucalipto de 6 x 2m, com horizonte de planejamento de 18 anos, sendo que os valores de VPL, VET e TIR, respectivamente, de R\$ 11.125,00, R\$ 17.656,62 e 306,6%, tornaram o consórcio considerado viável para as condições estudadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, L. H. R.; KOSKELA E. On Forest Rotation under Interest Rate Variability. **International Tax and Public Finance**. Países Baixos, v. 10, p. 489-503, 2003.

ALVAREZ, L. H. R.; KOSKELA E. Taxation and rotation age under stochastic forest stand value. **CESIFO WORKING PAPER**. n. 1211, 31p. 2004.

BALLONI, E. A.; SIMÕES, J. W. **O espaçamento de plantio e suas implicações silviculturais**. Piracicaba, IPEF, 1983. 16p. (Série Técnica 3).

BENTES-GAMA, M.M. de; SILVA, M. L. da; VILKAHUAMÁN, 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.

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

BERNARDO, A. L. **Crescimento e eficiência nutricional de *Eucalyptus* spp. sob diferentes espaçamentos na região de cerrado de Minas Gerais**. 1995. 102 f. Tese (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1995.

BOTELHO, S. A. Espaçamento. In: SCOLFORO, J. R. S. **Manejo florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. p. 381-426.

BRENDENKAMP, B. V. Effects of spacing and age on growth of *Eucalyptus grandis* on a Dry Zululand Site. **South African Forestry Journal**, v. 140, p. 24-28, 1987.

BURNER, D. M.; BRAWER, D. K. Herbage response to spacing of loblolly pine trees in a minimal management silvopasture in southeastern USA. **Agroforestry Systems**, v.57, p.69-77, 2003.

CARVALHO, F. C. de. **Sistema de produção agrossilvipastoril para a região semiárida do Nordeste do Brasil**. 2003. 77p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2003.

CASTRO, C. de; SILVA M. L. da; PINHEIRO, A. L.; JACOVINE, L. A. G. Análise econômica do cultivo e extração do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* Cheel. **Revista Árvore**, v.29, n.2, p.241-249, 2005.

CONTRERAS MARQUEZ, C. E. **Estudo silvicultural e econômico de povoamentos de eucalipto na região de cerrado de Minas Gerais**. 1997. 131p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 1997.

DUBÉ, F.; COUTO, L.; SILVA, M. L.; LEITE, H. G.; GARCIA R.; ARAUJO G. A. A simulation model for evaluating technical and economic aspects of an industrial eucalyptus-based agroforestry system in Minas Gerais, Brazil. **Agroforestry Systems**, v.55, p.73-80, 2002.

FERNANDES, C. A. B. A. de. Gerenciamento de riscos em projetos: como usar o Microsoft Excel para realizar a simulação de Monte Carlo. Disponível em: < <http://www.bbbrothers.com.br/scripts/Artigos/MonteCarloExcel.pdf> >. Acesso em: 06 de abr. 2010.

GARCIA, N. C. P.; REIS, G. G.; SALGADO, L. T.; FREITAS, R. T. F. Consórcio do *Eucalyptus grandis* com gramíneas forrageiras em área de encosta na Zona da Mata de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1, 1994, Porto Velho – RO. **Anais...** Colombo-PR: EMBRAPA/CNPF, 1994. v. 1, p. 113-120.

LEITE, A. P. **Avaliação silvicultural e econômica da vegetação de cerrado e eucalipto submetida a diferentes regimes de manejo na Região Nordeste de Minas Gerais**. 1998. 99p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, 1998.

LITTLE, A.D. **Auditoria de meio ambiente, saúde ocupacional e segurança industrial**: fundamentos, habilidades e técnicas. São Paulo: Arthur D. Little, 1997. 270p. (apostila).

LOPES, W. P.; PAULA, A. de; SEVILHA A. C.; SILVA, A. F. da. Composição da flora arbórea de um trecho de floresta estacional no Jardim Botânico da Universidade Federal de Viçosa (face sudoeste), Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.26, n.3, p.339-347, 2002.

MACEDO, R.L.G.; BEZERRA, R. G.; VENTURIN N.; SALGADO, B. G.; VALE, R. S. do; HIGASHIKAWA, E. M. Produção agroflorestal de sistemas consorciados de soja com clones de eucalipto na Região de cerrado, em Paracatu – Minas Gerais. **Agrossilvicultura**, v. 1, n. 2, p.175-185, 2004.

MACEDO, R. L. G.; GOMES, L. J.; SILVEIRA, V. P. Influência do *Eucalyptus urophylla* sobre o estabelecimento inicial do capim-tanzânia (*Panicum maximum* var. Tanzânia) em sistema silvipastoril. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECOSSISTEMAS FLORESTAIS, 4, 1996, Belo Horizonte. **Resumos...** Belo Horizonte: Biosfera, 1996. p. 30-33.

MATA, H.T.C. **Avaliação de demanda residencial rural de lenha como fonte de energia e alternativas de abastecimento por meio de floresta social**. Viçosa: UFV, 1994. 123p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1994.

MÜLLER, M. W.; SENA-GOMES, A. R.; ALMEIDA, C. M. V. C. de. **Sistemas agroflorestais com o cacaueteiro**. Anais do IV Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 2002 , Manaus-AM, pp. 01-06.

NOCE, R.; SILVA, M. L. da; SOARES, T. S.; CARVALHO, R. M. M. A. Análise de risco e retorno do setor florestal: produtos da madeira. **Revista Árvore**, v.29, p.77-84, 2005.

NOGUEIRA, G.S.; LEITE, H. G.; REIS, G. G.; MOREIRA, A. M. Influência do espaçamento inicial sobre a forma do fuste de árvores de *Pinus taeda* L.. **Revista Árvore**, v.32, n.5, p. 855-860, 2008.

NUVVO – RISK MANAGEMENT. Simulação de Monte Carlo. Disponível em: < <http://risk.nuvvo.com/lesson/5864-simulacao-de-monte-carlo>>. Acesso em: 02 abr. 2010.

OLIVEIRA NETO, S. N. **Biomassa, nutrientes e relações hídricas em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em resposta à adubação e ao espaçamento.** 1996. 131p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 1996.

OLIVEIRA NETO, S. N.; REIS, G. G. dos; REIS, M. G. F.; LEITE, H. G.; NEVES, J. C. L. Crescimento e distribuição diamétrica de *Eucalyptus camaldulensis* em diferentes espaçamentos e níveis de adubação na região de cerrado de Minas Gerais. **Revista Floresta**, v.40, n.4, p.755-762, 2010.

OLIVEIRA NETO, S. N.; REIS, G. G. dos; REIS, M. G. F.; NEVES, J. C. L. Produção e distribuição de biomassa em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em resposta à adubação e ao espaçamento. **Revista Árvore**, v.27, n.1, p.15-23, 2003.

PALISADE CORPORATION. Maker of risk & decisions analysis. Disponível em: < <http://www.palisade.com> >. Acesso em: 04 abr. 2010.

PALISADE CORPORATION. **Risk analysis and simulation add-in for Microsoft Excel – Guide to use @RISK.** New York: Palisade Corporation, 2002. 499 p.

PATIÑO-VALERA, F. **Variação genética em progênies de *Eucalyptus saligna* e sua interação com espaçamento.** 1986. 192 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1986.

REZENDE, J. L. P. de; OLIVEIRA, A. D. de. **Análise econômica e social de projetos florestais**. Viçosa: UFV, 2001, 389 p.

RODRIGUES, E. R.; Jr., L. C.; BELTRAME, T. C.; MOSCOGLIATO, A. V.; SILVA, I. C. da. Avaliação econômica de sistemas agroflorestais implantados para recuperação de reserva legal no Pontal do Parapanema, São Paulo. **Revista Árvore**, v.31, n.5, p.941-948, 2007.

RONDON, E. V. Estudo de biomassa de *Tectona grandis* L. f. sob diferentes espaçamentos no Estado de Mato Grosso. **Revista Árvore**, v.30, n.3, p. 337-341, 2006.

RONDON, E. V. Produção de biomassa e crescimento de árvores de *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke sob diferentes espaçamentos na região de mata. **Revista Árvore**, v.26, n.5, p. 573-576, 2002.

SANTOS, M. J. C. dos. **Avaliação econômica de quatro modelos agroflorestais em áreas degradadas por pastagens na Amazônia ocidental**. Piracicaba: ESALQ, 2000. 88p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2000.

SILVA, F. da. **Variabilidade genética em progênies de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. e sua interação com espaçamentos**. 1990. 110p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 1990.

SILVA, J. C. **Parâmetros da densidade na qualidade da madeira**. 1984. 82p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 1984.

SILVA, J. L. S. **Produtividade de componentes de um sistema silvipastoril constituído por *Eucalyptus saligna* Smith e pastagens cultivada e nativa**

**no Rio Grande do Sul.** 1998. 178 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SILVA, J. M. S. da. **Estudo silvicultural e econômico do consórcio de *Eucalyptus grandis* com gramíneas sob diferentes espaçamentos em áreas acidentadas.** 1999. 115p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 1999.

SILVA, M. L. da; JACOVINE, L.A. G.; VALVERDE, S. L. **Economia florestal.** Viçosa: UFV, 2002.178p

SILVA, M. L.; MACHADO, C. C.; LADEIRA, H. P. Influência do custo de corte do diâmetro da árvore e do volume por hectare na rotação econômica de povoamentos de eucalipto. **Revista Árvore**, v.19, n.4, p.505-516, 1995.

SOUZA, D. R. de; SOUZA A. L. de; SILVA, M. L. da; RODRIGUES, F. L. Ciclo de corte econômico ótimo em floresta ombrófila densa de terra firme sob manejo florestal sustentável, Amazônia Oriental. **Revista Arvore**, v.28, n.5, p.681-689, 2004.

SOUZA, L. C. de. **Efeito do espaçamento no estabelecimento de florestas ciliares.** 2002. 97p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2002.

SOUZA, et al. Viabilidade econômica de um sistema agroflorestal. **Revista Cerne**, v.13, n.1, p.96-106, 2007.

VARELA L. B., SANTANA, A. C. de. Aspectos econômicos da produção e do risco nos sistemas agroflorestais e nos sistemas tradicionais de produção agrícola em Tomé-açu, Pará – 2001 a 2003. **Revista Árvore**, v.33, n.1, p.151-160, 2009.

## CAPÍTULO 1

---

### RENTABILIDADE E RISCO DE INVESTIMENTO EM UM SISTEMA AGROSSILVICULTURAL

#### 1. INTRODUÇÃO

A atividade agroflorestal reúne em seu processo produtivo uma série de etapas decorrentes das práticas agrícolas e florestais necessárias à condução e ao manejo das espécies que compõem os sistemas de produção. Por esse motivo, a análise financeira de um cenário agroflorestal se torna complexa, uma vez que envolve a combinação de diversas variáveis técnicas e custos, cujas informações muitas vezes não estão facilmente disponíveis (BENTES-GAMA, 2003). A análise econômica de sistemas agroflorestais é de grande importância para o produtor rural, propiciando um melhor conhecimento dos custos e receitas da atividade.

Nos sistemas agroflorestais os fatores de produção (terra, capital e trabalho) são essenciais. O setor agrícola pode ter uso mais intensivo de terra e trabalho e o comercial e industrial, de trabalho e capital. Destaca-se ainda o fator climático como agente condicionador da atividade florestal e cuja interferência decisiva praticamente não existe no setor produtivo urbano. Outra característica de relevada importância é o risco, pois essa atividade produtiva, em sua totalidade, é exercida a céu aberto, sujeita aos fenômenos meteorológicos de toda a ordem, tais como: secas, geadas, inundações, granizos, etc., além de ser susceptível aos fenômenos biológicos, como: pragas e doenças que podem ocasionar perdas imprevisíveis para o produtor (ALVAREZ, 2004).

O risco assume, portanto, um caráter crucial para o entendimento da economia da produção e o desenvolvimento dos SAFs. Para minimizar o risco, deve-se elaborar criteriosamente o planejamento da atividade. Segundo Alvarez (2003), outro fator de suma importância é a questão mercadológica, onde pode ocorrer, no horizonte do planejamento, mudança na curva de oferta e demanda do produto; mudança no cenário econômico nacional ou regional,

influenciando na oscilação negativa do preço de venda previamente estimado no projeto.

Em sistemas agroflorestais, estudos de risco de investimento ainda são escassos. Na área da produção, alguns estudos recentes foram realizados por Castro et al. (2005) e Souza et al. (2004). Já na área de risco, pode-se citar o estudo de risco/retorno desenvolvido por Noce et al. (2005). Todavia, os referidos trabalhos enfocaram o setor florestal tradicional e não os sistemas agroflorestais.

Bentes-Gama et al. (2005) realizaram simulação de risco de investimento em sistemas agroflorestais (SAFs) implantados em 1987, no Campo Experimental da Embrapa Rondônia, localizado no município de Machadinho d'Oeste, RO., utilizando a técnica de simulação de Monte Carlo. A simulação da análise de risco indicou que as variáveis que afetaram o Valor Presente Líquido no Horizonte Infinito (VPL\*), de acordo com a ordem de importância (R), foram: taxa de desconto, preço do fruto de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), custo de colheita, preço da madeira de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) e o custo de tratamentos culturais. Apesar do alto custo de implantação e manutenção, o SAF T1 apresentou uma probabilidade de 15% de os valores do Valor Presente Líquido (VPL) se concentrarem em torno de R\$35.000 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>.

O sistema agrossilvicultural analisado neste trabalho é composto por eucalipto, milho e pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth.).

A justificativa pela escolha de plantio do eucalipto se deve ao fato de que espécies do gênero *Eucalyptus* apresentam viabilidade técnica e econômica, mostrando-se muito promissoras, podendo ampliar significativamente sua participação na composição da renda agropecuária, com vantagens adicionais sob a ótica social e ambiental (SOARES et al., 2003). Além disso, o eucalipto oferece alternativas para suprimento de madeira aliviando a pressão sobre as florestas nativas, pois no Brasil o consumo de madeira de eucalipto em 2008 foi de 174,2 milhões de m<sup>3</sup>, com uma área plantada de 4,259 milhões de hectares (ABRAF, 2009).

