

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA FLORESTAL**

Caroline Weimann

**GERAÇÃO DE RENDA DO COMPONENTE FLORESTAL EM
SISTEMAS AGROSSILVIPASTORIS EM PROPRIEDADES
FAMILIARES DO VALE DO JAGUARI, RS**

Santa Maria, RS
2016

Caroline Weimann

**GERAÇÃO DE RENDA DO COMPONENTE FLORESTAL EM SISTEMAS
AGROSSILVIPASTORIS EM PROPRIEDADES FAMILIARES DO VALE DO
JAGUARI, RS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração Manejo Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Florestal**.

Orientador: Jorge Antonio de Farias

Santa Maria, RS
2016

Weimann, Caroline
GERAÇÃO DE RENDA DO COMPONENTE FLORESTAL EM SISTEMAS
AGROSSILVIPASTORIS EM PROPRIEDADES FAMILIARES DO VALE DO
JAGUARI, RS / Caroline Weimann.-2016.
84 p.; 30cm

Orientador: Jorge Antonio de Farias
Coorientador: Frederico Dimas Fleig
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2016

1. Sistema agroflorestal 2. Agricultura familiar 3.
Indicadores econômicos I. de Farias, Jorge Antonio II.
Dimas Fleig, Frederico III. Título.

Caroline Weimann

**GERAÇÃO DE RENDA DO COMPONENTE FLORESTAL EM SISTEMAS
AGROSSILVIPASTORIS EM PROPRIEDADES FAMILIARES DO VALE DO
JAGUARI, RS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração Manejo Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Florestal**

Aprovado em 15 de janeiro de 2016:

Jorge Antonio de Farias, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Paulo Roberto Cardoso da Silveira, Dr. (UFSM)

Gabriela Schmitz Gomes, Dr^a

Santa Maria, RS
2016

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, pelas oportunidades e formação.

Ao meu orientador Jorge Antonio de Farias, pela oportunidade oferecida, orientação, ensinamentos e competência nos trabalhos desenvolvidos. Obrigada pela confiança.

Ao Grupo de Pesquisas em Economia e Política Florestal, pela ajuda auxílio nas atividades e conhecimentos transmitidos. Especialmente, ao Maycon e Rodrigo, pela ajuda na coleta dos dados.

A EMATER/RS-Ascar, em especial ao Eng. Florestal Gilmar Deponti, pela disponibilidade em apresentar os produtores e as áreas de estudo. Parabéns pela dedicação e excelente trabalho.

Ao Leonardo, pelo amor, compreensão, paciência e ajuda em todos os momentos.

E acima de tudo, aos meus pais Pedro e Marilene pelo amor incondicional, sacrifícios, incentivos e pela compreensão nos momentos em que estive ausente para que mais essa etapa da minha vida fosse possível de ser completada. Além dos princípios repassados, proporcionando a oportunidade de um ensino de qualidade, deixando a verdadeira herança, a minha educação, ensinando que na família sempre encontraremos nosso lar. E ao Nene, meu irmão, que a cada despedida aconselhava, se cuida.

E a todos que de alguma maneira fizeram parte dessa trajetória.

Muito obrigada!

RESUMO

GERAÇÃO DE RENDA DO COMPONENTE FLORESTAL EM SISTEMAS AGROSSILVIPASTORIS EM PROPRIEDADES FAMILIARES DO VALE DO JAGUARI, RS

AUTORA: Caroline Weimann

ORIENTADOR: Jorge Antonio De Farias

Os sistemas agrossilvipastoris oferecem vantagens e melhorias ao meio ambiente, alternativa de renda aos produtores rurais familiares, proporcionando melhoria na qualidade de vida de modo mais sustentável. Esse trabalho teve por objetivo analisar o componente florestal em diferentes arranjos espaciais nos sistemas agrossilvipastoris em relação a viabilidade econômico-financeira na região do Vale do Jaguari, RS por meio do levantamento dos custos de implantação e manutenção, receitas oriundas da venda dos produtos florestais para duas rotações diferentes de 10 e 15 anos, além de fazer uma análise de sensibilidade do preço de mercado para as duas simulações, variação da taxa de juro e redução da produção final. Foram analisados oito sistemas agrossilvipastoris, sendo que cinco foram implantados com apenas uma espécie arbórea (eucalipto) em cada sistema, e os outros três com diferentes espécies arbóreas (eucalipto e acácia-negra). O levantamento dos dados foi realizado em duas etapas: aplicação do questionário do tipo aberta aos produtores em relação ao preparo da área, modo de implantação da floresta, tratos culturais entre outros questionamentos sobre a propriedade e a segunda etapa através do inventário florestal nos oito sistemas agrossilvipastoris. Os indicadores selecionados para a análise econômico-financeiro foram Valor Presente Líquido (VPL), Valor Anual Equivalente (VAE), Taxa Interna de Retorno (TIR), razão Benefício/Custo (B/C) e Custo Médio de Produção (CMPr), em que a taxa de desconto utilizada foi 7,5% ao ano. O preço da lenha como produto final para a rotação de 10 anos foi de R\$ 25,00 por metro estéreo, enquanto que para a rotação de 15 anos foi de R\$ 100,00 por metro cubico, produto destinado para serraria. Os custos em relação a colheita florestal não foram contabilizados pois a floresta foi vendida em pé. A viabilidade econômico-financeira em todos os sistemas agrossilvipastoris foi viável para a rotação de 10 e 15 anos, porem o maior retorno financeiro foi para a rotação de 15 anos. No que se refere a análise de sensibilidade, considerando a variação dos preços de venda do produto final e redução da produção final, todas as simulações realizadas para ambas as rotações foram viáveis. Em relação a variação da taxa de juros e VPL, o sistema foi viável, ou seja, manteve-se positivo até as taxas de juros mais elevadas. Essa análise econômico-financeira e de sensibilidade é de fundamental importância para o produtor rural familiar, pois gera controle e prevenção de risco fazendo que o mesmo sinta-se mais seguro ao investir nesse tipo de sistema e no final da rotação faça um novo ciclo de sistema agrossilvipastoril. Adicionalmente, os benefícios não são apenas econômicos mas também são geradas benfeitorias ao meio ambiente por meio do uso intensivo da terra, maior biodiversidade em uma mesma área e melhor aclimação dos animais presente no sistema.

Palavras-chave: Sistema agroflorestal. Agricultura familiar. Indicadores econômicos.

ABSTRACT

INCOME GENERATION OF FORESTRY COMPONENT IN AGROFORESTRY SYSTEMS IN THE FAMILY PROPERTIES VALE DO JAGUARI, RS

AUTHOR: Caroline Weimann

ADVISOR: Jorge Antonio De Farias

The agroforestry systems offer advantages and improvements to the environment, alternative income for family farmers, providing improvement of the life quality in a more sustainable way. This study aimed to analyze the forestry component in different spatial arrangements of agroforestry systems in relation to economic and financial viability in the region of Vale do Jaguari, RS through the lifting of costs from maintenance and deployment, revenues from the sale of forest products from two different rotations of 10 and 15 years, in addition to a sensitivity analysis of the market price for the two simulations, variation of interest rate and reduction of the final production. Eight agroforestry systems were analyzed, five were implanted with only one tree species (eucalyptus) on each system, and the other three with different tree species (*Eucalyptus* sp. and *Acacia mearnsii*). The survey data was conducted in two stages: a questionnaire of the open type to producers for the preparation of the area how was the forest implanted, cultivation and other questions about the property and the second stage was conducted through the forest inventory in the eight-agroforestry systems. The indicators selected for economic and financial analysis were Net Present Value (NPV), Equivalent Annual Value (EAV), Internal Rate of Return (IRR), reason Benefit / Cost (B/C) and Production Average Cost (PAC) where the discount rate used was 7.5% per year. The price of wood as a final product for the 10 year rotation was R\$ 25.00 per stereo meter, while for the rotation of 15 years was R\$ 100.00 per cubic meter, product destined for sawmills. Costs in relation to forest harvesting were not counted because the forest was sold standing. The economic and financial viability in all agroforestry systems was feasible for the rotation of 10 and 15 years, however the greatest financial return was for the rotation of 15 years. As regards the sensitivity analysis, considering the variation of the selling price of the final product and reducing the final production, all simulations performed for both rotations were viable. Regarding the change in interest rate and NPV, the system was viable, remained positive to higher interest rates. This economic and sensitive analysis is very important for family farmers because it generates control and risk prevention making it feel safer to invest in this type of system and end of rotation make a new agroforestry system cycle. In addition, the benefits are not only economic but also generate improvements to the environment through the intensive use of land, most biodiversity in the same area and better acclimatization of the animals present in the system.

Key-words: Agroforestry system. Family farming. Economic indicators.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1–	Biomias do Rio Grande do Sul na divisão do COREDES.	17
Figura 2 –	População rural e urbana do Vale do Jaguari no censo demográfico de 2000 e 2010.	19
Figura 3 –	Índice de desenvolvimento Humano no Vale do Jaguari no período de 1991 e 2000.	20
Figura 4 –	Histórico das produções agrícola (toneladas) e florestal (m ³), no período de 1990 e 2013, no Vale do Jaguari.	21
Figura 5 –	Produção de culturas permanentes em 2013 no Vale do Jaguari.	22
Figura 6 –	Produção de pecuária no Vale do Jaguari em 2014.	23
Figura 7–	Localização dos municípios de Nova Esperanço do Sul e Jaguari, na região do Vale do Jaguari, em que as áreas de estudos estão situadas.	32
Figura 8 –	Croqui da distribuição e alocação das parcelas em áreas de estudo nos sistemas agrossilvipastoris na região do Vale do Jaguari, RS.	36
Figura 9 –	Formas geométricas associadas ao tronco de uma árvore.	40
Figura 10 –	Croqui do arranjo espacial da espécie arbórea com a distinção da entre linha e linha.	44
Figura 11 –	Efeito do crescimento individual (m ³ ano ⁻¹) dos diferentes povoamentos quando comparado com adubação.	55
Figura 12 –	Comparação do custo de investimento de cada sistema agrossilvipastoril em relação ao rendimento da poupança e o valor presente líquido após 10 anos com uma taxa de desconto de 6% a.a.	60
Figura 13 –	Comparação do custo de investimento de cada sistema agrossilvipastoril em relação ao rendimento da poupança e o valor presente líquido após 15 anos com uma taxa de desconto de 6% a.a.	60
Figura 14 –	Quantidade de lenha necessária para realizar a secagens de grãos e fumo na região e quantidade de lenha disponível oriunda da silvicultura no Vale do Jaguari.	61
Figura 15 –	Análise de sensibilidade do valor presente líquido (R\$ ha ⁻¹) em relação a taxa de desconto (% a. a.) nos diferentes sistemas agrossilvipastoris no Vale do Jaguari, em que a rotação foi de 10 anos, produção destinada para lenha.	64
Figura 16 –	Análise de sensibilidade do valor presente líquido (R\$ ha ⁻¹) em relação a taxa de desconto (% a. a.) nos diferentes sistemas agrossilvipastoris no Vale do Jaguari, em que a rotação foi de 15 anos, produção destinada para serraria.	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características dos sistemas agrossilvipastoris em pequenas propriedades rurais nas áreas de estudo na região do Vale do Jaguari, RS.	34
Tabela 2 – Equações testadas para relação hipsométrica.	37
Tabela 3 – Caracterização dos sistemas agrossilvipastoril em relação ao ano de implantação, idade, espaçamento, número de árvores e a proporção Eucalyptus sp. e Acacia mearnsii.	43
Tabela 4 – Parâmetros estimados e medidas de precisão das equações hipsométricas selecionadas que melhor estima as alturas.	51
Tabela 5 – Caracterização populacional nos diferentes sistemas agrossilvipastoril.	52
Tabela 6 – Custo de implantação dos sistemas agrossilvipastoris na região do Vale do Jaguari.	54
Tabela 7 – Indicadores financeiros para os diferentes sistemas agrossilvipastoris na região do Vale do Jaguari para uma rotação de 10 anos.	57
Tabela 8 – Indicadores financeiros para os diferentes sistemas agrossilvipastoris na região do Vale do Jaguari para uma rotação de 15 anos.	58
Tabela 9 – Variação no preço do produto final, lenha, na rotação de 10 anos em relação ao valor presente líquido (R\$ ha-1) em diferentes situações na região do Vale do Jaguari para todas as propriedades.	62
Tabela 10 – Variação no preço do produto final, madeira para serraria, na rotação de 15 anos em relação ao valor presente líquido (R\$ ha-1) em diferentes situações na região do Vale do Jaguari para todas as propriedades.	63
Tabela 11 – Redução na produção em 30% no final do ciclo (corte raso) em relação ao indicador financeiro VPL (R\$ ha-1).....	67

LISTAS DE APÊNDICES

Apêndice A – Sistema agrossilvipastoril na propriedade A, localizada no município de Nova Esperança do Sul, RS.....	77
Apêndice B – Sistema agrossilvipastoril na propriedade B, localizada no município de Nova Esperança do Sul, RS.....	78
Apêndice C – Sistema agrossilvipastoril na propriedade C, localizada no município de Nova Esperança do Sul, RS.....	79
Apêndice D – Sistema agrossilvipastoril na propriedade D, localizada no município de Jaguari, RS.....	80
Apêndice E – Sistema agrossilvipastoril na propriedade E, localizada no município de Nova Esperança do Sul, RS.....	81
Apêndice F – Sistema agrossilvipastoril na propriedade F, localizada no município de Nova Esperança do Sul, RS.....	82
Apêndice G – Sistema agrossilvipastoril na propriedade G, localizada no município de Nova Esperança do Sul, RS.....	82
Apêndice H – Sistema agrossilvipastoril na propriedade H, localizada no município de Nova Esperança do Sul, RS.....	83
Apêndice I – Parâmetros estimados e medidas de precisão das equações hipsométricas testadas que melhor estima o restante das alturas.....	84

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	15
2.1	OBJETIVO GERAL.....	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3	REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1	ASPECTOS GERAIS DA REGIÃO DO VALE DO JAGUARI	16
3.1.1	Descrição dos biomas presente no Vale do Jaguari	16
3.1.2	Descrição do solo no Vale do Jaguari	17
3.1.3	Características socioeconômicas no Vale do Jaguari	18
3.1.4	Produções agropecuárias e florestais	20
3.2	SISTEMAS AGROFLORESTAIS	23
3.2.1	Classificação dos sistemas agroflorestais	25
3.2.2	Vantagens e desvantagens de sistemas agroflorestais	26
3.3	Análise da viabilidade econômico-financeira em projetos florestais.....	28
3.3.1	Análise de sensibilidade	30
3.3.2	Programa ABC	30
4	MATERIAL E MÉTODOS	32
4.1	LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	32
4.2	COLETA DE DADOS	35
4.2.1	Dados socioeconômicos	35
4.2.2	Inventário florestal	35
4.3	PROCESSAMENTO DOS DADOS	37
4.3.1	Equações de relações hipsométricas	37
4.3.1.1	<i>Coefficiente de determinação ajustado (R^2_{Aj})</i>	37
4.3.1.2	<i>Erro padrão da estimativa (S_{yx})</i>	38
4.3.1.3	<i>Coefficiente de Variação (CV%)</i>	38
4.3.1.4	<i>Valor da distribuição F de Snedecor (F)</i>	38
4.3.1.5	<i>Valor ponderado dos escores dos parâmetros estatísticos (VP)</i>	39
4.3.2	Estimativa de volume	40
4.4	DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS AGROSSILVIPASTORIS	43
4.5	ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA	44
4.5.1	Fluxo de caixa	44
4.5.2	Crítérios de avaliação econômico-financeira	44
4.5.2.1	<i>Valor Presente Líquido - VPL</i>	45
4.5.2.2	<i>Valor Anual Equivalente - VAE</i>	46
4.5.2.3	<i>Taxa Interna de Retorno - TIR</i>	46
4.5.2.4	<i>Razão Benefício/Custo - B/C</i>	47
4.5.2.5	<i>Custo Médio de Produção- CMP_r</i>	47
4.5.3	Análise de Sensibilidade	48
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
5.1	CARACTERÍSTICAS DAS PROPRIEDADES.....	50
5.2	PRODUÇÃO FLORESTAL	51
5.3	CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO, MANUTENÇÃO.....	53
5.4	ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRO	55
5.4.1	Rotação de 10 anos	56

5.4.2	Rotação de 15 anos	57
5.5	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE.....	62
5.6	BENEFÍCIOS AOS PRODUTORES.....	67
6	CONCLUSÕES	70
	REREFENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
	APÊNDICES	77

1 INTRODUÇÃO

Nos primórdios da humanidade, os seres humanos conseguiam manter o equilíbrio do planeta, pois retiravam do meio ambiente apenas o necessário para a sobrevivência, e a natureza conseguia se recuperar. Esse cenário começou a mudar com o aumento da população mundial. As necessidades antigas já não eram mais suficientes para a população atual, como consequência, a extração cada vez maior dos recursos naturais, causando uma grande degradação e exploração no meio ambiente. Para que o ambiente se recupere e a população consiga sobreviver é necessário ter sustentabilidade.

Para ter um ambiente sustentável é necessário aderir a três requisitos básicos: sociais, econômicos e ambientais. Um modo de atender a demanda progressiva de produtos oriundos da natureza como produção agrícola (culturas temporárias e permanente), florestal (lenha, madeira) e pecuária (criação de animais como gado, vacas de leite, ovelha, entre outros) se faz através da utilização da terra de forma intensificada.

A utilização intensificada da terra propõe maior produtividade e diversificação de produtos em uma mesma área. O sistema agrossilvipastoril é ideal para a maximização do uso da terra, pois possibilita maior equilíbrio ao meio ambiente, quando comparado ao tradicional monocultivo. Além dessas vantagens, otimiza o uso da energia solar através dos níveis utilizando pelas diferentes espécies, ciclagem de nutrientes, proteção do solo contra erosão e lixiviação, diminuição da amplitude térmica dentro do sistema, resultando em sistemas com maior potencial produtivo e sustentável, ideal para as propriedades rurais familiares.

Além das vantagens para o meio ambiente se faz necessário que o produtor rural familiar tenha retorno financeiro e social como: diversificação dos produtos agrícolas, florestais e pecuários; maior flexibilidade na comercialização dos produtos produzidos no sistema; uma alternativa de renda extra; incentivo ao produtor permanecer no campo, evitando assim ao êxodo rural.

Antes de decidir sobre a implantação de um sistema agrossilvipastoril, é essencial fazer um levantamento das despesas (baseados na implantação, manutenção e colheita) e receitas (produtos retirados do sistema), em que é fundamental fazer uma análise econômica ao longo do projeto para verificar a sua viabilidade.

Por apresentar um ciclo produtivo de médio a longo prazo, a tomada de decisão é mais complexa. Assim, a análise de sensibilidade e risco se faz necessário, possibilitando simular

as variações que podem ocorrer ao longo do ciclo produtivo, permitindo minimizar os riscos e dar mais segurança na tomada de decisão.

