

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**ANÁLISE DE RISCO EM SISTEMA
AGROFLORESTAL (SAF)**

JULIANA BALDAN COSTA NEVES ARAÚJO

Brasília – DF, 16 de junho de 2014.



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Análise de Risco em Sistema Agroflorestal (SAF)

Estudante: Juliana Baldan Costa Neves Araújo, matrícula 10/0057209

RG: 2861766 – SSP – DF

CPF: 036.969.751-09

Orientador: Prof. Álvaro Nogueira de Souza

Trabalho apresentado ao
Departamento de Engenharia
Florestal da Universidade de
Brasília, como parte das
exigências para obtenção do título
de Engenheiro Florestal

Brasília – DF, 16 de junho de 2014.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Análise de Risco em Sistema Agroflorestal (SAF)

Estudante: Juliana Baldan Costa Neves Araújo, matrícula 10/0057209

Menção: SS

Aprovada por:


D. Sc. Álvaro Nogueira de Souza
Engenheiro Florestal – Universidade de
Brasília
Orientador


D. Sc. Márcio Santos Joaquim
Engenheiro Florestal – Universidade de
Brasília
Membro da banca


D. Sc. Keila Lima Sanches
Engenheira Florestal – Instituto Federal de Brasília
Membro da banca

Brasília, 16 de junho de 2014.

FICHA CATALOGRÁFICA

ARAÚJO, JULIANA BALDAN COSTA NEVES

Análise de Risco em Sistema Agroflorestal (SAF)

EFL/FT/UnB – Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, J. B. C. N. (2014) **Análise de Risco em Sistema Agroflorestal (SAF)**. Departamento de Engenharia Florestal, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, DF, 67 p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTORA: JULIANA BALDAN COSTA NEVES ARAÚJO

TÍTULO: Análise de Risco em Sistema Agroflorestal (SAF).

ANO: 2014.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. A autora reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa monografia pode ser reproduzida sem autorização por escrito da autora.

Juliana Baldan Costa Neves Araújo

“Use a capacidade que tens.

A floresta ficaria silenciosa se só o melhor pássaro cantasse.”

Oscar Wilde

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força, discernimento e sabedoria.

Aos meus pais, Daniela e Ricardo, pelo apoio incondicional e amor. Mãe, obrigada pelas ligações e pelas palavras de conforto e ânimo nos momentos mais decisivos da minha graduação. Pai, obrigada por ser minha fonte de inspiração, pelo incentivo a ser uma boa profissional e pela toda cobrança, que de certo modo me fez chegar aonde cheguei e ser quem eu sou.

Ao meu irmão, Guilherme (“Chico”), pelas conversas sobre a vida, intercâmbio e bobagens em geral. Obrigada por estar sempre ao meu lado, apesar da distância, e por apoiar/compartilhar sonhos profissionais e pessoais. Obrigada por ser meu companheiro!

À minha querida avó Zezé, exemplo de mulher.

Ao meu marido, Rodrigo, por me acompanhar durante todos os anos de graduação, apoiar todas minhas decisões e sempre estar ao meu lado. Obrigada pelos conselhos, mensagens de força, por ter paciência com meus momentos de stress com a faculdade e por me aturar nos momentos de chatice, que são muitos. Te amo!

Aos meus sogros (Antônio e Vânia) e cunhados (Priscila e Gabriel), por estarem sempre presentes, pelos conselhos, pelo apoio e pelos momentos divertidos que passamos juntos em nossas aventuras.

Aos Miguxos e padrinhos, por SEMPRE me apoiarem e entenderem meus momentos de ausência. Obrigada pelas conversas infinitas, risadas altas e barulhentas, e por todos os momentos que vivemos juntos. Obrigada do fundo do meu coração... família de malucos!

À minha amiga Marta, por ter me apresentado ao mundo da Engenharia Florestal quando ainda estávamos na Escola Secundária de Miraflores – Lisboa.

Aos meus colegas da antiga faculdade (UFSCar), por estarem ao meu lado quando ainda dava os primeiros passos na graduação e por ajudarem a me apaixonar ainda mais pela engenharia florestal. Obrigada pelas noites de estudos, pelos trabalhos e pelas festas.

Às minhas queridas amigas, Thayane, Maísa, Renata e Elian, por me acolherem no “grupinho” e sem as quais a graduação não seria a mesma. Obrigada pelas risadas, conversas, horas de

estudos e cafés. Obrigada, especialmente à Thay, por ter me recebido nos primeiros dias de aula da UnB e acabar se tornando uma pessoa tão importante e essencial em minha vida.

Às companheiras de estudo, Maísa, Marina e Emanuela, por estarem do meu lado nos momentos decisivos da graduação, por ouvirem minhas reclamações com os trabalhos e matérias do último semestre e por tornar meus últimos dias de graduação mais alegre e com mais gastrite. Um obrigada especial à Maísa, por me incentivar a estudar e aprimorar meus conhecimentos.

Aos colegas dos mais diversos semestres da UnB, obrigada pelos ensinamentos, trabalhos em grupos e conversas nos corredores.

Ao Álvaro Souza, meu orientador, pelo suporte durante esses dois semestres de trabalho, por me ajudar com as infinitas dúvidas e responder meus emails desesperados. Obrigada por abrir minha mente, ampliar horizontes e reacender a vontade de aprofundar meus conhecimentos e continuar a carreira acadêmica. Obrigada por ter me proporcionado um momento inesquecível na graduação e realizar um sonho de fazer a diferença, mesmo que pequena, na vida das pessoas.

RESUMO

O termo Sistema Agroflorestal é utilizado para denominar práticas que aliam o uso sistemático da terra à tecnologias onde, espécies florestais são utilizadas em conjunto com plantios de herbáceas e/ou animais, dentro de um mesmo arranjo espacial ou temporal. O uso do SAF procura equilibrar os estímulos ecológicos e econômicos. O risco possui uma grande importância para o entendimento da produção e o desenvolvimento dos SAFs, podendo ser influenciado por fenômenos meteorológicos, fenômenos biológicos e pela situação mercadológica. No processo produtivo, principalmente de pequenas propriedades agrícolas, as principais fontes de incerteza são: quantidade e frequência de chuvas, custos de produção, preço de venda dos produtos e taxas de juros. O trabalho tem como objetivo realizar a análise de risco de investimento de um sistema agrossilvipastoril implantado no sul do estado de Goiás, comparando dois cenários de produção distintos. A análise de risco foi realizada utilizando a metodologia Monte Carlo (MC) e a análise de sensibilidade (através da variação dos fatores: taxa de desconto, produtividade e preço). Elaborou-se um fluxo de caixa com base nos dados anuais de custos e receitas referentes às culturas agrícolas (soja e milho), gado e eucalipto, utilizando uma taxa de juros de 6% ao ano. A partir do fluxo de caixa foi possível calcular o valor presente líquido (VPL) e benefício periódico equivalente (BPE) e, determinar a rotação econômica do eucalipto. Utilizando o método Monte Carlo, realizou-se, neste trabalho, 10000 interações entre os possíveis preços dos produtos do sistema agroflorestal (oriundos da série histórica dos preços de cada produto), a fim de montar uma distribuição de probabilidade. Os resultados indicaram que: a idade ideal para corte do eucalipto foi ao sete anos, nos cenários de produção I e II; o cenário I apresentou melhor retorno do investimento; após aplicação da simulação de MC verificou-se redução de 12,39% e 20,56% do BPE no cenário I e II, respectivamente; existe uma relação negativa entre taxa de desconto e BPE, diante dos diversos cenários possíveis para taxa de desconto; maior produtividade das culturas do SASP proporcionam maior rentabilidade ao sistema; ocorreu um aumento da viabilidade financeira do sistema, à medida que foi agregado valor aos produtos; as diversas culturas do sistema impactaram de forma diferente no BPE e na viabilidade do projeto, mas o sistema deve ser avaliado como um todo; o método Monte Carlo e a análise de sensibilidade mostraram ser boas ferramentas para análise de risco do sistema agroflorestal analisado.

Palavras – chave: Sistema agroflorestal, risco, método Monte Carlo, análise de sensibilidade.

ABSTRACT

The term Agroforestry System is used to denote practices that combine the systematic use of the land and technologies, in which forest species are used in conjunction with plantings of herbaceous plants and / or animals within the same spatial arrangement or temporal. The use of SAF seeks to balance ecological and economic stimuli. The risk is important for understanding the of the production and development of AFS, and it can be influenced by meteorological phenomena, biological phenomena and the market situation. In the production process, in small farms, the main sources of uncertainty are: quantity and frequency of rainfall, production costs, selling price of products and interest rates. The work aims to conduct analysis of investment risk of an agrosilvopastoral system deployed in the southern state of Goiás, comparing two different production scenarios. The risk analysis was performed using the Monte Carlo method and sensitivity analysis (by varying the factors: the discount rate, productivity and price). A cash flow was elaborated based on annual cost and revenues data of the agricultural crops (corn and soybeans), livestock and eucalyptus plantation, using an interest rate of 6% per year. From the cash flow, it was possible to calculate the net present value (NPV) and the equivalent periodic benefit (EPB), and determine the eucalyptus's economic rotation. It were use a total of 10000 interactions of the possible prices of the agroforestry's products (from the time series of prices for each product) in order to establish the probability distribution. The results indicated that: the optimal economic rotation of the eucalyptus plantation was found to be at seven years in both production scenarios; the scenario I presented the best return on investment; after the application of MC's method there was a reduction of 12,39% and 20, 56% of EPB at the scenario I and II, respectively; there is a negative relationship between the discount rate and EPB, before the various possible scenarios for the discount rate; higher crop productivity of SASP provide increased profitability to the system; there was a significant increase in the economical viability of the agroforestry system, as if the forest products were added; the diverse cultures of the system impacted differently in EPB and at the economical viability of the project, but the system must be evaluated as a whole; Monte Carlo method and sensitivity analysis proved to be good tools for risk analysis of the agroforestry systems analyzed.

Key – words: agroforestry system, risk, Monte Carlo method, sensitivity analysis.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----|
| LISTA DE TABELAS | xii |
| LISTA DE FIGURAS | xiv |
| LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS | xv |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. OBJETIVO | 3 |
| 2.1 Objetivo Geral | 3 |
| 2.2 Objetivos específicos | 3 |
| 3. REVISÃO DE LITERATURA | 3 |
| 3.1 Sistemas Agroflorestais (SAFs) | 3 |
| 3.1.1 Classificação dos Sistemas Agroflorestais..... | 7 |
| 3.1.1.1 Sistema Agrossilvipastoril (SASP)..... | 9 |
| 3.2 Análise de riscos em investimentos | 10 |
| 3.2.1 Método Monte Carlo (MMC) | 12 |
| 3.2.2 Análise de Sensibilidade | 13 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS | 14 |
| 4.1 Localização e caracterização da área de estudo | 14 |
| 4.2 Cenários de produção | 16 |
| 4.3 Caracterização do banco de dados | 16 |
| 4.4 Rotação econômica | 18 |
| 4.5 Métodos de análise | 20 |
| 4.5.1 Valor presente líquido (VPL) e Benefício Periódico Equivalente (BPE)..... | 20 |
| 4.5.2 Simulação Monte Carlo | 21 |
| 4.5.3 Análise de sensibilidade..... | 23 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 24 |
| 5.1 Rotação econômica | 24 |

| | | |
|------------|---------------------------------------|----|
| 5.3 | Simulação Monte Carlo | 29 |
| 5.4 | Análise de Sensibilidade | 33 |
| 6. | CONCLUSÃO | 37 |
| | REFERÊNCIAS..... | 38 |
| | ANEXOS. | 45 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Externalidades de tipos de bens decorrentes de serviços ambientais promovidos por sistemas agroflorestais (modificado pelo autor). | 6 |
| Tabela 2. Caracterização dos cenários analisados. | 16 |
| Tabela 3. Produtividade médias das culturas. | 16 |
| Tabela 4. Discriminação dos custos de implantação e manutenção do SASP no cenário I. | 17 |
| Tabela 5. Discriminação dos custos de implantação e manutenção do SASP no cenário II. . | 17 |
| Tabela 6. Preços dos produtos do SASP. | 17 |
| Tabela 7. Resultados para volume, IMA e ICA, do cenário I. | 24 |
| Tabela 8. Resultados para volume, IMA e ICA, do cenário II. | 25 |
| Tabela 9. Valores de VPL e BPE calculados para o cenário I. | 26 |
| Tabela 10. Valores de VPL e BPE calculados para o cenário II. | 26 |
| Tabela 11. Fluxo de caixa resumido para o cenário I. | 27 |
| Tabela 12. Fluxo de caixa resumido para o cenário II. | 28 |
| Tabela 13. Parâmetros utilizados para simulação com o método Monte Carlo. | 30 |
| Tabela 14. Resultados da simulação Monte Carlo. | 30 |
| Tabela 15. Valores do VPL e BPE após aplicação do método MC, para o cenário I. | 32 |
| Tabela 16. Valores do VPL e BPE após aplicação do método MC, para o cenário II. | 32 |
| Tabela 17. Resultados da análise de sensibilidade para o cenário I. | 33 |
| Tabela 18. Resultados da análise de sensibilidade para o cenário II. | 34 |
| Tabela 19. Resultados da análise de sensibilidade variando somente a produtividade das culturas, no cenário I. | 34 |
| Tabela 20. Resultados da análise de sensibilidade variando somente a produtividade das culturas, no cenário II. | 35 |
| Tabela 21. Resultados da análise de sensibilidade variando somente os preços dos produtos, no cenário I. | 36 |

| | |
|--|----|
| Tabela 22. Resultados da análise de sensibilidade variando somente os preços dos produtos, no cenário II. | 36 |
| Tabela 23. Cotação mensal dos preços dos produtos oriundos do SASP, entre janeiro de 1998 e dezembro de 2013. | 45 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Culturas utilizadas e sequência de implantação do Sistema Agrossilvopastoril (SASP) em Cachoeira Dourada, Goiás. | 15 |
| Figura 2. Preenchimento dos campos necessários para geração dos números aleatórios. | 23 |
| Figura 3. Comportamento do BPE ao longo dos anos de realização do sistema. | 26 |
| Figura 4. Comportamento dos preços dos produtos do SASP ao longo da série histórica analisada. | 29 |
| Figura 5. Histograma dos preços da soja. | 30 |
| Figura 6. Histograma dos preços do milho. | 31 |
| Figura 7. Histograma dos preços do gado. | 31 |
| Figura 8. Histograma dos preços do eucalipto. | 32 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEPLAC – Comissão Executiva do Plano de Lavoura Cacaueira

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ICRAF – International Council of Research in Agroforestry

INPA – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

IEA – Instituto de Economia Agrícola

SAF – Sistema Agroflorestal

SASP – Sistema Agrossilvopastoril

MC – Método Monte Carlo

IMA – Incremento Médio Anual

ICA – Incremento Corrente Anual

VPL – Valor Presente Líquido

BPE – Benefício Periódico Equivalente

FGV – Fundação Getúlio Vargas

IBRE – Instituto Brasileiro de Economia

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

IGP-DI – Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um país com grande potencial agrícola e que contribui para a produção de alimentos. Porém, sabe-se que grande parte das terras agricultáveis encontram-se com a capacidade produtiva no limite. Para aquecer a produção agrícola no país existem alternativas como, intensificar o uso de produtos químicos e explorar novas áreas (SANGUINO et al., 2007).

Assim como a agricultura, a pecuária também começa a encontrar barreiras para se desenvolver. Prática intensificada na década de 60 pelo governo brasileiro, a agropecuária extensiva vem causando perturbações sistemáticas, ao longo do tempo, na estrutura e função de diversos ecossistemas e alterando bruscamente a paisagem (SILVA, 2013).

O setor florestal comporta-se, em alguns aspectos, da mesma maneira, pois, devido à maior demanda por seus produtos e a evolução tecnológica, a atividade florestal passou a ser dominada por sistemas padronizados e simplificados de monocultura. Além disso, com o manejo mecanizado do solo, o uso de produtos químicos e da irrigação, as atividades passaram a ser realizadas de maneira intensificada e dissociada (BALDINO et al., 2011a).

No final da década de 70, os modelos de monocultura, predominantes no Centro-Sul, Sudeste e, em menor escala, no Norte do Brasil, começaram a apresentar instabilidade na produção e preços, devido aos riscos relativos a mercado, problemas fitossanitários e quebra de safra (VARELA & SANTANA, 2009).

Com isso, os sistemas tradicionais de agricultura, comumente rotulados no passado como destrutivos, não produtivos e primitivos, estão despertando interesse em diversos cientistas, trabalhadores rurais e investidores (PADOCH et al., 1985), que estão em busca de um modelo de produção sustentável no âmbito ambiental, econômico e social (VARELA & SANTANA, 2009).

A sustentabilidade é um assunto bastante difundido. Porém, não existe um consenso ou padronização de procedimentos que possibilitem alcançar esse nível de determinação e questiona-se se tal situação será possível. Nos debates a cerca deste assunto, questões sobre produção de alimentos, geração de renda e conservação do meio ambiente sempre estão presentes (LOPES, 2001).

Segundo Bulhões (2011), o processo de produção de novidades e de inovações na agricultura é contextual e contínuo. E, dentre as diversas novidades, uma delas que chama atenção é o conjunto de diferentes formas de manejo de sistemas agroflorestais (SAFs) e sua complexidade.

Bettters (1988) afirma que os objetivos do SAF são: melhorar a atual situação por meio do aumento da qualidade e quantidade da produção, gerar produtos sustentáveis, reduzir danos ambientais e aumentar a qualidade de vida humana.

A utilização do SAF tem sido indicada como auxílio para desenvolver o setor rural proporcionando maior geração de renda, redução da pobreza rural e proteção do meio-ambiente. Apesar disso, para que o agricultor possa adotar tal sistema produtivo, são necessários incentivos como políticas públicas na forma de apoio institucional, crédito, fomento ao plantio de árvores e outros. É importante que o produtor conheça claramente os benefícios financeiros desta atividade. (OLIVEIRA & VOSTI, 1997).

No Brasil, os SAFs cada vez mais se tornam um sistema produtivo de importância política, principalmente como estratégia de desenvolvimento sustentável em ecossistemas ameaçados, tendência que segue a linha de programas com financiamento internacional ofertado pelo Banco Mundial (BULHÕES, 2011).

Assim como outros investimentos florestais, os SAFs, por apresentarem um ciclo de produção longo, o processo de tomada de decisão se torna complexo. Todo esse processo considera, além de aspectos econômico-financeiros, as restrições dos fatores de produção e os riscos envolvidos no processo de produção. Além disso, investimentos no setor florestal demandam um montante significativo de capital, que será imobilizado por um longo período. E estas são as duas variáveis que mais influenciam a tomada de decisão em um empreendimento florestal (SIMIONI & HOEFLICH, 2006).

No SAF existem diversas etapas em seu processo produtivo, uma vez que são necessárias diferentes práticas agrícolas e florestais para condução e manejo das espécies. Portanto, a análise financeira de um cenário agroflorestal se torna complexa pois envolve diversas variáveis técnicas e de custos (CORDEIRO, 2010).

A fim de garantir um retorno econômico desejável, é importante aprimorar o conhecimento sobre o planejamento e a otimização da implantação do sistema. E para tal, é necessário um estudo de mercado, análise do desenvolvimento agroindustrial regional,

conhecimento da organização das comunidades envolvidas na atividade e conhecer as condições de crédito existentes (BENTES GAMA, 2003).