A escolha pelo cultivo da pupunha para produção de palmito, se deve ao fato de que esse cultivo vem despertando, desde a década de 70, o interesse de agricultores de todo o país. Esse interesse é devido, principalmente, à alta

demanda, tanto interna quanto externa, de palmito de boa qualidade e à alta lucratividade do setor. A busca de novas opções de cultivo em substituição aos tradicionais, em virtude dos baixos preços alcançados por esses últimos no mercado, faz também com que empresários de outros setores se aventurem no agronegócio palmito de pupunha (BOVI, 2000). Verruma-Bernardi (2007) destacam dois fatores que estão facilitando este aumento: a existência de um mercado a nível mundial e a disponibilidade de tecnologia para o cultivo e industrialização da pupunha para palmito. A tendência do mercado de palmito de pupunha é crescente tanto em nível interno, como internacionalmente (CORDEIRO e SILVA, 2010).

O milho é a cultura agrícola a ser utilizada no sistema e sua importância se deve ao interesse em se obter renda no primeiro ano após a implantação do projeto.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo verificar a rentabilidade desse sistema agrossilvicultural, bem como realizar análise de risco de investimento para o mesmo.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Descrição do sistema agrossilvicultural**

O sistema agrossilvicultural será composto por eucalipto, milho e pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth.).

O horizonte de planejamento do eucalipto é de 14 anos, conduzido para que essa floresta seja cortada aos 7 anos para produção de carvão e aos 14 anos para produção de madeira para serraria.

Segundo o Centro de Desenvolvimento do Agronegócio (CEDAGRO, 2010), o cultivo da pupunha para produção de palmito é comumente realizado com espaçamento de 2 x 1m, obtendo-se uma densidade de 5.000 plantas/ha. O primeiro corte de pupunha será realizado aos 2 anos de idade e a partir daí serão realizados cortes anuais. Sendo assim, estima-se uma produtividade de 2.000 hastes ou 800kg/ha no 2º ano e 4.500 hastes ou 2.250kg/ha líquidos de palmito/ha a partir do 3º ano. É oportuno ressaltar que essas produtividades podem ser reduzidas em sistema consorciado com outras culturas.

O esquema abaixo representa o arranjo espacial do sistema agrossilvicultural a ser implantado. Os plantios do eucalipto, do milho e da pupunha serão realizados simultaneamente. Deve-se ressaltar que serão respeitadas as Áreas de Preservação Permanente (APP's) e a Área de Reserva Legal (RL) da propriedade, de acordo com a legislação em vigor.

- Eucalipto: espaçamento 3 x 3m, sendo que cada faixa (em verde na figura) corresponde a 5 linhas de plantio com eucalipto, totalizando 660 árvores por hectare.

- Palmito: espaçamento 2 x 1m sendo que cada faixa (em amarelo na figura) corresponde a 5 linhas de plantio com pupunha, totalizando 2000 plantas por hectare.

- Milho: entre as linhas de plantio do eucalipto, com espaçamento de 1 x 1m, totalizando 3.104 plantas por hectare. Será realizado o plantio apenas no primeiro ano do sistema agrossilvicultural.

A distância entre as faixas de plantio de eucalipto e pupunha é de 3m.

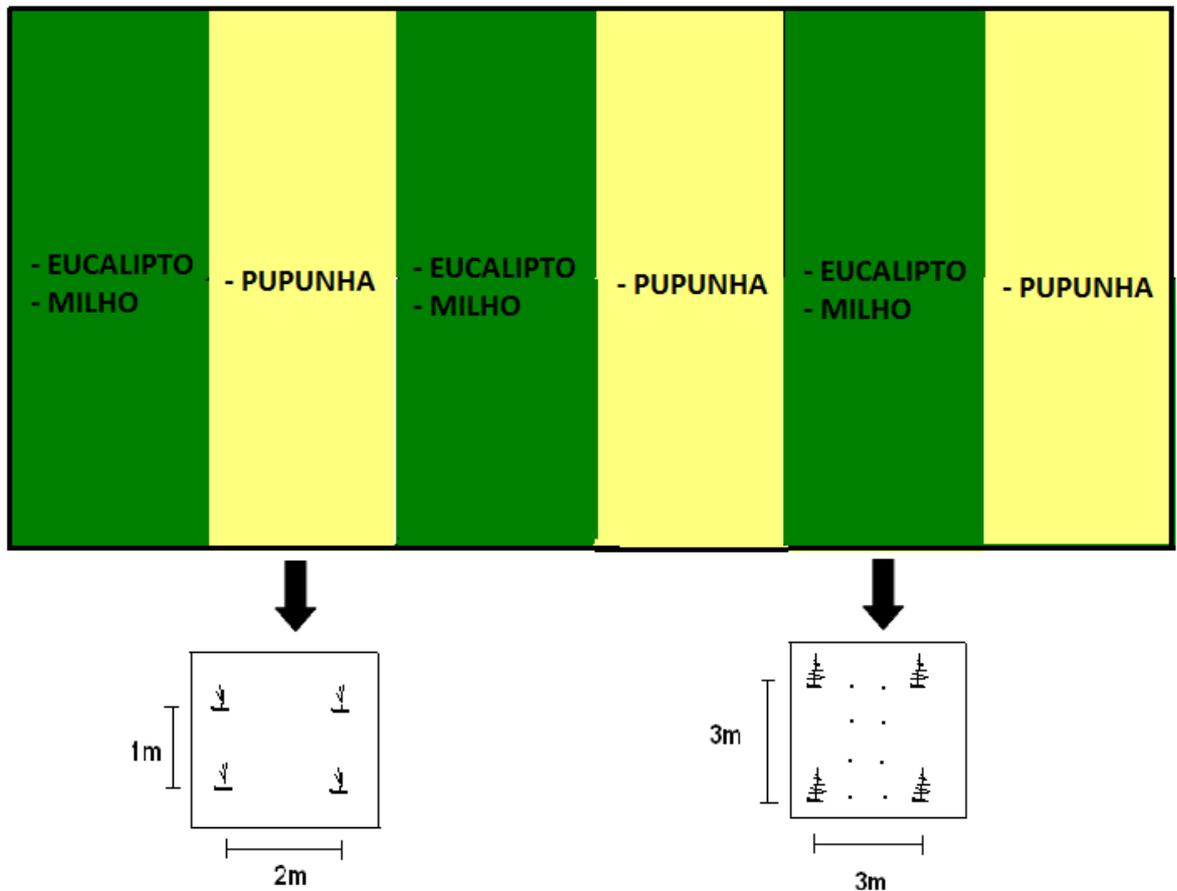


Figura 1 - Arranjo espacial das culturas a serem implantadas no sistema agrossilvicultural.

## 2.2. Custos e receitas

Os dados referentes aos custos e receitas envolvidos na análise do sistemas agrossilvicultural foram obtidos a partir de consultas bibliográficas, sites especializados nas culturas florestais e agrícola estudadas, em sites na internet e a partir de empresas do setor.

Abaixo são apresentados os custos e as receitas do projeto em estudo. É importante ressaltar que os dados abaixo encontram-se projetados para uma área de 1 hectare de efetivo plantio das respectivas culturas, mas para fins de cálculos foram considerados os custos proporcionais, de acordo com o arranjo espacial do sistema agrossilvicultural, apresentado na Figura 1.

Quadro 1 - Custos do projeto florestal visando à produção de carvão e madeira para serraria.

ITENS DE CUSTO	Unidade	Valor Unitário	Período						
			1º ano		2º ano		3º ano		
			Quant	Valor	Quant	Valor	Quant	Valor	
<b>1. INSUMOS</b>									
Mudas (Plantio e Replântio)	ud	0,30	1280	384,00					
Irrigação	ud	110,00	2	220,00					
Calcário	t	85,00	0,11	9,35					
Fertilizantes									
Nitrogênio – N	Kg	2,95	20	59,00					
Fósforo - P2O5	Kg	2,67	30	80,10					
Potássio - K2O	Kg	3,50	20	70,00					
Formicida	Kg	10,60	5	53,00	4	42,40	4	42,40	
Cupinicida	Kg	102,00	0,2	20,40	1	102			
<b>SUB TOTAL INSUMOS</b>	<b>R\$</b>			<b>895,85</b>		<b>144,40</b>			<b>42,40</b>
ITENS DE CUSTO	Unidade	Valor Unitário	Período						
			1º ano		2º ano		3º ano		
			Quant	Valor	Quant	Valor	Quant	Valor	
<b>2. SERVIÇOS</b>									
Limpeza da área	d/H	25,00	10	250,00					
Marcação de linhas	d/H	25,00	3	75,00					
Marcação de covas	d/H	25,00	2	50,00					
Coveamento	d/H	25,00	11	275,00					
Transporte interno de									
Insumos	d/H	25,00	1	25,00					
Calagem e Adubação na cova	d/H	25,00	3	75,00					
Plantio e replântio	d/H	25,00	8	200,00					
Combate a formigas	d/H	35,00	2,5	87,50	2	70,00	2	70,00	
Capina manual de coroamento ou na linha	d/H	25,00	9	225,00	6	150,00	6	150,00	
Roçagem manual	d/H	25,00	7	175,00	6	150,00	6	150,00	
Construção/Manutenção Aceiros	d/H	25,00	7	175,00	6	150,00	4	100,00	
Corte e Toragem	d/H	25,00		25,00					
Baldeio	d/H	25,00		25,00					
Carregamento	d/H	25,00		25,00					
Carvoejamento	mdc	19,00		16,00					
Madeira	m3	14,00							
<b>SUB TOTAL SERVIÇOS</b>	<b>R\$</b>			<b>1612,50</b>		<b>520,00</b>			<b>470,00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>R\$</b>			<b>2508,35</b>		<b>664,40</b>			<b>512,40</b>

Quadro 1 – Continuação.

ITENS DE CUSTO	Unidade	Valor Unitário	Período					
			4º ao 6º ano		7º ano		14º ano	
			Quant	Valor	Quant	Valor	Quant	Valor
<b>1. INSUMOS</b>								
Mudas (Plantio e Replatio)	ud	0,30						
Irrigação	ud	110,00						
Calcário	t	85,00						
Fertilizantes								
Nitrogênio – N	Kg	2,95						
Fósforo - P2O5	Kg	2,67						
Potássio - K2O	Kg	3,50						
Formicida	Kg	10,60	3	31,80	1	10,60		
Cupinicida	Kg	102,00						
<b>SUB TOTAL INSUMOS</b>	<b>R\$</b>			<b>31,80</b>		<b>10,60</b>		
ITENS DE CUSTO	Unidade	Valor Unitário	Período					
			4º ao 6º ano e 10º ao 13º ano		7º ano		14º ano	
			Quant	Valor	Quant	Valor	Quant.	Valor
<b>2. SERVIÇOS</b>								
Limpeza da área	d/H	25,00						
Marcação de linhas	d/H	25,00						
Marcação de covas	d/H	25,00						
Coveamento	d/H	25,00						
Transporte interno de								
Insumos	d/H	25,00						
Calagem e Adubação na cova	d/H	25,00						
Plantio e replatio	d/H	25,00						
Combate a formigas	d/H	35,00	5	175,00	2	70,00		
Capina manual de coroamento ou na linha	d/H	25,00						
Roçagem manual	d/H	25,00						
Construção/Manutenção Aceiros	d/H	25,00	12	300,00				
Corte e Toragem	d/H	25,00			20	500,00	18	450,00
Baldeio	d/H	25,00			24	600,00	23	575,00
Carregamento	d/H	25,00			29	725,00	27	675,00
Carvoejamento	mdc	19,00			165	3135,00		
Madeira	m3	14,00					110	1540,00
<b>SUB TOTAL SERVIÇOS</b>	<b>R\$</b>			<b>475,00</b>		<b>5030,00</b>		<b>3240,00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>R\$</b>			<b>506,80</b>		<b>5040,60</b>		<b>3240,00</b>

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

Quadro 2 – Custos médios de projetos de produção de palmito de pupunha.

ITENS DE CUSTO	Unidade	Valor Unitário (R\$/ha)	Período							
			1º ano		2º ano		3º ano		4º ano	
			Quant.	(R\$/ha)	Quant.	(R\$/ha)	Quant.	(R\$/ha)	Quant.	(R\$/ha)
<b>1. INSUMOS E EQUIPAMENTOS</b>										
Mudas (Plantio e Replante)	ud	1,5	5.500	8.250,00						
Calcário	t	89,67	1,5	134,51			2,00	179,34	2,00	179,34
Nitrogênio - N	kg	2,95	110	324,50	180,00	531,00	250,00	737,50	250,00	737,50
Fósforo - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg	2,52	50	126,00						
Potássio – K <sub>2</sub> O	kg	1,26	50	63,00	75,00	94,50	100,00	126,00	100,00	126,00
Esterco de Galinha	T	100	7,5	750,00						
Energia Elétrica	kW/h	0,20	1500	300,00	1.500,00	300,00	1.500,00	300,00	1.500,00	300,00
Conjunto de irrigação por aspersão*	ud	1.955,00	1	1.955,00						
<b>SUBTOTAL</b>	R\$			<b>11.903,01</b>		<b>925,50</b>		<b>1.342,84</b>		<b>1.342,84</b>
<b>2. SERVIÇOS</b>										
Aração	h/M	50,00	3	150,00						
Gradagem	h/M	50,00	2	100,00						
Marcação de cova	d/H	20,00	7	140,00						
Coveamento	d/H	20,00	22	440,00						
Calagem	d/H	20,00	4	80,00			4	80,00	4	80,00
Adubação nas covas	d/H	20,00	6	120,00						
Plantio e Replante	d/H	20,00	16	320,00						
Capina manual na linhas	d/H	20,00	8	160,00						
Roçagem manual nas entrelinhas	d/H	20,00	3	60,00	4	80,00	4	80,00	4	80,00
Manejo de irrigação	d/H	20,00	20	400,00	20	400,00	20	400,00	20	400,00
Adubação de Cobertura	d/H	20,00	5	100,00	8	160,00	10	200,00	10	200,00
Colheita manual	d/H	20,00			11	220,00	25	500,00	25	500,00
<b>SUBTOTAL</b>	R\$			<b>2.070,00</b>		<b>860,00</b>		<b>1.260,00</b>		<b>1.260,00</b>
<b>TOTAL</b>	R\$			<b>13.973,01</b>		<b>1.785,50</b>		<b>2.602,84</b>		<b>2.602,84</b>

Fonte: Adaptado de CEDAGRO (2010).

Quadro 3 – Custos médios de projetos de produção de milho.