Os sistemas agrossilvipastoris além das vantagens e melhorias que oferece ao meio ambiente, é uma alternativa de renda aos produtores rurais familiares. Adicionalmente, proporciona melhoria na qualidade de vida e no meio ambiente através das diversas vantagens e de modo sustentável, garantindo desta forma a sobrevivência das futuras gerações e do suprimento da demanda mundial de matéria-prima.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar diferentes arranjos espaciais do componente florestal em sistemas agrossilvipastoris, em relação a viabilidade econômico-financeira para a propriedade rural familiar na região do Vale do Jaguari, RS.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar os custos de implantação e manutenção no sistema agrossilvipastoril do componente florestal;
- Calcular o volume de produção florestal dos sistemas agrossilvipastoril e realizar a simulação da venda do produto final;
- Analisar a viabilidade econômico-financeira do componente florestal nos sistemas agrossilvipastoris com a simulação de duas rotações de 10 e 15 anos;
- Verificar a sensibilidade do sistema em relação a variação do preço dos produtos florestais madeireiros, diferentes taxas de juros e redução da produção florestal.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ASPECTOS GERAIS DA REGIÃO DO VALE DO JAGUARI

3.1.1 Descrição dos biomas presente no Vale do Jaguari

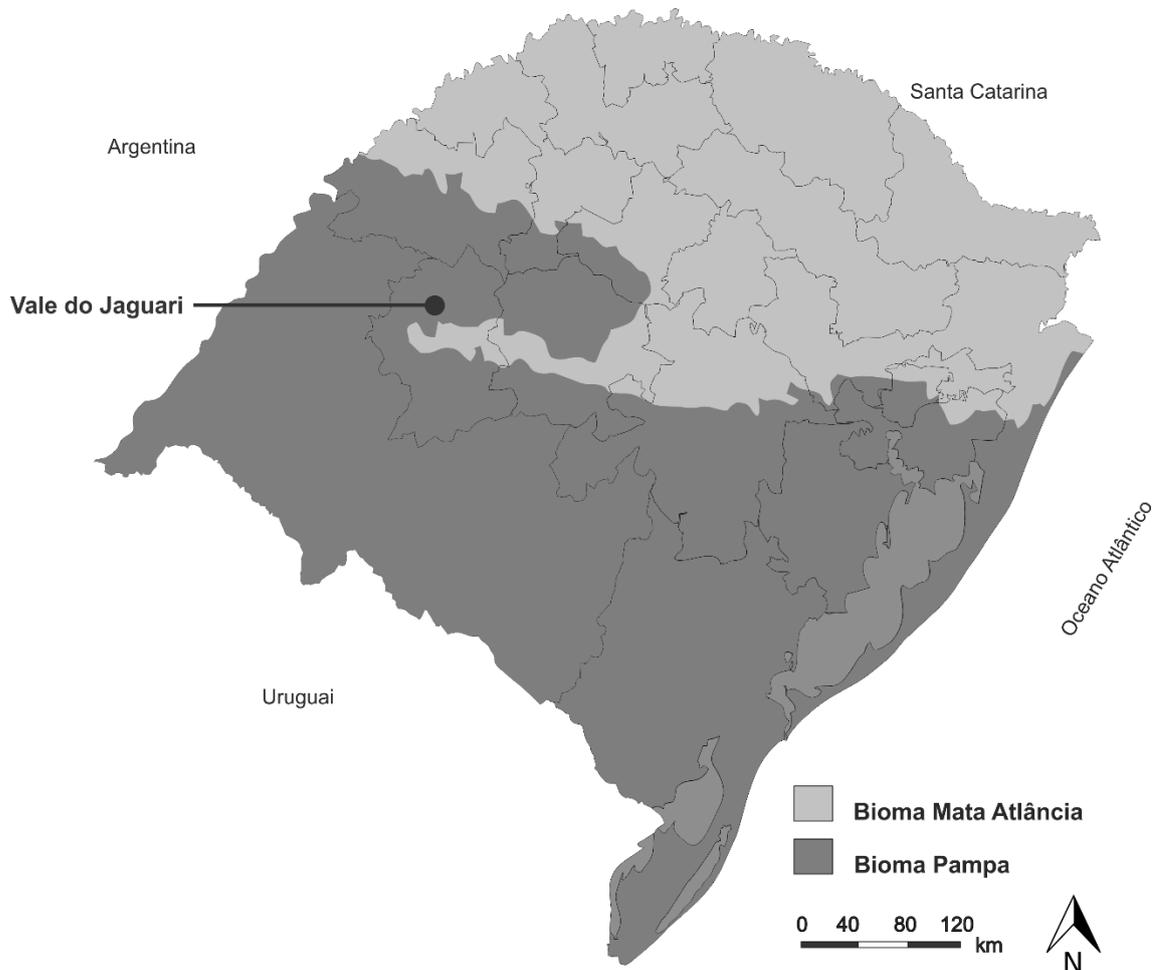
A região em estudo está localizada no Vale do Jaguari pela classificação do Conselhos Regionais de Desenvolvimento (COREDES), e é onde se encontra a área de transição entre o bioma Pampa e Mata Atlântica (Figura 1).

O estado do Rio Grande do Sul devido à diversidade de clima, solos e relevo condicionam a formação de distintos ecossistemas derivados de dois grandes biomas: a Mata Atlântica e o Pampa. O bioma Pampa é restrito ao Rio Grande do Sul, já a Mata Atlântica está presente em 17 estados, situados ao longo da costa atlântica, do Rio Grande do Sul ao Rio Grande do Norte, além de parte dos estados de Mato Grosso do Sul e Goiás.

O Pampa representa mais da metade do estado, cerca de 63% da área, e os 37% restante é representado pela Mata Atlântica. No bioma Pampa as paisagens naturais são variadas, onde pode-se encontrar serras, planícies, morros rupestres, coxilhas, em que predominam os campos, entremeados por capões de mata, matas ciliares e banhados. Por ser um ecossistema muito antigo, o Pampa apresenta flora e fauna próprias e uma enorme biodiversidade. Estimativas indicam que existe em torno de 3.000 espécies de plantas, 500 de aves, mais de 100 de mamíferos terrestres (MMA, 2015).

A Mata Atlântica é formada por um conjunto de formações florestais (Florestas: Ombrófila Densa, Ombrófila Mista, Estacional Semidecidual, Estacional Decidual e Ombrófila Aberta) e ecossistemas associados como as restingas, manguezais e campos de altitude (MMA, 2015). Estimativas indicam que existe em torno de 20.000 espécies de plantas, 849 de aves, 270 de mamíferos, 370 de anfíbios, 200 de reptéis, e cerca de 350 de peixes (MMA, 2015).

Figura 1– Biomas do Rio Grande do Sul na divisão do COREDES.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Esses biomas são importantíssimos para os serviços ambientais pois contribuem para regular o fluxo dos mananciais hídricos, assegurar a fertilidade e conservação do solo, controlar o equilíbrio climático, proteger escarpas e encostas das serras, manutenção da flora e da fauna, além de preservar a biodiversidade. Áreas de preservação são fundamentais para a manutenção de amostras representativas e viáveis da diversidade biológica (MMA, 2011).

3.1.2 Descrição do solo no Vale do Jaguari

No Vale do Jaguari, foram identificados quatro diferentes tipos de solo: Argissolo Vermelho Distrófico, Latossolo Vermelho Distrófico, Neossolos Litólicos Eutróficos, Gleissolos Háplicos Distrófico (IBGE; EMBRAPA, 2001)

Os solos classificados como Argissolos são caracterizados por serem profundos a muito profundos, variando de bem drenados a imperfeitamente drenados com um perfil com

uma sequência de horizontes A-Bt-C ou A-E-Bt-C. Apresentam tipicamente um perfil com um gradiente textural (horizonte B), e é significativamente mais argiloso do que os horizontes A e E. Os solos podem ser originados de diversos tipos de materiais tais como basalto, granitos, arenitos, argilitos e siltitos. Solos vermelhos apresentam boa drenagem, e quando classificados como distróficos apresentam baixa saturação por base (menor que 50% baixa) e baixa fertilidade natural (EMBRAPA, 2006; STRECK et al., 2008).

Latossolos são caracterizados por serem normalmente profundos a muito profundos, bem drenados, apresentando no perfil uma sequência de horizontes A-Bw-C. Esse tipo de solo tem pouco ou nenhum incremento de argila com a profundidade, apresenta uma transição difusa ou gradual entre os horizontes, dificultando a diferenciar os horizontes. São solos muito intemperizados, acentuada acidez, baixa reserva de nutrientes, toxidez por alumínio para as plantas (EMBRAPA, 2006; STRECK et al., 2008).

Os solos classificados como Neossolos são poucos desenvolvidos ou seja formação muito recente, podendo ser raso ou profundo com uma sequência de horizonte A-R, A-C, A-C-R, A-Cr-R, O-R, OU H-C. São encontrados nas mais diversas formas de relevo e drenagem. Quando classificados como eutróficos apresentam alta saturação por base (maior e igual que 50% baixa) (EMBRAPA, 2006; STRECK et al., 2008).

Os Gleissolos estão presentes em ambientes alagadiços, pouco profundos a profundos, mal drenados, de cor acinzentada a escura, com uma sequência de horizontes A-Cg, ou A-Bg-Cg ou H-Cg (EMBRAPA, 2006; STRECK et al., 2008).

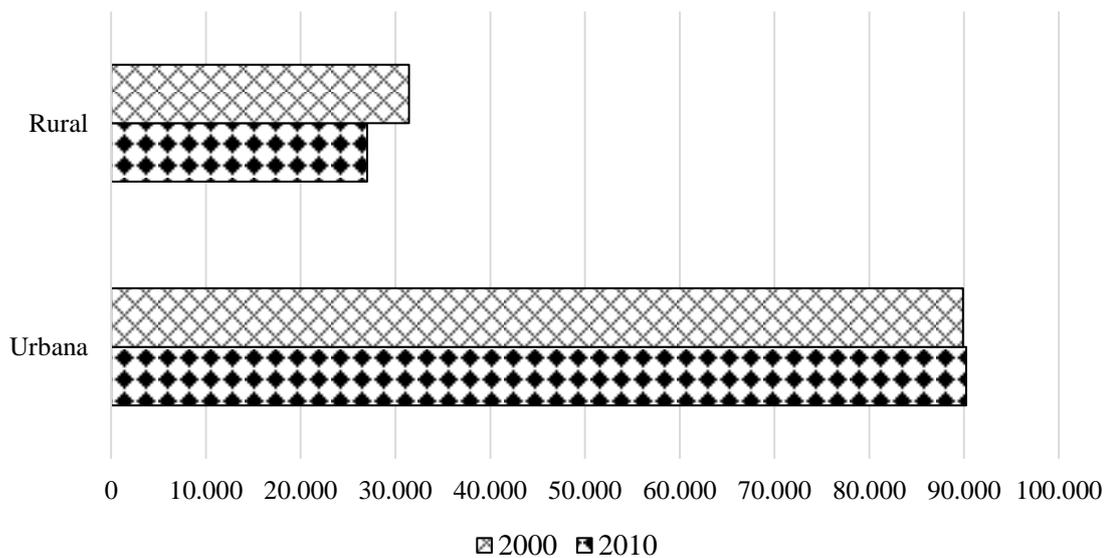
3.1.3 Características socioeconômicas no Vale do Jaguari

A região do Vale do Jaguari, situada na região central, conforme classificação do COREDES (Conselhos Regionais de Desenvolvimento do Estado), tem a participação dos municípios de Cacequi, Jaguari, Nova Esperança do Sul, São Francisco de Assis, Unistalda, Capão do Cipó, Mata, Santiago, São Vicente do Sul, ocupando uma extensão territorial de área total de 11.254,08 km² (IBGE, 2015).

No Brasil, cerca de 8 milhões de jovens moram em regiões rurais, porém as expectativas de migração rumo às cidades continuam em alta, havendo diversos estudos no Brasil que apontam para a tendência de saída (CASTRO, 2009). A continuidade da agricultura familiar está associada à disposição dos jovens, filhos dos agricultores familiares, em suceder seus pais. O processo do êxodo de jovens do rural para as cidades é um limitante para o desenvolvimento da agricultura familiar (BRUMER; PANDOLFO; CORADINI, 2005).

A população na região do Vale do Jaguari não é diferente, no censo demográfico de 2000 e 2010 foi de 121.312 e 117.250, respectivamente, em que teve uma queda de 3,3% da população em geral. Durante esse período de tempo a população urbana permaneceu praticamente inalterada, entretanto a população rural teve uma queda de 14,0%, comprovando assim o êxodo rural na região (Figura 2).

Figura 2 – População rural e urbana do Vale do Jaguari no censo demográfico de 2000 e 2010.



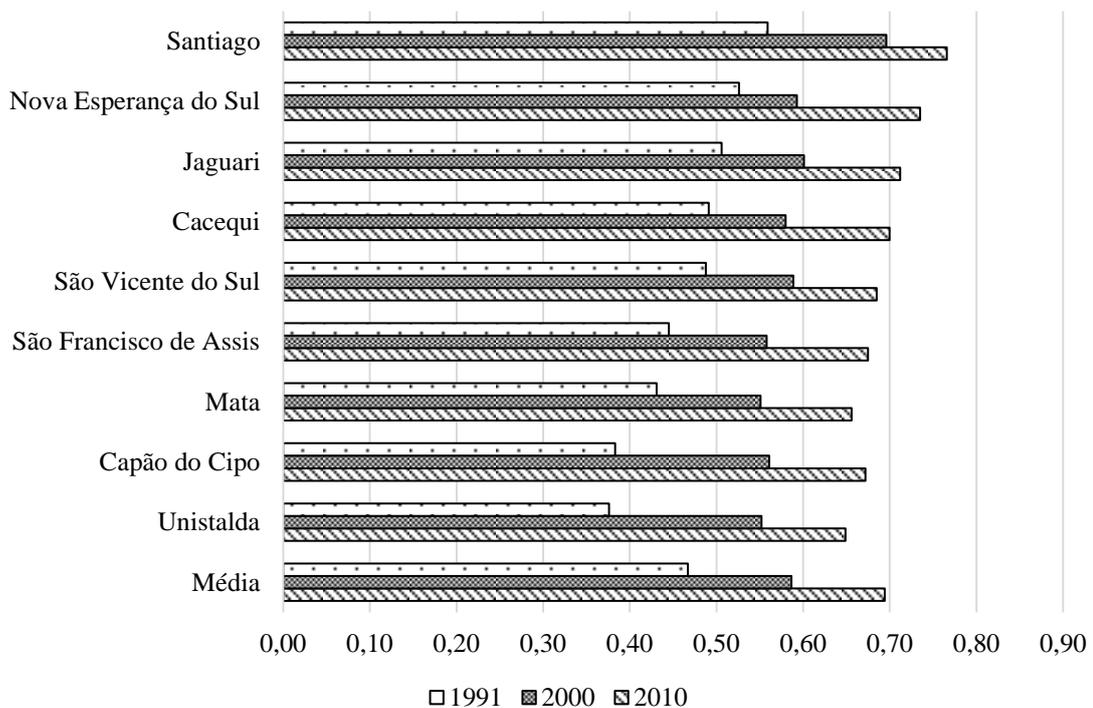
Fonte: IBGE, 2015. Adaptado pelo autor.

A região do Vale do Jaguari já tem uma associação, na qual tem como objetivo de trabalhar com a problemática do êxodo rural além de diversos problemas sociais no espaço rural, conhecida como “A Casa Familiar Rural” (ZIMMERMANN; VENDRUSCOLO; DORNELES, 2014), essa associação tem apresentado resultados significativos no incentivo e permanência do jovem nas atividades no meio rural, tendo em vista que atua na qualificação dos jovens.

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é um indicador sobre a qualidade de vida nos municípios. As variáveis que compõem este índice são agrupadas em três dimensões: renda (renda familiar per capita); educação (obtido através da ponderação entre taxa de analfabetismo da população com 15 anos ou mais e o número médio de anos de estudos); longevidade (expectativa de vida ao nascer). Vale ressaltar que o índice apresenta três categorias: baixo desenvolvimento – menor igual a 0,5; 0,51 até 0,8 – médio

desenvolvimento, acima de 0,81 – alto desenvolvimento (PELEGRINI, CASTRO, DRACLER, 2005).

Figura 3 – Índice de desenvolvimento Humano no Vale do Jaguari no período de 1991 e 2000.



Fonte: IBGE, 2015. Adaptado pelo autor.

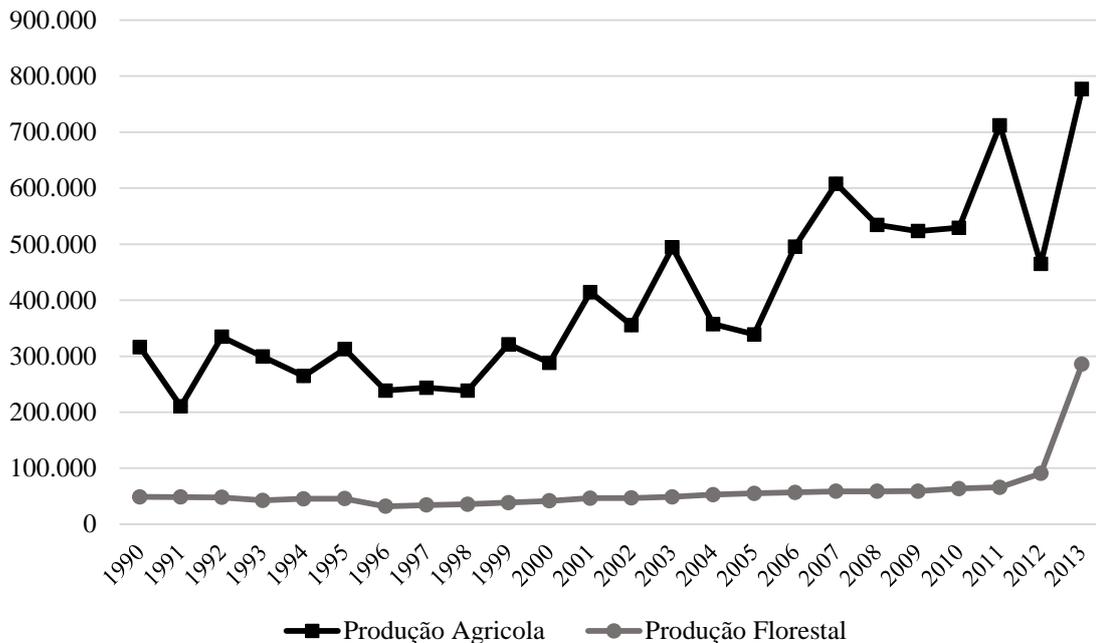
Em relação IDH no Vale do Jaguari desde 1991 até o último levantamento em 2010, só aumentou. O município de Santiago foi o único em 1991 que foi classificado em médio desenvolvimento, o restante dos municípios foi considerado como baixo desenvolvimento. Já em 2000 e 2010, todos os municípios do Vale do Jaguari, foram classificados com médio desenvolvimento. A cidade que apresentou o menor IDH foi Unistalda e o maior foi Santiago, respectivamente, 0,649 e 0,766. Já os que apresentaram maior e menor aumento durante esse período foram, respectivamente, Capão do Cipó e São Vicente do Sul (Figura 3).

3.1.4 Produções agropecuárias e florestais

A produção agrícola no Vale do Jaguari, arroz, aveia, centeio, feijão fumo, girassol, milho, soja, sorgo e trigo, durante o período dos anos 90 até 2013, cresceu em termos gerais (Figura 4), mas a colheita de grãos apresenta pequenas quedas e elevações de um ano para o

outro. A maior queda na produção foi entre o ano de 2011 e 2012, e o maior aumento foi no período seguinte, de 2012 e 2013.

Figura 4 – Histórico das produções agrícola (toneladas) e florestal (m³), no período de 1990 e 2013, no Vale do Jaguari.

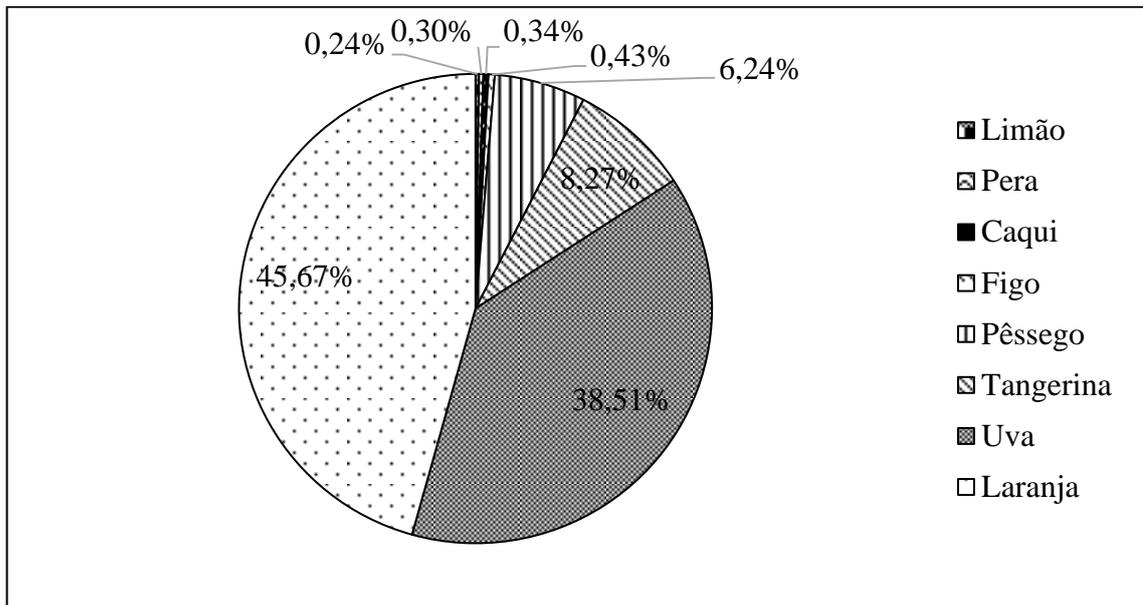


Fonte: IBGE, 2015. Adaptado pelo autor.