Varela & Santana (2009) afirmam que a fundamentação econômica é um componente essencial no processo de escolha e decisão, especialmente para a adoção de sistemas de produção considerados preservacionistas, ou que envolvam manejo e uso adequados da floresta e do solo, como é o caso do SAF.

Por ser uma importante alternativa ao modelo tradicional de produção e demandar um planejamento rigoroso, estudos sobre os SAFs são ferramentas fundamentais para incentivar os produtores a utilizar o SAF, aumentando a rentabilidade do sistema e diminuindo eventuais riscos. Além disso, por existirem poucos trabalhos científicos que abordem os riscos desse sistema produtivo, torna-se evidente a importância de estudos sobre avaliação de risco em empreendimentos agroflorestais.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

O presente estudo teve como objetivo realizar a análise de risco de investimento de um sistema agrossilvipastoril, em dois cenários de produção distintos.

2.2 Objetivos específicos

- Indicar o cenário de produção com maior retorno financeiro;
- Aplicar os métodos Monte Carlo e análise de sensibilidade aos sistemas agroflorestais analisados;
- Comparar a indicação de viabilidade utilizando os métodos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Sistemas Agroflorestais (SAFs)

Embora os sistemas agroflorestais sejam considerados sistemas inovadores, na Europa, desde a Idade Média, são conhecidas diversas formas de plantios associados entre culturas anuais e perenes ou entre culturas frutíferas e árvores madeireiras. No século XVI existiam sistemas que integravam árvores frutíferas e a produção de animais. Porém a mecanização, a intensificação dos sistemas agrícolas, a dificuldade da colheita manual das frutas e algumas questões administrativas foram responsáveis pela redução do uso deste tipo de sistema (MACHADO et al., 2011).

Escritores romanos do século I d.C, como Caio Plínio, que escreveu sobre a enciclopédia História Natural, e Lucius Junius Moderatus, autor do maior repertório documentado sob a agricultura romana, fazem referências a sistemas de integração entre árvores (nogueiras e oliveiras) e pastagens (MACHADO et al., 2011).

Apesar de serem desenvolvidos por comunidades indígenas e camponesas há certo tempo, os sistemas agroflorestais não tinham visibilidade social e não eram vistos como um sistema de produção alternativo, uma vez que eram basicamente cultivos voltados para subsistência familiar. Existem relatos históricos de práticas do SAF entre 1890 e 1940, utilizando cultivos anuais ente linhas de café e cultivo de cacau sob sombra de espécies florestais. Mas, somente no século XX os sistemas agroflorestais começaram a ser estudados e percebidos como um sistema de cultivo biodiverso e que permitiam manejo do processo de sucessão. Foi a partir de 1986 que os SAFs foram identificados como inovadores e instituições oficiais, como EMBRAPA, INPA e CEPLAC, incluíram o sistema em políticas públicas relacionadas à preservação florestal (BULHÕES, 2011).

O termo Sistema Agroflorestal é utilizado para denominar práticas que aliam o uso sistemático da terra à tecnologias onde, espécies florestais são utilizadas em conjunto com plantios de herbáceas e/ou animais, dentro de um mesmo arranjo espacial ou temporal (ICRAF, 1986; YOUNG, 1991).

Os principais componentes do SAF são árvores e arbustos, culturas agrícolas, pastagem e pecuária, aliados a fatores ambientais como, clima, solo e topografia. Portanto, o desenvolvimento e a prática desse sistema está relacionada ao gerenciamento desses componentes no espaço e tempo (YOUNG, 1991).

Um sistema agroflorestal deve, portanto, ser composto por, no mínimo, duas espécies, sendo pelo menos uma perene. Proporcionando interações ecológicas e econômicas, além de benefícios variados em ciclo superiores há um ano (LOPES, 2001).

As interações ecológicas existentes entre os elementos constituintes do SAF são os principais atributos que distinguem a agrofloresta do sistema tradicional de cultivo, mesmo que ainda haja semelhança entre os sistemas produtivos (YOUNG, 1991).

Nair (1993) salienta que uma definição estritamente científica de SAF deve abordar duas características que são comuns a qualquer tipo de sistema agroflorestal e que o diferencia de qualquer outro tipo de utilização da terra, que são:

- a) Deve existir uma interação (ecológica e/ou econômica) significativa (positiva e/ou negativa) entre os componentes florestais e não florestais do sistema;
- b) A existência tanto de espécies florestais quanto de outras culturas agrícolas e/ou animais na mesma terra, com algum arranjo espacial ou sequência.

Segundo Bulhões (2011), a complexidade dos sistemas agroflorestais está relacionada ao fato de utilizar diversas espécies, possuir diferentes estratos e objetivos de manejo. Portanto, é necessário conhecer cada espécie, bem como o relacionamento entre essas espécies, refletindo na necessidade de conhecer a nutrição, relações ecológicas, processos de alelopatia, luminosidade, densidades e outras questões relacionadas ao manejo.

Problemas como a expansão da agricultura extensiva e o desmatamento de vegetação nativa tornaram-se foco de estudiosos sobre o tema. Na região Amazônica, por exemplo, o uso da terra é basicamente a queima de floresta primária para implantação, predominantemente, de monocultivos. Tal modelo de produção é considerado não sustentável, além de causar, por exemplo, perda da biodiversidade, aumento das taxas de emissão de carbono e potencialização da lixiviação de nutrientes no solo (BENTES GAMA, 2003).

A agricultura migratória, que teve início no período de colonização e perdura até os dias atuais, vem sendo substituída gradualmente pela pastagem plantada que também traz externalidades negativas em longo prazo tão danosas quanto ao processo de desmatamento desordenado. Com isso, especialistas tentam influenciar produtores, procurando incentivá-los a utilizar a técnica de plantio com SAFs. E não somente por questões preservacionistas mas, também, abordando o retorno financeiro que os SAFs podem oferecer comparativamente à produção agrícola e produção de gado de corte (AIRES, 2003).

Bentes Gama (2003), diz que processos que busquem a minimização dos efeitos negativos da exploração não sustentável do solo e do meio são importantes para o estabelecimento de sistemas de cultivos. E dentro dessa perspectiva estão os sistemas agroflorestais.

Geralmente os sistemas agroflorestais necessitam de um baixo capital para garantir sua manutenção e produzem, devido a mistura de espécies, uma diversidade maior de produtos do que em monoculturas, como: alimentos, madeira, dentre outros. E, além disso, contribuem com o aumento/manutenção da biodiversidade, conservação da fertilidade e da biofísica do solo, abrigo para fauna, espaço de lazer, controle de erosão e estabilização do

regime hídrico. Também são sistemas com grande eficiência na utilização da mão de obra em relação a intensidade de uso da terra (LOPES, 2001).

Oliveira (2009) ainda destaca outras vantagens econômicas do SAF:

- a) Podem auxiliar na renda familiar;
- b) Menor risco ao produtor, devido a maior diversificação da produção;
- c) Distribuição da mão de obra ao longo do ano;
- d) Fornece uma alimentação equilibrada a família rural;
- e) Custos de implantação e manutenção podem ser mantidos por um pequeno agricultor;
- f) Ambiente confortável para trabalho, devido à sombra;
- g) Fonte de geração de renda (produtos madeireiros, sequestro de carbono, produtos não-madeireiros, dentre outros);
- h) Aumento da durabilidade ecológica e econômica do sistema.

Percebe-se, portanto, que o uso do SAF procura equilibrar os estímulos ecológicos e econômicos. Na teoria, esse processo pode criar um sistema de agricultura sustentável, com menor tempo de pousio, mantém o fluxo de caixa constante por meio da diversidade de produção, combina objetivos de curto e longo prazo e mantém a terra em estágios diferentes de sucessão secundária (MANGABEIRA et al., 2011).

A externalidade de um processo refere-se a um acréscimo (benefício) ou decréscimo (custo) no bem estar de uma terceira parte (externa) à atividade econômica. Desta forma, pode-se dizer que as externalidades são efeitos externos que ocorrem sempre uma atividade econômica de produção ou consumo afeta os níveis de produção ou de utilidade de outros produtores. Neste contexto, Amaro (2010) cita algumas externalidades positivas do SAF, como mostra a tabela 1, a seguir.

Tabela 1. Externalidades positivas decorrentes de serviços ambientais promovidos por sistemas agroflorestais (modificado pelo autor).

| Funções | Serviços Ambientais providos pelos SAFs | Escala |
|----------------------------------|--|---------------|
| Funções de Regulação | | |
| Regulação de gases | Sequestro e estoque de CO ₂ | Global |
| Regulação climática | Melhora das condições microclimáticas | Propriedade |
| Prevenção de distúrbios naturais | Proteção contra tempestades | Propriedade |
| Suprimento de água | Disponibilidade, filtragem e transporte | Micro bacia |
| Retenção de solo | Prevenção da erosão | Micro bacia |
| Formação de matéria | Manutenção da produtividade | Propriedade |

| | | |
|---------------------------------|---|----------------------------------|
| orgânica no solo | | |
| Regulação de nutrientes | Ciclagem de nutrientes | Propriedade |
| Controle biológico | Controle de pragas e doenças | Propriedade |
| Função de Habitat | | |
| Refúgio ecológico | Manutenção da diversidade genética e biológica | Micro bacia |
| Funções de Produção | | |
| Alimentação | Culturas anuais, perenes e semi-perenes | Comunidade e propriedade |
| Matéria prima | Matéria orgânica, nutrientes | Propriedade |
| | Madeira, essências florestais, óleos | Comunidade |
| Funções de Informação | | |
| Informação estética | Paisagens | Comunidade |
| Recreação e turismo | Esportes ao ar livre; turismo científico rural | Global, comunidade e propriedade |
| Informação cultural e artística | Uso da natureza em livros, filmes, pinturas, símbolos nacionais, folclore, etc. | Global |
| Ciência e educação | Pesquisas científicas, excursões escolares e transferência de tecnologia | Global |

Fonte: Amaro (2010).

Entretanto, Amaro (2010) ainda cita que podem existir algumas desvantagens na utilização do SAF, tais como:

- a) Competitividade entre componentes vegetais, podendo impactar a produção;
- b) Prejuízos eventuais causados pelo animal;
- c) Alelopatia;
- d) Aumento do risco de erosão pois, o componente arbóreo apresenta um dossel alto e o sombreamento pode interferir a vegetação rasteira;
- e) Exige um manejo complexo;
- f) O adensamento devido à consorciação dificulta a mecanização.

3.1.1 Classificação dos Sistemas Agroflorestais

Os SAFs podem ser classificados de diversas formas e, a tal classificação irá depender: da estrutura espacial, desenho no tempo, importância relativa e função dos diferentes componentes, objetivos da produção e características socioeconômicas (ENGEL, 1999; SOUZA et al., 2007). De acordo com Aires (2003) e Rangel et al.(2010), os sistemas podem ser distintos em quatro modalidades:

- a) Sistema Agropastoril: integra os componentes lavoura e pecuária, em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área, em um mesmo ano agrícola ou por múltiplos anos;
- b) Sistema Agrossilvipastoril: integra os componentes lavoura, pecuária e floresta, em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área. Sendo que o componente lavoura pode estar presente somente na fase de implantação do componente florestal. Por exemplo: soja, café, feijó e pasto;
- c) Sistema Silvipastoril: integra os componentes pecuária e floresta em consórcio. Por exemplo: pasto e castanheira-do-brasil;
- d) Sistema Silviagrícola: integra os componentes floresta e lavoura, pela consorciação de espécies arbóreas com cultivos agrícolas (anuais ou perenes). Por exemplo: consórcios agroflorestais mais simples como café-feijó ou, mais complexos como pupunha/cupuaçu/castanheira-do-brasil/mogno.

O SAF se torna, portanto, uma alternativa para diversificar a produção. Porém por ser um sistema de imobilização de recursos por um longo prazo, é importante que o planejamento, implantação e uso final dos produtos do projeto sejam bem analisadas (SOUZA et al., 2007).

Oliveira (2009) destaca que anteriormente a implantação de um consórcio, é necessário um planejamento técnico e econômico. Devendo ser especificado as espécies, os espaçamentos, as práticas culturais, perspectivas de rentabilidade, retorno de investimento e etc.

Os SAFs podem apresentar menores riscos de investimentos em comparação ao monocultivo. Porém, como dito anteriormente, é uma atividade complexa e depende fortemente da interação e dinâmica das espécies utilizadas e, portanto, apresentam riscos e incertezas, assim como outros sistemas produtivos (OLIVEIRA, 2009). Deste modo, é importante realizar avaliações econômicas sob condições de risco para auxiliar os agentes de financiamento, técnicos e produtores no momento das tomadas de decisão (BENTES GAMA, 2005).

Análises financeiras feitas em projetos agroflorestais mostram que com as associações de diferentes cultivos (arbóreos, perenes e anuais) é possível ter uma rápida recuperação do capital investido, com geração de renda imediata inicialmente com a comercialização de culturas agrícolas de ciclo curto e médio, venda de produtos pecuários e em longo prazo com a venda de produtos madeireiros, por exemplo (JOAQUIM, 2012; SANTOS, 2000).

3.1.1.1 Sistema Agrossilvipastoril (SASP)

O sistema agrossilvipastoril tem como principal objetivo a mudança do sistema de uso da terra e fundamenta-se na integração de diversos componentes para assim atingir patamares mais elevados de qualidade do produto, qualidade ambiental e competitividade (RANGEL et al., 2010).

O SASP é uma forma de produção sustentável, que integra atividades florestais, agrícolas e pecuárias, em uma mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotação, e busca efeitos sinérgicos entre suas atividades. Desta forma, procura aliar o aspecto ambiental, a valorização do homem e viabilidade econômica (BALDINO et al., 2011b).

Existem diversos componentes do SASP que contribuem para a sustentabilidade no aspecto produtivo, econômico, ambiental e social do sistema. O componente agrícola possui características como: retorno financeiro rápido, geração de capital inicial para integração e recuperação do solo e permite a produção de forrageiras com alto potencial produtivo. As pastagens, utilizadas nesse tipo de sistema produtivo, possibilitam um aumento da eficácia da produção animal e auxilia na recuperação das propriedades físico-químicas e biológicas do solo. E, o componente florestal oferece alternativas na produção de recursos madeireiros e não-madeireiros, auxilia no aumento da biodiversidade local, recomposição de reservas, proteção de mananciais hídricos e do solo, além de garantir um conforto térmico aos animais e aumento da produtividade (GODINO et al., 2010).

Zimmer et al.(2012), ainda destaca como características do SASP: evita a abertura de novas áreas para exploração, proteção da vegetação nativa, progresso socioeconômico regional, redução da idade de abate dos animais, que com dietas apropriadas, reduzem a emissão de metano por unidade de produto, contribuindo desta forma, para diminuição da emissão de gases de efeito estufa na agropecuária.

Mamede et al.(2012) destaca alguns fatores essenciais que colaboram para o sucesso do SASP:

- a) Permitem o desenvolvimento de vantagens competitivas sustentáveis agregando valor ao produto especialmente em relação a prestação de serviços ambientais;
- b) Demanda por produtos do sistema – como, carne bovina ou ovina, soja, milho, sorgo e madeira. O produtor pode ter a segurança de que a demanda por esses produtos será constante;

- c) Devido a crescente demanda por produtos oriundos de uma produção que seja ambiental e socialmente correta, existe uma tendência de se aumentar a produção em sistemas integrados, sendo, portanto, um bom momento para expansão dos sistemas;
- d) A combinação de diferentes culturas possibilita que ocorra uma melhor distribuição da produção durante o período do empreendimento, amenizando as variações do mercado;
- e) Apresentam um bom potencial de lucratividade com relação custo-benefício, devido ao efeito sinérgico entre os componentes do sistema;
- f) Permitem o desenvolvimento de outras habilidades de negócios pois, devido a complexidade do sistema, é exigido do produtor um melhor monitoramento, controle e uma gestão profissionalizada da sua atividade. Com isso, o produtor consegue visualizar novas oportunidades de investimento, possibilita que o produtor busque alternativas de melhoria para seu empreendimento ou seja conduzido a outras oportunidades de negócios.

Estima-se que a área ocupada no Brasil com SASP seja de 1,6 milhão de hectares. Porém existem aproximadamente 67,8 milhões de hectares aptos para serem utilizados por sistemas agrossilvipastoris, sem a necessidade de novas áreas com vegetação nativa (BALDINO et al., 2011c).

A adoção de SASPs nos diversos ecossistemas brasileiros está condicionado a alguns fatores, como: disponibilidade de solo favorável, infraestrutura para produção e armazenamento da produção; recursos financeiros próprios ou acesso à linhas de crédito; domínio de tecnologia para produção de grãos, pecuária e produtos florestais, acesso a mercado para compra de insumos e comercialização da produção e acesso a assistência técnica (BALDINO et al., 2011a). A forma e a intensidade de adoção do sistema irá depender, entre outros fatores, dos objetivos e da infraestrutura do produtor (BALDINO et al., 2011b).

Além das características positivas destacadas anteriormente, outro incentivo a implantação do SASP é a proposta da criação da Política Nacional de Florestas Plantadas pelo Governo Federal, o que possibilitaria que produtores de florestas plantadas e trabalhadores rurais alcancem posição de liderança no mercado interno e externo de madeira e derivados (PULROLNIK et al., 2010).

3.2 Análise de riscos em investimentos

Economistas definem investimento como sendo o ato de adquirir um custo imediato com a expectativa de receber uma recompensa no futuro (DIXIT & PINDYCK, 1994).

Portanto, entender e mensurar os riscos e o retorno de um investimento é uma etapa inicial importante para a avaliação de um investimento (JOAQUIM, 2012).

Seja para produzir ou para investir, toda empresa está constantemente tomando decisões. E, investimentos com horizonte de planejamento em longo prazo devem sempre embasar suas decisões em um conjunto de informações. Porém por mais seguras e precisas que sejam as informações, todas essas decisões estão sujeitas a incertezas (SIMIONE & HOEFLICH, 2006).

Knight (1921) diz que o termo risco implica uma certeza objetiva e mensurável, enquanto que a incerteza relaciona-se a incerteza subjetiva e não mensurável. Porém, essa distinção de conceitos perdeu o sentido, uma vez que, toda probabilidade é subjetiva e que qualquer ato de previsão possui um grau de desinformação (PROTIL, 1994).

O conceito de incerteza pode ser abordado sob três perspectivas diferentes. A primeira é chamada de risco e refere-se à variância de uma distribuição de probabilidade, que ocorre quando o número de distúrbios é grande ou quando os distúrbios são intrinsecamente importantes. Segundo, está relacionado ao desconhecimento de possíveis eventos futuros. E, o terceiro dá destaque a assimetria informacional (SIMIONE & HOEFLICH, 2006).

As definições de risco podem ser variadas. Algumas abordam o risco como sendo a probabilidade de ocorrência de eventos negativos; outras consideram os resultados desses eventos e, existem aquelas que consideram tanto o lado das perdas quanto o de ganhos da distribuição de eventos. Conclui-se, portanto, que o risco pode oferecer oportunidades ao mesmo tempo em que traz resultados talvez indesejáveis (DAMODARAN, 2009).