Cultura: Milho	Produtividade: 3.000 Kg/ha ou 50 sacas/ha			
Densidade: 50.000 plantas	Variedade: Milho Híbrido			
<b>1. INSUMOS</b>	<b>Unid.</b>	<b>Quant.</b>	<b>Valor Unit.</b>	<b>Valor Total</b>
Sementes	Kg	20	5,17	103,40
Calcário	t	1	83,00	83,00
Fertilizantes				
Nitrogênio – N	Kg	40	2,54	101,60
Fósforo - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Kg	30	2,66	79,80
Potássio -K <sub>2</sub> O	Kg	20	3,00	60,00
Formicida	Kg	1	6,60	6,60
Inseticida	L	1	66,77	66,77
Inseticida p/ tratamento de armazenamento	pastilha	15	0,63	9,45
Espalhante adesivo	L	0,6	7,99	4,79
Embalagens (sacaria)	ud	60	1,00	60,00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>R\$</b>			<b>575,41</b>
<b>2. SERVIÇOS</b>	<b>Unid.</b>	<b>Quant.</b>	<b>Valor Unit</b>	<b>Valor Total</b>
Limpeza da área	d/H	10	25,00	250,00
Transporte interno de insumos e outros	d/H	1	25,00	25,00
Plantio e adubação	d/H	6	25,00	150,00
Adubação de cobertura	d/H	1	25,00	25,00
Aplicação de inseticidas	d/H	1	35,00	35,00
Capina manual na área geral	d/H	20	25,00	500,00
Colheita	d/H	5	25,00	125,00
Transporte interno da colheita	h/M	1	80,00	80,00
Debulha mecânica (Beneficiamento)	h/M	1	80,00	80,00
Tratamento e Armazenamento	d/H	1,5	25,00	37,50
<b>SUBTOTAL</b>	<b>R\$</b>			<b>1307,50</b>
<b>TOTAL</b>	<b>R\$</b>			<b>1882,91</b>

\* Sistema de Produção: não Irrigado e não motomecanizado.

Fonte: Adaptado de CEDAGRO (2010).

Quadro 4 – Produção e receita do sistema agrossilvicultural e da madeira de eucalipto.

Discriminação do produto	Unidade (un)	Produção (un/ha)	Preço de venda (R\$/un)	Receita (R\$/ha)
- Milho	Sc	3,1	25	77,5
- Palmito de pupunha (2º ano)	Peça	800	2,5	2.000
- Palmito de pupunha (a partir do 3º ano)	Peça	1800	2,5	4.500
- Madeira para carvão (7º ano)	Mdc	97,33	110	10.706,3
- Madeira para serraria (14º ano)	m <sup>3</sup>	131,4	300	39.420

Fonte: dados da pesquisa.

Para o cálculo do volume de madeira, levou-se em consideração que a floresta tem um Incremento Médio Anual (IMA) de 35 m<sup>3</sup>/ha, com uma produtividade esperada de 146 m<sup>3</sup>/ha, no sétimo ano (considerando 660 árvores/ha) e de 131,4 m<sup>3</sup>/ha no décimo quarto ano. Considerou-se um fator de conversão volumétrica de lenha para carvão (m<sup>3</sup>/mdc) de 1,5:1, obtendo-se 97,33 metros de carvão (mdc) aos 7 anos.

### 2.3. Análise Econômica

Na análise financeira considerou-se uma taxa de juros de 8,75% a.a., que é a taxa de juros de empréstimo de capital, inicialmente adotado pelo Programa de Plantio Comercial de Florestas (PROPFLORA) do Banco do Brasil e demais bancos credenciados pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), para investimento e produção de florestas.

A análise financeira de todos os sistemas foi embasada nos métodos de avaliação de projetos apresentados a seguir:

#### 2.3.1. Valor Presente Líquido - VPL

A viabilidade econômica de um projeto analisada pelo VPL é indicada pela diferença positiva entre receitas e custos atualizados para uma determinada taxa de desconto (REZENDE e OLIVEIRA, 2001; SILVA et al., 2002). O critério de adoção deste método é o seguinte: um VPL positivo indica que o projeto é economicamente viável para uma determinada taxa utilizada.

Deve-se aceitar o investimento com VPL positivo e, conseqüentemente, rejeitar aquele com VPL negativo.

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

Em que:  $R_j$  = receitas no período  $j$ ;  $C_j$  = custos no período  $j$ ;  $i$  = taxa de desconto;  $j$  = período de ocorrência de  $R_j$  e  $C_j$ ; e  $n$  = duração do projeto, em anos, ou em número de períodos de tempo.

### 2.3.2. Valor Anual Equivalente - VAE

O Valor Anual Equivalente (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 quanto maior for o valor do benefício periódico equivalente (REZENDE e OLIVEIRA, 2001; SILVA et al., 2002).

$$BPE = \frac{VPL \cdot i}{1 - (1+i)^{-n}}$$

Em que:  $VPL$  = valor presente líquido; e  $n$  = duração do ciclo ou rotação em anos.

### 2.3.3. Razão Benefício/Custo - B/C

Este método consiste em determinar a relação entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos para uma determinada taxa de juros ou descontos. Um projeto é considerado viável economicamente se  $B/C > 1$ . Entre dois ou mais projetos, o mais viável é aquele que apresentar o maior valor de  $B/C$  (REZENDE e OLIVEIRA, 2001). Quando  $B/C = 1$ , resulta em  $VPL=0$ ; nesse caso, a  $TIR$  associada a um projeto pode também ser determinada como sendo a taxa que faz com que  $B/C = 1$ .

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

Em que:  $R_j$  = receita no final do ano  $j$ ;  $C_j$  = custo no final do ano  $j$ ; e  $n$  = duração do projeto, em anos.

### 2.3.4. Taxa Interna de Retorno - TIR

A TIR é a taxa de desconto que iguala o valor atual das receitas futuras ao valor atual dos custos futuros do projeto, constituindo uma medida relativa que reflete o aumento no valor do investimento ao longo do tempo, com base nos recursos requeridos para produzir o fluxo de receitas (REZENDE e OLIVEIRA, 2001; SILVA et al., 2002).

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

Em que: *TIR* = taxa interna de retorno; as demais variáveis já foram definidas.

### 2.4. Análise de risco

Neste estudo adotou-se a técnica de simulação pelo fato de ela permitir a introdução do risco na análise em questão. A simulação é, segundo Shimizu (1984), citado por Bentes-Gama (2003), um processo que possibilita imitar uma realidade por meio de modelos.

Os dados foram analisados mediante o *software @RISK*, um programa de computador desenvolvido para realizar simulações e que trabalha de maneira integrada à planilha Excel (PALISADE CORPORATION, 2002). Esse programa permite a aplicação do método de Monte Carlo para simular valores para as variáveis aleatórias RECEITA e CUSTO e, em decorrência dos valores aleatórios gerados, obter valores para a variável LUCRO. O Método de Monte Carlo é uma técnica de pesquisa operacional muito utilizada nas situações em que a incerteza é grande e tem por objetivo representá-la em cada uma das alternativas ou projetos alternativos (BENTES-GAMA, 2003).

Assim, na referida análise, foram definidas 10.000 iterações. Para isso, foram consideradas como variáveis de entrada (*inputs*): taxa anual de juros; preço do milho, palmito de pupunha, madeira para serraria e carvão; produtividade do milho, palmito de pupunha, madeira para carvão e madeira para serraria; e custo de implantação (R\$/ha). Consideraram-se, ainda, variações entre -20% a +20% nessas variáveis com base na distribuição triangular, conforme Palisade Corporation (2002) e também Cordeiro et al. (2010). Na distribuição triangular são necessários 3 parâmetros: um valor de tempo/custo para o qual o risco é mínimo, outro para o qual o risco é máximo e

um terceiro para o qual o risco é o mais provável. O indicador financeiro VPL foi tomado como variável de saída (*outputs*).

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

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Análise econômica do sistema agrossilvicultural

A partir dos dados médios estabelecidos elaborou-se o fluxo de caixa, com valores correntes e descontados (Quadro 3). O sistema agrossilvicultural obteve saldo positivo, ou seja, lucro, pois as receitas superam os custos, devido principalmente, à venda do palmito de pupunha, do carvão e da madeira serrada.

Quadro 5 - Fluxo de caixa para o sistema agrossilvicultural.

Ano	Receita	Custo	Receita descontada	Custo descontado	Saldo
1	77,50	7.191,35	71,26	6.612,74	-7.113,85
2	2.000,00	1.147,26	1.691,11	970,07	852,74
3	4.500,00	1.360,75	3.498,85	1.058,01	3.139,25
4	4.500,00	1.335,73	3.217,33	955,00	3.164,27
5	0,00	294,59	0,00	193,67	-294,59
6	0,00	294,59	0,00	178,09	-294,59
7	39.420,00	2.777,23	21.913,50	1.543,86	36.642,77
8	0,00	396,15	0,00	202,50	-396,15
9	0,00	275,67	0,00	129,58	-275,67
10	0,00	294,59	0,00	127,33	-294,59
11	0,00	294,59	0,00	117,08	-294,59
12	0,00	294,59	0,00	107,66	-294,59
13	0,00	294,59	0,00	99,00	-294,59
14	10.706,3	2.321,29	3.308,49	717,33	8.385,01
Total	61.203,8	18.572,97	33700,54	13011,92	42.630,83

Utilizando-se uma taxa anual de desconto de 8,75% a.a., para o período considerado, obteve-se o Valor Presente Líquido (VPL) positivo, sendo de R\$

20.688,62/ha, indicando que o sistema agrossilvicultural testado é financeiramente viável.

A Taxa Interna de Retorno (TIR) para o projeto é maior que a taxa de desconto (8,75% a.a.), indicando boa rentabilidade anual do capital investido neste sistema, sendo esta de 44%.

O Valor Anual Equivalente (VAE) também foi positivo para o sistema agrossilvicultural, correspondendo a R\$ 2.619,85/ha, ou seja, este é o lucro anual do projeto.

A Razão Benefício/Custo (B/C) para o projeto também foi positiva, indicando que as receitas superam os custos. O projeto apresentou B/C de 2,59, indicando que as receitas descontadas foram superiores em uma vez em relação aos custos descontados, ou seja, para cada R\$ 1,00 investido, o retorno financeiro nesse sistema foi de R\$ 2,59.

Quadro 6 – Indicadores financeiros para o projeto em análise.

Métodos de avaliação	Valores
VPL (R\$/ha)	20.688,62
TIR (% a. a.)	44
VAE (R\$/ha/ano)	2.619,85
B/C	2,59

### 3.2. Análise de risco de investimento

Mediante as simulações feitas pelo @RISK, foram obtidos os resultados financeiros e suas respectivas probabilidades acumuladas para o sistema agrossilvicultural em estudo. O valor médio do VPL foi de R\$ 20.718,9/ha, o valor máximo foi de R\$ 29.236,00/ha e o valor mínimo foi de R\$ 13.724,46/ha, ou seja, de acordo com a análise, não existe a possibilidade de ocorrência de que o valor do VPL seja negativo (Quadro 7).

Considerando os resultados da simulação gerados para o VPL do sistema agrossilvicultural, a análise de percentis indicou que 5% dos valores estão abaixo de R\$ 16.266,21/ha e 5% dos valores estão acima de R\$ 25.758,80/ha. Associando esses valores aos valores mínimos apresentados

pelos métodos financeiro utilizado, pode-se afirmar que esse projeto apresenta elevada viabilidade econômica e ausência de risco de investimento, considerando que sejam mantidas todas as condições de estabilidade de mercado ao longo do projeto (Quadro 7).

Quadro 7 - Estatísticas da variável de saída (VPL) e de entrada (custo de implantação, preço e produtividades dos produtos e taxa de desconto) do sistema agrossilvicultural.

Estatísticas	Variáveis de entrada										Variável de saída
	Tj	PP	PMS	PC	PM	Ci	PrP	PrMS	PrC	PrM	VPL
Mínimo	7,22	2,04	247,29	90,67	20,07	0,82	1.460,47	108,74	79,64	2,51	13.724,46
Máximo	10,26	2,93	351,53	128,96	29,54	1,18	2.123,52	154,86	115,36	3,64	29.236,00
Média	8,75	2,50	299,95	109,99	24,99	1,00	1.799,82	131,42	97,38	3,07	20.718,90
Desvio-padrão	0,0072	0,206	24,57	8,96	2,06	0,082	147,74	10,73	7,99	0,26	2.849,92
Moda	8,68	2,47	311,55	107,04	25,29	0,98	1.808,92	132,93	92,63	3,05	20.341,23
Percentis											
5%	7,51	2,14	257,58	94,78	21,51	0,86	1.553,37	112,88	83,85	2,65	16.266,21
15%	7,93	2,26	272,09	99,99	22,65	0,91	1.636,70	119,31	88,51	2,78	17.690,05
25%	8,23	2,35	282,21	103,55	23,49	0,94	1.693,48	123,53	91,50	2,87	18.740,67
35%	8,44	2,41	289,89	106,24	24,14	0,96	1.739,72	127,01	94,01	2,95	19.497,45
45%	8,66	2,47	296,37	108,66	24,69	0,99	1.780,96	130,05	96,32	3,02	20.345,36
55%	8,83	2,52	303,00	110,97	25,25	1,01	1.817,94	132,79	98,36	3,08	21.115,41
65%	9,02	2,58	309,56	113,49	25,80	1,03	1.858,51	135,50	100,57	3,16	21.591,41
75%	9,26	2,64	317,27	116,18	26,45	1,06	1.903,35	138,83	102,86	3,24	22.270,41
85%	9,51	2,71	326,27	119,56	27,24	1,09	1.959,94	143,23	105,88	3,34	23.500,45
95%	9,89	2,83	340,77	124,48	28,35	1,13	2.035,60	148,99	110,37	3,49	25.758,80

\* VPL: valor presente líquido (R\$/ha); Tj: taxa anual de juros (%); PP: preço do palmito; PMS: preço da madeira serrada; PC: preço do carvão; PM: preço do milho; Ci: custos de implantação (R\$/ha); PrP: produtividade do palmito (peças/ha); PrMS: produtividade da floresta visando madeira serrada (m<sup>3</sup>/ha); PrC: produtividade de carvão (mdc/ha); PrM: produtividade do milho (sc/ha).

No sistema agrossilvicultural, o impacto desses resultados sobre o risco de investimento pode ser entendido ao se observar a probabilidade de distribuição do VPL (Figura 3).