A produção florestal está dividida em três componentes: carvão, lenha e tora. Em relação a produção florestal durante o mesmo período, não apresentou grandes variações, exceto entre o período de 2012 e 2013, onde ocorreu um grande aumento. Desde o início dos anos 90 até 2013, o componente florestal cresceu apenas 17%, enquanto a produção agrícola cresceu 41% (Figura 4).

As produções de culturas permanentes são áreas plantadas de média a longa duração, isso é, aquelas que após a colheita não necessita de novo plantio, produzindo por vários anos consecutivos como as árvores frutíferas, erva-mate. O Vale do Jaguari produz pêsego, tangerina, uva, laranja, limão, pera, caqui, figo (Figura 5).

Figura 5 – Produção de culturas permanentes em 2013 no Vale do Jaguari.

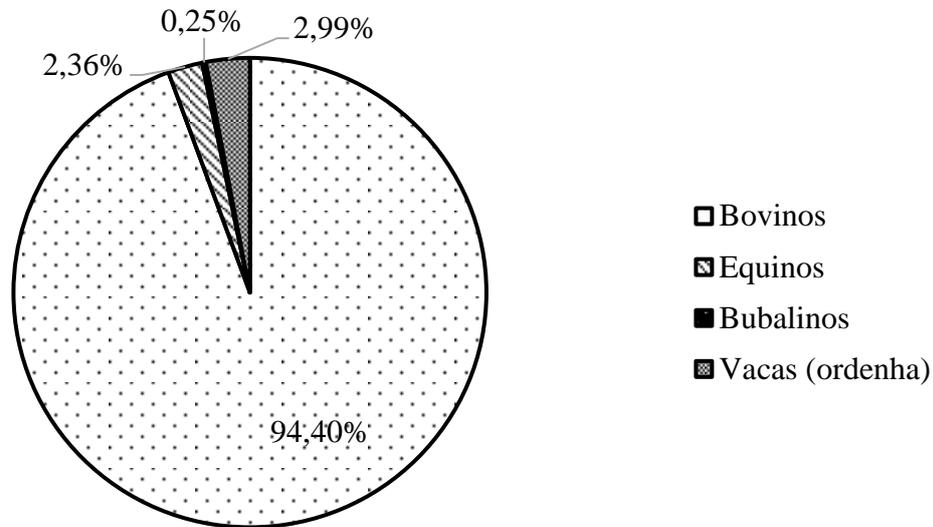


Fonte: IBGE, 2015. Adaptado pelo autor.

Santiago é único município que produz pera (cerca de 9 toneladas) na região. Limão é produzido em Jaguari e Mata (cerca de 24 toneladas). Caqui é produzido em Nova Esperança do Sul e Santiago (cerca de 34 toneladas). Figo é produzido Nova Esperança do Sul, Santiago e Unistalda (cerca de 43 toneladas) O restante das cultivares é produzido na maioria dos municípios (Figura 5).

A produção de pecuária é conjunto de técnicas destinadas à criação e reprodução de animais domésticos com fins econômicos, esses animais são comercializados e abastecem o mercado consumidor. No Vale do Jaguari, dentre as muitas fontes de renda derivadas da pecuária destaca-se a criação de gabo, cavalo búfalos e vacas para a produção de leite (Figura 6).

Figura 6 – Produção de pecuária no Vale do Jaguari em 2014.



Fonte: IBGE, 2015. Adaptado pelo autor.

A produção de leite na região é bastante intensa, produz uma quantidade aproximada de 29.459.000 litros em 2014. Além da produção de leite que se destaca, também produz cerca de 247.657 quilos de mel de abelhas no mesmo período (IBGE, 2015). A integração entre apicultura e silvicultura possui vantagens como, maior disponibilidade de pasto apícola para as colmeias, e nenhum impacto ambiental da atividade, uma vez que as colmeias ajudam na manutenção da biodiversidade (CORREA et al., 2015).

A agricultura familiar desenvolve, em geral, sistemas complexos de produção, combinando várias culturas, criações animais e transformações primárias, tanto para o consumo da família como para o mercado (BUAINAIM; ROMEIRO, 2000).

3.2 SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Os sistemas agroflorestais (SAF's) são definidos como sistemas e tecnologias sustentáveis de uso da terra que procuram aumentar a produção de forma contínua. Esses sistemas apresentam uma combinação integrada de espécie (s) lenhosa (s) perene, cultivos agrícolas e, ou, animais na mesma área, podendo ser de maneira simultânea ou sequencial, utilizando práticas sustentáveis de manejo compatíveis com a cultura da população local (ALTIERI, 2002). Os mesmos oferecem uma variedade de produtos florestais e de alimentos (agricultura e pecuária), proporcionando ao agricultor maior flexibilidade na comercialização de seus produtos.

A definição formal de agrossilvicultura é o nome coletivo para sistemas de uso da terra e tecnologias em que plantas lenhosas perenes (árvores, arbustos, palmeiras, bambus) são cultivadas em associação com plantas herbáceas (culturas agrícolas e/ou pastagens) e/ou animais, em uma mesma unidade de manejo, e de acordo com um arranjo espacial, temporal ou ambos; nos quais deve haver tanto interações ecológicas como econômicas entre os componentes lenhosos e não lenhosos no sistema (YOUNG, 1991).

O termo agrofloresta é dado para sistemas sustentáveis de uso da terra, os quais envolvem associações de cultivos agrícolas com espécies florestais perenes, cultivados sobre uma mesma unidade de terra. Essa forma de uso da terra tem dois objetivos principais: produtividade, relacionada à diversificação da produção e às múltiplas saídas do sistema visando à geração de renda, e sustentabilidade, o que implica na conservação, ou até mesmo na melhoria dos aspectos ambientais do sistema (HUXLEY, 1983).

O manejo sustentável é um conjunto de técnicas direcionadas a utilização de recursos florestais madeireiros e não madeireiros que resulta na geração de benefícios sociais, econômicos e ambientais, além de minimizar a produção de resíduos, aumentar a produtividade e diminuir o impacto da floresta remanescente (BONA, 2015). O uso de sistemas integrados com árvores podem trazer maior sustentabilidade ao meio agrícola (VALE et al., 2004).

A integração entre espécies arbóreas e culturas agrícolas não visa somente a produção, mas também à melhoria na qualidade dos recursos ambientais, devido as interações ecológicas e econômicas que acontecem nesse processo, uma vez que a presença de árvores favorece a ciclagem de nutrientes, confere proteção ao solo contra erosão e melhora o microclima local (VALLADARES-PÁDUA et al., 1997).

A viabilidade econômica e sustentável dos sistemas agroflorestais, auxilia na conservação do meio ambiente, em áreas que não apresentam sinais de degradação e principalmente naquelas áreas sujeitas à degradação, proporcionando maior estabilidade econômica, social e ambiental. Esses fatores justificam estudos que visem identificar as potencialidades econômicas e os benefícios ambientais gerados pelos sistemas (ARCO-VERDE, 2008; RADOMSKI; RIBASKI, 2009).

A diversificação em sistemas agroflorestais é uma alternativa na produção de multiprodutos sendo eles florestais, agrícolas e pecuária mediante a monocultivos, embora esses também estejam suscetíveis às variações do desempenho das culturas selecionadas, bem como às flutuações dos preços de mercado entre outros fatores tecnológicos e econômicos (OLIVEIRA, 1999; OLIVEIRA; VOSTI, 1997; RAMÍREZ et al., 2001).

Vale ressaltar, que é possível consorciar cultivos agrícolas e árvores de forma compatível, garantindo a produção, entretanto esses devem apresentar requerimentos nutricionais essencialmente diferentes e, ao mesmo tempo, características físicas e morfológicas distintas (FERNANDES; BONETTI FILHO; SILVA, 1994). A utilização de alguma espécie arbórea com características apropriadas, como fixação do nitrogênio pelas leguminosas, é fundamental para a estabilidade e o sucesso do sistema.

Uma solução para área que estão degradadas ou com vegetações secundárias sem valor econômico aparente, podem ser reabilitadas e utilizadas por meio de práticas agroflorestais, além de promover uma recuperação da área, poderá ser uma fonte de renda extra para agricultores.

3.2.1 Classificação dos sistemas agroflorestais

Os sistemas agroflorestais têm sido classificados de diferentes maneiras: de acordo com sua estrutura espacial, desenho no tempo, importância relativa e a função dos diferentes componentes, objetivos da produção e características socioeconômicas predominantes (ENGEL, 1999).

Quanto à sua composição, esses sistemas podem ser classificados como:

- Sistema agrossilvicultural = componente arbóreo + culturas agrícolas;
- Sistema silvipastoril = componente arbóreo + pastagens + animais;
- Sistema agrossilvipastoril = componente arbóreo + culturas agrícolas e/ou pastagens + animais.

Os sistemas agroflorestais podem ser classificados também conforme o arranjo temporal:

- Sequenciais: plantio da espécie arbórea e cultivos agrícolas se sucedem no tempo. Nessa categoria se incluem os sistemas de agricultura migratória com intervenção e manejo de capoeiras; sistema silvagrícola rotativo (capoeiras melhoradas com espécies arbóreas de rápido crescimento); sistema Taungya (cultivos anuais consorciados apenas temporariamente com árvores, durante os primeiros anos de implantação);

- Simultâneos: integração entre os cultivos anuais e perenes, espécie arbórea, e/ou pecuária de maneira simultânea e contínua. Incluem: associações de árvores com cultivos anuais ou perenes; hortos caseiros mistos, quintais florestais, sistemas agrossilvipastoris e silvipastoris;

- Complementares: fileiras de árvores para delimitar uma propriedade ou gleba ou servir de proteção para outros componentes e outros sistemas (cercas vivas e cortinas quebra-vento). São considerados complementares às outras duas categorias, pois podem estar associados a sistemas sequenciais ou simultâneos.

A ILPF, representa uma diferente classificação de sistema agroflorestais, em que se conceitua como: estratégias que visam a produção sustentável por meio da integração de atividades agrícolas, pecuárias e florestais, realizadas na mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotacionado, buscando efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema, contemplando a adequação ambiental, a valorização do homem e a viabilidade econômica (BARCELLOS et al., 2011). Em que existe diferentes combinações dos componentes, quais sejam:

- Integração Lavoura-Pecuária (agropastoril);
- Integração Pecuária-Floresta (silvipastoril);
- Integração Lavoura-Floresta (silviagrícola);
- Integração Lavoura-Pecuária Floresta (agrossilvipastoril).

3.2.2 Vantagens e desvantagens de sistemas agroflorestais

Os SAF's têm como objetivo principal otimizar o uso da terra com a utilização de mais de um componente de produção (florestal, agricultura e pecuária), tendo assim um melhor aproveitamento e conseqüentemente conservação do solo, diminuindo a pressão do solo com o uso intensivo da terra tanto na agricultura como na pecuária.

As principais vantagens para o meio ambiente e, conseqüentemente, para o produtor:

- Maximização do uso da energia radiante devido a diversidade de espécies (HUXLEY, 1983);
- Mudanças no balanço de radiação e alteração do microclima (ENGEL, 1999);
- Otimização do uso da água (HUXLEY, 1983);
- Evita a lixiviação de nutrientes das plantas e do solo;
- Translocação de nutrientes das camadas mais profundas do solo para a superfície favorecendo a ciclagem de nutrientes através da deposição da serapilheira da espécie arbórea (CONNOR, 1983; GINDABA; ROZANOV; NEGASH, 2005, GLOVER; BEER, 1986);

- Através dos diferentes extratos de copa das espécies no sistema, as mesmas reduzem o impacto da chuva, proporcionando refúgio contra a radiação solar, altas temperaturas, vento, minimiza assim o escoamento superficial e perda de solo por erosão (BUDOWISK, 1991; HUXLEY, 1983);
- Aumenta a fertilidade do solo, não sendo necessário grande quantidade de reposição de adubo;
- Diminui a degradação do solo quando comparado com a monocultivos;
- Melhoria nas propriedades físicas do solo: compactação, umidade, estrutura, porosidade (HUXLEY, 1983);
- Uso de espécies em que se faz necessário sombreamento como palmito, café, erva-mate e até mesmo o componente animal.

Os sistemas agroflorestais controlam a erosão, mantêm a matéria orgânica do solo e suas propriedades físicas e promovem uma ciclagem de nutrientes eficiente (YOUNG, 1991).

Além das diversas vantagens biológicas, apresenta uma vantagem direta para o produtor que é a viabilidade econômica e melhoria na qualidade de vida dos produtores através da diversificação dos produtos, diminuindo os riscos de flutuação de preços no mercado e ampliando alternativas alimentares de subsistência (COUTO et al., 1992; CURRENT; LUTZ, 1990; SANTOS; PAIVA, 2002; SCHERR, 1995).

Na criação de animais com acesso a sombra tem mostrado excelentes resultados por melhorar o rendimento econômico das propriedades. A utilização dos sistemas agroflorestais além de aumentar a biodiversidade, diminuir a erosão, manter os nutrientes do solo, reduzir a utilização de fertilizantes, melhorar as propriedades físicas, químicas e atividade microbiana do solo, faz com que ocorra um aumento do consumo de forragem pelos animais e consequentemente um aumento na produção de carne e leite (BOTERO, 2001).

Pesquisas têm demonstrado que na criação de animais em pastagem sem sombreamento apresentam elevação significativa na temperatura retal, frequência respiratória e na taxa de sudorese, como forma para dissipar o excesso de calor corporal, em decorrência do estresse térmico, prejudicando seu desempenho produtivo (PARANHOS DA COSTA, 2000). Observou-se em estudo que as árvores no sistema silvipastoril possibilitam sombreamento suficiente para promover maior ambiência e elevar o desempenho produtivo desses animais (LOURENÇO JÚNIOR et al., 2006).

Os sistemas agroflorestais não apresentam apenas vantagens, porem apresentam desvantagens também. As principais delas são:

- Competição entre as espécies arbórea, agrícola e/ou pastagem por luz, água, nutrientes, espaço de crescimento, podendo acarretar prejuízos nos produtos alimentares. Para minimizar esse conflito é necessário escolher uma espécie arbórea com o sistema radicular mais profundo e com copas menos densas, permitindo assim maior passagem da radiação solar (SANTOS, 2000);
- Alelopatia: a capacidade dos vegetais, superiores ou inferiores, de produzirem substâncias químicas, com ação direta ou indireta, estimuladora ou inibidora, que influencia o desenvolvimento da comunidade de plantas ou micro-organismos, devido às substâncias químicas liberadas no ambiente (RICE, 1984);
- Manejo é mais complexo entre as espécies como limpeza seletiva, podas, desbastes;
- Componente florestal pode diminuir a produção dos outros componentes;
- Retorno financeiro pode ser mais lento.

3.3 Análise da viabilidade econômico-financeira em projetos florestais

A viabilidade econômica quando a decisão de investir está baseada apenas na análise comparativa da quantidade de recursos de entrada e saída referentes ao custeio do empreendimento, resultando em um lucro (BERNSTEIN; DAMODARAN, 2000). Verificar se as receitas inerentes ao projeto superam os custos necessários, tanto custos como receitas são pontos de privado (REZENDE; OLIVEIRA, 2013).

Enquanto que a viabilidade financeira é a decisão de investir na qual está baseada na disponibilização de recursos, em que o objetivo é de obter equilíbrio entre as entradas e saídas, levando em conta os saldos a cada momento (fluxo de caixa) (BERNSTEIN; DAMODARAN, 2000). Assim, a viabilidade econômico-financeira tem como objetivo verificar se o projeto de implantação proporcionará lucro aos investidores ao final do ciclo, prevendo as possibilidades de prejuízos e evitando-as, desse modo obtendo maior retorno.

Na área florestal o investidor deve decidir sob três situações: quanto produzir (diretamente relacionado com a área), como produzir (manejo florestal) e qual o destino de produto, ou seja, para celulose, energia ou serraria (SIMIONI; HOEFLICH, 2006).

Para a avaliação do potencial florestal de um ecossistema deve-se ter como base o conhecimento dos produtos de valor econômico que a floresta pode proporcionar à sociedade (GAMA et al., 2007). A base de conhecimento é obtida através do inventário florestal em que

pode-se verificar qual é o potencial e a estrutura da floresta, podendo então avaliar os recursos disponíveis e assim ter um melhor planejamento do investimento.

Apesar da concordância de que os SAF's apresentam vantagens ecológicas, reduzir o risco de investimento em uma só cultura, é possível constatar que os mesmos representam uma atividade complexa que apresenta tantos riscos e incertezas como outras atividades agrícolas e florestais mais conhecidas; assim a importância de se fazerem avaliações econômicas sob condições de risco para subsidiar os agentes de financiamento, técnicos e produtores nesse tipo de investimento (BENTES-GAMA et al., 2005).

Segundo o conceito de sustentabilidade é necessário que haja equilíbrio entre três grandezas: sociais, econômicas e ambientais. Porém a que tem mais relevância nas decisões humanas são as relacionadas economicamente (FERRAZ, 2003).

Antes de realizar um investimento é essencial verificar uma série de fatores que podem influenciar o sucesso do negócio. Um dos aspectos mais importante é a análise financeira do projeto em questão, para isso existe os critérios econômicos que podem ser utilizados na tomada de decisão. Para realizar essa avaliação econômica deve-se considerar o fluxo de caixa, que consiste em custos e receitas distribuídos do início até o fim do empreendimento, ou seja, ao longo de todo o ciclo do projeto.

Os sistemas agroflorestais proporcionam simultaneamente uma variedade de produtos florestais e não florestais (agrícolas e pecuária), oferecendo ao agricultor maior oportunidade para a comercialização desses produtos. Essa diversificação de produção permite também um fluxo de caixa mais regular e uma racionalização da mão de obra (SANTOS; PAIVA, 2002), em que, reduzirá os custos de produção.

Alguns autores confirmam a viabilidade econômica ao introduzir SAF's, tendo como produção diversos produtos (BENTES-GAMA et al., 2005; MÜLLER et al., 2011; SOUZA et al., 2007; MAGALHÕES, et al., 2014). Conforme agrega-se valor a esses produtos, há um aumento significativo na viabilidade econômica do sistema agroflorestal (SOUZA et al., 2007; MÜLLER et al., 2011). Quando comparado o impacto do solo em sistema agroflorestal e convencionais o que apresentou melhores resultados sendo possível recomendar foi o sistema silvipastoril para a manutenção na qualidade do solo e produção de alimentos (MAIA et al., 2006).

Em um estudo realizado pela Emater na Unidade Regional de Viçosa, em Senador Firmino, Minas Gerais, onde foi implantado um sistema agrossilvipastoril. As cultivares utilizadas foram milho, gramíneas *Brachiaria brizanta* e *B. decumbens* com a espécie arbórea de *Eucalyptus urophylla*. A quantidade de plantas por hectare de milho foi de 50. 000, para o

eucalipto foi de 75 plantas ha⁻¹, e por fim, 25 kg de semente/hectare de braquiária. A taxa de desconto utilizada para a realização dos cálculos foi de 8,75% a. a. Os custos de implantação, manutenção e colheita durante os 14 anos do projeto foi de R\$ 35.754,14. Já a receita foi de R\$ 15.237,00, apresentando assim um Valor Presente Líquido (VPL) de R\$ -8.609,08, indicando que o sistema foi economicamente inviável (CORDEIRO, 2010).

3.3.1 Análise de sensibilidade

Na análise de sensibilidade checam-se os efeitos de mudanças (percentuais ou absolutas) nos parâmetros, resultados e indicadores (REZENDE; OLIVEIRA, 2013). Ou seja, é uma ferramenta que pesquisa sobre o que acontece com os indicadores financeiros para a tomada de decisão (valor presente líquido, valor anual equivalente, taxa interna de retorno, entre outras) quando ocorre alterações nas variáveis (taxa de juros, preço do mercado, quantidade produzida).