Ainda segundo Damodaran (2009), existe uma diferença de conceito de risco nos campos de engenharia e finanças. No primeiro, o risco é dado pelo produto entre a probabilidade de um evento indesejável ocorrer e o prejuízo estimado para ocorrência desse evento. Já em finanças, o risco é relacionado aos retornos observados de um investimento comparado ao retorno esperado do investimento.

Santos (2004) afirma que o fator mais complexo na mensuração dos riscos são as incertezas quanto ao futuro do investimento. As incertezas quanto ao futuro de projetos que envolvem anos de atividades e grandes montantes de recursos, influenciam decisivamente os administradores nos momentos de tomada de decisão. Pois a medida que o tempo avança, as

dúvidas provenientes das condições econômicas, políticas, comerciais e operacionais também aumentam, elevando as incertezas e , conseqüentemente, os riscos.

O risco possui uma grande importância para o entendimento da economia da produção e o desenvolvimento dos SAFs. Além de ser fortemente influenciado por fenômenos meteorológicos (secas, geadas, inundações, granizos, etc.) e por fenômenos biológicos (pragas e doenças), outro fator importante é a questão mercadológica pois pode ocorrer, no horizonte de planejamento, mudança na curva de oferta e demanda do produto; mudança no cenário econômico nacional ou regional, impactando negativamente no preço de venda previamente estimado no projeto (CORDEIRO, 2010).

Silva & Cunha (2013) destacam que no processo produtivo, principalmente de pequenas propriedades agrícolas, as principais fontes de incerteza são: quantidade e frequência de chuvas, custos de produção, preço de venda dos produtos e taxas de juros.

Simioni & Hoeflich (2006) destacam que o ambiente econômico mostra-se cada vez mais dinâmico, tornando o processo de tomada de decisão mais complexo devido ao futuro incerto dos investimentos. E, para isso, os agentes econômicos necessitam reduzir as incertezas, representadas no ambiente econômico, e transformá-las em riscos. Para solucionar esses problemas tem-se três alternativas: uso de regras de decisão às matrizes de decisão, análise de sensibilidade e simulação.

3.2.1 Método Monte Carlo (MMC)

Dentre as formas de analisar um investimento em risco, tem-se, uma simples e expedita, que é a análise de sensibilidade das variáveis que definem os indicadores, e outra, que utiliza a análise de probabilidade, sendo esta última opção mais sofisticada e completa. Sob o ponto de vista teórico e prático, dentre os modelos de probabilidade, os modelos de simulação incorporam as condições de risco na análise de forma mais adequada (SANTOS & CAMPOS, 2000).

O método Monte Carlo surgiu em 1949 com o artigo “The Monte Carlo Method” de autoria dos matemáticos John Von Neumann e Stanislaw Ulam. Com esta ferramenta, é possível explorar propriedades estatísticas de números aleatórios e assegurar que o resultado correto seja computado da mesma forma que num jogo de cassino, e desta forma certificar que a “casa” sempre terá lucro. Por isso, que esta técnica de resolução de problema é chamada de método Monte Carlo (CORDEIRO,2010).

A ferramenta é utilizada na avaliação de opções financeiras, sendo conceituada como uma “ferramenta estatística que utiliza métodos de amostragem para resolver problemas de natureza estocástica ou determinística. Normalmente, quantidade que podem ser escritas sob a fórmula de valor esperado de uma variável aleatória, definida sob um espaço de probabilidade” (SANTOS, 2004).

Tal método é utilizado para estimar risco em decisão de investimentos, para desta forma examinar as relações biológicas e físicas que a maioria dos algoritmos tem falhado em descrever de forma realista. O método é conveniente (pois não envolve uma metodologia sofisticada), confiável, de baixo custo, utiliza uma grande quantidade de informações e a análise de resultados é simples e rápida (SANTOS & CAMPOS, 2000).

Segundo o guia de metodologia da Santos & Campos (2000), a simulação é baseada na frequência relativa de ocorrência do acontecimento de certas variáveis que se aproxima da probabilidade matemática de ocorrência do mesmo fenômeno, quando a simulação é repetida várias vezes.

Em outras palavras, é possível descrever a distribuição e características de possíveis valores de uma variável dependente, após serem determinados os possíveis valores e comportamento das variáveis independentes a ela relacionadas (CORDEIRO, 2010).

Segundo Jarochinski & Oliveira (2010), a simulação Monte Carlo é um método poderoso e preciso para abordar incertezas associadas a cada atividade e produz uma apreciação realística da incerteza total associada ao problema que se pretende resolver.

3.2.2 Análise de Sensibilidade

Nem todos os cenários demandam técnicas muito bem estruturadas para ser uma ferramenta eficiente na tomada de decisão. Em alguns casos, a formação de cenários é exigida para que se possa estabelecer a melhor alternativa de análise. A técnica de análise de sensibilidade vem sendo muito utilizada para estudar as variações de rentabilidade/lucrabilidade do produtor mediante a variação de preços no mercado. Tais variações são oriundas das incertezas às quais estão submetidas e, portanto, o fluxo de caixa do empreendimento fica submetido a aleatoriedades e cria dificuldades para o planejamento (DOSSA, 2000).

Na análise de sensibilidade busca-se medir em que magnitude de uma alteração pré determinada em um ou mais fatores do projeto pode alterar o resultado final. Desta forma, é possível avaliar de que maneira cada uma das variáveis desse projeto podem influenciar a rentabilidade dos resultados esperados (PONCIANO et al., 2004).

Com a análise de sensibilidade o produtor pode verificar os efeitos das variáveis na rentabilidade do seu empreendimento e pode, além disso, identificar a situação que se adapte ou ajuste à sua realidade (CORDEIRO, 2010).

Segundo Etherington & Matthews (1983), esta análise é utilizada para que seja possível entender as implicações de variações no mercado ou nos modos de produção, como por exemplo: variações no preço e utilização de novas tecnologias na propriedade.

A análise de sensibilidade é muito utilizada como metodologia de análise de riscos em projetos florestais. Quando uma pequena variação no parâmetro altera drasticamente a rentabilidade do projeto, pode-se concluir que o projeto é sensível ao parâmetro e pode ser interessante concentrar esforços para obter dados menos incertos, ou seja, quando um pequena variação no parâmetro resulta na escolha da alternativa ou rejeição do empreendimento, diz-se que a decisão é sensível àquela estimativa (SILVA, 2013).

Este método é uma tentativa de considerar o risco do projeto e também indica onde os erros de previsão causarão mais danos. A análise é, portanto, uma investigação sobre as variações do VPL (valor presente líquido) quando apenas uma das variáveis é alterada. É importante salientar que a análise pode ser aplicada a qualquer indicador econômico (SILVA, 2013).

4. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados para análise de risco de um sistema agroflorestal foram coletados do SASP implantado na Fazenda Boa Vereda, localizada no município de Cachoeira Dourada, sul do estado de Goiás, nas seguintes coordenadas geográficas: latitude 18°29'30", longitude 49°28'30" e altitude média de 459 m. A fazenda possui duas glebas, a gleba Sucupira (cenário I) com 17 ha e a gleba Beira Córrego (cenário II) com 25 ha.

4.1 Localização e caracterização da área de estudo

A fazenda está inserida no bioma Cerrado e o clima da região é, de acordo com a classificação de Köppen, do tipo AW, característico de áreas com clima úmido tropical, com

duas estações bem definidas (seca no inverno e úmida no verão). A temperatura média anual é de 24°C e a precipitação média anual é de 1340 mm, com chuvas concentradas entre outubro e março.

Os solos da região são muito intemperizados e possuem baixa fertilidade natural, com predominância do Latossolo Vermelho-Escuro de textura argilosa.

O sistema em estudo foi implantado da seguinte maneira: 1) soja e eucalipto são plantados no primeiro ano, sendo considerado ano zero do sistema; 2) no ano seguinte (ano 1), após a colheita da soja, planta-se o milho consorciado com a braquiária. Feita a colheita do milho, o pasto já está formado e pode ser utilizado.

Após 18 meses de plantio do sistema, o eucalipto está com aproximadamente 6 m de altura e 10 cm de DAP (diâmetro à altura do peito), o que possibilita a entrada de animais sem que ocorram danos às árvores. Durante todos os anos o pasto é adubado a fim de manter a capacidade de suporte durante o ciclo. A partir do segundo ano a área de pastagem é utilizada para recria e engorda do gado de corte e tal atividade se repete até o corte do eucalipto. A Figura 1 ilustra o ciclo.

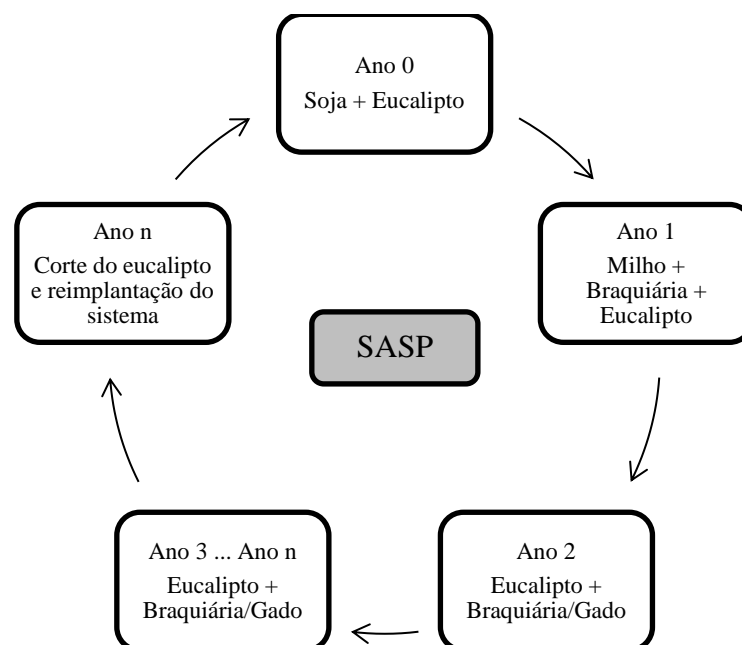


Figura 1. Culturas utilizadas e sequência de implantação do Sistema Agrossilvopastoril (SASP) em Cachoeira Dourada, Goiás.

A espécie florestal escolhida para implantação do SAF foram os clones de eucalipto *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla*. A variedade de soja foi a BRS-GO 8360, as

variedades de milho BRS 1030 e BRS 1035 e, para a pastagem utilizou-se a *Brachiaria brizantha*, cultivar Marandu. Os animais introduzidos apresentam peso médio de 242 quilos e são de raça mista.

4.2 Cenários de produção

Para aplicação dos métodos de análise de risco do sistema, foram comparados dois cenários, já implantados na área de estudo, conforme mostra a tabela 2.

Tabela 2. Caracterização dos cenários analisados.

| Característica | Cenário I | Cenário II |
|---------------------------------|------------------|-------------------|
| Número de fileiras de eucalipto | 3 | 4 |
| Espaçamento do eucalipto | 3 x 3 metros | 3 x 3 metros |
| Vão para lavoura/pecuária | 14 metros | 22 metros |

A ocupação da área no primeiro cenário é 62,5% lavoura e 37,5% floresta, possuindo uma densidade de 500 árvores por hectare. Enquanto que no segundo cenário, tem-se 66% da área ocupada por lavoura e 34% com florestal, possuindo 430 árvores por hectare.

As produtividades médias de cada cultura, em seu respectivo cenário, estão representadas na tabela 3.

Tabela 3. Produtividade médias das culturas.

| Cenário | Produtividade | | |
|----------------|----------------------|--------------|---------------|
| | Soja (saca) | Milho (saca) | Gado (arroba) |
| I | 33 | 67 | 18 |
| II | 31 | 70 | 18 |

4.3 Caracterização do banco de dados

Os dados para aplicação das metodologias do estudo foram obtidos com o produtor que implantou o SASP em sua propriedade. E, o banco de dados é composto por dados de custo, produção e receita das atividades realizadas na propriedade. A tabela 4 a seguir apresenta a discriminação dos custos nos cenário I.

Tabela 4. Discriminação dos custos de implantação e manutenção do SASP no cenário I.

| Discriminação do custo | Ano | Custo (R\$/ha) |
|--------------------------------|------------|-----------------------|
| Plantio soja | 0 | 806,16 |
| Colheita soja | 0 | 102,96 |
| Implantação eucalipto | 0 | 601,23 |
| Plantio milho e braquiária | 1 | 811,19 |
| Colheita milho | 1 | 118,71 |
| Manutenção eucalipto | 1 | 185,25 |
| Introdução do gado | 2 | 1692,00 |
| Manutenção pasto | 2 a 12 | 360,00 |
| Manutenção eucalipto | 2 a 12 | 163,00 |
| Aquisição do bezerro | 3 a 12 | 564,00 |
| Custo de oportunidade da terra | 1 a 12 | 420,00 |

A tabela 5, apresentada a seguir, possui a discriminação dos custos no cenário II.

Tabela 5. Discriminação dos custos de implantação e manutenção do SASP no cenário II.

| Discriminação do custo | Ano | Custo (R\$/ha) |
|--------------------------------|------------|-----------------------|
| Plantio soja | 0 | 908,18 |
| Colheita soja | 0 | 96,72 |
| Implantação eucalipto | 0 | 594,32 |
| Plantio milho e braquiária | 1 | 856,61 |
| Colheita milho | 1 | 120,782 |
| Manutenção eucalipto | 1 | 165,44 |
| Introdução do gado | 2 | 1692,00 |
| Manutenção pasto | 2 a 12 | 360,00 |
| Manutenção eucalipto | 2 a 12 | 163,00 |
| Aquisição do bezerro | 3 a 12 | 564,00 |
| Custo de oportunidade da terra | 1 a 12 | 420,00 |

Os preços de venda dos produtos provenientes dos sistemas foram cotados no site Agrolink, com a média dos preços nos meses de março e abril de 2014, para o estado de Goiás, como mostra a tabela 6. O preço da madeira em pé foi obtido diretamente com o produtor do SASP.

Tabela 6. Preços dos produtos do SASP.

| Produto | Preço médio (R\$) | Unidade |
|----------------|--------------------------|----------------|
| Soja | 59,77 | Saca |
| Milho | 24,19 | Saca |
| Gado | 115,65 | @ |
| Eucalipto | 35,00 | m ³ |

Com os dados de custos para implantação e manutenção do SASP, mostrados anteriormente, e os dados de receitas (venda da soja, milho, gado e madeira em pé), foram construídos os fluxos de caixa, para cada cenário de produção.

A taxa de desconto utilizada para os cálculos foi de 6% a.a. pois, por ser uma taxa próxima ao valor anual da poupança, representa o custo de oportunidade do produtor rural ao aplicar capital no projeto agroflorestal.

4.4 Rotação econômica

O fluxo de caixa foi montado de acordo com os custos e receitas de cada ano, simulando o corte do eucalipto do 4º ao 12º ano. E, através dele foi possível calcular os valores do VPL e BPE e, assim, determinar o ano de corte do eucalipto, bem como o cenário que apresenta maior lucro.

A rotação florestal de corte ou colheita, também conhecida como idade técnica de corte, pode ser definida com base na maximização da: produção líquida, produtividade média anual, receita líquida em um rotação única, receita líquida a partir de uma série infinita de rotações, e renda periódica anual. Analisando a luz dos aspectos biológicos e sustentáveis, a rotação definida com base na maximização da produtividade média é a mais consistente (CAMPOS & LEITE, 2013).

Sob o ponto de vista volumétrico, a idade ótima para corte é aquela com maior volume médio anual ao longo de diversas rotações. A tomada de decisão de corte da floresta quando o incremento médio anual (IMA) é máximo é justificada por resultar em um volume anual médio maior do que o volume anual que seria obtido se a floresta fosse cortada em qualquer outra idade (RODRIGUEZ et al., 1997).

Pode-se dizer ainda que a rotação econômica ótima ocorre quando também são utilizados os critérios de investimento, maximização do valor presente líquido (VPL, taxa interna de retorno (TIR), benefício periódico equivalente (BPE), razão benefício/custo e custo médio de produção (CMPR) para a definição da idade econômica que deve ser realizado o corte (ARAUJO, 2010).

Porém, no presente estudo, não se pode considerar a análise da rotação florestal à luz dos métodos apresentados, uma vez que o sistema agroflorestal tem que ser considerado

como um todo e não como um plantio de eucalipto. É preciso ressaltar que há outros componentes no sistema. Dessa forma a rotação será considerada quando a análise financeira do sistema apresentar o maior lucro por hectare.

Para estimar a produção de madeira a cada ano, foi usada a função de Gompertz foi aplicada para as idades de um a doze anos (para cada cenário de produção), conforme fórmula a seguir (REZENDE et al., 2011).

$$Y = K (1 - e^{-ae^{bl}})$$

Onde: Y = produção de madeira em metros st/ha;

K = coeficiente (cenário I = 200 e cenário II=170);

a = 0,061;

b = 0,045;

I = idade do povoamento (meses).

Em seguida, foi calculado o Incremento Médio Anual (IMA), que é a taxa média do aumento da produção desde a implantação do povoamento até uma determinada idade, e o Incremento Corrente Anual (ICA), que corresponde ao aumento da produção no período de um ano (CAMPOS & LEITE, 2013).

$$IMA = \frac{V_i}{I_i}$$

Onde: IMA = Incremento Médio Anual (m³/ha/ano);

V_i = Volume na idade i;

I = idade (anos).

$$ICA = V_{i+1} - V_i$$

Onde: ICA = Incremento corrente anual (m³/ha);

V_{i+1} = Volume na idade i+1 (m³);

V_i = Volume na idade i (m^3).

Utilizar os fatores, IMA, ICA e a rotação econômica ótima, possibilitam uma avaliação dos critérios de investimentos, viabilidade econômica de um projeto florestal, e o melhor momento para rotação do povoamento (SCOLFORO, 1998).

4.5 Métodos de análise

4.5.1 Valor presente líquido (VPL) e Benefício Periódico Equivalente (BPE)

Para realizar a análise de sensibilidade e aplicação do método Monte Carlo, primeiramente, foram calculados alguns parâmetros econômicos. Tais como, Valor Presente Líquido (VPL) e Benefício Periódico Equivalente (BPE).

O Benefício Periódico Equivalente (BPE) deve ser utilizado, pois segundo Rezende & Oliveira (2013), tal método possibilita a comparação de projetos com durações ou vidas úteis diferentes, e o método do Valor Presente Líquido (VPL) não seria uma boa alternativa para análise deste estudo.

O VPL de um projeto é definido como a soma algébrica dos valores descontados do fluxo de caixa a ele associado (REZENDE & OLIVEIRA, 2013). A fórmula utilizada para o cálculo foi:

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

Onde: C_j refere-se ao custo no final do período de tempo considerado;

R_j refere-se a receita no final do período de tempo considerado;

i é a taxa de desconto;

n é a duração do projeto.

O BPE é o fluxo de caixa constante (REZENDE & OLIVEIRA, 2013), ou seja, é a parcela anual de projeto de investimento cujo valor presente dessas parcelas é o próprio VPL. A fórmula utilizada para esse cálculo foi apresentada por Rezende & Oliveira (2013):

$$BPE = \frac{VPL \times [(1+i)^t - 1] \times (1+i)^{nt}}{(1+i)^{nt} - 1}$$

Onde: n é a duração do projeto (anos);

t é o número de períodos de capitalização (no estudo de caso, $t=1$).

Se o valor de BPE for positivo, o projeto pode ser considerado economicamente viável, ou seja, os benefícios periódicos são maiores do que os custos periódicos (Rezende & Oliveira, 2013).