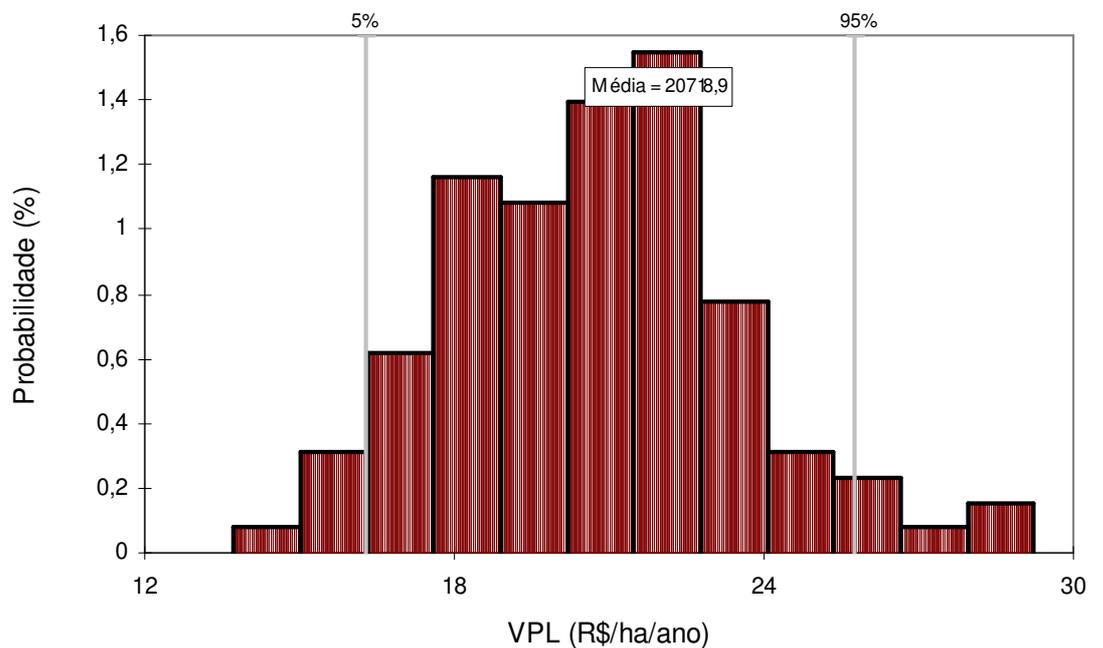


Figura 3 - Probabilidade da distribuição do valor presente líquido – VPL (R\$/ha) do sistema agrossilvicultural.

A distribuição apresentou-se simétrica para o sistema, tendo-se observado ainda que o risco de que venha a ocorrer um VPL negativo é inexistente (probabilidade de 0,00%).

Observando-se o Quadro 8, de acordo com a análise, os valores positivos da elasticidade indicaram uma relação direta entre as referidas variáveis, ocorrendo efeito inverso quando elas apresentaram valores negativos. Analisando, por exemplo, as variações para o VPL do sistema agrossilvicultural, pode-se interpretar que, caso ocorra um aumento de 10% na produção de palmito, haverá um aumento de 1,99% sobre seu valor. Da mesma forma, um aumento de 10% na produção de madeira serrada poderá provocar um aumento de 6,41% no valor do VPL.

Por outro lado, um aumento de 10% no custo de implantação do sistema agrossilvicultural poderá ocasionar uma diminuição de 1,84% no valor do VPL. Da mesma forma, um aumento de 10% na taxa de juros poderá ocasionar uma diminuição de 4,27% no valor do VPL.

As variáveis que afetaram o VPL, para o sistema agrossilvicultural, na sua ordem de importância, foram: produção de madeira serrada, preço de venda da madeira serrada, taxa de juros, produção do palmito, preço de venda do palmito, custo de implantação, produção de carvão e preço de venda do carvão (Quadro 8).

Quadro 8 - Análise de sensibilidade com base nas elasticidades das variáveis de entrada (custos, preços e taxa de desconto), de saída (VPL) e ordem de influência na análise.

Variáveis de entrada	VPL	R
Produção de madeira serrada (m <sup>3</sup> )	0,641	1
Preço de venda da madeira serrada (R\$/m <sup>3</sup> )	0,641	1
Taxa de juros (% a.a.)	-0,427	3
Produção de palmito (peça)	0,199	4
Preço de venda do palmito (R\$/peça)	0,187	5
Custo de implantação (R\$/ha)	-0,184	6
Produção do carvão (mdc)	0,105	7
Preço de venda do carvão (R\$/mdc)	0,096	8

\*R<sup>2</sup> = 0,99499.

#### 4. CONCLUSÕES

Com base na análise dos métodos financeiros considerados e nas simulações de risco de investimento para o sistema agrossilvicultural, as principais conclusões foram:

- O sistema agrossilvicultural é viável economicamente, desde que seja efetuado de forma correta, com a devida orientação técnica, sendo assim, boa alternativa de renda, principalmente em condições de maior produtividade.

- A análise de risco de investimento mostrou que o projeto não apresenta probabilidade de se obter um valor negativo para o VPL, ou seja, apresenta ausência de risco de investimento.
- Faz-se necessário, portanto, realizar esse tipo de avaliação em áreas onde possam ser acompanhados os fluxos de entradas e saídas de produtos e serviços, bem como as variações anuais dos preços dos produtos dos referidos projetos de reflorestamento, a fim de comprovar os resultados obtidos.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF: ano base 2008**. Brasília: 2009, 80p.

ALVAREZ, L. H. R.; KOSKELA E. On Forest Rotation under Interest Rate Variability. **International Tax and Public Finance**. Países Baixos, v. 10, p. 489-503, 2003.

ALVAREZ, L. H. R.; KOSKELA E. Taxation and rotation age Under stochastic forest stand value. **CESIFO WORKING PAPER**. n. 1211, 31p. 2004.

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

BENTES-GAMA, M.M. de; SILVA, M. L. da; VILKAHUAMÁN, 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.

BOVI, M. L. A. O agronegócio palmito de pupunha. **O Agrônomo**, Campinas, v.52, n.1, p.10-12, 2000.

CASTRO, C.; SILVA, M. L. da; PINHEIRO, A. L.; JACOVINE, L. A. G. Análise econômica do cultivo e extração do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* Cheel. **Revista Árvore**, v.29, n.2, p.241-249, 2005.

CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DO AGRONEGÓCIO – CEDAGRO. **Coeficientes técnicos e custos de produção na agricultura do Espírito Santo - Eucalipto**. Disponível em: <<http://www.cedagro.org.br/>>. Acesso em: 30/03/2010.

CORDEIRO, S. A. **Desempenho do fomento do órgão florestal de Minas Gerais**. 2009.104f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2008.

CORDEIRO, S. A.; SILVA, M. L. da. Rentabilidade e risco de investimento na produção de palmito de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth.). **Revista Cerne**, v.16, n.1, p.53-59, 2010.

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.

NAIR, P. K. R. Classification of agroforestry systems. In: MacDICKEN, K.G.; VERGARA, N. T. (Ed.) **Agroforestry: classification and management**. New York: Wiley Interscience, 1990. 382 p.

NOCE, R.; SILVA, M. L. da; SOARES, T. S.; CARVALHO, R. M. M. A. Análise de risco e retorno do setor florestal: produtos da madeira. **Revista Árvore**, v.29, p.77-84, 2005.

REZENDE, J. L. P. de; OLIVEIRA, A. D. de. **Análise econômica e social de projetos florestais**. Viçosa: UFV, 2001, 389 p.

PALISADE CORPORATION. **Risk analysis and simulation add-in for Microsoft Excel or Lotus 1-2-3**. New York: Palisade Corporation, 1997. 402 p.

PALISADE CORPORATION. **Risk analysis and simulation add-in for Microsoft Excel – Guide to use @RISK**. New York: Palisade Corporation, 2002. 499 p.

SILVA, M. L. da; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. L. **Economia florestal**. Viçosa: UFV, 2002.178p.

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, p.689-694, 2003.

SOUZA, A. N. de; OLIVEIRA, A. D. de; SCOLFORO J. R. S.; REZENDE, J. L. P. de; MELLO, J. M. de. Viabilidade econômica de um sistema agroflorestal. **Revista Cerne**, v.13, n.1, p.96-106, 2007.

SOUZA, D. R. de; SOUZA A. L. de; SILVA, M. L. da; RODRIGUES, F. L. Ciclo de corte econômico ótimo em floresta ombrófila densa de terra firme sob manejo florestal sustentável, Amazônia Oriental. **Revista Arvore**, v.28, n.5, p.681-689, 2004.

VALE, R. S. do. **Agrossilvicultura com eucalipto como alternativa para o desenvolvimento sustentável da Zona da Mata de Minas Gerais**. 2004. 112p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2004.

VERRUMA-BERNARDI, M. R.; MORAES, C. W. S. de; MACHADO, C. A.; KAJISHIMA S.; COSTA, E. Q. Análise descritiva quantitativa do palmito de pupunheira. **Acta Amazônica**, v. 37, n. 4, p.507-511, 2007.

### ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS

#### 1. INTRODUÇÃO

Uma forma de diversificar a produção na propriedade é a prática dos sistemas agroflorestais em suas modalidades: sistema agrossilvicultural, sistema silvipastoril e sistema agrossilvipastoril, que podem envolver, além de várias culturas agrícolas, várias espécies florestais e a pecuária num só sistema, em diferentes arranjos, com vistas à maximização do lucro e otimização da geração de serviços e bens ambientais.

Em sistemas agroflorestais, o produto final que vai completar o ciclo, na maioria das vezes, é o material lenhoso da espécie florestal que, seguindo os conceitos atuais de múltiplos usos, deverá ser destinado a tantos mercados quantos forem convenientes sob o ponto de vista econômico, agregando-se valor à árvore de modo que cada parte de seu fuste se destine ao produto de maior valor, além das culturas agrícolas e do componente animal (SOUZA, et al. 2007).

Segundo Carvalho (2003), os sistemas agroflorestais, em comparação aos sistemas de produção convencionais, utilizam melhor os recursos naturais disponíveis, principalmente pela otimização do uso da energia solar através da multiestratificação diferenciada de espécies, reciclagem de nutrientes, manutenção da umidade e proteção do solo contra a erosão e lixiviação, o que resulta em sistemas potencialmente mais produtivos e sustentáveis. O mesmo autor destaca que os benefícios ecológicos, sociais e econômicos gerados por esses sistemas, têm resultado em grande interesse por parte de pequenos, médios e grandes produtores, no Brasil e no mundo.

De acordo com Dubé (1999) e Vale (2004), os sistemas agroflorestais permitem ainda evidenciar algumas vantagens, tanto econômicas quanto sociais, em relação às outras modalidades de uso da terra, como:

- aumento da renda do produtor rural;
- maior variedade de produtos e, ou, serviços;

- melhoria da alimentação do homem do campo;
- redução do risco de perdas totais;
- redução dos custos de plantio;
- melhoria da distribuição da mão de obra rural; e
- redução da necessidade de capinas.

A atividade agroflorestal reúne em seu processo produtivo uma série de etapas decorrentes das práticas agrícolas e florestais necessárias à condução e ao manejo das espécies que compõem os sistemas de produção. Por esse motivo, a análise financeira de um cenário agroflorestal se torna mais complexa, uma vez que envolve a combinação de diversas variáveis técnicas, de custos e receitas, cujas informações muitas vezes não estão facilmente disponíveis (BENTES-GAMA, 2003). A análise econômica de sistemas agroflorestais torna-se de grande importância para o produtor rural, propiciando um melhor conhecimento dos custos e receitas da atividade.

Diante do exposto, os sistemas agroflorestais apresentam potencial para melhorar a qualidade de vida dos produtores rurais, podendo gerar renda e empregos, bem como conciliar as atividades produtivas rentáveis com a preservação do meio ambiente, promovendo assim um bem-estar social a estes produtores.

O objetivo deste trabalho é analisar a viabilidade técnica e econômica de sistemas silvipastoril e agrossilvipastoril, compará-los com um projeto convencional de monocultivo de eucalipto para produção de carvão, mostrando a possibilidade de renda a ser gerada aos produtores, bem como o risco de se investir neste tipo de atividade e, com isso, fornecer subsídios para a implantação dos mesmos.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Para permitir aos produtores rurais uma escolha da melhor alternativa de plantio e manejo da floresta, na análise econômica foram definidas as seguintes alternativas de manejo: manejo para produção de carvão em monocultivo florestal, sistema agrossilvipastoril e sistema silvipastoril.

## 2.1. Produção de carvão a partir de floresta plantada em espaçamento convencional.

Os dados de preços e custos das atividades silviculturais foram levantados através de pesquisas em literaturas, em sites como Embrapa Florestas e Centro de Desenvolvimento do Agronegócio (Cedagro), e empresas florestais, visando refletir a realidade da maioria dos plantios com eucalipto para a produção de carvão.

O valor da terra foi considerado como sendo de R\$ 2.000,00/ha, resultando em uma taxa anual de arrendamento de R\$ 175,00 por hectare. Considerou-se, também, que 30% da propriedade compõem a Área de Preservação Permanente (APP), Reserva Legal (RL) e benfeitorias.

O custo de carbonização foi calculado com base em dados de empresas especializadas, sendo fixado em R\$ 40,00/mdc (metro de carvão).

Quadro 1 - Custos do projeto florestal visando a produção de carvão.

Atividade	Ano de ocorrência	Custos (R\$/ha)
Implantação	1	2.500,00
Manutenção	2	728,98
Manutenção	3	538,01
Manutenção	8	666,86
Manutenção	9	464,04
Manutenção	4 a 6 e 10 a 13	495,89
Colheita e carbonização	7	4.675,00
Colheita e carbonização	14	3.907,50
Custo anual da terra	1 a 14	175,00

Fonte: CORDEIRO et al. (2010) e empresas do setor.

O custo de transporte do carvão vegetal foi agregado, considerando que ele é entregue no pátio da indústria ou siderúrgica. O preço levantado com relação ao transporte foi o equivalente a um litro de óleo diesel por quilômetro rodado, resultando num frete de R\$ 2,00 por quilômetro rodado.

Levou-se em consideração duas rotações, com uma produtividade esperada de 245 m<sup>3</sup>/ha, no primeiro corte, no sétimo ano, e de 220,5 m<sup>3</sup>/ha no segundo corte, no décimo quarto ano (decréscimo de 10% da produção do primeiro para o segundo corte). O fator de conversão volumétrico de st – estéreo - para m<sup>3</sup> foi de 1,5 o qual é utilizado por grande parte das empresas florestais (REZENDE et al., 2006).

Segundo Rezende et al. (2006), a conversão volumétrica de lenha para carvão é afetada pelo formato do fuste, presença de galhos finos e o diâmetro do fuste. Neste estudo considerou-se um fator de conversão volumétrica de lenha para carvão (st/mdc) de 1,5:1.

Os custos do carvão entregue na usina, incluindo colheita, transporte da lenha, carbonização e transporte do carvão, totalizam R\$50,69/mdc. O preço de venda do carvão foi estabelecido em R\$110,00/mdc, calculado pela média dos preços mensais do carvão vegetal (em R\$/mdc) originário de florestas plantadas em Minas Gerais, nos meses de janeiro a outubro de 2010.