Estudos comprovam como a análise de sensibilidade é importante para verificar em que situação o projeto se tornará inviável ou poderá apresentar maior lucratividade (OLIVEIRA, SCOLFORO, SILVEIRA, 2000; TSUKAMOTO FILHO et al., 2003; BENTES-GAMA et al., 2005; RIBASKI; HOEFLICH; RIBASKI, 2009).

Essa ferramenta extra na análise econômico-financeira em projetos florestais auxilia na tomada de decisão, fazendo com que o produtor rural familiar tenha maior segurança no investimento.

3.3.2 Programa ABC

A linha de financiamento através do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) para a implantação de sistemas agroflorestais é o programa ABC.

Esse programa tem os objetivos de reduzir as emissões de gases de efeito estufa oriundas das atividades agropecuárias, reduzir o desmatamento, aumentar a produção agropecuária em bases sustentáveis, adequar as propriedades rurais à legislação ambiental, ampliar a área de florestas cultivadas, e estimular a recuperação de áreas degradadas.

O programa Agricultura de Baixo Carbono (ABC), incentiva os investimentos destinados à adequação ao sistema de agricultura orgânica e à recuperação de pastagens e de sistemas produtivos de integração lavoura-pecuária, lavoura-floresta, pecuária-floresta ou

lavoura-pecuária-floresta: até 8 anos, incluídos até 3 anos de carência, podendo ser estendido a até 12 anos, quando a componente florestal estiver presente.

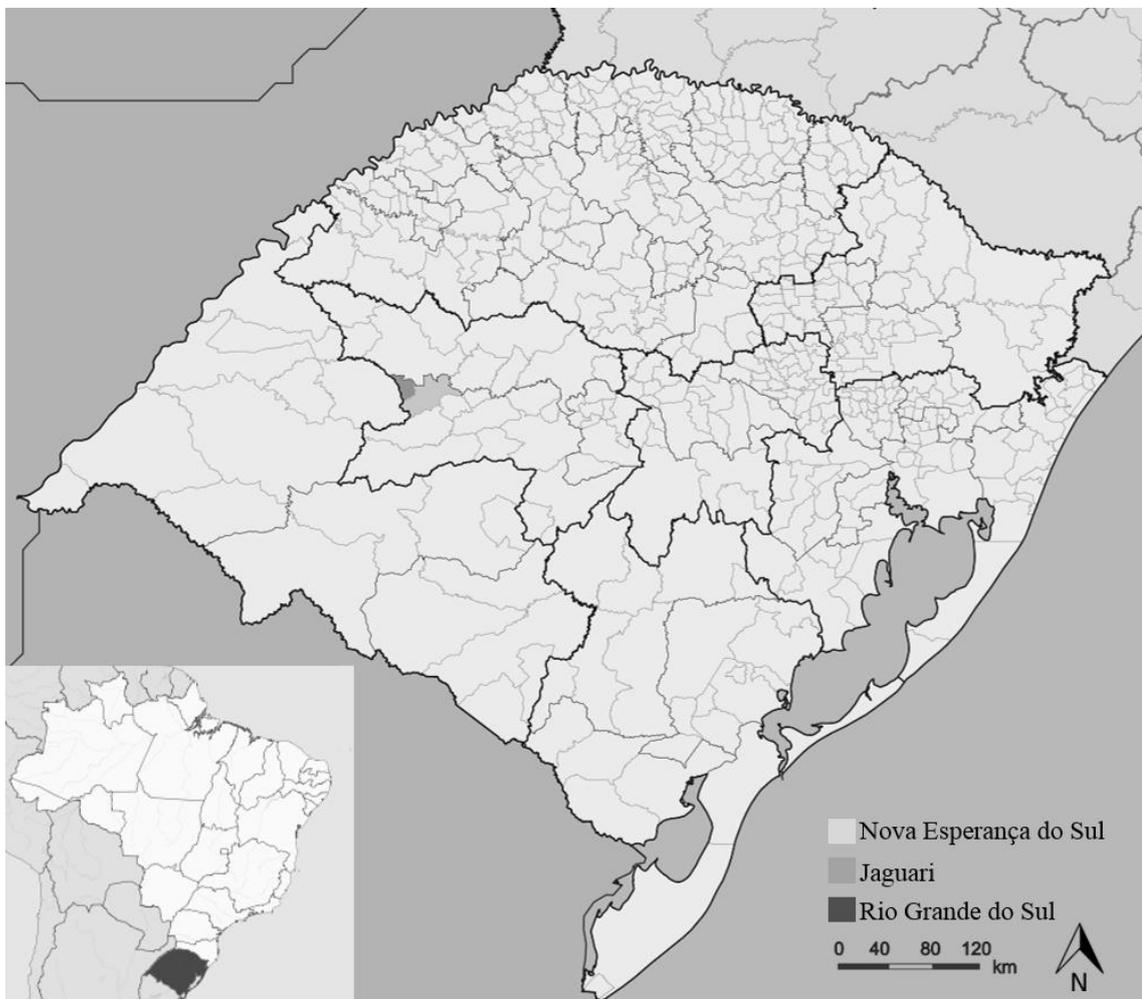
Para produtores que se enquadrem como beneficiários do Pronamp com uma taxa de 7,5% ao ano e 8,0% a.a., para os demais casos. O limite do financiamento é de até 100% do valor dos investimentos financiáveis, observado o limite de até R\$ 2 milhões por cliente, por ano-safra (BNDES, 2015).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

As áreas em estudo estão localizadas nos municípios de Nova Esperança do Sul e Jaguari, no estado do Rio Grande do Sul, Brasil (Figura 7). Os municípios estão localizados no Corede do Vale do Jaguari, que abrange 9 municípios em uma área territorial de 11.254,10 km².

Figura 7 – Localização dos municípios de Nova Esperança do Sul e Jaguari, na região do Vale do Jaguari, em que as áreas de estudos estão situadas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O município de Nova Esperança do Sul está localizado na latitude sul de 29°24'35.07" e longitude oeste de 54°49'39.85" e altitude de 318 metros. A população total no município é de 4.671 habitantes, dos quais 77% residem na área urbana e 23% na área rural, com área

territorial de 191 km². Já o município de Jaguari está localizado na latitude sul de 29°29'58.71" e longitude oeste de 54°41'35.39" e altitude de 110 metros. O município tem 11.473 habitantes, dos quais 56,9% residem na área urbana e 43,1% na área rural, com área territorial é de 673.401 km² (IBGE, 2015).

O clima da região é do tipo "Cfa", em que se caracteriza por apresentar chuvas durante todos os meses do ano e com temperatura do mês mais quente superior a 22°C e a do mês mais frio, entre -3 e 18°C (MORENO, 1961).

Os solos que ocorrerem na região são Argissolo Vermelho Distrófico arênicos, espessarênicos e típicos, podendo apresentar afloramentos rochosos. Solos arênicos e espessarênicos apresentam mudança textural abrupta diferente do típico, onde a mudança é gradual. Geralmente são solos profundos a muito profundos, varia de bem drenados a imperfeitamente drenados. As limitações na drenagem natural ocorrem devido a mudança textural abrupta ou um contato direto lítico (rocha). Pode ocorrer uma rápida infiltração da água no solo, podendo ser acentuando com a mudança textural abrupta tendo como resultado a erosão em sulcos, culminando a formação de voçorocas. Ocorrem em relevos desde suave até fortemente ondulados. Esses solos apresentam forte acidez e baixa fertilidade natural, exigindo investimentos em corretivos, fertilizantes e sistemas de manejo para obter rendimentos satisfatório (STRECK et al., 2008).

As áreas em estudo são de produtores rurais familiares em que os sistemas agrossilvipastoris foram implantados em parceria com a EMATER/RS-Ascar. As áreas avaliadas foram de oito sistemas em seis produtores, tendo assim, sistemas agrossilvipastoris com diferentes idades, arranjos espaciais, espécies e condições de sitio (Tabela 1).

Tabela 1 – Características dos sistemas agrossilvipastoris em pequenas propriedades rurais nas áreas de estudo na região do Vale do Jaguari, RS.

Sistemas agrossilvipastoril	Coordenadas		Espécies	Espaçamento (m)	Ano do plantio	Idade (anos)	Área (ha)
	Latitude	Longitude					
A	29°26'58. 94"S	54°48'46. 18"O	<i>E. grandis</i>	1,5 x 8,0	2010	5	1,57
B	29°22'47. 87"S	54°49'25. 73"O	<i>E. grandis</i>	1,5 x 10,0	2010	5	1,32
C	29°23'5. 36"S	54°49'24. 10"O	<i>E. grandis</i>	1,5 x 12,0	2010	5	1,74
D	29°22'47. 87"S	54°49'25. 73"O	<i>E. grandis, E. tereticornis e A. mearnsii</i>	1,5 x 8,0	2008	7	1,12
E	29°26'37. 15"S	54°50'4. 59"O	<i>E. urograndis</i>	1,5 x 8,0	2008	7	1,63
F	29°26'44. 12"S	54°48'24. 39"O	<i>E. grandis, E. urograndis e A. mearnsii</i>	1,5 x 8,0	2008	7	1,35
G	29°27'0. 44"S	54°48'1. 14"O	<i>E. grandis e A. mearnsii</i>	1,75 x 5,0	2006	9	1,65
H	29°26'58. 94"S	54°48'46. 18"O	<i>E. grandis</i>	2,0 x 10,0	2005	10	1,67

4.2 COLETA DE DADOS

A realização da coleta dos dados ocorreu em duas etapas. A primeira fase foi de análise de dados socioeconômicos, através de aplicação de questionários aos produtores e a segunda (última etapa) foi através do inventário florestal nas áreas de estudo.

4.2.1 Dados socioeconômicos

O questionário (ANEXO 1) foi elaborado com o objetivo de obter informações sobre a realidade social e econômica dos produtores. A entrevista realizada foi do tipo aberta, pois têm como vantagem explorar todas as possíveis respostas a respeito de um item (NOGUEIRA, 2002), além de proporcionar explicações, comentários ou esclarecimentos sobre a resposta em questão (MATTAR, 1994). Além da entrevista com produtores, realizou-se buscas de trabalhos já publicados onde o objetivo foi discutir a realidade socioeconômica dos produtores no Vale do Jaguari.

O questionário foi aplicado em 100% dos produtores diretamente aos proprietários dos sistemas agrossilvipastoril. Em alguns casos foi necessário aplicar mais de uma vez o questionário na parte das despesas e receitas em relação aos componentes florestais pois como teve produtores que implantaram mais de uma área de sistema agrossilvipastoril.

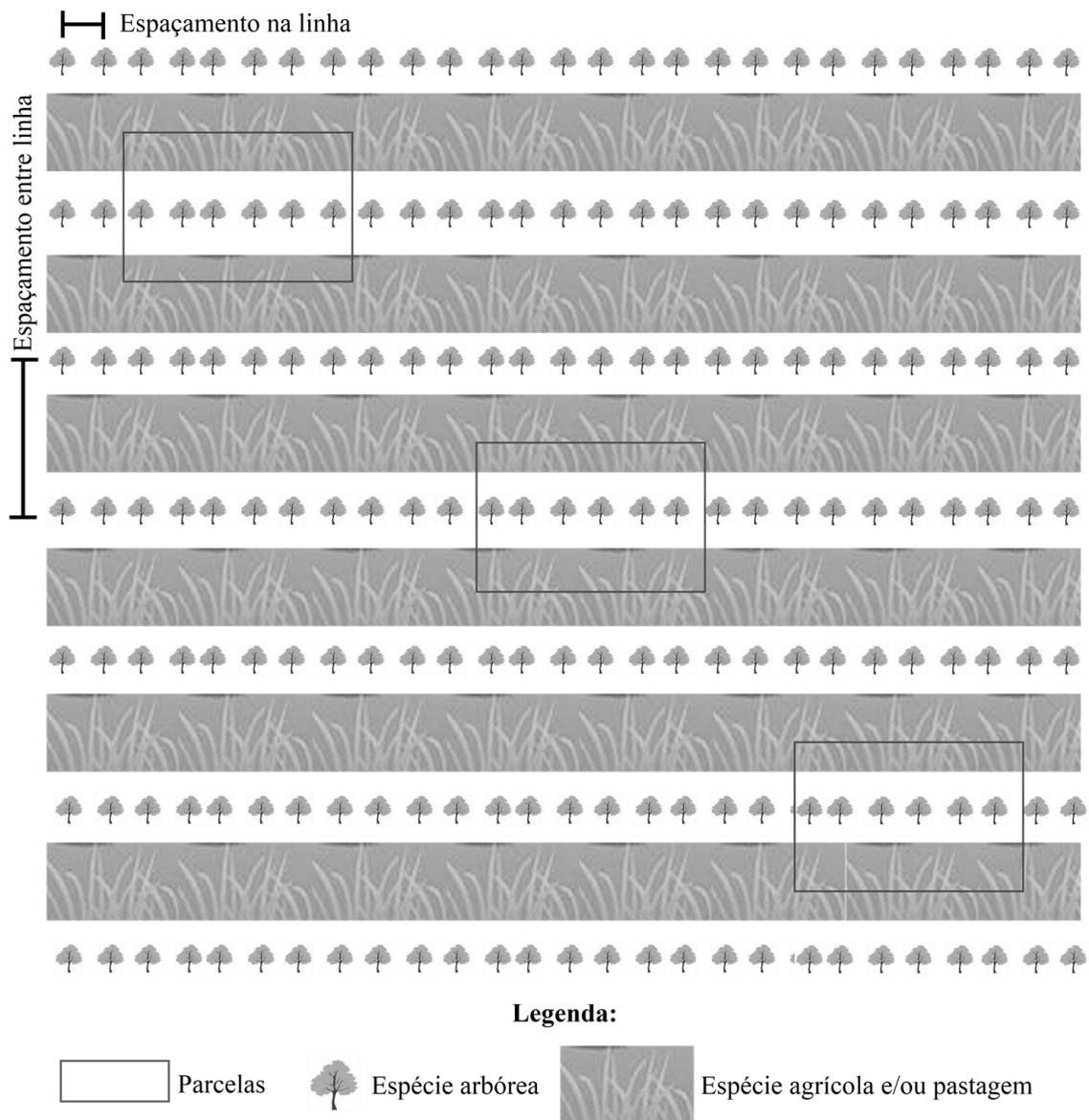
4.2.2 Inventário florestal

Para realizar a mensuração florestal foi utilizado o método de amostragem sistemática, que tem o objetivo cobrir a população em toda a sua extensão para obter um modelo sistemático simples e uniforme (LOETSCH; HALLER; ZOHRER, 1973).

Enquanto que para a alocação das parcelas foi adotado que as mesmas iniciariam após as árvores de bordadura e distribuídas de modo que abrangesse a área como um todo (Figura 8). As parcelas de amostragem foram alocadas longitudinalmente nas linhas de plantio, sendo que cada unidade amostral correspondia somente uma linha de plantio. As parcelas foram distribuídas paralelamente entre as linhas de plantio e transversalmente na entrelinha.

Vale ressaltar, que a dimensão das parcelas variou entre as diferentes áreas de estudo, devido ao espaçamento que o produtor utilizou, então empregou-se como padrão uma área inventaria em torno de 5% da área total do sistema.

Figura 8 – Croqui da distribuição e alocação das parcelas em áreas de estudo nos sistemas agrossilvipastoris na região do Vale do Jaguari, RS.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Alocou-se três parcelas por área, na qual foram medidas a Circunferência à Altura do Peito (CAP) de todas as árvores na parcela. Também foi medido a altura de 50% dessas. Para as medições do CAP e altura foram utilizados, respectivamente, trena (fita métrica) e hipsômetro digital Vertex, na qual apresenta uma precisão de decímetros.

4.3 PROCESSAMENTO DOS DADOS

As informações obtidas através do questionário foram tabuladas em tabelas dinâmicas, e os dados do inventário florestal no Microsoft Office Excel ® 2013.

4.3.1 Equações de relações hipsométricas

Inicialmente foi realizada a seleção dos modelos de relação hipsométrica (Tabela 2) para estimar o restante das alturas, para então ser feito o ajuste de cada equação comparativamente, observando os critérios estatísticos definidos pelo coeficiente de determinação ajustado, erro padrão da estimativa, coeficiente de variação, valor de F e valor ponderado dos escores estatísticos.

Tabela 2 – Equações testadas para relação hipsométrica.

Equação	Modelo matemático	Autor
1	$h = b_0 + b_1 \cdot d + b_2 \cdot d^2$	Modelo Parabólico
2	$\ln h = b_0 + b_1 \cdot \ln d$	Stoffels
3	$\ln h = b_0 + b_1 \cdot d^{-1}$	Curtis (a)
4	$h = d^2/b_0 + b_1 \cdot d + b_2 \cdot d^2$	Prodan
5	$\ln h = b_0 + b_1 \cdot d^{-1} + b_2 \cdot d^{-2}$	Curtis (b)

Em que: h: altura; d: diâmetro; b_0 , b_1 , b_2 : coeficientes das equações; ln= logaritmo neperiano.

4.3.1.1 Coeficiente de determinação ajustado (R^2_{Aj})

O coeficiente de determinação (R^2) expressa a quantidade de variação total explicada pela regressão. Como o coeficiente de determinação cresce à medida que se inclui uma nova variável ao modelo matemático, foi utilizado o coeficiente de determinação ajustado (R^2_{Aj}) para número de coeficientes da equação (Fórmula 1), como critério de seleção do modelo, obtido pela expressão:

$$R^2_{Aj} = R^2 - \left[\frac{K-1}{N-K} \right] \cdot (1-R^2) \quad (1)$$

Em que:

R^2_{Aj} = Coeficiente de Determinação Ajustado;

K = número de coeficientes da equação;

N = número de observações.

4.3.1.2 Erro padrão da estimativa (S_{yx})

O erro padrão da estimativa indica a precisão do ajuste do modelo matemático e somente deve ser utilizado como comparador quando as variáveis dependentes apresentarem mesma unidade de medida. O erro padrão da estimativa mede a dispersão dos dados analisados, sendo selecionada a equação que resultou no menor valor (Fórmula 2).

$$S_{yx} = \sqrt{QM_{\text{res.}}} \quad (2)$$

Em que:

S_{yx} = erro padrão da estimativa;

QM_{res} = quadrado médio do resíduo; obtido na análise de variância.

4.3.1.3 Coeficiente de Variação (CV%)

O coeficiente de variação avalia o tamanho do erro experimental. Quanto maior o valor do coeficiente de variação, menor a precisão do experimento. Segundo Meyer (1952), o coeficiente de variação é uma importante opção para a comparação de equações com variáveis dependentes de diferentes unidades (Fórmula 3).

$$CV\% = \frac{S_{yx}}{\bar{y}} * 100 \quad (3)$$

Em que:

CV = coeficiente de variação;

S_{yx} = erro padrão da estimativa;

\bar{y} = média aritmética da variável dependente.

4.3.1.4 Valor da distribuição F de Snedecor (F)

O valor de F calculado na análise de variância também foi utilizado como um dos parâmetros estatísticos na determinação do melhor modelo matemático. Por esse critério, quanto maior o seu valor, melhor o ajuste da equação (Fórmula 4).

$$F_{\text{calc}} = \frac{QM_{\text{Reg}}}{QM_{\text{Res}}} \quad (4)$$

Em que:

F_{calc} = Valor de F de Snedecor;

QM_{reg} = Quadrado médio da regressão;

QM_{Res} = Quadrado médio do resíduo.

4.3.1.5 Valor ponderado dos escores dos parâmetros estatísticos (VP)

Para seleção do modelo foi utilizado o valor ponderado dos escores estatísticos, que considera todas as outras estatísticas supracitadas. Neste processo, as estatísticas foram ordenadas de acordo com sua eficiência, sendo atribuído peso 1 para a equação mais eficiente e pesos crescentes para as demais. A equação selecionada foi a que apresentou menor valor ponderado dos escores estatísticos determinados (Fórmula 5);

$$VP = \sum_{i=1}^n Nr_i \cdot P_i \quad (5)$$

Em que:

VP = valor ponderado da equação;

P_i = peso da i-ésima colocação;

Nr_i = número de registros que obtiveram a i-ésima colocação.