4.5.2 Simulação Monte Carlo

Primeiramente, foi feita uma atualização e adaptação da série histórica das variáveis desejadas, preços da saca de soja, da saca de milho, da arroba (@) do gado e do metro cúbico em pé de eucalipto, utilizada por Joaquim (2012). O período da série compreende entre janeiro de 1998 e dezembro de 2013. Os dados atualizados foram obtidos no site Agrolink, Instituto de Economia Agrícola (IEA) e Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

Em seguida, todos os preços foram deflacionados pelo IGP-DI (Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna). Tal índice é uma medida síntese da inflação nacional e é estruturado para captar o movimento geral de preços por meio de pesquisa nas áreas de cobertura – desde preços de matéria-prima agrícola até preços de bens e serviços finais (FGV, 2013). A série histórica do índice IGP-DI foi obtida no site do FGV/IBRE (Fundação Getúlio Vargas/Instituto Brasileiro de Economia).

A deflação foi realizada da seguinte maneira: o primeiro mês da série (no caso, janeiro de 1998) foi considerado como base, sendo igualado a 100, e, em seguida, aplicou-se a fórmula para calcular o IDP-DI corrigido:

$$IGP - DI \text{ corrigido} = \frac{IGP - DI_i}{IGP - DI_{i-1}} \times Base$$

Onde: $IGP-DI_i$ = Acumulado do mês atual;

$IGP-DI_{i-1}$ = Acumulado do mês anterior;

Base = 100.

Após cálculo do IGP-DI corrigido, foi possível determinar o novo valor deflator, por meio do seguinte cálculo:

$$Deflator = \frac{IGP - DI \text{ corrigido }_i}{IGP - DI \text{ corrigido }_{i-1}}$$

Onde: IGP-DI corrigido $_i$ = IGP-DI corrigido do mês atual;

IGP-DI corrigido $_{i-1}$ = IGP-DI corrigido do mês anterior.

Levantadas as variáveis a serem analisadas, foram calculadas as médias e os desvios padrões para cada variável, de acordo com as seguintes fórmulas:

- Média:

$$\chi = \frac{\sum xi}{N}$$

Onde, χ é a média;

xi é a i -ésima da variável a ser analisada;

N é o número de amostras da variável.

- Desvio padrão:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (xi - \chi)^2}{N - 1}}$$

Onde, σ é o desvio padrão;

xi é a i -ésima da variável a ser analisada;

χ é a média;

N é o número de amostras da variável.

Com esses parâmetros, foram realizadas as simulações com o Método MC. Para tal, foram gerados 10000 números aleatórios (no Microsoft Excel 2010) para todas as variáveis em análise. Considerando, a média e desvio padrão de cada variável e, que tais números aleatórios deveriam possuir uma distribuição normal (FERNANDES, 2005; JOAQUIM, 2012).

Para simulação no Excel 2010, foram seguidos as seguintes etapas:

- i. Seleção da aba “Data” (dados), localizada na parte superior da barra de ferramentas;
- ii. Seleção da opção “Data Analysis” (Análise de dados), no lado direito da barra de ferramentas de Dados;
- iii. Na janela de opções para análise, foi selecionada a opção “Random Number Generation” (Geração de números aleatórios). A janela foi preenchida conforme mostra a figura 2.

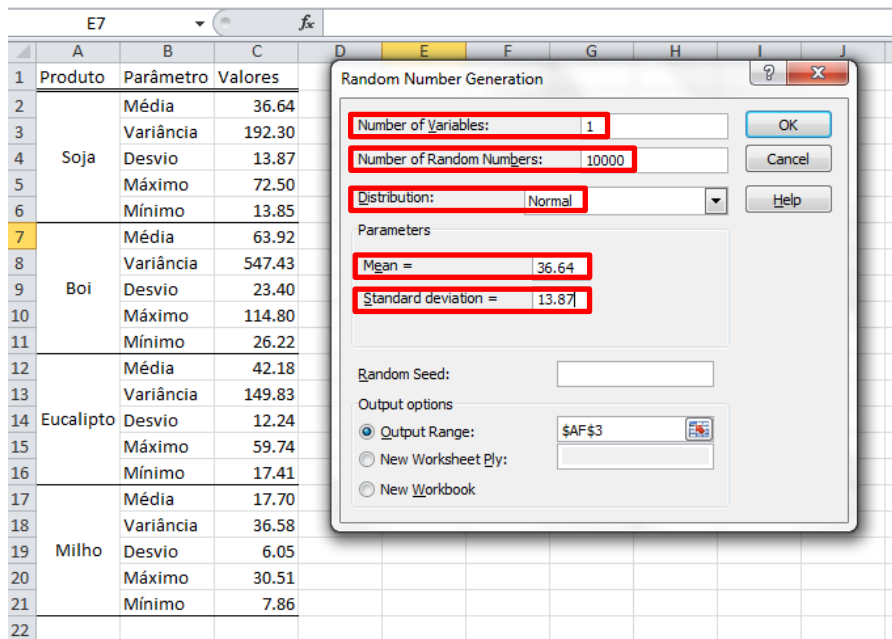


Figura 2. Preenchimento dos campos necessários para geração dos números aleatórios.

Feita a geração de números aleatórios para todas as variáveis em análise, foi construído o histograma para analisar o comportamento de tais variáveis pois, dessa forma, os dados ficam organizados em blocos, de acordo com a frequência e frequência acumulada. Para construção do histograma, as seguintes etapas foram feitas:

- i. Seleção da aba “Data” (dados) e, em seguida, foi feita seleção da opção “Data Analysis” (Análise de dados);
- ii. Seleção da opção “Histogram” (histograma);
- iii. Preenchimento da janela “Histogram” de acordo com o intervalo de dados (números aleatórios) gerados na etapa anterior.

4.5.3 Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade foi aplicada de acordo com Souza (2005) e Souza et al. (2001), alterando as variáveis taxa de desconto, preços (madeira, gado, soja e milho) e

produtividade (eucalipto, milho, gado e soja). Desta forma, foi possível analisar os diversos cenários e detectar a sensibilidade do VPL e do BPE frente essas variações.

As taxas de descontos aplicadas no teste foram 6%, 8%, 12% e 14% ao ano, nos cálculos do VPL. Tais taxas foram aplicadas pois são consideradas os valores mais usados nos projetos florestais (SOUZA, 2005).

Conforme a metodologia proposta por Richetti (2012), as análises sobre os preços foram feitas considerando condições de maior favorabilidade e de menor favorabilidade. Para os preços da madeira, gado, soja e milho foi utilizado os valores máximo e mínimo das séries históricas de cada cultura. Para a produtividade das culturas foram utilizadas variações de 10 e 20%, para mais e para menos (ARCO-VERDE, 2008).

Feitas as aletações previstas pela metodologia, foram atribuídos valores de 1 a 4 de acordo com a importância no impacto sobre o BPE. Para isso, observou-se a variação do BPE frente às variações, atribuindo valor 1 para maior variação percentual do BPE e 4 para menor variação percentual do BPE.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Rotação econômica

Com a equação de Gompertz foi possível estimar a produção de madeira para cada ano. E, a partir desses valores determinar o Incremento médio anual e Incremento corrente anual para as respectivas idades. Estes cálculos foram realizados para cenário de produção I e II, e, os resultados do cenário I estão dispostos na tabela 7.

Tabela 7. Resultados para volume, IMA e ICA, do cenário I.

| Idade (ano) | Volume (m³/ha) | IMA (m³) | ICA (m³) |
|--------------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 | 19,8768 | - | - |
| 2 | 32,8834 | 16,442 | 13,007 |
| 3 | 53,0520 | 17,684 | 20,169 |
| 4 | 82,1541 | 20,539 | 29,102 |
| 5 | 119,3068 | 23,861 | 37,153 |
| 6 | 157,8700 | 26,312 | 38,563 |
| 7 | 186,1880 | 26,598 | 28,318 |
| 8 | 197,9623 | 24,745 | 11,774 |
| 9 | 199,9236 | 22,214 | 1,961 |
| 10 | 199,9997 | 20,000 | 0,076 |
| 11 | 200,0000 | 18,182 | 0,000 |
| 12 | 200,0000 | 16,667 | 0,000 |

A tabela 8 possui os resultados de volume estimado, IMA e ICA, para o cenário de produção II.

Tabela 8. Resultados para volume, IMA e ICA, do cenário II.

| Idade (ano) | Volume (m³/ha) | IMA (m³) | ICA (m³) |
|--------------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 | 16,8953 | - | - |
| 2 | 27,9509 | 13,975 | 11,056 |
| 3 | 45,0942 | 15,031 | 17,143 |
| 4 | 69,8310 | 17,458 | 24,737 |
| 5 | 101,4108 | 20,282 | 31,580 |
| 6 | 134,1895 | 22,365 | 32,779 |
| 7 | 158,2598 | 22,609 | 24,070 |
| 8 | 168,2680 | 21,033 | 10,008 |
| 9 | 169,9351 | 18,882 | 1,667 |
| 10 | 169,9998 | 17,000 | 0,065 |
| 11 | 170,0000 | 15,455 | 0,000 |
| 12 | 170,0000 | 14,167 | 0,000 |

De acordo com os resultados obtidos e, sabendo que o IMA máximo determina a melhor idade de corte, a idade ideal de corte observada, tanto para o cenário I quanto para o cenário II, foi aos sete anos.

5.2 Fluxo de caixa

Com os dados de produtividade para todas as culturas realizadas nos SASPs e os dados de custos e receitas para ambos os cenários de produção, foi possível construir o fluxo de caixa. E, assim, calcular o VPL e BPE, possibilitando a determinação do ano de corte do eucalipto, bem como o cenário que apresentasse maior lucratividade.

Com o fluxo de caixa feito, foi possível calcular os valores para o VPL e BPE, conforme as tabelas 9 e 10. As tabelas mostram os valores de VPL e BPE no intervalo entre o 4º e 12º ano, período utilizado para determinar a melhor rotação econômica.

Assim como no estudo realizado por Souza et al. (2007), Arco-Verde (2008) e Amaro (2010), nos três primeiros anos de produção, o saldo anual é negativo, mostrando que os custos são maiores do que as receitas. A partir do 4º ano tem-se um fluxo de caixa positivo. Portanto, é importante considerar o sistema agroflorestal como um todo, bem como os benefícios proporcionados pelas atividades anuais.

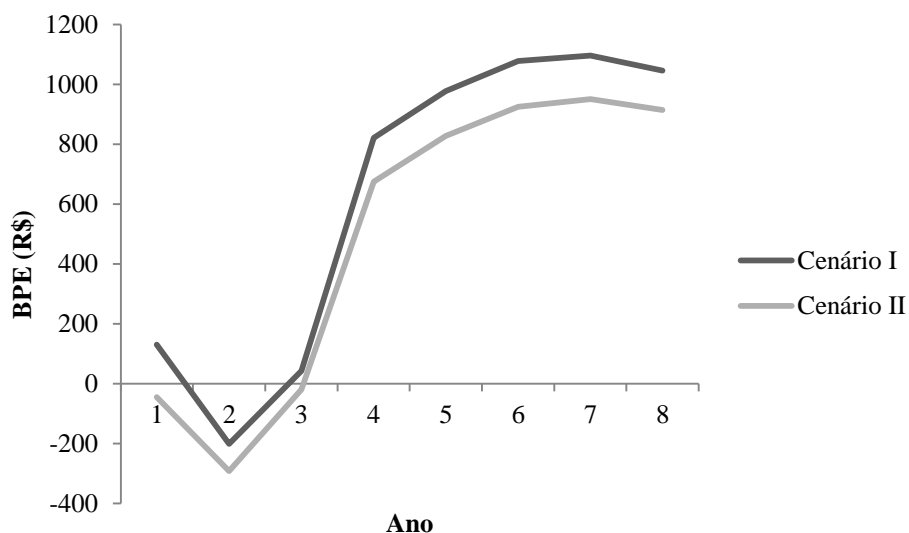


Figura 3. Comportamento do BPE ao longo dos anos de realização do sistema.

Tabela 9. Valores de VPL e BPE calculados para o cenário I.

| Ano | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| VPL (R\$/ha) | 2845,689 | 4117,914 | 5297,923 | 6118,805 | 6492,622 | 6627,352 | 6715,313 | 6796,812 | 6873,693 |
| BPE (R\$/ha) | 821,242 | 977,578 | 1077,400 | 1096,092 | 1045,545 | 974,368 | 912,396 | 861,788 | 819,874 |

Tabela 10. Valores de VPL e BPE calculados para o cenário II.

| Ano | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| VPL (R\$/ha) | 2337,987 | 3483,795 | 4547,574 | 5302,655 | 5674,485 | 5840,031 | 5962,934 | 6077,620 | 6185,810 |
| BPE (R\$/ha) | 674,723 | 827,040 | 924,807 | 949,891 | 913,796 | 858,614 | 810,172 | 770,599 | 737,825 |

O ano com maior BPE representa o período onde o produtor obterá maior retorno e, também representa o melhor cenário para corte do eucalipto, ou seja, a idade ideal de corte do eucalipto nesses cenários de produção é aos sete anos.

Este resultado está conforme os trabalhos de Bramucci (2001), Dias et al. (2005), Rezende & Oliveira (1994), Soares et al. (2003), Souza et al. (2001), Souza et al. (2007) e Wilcken et al. (2008), onde, o corte do eucalipto ocorre, em média, entre os sete e doze anos.

Analisando os resultados conclui-se que os dois cenários são viáveis economicamente (AMARO, 2010; CORDEIRO, 2010), e que o cenário I é o melhor arranjo a ser utilizado pois, representa um maior retorno ao produtor, apresentando um valor de BPE 13,34% maior do que o valor de BPE para o cenário II.

As tabelas (11 e 12) a seguir, apresentam o fluxo de caixa resumido do SASP, para ambos os cenários de produção. O fluxo de caixa abaixo representa somente os valores de entrada e saída até o 7º ano, considerando este ano como o ano de corte do eucalipto.

Tabela 11. Fluxo de caixa resumido para o cenário I.

| Ano | Receitas | | Custos | | Saldo (R\$/ha) |
|-----|------------------|-----------------|--------------------------------|---------|----------------|
| | Fonte de receita | R\$/ha | Tipo de custo | R\$/ha | |
| 0 | | | Plantio da soja | 806,16 | |
| | | | Implantação do eucalipto | 601,23 | |
| | | | Custo de oportunidade da terra | 420,00 | |
| | | <i>Subtotal</i> | 0,00 | 1827,39 | -1827,39 |
| 1 | Venda da soja | 1972,41 | Colheita da soja | 102,96 | |
| | | | Plantio do milho e braquiária | 811,19 | |
| | | | Manutenção do eucalipto | 185,25 | |
| | | | Custo de oportunidade da terra | 420,00 | |
| | <i>Subtotal</i> | 1972,41 | 1519,40 | 453,01 | |
| 2 | Venda do milho | 1620,73 | Colheita do milho | 118,71 | |
| | | | Introdução do gado | 1692,00 | |
| | | | Manutenção do eucalipto | 163,00 | |
| | | | Custo de oportunidade da terra | 420,00 | |
| | <i>Subtotal</i> | 1620,73 | 2393,71 | -772,98 | |
| 3 | Venda do gado | 2081,7 | Aquisição do bezerro | 564,00 | |
| | | | Manutenção do eucalipto | 163,00 | |
| | | | Manutenção do pasto | 360,00 | |
| | | | Custo de oportunidade da terra | 420,00 | |
| | <i>Subtotal</i> | 2081,7 | 1507,00 | 574,7 | |
| 4 | Venda do gado | 2085,3 | Aquisição do bezerro | 564,00 | |
| | | | Manutenção do eucalipto | 163,00 | |
| | | | Manutenção do pasto | 360,00 | |
| | | | Custo de oportunidade da terra | 420,00 | |
| | <i>Subtotal</i> | 2085,3 | 1507,00 | 578,3 | |
| 5 | Venda do gado | 2085,3 | Aquisição do bezerro | 564,00 | |
| | | | Manutenção do eucalipto | 163,00 | |
| | | | Manutenção do pasto | 360,00 | |
| | | | Custo de oportunidade da terra | 420,00 | |
| | <i>Subtotal</i> | 2085,3 | 1507,00 | 578,3 | |
| 6 | Venda do gado | 2085,3 | Aquisição do bezerro | 564,00 | |
| | | | Manutenção do eucalipto | 163,00 | |
| | | | Manutenção do pasto | 360,00 | |
| | | | Custo de oportunidade da terra | 420,00 | |
| | <i>Subtotal</i> | 2085,3 | 1507,00 | 578,3 | |
| 7 | Venda do gado | 2085,3 | Aquisição do bezerro | 564,00 | |

Continuação Tabela 11.

| | | | | |
|--------------------|----------|--------------------------------|---------|---------|
| Venda do eucalipto | 8598,28 | Manutenção do pasto | 360,00 | |
| | | Custo de oportunidade da terra | 420,00 | |
| <i>Subtotal</i> | 10683,58 | | 1344,00 | 9339,58 |

A tabela 12 apresenta o fluxo de caixa da sistemas agrossilvipastoril no cenário II de produção.

Tabela 12. Fluxo de caixa resumido para o cenário II.

| Ano | Receitas | | Custos | | Saldo (R\$/ha) |
|-----|------------------|---------|--------------------------------|---------|----------------|
| | Fonte de receita | R\$/ha | Tipo de custo | R\$/ha | |
| 0 | | | Plantio da soja | 908,18 | |
| | | | Implantação do eucalipto | 594,32 | |
| | | | Custo de oportunidade da terra | 420,00 | |
| | <i>Subtotal</i> | 0 | | 1922,50 | -1922,50 |
| 1 | Venda da soja | 1852,87 | Colheita da soja | 96,72 | |
| | | | Plantio do milho e braquiária | 856,61 | |
| | | | Manutenção do eucalipto | 165,44 | |
| | | | Custo de oportunidade da terra | 420,00 | |
| | <i>Subtotal</i> | 1852,87 | | 1538,77 | 314,10 |
| 2 | Venda do milho | 1693,30 | Colheita do milho | 120,78 | |
| | | | Introdução do gado | 1692,00 | |
| | | | Manutenção do eucalipto | 163,00 | |
| | | | Custo de oportunidade da terra | 420,00 | |
| | <i>Subtotal</i> | 1693,30 | | 2395,78 | -702,48 |
| 3 | Venda do gado | 2081,7 | Aquisição do bezerro | 564,00 | |
| | | | Manutenção do eucalipto | 163,00 | |
| | | | Manutenção do pasto | 360,00 | |
| | | | Custo de oportunidade da terra | 420,00 | |
| | <i>Subtotal</i> | 2081,7 | | 1507,00 | 574,7 |
| 4 | Venda do gado | 2081,7 | Aquisição do bezerro | 564,00 | |
| | | | Manutenção do eucalipto | 163,00 | |
| | | | Manutenção do pasto | 360,00 | |
| | | | Custo de oportunidade da terra | 420,00 | |
| | <i>Subtotal</i> | 2081,7 | | 1507,00 | 578,3 |
| 5 | Venda do gado | 2081,7 | Aquisição do bezerro | 564,00 | |
| | | | Manutenção do eucalipto | 163,00 | |
| | | | Manutenção do pasto | 360,00 | |
| | | | Custo de oportunidade da terra | 420,00 | |
| | <i>Subtotal</i> | 2081,7 | | 1507,00 | 578,3 |

Continuação Tabela 12.

| | | | | | |
|---|--------------------|---------|--------------------------------|---------|---------|
| 6 | Venda do gado | 2081,7 | Aquisição do bezerro | 564,00 | |
| | | | Manutenção do eucalipto | 163,00 | |
| | | | Manutenção do pasto | 360,00 | |
| | | | Custo de oportunidade da terra | 420,00 | |
| | <i>Subtotal</i> | 2081,7 | | 1507,00 | 578,3 |
| 7 | Venda do gado | 2081,7 | Aquisição do bezerro | 564,00 | |
| | Venda do eucalipto | 5539,09 | Manutenção do pasto | 360,00 | |
| | | | Custo de oportunidade da terra | 420,00 | |
| | | | | | |
| | <i>Subtotal</i> | 7620,79 | | 1344,00 | 6276,79 |

5.3 Simulação Monte Carlo

Com relação a série histórica atualizada dos preços dos produtos do sistema agrossilvipastoril, apresentada no Anexo A, os preços comportam-se como mostra a figura Figura 4.