## **2.2. Sistema agrossilvipastoril**

O sistema agrossilvipastoril apresentado aqui consiste em plantar o eucalipto no espaçamento amplo (10 x4m) juntamente com o arroz nas entrelinhas. Após a colheita do arroz, planta-se a soja. Após a colheita da soja, planta-se a *Brachiaria* para formação da pastagem e introdução de novilhos com aproximadamente 5 arrobas. Após 2 anos vende-se o boi gordo. Portanto, a cada 2 anos uma nova remessa de novilhos é colocada na área. No final de 11 anos colhe-se a madeira e encerra-se este ciclo do projeto. A produção e a receita deste sistema encontra-se no Quadro 2.

Considerou-se que a produtividade ou incremento médio anual da floresta é de 25 m<sup>3</sup>/ha/ano, e que 60% da madeira produzida seria para energia e 40% para serraria. Assim, cortando-se o eucalipto com 11 anos de idade, obtém-se uma produção de 275 m<sup>3</sup>/ha, sendo que 165 m<sup>3</sup> são para energia e 110 m<sup>3</sup> são para serraria.

Quadro 2 – Produção e receita do sistema agrossilvipastoril.

Discriminação do produto	Unidade (un)	Produção (un/ha)	Preço de venda (R\$/un)	Receita (R\$/ha)
- Arroz	Sc	23,33	27,64	644,84
- Soja	Sc	25,00	39,38	984,50
- Boi gordo	@	15,00	87,69	1.315,35
- Madeira de Eucalyptus para serraria	m <sup>3</sup>	110,00	300,00	33.000,00
- Madeira de Eucalyptus para energia	Mdc	165,00	110,00	18.150,00

\* Os preços de venda do arroz e da soja foram calculados pela média dos meses de janeiro a dezembro de 2010.

\* O preço de venda da arroba do boi foi calculado pela média dos meses de janeiro a novembro de 2010.

Fonte: CEPEA (2010).

### 2.3. Sistema silvipastoril

O sistema silvipastoril apresentado aqui difere do anterior - agrossilvipastoril - por não ter cultura agrícola. Assim, após a implantação da floresta no mesmo espaçamento 10m x 4m, faz-se uma manutenção no ano seguinte. No segundo ano forma-se a pastagem. Por volta do 3º ano colocam-se os novilhos com 5 arrobas. Após 2 anos vende-se o boi gordo. A cada 2 anos uma nova remessa de novilhos é colocada na área. A cada 3 anos, aproximadamente, deve-se fazer manutenção das pastagens. Com 11 anos vendem-se os bois e a madeira e encerra-se o projeto.

A produção e a receita esperada para o projeto são as mesmas apresentadas no Quadro 2 para o boi e a madeira.

### 2.4. Métodos de avaliação econômica

Na análise financeira considerou-se uma taxa de juros de 8,75% a.a., que é a taxa de juros de empréstimo de capital, inicialmente adotado pelo

Programa de Plantio Comercial de Florestas (PROPFLORA) do Banco do Brasil e demais bancos credenciados pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), para investimento e produção de florestas.

A análise financeira de todos os sistemas foi embasada nos métodos de avaliação de projetos apresentados a seguir:

- **Valor Presente Líquido – VPL**

O VPL representa a diferença entre as receitas e custos atualizados para uma determinada taxa de desconto (REZENDE & OLIVEIRA, 2001; SILVA et al., 2002). Um VPL positivo indica que o projeto é economicamente viável, para uma determinada taxa utilizada. Na escolha entre dois ou mais projetos, deve-se selecionar o investimento com o maior VPL positivo.

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

Em que:  $R_j$  = receitas no período  $j$ ;  $C_j$  = custos no período  $j$ ;  $i$  = taxa de desconto;  $j$  = período de ocorrência de  $R_j$  e  $C_j$ ; e  $n$  = duração do projeto, em anos, ou em número de períodos de tempo.

- **Valor Anual Equivalente - VAE**

O Valor Anual Equivalente (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 o VAE for positivo. Assim, na identificação entre dois ou mais projetos, aquele com melhor condição de ser executado, é o projeto que apresentar o maior VAE (REZENDE & OLIVEIRA, 2001; SILVA et al., 2002).

$$VAE = \frac{VPL \cdot i}{1 - (1+i)^{-n}}$$

Em que:  $VPL$  = valor presente líquido;  $n$  = duração do ciclo ou rotação, em anos.

- **Taxa Interna de Retorno - TIR**

A TIR é a taxa de desconto que iguala o valor atual das receitas futuras ao valor atual dos custos futuros do projeto. Assim sendo, esta técnica se constitui numa medida relativa que reflete o aumento no valor do investimento ao longo do tempo, com base nos recursos requeridos para produzir o fluxo de receitas (REZENDE & OLIVEIRA, 2001; SILVA et al., 2002).

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

em que:  $TIR$  = taxa interna de retorno; as demais variáveis já foram definidas.

- **Razão Benefício/Custo - B/C**

Este método consiste em determinar a relação entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos, para uma determinada taxa de juros ou descontos. Um projeto é considerado viável economicamente se  $B/C > 1$ . Entre dois ou mais projetos, o mais viável é aquele que apresentar o maior valor de  $B/C$  (REZENDE & OLIVEIRA, 2001). Quando  $B/C = 1$ , resulta em  $VPL B/C = 0$ ; nesse caso, a  $TIR$  associada a um projeto pode também ser determinada como sendo a taxa que faz com que  $B/C = 1$ .

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

Em que:  $R_j$  = receita no final do ano  $j$ ;  $C_j$  = custo no final do ano  $j$ ; e  $n$  = duração do projeto, em anos.

- **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 produção de madeira, calculado com base numa série infinita de rotações (SILVA et al, 2002). Leuschner (1984), afirma que o VET também seria para indicar o valor máximo que se pode pagar pela terra para que o empreendimento seja remunerado na taxa de juro utilizada.

$$VET = \frac{VPL(1+i)^t}{(1+i)^t - 1}$$

O projeto será considerado economicamente viável se apresentar VET maior que o valor da terra.

## **2.5. Análise de sensibilidade**

Como nas regiões onde se pretendem implantar projetos de reflorestamento e de sistemas agroflorestais envolvem variações de altitude, topografia e solo, refletindo em diferentes produtividades, foi feita uma análise de sensibilidade, ou seja, alteraram-se os valores de produtividade e preço dos produtos. Isto permite ao produtor rural verificar os efeitos destas variáveis na rentabilidade do seu negócio, além de identificar qual a situação que mais se adéque ou ajuste à sua realidade, permitindo assim uma tomada de decisão mais acertada com relação à adoção do reflorestamento como uma atividade para sua propriedade.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.1. Produção de carvão a partir de floresta plantada em espaçamento convencional**

A partir dos dados médios estabelecidos elaborou-se o fluxo de caixa, com valores correntes e descontados (Quadro 3).

Quadro 3 - Fluxo de caixa para produção de carvão.

Ano	Discriminação	Receita	Custo	Receita descontada	Custo descontado	Fluxo de caixa
0	Implantação	-	2.500,00	-	2.500,00	-2.500,00
1	Manutenção 2	-	768,00	-	706,21	-706,21
2	Manutenção 3	-	578,50	-	489,15	-489,15
3	Manutenção 4	-	545,30	-	423,98	-423,98
4	Manutenção 5	-	545,30	-	389,87	-389,87
5	Manutenção 6	-	545,30	-	358,50	-358,50
7	Colheita 1	20.212,50	9.186,60	11.236,09	5.106,81	6.129,28
8	Manutenção 1	-	504,80	-	258,04	-258,04
9	Manutenção 2	-	504,80	-	237,28	-237,28
10	Manutenção 3	-	450,20	-	194,59	-194,59
11	Manutenção 4	-	450,20	-	178,93	-178,93
12	Manutenção 5	-	450,20	-	164,53	-164,53
13	Manutenção 6	-	450,20	-	151,30	-151,30
14	Colheita 2	18.191,25	8.610,60	5.621,51	2.660,87	2.960,64
<b>Total =</b>		<b>38.403,75</b>	<b>26.090,00</b>	<b>16.857,60</b>	<b>13.820,06</b>	<b>3.037,54</b>

Os custos de colheita, transporte e carbonização, juntos, representam 63,36% do custo total. Os custos da terra, implantação e manutenção, representam 7,1%, 8,9% e 20,62%, respectivamente. Isso mostra que apesar de muitas pessoas negligenciarem o custo da terra nas análises ele é significativo e sua exclusão pode levar à escolha de projetos antieconômicos (Figura 1).



Figura 1 – Participação (%) dos principais custos no projeto.

No Quadro 4 são apresentados os indicadores econômicos para o projeto em questão. O lucro descontado do projeto (VPL) foi de R\$3.037,54 por hectare. Isso equivale a um lucro anual (VAE) de R\$384,65, indicando a viabilidade econômica deste projeto. A Taxa Interna de Retorno (TIR) foi de 19% ao ano, acima da taxa de desconto, indicando a rentabilidade do investimento maior que algumas aplicações financeiras, como a poupança. A Relação Benefício/Custo (B/C) indica que as receitas foram 12,2% superiores aos custos. Já o Valor Esperado da Terra indica o preço máximo que se pode pagar pela terra que é de R\$4.396,00/ha.

Quadro 4 – Indicadores financeiros para o projeto em análise.

Métodos de avaliação	Valores
VPL (R\$/ha)	3.037,54
TIR (% a. a.)	19
VAE (R\$/ha/ano)	384,65
B/C	1,22
VET (R\$/ha)	4.396,00

Para permitir a análise de diferentes cenários considerou-se:

- três níveis de produtividade da floresta: 25, 30 e 35m<sup>3</sup>/ha/ano;
- três níveis de preço do carvão: R\$110,00; R\$100,00 e R\$90,00/mdc.

Observa-se no Quadro 5, que para a produtividade de 25 m<sup>3</sup>/ha/ano o Valor Presente Líquido (VPL) do projeto foi negativo, sendo de (-) R\$1.778,91,00/ha. Já para os preços analisados, o VPL apresenta-se negativo quando o preço de venda do carvão é R\$90,00/mdc. É importante salientar que lucros maiores serão obtidos quando houver aumento de produtividade da floresta, bem como o aumento do preço, dependendo do mercado de carvão vegetal no momento da análise.

Quadro 5 – Análise de sensibilidade para o projeto visando a produção de carvão.

Produtividade (m <sup>3</sup> /ha/ano)	VPL (R\$/ha)
35	3.037,54
30	629,31
25	-1.778,91
Preço do carvão (R\$/mdc)	VPL (R\$/ha)
110	3.037,54
100	1.505,03
90	-27,48

### 3.2. Sistema agrossilvipastoril

O fluxo de caixa (Quadro 6) indica que as culturas agrícolas (arroz e soja) não deram lucro, pois, atualmente, seus custos de produção estão elevados e a receita esperada é baixa em virtude dos preços atuais destes produtos. Porém, caso os preços destes produtos melhorem o projeto fica muito atrativo do ponto de vista econômico. Um maior lucro pode ser obtido devido à venda da madeira serrada, onde as receitas são elevadas.

Quadro 6 – Fluxo de caixa do sistema agrossilvipastoril.

Ano	Receita	Custo	Rec. desc.	Custo desc.	Fluxo caixa
0	644,84	1.650,00	644,84	1.650,00	-1005,16
1	984,50	1.610,60	905,29	1.481,01	-575,72
2	-	870,80	-	736,31	-736,31
3	-	1.200,00	-	933,03	-933,03
4	-	295,00	-	210,91	-210,91
5	1.315,35	1.091,20	864,76	717,39	147,36
6	-	314,30	-	190,01	-190,01
7	1.315,35	675,00	731,20	375,23	355,97
8	-	720,80	-	368,45	-368,45
9	1.315,35	675,70	618,27	317,61	300,66
10	-	295,80	-	127,85	-127,85
11	52.465,35	295,80	20852,14	117,56	20734,58
Total	58.040,74	9.695,00	24.616,50	7.225,37	17.391,13

Este sistema é muito interessante, pois otimiza o uso da terra, uma vez que as diferentes culturas utilizam melhor o solo, pois apresentam diferentes exigências nutricionais. Os custos das atividades também são diluídos pois um tratamento cultural serve para mais de uma cultura. A interação positiva entre culturas pode ser uma realidade desde se conheça as exigências de cada uma.

O Quadro 7 apresenta os indicadores econômicos para o projeto em questão. O lucro descontado do projeto (VPL) foi de R\$17.391,13 por hectare, o que equivale a um Lucro anual (VAE) de R\$2.525,46, indicando a viabilidade econômica deste projeto. A Taxa Interna de Retorno (TIR) foi de 31% ao ano, bem acima da taxa de desconto, indicando a rentabilidade do investimento. A Relação Benefício/Custo (B/C) indica que as receitas foram 34,1% superiores aos custos. Já o Valor Esperado da Terra indica o preço máximo que se pode pagar pela terra que é de R\$28.862,36/ha.

Quadro 7 – Indicadores financeiros para o projeto em análise.

Métodos de avaliação	Valores
VPL (R\$/ha)	17.391,13
TIR (% a. a.)	31,00
VAE (R\$/ha/ano)	2.525,46
B/C	3,41
VET (R\$/ha)	28.862,36

Para permitir a análise de diferentes cenários considerou-se:

- três níveis de produtividade da floresta: 25, 30 e 35m<sup>3</sup>/ha/ano;
- três níveis de preço da madeira serrada: R\$300,00; R\$250,00 e R\$200,00/m<sup>3</sup>.

Observa-se no Quadro 8, que para os valores de produtividade e de preços da madeira serrada propostos na análise, o VPL foi positivo, indicando que o projeto é rentável.

Quadro 8 – Análise de sensibilidade para o sistema agrossilvicultural proposto na pesquisa.

Produtividade (m <sup>3</sup> /ha/ano)	VPL (R\$/ha)
35	17.391,13
30	15.517,43
25	13.643,78
Preço da madeira (R\$/m <sup>3</sup> )	VPL (R\$/ha)
300	17.391,13
250	15.205,18
200	13.019,23

### 3.3. Sistema silvipastoril

O fluxo de caixa deste sistema é apresentado no Quadro 9. Mostra que a pecuária está lucrativa, pois os custos desta atividade estão inferiores às receitas, sendo esta atividade interessante. Um maior lucro pode ser obtido devido à venda da madeira serrada, onde as receitas são elevadas.

Quadro 9 – Fluxo de caixa do sistema silvipastoril.