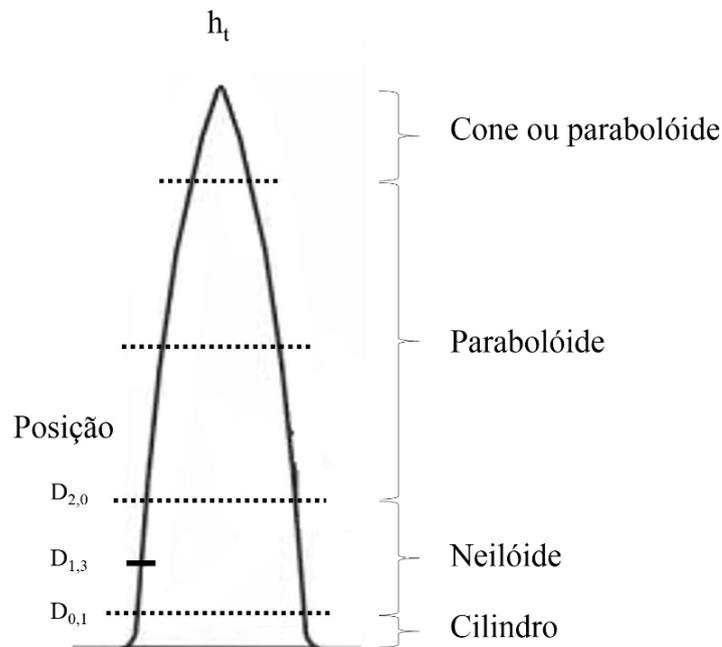
Para selecionar o melhor modelo de relação hipsométrica foram considerados os seguintes critérios: coeficiente de determinação ajustado, erro padrão da estimativa, coeficiente de variação e análise de variância. De acordo com os critérios expostos para seleção, a melhor equação deverá apresentar o menor valor dos escores ponderado: maior coeficiente de determinação ajustado, menor erro padrão da estimativa, menor coeficiente de variação e maior análise de variância. Caso ocorra o valor ponderado de uma equação ser igual a de outra, a equação selecionada foi a que apresentou mais baixos valores, ou seja, que

mais recebeu pontuação mínima. Os modelos matemáticos de relação hipsométrica foram processados no pacote SAS – *Statistical Analysis System* (2004).

4.3.2 Estimativa de volume

Inicialmente foram selecionadas cinco árvores em cada sistema agrossilvipastoril, nos quais as árvores foram medidas a circunferência nas posições de 0,1; 1,30 e 2,0 metros (Figura 9). Foi utilizado esse método para que não fosse necessário derrubar as árvores. O volume do tronco foi obtido pelo somatório dos volumes das seções (Fórmula 6 e 9).

Figura 9 – Formas geométricas associadas ao tronco de uma árvore.



Fonte: HUSCH; MILLER; BEERS (1982). Adaptado pelo autor.

Volume do neilóide:

$$V_n = \left(\frac{g_{0,1} + g_{2,0}}{2} \right) * L_i \quad (6)$$

Em que:

V_n = volume do neilóide (m^3);

$g_{0,1}$ = área na base na posição 0,1 (m^2);

$g_{2,0}$ = área no topo, na posição 2,0 (m^2);

L_i = comprimento do neilóide (2,0 - 0,1 = 1,9) (m).

Volume do parabolóide:

$$V_p = \frac{1}{2} * (g_{2,0} * h_t) \quad (7)$$

Em que:

V_p = Volume do parabolóide (m³);

$g_{2,0}$ = área na base na posição 2,0 (m²);

h_t = altura total (m);

Volume do toco:

$$V_t = g_{0,1} * l_0 \quad (8)$$

Em que:

V_t = Volume do toco (m³);

g_0 = área na base do toco (m²);

L_0 = comprimento da base do toco até a primeira seção (0,1) (m).

Volume rigoroso:

$$V_{rigoroso} = V_t + V_p + V_n \quad (9)$$

Em que:

$v_{rigoroso}$ = Volume rigoroso (m³);

V_t = Volume do toco (m³);

V_p = Volume do parabolóide (m³);

V_n = Volume do neilóide (m³).

Os dados da cubagem permitiram calcular o fator de forma (Fórmula 10 e 11) da população, estimando assim o volume por árvore (Fórmula 12) e depois extrapolar o volume das árvores medidas para o volume total por hectare (Fórmula 13).

Volume do cilindro:

$$V_{cilindro} = g_{DAP} * h_t \quad (10)$$

Em que:

$V_{cilindro}$ = Volume do cilindro (m³);

g_{DAP} = área do Diâmetro à Altura do Peito (m²);

h_t = altura total (m).

Fator de forma:

$$f = \frac{V_{rigoroso}}{V_{cilindro}} \quad (11)$$

Em que:

f = fator de forma;

$v_{rigoroso}$ = Volume rigoroso (m³);

$V_{cilindro}$ = Volume do cilindro (m³).

Volume da árvore:

$$V = g_{DAP} * h_t * \bar{f} \quad (12)$$

Em que:

V = Volume da árvore (m³);

g_{DAP} = área do Diâmetro à Altura do Peito (m²);

h_{total} = altura total (m);

\bar{f} = média do fator de forma.

Volume total por hectare:

$$V_t = \frac{\sum V}{Área} \quad (13)$$

Em que:

V_t = Volume total por hectare (m³ ha⁻¹);

$\sum V$ = Somatório do volume individual (m³);

$Área$ = Área inventariada (m²).

4.4 DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS AGROSSILVIPASTORIS

Os sistemas agrossilvipastoris foram inicialmente implantados com uma espécie de *Eucalyptus* sp. os sistemas A, B, C, E e H, enquanto que os sistemas D, F e G com duas espécies florestais, *Eucalyptus* sp. e *Acacia mearnsii*. Do ano de implantação até um ano e meio após o plantio florestal, os produtores realizaram cultivos agrícolas como feijão, milho, abobora, melancia, vassoura, mandioca, entre outras cultivares. Aproximadamente, a partir de 1 ano e 6 meses, foi iniciado a semeadura das gramíneas como braquiária, azevém, aries, tifton, aveia, aruana. As árvores de acácia-negra não foram consideradas, pois já haviam sido removidas em algumas propriedades antes do início desse estudo e em outras propriedades restaram poucos indivíduos.

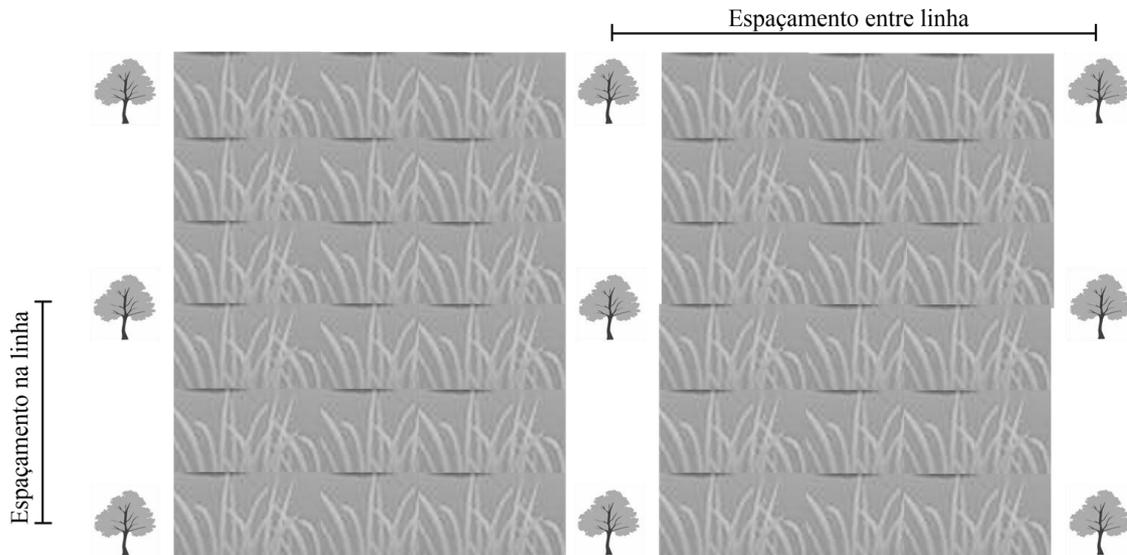
Tabela 3 – Caracterização dos sistemas agrossilvipastoril em relação ao ano de implantação, idade, espaçamento, número de árvores e a proporção *Eucalyptus* sp. e *Acacia mearnsii*.

Propriedade	Ano de implantação	Idade	Espaçamento (m)	N inicial	Proporção
A	2010	5	1,5 x 8,0	833	100% E
B	2010	5	1,5 x 10,0	667	100% E
C	2010	5	1,5 x 12,0	556	100% E
D	2008	7	1,5 x 8,0	833	3E: 1A
E	2008	7	1,5 x 8,0	833	100% E
F	2008	7	1,5 x 8,0	833	2E: 1A
G	2006	9	1,75 x 5,0	1143	2E: 1A
H	2005	10	2,0 x 10,0	500	100% E

Em que: N = número total de indivíduos plantado por hectare; E = *Eucalyptus* sp.; A = *Acacia mearnsii*.

O arranjo estrutural desses povoamentos foi praticamente o mesmo, linhas simples da espécie arbórea, o que mudou foi o espaçamento utilizado entre as linhas e dentro das linhas de plantio florestal (Figura 10). O espaçamento na linha varia de 1,5 a 2,0 metros, já entre as linhas varia de 5 a 12 metros, na qual a linha é sempre simples. Os diferentes arranjos espaciais utilizados foram 1,5 x 8,0 m; 1,5 x 10,0 m; 1,5 x 12,0 m; 1,75 x 5,0 m e 2,0 x 10,0 m. A idade dos plantios também varia, sendo que o plantio mais antigo é de 2005 e o mais recente de 2010.

Figura 10 – Croqui do arranjo espacial da espécie arbórea com a distinção da entre linha e linha.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.5 ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA

4.5.1 Fluxo de caixa

O fluxo de caixa simboliza as estimativas de custos e receitas de recursos monetários em certo projeto produtivo ao longo do tempo (FAJARDO; TIMOFEICZYK JUNIOR, 2015).

O levantamento dos dados foi apenas do componente florestal em relação ao custo de implantação, manutenção e venda dos produtos florestais. As receitas oriundas da agricultura e pecuária não foram consideradas pois o agricultor utilizava os mesmos para consumo próprio ou em poucos casos ocorreu a venda na qual não recordavam a quantidade nem o preço.

Para a realização dos cálculos, foram considerados os custos e receitas por hectare. Dessa forma considerou-se os custos de implantação (aquisição das mudas, preparo do solo, adubação, combate inicial a formiga, plantio, controle de plantas invasoras), manutenção (roçada, coroamento, desrama entre outras manutenções), o custo de colheita florestal não foi considerado pois todos os produtores venderam a floresta em pé.

4.5.2 Critérios de avaliação econômico-financeira

A realização dos cálculos de viabilidade econômico-financeira, os dados de custos e receitas foram computados, organizados e calculados com o auxílio do *software* Microsoft Office Excel 2013.

Para realizar a análise financeira utilizou-se uma taxa de juros de 7,5% ao ano, adotada pelo ABC – Agricultura de Baixo Carbono através do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

Para uma melhor análise econômico-financeiro foram realizadas duas simulações para o produto final da floresta, em que a primeira simulou-se uma rotação de 10 anos com produto destinado para lenha, e uma rotação de 15 anos com produto destinado para serraria. Na segunda simulação foi utilizado um desbaste aos 10 anos, em que permaneceram 250 indivíduos por hectare destinados para serraria aos 15 anos, enquanto os indivíduos desbastados aos 10 anos propostos para lenha.

Como os produtores vendem esses produtos na floresta em pé, não se faz necessário calcular o custo de colheita e transporte florestal. A lenha e a madeira para serraria no mercado da região apresentam valores de venda bem distintos, devido a finalidade de cada um e a duração do ciclo. Os produtores costumam comercializar a lenha por R\$ 25,00 o metro estéreo e R\$ 100,00 o metro cubico para serraria. O fator de empilhamento do eucalipto utilizado para transformar o metro cubico em metro estéreo foi 0,7 (FLORESTAR ESTATÍSTICO, 2004).

A análise econômico-financeira foi realizada com a finalidade de verificar se a renda gerada pelos sistemas agrossilvipastoris remunera ou não o capital investido, ou seja, se foi viável economicamente ou não, mediante os seguintes métodos de avaliação de projetos. Vale ressaltar que os custos e receitas são oriundas apenas do componente florestal.

4.5.2.1 Valor Presente Líquido - VPL

A viabilidade econômica de um projeto analisado pelo método do VPL é indicada pela diferença positiva entre a receita e custos, atualizados de acordo com a taxa de desconto (Fórmula 13). Quanto maior o VPL, mais atrativo será o projeto, caso o VPL seja negativo, o projeto deve ser considerado economicamente inviável (REZENDE; OLIVEIRA, 2013). O VPL é um dos melhores métodos, porém não considera o horizonte do projeto, e, por isso, se os projetos analisados possuírem diferentes durações ou tempos de maturação, há necessidade de correção dos horizontes (REZENDE; OLIVEIRA, 2001).

$$VPL = \sum_{j=0}^n R_j(1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j(1+i)^{-j} \quad (13)$$

Em que:

VPL = Valor Presente Líquido (R\$ ha⁻¹);

R_j = receita no final do ano j ou do período de tempo considerado (R\$ ha⁻¹);

C_i = custos no final do ano j ou do período de tempo considerado (R\$ ha⁻¹);

i = taxa de juros (%);

j = período em que as receitas ou os custos ocorrem (R_j ou C_j);

n = número de períodos ou duração do projeto (anos).

4.5.2.2 Valor Anual Equivalente - VAE

O Valor Anual Equivalente conhecido também como Benefício Periódico Equivalente (BPE), refere-se a parcela periódica e constante necessário ao pagamento de um valor igual ao VPL da opção de investimento em análise ao longo da vida útil do projeto (Fórmula 14). Entre distintos projetos, o que será mais viável economicamente é o que apresentar maior valor do benefício periódico equivalente (REZENDE; OLIVEIRA, 2001).

A relevância da aplicação do método do VAE encontra-se na seleção de projetos que apresentam durações ou vidas úteis diferentes, visto que os valores equivalentes obtidos por período corrigem, implicitamente, as diferenças de horizonte (FERREIRA, 2001)

$$VAE = \frac{VPL * i}{1 - (1+i)^{-n}} \quad (14)$$

Em que:

VAE = Valor Anual Equivalente (R\$ ha⁻¹ ano⁻¹);

VPL = Valor Presente Líquido (R\$ ha⁻¹);

i = taxa de desconto (%);

n = número de períodos ou duração do projeto (anos).

4.5.2.3 Taxa Interna de Retorno - TIR

A Taxa Interna de Retorno é a taxa anual de retorno do capital investido, tendo a propriedade de ser a taxa de desconto que iguala o valor das receitas (futuras) ao valor atual dos custos (futuros) do projeto (Fórmula 15). O projeto será considerado viável

economicamente se a TIR for maior que a taxa de desconto correspondente à taxa de remuneração alternativa do capital (REZENDE; OLIVEIRA, 2013).

$$\sum_{j=0}^n R_j(1 + \text{TIR})^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j(1 + \text{TIR})^{-j} = 0 \quad (15)$$

Em que:

TIR = Taxa Interna de Retorno (% a. a.)

R_j = receita no final do ano j (R\$ ha⁻¹);

C_j = custo no final do ano j (R\$ ha⁻¹);

n = duração do projeto (anos).

4.5.2.4 Razão Benefício/Custo – B/C

A Razão Benefício/Custo consiste em determinar a relação entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos para uma determinada taxa de juros (Fórmula 16). O projeto é viável economicamente se B/C maior que 1. Entre distintos projetos, o mais viável é aquele que apresentar o maior valor de Razão Benefício/Custo. Vale ressaltar que quando a B/C=1, resulta em VPL=0, nesse caso, a TIR associada a um projeto pode também ser determinada como sendo a taxa que faz com que o B/C=1 (REZENDE; OLIVEIRA, 2001).

$$B/C = \frac{\sum_{j=0}^n R_j(1+i)^{-j}}{\sum_{j=0}^n C_j(1+i)^{-j}} \quad (16)$$

Em que:

B/C = Razão Benefício/Custo;

R_j = receita no final do ano j (R\$ ha⁻¹);

C_j = custo no final do ano j (R\$ ha⁻¹);

i = taxa de desconto (%);

n = duração do projeto (anos).

4.5.2.5 Custo Médio de Produção- CMP_r

O CMP_r é utilizado quando se deseja operar com o custo médio mínimo, independentemente da quantidade produzida e do tempo de duração do investimento (Fórmula

17). O projeto só será considerado viável economicamente, quando comparar o custo médio de produção de uma unidade com o valor de mercado do produto, ou seja, o valor de mercado deve ser maior que o custo de produção. Quando comparar distintos projetos, o projeto que deverá ser escolhido é o que apresentar menor custo médio. É necessário que esses valores sejam convertidos em um mesmo período de tempo (REZENDE; OLIVEIRA, 2013).

$$CMP_r = \frac{\sum_{j=0}^n CT_j}{\sum_{j=0}^n QT_j} \quad (17)$$

Em que:

CMP_r = Custo Médio de Produção (R\$ m⁻³ ou R\$ mst);

CT_j = Custo total atualizado (R\$ ha⁻¹);

QT_j = Produção total equivalente (m³ ha⁻¹).

4.5.3 Análise de Sensibilidade

Os sistemas agrossilvipastoris, assim como os plantios convencionais de floresta apresentam um longo horizonte de planejamento, com isso a taxa de juro pode variar do início ao fim do ciclo, favorecendo ou não o produtor rural. É mais coerente a aplicação de diferentes taxas a longo prazo, mais condizentes com o tempo de maturação dos projetos, calculadas em função de seus fatores formadores (LIMA JÚNIOR; REZENDE; OLIVEIRA, 1997).

Com base nessas constatações, foi realizada uma análise de sensibilidade do VPL em função da variação da taxa de juros. Tendo em visto que a relação entre o VPL e a taxa de juros é inversa, ou seja, quanto maior a taxa de desconto, menor o VPL (REZENDE; OLIVEIRA, 2013).

Quando projetos agrossilvipastoris são implantados existem dois fatores essenciais, além da taxa de juros, que se faz necessário analisar, sendo a produtividade e o mercado regional. A produtividade varia entre os diferentes povoamentos devido as variações topográficas, tipo de solo, profundidade, altitude, condições climáticas, além do modo de implantação e tratos culturais. Além dessas questões naturais e do modo de condução do plantio também foi necessário analisar através do horizonte de planejamento as questões mercantilistas, em que ocorre variações no preço e nos produtos florestais.

Com isso, o produtor consegue verificar os efeitos negativos ou positivos que essas variações podem causar, e ajustar à sua realidade para a tomada de decisão. Também foi realizada uma análise de sensibilidade em função da produção e dos preços dos produtos, com cenários de redução e ampliação de 30% e 50% do valor de venda do produto final e reduzindo 30% a produção final de cada sistema agrossilvipastoril.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERÍSTICAS DAS PROPRIEDADES

Através do questionário foi possível detectar que apenas 33,33% dos entrevistados que fizeram a implantação do sistema agrossilvipastoril em suas propriedades vivem exclusivamente da agricultura e pecuária.

A principal renda das famílias rurais é a agricultura e pecuária, cerca de 83,33% e apenas 16,67% da renda principal é oriunda de salário e residindo na área urbana. As rendas extras são oriundas de aposentadoria e salário.

As famílias que vivem no meio rural de Nova Esperança e Jaguari através da entrevista foi possível constatar que são pequenas, o número de pessoas que vivem na propriedade varia de 2 a 6, porém essa que apresenta 6 pessoas são duas famílias que vivem da mesma área de terra. Foi possível detectar que das 6 famílias, quatro trabalham com o (s) filho (s) na propriedade (66,67%) e uma reside apenas o casal (16,67%) e outro reside na área urbana.

Os produtores rurais investiram em sistemas agrossilvipastoris pelas mais diversas razões mas o objetivo final era obter produto florestal tanto para consumo próprio como para a venda de lenha, vara, palanque para cerca e/ou madeira para serraria. Já as diversas razões para investir em florestas são para o melhor aproveitamento da terra utilizando a integração de diferentes culturas, investimento para o futuro, aumentar a renda ou até mesmo para a satisfação pessoal.