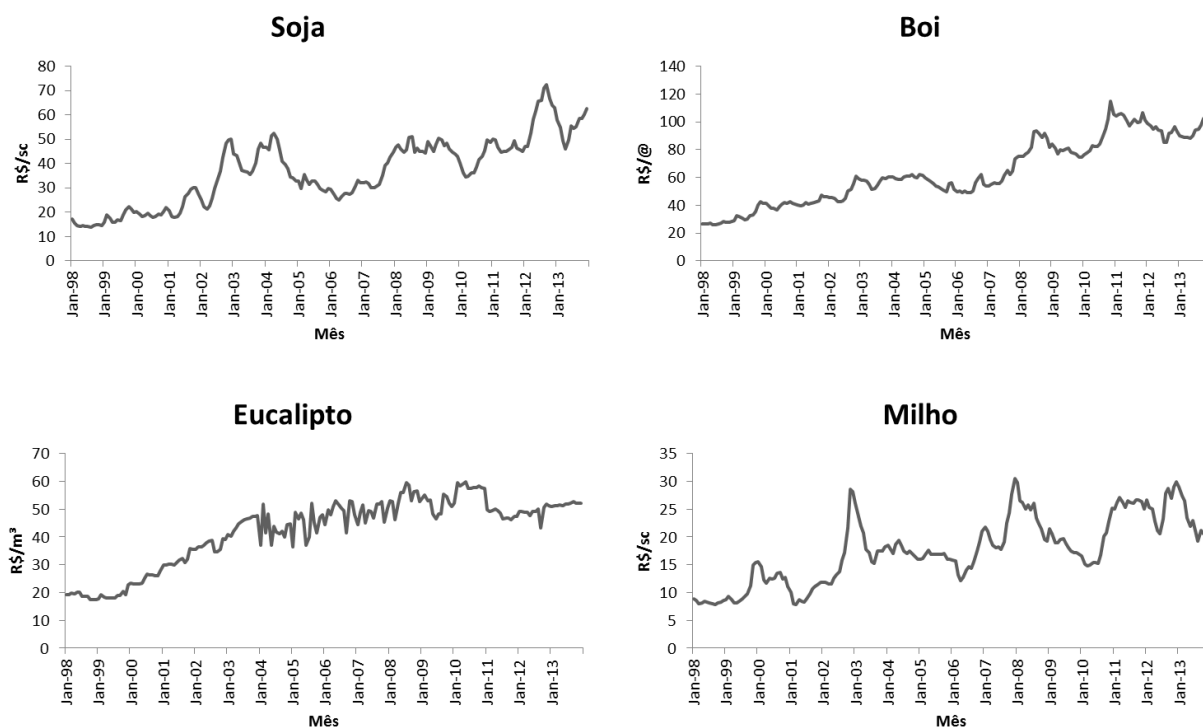


Figura 4. Comportamento dos preços dos produtos do SASP ao longo da série histórica analisada.

Para que fosse possível gerar os números aleatórios necessários para simulação Monte Carlo, foram calculados parâmetros - média e desvio padrão - para as variáveis em análise e, estão expressos na tabela a seguir.

Tabela 13. Parâmetros utilizados para simulação com o método Monte Carlo.

| Produto | Parâmetros | | |
|-----------|------------|-----------|---------------|
| | Média | Variância | Desvio padrão |
| Soja | 36,64 | 192,30 | 13,87 |
| Milho | 17,70 | 36,58 | 6,05 |
| Gado | 63,92 | 547,43 | 23,40 |
| Eucalipto | 42,18 | 149,83 | 12,24 |

Com isso, foi possível verificar a volatilidade dos preços, bem como a probabilidade de ocorrência dos mesmos. Para determinar a probabilidade de ocorrência do preço, foi encontrado o ponto superior em que a curva de frequência intercepta a distribuição de frequência acumulada dos preços. Os preços gerados e suas respectivas probabilidades de ocorrência estão dispostos na tabela 14.

Tabela 14. Resultados da simulação Monte Carlo.

| Produto | Preço | Probabilidade |
|-----------|-------|---------------|
| Soja | 47,86 | 79,23% |
| Milho | 23,00 | 80,77% |
| Gado | 84,06 | 81,22% |
| Eucalipto | 53,96 | 83,69% |

Os histogramas da simulação de MC para os preços da soja, milho, gado e eucalipto, estão expostos a seguir.

A distribuição de probabilidade de ocorrência do preço da soja (figura 5) mostra que existe uma probabilidade de 79,23% do preço ser próximo a R\$ 47,86.

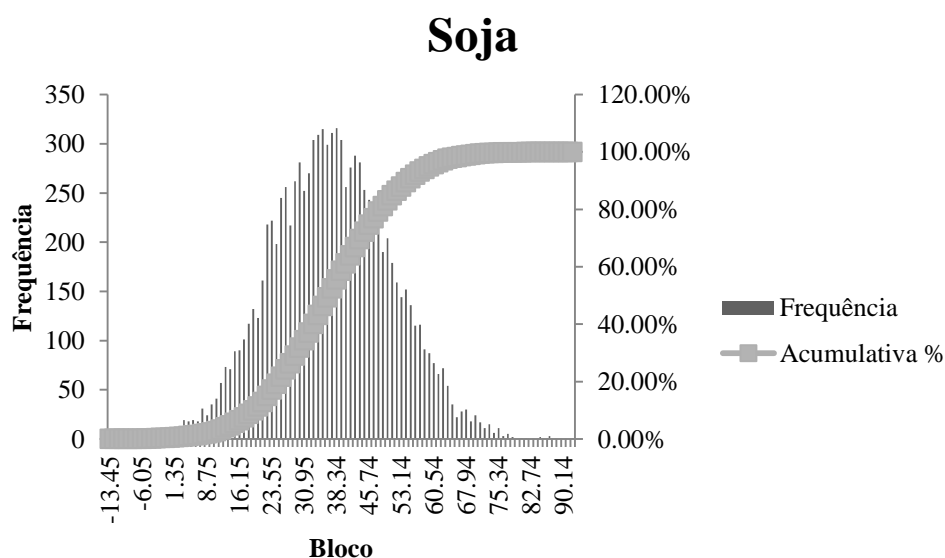


Figura 5. Histograma dos preços da soja.

A distribuição de probabilidade de ocorrência do preço da milho (figura 6) mostra que existe uma probabilidade de 80,77% do preço ser próximo a R\$ 23,00.

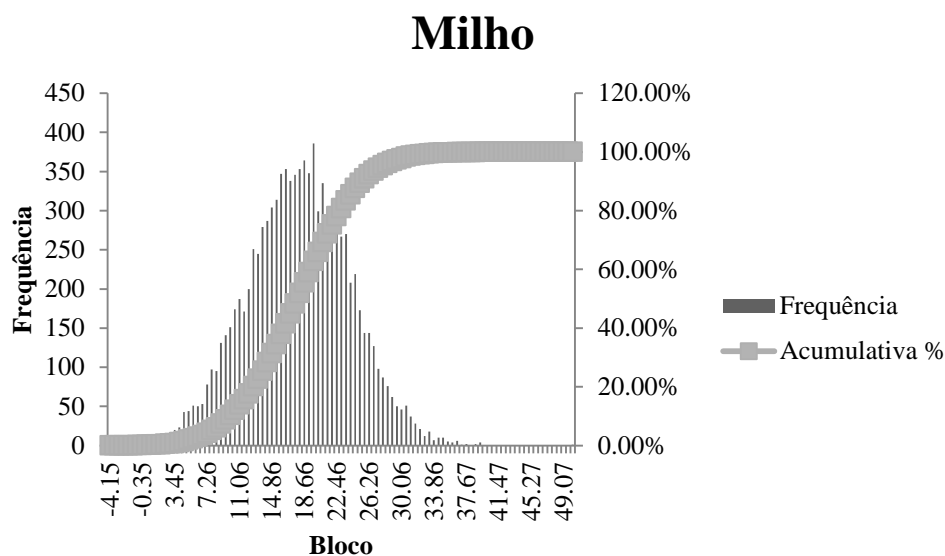


Figura 6. Histograma dos preços do milho.

A distribuição de probabilidade de ocorrência do preço do gado (figura 7) mostra que existe uma probabilidade de 81,22% do preço ser próximo a R\$ 84,06.

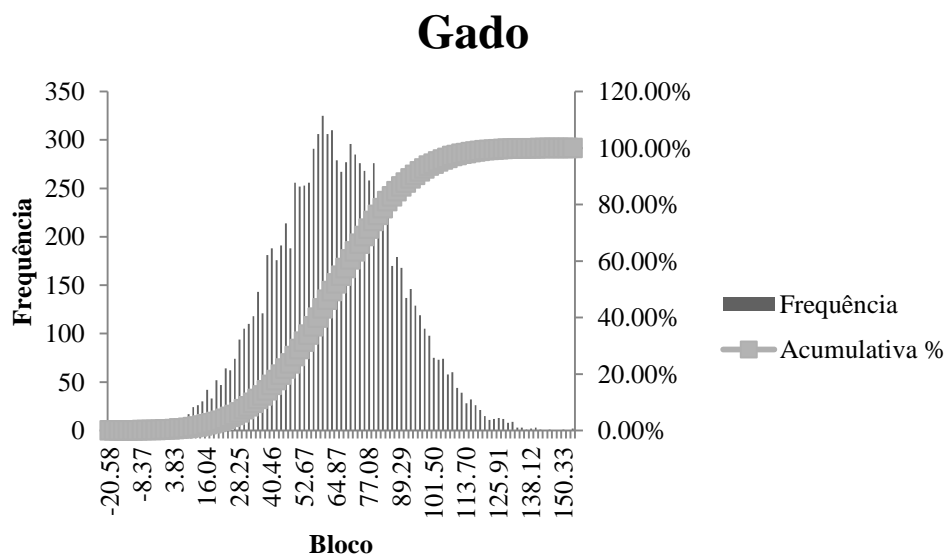


Figura 7. Histograma dos preços do gado.

A distribuição de probabilidade de ocorrência do preço do gado (figura 8) mostra que existe uma probabilidade de 83,69% do preço ser próximo a R\$ 53,96.

Eucalipto

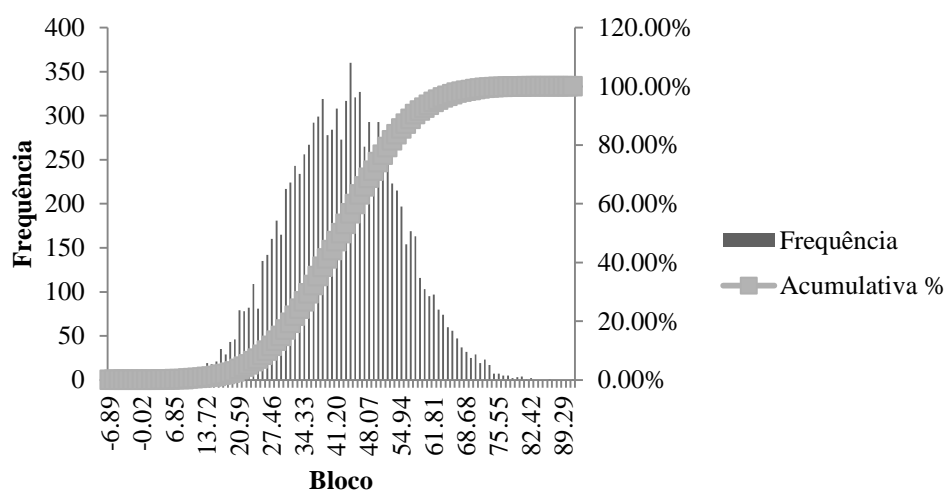


Figura 8. Histograma dos preços do eucalipto.

Coelho Junior et al. (2008), destaca que a precisão da tomada de decisão está relacionada ao domínio e conhecimento do gestor sobre as circunstâncias do investimento. Se, a partir do método MC, as decisões tomadas apresentarem mais de 50% de probabilidade de estarem corretas, conseqüentemente essas decisões já serão superiores àquelas tomadas com base somente nos métodos tradicionais.

Após a determinação dos preços e suas probabilidades de ocorrência, foi montado um novo fluxo de caixa e calculados novos valores de VPL e BPE, para os dois cenários de produção.

Tabela 15. Valores do VPL e BPE após aplicação do método MC, para o cenário I.

| Ano | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| VPL (R\$/ha) | 2177,346 | 3481,208 | 4680,119 | 5360,472 | 5384,704 | 5071,583 | 4715,837 | 4377,943 | 4059,167 |
| BPE (R\$/ha) | 628,364 | 826,426 | 951,761 | 960,248 | 867,131 | 745,635 | 640,731 | 555,092 | 484,165 |

Tabela 16. Valores do VPL e BPE após aplicação do método MC, para o cenário II.

| Ano | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| VPL (R\$/ha) | 1505,026 | 2613,990 | 3633,708 | 4212,614 | 4233,783 | 3968,170 | 3666,296 | 3379,566 | 3109,059 |
| BPE (R\$/ha) | 434,338 | 620,552 | 738,960 | 754,627 | 681,791 | 583,409 | 498,132 | 428,505 | 370,839 |

Nos dois cenários produtivos analisados, não ocorreu mudança na idade ótima de corte do eucalipto após método Monte Carlo e composição do novo fluxo de caixa.

Assim como determinado pelo método tradicional, o método MC confirma que o cenário I apresenta maior rentabilidade para o produtor, obtendo um valor maior de BPE.

Ao comparar os resultados do método tradicional com os resultados do método probabilístico, percebe-se que a metodologia MC é uma ferramenta interessante para auxílio na tomada de decisão, podendo ser um bom método alternativo para análise do cenário econômico de um projeto agroflorestal. Entretanto, não pode ser considerada como única e melhor alternativa de análise, uma vez que, trabalha com probabilidades de ocorrência de determinadas variáveis.

5.4 Análise de Sensibilidade

Diante dos cenários analisados para variação da taxa desconto, produtividade e preços, é possível observar variações nos valores de BPE do projeto, bem como variações na idade de corte do eucalipto. Os resultados resumidos da análise, para os cenários I e II, encontram-se nas tabelas 17 e 18.

No cenário I, apenas ocorreu mudança na idade de corte do eucalipto, quando a variável taxa de desconto foi alterada. Neste caso, com o aumento da taxa de desconto, a idade de corte passou a ocorrer no sexto ano.

A alteração das demais variáveis não acarretou em nenhuma alteração na idade ideal de corte do eucalipto. Apenas foi verificada alterações no BPE, conforme mostra a tabela.

Tabela 17. Resultados da análise de sensibilidade para o cenário I.

| Fatores | Variação | BPE | Idade de corte |
|------------------|----------|-----|----------------|
| Taxa de desconto | ↑ | ↓ | ↓ |
| Produtividade | ↑ | ↑ | - |
| | ↓ | ↓ | - |
| Preço | ↑ | ↑ | - |
| | ↓ | ↓ | - |

↑ e ↓ indicam aumento e diminuição de valores, respectivamente;
- indica que nenhuma variação foi observada.

No cenário II, não foi observada nenhuma alteração na idade de corte, permanecendo sempre sete anos, com as variações propostas pela análise de sensibilidade. Assim como ocorreu no cenário I, o BPE sofreu alterações com as variações, conforme tabela a seguir.

Tabela 18. Resultados da análise de sensibilidade para o cenário II.

| Fatores | Variação | BPE | Idade de corte |
|------------------|----------|-----|----------------|
| Taxa de desconto | ↑ | ↓ | - |
| Produtividade | ↑ | ↑ | - |
| | ↓ | ↓ | - |
| Preço | ↑ | ↑ | - |
| | ↓ | ↓ | - |

↑ e ↓ indicam aumento e diminuição de valores, respectivamente;
- indica que nenhuma variação foi observada.

Soares et al. (2003), ao realizar a análise de sensibilidade em plantações de eucalipto também mostrou que o aumento da taxa de desconto afeta negativamente a lucratividade do empreendimento. Segundo os autores, esse resultado era esperado, uma vez que, com o aumento da taxa, o risco do empreendimento aumenta e o BPE tende a diminuir. Altas taxas de desconto tendem a inviabilizar projetos florestais em longo prazo. Oliveira et al. (1998), obteve os mesmos resultados ao estudar a viabilidade econômica de um projeto florestal no cerrado.

Em projetos florestais, devido ao longo tempo de conversão do investimento, a viabilidade do projeto possui considerável sensibilidade às variações na taxa de desconto e, portanto, sugere-se utilizar taxas inferiores àquelas usadas em outros setores da economia (OLIVEIRA et al., 1998).

Os dados das tabela 19 e 20 mostram as simulações na produtividade dos produtos do SASP, bem como o impacto dessas variações no BPE do projeto.

Tabela 19. Resultados da análise de sensibilidade variando somente a produtividade das culturas, no cenário I.

| Soja (sc/ha) | Milho (sc/ha) | Gado (@/ha) | Eucalipto (m ³ /ha) | BPE (R\$) | Variação (%) | Importância no impacto sobre BPE |
|-----------------|------------------|----------------|-----------------------------------|--------------|-----------------|-------------------------------------|
| <u>36,30</u> | 67,00 | 18,00 | 186,19 | 1131,425 | | |
| <u>29,70</u> | 67,00 | 18,00 | 186,19 | 1060,759 | 3,22 | |
| <u>39,60</u> | 67,00 | 18,00 | 186,19 | 1166,758 | | 3 |
| <u>26,40</u> | 67,00 | 18,00 | 186,19 | 1025,427 | 6,45 | |
| 59,77 | <u>73,70</u> | 18,00 | 186,19 | 1123,482 | | |
| 59,77 | <u>60,30</u> | 18,00 | 186,19 | 1068,703 | 2,50 | |
| 59,77 | <u>80,40</u> | 18,00 | 186,19 | 1150,871 | | 4 |
| 59,77 | <u>53,60</u> | 18,00 | 186,19 | 1041,313 | 5,00 | |
| 59,77 | 67,00 | <u>19,80</u> | 186,19 | 1269,082 | | |
| 59,77 | 67,00 | <u>16,20</u> | 186,19 | 923,102 | 15,800 | 1 |
| 59,77 | 67,00 | <u>21,60</u> | 186,19 | 1442,073 | 31,600 | |

Continuação Tabela 19.

| | | | | | | |
|-------|-------|--------------|---------------|----------|--------|---|
| 59,77 | 67,00 | <u>14,40</u> | 186,19 | 750,112 | | |
| 59,77 | 67,00 | 18,00 | <u>204,81</u> | 1173,728 | 7,080 | |
| 59,77 | 67,00 | 18,00 | <u>167,57</u> | 1018,457 | | 2 |
| 59,77 | 67,00 | 18,00 | <u>223,43</u> | 1251,363 | 14,170 | |
| 59,77 | 67,00 | 18,00 | <u>148,95</u> | 940,822 | | |

O cenário II comportou-se de maneira semelhante ao cenário I, conforme mostra a tabela abaixo.