Ano	Receita	Custo	Rec. desc.	Custo desc.	Fluxo caixa
0	-	960,90	-	960,90	-960,90
1	-	410,90	-	377,83	-377,83
2	-	845,50	-	714,91	-714,91
3	-	1.200,50	-	933,41	-933,41
4	-	295,80	-	211,48	-211,48
5	1.315,35	1.078,45	864,75	709,01	155,74
6	-	324,00	-	195,87	-195,87
7	1.315,35	665,35	731,20	369,86	361,33
8	-	691,75	-	353,60	-353,60
9	1.315,35	665,35	618,26	312,74	305,52
10	-	324,00	-	140,04	-140,04
11	52.465,35	324,00	20852,14	128,77	20723,37
Total	56.411,40	7.265,61	23.066,37	5.408,46	17.657,91

Observa-se no Quadro 10 que todos indicadores financeiros mostram um bom lucro da atividade. O lucro descontado do projeto (VPL) foi de R\$17.657,91 por hectare, isso equivale a um lucro anual (VAE) de R\$2.564,20,

indicando a viabilidade econômica deste projeto. A Relação Benefício/Custo (B/C) indica que as receitas foram 42,6% superiores aos custos. O VET indica que o reflorestamento seria viável para o preço da terra até R\$29.305,10/ha. A TIR mostra a boa rentabilidade do projeto para valores de terra mais baixos, sendo de 33%.

Quadro 10 – Indicadores financeiros do sistema silvipastoril.

Métodos de avaliação	Valores
VPL (R\$/ha)	17.657,91
TIR (% a. a.)	33,00
VAE (R\$/ha/ano)	2.564,20
B/C	4,26
VET (R\$/ha)	29.305,10

Para permitir a análise de diferentes cenários considerou-se:

- três níveis de produtividade da floresta: 25, 30 e 35m<sup>3</sup>/ha/ano;
- três níveis de preço da madeira serrada: R\$300,00; R\$250,00 e R\$200,00/m<sup>3</sup>.

Assim como no projeto de sistema agrossilvicultural, observa-se no Quadro 11, que para os valores de produtividade e de preços da madeira serrada propostos na análise, o VPL foi positivo, indicando que o projeto é rentável.

Quadro 11 – Análise de sensibilidade para o sistema silvipastoril proposto na pesquisa.

Produtividade (m <sup>3</sup> /ha/ano)	VPL (R\$/ha)
35	17.657,91
30	15.784,23
25	13.910,53
Preço da madeira (R\$/m <sup>3</sup> )	VPL (R\$/ha)
300	17.487,72
250	15.471,96
200	13.286,00

#### 4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, observa-se que tanto a produção de carvão vegetal quanto os sistemas agrossilvicultural e silvipastoril são viáveis economicamente, desde que sejam efetuados de forma correta, com a devida orientação técnica, sendo assim, boas alternativas de renda, principalmente em condições de maior produtividade.

Os sistemas agrossilvicultural e silvipastoril obtiveram melhores indicadores financeiros, e isto se deve ao valor da madeira para serraria, que agrega maior valor de comercialização, quando comparado ao carvão vegetal. Uma importante contribuição do consórcio é o retorno precoce de investimentos feitos no arranjo produtivo consorciado, devido à venda dos produtos agrícolas.

Os sistemas agroflorestais, como visto neste trabalho, contribuem com a geração de renda adicional para os proprietários rurais, e, além disso, podem contribuir com a redução do êxodo rural, através da geração de postos de trabalho, principalmente em pequenas propriedades rurais, onde é utilizada basicamente a mão de obra familiar. Contribuem, também, para promover o balanço ambiental positivo da propriedade e melhorar sua capacidade funcional nos aspectos social, ambiental e econômico.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

CARVALHO, F. C. de. **Sistema de produção agrossilvipastoril para a região semiárida do Nordeste do Brasil.** 2003. 77p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2003.

Centro de desenvolvimento do agronegócio – CEDAGRO. **Coefficientes técnicos e custos de produção na agricultura do Espírito Santo - Eucalipto.** Disponível em: <<http://www.cedagro.org.br/>>. Acesso em: 20/11/2009.

Centro de estudos avançados em economia aplicada – CEPEA. **Indicadores de preços.** Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/>>. Acesso em 13/12/2010.

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.

DUBÈ, F. **Estudos técnicos e econômicos de sistemas agroflorestais com *Eucalyptus* SP. no noroeste do Estado de Minas Gerais:** O caso da Companhia Mineira de Metais. 1999. 146 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

EMBRAPA FLORESTAS. **Produtos e Serviços – Planilha de custos de eucalipto.** Disponível em: <[http://www.cnpf.embrapa.br/arquivos/Planilha\\_Eucalipto.pdf](http://www.cnpf.embrapa.br/arquivos/Planilha_Eucalipto.pdf)> Acesso em: 20/11/2009.

LEUSCHNER, W. A. **Introduction to Forest resource management.** New York, John Wiley, 1984. 304p.

REZENDE, J. L. P. de; OLIVEIRA, A. D. de. **Análise econômica e social de projetos florestais.** Viçosa: UFV, 2001, 389 p.

REZENDE, J. L. P. de; PÁDUA, C. T. J.; OLIVEIRA, A. D. de; 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, M. L. da; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. L. **Economia florestal**. Viçosa: UFV, 2002.178p.

SOUZA, A. N. de; OLIVEIRA, A. D. de; SCOLFORO J. R. S.; REZENDE, J. L. P. de; MELLO, J. M. de. Viabilidade econômica de um sistema agroflorestal. **Revista Cerne**, v.13, n.1, p.96-106, 2007.

VALE, R. S. do. **Agrossilvicultura com eucalipto como alternativa para o desenvolvimento sustentável da Zona da Mata de Minas Gerais**. 2004. 112p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2004.

## **CAPÍTULO 3**

---

### **CUSTOS E RENDIMENTOS DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA ZONA DA MATA – MG**

#### **1. INTRODUÇÃO**

Em suas condições originais, a formação vegetal que sugeriu o nome da Zona da Mata de Minas Gerais formava um todo contínuo com a floresta do médio Paraíba, ao sul, e a do Vale do Rio Doce, ao norte; a oeste limitavam-na os campos naturais do centro e sul de Minas. A cobertura florestal original manteve-se pouco alterada até o início do século XIX. A partir dessa época ocorreu a efetiva ocupação humana da região, por meio de um processo predatório, com o corte raso da floresta, visando destinar áreas para a cafeicultura, pecuária ou simplesmente a comercialização da madeira. Apenas as áreas de difícil acesso permaneceram com menor nível de intervenção antrópica (LOPES et al., 2002).

Para atender à progressiva demanda de produtos agropecuários e florestais, ou seja, da agricultura, silvicultura e pecuária, com as características exigidas pelo mercado, o uso da terra foi intensificado. Por causa disto, novas fronteiras foram abertas em detrimento de uma degradação dos recursos naturais, promovendo uma drástica redução da biodiversidade, em substituição a plantios homogêneos. As monoculturas sucessivas provocaram uma queda da fertilidade natural dos solos e, conseqüentemente, uma produtividade incompatível com o esperado.

Sendo assim, uma alternativa para desenvolvimento da Zona da Mata mineira é a utilização de sistemas agroflorestais. Esse sistema vem despertando interesse na amortização de custos, em razão, principalmente, dos altos custos envolvidos na implantação e manutenção de florestas, e devido à necessidade de implementação de projetos que busquem conciliar desenvolvimento econômico e redução de impactos ao meio ambiente.

A maior parte das terras da região está ocupada por pastagens naturais e plantadas (principalmente braquiárias), que suportam rebanhos bovinos

predominantes com dupla finalidade (leite e corte), distribuídos em propriedades de portes médio e pequeno. Entre as culturas tradicionais da região, o café foi o mais importante na formação de rendas. A crescente diminuição dos cafezais contribuiu para o esvaziamento da economia regional, ao passo que a liberação da mão-de-obra dessa atividade, não absorvida pelos outros setores, reduziu as oportunidades de trabalho, criando tensões sociais. Atualmente, o café ainda é tradicional na região, havendo também cultivo do milho, gado de leite/corte e a área com o cultivo do eucalipto vem crescendo e se mostrando como uma excelente oportunidade de renda aos produtores rurais.

A produção agrícola atual na Zona da Mata tem três principais características; longo tempo de uso da terra, sistemas de produção em pequena escala e uso de práticas agrícolas tradicionais (Vale, 2004).

Espécies do gênero *Eucalyptus* vêm sendo muito utilizadas, inclusive em consórcios com outras espécies arbóreas e agrícolas em sistemas agroflorestais, visando principalmente a produção de madeira, devido ao seu rápido crescimento e da qualidade dos produtos finais.

Diante do exposto, o objetivo deste capítulo é realizar um levantamento dos custos de sistemas agroflorestais, verificando a importância da participação do componente agrícola nos sistemas com ou sem eucalipto, na Zona da Mata mineira, bem como simular situações visando melhoria da rentabilidade destes sistemas.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Fonte de dados**

Utilizou-se os dados de projetos referentes às Unidades de Experimentação com Integração Lavoura Pecuária e Floresta, conduzidos nos anos de 2007/2008, fornecidos pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais (EMATER-MG) e pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Esses dados foram coletados junto a proprietários rurais dos municípios de Viçosa, Ponte Nova, São Pedro dos Ferros e Senador Firmino.

Os dados de custos e receitas até o primeiro ano dos sistemas foram coletados de sistemas agroflorestais implantados pela EMATER, e os custos e receitas dos anos seguintes são estimados.

### **2.1.1. Descrição das unidades de experimentação**

#### **Unidade Regional: Viçosa, município Viçosa**

Os cultivares utilizados foram Milho DK 747 e gramínea *Brachiaria brizanta*. Utilizou-se a calagem, na quantidade de 2 toneladas por hectare.

A dessecação (aplicação de herbicida) foi necessária, sendo utilizado o Roundup, na quantidade de 5 litros/hectare.

O espaçamento de plantio do milho foi de 65 cm, totalizando 30.000 plantas/ha. Já a braquiária foi plantada no espaçamento de 65 cm, sendo utilizados 10 kg de sementes/hectare.

Realizou-se a adubação N-P-K de plantio, 08-28-16, sendo utilizados 500 kg por hectare e adubação N-P-K de cobertura, 30-00-10, na quantidade de 300 kg por hectare.

A unidade demonstrativa foi implantada seguindo a tecnologia preconizada para tal. Houve falha no plantio além de dois longos períodos de estiagem, na emergência e no estágio de 2 pares de folhas, o que comprometeu bastante o desenvolvimento do milho, de maneira que a braquiária encontrou melhores condições, competindo com o milho, e reduzindo a produtividade do mesmo.

#### **Unidade Regional: Ponte Nova , município São Pedro dos Ferros**

Os cultivares utilizados foram Milho BM 2202 e gramínea *Brachiaria brizanta*.

Utilizou-se a calagem, na quantidade de 0,6 toneladas por hectare.

A aplicação de herbicida foi necessária, sendo utilizado o Roundup, na quantidade de 10 litros por hectare e DMA na quantidade de 3 litros por hectare.

O espaçamento de plantio do milho foi de 100 cm, totalizando 45.000 plantas/ha. Já a braquiária foi plantada no espaçamento de 50 cm, sendo utilizados 20 kg de sementes/hectare.

Realizou-se a adubação N-P-K de plantio, 08-28-16, sendo utilizados 400 kg por hectare e adubação N-P-K de cobertura 30-00-10, na quantidade de 400 kg por hectare.

### **Unidade Regional: Viçosa , município Senador Firmino**

Os cultivares utilizados foram milho Biomatrix BRS 2110, gramínea *Brachiaria brizanta*, *Brachiaria decumbens* e *Eucalyptus urophylla*.

Utilizou-se a calagem (agrosilício), na quantidade de 2,5 toneladas por hectare.

A aplicação de herbicida foi necessária, sendo utilizado o Roundup, na quantidade de 3,5 litros por hectare.

O espaçamento de plantio do milho foi de 90 cm, totalizando 50.000 plantas/ha. Já a braquiária foi plantada no espaçamento de 45 cm, sendo utilizados 25 kg de sementes/hectare. Realizou-se o plantio manual de 75 plantas de eucalipto por hectare.

A adubação N-P-K de plantio para o milho foi a fórmula 08-28-16 + Zn + Bo, sendo utilizados 400 kg por hectare, a adubação da braquiária foi com o superfosfato simples granulado, na quantidade de 100 kg por hectare, e para o eucalipto foi 06-30-06, na quantidade de 50 kg por hectare.

A adubação de cobertura utilizada foi o amônio farelado, na quantidade de 300 kg por hectare. No milho foi utilizada calda viçosa, na quantidade de 6,5 kg por hectare (adubação foliar).

No combate a formigas utilizou-se isca formicida na quantidade de 1,5 kg por hectare.

### **2.2. Cenários de simulação**

Realizou-se uma simulação com base na unidade experimental da regional Viçosa, município de Senador Firmino. Variou-se o espaçamento de

plantio do eucalipto, bem como todos os custos e receitas do sistema agroflorestal em questão. Os custos de produção do sistema agroflorestal foram comparados com o monocultivo do eucalipto.

O espaçamento de plantio do eucalipto considerado no monocultivo foi de 3 x 3m, sendo considerada nos cálculos a área de 1 hectare. Considerou-se 2 cortes da floresta, sendo o primeiro aos 7 anos visando à produção de carvão e o segundo aos 14 anos visando à produção de madeira para serraria. Considerou-se um Incremento Médio Anual (IMA) de 35m<sup>3</sup>/ha/ano, sendo que 40% da produção de madeira foi destinada à produção de carvão vegetal com índice de conversão volumétrica de 2:1 (m<sup>3</sup> para mdc) e 60% destinada à produção de madeira serrada.

No Quadro 1 encontram-se os custos deste projeto.

Quadro 1 - Custos do projeto florestal visando a produção de carvão e madeira para serraria.