Além da agricultura, todos os produtores entrevistados possuem produção de leite, gado de corte e/ou criação de touros. Apenas 16,67%, ou seja, um produtor tem criação de touros, e 66,67% tem criação de gado de corte e 83,33% produção de leite. A produção de leite 60,00% é destinada ao consumo próprio como produção de queijo, manteiga, nata entre outros produtos e o restante da produção (30,00%) é vendido para uma empresa da região, em que pagam R\$ 0,60 por litro. A venda do gado de corte é oriunda das vacas de leite para descarte, onde são vendidas a um preço que varia de R\$ 3,10 a 4,50 por quilo, o peso médio é de 180 a 260 quilos e uma quantidade que varia de 4 a 70 cabeças por ano.

No Brasil, a agricultura familiar mesmo cultivando uma área menor em relação as grandes áreas agrícolas, pode-se afirmar que é responsável por 60% dos alimentos consumidos (MULLER et al., 2015). Em que é também a principal geradora de empregos,

correspondendo a 74,4% do total de ocupados no campo (CONSEA, 2009). Já a atividade leiteira a agricultura familiar é responsável por 58% da produção nacional (KRUG, 2013).

A agricultura familiar, em geral, tem como característica que nas propriedades são desenvolvidos sistemas complexos de produção, combinando várias culturas, criações animais e transformações primárias, tanto para o consumo da família como para o mercado (BUAINAIM; ROMEIRO, 2000). O trabalho familiar exercido de forma complementar na propriedade seja agrícola, pecuária e/ou silvicultura, frequentemente se deve à pouca disponibilidade de terra e às dificuldades de modernização tecnológica, o que compromete sua renda, obrigando essas pequenas unidades a buscar uma alternativa complementar de renda (SCHNEIDER, 2003). Uma ótima oportunidade oferecida aos produtores foi a implantação dos sistemas agrossilvipastoril, otimizando o uso da terra e proporcionando uma maior flexibilidade na comercialização e consumo de produtos.

5.2 PRODUÇÃO FLORESTAL

Para estimar o volume por hectare dos sistemas agrossilvipastoris, inicialmente foi necessário definir qual o melhor modelo que descreve o sistema. Os modelos ajustados com as estimativas de seus parâmetros (b_0 , b_1 e b_2) e as estatísticas ($R^2_{Aj.}$, S_{yx} , CV%, F e VP) (Tabela 4).

Tabela 4 – Parâmetros estimados e medidas de precisão das equações hipsométricas selecionadas que melhor estima as alturas.

Prop.	Modelo	B_0	B_1	B_2	$R^2_{Aj.}$	S_{yx}	CV%	F	VP
A	5	1,92088	61,02807	-668,22498	0,0445	0,05304	1,60748	1,44	8
B	5	1,36633	74,8174	-741,44064	0,7249	0,10685	3,39814	24,71	10
C	5	6,27511	-112,0334	1019,43592	0,1782	0,09368	2,88412	3,06	10
D	5	0,90799	83,55163	-768,15311	0,5999	0,12562	4,05369	14,49	6
E	3	3,51506	-6,92291	-	0,7684	0,0367	1,16403	67,37	6
F	3	3,66668	-6,70722	-	0,1424	0,04509	1,32987	4,16	6
G	2	0,99076	0,73057	-	0,4829	0,2181	6,91064	18,74	6
H	5	2,95755	30,11163	-507,15329	0,6440	0,1144	3,47267	18,19	8

Em que: b_0 , b_1 , b_2 = coeficientes da equação; $R^2_{Aj.}$ = coeficiente de determinação ajustado; S_{yx} = erro padrão da estimativa; CV% = coeficiente de variação; F = análise de variância

Pode-se observar que o modelo de Curtis (b) apresentou o menor valor ponderado na maioria dos sistemas (A, B, C, D, e H), seguidos pelos modelos de Curtis (a) nos

povoamentos E e F, e por fim o modelo de Stoffels na propriedade G (Tabela 4). As equações que não descreveram a altura de nenhum dos sistemas foram os modelos parabólico e Prodan.

Os sistemas agrossilvipastoris (A, B, C e H) em que foram implantados somente *Eucalyptus grandis*, a equação hipsométrica selecionada que melhor estima o restante das alturas foi o modelo de Curtis (b), além do sistema D na qual foi implantado com *E. grandis*, *E. tereticornis* e *Acacia mearnsii*. A equação hipsométrica de Stoffels foi a que melhor estimou as alturas restantes no sistema G, na qual foi implantado *E. grandis* e *A. mearnsii*.

Os sistemas E e F, a equação hipsométrica selecionada que melhor estima o restante das alturas foi o modelo de Curtis (a), ambos foram implantados com *E. urograndis*, porem o sistema F foi implantado em consorcio com o *E. grandis* e *A. mearnsii*.

Em estudo realizado na empresa Votorantim Celulose e Papel S/A, em Guatapar, SP, em povoamento de *Eucalyptus grandis*, testou 6 modelos tradicionais de relação hipsométrica para 22 parcelas, o modelo de Curtis (faz referência ao modelo Curtis (a)), apresentou o melhor modelo para 8 parcelas, Prodan para 6 parcelas, o modelo parabólico em 7 e Stoffels em apenas 1 parcela (SOARES et al., 2004).

Tabela 5 – Caracterização populacional nos diferentes sistemas agrossilvipastoril.

Propriedade	Desbaste	N	\bar{g}	\bar{h}	\bar{f}	V	t	IMA	Inc.
A	463	370	0,0346	27,1	0,435	150,2163	5	30,0433	0,08112
B	33	633	0,0266	24,3	0,478	200,3881	5	40,0776	0,06328
C	-	528	0,0324	25,9	0,478	213,6392	5	42,7278	0,08096
D	-	583	0,0314	23,0	0,435	185,3361	7	26,4766	0,04539
E	200	633	0,0280	22,7	0,473	197,6271	7	28,2324	0,04458
F	222	333	0,0474	29,7	0,463	217,7443	7	31,1063	0,09332
G	53	709	0,0399	25,8	0,482	375,2908	9	41,6990	0,05885
H	100	400	0,0550	27,7	0,478	301,4722	10	30,1472	0,07537

Em que: desbastes = número de indivíduos retirados; N = número de indivíduos atualmente; \bar{g} = área basal média (m²); \bar{h} = altura média (m); \bar{f} = fator de forma; V = volume final (m³ ha⁻¹); t = idade do povoamento (anos); IMA = Incremento médio anual (m³ ano⁻¹ ha⁻¹); Inc. = Incremento individual por ano (m³ ano⁻¹).

O fator de forma também foi calculado para cada povoamento e realizado a média das 5 árvores cubadas, em que foi calculado o volume por hectare. Através do inventário florestal obteve-se a área basal média dos povoamentos, a altura média, o fator de forma médio, o volume por hectare, além do número de indivíduos desbastados e o que permaneceu no povoamento. Através da idade e volume de cada povoamento foi possível verificar o incremento médio anual e o incremento individual por ano (Tabela 5).

Verificou-se grandes variações entre os sistemas agrossilvipastoris isso deve-se ao fato de como os agricultores conduziram seus sistemas desde o modo de implantação, desrama e desbastes. O número de indivíduos desbastadas e o número atual de árvores foi onde ocorreu a maior diferença, acarreando no volume final por hectare.

5.3 CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO, MANUTENÇÃO

Constatou-se que os seis produtores entrevistados possuem equipamentos próprios, trator e pé de pato, que utilizaram para fazer o preparo do solo. Apenas um produtor (12,5%) utilizou o disco para fazer o destorroamento do solo. O preparo da área para a implantação do sistema agrossilvipastoril foi em área total, diferente de plantios convencionais de silvicultura, pois nesse tipo de sistemas a agricultura e pastagem se fazem presentes, em que se faz necessário o preparo do solo em área total.

Para o replantio das mudas de eucalipto e acácia-negra foi calculado 10% a mais que a quantidade por hectare necessária. Os custos de implantação envolvem preparo da área (custo do serviço), insumos (adubo, mudas, formicida, herbicida, inseticida, custo da máquina entre outros) e mão de obra (plantio, replantio, controle de formiga, coroamento, entre outros) (Tabela 6).

Em relação aos custos de manutenção foi calculado R\$ 50,00 por ano, durante os 4 anos iniciais para fazer coroamento e desrama em todos os sistemas agrossilvipastoris em estudo, na qual se fez presente no fluxo de caixa.

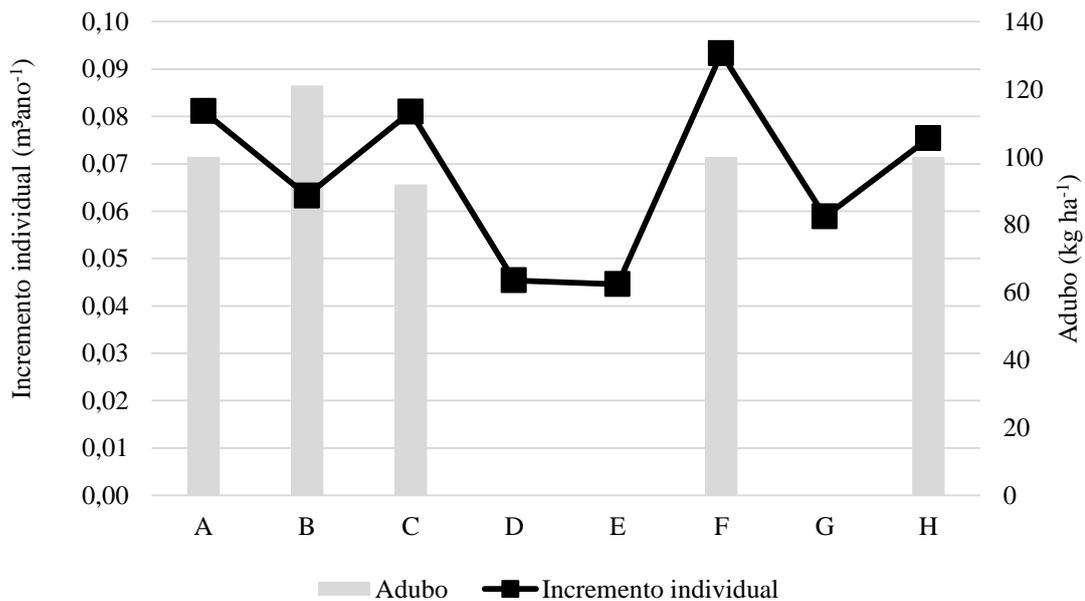
Pode-se verificar que a diferença do custo de implantação apresentou diferença entre os sistemas agrossilvipastoris. O maior custo de implantação foi no sistema F de R\$ 2.647,62 e o de menor custo foi no sistema C de R\$ 1,306,11, essa diferença é de 49,33 %, em que ocorre a maior porcentagem em relação aos custos dos insumos, seguido pela mão de obra e por fim o preparo da área.

Tabela 6 – Custo de implantação dos sistemas agrossilvipastoris na região do Vale do Jaguarí.

Descrição	A	B	C	D	E	F	G	H
1. Preparo da área								
Serviço do operador de máquina	R\$ 50,00	R\$ 25,00	R\$ 12,50	R\$ 25,00	R\$ 25,00	R\$ 50,00	R\$ 37,50	R\$ 25,00
2. Insumos								
Mudas: <i>Eucalyptus</i> sp.	R\$ 458,15	R\$ 366,85	R\$ 305,80	R\$ 343,61	R\$ 458,15	R\$ 305,43	R\$ 377,19	R\$ 247,50
Mudas: <i>Acacia mearnsii</i>	-	-	-	R\$ 50,40	-	R\$ 67,19	R\$ 82,97	-
Calcário	R\$ 65,00	-	R\$ 65,00	R\$ 195,00	R\$ 65,00	R\$ 65,00	-	R\$ 58,50
Adubo	R\$ 180,00	R\$ 136,36	R\$ 103,45	-	-	R\$ 180,00	-	R\$ 162,00
Fosfato natural e/ou ureia	R\$ 324,00	R\$ 49,09	R\$ 35,86	-	-	R\$ 324,00	-	R\$ 291,60
Formicida granulado	R\$ 80,00	-	-	-	R\$ 40,00	R\$ 80,00	-	R\$ 72,00
Inseticida	R\$ 300,00	R\$ 300,00	R\$ 60,00	-	-	R\$ 300,00	R\$ 54,00	R\$ 270,00
Herbicida	R\$ 56,00	-	R\$ 56,00	-	R\$ 42,00	R\$ 56,00	R\$ 50,40	R\$ 50,40
Máquina de operação	R\$ 320,00	R\$ 160,00	R\$ 80,00	R\$ 160,00	R\$ 160,00	R\$ 320,00	R\$ 300,00	R\$ 200,00
3. Mão de obra								
Aplicação inseticida e herbicida	R\$ 75,00	R\$ 75,00	R\$ 50,00	R\$ 50,00	R\$ 50,00	R\$ 12,50	R\$ 50,00	R\$ 6,25
Plantio, replantio, adubação	R\$ 450,00	R\$ 450,00	R\$ 300,00	R\$ 300,00	R\$ 225,00	R\$ 650,00	R\$ 350,00	R\$ 200,00
Controle de formiga	R\$ 75,00	R\$ 75,00	R\$ 50,00	R\$ 50,00	R\$ 25,00	R\$ 50,00	R\$ 50,00	R\$ 25,00
Calagem	R\$ 37,50	-	R\$ 18,75					
Coroamento	R\$ 150,00	R\$ 75,00	R\$ 75,00					
Custo total	R\$ 2.620,65	R\$ 1.824,80	R\$ 1.306,11	R\$ 1.361,51	R\$ 1.277,65	R\$ 2.647,62	R\$ 1.427,06	R\$ 1.702,00

A maior diferença dos tratos culturas que ocorreu nos sistemas foi através da adubação entre os que realizaram ou não algum tipo de fertilização. Os sistemas D, E e G não realizaram nenhum tipo de adubação enquanto os A, B, C, F e H foi realizado a adubação de 92 a 121 quilos por hectare. As propriedades B e C, além adubo NPK, utilizaram ureia.

Figura 11 – Efeito do crescimento individual ($\text{m}^3 \text{ano}^{-1}$) dos diferentes povoamentos quando comparado com adubação.



Pode-se constatar que a ausência de fertilização (D, E e G) influenciou no incremento médio do povoamento (Figura 11). Dentre as práticas silviculturais, a adubação, especialmente a fosfatada, é a principal responsável pelo aumento da produtividade dos eucaliptais, de maneira geral (BARROS; NEVES; NOVAIS, 2005).

5.4 ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRO

A partir da mensuração dos dados de custo de implantação e manutenção, elaborou-se um fluxo de caixa para a rotação de 10 e 15 anos onde o produto final foi, respectivamente, lenha e madeira para serraria. Utilizou-se uma taxa de desconto 7,5% ao ano.

5.4.1 Rotação de 10 anos

Obteve-se valor presente líquido positivo em todos os sistemas agrossilvipastoris em que o produto final oriundo da floresta foi a venda da lenha por R\$ 25,00 por metro estéreo. O sistema que apresentou maior lucro, ou seja, maior VPL foi a propriedade F, seguido pelas propriedades G, A, C, B, H, E e por fim o D (Tabela 7). A propriedade F, apresentou maior VPL de R\$ 9.895,65 devido aos tratos culturais iniciais em que apresentou um incremento individual elevado e através da venda de lenha por meio dos desbastes. O sistema G apresentou o segundo maior VPL de R\$ 8.042,24, devido ao espaçamento mais adensado, ou seja, tornando-se inviável para a classificação de sistema agrossilvipastoril, pois a categoria pastagem e agricultura se faz ausente e inviáveis devido ao grande nível de sombreamento, não maximizando o uso da terra como proposto pelo sistema. A propriedade A, apresentou o terceiro maior VPL de R\$ 6.435,10. A propriedade C não vendeu nenhum produto oriundo da floresta até o momento, mas apresentou o maior Incremento Médio Anual (IMA) (Tabela 5) e com isso a venda, na simulação do fluxo de caixa, do produto final foi elevada.

O sistema D e E foi o que apresentou menor VPL, isso ocorreu porque os produtores não realizaram adubação após o plantio (Tabela 6) e com isso influenciando negativamente no crescimento inicial e volume dos indivíduos, e a propriedade D não desbastou nenhuma vez a floresta, portanto não vendeu nada durante esse período, já a propriedade E vendeu apenas 800 metros lineares de vara, obtendo R\$ 1.200,00 no ano 6.

O valor anual equivalente, representa o VPL distribuído ao longo dos 10 anos do ciclo. Então, a ordem do VAE é a mesma que do VPL, em que é influenciada pelos mesmos motivos que afeta o VPL. Enquanto a TIR representa quanto o investimento está retornando, desde que a TIR seja maior que a taxa de desconto, em termos absolutos, indicando uma boa rentabilidade nos sistemas agroflorestais no final do investimento, o sistema de taxa interna de retorno mais elevada foi o F com 34,78% e o de menor o D com 20,29%, variando 58,34% entre os dois extremos

Tabela 7 – Indicadores financeiros para os diferentes sistemas agrossilvipastoris na região do Vale do Jaguarí para uma rotação de 10 anos.

Prop.	VPL (R\$ ha ⁻¹)	VAE (R\$ ha ⁻¹ ano ⁻¹)	TIR (% a.a.)	B/C	CMP _r (R\$ m ⁻³)
A	R\$ 6.435,10	R\$ 937,50	29,39%	R\$ 3,31	R\$ 7,56
B	R\$ 5.701,32	R\$ 830,60	25,03%	R\$ 3,86	R\$ 6,95
C	R\$ 5.930,45	R\$ 863,98	26,80%	R\$ 5,02	R\$ 4,98
D	R\$ 3.058,98	R\$ 445,65	20,29%	R\$ 3,00	R\$ 8,33
E	R\$ 4.224,66	R\$ 615,47	25,02%	R\$ 3,92	R\$ 5,89
F	R\$ 9.895,65	R\$ 1.441,66	34,78%	R\$ 4,52	R\$ 8,53
G	R\$ 8.042,24	R\$ 1.171,64	31,68%	R\$ 6,04	R\$ 5,18
H	R\$ 4.561,95	R\$ 664,61	22,60%	R\$ 3,44	R\$ 7,27

Em que: VPL – Valor Presente Líquido; VAE – Valor Anual Equivalente; TIR – Taxa Interna de Retorno; B/C – Razão Benefício/Custo; CMP_r – Custo Médio de Produção.

A razão benefício/custo de todos os sistemas foi maior que 1, comprovando que as receitas superaram os custos. Esse indicador comprova que para cada R\$ 1,00 investido, representa o retorno financeiro de cada sistema com o valor do B/C em que o povoamento G apresentou o maior valor seguidos pelo C, F, E, B, H, A e por fim D. Vale ressaltar que o povoamento G, devido ao baixo investimento, com grande número de indivíduos, foi descartado da classificação de sistema agrossilvipastoril.

Enquanto o CMP_r, representa o preço mínimo, independentemente da quantidade produzida e do tempo de duração do investimento porém leva em consideração a produção e o custo, a ordem do custo médio de produção foi C < G < E < B < H < A < D < F. Através dos indicadores econômico-financeiros foi possível constatar que todos os sistemas são economicamente viáveis ao final do ciclo de 10 anos (Tabela 7).

5.4.2 Rotação de 15 anos

O valor presente líquido, quando o produto final é destinado a madeira para serraria, cujo preço médio do metro cubico foi de R\$ 100,00, conforme o mercado da região, apresentou VPL positivo, ou seja, no final do ciclo, após os 15 anos, os sistemas implantados serão viáveis economicamente (Tabela 8). O sistema F, foi o que apresentou maior VPL, seguido pelas propriedades A, G, C, B, H, E e por fim o D (Tabela 8).

O valor anual equivalente, entre um sistema e outro apresentou grande amplitude, porem todos foram viáveis. O maior VAE foi verificado no sistema F enquanto o menor no D, com valores de R\$ 2.002,92 e R\$ 1.229,04, respectivamente. A taxa interna de retorno para

todos os sistemas foi atrativa ao final do ciclo, incentivando os produtores a investir ainda mais nesse sistema.

Em relação ao valor do B/C, variou de 9,61 a 5,48 em que o povoamento C apresentou o maior valor seguidos pelo G, F, H, B, E, A e por fim D. Vale ressaltar que o povoamento C, devido ao baixo investimento e ao incremento individual relativamente elevado. Enquanto o CMPr, representa o custo médio mínimo, como independe da quantidade produzida e do tempo de duração do investimento, a ordem do custo médio foi a mesma porem com valores maiores quando comparado com a rotação de 10 ($C < G < E < B < H < A < D < F$).