Tabela 20. Resultados da análise de sensibilidade variando somente a produtividade das culturas, no cenário II.

| Soja (sc/ha) | Milho (sc/ha) | Gado (@/ha) | Eucalipto (m ³ /ha) | BPE (R\$) | Variação (%) | Importância no impacto sobre o BPE |
|------------------------|-------------------------|-----------------------|--|---------------------|------------------------|---|
| <u>34,10</u> | 67,00 | 18,00 | 12,00 | 983,083 | | |
| <u>27,90</u> | 67,00 | 18,00 | 186,19 | 916,700 | 3,49 | |
| <u>37,20</u> | 67,00 | 18,00 | 186,19 | 1016,274 | | 4 |
| <u>24,80</u> | 67,00 | 18,00 | 186,19 | 883,508 | 6,99 | |
| 59,77 | <u>77,00</u> | 18,00 | 186,19 | 978,507 | | |
| 59,77 | <u>63,00</u> | 18,00 | 186,19 | 921,275 | 3,01 | |
| 59,77 | <u>84,00</u> | 18,00 | 186,19 | 1007,123 | | 3 |
| 59,77 | <u>56,00</u> | 18,00 | 186,19 | 892,659 | 6,03 | |
| 59,77 | 67,00 | <u>19,80</u> | 186,19 | 1122,881 | | |
| 59,77 | 67,00 | <u>16,20</u> | 186,19 | 776,901 | 18,210 | |
| 59,77 | 67,00 | <u>21,60</u> | 186,19 | 1295,872 | | 1 |
| 59,77 | 67,00 | <u>14,40</u> | 186,19 | 603,911 | 36,420 | |
| 59,77 | 67,00 | 18,00 | <u>76,81</u> | 1015,881 | | |
| 59,77 | 67,00 | 18,00 | <u>62,85</u> | 883,901 | 6,950 | |
| 59,77 | 67,00 | 18,00 | <u>83,80</u> | 1164,063 | | 2 |
| 59,77 | 67,00 | 18,00 | <u>55,86</u> | 817,911 | 22,550 | |

Nenhuma das simulações inviabilizou o sistema, nos dois cenários de produção. Mas é possível observar que as atividades de pecuária e florestal foram as que mais impactaram o BPE do projeto, frente as simulações feitas.

É possível concluir que, apesar de influenciar o BPE do projeto de modo diferente, as atividades do SASP são dependentes umas das outras e, portanto, o sistema deve ser avaliado como um todo (SOUZA, 2005).

Os dados das tabelas 21 e 22 e mostram as simulações nos preços dos produtos do SASP, bem como o impacto dessas variações no BPE do projeto. Os cenários I e II comportaram-se de maneira semelhante na análise.

Tabela 21. Resultados da análise de sensibilidade variando somente os preços dos produtos, no cenário I.

| Soja (sc) | Milho (sc) | Gado (@) | Eucalipto (m³) | BPE (R\$) | Variação (%) | Importância no impacto sobre o BPE |
|----------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------------------|----------------------|-------------------------|---|
| <u>72,500</u> | 24,190 | 115,650 | 35,000 | 1171,345 | 6,870 | 3 |
| <u>13,850</u> | 24,190 | 115,650 | 35,000 | 824,638 | 24,770 | |
| 59,770 | <u>30,510</u> | 115,650 | 35,000 | 1167,652 | 6,530 | 4 |
| 59,770 | <u>7,860</u> | 115,650 | 35,000 | 911,193 | 16,870 | |
| 59,770 | 24,190 | <u>114,800</u> | 35,000 | 1083,378 | 1,160 | 1 |
| 59,770 | 24,190 | <u>26,220</u> | 35,000 | -241,609 | 122,040 | |
| 59,770 | 24,190 | 115,650 | <u>59,740</u> | 1644,863 | 50,070 | 2 |
| 59,770 | 24,190 | 115,650 | <u>17,410</u> | 705,919 | 35,600 | |

O cenário II comportou-se de maneira semelhante ao cenário I, a tabela a seguir traz os resultados para o cenário II.

Tabela 22. Resultados da análise de sensibilidade variando somente os preços dos produtos, no cenário II.

| Soja (sc) | Milho (sc) | Gado (@) | Eucalipto (m³) | BPE (R\$) | Variação (%) | Importância no impacto sobre o BPE |
|----------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------------------|----------------------|-------------------------|---|
| <u>72,500</u> | 24,190 | 115,650 | 35,000 | 1020,583 | 7,440 | 3 |
| <u>13,850</u> | 24,190 | 115,650 | 35,000 | 694,889 | 26,850 | |
| 59,770 | <u>30,510</u> | 115,650 | 35,000 | 1024,655 | 7,870 | 4 |
| 59,770 | <u>7,860</u> | 115,650 | 35,000 | 756,713 | 20,340 | |
| 59,770 | 24,190 | <u>114,800</u> | 35,000 | 937,177 | 1,340 | 1 |
| 59,770 | 24,190 | <u>26,220</u> | 35,000 | -387,810 | 140,830 | |
| 59,770 | 24,190 | 115,650 | <u>59,740</u> | 1416,346 | 49,110 | 2 |
| 59,770 | 24,190 | 115,650 | <u>17,410</u> | 1416,346 | 49,110 | |

Tanto no cenário I, quanto no cenário II, a simulação feita sob âmbito pessimista (preço mínimo encontrado na série histórica dos todos produtos) o projeto seria inviabilizado, apresentando VPL e BPE menores do que zero, quando o preço do gado fosse igual a R\$ 26,22.

Porém, deve-se atentar que a probabilidade de ocorrência desse preço do gado, é, aproximadamente, 4,8% (valor encontrado no histograma dos preços do gado), ou seja, existe uma baixa probabilidade de ocorrência desse cenário, o risco é, portanto, baixo.

De forma geral, os preços mínimos encontrados na série histórica de preços dos produtos, possuem baixa probabilidade de ocorrência (soja – 4,73%; milho – 8,89%; eucalipto – 2%). Mostrando que, os cenários pessimistas e de menores BPEs gerados por baixos preços, possuem baixa probabilidade de ocorrer.

Assim como observado nas simulações feitas com as produtividades dos produtos, na análise feita com variações de preços, a atividade florestal e pecuária também apresentam maior influência sobre o BPE do projeto, ou seja, a viabilidade econômica do SASP depende mais dessas atividades do que das atividades anuais (soja e milho). Souza et al. (2007) encontrou os mesmos resultados ao aplicar a metodologia de análise de sensibilidade em uma agrofloresta em Minas Gerais.

6. CONCLUSÃO

- A idade ideal para corte do eucalipto foi ao sete anos, tanto para o cenário I, quando para o cenário II. Este resultado foi obtido pelo método determinístico e probabilístico;
- O cenário I apresentou melhor retorno do investimento, no método determinístico e probabilístico.
- Verificou-se redução de 12,39% e 20,56% do BPE no cenário I e II, respectivamente, após aplicação da simulação de MC;
- Diante dos diversos cenários possíveis para taxa de desconto, foi possível observar que existe uma relação negativa entre taxa de desconto e BPE;
- Maior produtividade das culturas do SASP proporcionam maior rentabilidade ao sistema;
- Ocorreu um aumento da viabilidade econômica do sistema, à medida que foi agregado valor aos produtos;
- Mesmo que as diversas culturas do SASP impactem de forma diferente no BPE e viabilidade do projeto (variando as produtividades e preços), o sistema deve ser avaliado como um todo;
- O método Monte Carlo e a análise de sensibilidade mostraram ser boas ferramentas para análise de risco do sistema agroflorestal estudado e, assim conhecer como o projeto responde aos possíveis cenários.

REFERÊNCIAS

AMARO, G. C. **Modelagem e simulação econômica de sistemas agroflorestais na Amazônia Brasileira**. Dissertação de mestrado em Ciências Econômicas, UFRGS , Porto Alegre – RS, 2010.

AIRES, K. S. **Estudo da viabilidade econômico-financeira de dois modelos de consórcios agroflorestais: cacau (*Theobroma cacao* L.) x café (*Coffea arabica*) x teca (*Tectona grandis*) e cacau (*Theobroma cacao* L.) x pupunha (*Bractis gasipaes*) x freijó-louro (*Cordia alliodora*)**. Monografia para conclusão do curso de Administração. ULBRA, Ji-Paraná – RO, 2003.

ARAUJO, H. B. **Avaliação econômica de eucalipto irrigado em diferentes cenários**. Tese de doutorado em Ciências Agrônomicas, UNESP, Botucatu – SP, 2010.

ARCO-VERDE, M. F. **Sustentabilidade biofísica e socioeconômica de sistemas agroflorestais na Amazônia Brasileira**. Tese de doutorado em Ciências Agrárias, UFPR, Curitiba – PR, 2008.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A. de; MARTINEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-florestal no Brasil. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1-12, out. 2011a.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; MARTINEZ, G. B. Contribuições dos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) para uma agricultura de baixa emissão de carbono. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 06(2011) 1163-1175. 2011b.

BALBINO, L. C.; BARCELOS, A. O.; STONE, L. F. **Marco referencial Integração Lavoura-Pecuária-Floresta**. Brasília: EMBRAPA CERRADOS, 130 p. 2011 c.

BENTES GAMA, M. M. **Análise técnica e econômica de sistemas agroflorestais em Machadinho D'Oeste, Rondônia**. Tese de doutorado em Ciência Florestal, UFV, Viçosa – MG, 2003.

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

BETTERS D. R. Planning optimal economic strategies for agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, 7:17-31, 1988.

BRAMUCCI, M. **Determinação e quantificação de fatores de influência sobre a produtividade de “harvesters” na colheita de madeira**. Dissertação de mestrado em Recursos Florestais, ESALQ, Piracicaba – SP, 2001.

BULHÕES, F. M. **Conhecimento e inovação no manejo de sistemas agroflorestais por citricultores ecológicos no Vale do Caí, RS**. Tese de doutorado em Desenvolvimento Rural, UFRGS, Porto Alegre – RS, 2011.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal – perguntas e respostas**. Editora UFV. 605 p. 2013.

COELHO JÚNIOR, L. M.; REZENDE, J. L. P. de; COIMBRA, L. A. B.; SOUZA, A. N. Análise de investimento de um sistema agroflorestral sob situação de risco. **Revista Cerne**, Lavras – MG, v. 14, n. 4, p. 368-378, out./dez/ 2008.

CORDEIRO, S. A. **Avaliação econômica e simulação em sistemas agroflorestais**. Tese de doutorado em Ciências Florestais, UFV, Viçosa – MG, 2010.

COSTA, R. B.; ARRUDA, E. J.; OLIVEIRA, L. C. S. Sistemas agrossilvipastoris como alternativa sustentável para a agricultura familiar. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**. v. 3, n. 5, p. 25-32, Set. 2002.

DAMODARAN, A. **Gestão estratégica do risco: Uma Referência para a Tomada de Riscos Empresariais**. São Paulo: Bookman, 2009. 384 p.

DIAS, A. N.; LEITE, H. G.; SILVA, M. L. de; CARVALHO, A. F. de. Avaliação financeira de plantações de eucalipto submetidas a desbaste. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v. 29, n. 3, p. 419-429, 2005.

DIXIT, A. K.; PINDYCK, R.S. **Investment under uncertainty**. New Jersey, Princeton University Press, 1994.

DOSSA, D. **A decisão econômica num Sistema agroflorestal**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2000. 26 p. (EMBRAPA Florestas. Circular Técnica, 39).

ENGEL, V. L. **Introdução aos sistemas agroflorestais**. Botucatu: FEPAF, 1999. 70 p.

ETHERINGTON, D. M.; MATTHEWS, P. J. Approaches to the economic evaluation of agroforestry farming systems. **Agroforestry Systems**, 1:347-360. 1983.

FERNANDES, C. A. B. A. **Gerenciamento de riscos em projetos: como usar o Microsoft Excel para realizar a simulação Monte Carlo**. 2005.

FICK, T. A. Amostragem para inventário florestal em sistemas silvipastoris. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v. 35, n. 5, p. 1033-1038, 2011.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV). **Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna, metodologia**. Rio de Janeiro: FGV/IBRE, 2013, 65 p.

GODINO, V. P. C.; UTUMI, M. M.; BROGIN, R. L.; FERNANDES, P. C. C.; PINTO, D. M. **I Workshop integração lavoura-pecuária-florestal em Rondônia**. Porto Velho: EMBRAPA Rondônia, 2010, 123 p (EMBRAPA Rondônia, Documentos, 141).

INTERNATION COUNCIL OF RESEARCH IN AGROFORESTRY (ICRAF). **An introduction to agroforestry diagnosis and design**. Nairobi, 1986. 56p.

JAROCHINSKI, C. S.; OLIVEIRA, A. D. **Análise do orçamento de um sistema agroflorestal em situação de risco**. XIX Congresso de pós-graduação da UFLA, out. 2010.

JOAQUIM, M. S. **Aplicação da teoria das opções reais na análise de investimentos em sistemas agroflorestais**. Tese de doutorado em Ciência Florestal, UnB, Brasília – DF, dezembro/2012.

LOPES, S. B. **Arranjos institucionais e a sustentabilidade de sistemas agroflorestais: uma proposição metodológica**. Dissertação de mestrado em Desenvolvimento Rural, UFRS, Porto Alegre – RS, agosto/2001.

MACHADO, L. A. Z.; BALBINO, L. C.; CECCON, G. **Integração lavoura-pecuária-floresta. 1. Estruturação dos sistemas de integração lavoura-pecuária**. Dourados: EMBRAPA Agropecuária Oeste, 2011. 48p. (EMBRAPA Agropecuária Oeste. Documentos, 110).

MAMEDE, R. R.; BUNGENSTAB, D. J.; BISCOLA, P. H. N.; CARROMEU, C.; SERRA, A. P.; SERRA, A. P. **Avaliação de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta sob a perspectiva de oportunidade de negócios.** In: VII Congresso Latino americano de Sistemas Agroflorestais para a Produção Pecuária Sustentável. 2012.

MANGABEIRA, J. A. C.; TÔSTO, S. G.; ROMEIRO, A. R. **Valoração de serviços ecossistêmicos: estado da arte dos sistemas agroflorestais (SAFs).** Campinas: EMBRAPA Monitoramento por Satélite, 2011. 48 p. (EMBRAPA Monitoramento por Satélite. Documentos, 91).

MENDONÇA, I. S. **Viabilidade financeira de um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) sob condição de risco.** Monografia em Engenharia Florestal, UnB, Brasília – DF, julho/2013.

NAIR, P. K. R. **An introduction to agroforestry.** KLGWE Academic Publishers, 1993. 489 p.

NOCE, R.; SILVA, M. L.; SOARES, T. S.; CARVALHO, R. M. M. A. Análise de risco e retorno do setor florestal. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v. 29, n.1, p. 77-84, 2005.

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

OLIVEIRA, S. J. M.; VOSTI, S. A. **Aspectos econômicos de sistemas agroflorestais em Ouro Preto do Oeste, Rondônia.** Porto Velho: EMBRAPA Rondônia, 1999. 28p. (EMBRAPA Rondônia. Circular Técnica, 29).

OLIVEIRA, T. C. de. **Caracterização, índices técnicos e indicadores de viabilidade financeira de consórcios agroflorestais.** Dissertação de mestrado em Produção vegetal, UFAC, Rio Branco – AC, 83 p. 2009.

PADOCH, C.; INUMA, J. C.; JONG, W.; UNRUH, J. Amazonian agroforestry: a market-oriented system in Peru. **Agroforestry Systems**, 3:47-58. 1985.

PONCIANO, N. J.; SOUZA, P. M.; COSTA MATA, H. T.; VIEIRA, J. R.; MORGADO, I. F. Análise de viabilidade econômica e de risco da fruticultura na região Norte Fluminense. **RER**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 4, p. 615-635, out/dez 2004.

PORTES, T. A.; CARVALHO, S. I. C.; OLIVEIRA, I. P.; KLUTHCOUSKI, J. Análise do crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, v. 35, n. 7, p. 1349-1358, jun. 2000.

PROTIL, R. M. **Análise de risco em investimentos florestais**. In: 32º Congresso de Economia e Sociologia Rural, 1994.

PULRONIK, K.; VILELA, L. MORAES NETO, S. P.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R. **Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta**. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2010. 18p. (EMBRAPA Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 276).

RANGEL, J. H de. A.; MUNIZ, E. N.; SÁ, J. L. de; SÁ, C. O. de. **Implantação e manejo de sistema integração lavoura/pecuária/floresta com *Gliricidia sepium***. Aracaju: EMBRAPA Semiárido, 2010. 7 p. (EMBRAPA Semiárido, Circular Técnica, 60).

REZENDE, J.L.P.; OLIVEIRA, A. D. **Análise econômica e social de projetos florestais**. Viçosa: Editora UFV. 2013. 389p.

REZENDE, J.L.P.; OLIVEIRA, A. D. Relações entre a idade de corte e o horizonte de planejamento, em povoamentos de eucalipto. **Revista Cerne**, v. 1, n. 1, p. 95-107, 1994.

RICHETTI, A. **Viabilidade econômica da cultura da soja na safra 2012/2013, em Mato Grosso do Sul**. Dourados: EMBRAPA Agropecuária Oeste, 2012. 9 p. (EMBRAPA Agropecuária, Comunicado Técnico, 17).

RODRIGUEZ, L. C. E. BUENO, A. R. S.; RODRIGUES, F. Rotações de eucaliptos mais longas: análise volumétrica e econômica. **Scientia Forestalis**, n. 51, p. 15-28, jun. 1997.

SANGUINO, A. C.; SANTANA, A. C. de; HOMMA, A. K. O.; BARROS, P. L. C. de; KATO, O. K.; AMIN, M. M. G. H. Análise econômica de investimentos em sistemas de produção agroflorestal no Estado do Pará. **Revista Ciências Agrárias**, Belém - PA, n. 47, p. 23-47, jan./jun. 2007.

SANTOS, D. F. L. **A teoria das opções reais como instrumento de avaliação na análise de um processo de fusão/incorporação de empresas.** Dissertação de mestrado em Sistemas de Gestão, UFF, Niterói – RJ, 2004.

SANTOS, J. C. dos; CAMPOS, R.T. **Metodologia para análise de rentabilidade e riscos de sistemas agroflorestais.** Rio Branco: EMBRAPA Acre, 2000. 16p. (EMBRAPA Acre. Documentos, 47).

SCOLFORO, J. R. S. **Manejo florestal.** Lavras: FAEPE/UFLA, 1998. 438 p.

SILVA, S. C. da. **Sistemas agroflorestais na Amazônia: fitossociologia, socioeconômica, análise de risco, comercialização e tendência de preços dos produtos.** Tese de doutorado em Ciências Florestais. UFLA, Lavras – MG, 2012.