ITENS DE CUSTO	Unidade	Valor Unitário	Período					
			1º Ano		2º ano		3º ano	
			Quant	Valor	Quant	Valor	Quant	Valor
<b>1. INSUMOS</b>								
Mudas (Plantio e Replante)	ud	0,30	1280	384,00				
Irrigação	ud	110,00	2	220,00				
Calcário	t	85,00	0,11	9,35				
Fertilizantes								
Nitrogênio – N	Kg	2,95	20	59,00				
Fósforo - P2O5	Kg	2,67	30	80,10				
Potássio - K2O	Kg	3,50	20	70,00				
Formicida	Kg	10,60	5	53,00	4	42,40	4	42,40
Cupinicida	Kg	102,00	0,2	20,40	1	102		
<b>SUB TOTAL INSUMOS</b>	<b>R\$</b>			<b>895,85</b>		<b>144,40</b>		<b>42,40</b>
ITENS DE CUSTO	Unidade	Valor Unitário	Período					
			1º Ano		2º ano		3º ano	
			Quant	Valor	Quant	Valor	Quant	Valor
<b>2. SERVIÇOS</b>								
Limpeza da área	d/H	25,00	10	250,00				
Marcação de linhas	d/H	25,00	3	75,00				
Marcação de covas	d/H	25,00	2	50,00				
Coveamento	d/H	25,00	11	275,00				
Transporte interno de								
Insumos	d/H	25,00	1	25,00				
Calagem e Adubação na cova	d/H	25,00	3	75,00				
Plantio e replante	d/H	25,00	8	200,00				
Combate a formigas	d/H	35,00	2,5	87,50	2	70,00	2	70,00
Capina manual de coroamento ou na linha	d/H	25,00	9	225,00	6	150,00	6	150,00
Roçagem manual	d/H	25,00	7	175,00	6	150,00	6	150,00
Construção/Manutenção Aceiros	d/H	25,00	7	175,00	6	150,00	4	100,00
Corte e Toragem	d/H	25,00		25,00				
Baldeio	d/H	25,00		25,00				
Carregamento	d/H	25,00		25,00				
Carvoejamento	mdc	19,00		16,00				
Madeira	m3	14,00						
<b>SUB TOTAL SERVIÇOS</b>	<b>R\$</b>			<b>1612,50</b>		<b>520,00</b>		<b>470,00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>R\$</b>			<b>2508,35</b>		<b>664,40</b>		<b>512,40</b>

Fonte: Adaptado de CEDAGRO (2010) e EMATER.

Quadro 1 – Continuação.

ITENS DE CUSTO	Unidade	Valor Unitário	Período					
			4º ao 6º ano		7º ano		14º ano	
			Quant	Valor	Quant	Valor	Quant	Valor
<b>1. INSUMOS</b>								
Mudas (Plantio e Replântio)	ud	0,30						
Irrigação	ud	110,00						
Calcário	T	85,00						
Fertilizantes								
Nitrogênio – N	Kg	2,95						
Fósforo - P2O5	Kg	2,67						
Potássio - K2O	Kg	3,50						
Formicida	Kg	10,60	3	31,80	1	10,60		
Cupinicida	Kg	102,00						
<b>SUB TOTAL INSUMOS</b>	<b>R\$</b>			<b>31,80</b>		<b>10,60</b>		
ITENS DE CUSTO	Unidade	Valor Unitário	Período					
			4º ao 6º ano e 10º ao 13º ano		7º ano		14º ano	
			Quant	Valor	Quant	Valor	Quant.	Valor
<b>2. SERVIÇOS</b>								
Limpeza da área	d/H	25,00						
Marcação de linhas	d/H	25,00						
Marcação de covas	d/H	25,00						
Coveamento	d/H	25,00						
Transporte interno de								
Insumos	d/H	25,00						
Calagem e Adubação na cova	d/H	25,00						
Plantio e replântio	d/H	25,00						
Combate a formigas	d/H	35,00	5	175,00	2	70,00		
Capina manual de coroamento ou na linha	d/H	25,00						
Roçagem manual	d/H	25,00						
Construção/Manutenção Aceiros	d/H	25,00	12	300,00				
Corte e Toragem	d/H	25,00			20	500,00	18	450,00
Baldeio	d/H	25,00			24	600,00	23	575,00
Carregamento	d/H	25,00			29	725,00	27	675,00
Carvoejamento	mdc	19,00			165	3135,00		
Madeira	m3	14,00					110	1540,00
<b>SUB TOTAL SERVIÇOS</b>	<b>R\$</b>			<b>475,00</b>		<b>5030,00</b>		<b>3240,00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>R\$</b>			<b>506,80</b>		<b>5040,60</b>		<b>3240,00</b>

Fonte: Adaptado de CEDAGRO (2010) e EMATER.

O custo de carbonização foi calculado com base em dados de empresas especializadas, sendo fixado em R\$ 40,00/mdc (metro de carvão).

O valor de venda do carvão vegetal foi de R\$ 112,50/mdc, preço de venda do carvão em Belo Horizonte-MG, em abril de 2010 (CIFlorestas, 2010a).

O valor de venda da madeira em tora para serraria serrada foi de R\$ 150,00/m<sup>3</sup>, preço de venda da madeira serrada na Zona da Mata-MG, em novembro de 2009 (CIFlorestas, 2010b).

### **2.3. Custos e receitas das unidades demonstrativas**

Na unidade regional Viçosa, município de Viçosa, o custo total de implantação foi de R\$ 1.212,00 (Quadro 2). Os insumos foram responsáveis por 82,67% (Figura 1) dos custos, justifica-se principalmente pelo custo com adubação (plantio e cobertura), R\$ 798,00.

A produção total de milho no primeiro ano, foi de 1.920 kg/ha, com o valor da produção sendo de R\$ 960,00. Com isso, obteve-se um saldo negativo, de R\$ 252,00.

Quadro 2 - Relação de insumos e serviços utilizados (1ha).

Especificação	Unidade	Quantidade	Valor unitário	Total
<b>A – Insumos</b>				
Semente de gramínea	Kg	10	3,00	30,00
Semente de milho	Kg	20	3,00	60,00
Adubo de plantio: NPK (08-28-16)	SC	10	51,00	510,00
Adubação de cobertura: NPK (30-00-10)	SC	6	48,00	288,00
Calcário	T	2	27,00	54,00
Herbicida (glifosato)	Litro	5	12,00	60,00
<b>B – Serviços</b>				
Aplicação de herbicida	d/h	1	20,00	20,00
Aplicação de calcário	d/h	1	20,00	20,00
Plantio e adubação	d/h	2	20,00	40,00
Adubação de cobertura	d/h	1	20,00	20,00
Colheita	d/h	4	20,00	80,00
Transporte	d/h	2	20,00	40,00
<b>Total R\$</b>				<b>1.212,00</b>

Fonte: EMATER (2008a).

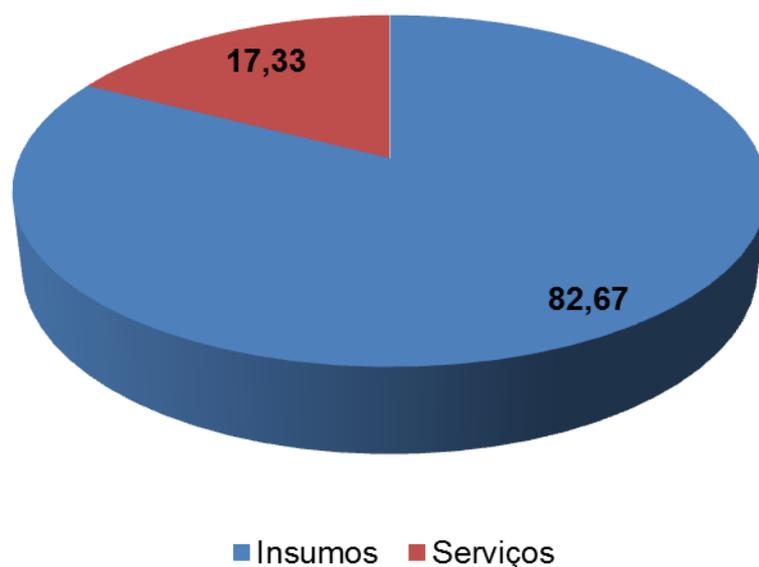


Figura 1 – Percentual de participação dos custos de insumos e serviços na implantação da unidade experimental.

Na unidade regional Ponte Nova, município de São Pedro dos Ferros, o custo total de implantação foi de R\$ 1.821,70 (Quadro 3). Os insumos foram responsáveis por 68,16% dos custos (Figura 2).

Foram necessárias duas dessecações na área, o que aumentou o gasto com herbicidas e mão-de-obra. A produtividade de milho foi de 4.200 kg por hectare, ficando limitada pela estiagem prolongada, pela competição do milho com o capim coloniã (banco de sementes e raízes). O valor da produção no primeiro ano, foi de R\$ 2.079,00, sendo a receita líquida R\$ 257,30.

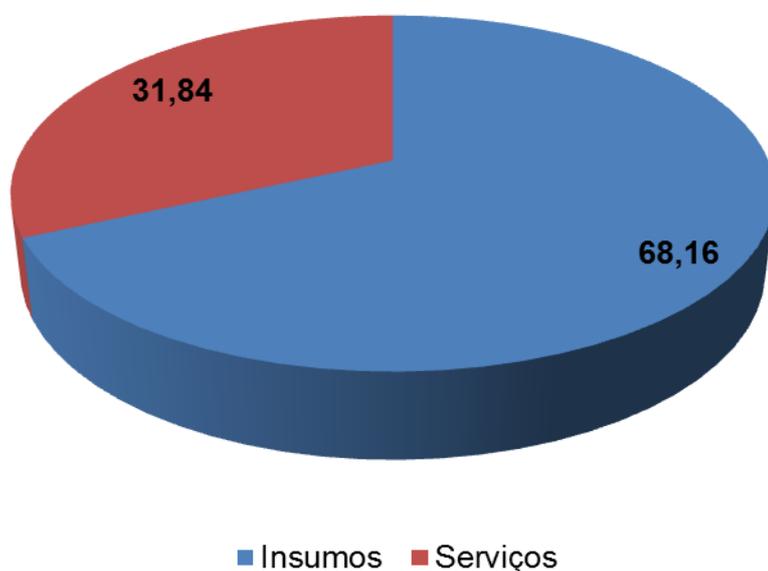


Figura 2 – Percentual de participação dos custos de insumos e serviços na implantação da unidade experimental.

Quadro 3 - Relação de insumos e serviços utilizados (1ha).

Especificação	Unidade	Quantidade	Valor unitário	Total
<b>A – Insumos</b>				
Semente de gramínea	Kg	20	3,25	65,00
Semente de milho	Kg	20	2,60	52,00
Adubação de plantio: NPK (08-28-16)	SC	8	55,50	444,00
Adubação de cobertura: NPK (30-00-10)	SC	8	48,00	384,00
Calcário	T	0,6	120,00	72,00
Herbicida (glifosato)	Litro	10	15,00	150,00
Herbicida (DMA)	Litro	3	18,60	55,80
Óleo diesel	Litro	10	1,89	18,90
Subtotal Insumos				1.241,70
<b>B – Serviços</b>				
Aplicação de herbicida	d/h	5	15,00	75,00
Aplicação de calcário	d/h	2	15,00	30,00
Plantio + adubação	d/h	5	15,00	75,00
Adubação de cobertura	d/h	4	15,00	60,00
Colheita	d/h	15	17,00	255,00
Transporte /debulha	d/h	5	17,00	85,00
Subtotal serviços				580,00
Total R\$				1.821,70

Fonte: EMATER (2008b).

Na unidade regional Viçosa, município de Senador Firmino, o custo total de implantação foi de R\$ 1.739,60 (Quadro 4). Os insumos foram responsáveis por 79,74% dos custos (Figura 3).

A produção total de milho no primeiro ano, foi de 2.998 kg/ha, o valor da produção foi de R\$ 999,00 e apresentando saldo de R\$ 740,60.

Quadro 4 - Relação de insumos e serviços utilizados (1 ha).

Especificação	Unidade	Quantidade	Valor unitário	Total
<b>A – Insumos</b>				
Semente de gramínea	kg	25	5,60	140,00
Semente de milho	kg	20,5	4,20	86,10
Adubação de plantio: NPK (8-28-16) +Zn+Bo	sc	8	62,00	496,00
Superfosfato simples granulado	sc	2	39,00	78,00
Formicida tipo “isca”	kg	1,5	7,00	10,50
Agrosilício	T	2,5	70,00	175,00
Sulfato de amônio	sc	6	38,00	228,00
Herbicida (glifosato)	litro	3,5	17,00	59,50
Adubo NPK (6-30-6)	sc	1	51,00	51,00
Mudas de eucalipto	milheiro	0,5	75,00	37,50
Espalhante adesivo	litro	0,05	10,00	0,50
Kit de calda viçosa	kit	1	25,00	25,00
Subtotal Insumos				1.387,10
<b>B – Serviços</b>				
Reforma de cerca	d/h	2	15,00	30,00
Aplicação herbicida	d/h	0,5	15,00	7,50
Aplicação de agrosilício	d/h	2	15,00	30,00
Plantio e adubação	d/h/a	4	30,00	120,00
Adubação cobertura	d/h	1	15,00	15,00
Combate à formiga	d/h	0,5	15,00	7,50
Pulverização calda viçosa	d/h	1	15,00	15,00
Colheita e transporte	d/h	5	15,00	75,00
Formação do eucalipto	d/ha	3,5	15,00	52,50
Subtotal serviços				352,50
Total R\$				1.739,60

Fonte: EMATER (2008c).

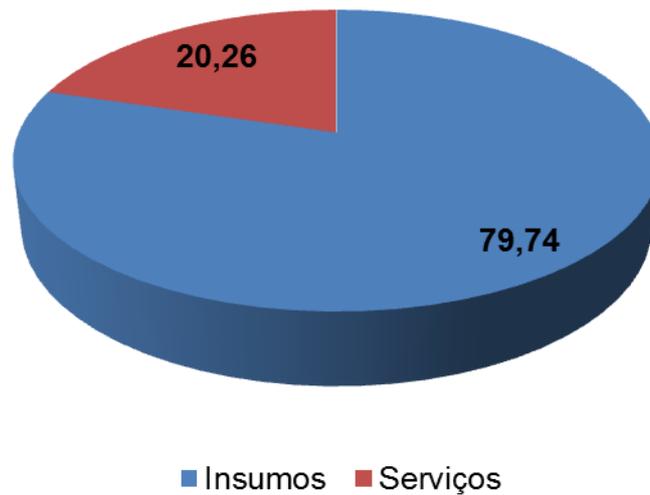


Figura 3 – Percentual de participação dos custos de insumos e serviços na implantação da unidade experimental.

## 2.4. Critérios de avaliação econômica

### 2.4.1. Valor Presente Líquido – VPL

A viabilidade econômica de um projeto analisada pelo VPL é indicada pela diferença positiva entre receitas e custos atualizados para uma determinada taxa de desconto (REZENDE e OLIVEIRA, 2001; SILVA et al., 2002). O critério de adoção deste método é o seguinte: um VPL positivo indica que o projeto é economicamente viável para uma determinada taxa utilizada. Deve-se aceitar o investimento com VPL positivo e, conseqüentemente, rejeitar aquele com VPL negativo.