Tabela 8 – Indicadores financeiros para os diferentes sistemas agrossilvipastoris na região do Vale do Jaguarí para uma rotação de 15 anos.

Prop.	VPL (R\$ ha ⁻¹)	VAE (R\$ ha ⁻¹ ano ⁻¹)	TIR (% a.a.)	B/C	CMPr (R\$ m ⁻³)
A	R\$ 13.201,57	R\$ 1.495,57	29,98%	5,73	R\$ 10,61
B	R\$ 10.979,95	R\$ 1.243,89	26,34%	6,51	R\$ 9,76
C	R\$ 12.683,68	R\$ 1.436,90	28,08%	9,61	R\$ 6,96
D	R\$ 6.845,12	R\$ 775,46	22,73%	5,48	R\$ 11,68
E	R\$ 7.943,15	R\$ 899,86	26,28%	6,50	R\$ 8,30
F	R\$ 17.679,98	R\$ 2.002,92	34,62%	7,28	R\$ 11,93
G	R\$ 12.951,24	R\$ 1.467,21	31,86%	9,12	R\$ 7,29
H	R\$ 10.848,88	R\$ 1.229,04	24,83%	6,80	R\$ 10,15

Em que: VPL – Valor Presente Líquido; VAE – Valor Anual Equivalente; TIR – Taxa Interna de Retorno; B/C – Razão Benefício/Custo; CMPr – Custo Médio de Produção.

O valor anual equivalente é um indicador econômico em que pode-se comparar projetos com horizontes de planejamento diferentes, e o mais viável, ou seja, que apresentar maior lucro é o que oferecer maior VAE. Quando comparado o indicador financeiro VAE entre as diferentes rotações de 10 e 15 anos foi possível constatar que em todos os sistemas apresentaram maior viabilidade para a rotação de 15 anos, quando o produto final é destinado para serraria.

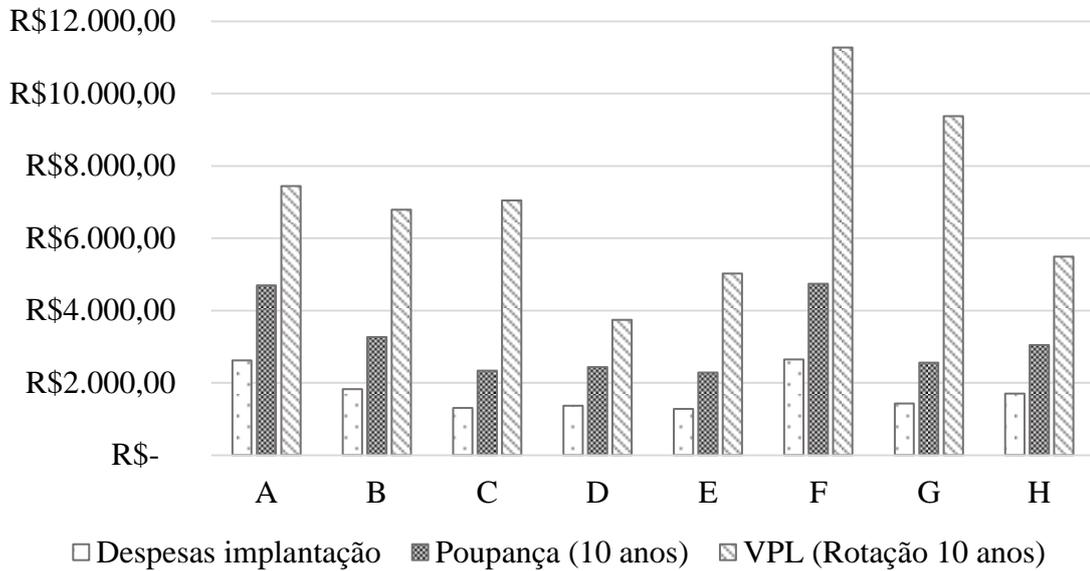
Em trabalho realizado na Zona da Mata de Minas Gerais, comparando diferentes sistemas, em que “I” foi um plantio convencional de eucalipto, com espaçamento de 3 x 3 metros; “II” foi pastagem (70% gramínea e 30% de leguminosa) para pecuária leiteira em que tem 1,5 indivíduos por hectare; e “III” foi um sistema silvipastoril com pastagem (70% gramínea e 30% de leguminosa), presença de 1,5 indivíduos por hectare, além do componente arbóreo de eucalipto no espaçamento de 10 x 3 metros. Em relação ao custo ao longo dos 15 anos do ciclo, o sistema I, II e III custaram por hectare, respectivamente, R\$ 4.495,68; R\$

33.757,68 e R\$ 32.281,32. Apesar do sistema II apresentar maior custo, foi o que exibiu menor VPL de R\$ 6.015,27, o sistema III foi o que apresentou melhor VPL de R\$ 16.302,54, e por fim o sistema I apresentou menor custo e um VPL intermediário de R\$ 7.223,94 (VALE, 2004).

Em sistema agrossilvicultura composto por eucalipto, milho e palmito pupunha com um horizonte de planejamento de 14 anos. O milho foi cultivado apenas no primeiro ano, enquanto a pupunha e o eucalipto totalizaram, respectivamente, 2.000 e 660 indivíduos por hectare. O produto florestal é destinado para serraria e carvão. Esse projeto de implantação utilizou uma taxa de 8,75% a.a. O custo no final do ciclo foi de R\$ 18.572,97 por hectare. Através dos indicadores econômicos VPL, VAE, TIR e B/C todos apresentaram o sistema como viável economicamente com valores muito atrativos para investimento, respectivamente, R\$ 20.688,62; R\$ 2.619,85; 44%; e 2,59 (CORDEIRO, 2010).

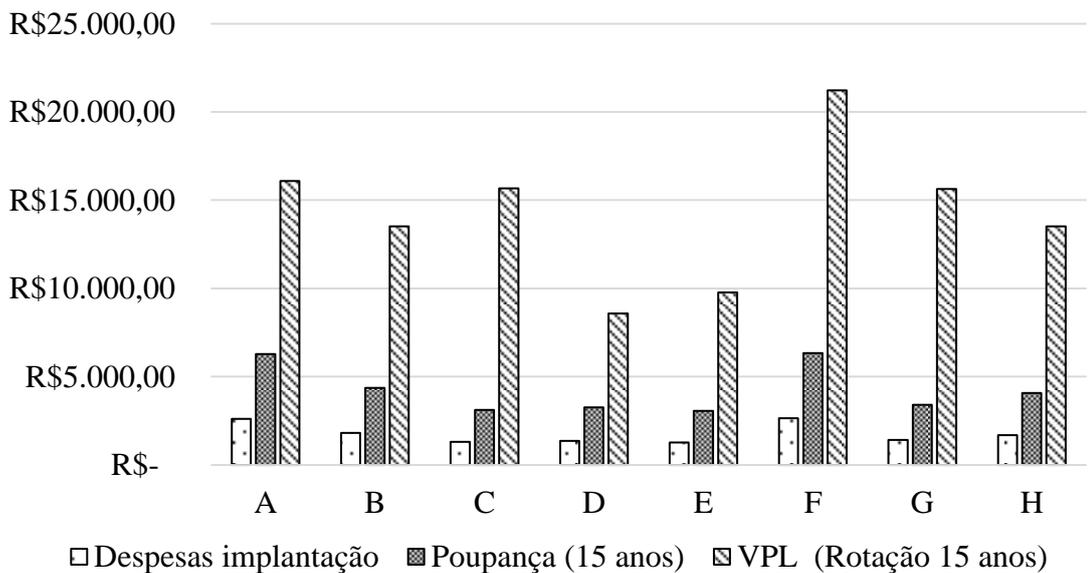
Para uma melhor análise da remuneração que os sistemas agrossilvipastoris proporcionam aos produtores foi comparado o valor de investimento inicial (custo de implantação) dos sistemas sendo aplicado o mesmo capital na poupança para um período de 10 anos e com uma taxa de juro para ambos os investimentos de 6% a.a. (Figura 12). O retorno financeiro entre o capital investido na poupança e os sistemas agrossilvipastoris sempre foi maior no sistema do que na poupança. O sistema D foi o que apresentou, como nas outras análises, menor retorno financeiro. O sistema F foi o que apresentou melhor retorno no sistema devido ao maior valor de investimento.

Figura 12 – Comparação do custo de investimento de cada sistema agrossilvipastoril em relação ao rendimento da poupança e o valor presente líquido após 10 anos com uma taxa de desconto de 6% a.a.



Para uma melhor análise comparou-se o valor de investimento dos sistemas e a aplicação do mesmo capital quando designado na poupança, para um período de 15 anos e uma taxa de juro de 6% a.a. (Figura 13).

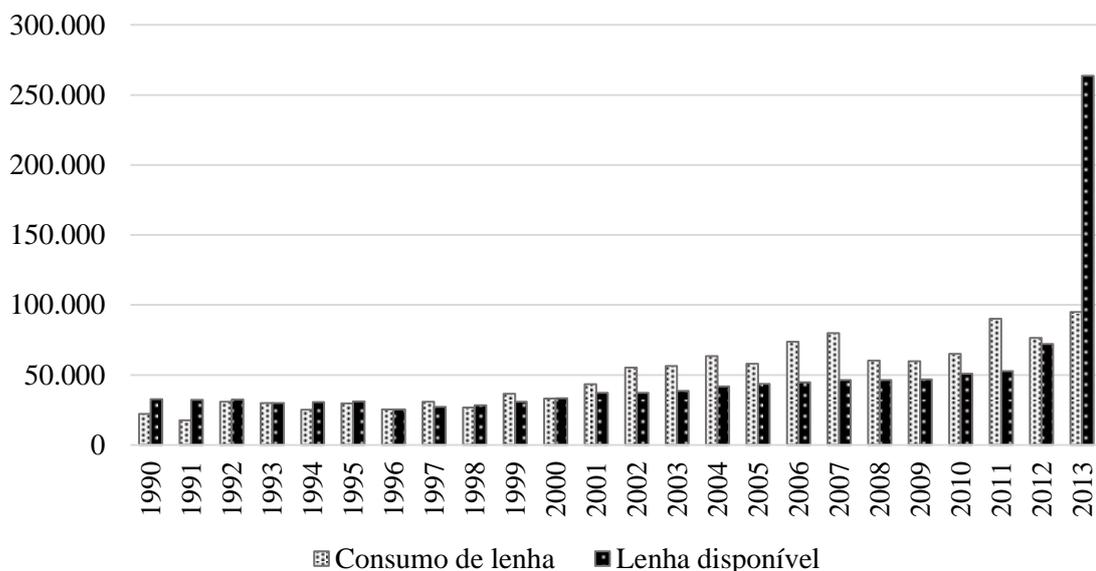
Figura 13 – Comparação do custo de investimento de cada sistema agrossilvipastoril em relação ao rendimento da poupança e o valor presente líquido após 15 anos com uma taxa de desconto de 6% a.a.



O retorno financeiro entre o capital investido na poupança e os sistemas agrossilvipastoris sempre foi maior no sistema do que na poupança. O sistema D foi o que apresentou como em outras análises, menor retorno financeiro. O sistema F foi o que apresentou melhor retorno no sistema e na poupança, porem na poupança foi devido ao maior valor de investimento entre os sistemas.

O Vale do Jaguari durante o período de 2000 e 2012, pois possível perceber que a quantidade de lenha disponível na região não foi suficiente para a secagem de grãos, ou seja, apresentou um déficit fazendo com que região importa-se lenha de outras regiões para suprir essa carência energética (Figura 14).

Figura 14 – Quantidade de lenha necessária para realizar a secagens de grãos e fumo na região e quantidade de lenha disponível oriunda da silvicultura no Vale do Jaguari.



Fonte: IGBE, 2015. Adaptado pelo autor

A região do Vale do Jaguari, entretanto tem outras demandas para lenha, na qual não foram contabilizadas (Figura 14) por ausência de referências, como cooperativas que processam cerca de 30 milhões de litros de leite em 2014 (IBGE, 2015), curtume na qual processam o couro para confecção de sapatos e botas. Enquanto, que no ano de 2013, houve um grande aumento na quantidade de lenha disponível, favorecendo assim a venda de lenha para outras regiões próximas. A produção de energia primária no Brasil está dividida em energia não renovável e renovável, dentro da renovável a lenha representa 9,1 % do total de energia produzida em 2014, ou seja, 24.728×10^3 toneladas (BRASIL, 2015).

5.5 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

A análise de sensibilidade consiste em variações no preço de mercado, taxa de juros e a produção, sendo uma ferramenta de grande valia, pois através dessa permite desenhar e antever cenários em função das modificações geradas a partir dessas variações de cenário.

Nesse sentido, modificou-se o preço em quatro situações: -50%, -30%, +30% e +50%, em que o preço normal de mercado para um ciclo de 10 anos foi de R\$ 25,00 por metro estéreo com produto destinado e uma taxa de juros de 7,5% a.a. (Tabela 9).

Tabela 9 – Variação no preço do produto final, lenha, na rotação de 10 anos em relação ao valor presente líquido (R\$ ha⁻¹) em diferentes situações na região do Vale do Jaguarí para todas as propriedades.

Prop.	-50%	-30%	30%	50%
	R\$ 12,50	R\$ 17,50	R\$ 32,50	R\$ 37,50
A	R\$ 3.832,10	R\$ 4.873,30	R\$ 7.996,90	R\$ 9.038,10
B	R\$ 2.228,93	R\$ 3.617,88	R\$ 7.784,76	R\$ 9.173,72
C	R\$ 2.228,44	R\$ 3.709,24	R\$ 8.151,66	R\$ 9.632,47
D	R\$ 765,00	R\$ 1.682,59	R\$ 4.435,37	R\$ 5.352,96
E	R\$ 1.778,55	R\$ 2.756,99	R\$ 5.692,32	R\$ 6.670,77
F	R\$ 7.200,54	R\$ 8.278,59	R\$ 11.512,72	R\$ 12.590,76
G	R\$ 4.429,36	R\$ 5.874,51	R\$ 10.209,96	R\$ 11.655,11
H	R\$ 1.949,94	R\$ 2.994,75	R\$ 6.129,16	R\$ 7.173,96

O preço da lenha influencia diretamente o VPL, porém mesmo com uma redução de 50%, o VPL manteve-se positivo para todos os sistemas. O sistema D foi o que apresentou menor retorno (R\$ 765,00) enquanto o sistema F foi o de maior lucro (R\$ 7.200,54). Essa simulação, via análise de sensibilidade, permite afirmar que os SAF's propostos se apresentam muito viáveis e confiáveis, compatíveis com as diferenças de tecnologias e de sítio encontradas na agricultura familiar.

Em relação a flutuação do preço da madeira para serraria verificou-se que com a redução de 50% no preço da madeira para serraria, o VPL manteve-se positivo para todos os sistemas. O menor valor foi encontrado no sistema D, com valor de R\$ 3.968,92, o sistema F foi o que apresentou maior lucro de R\$ 11.766,49.

Com essa simulação foi possível verifica que mesmo no pior cenário (redução de 50%) de ambas as rotações (Tabela 9 e 10) os sistemas agrossilvipastoris mantiveram-se viáveis. Sendo que em situações menos arriscadas o retorno financeiro será melhor como na

outra situação (redução de 30%) e quando ocorre um aumento no preço de venda (30% e 50%) mais atrativo os sistemas agrossilvipastoris se tornam.

Tabela 10 – Variação no preço do produto final, madeira para serraria, na rotação de 15 anos em relação ao valor presente líquido (R\$ ha⁻¹) em diferentes situações na região do Vale do Jaguari para todas as propriedades.

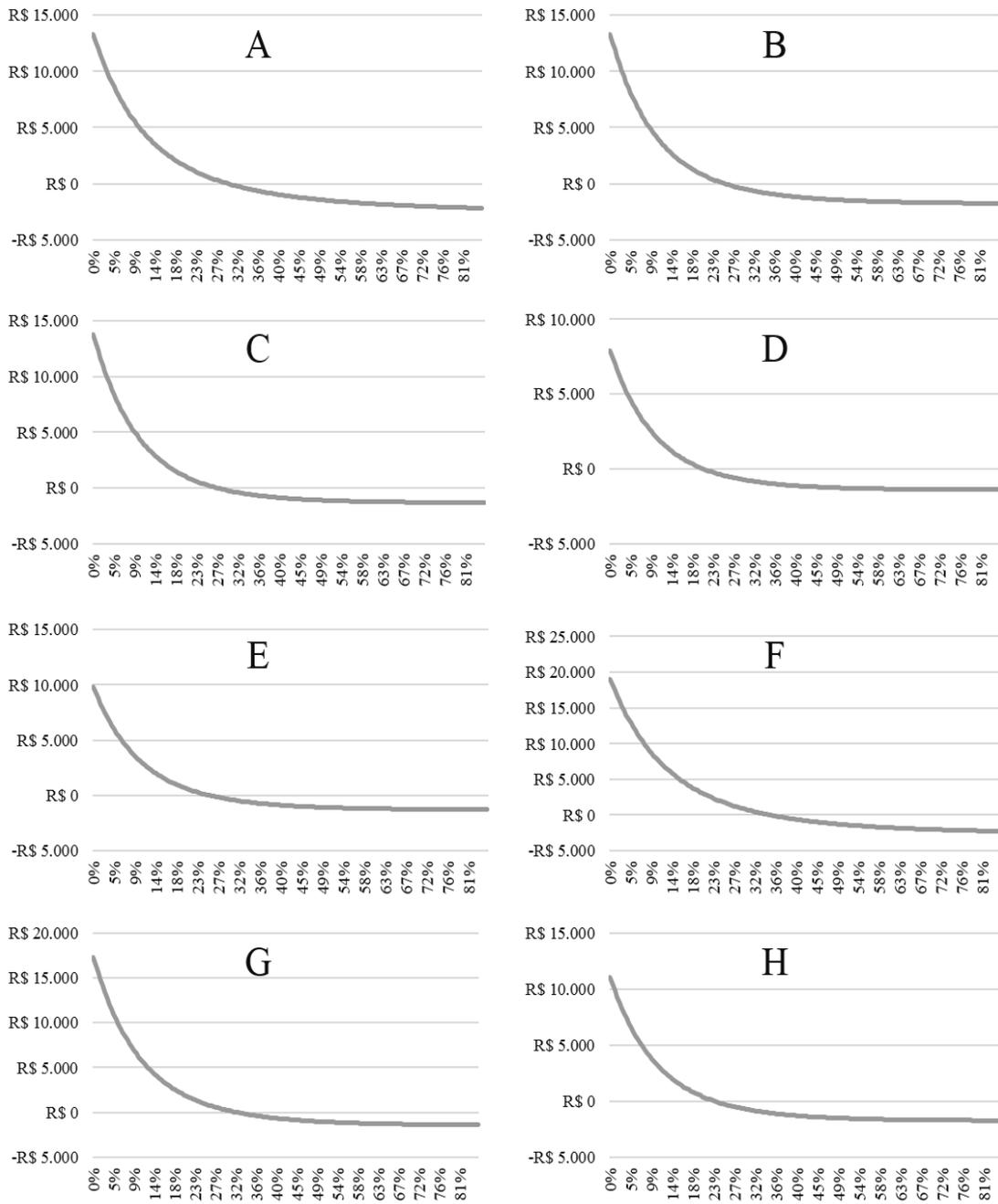
Prop.	-50%	-30%	30,00%	50%
	R\$ 50,00	R\$ 70,00	R\$ 130,00	R\$ 150,00
A	R\$ 8.061,31	R\$ 10.117,42	R\$ 16.285,73	R\$ 18.341,83
B	R\$ 6.969,95	R\$ 8.573,95	R\$ 13.385,95	R\$ 14.989,94
C	R\$ 7.553,48	R\$ 9.605,56	R\$ 15.761,79	R\$ 17.813,87
D	R\$ 3.968,92	R\$ 5.119,40	R\$ 8.570,84	R\$ 9.721,32
E	R\$ 5.118,34	R\$ 6.248,26	R\$ 9.638,04	R\$ 10.767,97
F	R\$ 11.766,49	R\$ 14.131,89	R\$ 21.228,08	R\$ 23.593,48
G	R\$ 9.222,03	R\$ 10.713,72	R\$ 15.188,76	R\$ 16.680,44
H	R\$ 6.072,91	R\$ 7.983,30	R\$ 13.714,47	R\$ 15.624,85

Para a análise de sensibilidade em que considera a variação nas taxas de juro, permite verificar até que ponto as oscilações podem influenciar de forma positiva e negativa nos sistemas agrossilvipastoris. Ou seja, considerando que a taxa de juros remunera o investimento, os cenários com taxas mais elevadas tornam o projeto menos atrativo, auxiliando assim, a tomada de decisão em investir ou não nesse tipo de empreendimento.