SILVA, W. C. & CUNHA, A. C. O uso da análise de risco no estudo da viabilidade econômica e compensação por créditos de carbono em sistema de agricultura familiar. **Biota Amazônia**, v. 3, n. 2, p. 101-115, 2013.

SOARES, T. S.; SILVA, M. L. de; GAMA, J. R. V.; CARVALHO, R. M. M. A.; VALE, R. S. de. Avaliação econômica de plantações de eucalipto submetidas a desbaste. **Revista Árvore**, Viçosa - MG, v. 27, n. 7, p. 481-486, 2003.

SOUZA, A. N de.; OLIVEIRA, A. D de.; REZENDE, J. L. P de. Momento ótimo de substituição de povoamentos de *Eucalyptus* spp. O caso de tecnologia constante. **Revista Cerne**, v. 7, n. 2, p. 93-104, 2001.

SOUZA, A. N de. **Crescimento, produção e análise econômica de povoamentos clonais de *Eucalyptus* sp em sistemas agroflorestais.** Tese de doutorado em Engenharia Florestal, UFLA, Lavras – MG, 2005.

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

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

TEIXEIRA, L. P.; CASTRO E MELO, R. A. de; BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M. Viabilidade econômica da integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF): estudo de caso em Ipameri-GO. **Sociedade e Desenvolvimento Rural (online)**, v. 6, n. 2, set. – 2002.

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

VIANA, L de. A.; JOAQUIM, M. S.; SOUZA, A. N de; SANCHES, K. L.; CAMELO, A. P. S. Método Monte Carlo aplicado em florestas energéticas. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer – Goiânia, v. 9, n. 17, p. 1883, 2013.

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n.10, p.1127-1138. 2011.

WILCKEN, C. F.; LIMA, A. C. V.; DIAS, T. K. R.; MASSON, M. V.; FERREIRA FILHO, P. J.; DAL PAGETTO, M. H. F. A. **Guia prático de manejo de plantações de eucalipto**.

YOUNG, A. **Agroforestry for soil conservation**. CAB Internacional, 1991. 318 p. fundação de Estudos Agrícolas e Florestais, Universidade Estadual Paulista e Faculdade de Ciências agrônômicas, Botucatu – SP, 2008.

ZIMMER, A. H.; BUNGESTAB, R. G.; KICHEL, A. N. **Integração lavoura-pecuária-florestal no Brasil: histórico e perspectivas para o desenvolvimento sustentável**. In: VII Congresso Latino americano de Sistemas Agroflorestais para a Produção Pecuária Sustentável.

ANEXOS

Anexo A

Série histórica de preços da soja, gado, eucalipto e milho

Tabela 23. Cotação mensal dos preços dos produtos oriundos do SASP, entre janeiro de 1998 e dezembro de 2013.

| Ano | Mês | Preços | | | | IGP-DI | | | Preços deflacionados | | | |
|------|-----------|--------|-------|-----------|-------|---------|------------------|----------|----------------------|--------|-----------|-------|
| | | Soja | Gado | Eucalipto | Milho | IGP-DI | IGP-DI corrigido | Deflator | Soja | Gado | Eucalipto | Milho |
| 1998 | Janeiro | 17,15 | 26,57 | 19,33 | 8,82 | 146,038 | 100 | 1 | 17,15 | 26,57 | 19,33 | 8,82 |
| | Fevereiro | 15,62 | 26,42 | 19,33 | 8,54 | 146,067 | 100,020 | 1,000 | 15,623 | 26,425 | 19,334 | 8,542 |
| | Março | 14,44 | 26,78 | 19,66 | 8 | 146,408 | 100,253 | 1,002 | 14,474 | 26,843 | 19,706 | 8,019 |
| | Abril | 14,17 | 26,99 | 19,66 | 8,11 | 146,211 | 100,118 | 0,999 | 14,151 | 26,954 | 19,634 | 8,099 |
| | Mai | 14,61 | 26,21 | 20,06 | 8,39 | 146,544 | 100,346 | 1,002 | 14,643 | 26,270 | 20,106 | 8,409 |
| | Junho | 14,23 | 26,15 | 20,06 | 8,27 | 146,951 | 100,625 | 1,003 | 14,270 | 26,223 | 20,116 | 8,293 |
| | Julho | 14,19 | 26,86 | 18,75 | 8,1 | 146,398 | 100,247 | 0,996 | 14,137 | 26,759 | 18,679 | 8,070 |
| | Agosto | 13,87 | 27,53 | 18,75 | 7,97 | 146,144 | 100,073 | 0,998 | 13,846 | 27,482 | 18,717 | 7,956 |
| | Setembro | 14,62 | 28,57 | 18,62 | 7,89 | 146,111 | 100,050 | 1,000 | 14,617 | 28,564 | 18,616 | 7,888 |
| | Outubro | 14,81 | 27,78 | 17,44 | 8,11 | 146,063 | 100,017 | 1,000 | 14,805 | 27,771 | 17,434 | 8,107 |
| | Novembro | 14,90 | 28,10 | 17,44 | 8,31 | 145,797 | 99,835 | 0,998 | 14,873 | 28,049 | 17,408 | 8,295 |
| | Dezembro | 14,52 | 28,09 | 17,44 | 8,48 | 147,231 | 100,817 | 1,010 | 14,663 | 28,366 | 17,612 | 8,563 |
| 1999 | Janeiro | 15,57 | 28,96 | 17,44 | 8,7 | 148,921 | 101,974 | 1,011 | 15,749 | 29,292 | 17,640 | 8,800 |
| | Fevereiro | 18,3 | 31,1 | 18,31 | 8,94 | 155,528 | 106,498 | 1,044 | 19,112 | 32,480 | 19,122 | 9,337 |
| | Março | 17,3 | 31,49 | 18 | 8,6 | 158,6 | 108,602 | 1,020 | 17,642 | 32,112 | 18,356 | 8,770 |
| | Abril | 15,79 | 30,84 | 18 | 8,07 | 158,647 | 108,634 | 1,000 | 15,795 | 30,849 | 18,005 | 8,072 |
| | Mai | 15,87 | 29,55 | 18 | 8,16 | 158,1 | 108,259 | 0,997 | 15,815 | 29,448 | 17,938 | 8,132 |
| | Junho | 16,65 | 29,99 | 18 | 8,4 | 159,711 | 109,363 | 1,010 | 16,820 | 30,296 | 18,183 | 8,486 |

Continuação Tabela 23.

| | | | | | | | | | | | | |
|------|-----------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|-------|--------|--------|--------|--------|
| | Julho | 16,3 | 32,26 | 17,81 | 8,74 | 162,253 | 111,103 | 1,016 | 16,559 | 32,773 | 18,093 | 8,879 |
| | Agosto | 18,59 | 32,68 | 18,63 | 9,15 | 164,612 | 112,719 | 1,015 | 18,860 | 33,155 | 18,901 | 9,283 |
| | Setembro | 20,74 | 35,25 | 18,81 | 9,69 | 167,028 | 114,373 | 1,015 | 21,044 | 35,767 | 19,086 | 9,832 |
| | Outubro | 21,92 | 39,65 | 20 | 11,08 | 170,182 | 116,533 | 1,019 | 22,334 | 40,399 | 20,378 | 11,289 |
| | Novembro | 20,74 | 41,75 | 18,87 | 14,52 | 174,496 | 119,487 | 1,025 | 21,266 | 42,808 | 19,348 | 14,888 |
| | Dezembro | 19,74 | 40,71 | 22,5 | 15,28 | 176,647 | 120,960 | 1,012 | 19,983 | 41,212 | 22,777 | 15,468 |
| 2000 | Janeiro | 19,96 | 41,16 | 23,18 | 15,41 | 178,454 | 122,197 | 1,010 | 20,164 | 41,581 | 23,417 | 15,568 |
| | Fevereiro | 19,3 | 39,42 | 23,18 | 14,6 | 178,8 | 122,434 | 1,002 | 19,337 | 39,496 | 23,225 | 14,628 |
| | Março | 18,26 | 37,91 | 23,18 | 12,29 | 179,128 | 122,658 | 1,002 | 18,293 | 37,980 | 23,223 | 12,313 |
| | Abril | 18,71 | 37,78 | 23,18 | 11,71 | 179,357 | 122,815 | 1,001 | 18,734 | 37,828 | 23,210 | 11,725 |
| | Maiο | 19,54 | 36,34 | 23,25 | 12,54 | 180,563 | 123,641 | 1,007 | 19,671 | 36,584 | 23,406 | 12,624 |
| | Junho | 18,58 | 38,79 | 24,93 | 12,37 | 182,236 | 124,787 | 1,009 | 18,752 | 39,149 | 25,161 | 12,485 |
| | Julho | 17,62 | 40,2 | 26 | 12,27 | 186,353 | 127,606 | 1,023 | 18,018 | 41,108 | 26,587 | 12,547 |
| | Agosto | 17,88 | 41,58 | 26 | 13,17 | 189,746 | 129,929 | 1,018 | 18,206 | 42,337 | 26,473 | 13,410 |
| | Setembro | 19,04 | 40,99 | 26,12 | 13,57 | 191,049 | 130,821 | 1,007 | 19,171 | 41,271 | 26,299 | 13,663 |
| | Outubro | 19,03 | 42,46 | 26 | 12,34 | 191,763 | 131,310 | 1,004 | 19,101 | 42,619 | 26,097 | 12,386 |
| | Novembro | 20,06 | 41,59 | 26 | 12,62 | 192,506 | 131,819 | 1,004 | 20,138 | 41,751 | 26,101 | 12,669 |
| | Dezembro | 21,95 | 40,57 | 27,5 | 10,95 | 193,97 | 132,822 | 1,008 | 22,117 | 40,879 | 27,709 | 11,033 |
| 2001 | Janeiro | 20,53 | 40,13 | 29,63 | 9,99 | 194,92 | 133,472 | 1,005 | 20,631 | 40,327 | 29,775 | 10,039 |
| | Fevereiro | 18,27 | 39,58 | 29,88 | 8,04 | 195,58 | 133,924 | 1,003 | 18,332 | 39,714 | 29,981 | 8,067 |
| | Março | 17,69 | 39,84 | 29,88 | 7,8 | 197,151 | 135,000 | 1,008 | 17,832 | 40,160 | 30,120 | 7,863 |
| | Abril | 18,01 | 41,72 | 29,88 | 8,57 | 199,374 | 136,522 | 1,011 | 18,213 | 42,190 | 30,217 | 8,667 |
| | Maiο | 19,62 | 40,94 | 29,88 | 8,39 | 200,251 | 137,123 | 1,004 | 19,706 | 41,120 | 30,011 | 8,427 |
| | Junho | 22,04 | 40,95 | 30,35 | 8,24 | 203,167 | 139,119 | 1,015 | 22,361 | 41,546 | 30,792 | 8,360 |
| | Julho | 25,98 | 41,44 | 31,17 | 8,8 | 206,45 | 141,367 | 1,016 | 26,400 | 42,110 | 31,674 | 8,942 |
| | Agosto | 27,65 | 42,21 | 31,92 | 9,69 | 208,315 | 142,644 | 1,009 | 27,900 | 42,591 | 32,208 | 9,778 |

Continuação Tabela 23.

| | | | | | | | | | | | | |
|------|-----------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|-------|--------|--------|--------|--------|
| | Setembro | 29,2 | 42,87 | 30,68 | 10,63 | 209,111 | 143,189 | 1,004 | 29,312 | 43,034 | 30,797 | 10,671 |
| | Outubro | 29,68 | 46,5 | 31,47 | 10,97 | 212,135 | 145,260 | 1,014 | 30,109 | 47,172 | 31,925 | 11,129 |
| | Novembro | 29,81 | 45,91 | 35,47 | 11,37 | 213,756 | 146,370 | 1,008 | 30,038 | 46,261 | 35,741 | 11,457 |
| | Dezembro | 27,19 | 46,12 | 35,47 | 11,88 | 214,137 | 146,631 | 1,002 | 27,238 | 46,202 | 35,533 | 11,901 |
| 2002 | Janeiro | 25,15 | 45,62 | 35,47 | 11,82 | 214,535 | 146,904 | 1,002 | 25,197 | 45,705 | 35,536 | 11,842 |
| | Fevereiro | 22,39 | 45,72 | 36,47 | 11,77 | 214,927 | 147,172 | 1,002 | 22,431 | 45,804 | 36,537 | 11,792 |
| | Março | 21,22 | 44,7 | 36,47 | 11,59 | 215,17 | 147,338 | 1,001 | 21,244 | 44,751 | 36,511 | 11,603 |
| | Abril | 22,44 | 42,47 | 36,72 | 11,48 | 216,673 | 148,368 | 1,007 | 22,597 | 42,767 | 36,976 | 11,560 |
| | Mai | 25,42 | 42,17 | 37,47 | 12,41 | 219,07 | 150,009 | 1,011 | 25,701 | 42,637 | 37,885 | 12,547 |
| | Junho | 29,36 | 42,45 | 37,88 | 12,94 | 222,872 | 152,612 | 1,017 | 29,870 | 43,187 | 38,537 | 13,165 |
| | Julho | 33,01 | 43,95 | 37,88 | 13,46 | 227,441 | 155,741 | 1,021 | 33,687 | 44,851 | 38,657 | 13,736 |
| | Agosto | 36,15 | 49,22 | 33,88 | 15,45 | 232,818 | 159,423 | 1,024 | 37,005 | 50,384 | 34,681 | 15,815 |
| | Setembro | 41,65 | 49,96 | 33,63 | 16,79 | 238,973 | 163,638 | 1,026 | 42,751 | 51,281 | 34,519 | 17,234 |
| | Outubro | 46,46 | 53,63 | 34,13 | 20,71 | 249,042 | 170,532 | 1,042 | 48,418 | 55,890 | 35,568 | 21,583 |
| | Novembro | 46,94 | 57,8 | 37,21 | 26,99 | 263,58 | 180,487 | 1,058 | 49,680 | 61,174 | 39,382 | 28,566 |
| | Dezembro | 48,91 | 57,59 | 38,01 | 27,39 | 270,692 | 185,357 | 1,027 | 50,230 | 59,144 | 39,036 | 28,129 |
| 2003 | Janeiro | 43,1 | 57,03 | 40,01 | 25,57 | 276,578 | 189,388 | 1,022 | 44,037 | 58,270 | 40,880 | 26,126 |
| | Fevereiro | 42,79 | 56,92 | 39,73 | 23,26 | 280,984 | 192,405 | 1,016 | 43,472 | 57,827 | 40,363 | 23,631 |
| | Março | 39,71 | 56,38 | 41,23 | 21,54 | 285,64 | 195,593 | 1,017 | 40,368 | 57,314 | 41,913 | 21,897 |
| | Abril | 37,2 | 55,08 | 43,05 | 20,7 | 286,815 | 196,398 | 1,004 | 37,353 | 55,307 | 43,227 | 20,785 |
| | Mai | 37,18 | 52,02 | 44,98 | 17,96 | 284,9 | 195,086 | 0,993 | 36,932 | 51,673 | 44,680 | 17,840 |
| | Junho | 36,9 | 52,69 | 45,82 | 17,36 | 282,913 | 193,726 | 0,993 | 36,643 | 52,323 | 45,500 | 17,239 |
| | Julho | 35,64 | 54,88 | 46,32 | 15,63 | 282,349 | 193,339 | 0,998 | 35,569 | 54,771 | 46,228 | 15,599 |
| | Agosto | 36,55 | 57,09 | 46,32 | 15,21 | 284,105 | 194,542 | 1,006 | 36,777 | 57,445 | 46,608 | 15,305 |
| | Setembro | 39,76 | 59,02 | 46,43 | 17,33 | 287,081 | 196,580 | 1,010 | 40,176 | 59,638 | 46,916 | 17,512 |
| | Outubro | 45,82 | 59,26 | 47,23 | 17,38 | 288,337 | 197,440 | 1,004 | 46,020 | 59,519 | 47,437 | 17,456 |

Continuação Tabela 23.

| | | | | | | | | | | | | |
|------|-----------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|-------|--------|--------|--------|--------|
| | Novembro | 48,1 | 60,34 | 47,27 | 17,35 | 289,718 | 198,385 | 1,005 | 48,330 | 60,629 | 47,496 | 17,433 |
| | Dezembro | 46,48 | 60,1 | 47,27 | 18,05 | 291,462 | 199,580 | 1,006 | 46,760 | 60,462 | 47,555 | 18,159 |
| 2004 | Janeiro | 46,29 | 60,17 | 36,78 | 18,34 | 293,793 | 201,176 | 1,008 | 46,660 | 60,651 | 37,074 | 18,487 |
| | Fevereiro | 45,23 | 58,59 | 51,27 | 17,52 | 296,976 | 203,355 | 1,011 | 45,720 | 59,225 | 51,825 | 17,710 |
| | Março | 51,11 | 58,02 | 41,21 | 16,83 | 299,746 | 205,252 | 1,009 | 51,587 | 58,561 | 41,594 | 16,987 |
| | Abril | 51,81 | 58,11 | 47,87 | 18,38 | 303,184 | 207,606 | 1,011 | 52,404 | 58,777 | 48,419 | 18,591 |
| | Maiο | 49,21 | 59,43 | 36,49 | 19,09 | 307,616 | 210,641 | 1,015 | 49,929 | 60,299 | 37,023 | 19,369 |
| | Junho | 45,04 | 60,49 | 43,4 | 18,28 | 311,576 | 213,353 | 1,013 | 45,620 | 61,269 | 43,959 | 18,515 |
| | Julho | 40,44 | 60,33 | 41,25 | 17,23 | 315,113 | 215,775 | 1,011 | 40,899 | 61,015 | 41,718 | 17,426 |
| | Agosto | 39,13 | 61,58 | 40,55 | 16,83 | 319,244 | 218,603 | 1,013 | 39,643 | 62,387 | 41,082 | 17,051 |
| | Setembro | 37,82 | 60 | 41,75 | 17,34 | 320,788 | 219,661 | 1,005 | 38,003 | 60,290 | 41,952 | 17,424 |
| | Outubro | 34,47 | 59,64 | 39,7 | 16,87 | 322,492 | 220,827 | 1,005 | 34,653 | 59,957 | 39,911 | 16,960 |
| | Novembro | 33,75 | 61,74 | 43,97 | 16,47 | 325,148 | 222,646 | 1,008 | 34,028 | 62,248 | 44,332 | 16,606 |
| | Dezembro | 32,63 | 61,18 | 44,38 | 15,97 | 326,833 | 223,800 | 1,005 | 32,799 | 61,497 | 44,610 | 16,053 |
| 2005 | Janeiro | 32,84 | 59,56 | 36,18 | 15,95 | 327,915 | 224,541 | 1,003 | 32,949 | 59,757 | 36,300 | 16,003 |
| | Fevereiro | 29,53 | 58,23 | 48,64 | 16,09 | 329,241 | 225,449 | 1,004 | 29,649 | 58,465 | 48,837 | 16,155 |
| | Março | 35,12 | 57,18 | 45,97 | 16,79 | 332,49 | 227,674 | 1,010 | 35,467 | 57,744 | 46,424 | 16,956 |
| | Abril | 32,88 | 55,4 | 48,32 | 17,52 | 334,17 | 228,824 | 1,005 | 33,046 | 55,680 | 48,564 | 17,609 |
| | Maiο | 31,47 | 54,23 | 46,21 | 16,86 | 333,321 | 228,243 | 0,997 | 31,390 | 54,092 | 46,093 | 16,817 |
| | Junho | 33,08 | 53,78 | 37,15 | 17,01 | 331,823 | 227,217 | 0,996 | 32,931 | 53,538 | 36,983 | 16,934 |
| | Julho | 32,87 | 52,61 | 40,19 | 17,02 | 330,484 | 226,300 | 0,996 | 32,737 | 52,398 | 40,028 | 16,951 |
| | Agosto | 31,62 | 51,3 | 52,57 | 17,04 | 327,887 | 224,522 | 0,992 | 31,372 | 50,897 | 52,157 | 16,906 |
| | Setembro | 29,75 | 50,02 | 45,01 | 16,95 | 327,454 | 224,225 | 0,999 | 29,711 | 49,954 | 44,951 | 16,928 |
| | Outubro | 28,9 | 55,47 | 41,21 | 16,9 | 329,529 | 225,646 | 1,006 | 29,083 | 55,822 | 41,471 | 17,007 |
| | Novembro | 28,17 | 56,01 | 47,05 | 15,96 | 330,619 | 226,392 | 1,003 | 28,263 | 56,195 | 47,206 | 16,013 |
| | Dezembro | 29,66 | 51,74 | 47,93 | 15,98 | 330,835 | 226,540 | 1,001 | 29,679 | 51,774 | 47,961 | 15,990 |