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

Em que:  $R_j$  = receitas no período  $j$ ;  $C_j$  = custos no período  $j$ ;  $i$  = taxa de desconto;  $j$  = período de ocorrência de  $R_j$  e  $C_j$ ; e  $n$  = duração do projeto, em anos, ou em número de períodos de tempo.

#### 2.4.2. Valor Anual Equivalente – VAE

O Valor Anual Equivalente (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 quanto maior for o valor do benefício periódico equivalente (REZENDE e OLIVEIRA, 2001; SILVA et al., 2002).

$$BPE = \frac{VPL \cdot i}{1 - (1 + i)^{-n}}$$

Em que:  $VPL$  = valor presente líquido; e  $n$  = duração do ciclo ou rotação em anos.

#### 2.4.3. Razão Benefício/Custo - B/C

Este método consiste em determinar a relação entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos para uma determinada taxa de juros ou descontos. Um projeto é considerado viável economicamente se  $B/C > 1$ . Entre dois ou mais projetos, o mais viável é aquele que apresentar o maior valor de  $B/C$  (REZENDE e OLIVEIRA, 2001). Quando  $B/C = 1$ , resulta em  $VPL=0$ ; nesse caso, a  $TIR$  associada a um projeto pode também ser determinada como sendo a taxa que faz com que  $B/C = 1$ .

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

Em que:  $R_j$  = receita no final do ano  $j$ ;  $C_j$  = custo no final do ano  $j$ ; e  $n$  = duração do projeto, em anos.

#### 2.4.4. Taxa Interna de Retorno – TIR

A TIR é a taxa de desconto que iguala o valor atual das receitas futuras ao valor atual dos custos futuros do projeto, constituindo uma medida relativa que reflete o aumento no valor do investimento ao longo do tempo, com base

nos recursos requeridos para produzir o fluxo de receitas (REZENDE e OLIVEIRA, 2001; SILVA et al., 2002).

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

Em que: *TIR* = taxa interna de retorno; as demais variáveis já foram definidas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Simulação

##### 3.1.1. Eucalipto em monocultivo

O fluxo de caixa para o projeto está apresentado no Quadro 5, sendo construído anualmente, visando um horizonte de planejamento de 14 anos.

Quadro 5 – Fluxo de caixa para o projeto de reflorestamento com eucalipto visando à produção de carvão e madeira para serraria.

Ano	Receita	Custo	Receita descontada	Custo descontado	Saldo
1	-	2.500,00	-	2298,85	-2.298,85
2	-	728,98	-	616,39	-616,39
3	-	538,01	-	418,31	-418,31
4	-	495,89	-	354,54	-354,54
5	-	495,89	-	326,02	-326,02
6	-	495,89	-	299,78	-299,78
7	22.050,00	5.880,00	12257,55	3268,68	8.988,87
8	-	666,86	-	340,88	-340,88
9	-	464,04	-	218,12	-218,12
10	-	495,89	-	214,33	-214,33
11	-	495,89	-	197,09	-197,09
12	-	495,89	-	181,23	-181,23
13	-	495,89	-	166,65	-166,65
14	44.100,00	19.889,10	13.627,90	6146,18	7481,72
Total	66.150,00	34.138,22	25.885,45	15.047,07	10.838,38

O Valor Presente Líquido (VPL) do projeto analisado foi maior do que zero, significando que é viável economicamente, sendo de R\$ 10.838,38. Vale lembrar que o VPL representa o lucro do negócio corrigido pela taxa de juros (8,75% a. a.), para um horizonte de 14 anos.

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é a taxa que representa o retorno financeiro do projeto. A TIR apresentada foi de 19%. A TIR obtida foi maior do que a taxa de desconto, que, no caso, é de 8,75% ao ano, o que significa que o projeto é viável, sob este ponto de vista.

O projeto é viável, uma vez que o Benefício Periódico Equivalente (BPE) se apresentou positivo, e que representa o lucro anual do negócio. De acordo com os resultados o lucro anual foi de R\$ 1.372,49.

A razão B/C foi maior que 1, indicando também que o projeto é viável economicamente. Essa razão foi de 1,72, o que significa que as receitas superam os custos em 72%.

### **3.1.2. Unidade demonstrativa: Senador Firmino**

O sistema agrossilvipastoril implantado é composto por 75 árvores de eucalipto (considerando área igual a 1 hectare), juntamente com o milho nas entrelinhas. Realizou-se a colheita do milho durante 2 anos. A *Brachiaria* foi plantada juntamente com o milho e após sua formação introduz-se o novilho (no 3º ano) com aproximadamente 5 arrobas. Após 2 anos vende-se o boi gordo. Portanto, a cada 2 anos uma nova remessa de novilhos é colocada na área.

Considerou-se uma produção de 15 arrobas por hectare, sendo o preço de venda de R\$ 71,00 a unidade.

O fluxo de caixa para o projeto está apresentado no Quadro 6, sendo construído anualmente, visando um horizonte de planejamento de 14 anos.

Quadro 6 – Fluxo de caixa para o sistema agroflorestal em estudo.

Ano	Receita	Custo	Receita descontada	Custo descontado	Saldo
1	999,00	1.739,60	918,62	1599,63	-681,01
2	999,00	1511,1	844,71	1277,72	-433,01
3	-	936,56	-	728,20	-728,20
4	-	495,89	-	354,54	-354,54
5	1065,00	894,44	700,17	588,04	112,13
6	-	495,89	-	299,78	-299,78
7	3.348,00	5.880,00	1861,15	3268,68	-1.407,53
8	-	666,86	-	340,88	-340,88
9	1065,00	862,59	500,59	405,45	95,14
10	-	495,89	-	214,33	-214,33
11	1065,00	894,44	423,28	355,49	67,79
12	-	495,89	-	181,23	-181,23
13	-	495,89	-	166,65	-166,65
14	6.696,00	19.889,10	2069,22	6146,18	-4.076,97
Total	15.237,00	35.754,14	7.317,74	15.926,81	-8.609,08

O Valor Presente Líquido (VPL) do projeto analisado foi negativo, sendo de R\$ - 8.609,08, indicando que esse sistema é inviável economicamente. Os demais critérios também indicam que o sistema é inviável. Neste caso, devia ser feito um melhor planejamento com relação à distribuição espacial do sistema agroflorestal, de modo que o mesmo pudesse auferir lucro.

Sendo assim, considerando-se que o eucalipto fosse plantado no espaçamento 14 x 2m, obtendo-se 357 mudas por hectare, tem-se o fluxo de caixa estimado, conforme mostra o Quadro 7.

Quadro 7 – Fluxo de caixa para o sistema agroflorestal em estudo.

Ano	Receita	Custo	Receita descontada	Custo descontado	Saldo
1	999,00	1.739,60	918,62	1599,63	-681,01
2	999,00	1511,1	844,71	1277,72	-433,01
3	-	936,56	-	728,20	-728,20
4	-	495,89	-	354,54	-354,54
5	1065,00	894,44	700,17	588,04	112,13
6	-	495,89	-	299,78	-299,78
7	16.065,00	5.880,00	8930,50	3268,68	5.661,82
8	-	666,86	-	340,88	-340,88
9	1065,00	862,59	500,59	405,45	95,14
10	-	495,89	-	214,33	-214,33
11	1065,00	894,44	423,28	355,49	67,79
12	-	495,89	-	181,23	-181,23
13	-	495,89	-	166,65	-166,65
14	32.130,00	19.889,10	9928,90	6146,18	3.782,72
Total	53.388,00	35.754,14	22.246,77	15.926,81	6.319,96

O Valor Presente Líquido (VPL) do sistema agroflorestal simulado foi de R\$ 6.319,96/ha, significando que é viável economicamente. Os demais critérios de análise financeira também indicaram viabilidade, a TIR foi de 23%, o BPE foi de R\$ 800,31 e a razão B/C igual a 1,39.

Considerando que o plantio do eucalipto fosse realizado no espaçamento 10 x 6m, ou seja, 166 árvores/hectare, o sistema agroflorestal apresentaria o fluxo de caixa como mostrado no Quadro 8.

Quadro 8 – Fluxo de caixa para o sistema agroflorestal com o eucalipto no espaçamento 10 x 6m.

Ano	Receita	Custo	Receita descontada	Custo descontado	Saldo
1	999,00	1.739,60	918,62	1599,63	-681,01
2	999,00	1511,1	844,71	1277,72	-433,01
3	0,00	936,56	0,00	728,20	-728,20
4	0,00	495,89	0,00	354,54	-354,54
5	1065,00	894,44	700,17	588,04	112,13
6	0,00	495,89	0,00	299,78	-299,78
7	7.425,00	5.880,00	4127,54	3268,68	858,86
8	0,0	666,86	0,00	340,88	-340,88
9	1065,00	862,59	500,59	405,45	95,14
10	0,00	495,89	0,00	214,33	-214,33
11	1065,00	894,44	423,28	355,49	67,79
12	0,00	495,89	0,00	181,23	-181,23
13	0,00	495,89	0,00	166,65	-166,65
14	14.850,00	19.889,10	4588,99	6146,18	-1.557,20
<b>Total</b>	<b>27.468,00</b>	<b>35.754,14</b>	<b>12.103,90</b>	<b>15.926,81</b>	<b>-3.822,91</b>

Observa-se que o sistema não é viável economicamente, pois o VPL é negativo, sendo assim o número de árvores no sistema agroflorestal influencia significativamente o retorno financeiro do investimento.

#### 4. CONCLUSÕES

- O sistema agroflorestal implantado no município de Senador Firmino é inviável economicamente, de acordo com os critérios de avaliação econômica utilizados na análise.
- O eucalipto em monocultivo apresentou melhores resultados, sendo o projeto mais rentável.
- Na medida em que se aumenta o espaçamento de plantio das árvores de eucalipto, tem-se um aumento da área disponível para plantio de milho e criação de gado. Mas, como comprovado pelos resultados, esse ganho em área não obtém o mesmo retorno financeiro caso essa área estivesse com plantio de árvores.

- O cultivo de árvores, para carvão e serraria, no sistema agroflorestal analisado, mostrou-se como um investimento altamente rentável, tendo em vista que as culturas agrícolas e o boi gordo não oferecem retornos financeiros compatíveis com a floresta, nos espaçamentos analisados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DO AGRONEGÓCIO – CEDAGRO. **Coeficientes técnicos e custos de produção na agricultura do Espírito Santo - Eucalipto.** Disponível em: <<http://www.cedagro.org.br/>>. Acesso em: 11/05/2010.

CENTRO DE INTELIGÊNCIA EM FLORESTAS – CIFLORESTAS. **Preço de venda do carvão em Belo Horizonte-MG.** Disponível em: <<http://www.ciflorestas.com.br/>>. Acesso em: 26/04/2010a.

CENTRO DE INTELIGÊNCIA EM FLORESTAS – CIFLORESTAS. **Preço de venda da madeira serrada na Zona da Mata-MG.** Disponível em: <<http://www.ciflorestas.com.br/>>. Acesso em: 26/04/2010b.

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.

DANIEL, O.; BITTENCOURT D.; GELAIN, E. Avaliação de um sistema agroflorestal eucalipto-milho no Mato Grosso do Sul. **Agrossilvicultura**, v. 1, n. 1, p.15-28, 2004.

DUBE, F. **Estudos técnicos e econômicos de sistemas agroflorestais com *Eucalyptus* sp. no noroeste do Estado de Minas Gerais: O caso da Companhia Mineira de Metais.** 1999. 146 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

**EMATER, UFV.** Relatório final - Unidades de Experimentação Integração Lavoura Pecuária e Floresta 2007/2008. **Unidade Regional – Viçosa.** 4pg. 2008a.

**EMATER, UFV.** Relatório final - Unidades de Experimentação Integração Lavoura Pecuária e Floresta 2007/2008. **Unidade Regional – Ponte Nova.** 4pg. 2008b.

**EMATER, UFV.** Relatório final - Unidades de Experimentação Integração Lavoura Pecuária e Floresta 2007/2008. **Unidade Regional – Viçosa, município Senador Firmino.** 4pg. 2008c.

LOPES W. P. de; PAULA, A. de; SEVILHA, A. C.; SILVA, A. F. da. Composição da flora arbórea de um trecho de floresta estacional no Jardim Botânico da Universidade Federal de Viçosa (face sudoeste), Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.26, n.3, p.339-347, 2002.

MARQUES, L. C. T. **Comportamento inicial de paricá, tatajuba e eucalipto, em plantio consorciado com milho e capim-marandu, em Paragominas, Pará.** 1990. 92p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 1990.

REZENDE, J. L. P. de; OLIVEIRA, A. D. de. **Análise econômica e social de projetos florestais.** Viçosa: UFV, 2001, 389 p.

SILVA, M. L. da; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. L. **Economia florestal.** Viçosa: UFV, 2002.178p.

SOUZA, A. N. de; OLIVEIRA, A. D. de; SCOLFORO J. R. S.; REZENDE, J. L. P. de; MELLO, J. M. de. Viabilidade econômica de um sistema agroflorestal. **Revista Cerne**, v.13, n.1, p.96-106, 2007.

VALE, R. S. do. **Agrossilvicultura com eucalipto como alternativa para o desenvolvimento sustentável da Zona da Mata de Minas Gerais.** 2004. 112p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2004.

## CONCLUSÃO GERAL

- Com base nos resultados obtidos, observa-se que os sistemas agroflorestais podem ser uma boa alternativa de geração de renda a produtores rurais que têm as áreas de suas propriedades subutilizadas, melhorando sua capacidade funcional nos aspectos social e econômico.
- A simulação variando custos, receitas e produtividade dos sistemas agroflorestais permite um melhor entendimento do comportamento do risco de investimento envolvido nesta atividade, tendo em vista que a análise financeira de um cenário agroflorestal é mais complexa, uma vez que envolve a combinação de diversas variáveis técnicas e custos, cujas informações muitas vezes não estão facilmente disponíveis.
- O espaçamento de plantio das culturas florestal e agrícola, pode influenciar significativamente no retorno financeiro do sistema, e sua escolha dependerá principalmente do objetivo do produtor, o qual deverá estar bem definido na elaboração do projeto.
- Nos sistemas agroflorestais analisados, com um aumento da área disponível para plantio de eucalipto obtém-se um maior retorno financeiro, a longo prazo. Embora o monocultivo de eucalipto seja mais rentável, na medida em que se aumenta o espaçamento de plantio das árvores de eucalipto, tem-se um aumento da área disponível para plantio de milho e criação de gado, gerando condições do produtor rural obter rendas ao longo do ciclo de produção, o que não seria possível se toda a área fosse plantada com eucalipto.