Continuação Tabela 23.

| | | | | | | | | | | | | |
|------|-----------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 2006 | Janeiro | 29,25 | 49,64 | 44,1 | 15,68 | 333,222 | 228,175 | 1,007 | 29,461 | 49,998 | 44,418 | 15,793 |
| | Fevereiro | 27,53 | 50,53 | 49,87 | 15,72 | 333,03 | 228,043 | 0,999 | 27,514 | 50,501 | 49,841 | 15,711 |
| | Março | 25,7 | 49,6 | 48,21 | 13,24 | 331,531 | 227,017 | 0,995 | 25,584 | 49,377 | 47,993 | 13,180 |
| | Abril | 24,91 | 50,26 | 51,03 | 12,17 | 331,607 | 227,069 | 1,000 | 24,916 | 50,272 | 51,042 | 12,173 |
| | Maiο | 26,46 | 48,85 | 52,72 | 12,76 | 332,851 | 227,921 | 1,004 | 26,559 | 49,033 | 52,918 | 12,808 |
| | Junho | 27,59 | 48,83 | 51,25 | 13,91 | 335,067 | 229,438 | 1,007 | 27,774 | 49,155 | 51,591 | 14,003 |
| | Julho | 27,73 | 50,41 | 50,31 | 14,62 | 335,637 | 229,829 | 1,002 | 27,777 | 50,496 | 50,396 | 14,645 |
| | Agosto | 27,3 | 55,9 | 49,34 | 14,29 | 337,011 | 230,769 | 1,004 | 27,412 | 56,129 | 49,542 | 14,348 |
| | Setembro | 28,11 | 59,01 | 41,34 | 15,49 | 337,817 | 231,321 | 1,002 | 28,177 | 59,151 | 41,439 | 15,527 |
| | Outubro | 30,54 | 61,55 | 52,46 | 17,31 | 340,541 | 233,187 | 1,008 | 30,786 | 62,046 | 52,883 | 17,450 |
| | Novembro | 33,06 | 55,05 | 52,44 | 19,02 | 342,482 | 234,516 | 1,006 | 33,248 | 55,364 | 52,739 | 19,128 |
| | Dezembro | 31,93 | 53,48 | 47,94 | 20,99 | 343,384 | 235,133 | 1,003 | 32,014 | 53,621 | 48,066 | 21,045 |
| 2007 | Janeiro | 32 | 53,57 | 44,25 | 21,75 | 344,85 | 236,137 | 1,004 | 32,137 | 53,799 | 44,439 | 21,843 |
| | Fevereiro | 32,58 | 55,14 | 48,78 | 20,98 | 345,652 | 236,686 | 1,002 | 32,656 | 55,268 | 48,893 | 21,029 |
| | Março | 31,8 | 55,93 | 51,29 | 19,57 | 346,407 | 237,203 | 1,002 | 31,869 | 56,052 | 51,402 | 19,613 |
| | Abril | 30,01 | 55,82 | 44,93 | 18,46 | 346,878 | 237,526 | 1,001 | 30,051 | 55,896 | 44,991 | 18,485 |
| | Maiο | 30,08 | 55,55 | 49,45 | 17,99 | 347,421 | 237,898 | 1,002 | 30,127 | 55,637 | 49,527 | 18,018 |
| | Junho | 30,71 | 57,4 | 49,15 | 18,1 | 348,328 | 238,519 | 1,003 | 30,790 | 57,550 | 49,278 | 18,147 |
| | Julho | 31,34 | 61,48 | 46,66 | 17,64 | 349,628 | 239,409 | 1,004 | 31,457 | 61,709 | 46,834 | 17,706 |
| | Agosto | 34,56 | 64,35 | 51,12 | 18,79 | 354,495 | 242,742 | 1,014 | 35,041 | 65,246 | 51,832 | 19,052 |
| | Setembro | 38,67 | 61,4 | 51,23 | 22,27 | 358,633 | 245,575 | 1,012 | 39,121 | 62,117 | 51,828 | 22,530 |
| | Outubro | 39,91 | 63,82 | 52,22 | 24,04 | 361,308 | 247,407 | 1,007 | 40,208 | 64,296 | 52,610 | 24,219 |
| | Novembro | 42,07 | 72,54 | 44,8 | 27,4 | 365,1 | 250,003 | 1,010 | 42,512 | 73,301 | 45,270 | 27,688 |
| | Dezembro | 43,98 | 74,21 | 49,54 | 30,07 | 370,485 | 253,691 | 1,015 | 44,629 | 75,305 | 50,271 | 30,514 |
| 2008 | Janeiro | 46,23 | 74,61 | 52,5 | 29,43 | 374,139 | 256,193 | 1,010 | 46,686 | 75,346 | 53,018 | 29,720 |
| | Fevereiro | 47,71 | 74,85 | 52,5 | 26,35 | 375,558 | 257,165 | 1,004 | 47,891 | 75,134 | 52,699 | 26,450 |

Continuação Tabela 23.

| | | | | | | | | | | | | |
|------|-----------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|-------|--------|--------|--------|--------|
| | Março | 45,83 | 76,19 | 45,75 | 26,07 | 378,194 | 258,970 | 1,007 | 46,152 | 76,725 | 46,071 | 26,253 |
| | Abril | 44,33 | 77,24 | 51,6 | 24,72 | 382,414 | 261,859 | 1,011 | 44,825 | 78,102 | 52,176 | 24,996 |
| | Mai | 44,7 | 80,52 | 54,93 | 25,35 | 389,585 | 266,770 | 1,019 | 45,538 | 82,030 | 55,960 | 25,825 |
| | Junho | 49,99 | 91,53 | 54,93 | 24,42 | 396,954 | 271,816 | 1,019 | 50,936 | 93,261 | 55,969 | 24,882 |
| | Julho | 50,58 | 92,79 | 58,76 | 25,84 | 401,406 | 274,864 | 1,011 | 51,147 | 93,831 | 59,419 | 26,130 |
| | Agosto | 44,7 | 92,05 | 58,76 | 23,46 | 399,87 | 273,812 | 0,996 | 44,529 | 91,698 | 58,535 | 23,370 |
| | Setembro | 46,08 | 88,82 | 52,7 | 22,34 | 401,327 | 274,810 | 1,004 | 46,248 | 89,144 | 52,892 | 22,421 |
| | Outubro | 44,63 | 90,79 | 55,59 | 21,26 | 405,707 | 277,809 | 1,011 | 45,117 | 91,781 | 56,197 | 21,492 |
| | Novembro | 45,13 | 88,39 | 56,58 | 19,54 | 405,982 | 277,998 | 1,001 | 45,161 | 88,450 | 56,618 | 19,553 |
| | Dezembro | 44,61 | 82,2 | 52,94 | 19,39 | 404,185 | 276,767 | 0,996 | 44,413 | 81,836 | 52,706 | 19,304 |
| 2009 | Janeiro | 49,21 | 84,01 | 54 | 21,46 | 404,244 | 276,807 | 1,000 | 49,217 | 84,022 | 54,008 | 21,463 |
| | Fevereiro | 47,56 | 81,54 | 55,07 | 20,66 | 403,737 | 276,460 | 0,999 | 47,500 | 81,438 | 55,001 | 20,634 |
| | Março | 45,35 | 77,54 | 53,33 | 19,08 | 400,353 | 274,143 | 0,992 | 44,970 | 76,890 | 52,883 | 18,920 |
| | Abril | 47,95 | 80,03 | 53,33 | 18,98 | 400,53 | 274,264 | 1,000 | 47,971 | 80,065 | 53,354 | 18,988 |
| | Mai | 50,39 | 79,47 | 48,14 | 19,58 | 401,232 | 274,745 | 1,002 | 50,478 | 79,609 | 48,224 | 19,614 |
| | Junho | 49,89 | 80,85 | 46,5 | 19,81 | 399,966 | 273,878 | 0,997 | 49,733 | 80,595 | 46,353 | 19,747 |
| | Julho | 47,83 | 81,39 | 48,47 | 18,92 | 397,393 | 272,116 | 0,994 | 47,522 | 80,866 | 48,158 | 18,798 |
| | Agosto | 48,2 | 77,92 | 48,38 | 18,12 | 397,758 | 272,366 | 1,001 | 48,244 | 77,992 | 48,424 | 18,137 |
| | Setembro | 46,07 | 77,25 | 55,25 | 17,48 | 398,738 | 273,037 | 1,002 | 46,184 | 77,440 | 55,386 | 17,523 |
| | Outubro | 44,67 | 77,18 | 54,57 | 17,12 | 398,575 | 272,926 | 1,000 | 44,652 | 77,148 | 54,548 | 17,113 |
| | Novembro | 44,06 | 74,35 | 52,18 | 17,21 | 398,857 | 273,119 | 1,001 | 44,091 | 74,403 | 52,217 | 17,222 |
| | Dezembro | 42,87 | 74,64 | 51,09 | 16,83 | 398,407 | 272,811 | 0,999 | 42,822 | 74,556 | 51,032 | 16,811 |
| 2010 | Janeiro | 39,8 | 75,7 | 51,55 | 16,44 | 402,425 | 275,562 | 1,010 | 40,201 | 76,463 | 52,070 | 16,606 |
| | Fevereiro | 35,73 | 77,03 | 58,84 | 14,92 | 406,826 | 278,575 | 1,011 | 36,121 | 77,872 | 59,483 | 15,083 |
| | Março | 34,14 | 79,03 | 58,04 | 14,77 | 409,399 | 280,337 | 1,006 | 34,356 | 79,530 | 58,407 | 14,863 |
| | Abril | 34,49 | 82,33 | 58,44 | 14,89 | 412,341 | 282,352 | 1,007 | 34,738 | 82,922 | 58,860 | 14,997 |

Continuação Tabela 23.

| | | | | | | | | | | | | |
|------|-----------|-------|--------|-------|-------|---------|---------|-------|--------|---------|--------|--------|
| | Maio | 35,59 | 80,81 | 58,82 | 15,2 | 418,811 | 286,782 | 1,016 | 36,148 | 82,078 | 59,743 | 15,439 |
| | Junho | 36,16 | 82,16 | 57,15 | 15,34 | 420,241 | 287,761 | 1,003 | 36,283 | 82,441 | 57,345 | 15,392 |
| | Julho | 38,58 | 84,15 | 57,41 | 15,21 | 421,154 | 288,387 | 1,002 | 38,664 | 84,333 | 57,535 | 15,243 |
| | Agosto | 41,32 | 88,99 | 57,09 | 16,49 | 425,788 | 291,560 | 1,011 | 41,775 | 89,969 | 57,718 | 16,671 |
| | Setembro | 42,59 | 93,49 | 57,14 | 19,93 | 430,453 | 294,754 | 1,011 | 43,057 | 94,514 | 57,766 | 20,148 |
| | Outubro | 44,88 | 100,62 | 57,73 | 20,47 | 434,882 | 297,787 | 1,010 | 45,342 | 101,655 | 58,324 | 20,681 |
| | Novembro | 48,96 | 113,01 | 56,81 | 22,38 | 441,754 | 302,493 | 1,016 | 49,734 | 114,796 | 57,708 | 22,734 |
| | Dezembro | 48,52 | 104,9 | 57,26 | 25,15 | 443,427 | 303,638 | 1,004 | 48,704 | 105,297 | 57,477 | 25,245 |
| 2011 | Janeiro | 49,63 | 103,07 | 49,15 | 24,85 | 447,764 | 306,608 | 1,010 | 50,115 | 104,078 | 49,631 | 25,093 |
| | Fevereiro | 49,28 | 104,3 | 48,82 | 25,96 | 452,047 | 309,541 | 1,010 | 49,751 | 105,298 | 49,287 | 26,208 |
| | Março | 46,32 | 105,46 | 49,05 | 26,95 | 454,805 | 311,429 | 1,006 | 46,603 | 106,103 | 49,349 | 27,114 |
| | Abril | 44,37 | 104,23 | 49,9 | 26,09 | 457,059 | 312,973 | 1,005 | 44,590 | 104,747 | 50,147 | 26,219 |
| | Maio | 44,94 | 100,41 | 49,46 | 25,25 | 457,09 | 312,994 | 1,000 | 44,943 | 100,417 | 49,463 | 25,252 |
| | Junho | 45,13 | 97,22 | 48,63 | 26,52 | 456,49 | 312,583 | 0,999 | 45,071 | 97,092 | 48,566 | 26,485 |
| | Julho | 45,77 | 99,34 | 46,52 | 26,23 | 456,258 | 312,424 | 0,999 | 45,747 | 99,290 | 46,496 | 26,217 |
| | Agosto | 46,5 | 101,15 | 46,5 | 25,86 | 459,055 | 314,339 | 1,006 | 46,785 | 101,770 | 46,785 | 26,019 |
| | Setembro | 49,05 | 98,57 | 46,5 | 26,4 | 462,509 | 316,705 | 1,008 | 49,419 | 99,312 | 46,850 | 26,599 |
| | Outubro | 46,21 | 99,77 | 45,98 | 26,51 | 464,349 | 317,965 | 1,004 | 46,394 | 100,167 | 46,163 | 26,615 |
| | Novembro | 45,35 | 106,17 | 47,2 | 26,18 | 466,331 | 319,322 | 1,004 | 45,544 | 106,623 | 47,401 | 26,292 |
| | Dezembro | 45,23 | 101,75 | 47,57 | 25,07 | 465,586 | 318,812 | 0,998 | 45,158 | 101,587 | 47,494 | 25,030 |
| 2012 | Janeiro | 46,8 | 98,77 | 49,08 | 26,64 | 466,979 | 319,765 | 1,003 | 46,940 | 99,066 | 49,227 | 26,720 |
| | Fevereiro | 47,06 | 97,06 | 49,21 | 25,27 | 467,308 | 319,991 | 1,001 | 47,093 | 97,128 | 49,245 | 25,288 |
| | Março | 52,23 | 94,16 | 48,6 | 24,95 | 469,91 | 321,772 | 1,006 | 52,521 | 94,684 | 48,871 | 25,089 |
| | Abril | 57,57 | 95,51 | 48,41 | 22,61 | 474,683 | 325,041 | 1,010 | 58,155 | 96,480 | 48,902 | 22,840 |
| | Maio | 61,11 | 93,13 | 47,26 | 20,98 | 479,019 | 328,010 | 1,009 | 61,668 | 93,981 | 47,692 | 21,172 |
| | Junho | 65,22 | 92,72 | 48,73 | 20,43 | 482,311 | 330,264 | 1,007 | 65,668 | 93,357 | 49,065 | 20,570 |

Continuação Tabela 23.

| | | | | | | | | | | | | |
|------|-----------|-------|--------|-------|-------|---------|---------|-------|--------|---------|--------|--------|
| | Julho | 65,02 | 84,23 | 48,37 | 22,93 | 489,621 | 335,270 | 1,015 | 66,005 | 85,507 | 49,103 | 23,278 |
| | Agosto | 70,13 | 84,28 | 49,56 | 27,44 | 495,949 | 339,603 | 1,013 | 71,036 | 85,369 | 50,201 | 27,795 |
| | Setembro | 71,87 | 91,07 | 42,92 | 28,5 | 500,314 | 342,592 | 1,009 | 72,503 | 91,872 | 43,298 | 28,751 |
| | Outubro | 66,98 | 92,86 | 50,9 | 27,05 | 498,739 | 341,513 | 0,997 | 66,769 | 92,568 | 50,740 | 26,965 |
| | Novembro | 63,88 | 96,5 | 51,65 | 28,99 | 499,989 | 342,369 | 1,003 | 64,040 | 96,742 | 51,779 | 29,063 |
| | Dezembro | 62,6 | 92,6 | 50,81 | 29,77 | 503,283 | 344,625 | 1,007 | 63,012 | 93,210 | 51,145 | 29,966 |
| 2013 | Janeiro | 57,62 | 89,88 | 50,79 | 28,89 | 504,83 | 345,684 | 1,003 | 57,797 | 90,156 | 50,946 | 28,979 |
| | Fevereiro | 54,89 | 89,08 | 51,06 | 27,3 | 505,832 | 346,370 | 1,002 | 54,999 | 89,257 | 51,161 | 27,354 |
| | Março | 49,37 | 88,54 | 50,97 | 26,5 | 507,375 | 347,427 | 1,003 | 49,521 | 88,810 | 51,125 | 26,581 |
| | Abril | 46,07 | 89,05 | 51,67 | 23,45 | 507,087 | 347,229 | 0,999 | 46,044 | 88,999 | 51,641 | 23,437 |
| | Mai | 49,51 | 88,09 | 50,95 | 21,9 | 508,715 | 348,344 | 1,003 | 49,669 | 88,373 | 51,114 | 21,970 |
| | Junho | 55,18 | 89,22 | 51,31 | 22,8 | 512,598 | 351,003 | 1,008 | 55,601 | 89,901 | 51,702 | 22,974 |
| | Julho | 54,51 | 94,31 | 51,81 | 21,22 | 513,313 | 351,493 | 1,001 | 54,586 | 94,442 | 51,882 | 21,250 |
| | Agosto | 54,78 | 94,41 | 51,81 | 19,22 | 515,688 | 353,119 | 1,005 | 55,033 | 94,847 | 52,050 | 19,309 |
| | Setembro | 57,83 | 96,58 | 51,89 | 20,83 | 522,69 | 357,914 | 1,014 | 58,615 | 97,891 | 52,595 | 21,113 |
| | Outubro | 58,33 | 101,99 | 51,85 | 20,5 | 525,966 | 360,157 | 1,006 | 58,696 | 102,629 | 52,175 | 20,628 |
| | Novembro | 60,2 | 102,1 | 51,85 | 20,86 | 527,422 | 361,154 | 1,003 | 60,367 | 102,383 | 51,994 | 20,918 |
| | Dezembro | 62,23 | 105,59 | 51,85 | 21,07 | 531,056 | 363,642 | 1,007 | 62,659 | 106,318 | 52,207 | 21,215 |

FONTE: Joaquim (2012), Agrolink e IEA.