Esses cenários foram construídos e ilustrados (Figura 15 e 16), onde o VPL pode ser identificado no eixo Y, como variável dependente, enquanto a taxa de desconto no eixo X, variável independente. Como já dito anteriormente, há uma relação inversa entre o VPL e a taxa de desconto, os resultados apontam que a medida que aumenta a taxa de desconto, o VPL diminui, isso ocorre em todos os sistemas agrossilvipastoril.

Apesar do comportamento do VPL em relação a taxa de juro ser o mesmo, os sistemas apresentam diferentes VPL para uma mesma taxa, e mesmo se torna viável ou inviável em diferentes situações, devido ao custo de implantação, manutenção e receitas oriundas de cada sistema. Verificou-se que para a rotação de 10 anos o sistema agrossilvipastoril F foi o que manteve-se viável através de taxas mais elevadas enquanto o sistema D tornou-se inviável com a menor taxa (Figura 15).

Figura 15 – Análise de sensibilidade do valor presente líquido (R\$ ha⁻¹) em relação a taxa de desconto (% a. a.) nos diferentes sistemas agrossilvipastoris no Vale do Jaguarí, em que a rotação foi de 10 anos, produção destinada para lenha.



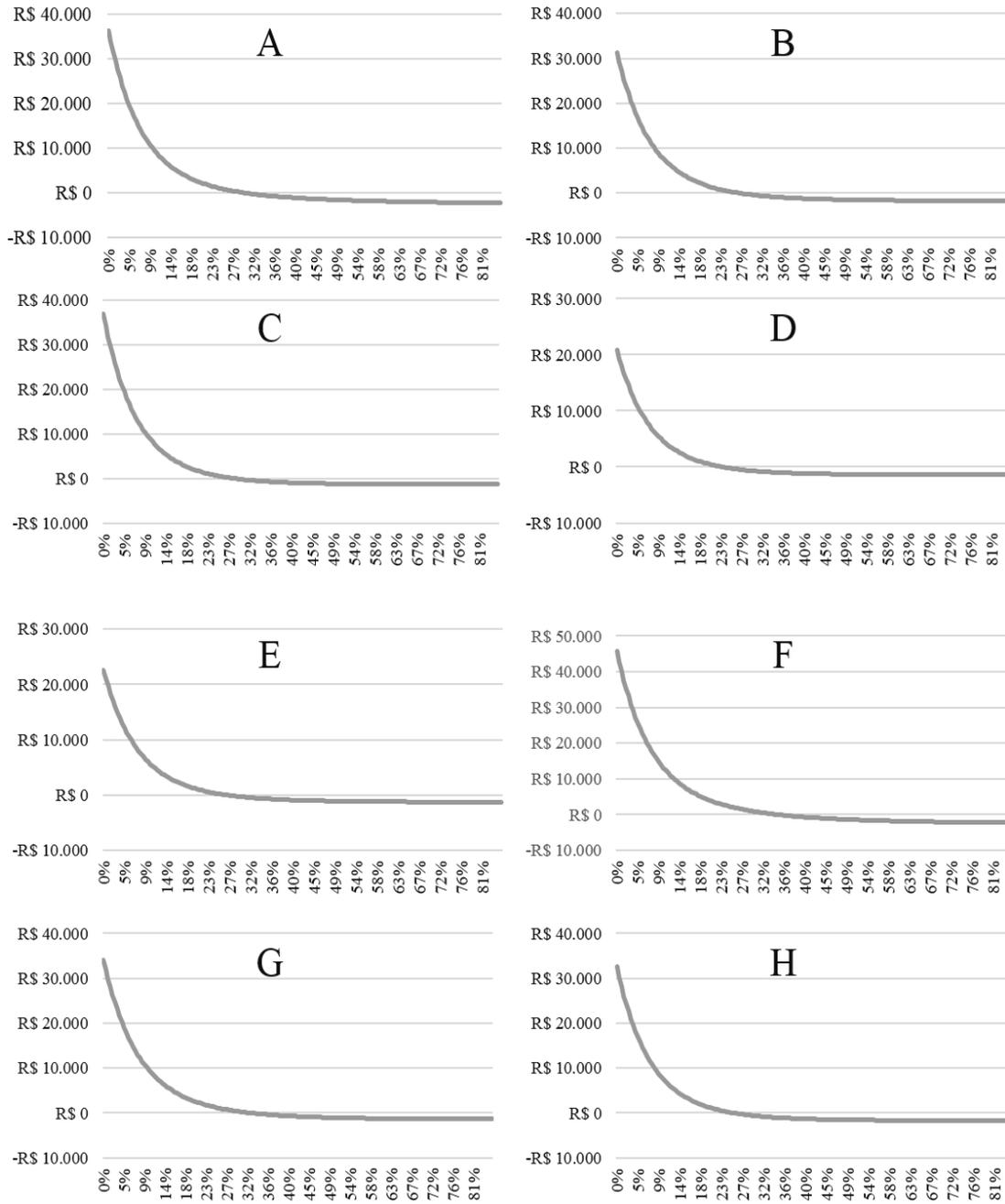
Para a rotação de 10 anos, a ordem dos sistemas que apresentaram melhor viabilidade em relação a taxa foram F, G, A, C, B, E, H e por fim D, esses apresentaram VPL positivo até a taxa de juros, respectivamente, 34,8%; 31,7%; 29,4%; 26,8%; 25,0%; 25,0%; 22,6%; 20,3%.

Considerando que todos os sistemas foram viáveis para a taxa de 7,5% a.a. quando a rotação foi de 15 anos. Verificou-se que o sistema agrossilvipastoril F foi o que manteve-se

viável mesmo com taxas mais altas, enquanto o sistema D foi o que ficou inviável, mesmo com a menor taxa de desconto (Figura 16). A ordem dos sistemas que apresentaram melhor viabilidade em relação a taxa foram F, G, A, C, B, E, H e por fim D, esses apresentaram VPL positivo até a taxa de juros, respectivamente, 34,6%; 31,9%; 30,0%; 28,1%; 26,3%; 26,3%; 24,8%; 22,7%.

Constatou-se que todos os sistemas apresentaram uma taxa de segurança para ambas as rotações, ou seja, maior que a taxa de juros utilizada (7,5% ao ano), sendo assim, atrativo para todos os produtores rurais, oferecendo uma maior segurança e incentivando a continuar a investir nesse tipo de empreendimento. Também foi possível constatar que a venda de lenha como produto final foi atrativa para a rotação de 10 anos porém para a rotação de 15 anos, essa atratividade foi melhor pois apresentou melhor retorno já que o produto final (tora), sendo esse mais valorizado através do melhor valor agregado.

Figura 16 – Análise de sensibilidade do valor presente líquido (R\$ ha⁻¹) em relação a taxa de desconto (% a. a.) nos diferentes sistemas agrossilvopastoris no Vale do Jaguari, em que a rotação foi de 15 anos, produção destinada para serraria.



Para a rotação dos 10 e 15 anos, realizou-se uma redução de 30% do total da produtividade com uma taxa de desconto de 7,5% a.a. (Tabela 11). Essa redução na produtividade acarretou em um VPL menor, porem positivo, viável e atrativo em todos os sistemas. Principalmente para a rotação de 15 anos em que apresentou uma taxa de descontou superior quando comparada com a rotação de 15 anos.

Tabela 11 – Redução na produção em 30% no final do ciclo (corte raso) em relação ao indicador financeiro VPL (R\$ ha⁻¹).

Sistemas agrossilvipastoris	Rotação 10 anos	Rotação 15 anos
A	R\$ 4.873,30	R\$ 10.117,42
B	R\$ 3.617,88	R\$ 8.573,95
C	R\$ 3.709,24	R\$ 9.605,56
D	R\$ 1.682,59	R\$ 5.119,40
E	R\$ 2.756,99	R\$ 6.248,26
F	R\$ 8.278,59	R\$ 14.131,89
G	R\$ 5.874,51	R\$ 10.713,72
H	R\$ 2.994,75	R\$ 7.983,30

A análise de sensibilidade foi possível verificar que existem fatores que podem influenciar na viabilidade econômica do sistema agrossilvipastoril. A redução da produção total diminuiu o VPL porém a alteração no preço final foi o que mais influenciou na redução ou aumento do VPL. A taxa de juros influencia gradativamente no VPL, essa variação na taxa é necessária devido a longa rotação, e não é possível prever como a taxa irá ao longo da execução do sistema.

O indicador econômico VPL através da análise de sensibilidade comprovam que esse tipo de atividade é economicamente viável, apresentando baixo ou nenhum risco de inviabilidade para os diferentes sistemas agrossilvipastoris, incentivando o agricultor familiar rural a investir nessa atividade.

Através das análises de sensibilidade foi possível gerar maior segurança ao produtor rural familiar, e é de fundamental importância pois faz com que o mesmo sinta-se seguro investindo nesse tipo de sistema e que no final da rotação tem uma percepção positiva e confiável para realizar um novo ciclo de sistema agrossilvipastoril. Ou seja, continua investindo nessa atividade pois além das vantagens econômicas acarreta vantagens para ao meio ambiente através do uso intensivo da terra e maior diversidade em uma mesma área além dos benefícios para os animais presente no sistema como o conforto térmico.

5.6 BENEFÍCIOS AOS PRODUTORES

Através das diferentes análises econômico-financeira foi possível diagnosticar que o risco dos sistemas agrossilvipastoris é praticamente nulo. Com base nisso, é uma alternativa para melhorar a renda dos produtores rurais familiares através da maximização do uso da terra

em que pode ser implantado mais de uma cultura, aumentando as receitas através da venda de diferentes produtos oriundos de uma mesma área.

Esse tipo de sistema foi viável em todos os produtores estudados para a rotação de 10 e 15 anos, com base nisso é possível afirmar que o sistema agrossilvipastoril pode ser aplicado em outras propriedades de pequenos produtores rurais. Para que seja viável e tenha condições de sucesso é necessário que ocorra a capacitação dos agricultores familiares em termos de modo de implantação, manutenção, tratamentos culturais e com condições semelhantes as indicadas nesse trabalho em que pode mudar as culturas agrícolas, tipo de pastagem, espécie de eucalipto, número de mudas por hectare mas que esses componentes tenham condições e sejam semelhantes a praticada no estudo.

Em um estudo realizado pela Emater na Unidade Regional de Viçosa, em Senador Firmino, Minas Gerais, onde foi implantado um sistema agrossilvipastoril. As cultivares utilizadas foram milho, gramíneas *Brachiaria brizanta* e *B. decumbens* com a espécie arbórea de *Eucalyptus urophylla*. A quantidade de plantas por hectare de milho foi de 50.000, para o eucalipto foi de 75 plantas por hectare, e por fim, 25 kg de semente/hectare de braquiária. A taxa de desconto utilizada para a realização dos cálculos foi de 8,75% a. a. Os custos de implantação, manutenção e colheita durante os 14 anos do projeto foi de R\$ 35.754,14. Já a receita foi de R\$ 15.237,00, apresentando assim um Valor Presente Líquido (VPL) de R\$ - 8.609,08, indicando que o sistema foi economicamente inviável (CORDEIRO, 2010).

Com base nisso, a maior ou menor viabilidade econômico-financeira do sistema depende não apenas da produção e sim de como o agricultor irá manejar esse sistema agrossilvipastoril, desbastar e vender os produtos florestais durante a rotação. Além da maneira de como irá conduzir a produção agrícola nos anos iniciais e na criação de animais com pastagem. Mediante essa série de necessidades, a venda desses produtos no mercado com preços satisfatórios é de extrema importância para aumentar a viabilidade do sistema.

O eucalipto tem sido utilizado de forma direta e múltipla em que essa matéria prima tem diversas finalidades como lenha, fonte de carvão vegetal, através de varas para a construção civil, na linha movelaria, utilização de postes para energia elétrica e mourões para cerca na propriedade rural. Além dos benefícios indiretos (antes do corte) como na geração de sombra para o conforto térmica animal em sistemas agroflorestais, desempenhando papel fundamental para a melhoria da produção animal em pequenas propriedades (ROBERTO; SOUZA, 2011).

Existe um programa em que pode auxiliar os produtores financeiramente para realizar a implantação e manutenção dos sistemas agrossilvipastoris que é o ABC (Agricultura de

Baixo Carbono) em que se fazem financiamentos através do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Esse programa incentiva os investimentos destinados sistemas produtivos de integração lavoura-pecuária, lavoura-floresta, pecuária-floresta ou lavoura-pecuária-floresta (BNDES, 2015).

O fortalecimento da agricultura familiar, a partir de manejos adequados, e de culturas apropriadas a cada região, colabora para o aumento da renda ou produção daquela localidade, tornando atrativo o campo e a sua exploração (MOREIRA; BINOTTO, 2014). As propriedades em que pretendem implantar esse tipo de sistema agrossilvipastoril necessitam de orientação técnicas através das entidades públicas nas suas respectivas cidades. Nos sistemas agrossilvipastoris já implantados correu orientação e assistência nas propriedades através da EMATER/RS-Ascar, esse auxílio não ocorreu apenas antes e durante a implantação do sistema, mas também durante os desbastes (demarcação das árvores) e ajudaram os produtores a vender a matéria prima para o mercado regional, então o trabalho dos técnicos é de fundamental importância para os produtores.

6 CONCLUSÕES

Os sistemas agrossilvipastoris implantados no Vale do Jaguari foram viáveis economicamente por meio dos indicadores econômicos VPL, VAE, TIR, B/C e CMP_r para a rotação de 10 e 15 anos, sendo mais viável quando para a maior rotação devido ao melhor valor agregado ao sistema.

A análise de sensibilidade realizada em relação a variação do preço de mercado do produto final e da redução da produção para as rotações de 10 e 15 anos foram todos viáveis, indicando que o risco no sistema é praticamente nulo. E em relação a sensibilidade do VPL em relação a taxa de juros, foi possível verificar que o sistema sustenta-se viável até altas taxas de desconto.

Os sistemas agrossilvipastoris são uma alternativa para melhorar a renda dos produtores rurais familiares através da maximização do uso da terra em que pode ser implantado mais de uma cultura, aumentando as receitas através da venda de diferentes produtos oriundos de uma mesma área.

Os sistemas agrossilvipastoris que realizam a adubação, apresentaram um maior incremento.

REREFENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 1. ed. Guaíba: Agropecuária, 2002. 592 p.

ARCO-VERDE, M. F. **Sustentabilidade Biofísica e Socioeconômica de Sistemas Agroflorestais na Amazônia Brasileira**. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

BARCELLOS, A de O. et al. Base conceitual, sistemas e benefícios da ILPF. In: BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A de O.; STONE, L. F. (Ed.). **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2011. p. 23-37.

BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F. Recomendação de fertilizantes em plantios de eucalipto. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba, IPEF, 2005. p.269-286.

BENTES-GAMA, M. M. et al. Análise econômica de sistemas agroflorestais na Amazônia Ocidental, Machadinho d’oeste- RO. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, n. 3, p. 401-411, 2005.

BERNSTEIN, P. L.; DAMODARAN, A. **Administração de investimentos**. Porto Alegre: Bookman, 2000. 423p.

BNDES: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/Programas_e_Fundos/abc.html>. Acesso em: 12 nov. 2015.

BONA, D. A. O. de, et al. Receita/custo da atividade de exploração florestal em um plano de manejo florestal sustentável na Amazônia – Estudo de caso. **Nativa**, Sinop, v. 03, n. 01, p. 50-55, 2015

BOTERO, J. C. Contribuição dos Sistemas Pecuários Tropicais na Captação de Carbono. In: SISTEMAS AGROFLORESTAIS PECUÁRIOS: OPÇÕES DE SUSTENTABILIDADE PARA ÁREAS TROPICAIS E SUBTROPICAIS. Juiz de Fora: **Embrapa Gado de Leite**. Brasília FAO, 2001. p. 399-413.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Balanco energético nacional: ano base 2014**. Brasília: 291p., 2015.

BRUMER, A.; PANDOLFO, C. G; CORADINI, L. **Gênero e agricultura familiar: projetos de jovens filhos de agricultores familiares na Região Sul do Brasil**. Fazendo Gênero 8 – Corpo, violência, poder. Florianópolis, 2005.

BUAINAIM, A. M.; ROMEIRO, A. **A agricultura familiar no Brasil: agricultura familiar e sistemas de produção**. Projeto: UTF/BRA/051/BRA. Março de 2000. 62p. Disponível em: <<http://www.incra.gov.br/fao>>. Acesso em 12 de nov. 2015.

BUDOWISK, G, Aplicabilidad de los sistemas agroflorestais. In: SEMINÁRIO SOBRE PLANEJAMENTO DE PROJETOS AUTO-SUSTENTAVEIS DE LENHA PARA AMÉRICA LATINA E CARIBE, Turrialba, 1991. **Anais...** Turrialba: FAO, 1991. v. 1, p. 161-167.

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

CASTRO, C. Análise econômica do cultivo e extração do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* Chee. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, n. 2, p. 241-249, 2005.

CASTRO, E. G. Juventude rural no Brasil: processos de exclusão e a construção de um ator político. **Rev. latinoam. cienc. soc. niñez juv.** v. 7, n. 1, p. 179-208, 2009.

CASTRO, R. R. et al. Rentabilidade econômica e risco na produção de carvão vegetal. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 4, p. 353-359, 2007.

CONNOR, D. J. Plant stress factors and theirs influence on production of agroforestry plant association. In: HUXLEY, P. **Plant research and agroforestry**. Nairobi: ICRAF, 1983. p. 401-426.

CONSEA: Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. **Construção do Sistema e da Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional: a experiência brasileira**. p. 90, 2009. Disponível em: <https://www.fao.org.br/download/Seguranca_Alimentar_Portugues.pdf>. Acesso em: 12 de nov. 2015.

CORDEIRO, S. A. **Avaliação econômica e simulação em sistemas agroflorestais**. 2010. 96 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

CORREA, A. N. S., et al. Viabilidade de integração da apicultura e cultivo de eucalipto. In: 8º Congresso de Extensão Universitária da UNESP, Itapeva/CE. **Anais...** Ceará: 2015.

COUTO, L.; FERDNANDES, E. N.; YARED, J. A. G. **O estado da arte dos sistemas agroflorestais**. Viçosa: UFV, 1992. 80p.

CURRENT, D.; LUTZ, E. **A preliminary economic and institutional evaluation of selected agroforestry projects in Central America**. Washington: The Word Bank, Environment Department Division, 1990. 100p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.

ENGEL, V. L. **Introdução aos Sistemas Agroflorestais**. Botucatu: FEPAF, 1999. 70p.

FAJARDO, A. M. P.; TIMOFEICZYK JUNIOR, R. Avaliação Financeira do Sequestro de Carbono na Serra de Baturité, Brasil, 2012. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 3, p. 391-399, 2015.

FERNANDES, E. N.; BONETTI FILHO, R. Z.; SILVA, E. Avaliação de impactos ambientais de Sistemas Agroflorestais. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., 1994, Porto Velho. **Anais...** Colombo: Embrapa, 1994. v. 2. p. 361-372

FERRAZ, J. M. G. As dimensões da sustentabilidade e seus indicadores. In: MARQUES, J. F.; SKOPURA, L. A.; FERRAZ, J. M. G. (Ed.). **Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas**. Jaguariúna: Embrapa e o Ambiente, 2003, p. 15-35.

FERREIRA, T. C. **Análise econômica de plantios de eucalipto para a produção de celulose**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

GAMA, J. R. V. et al. Fitossociologia de duas fitocenoses de Floresta Ombrófila Aberta no Município de Codó, Estado do Maranhão. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 31, n. 3, p. 465-477, 2007.

GINDABA, J.; ROZANOV, A.; NEGASH, L. Trees on farms and their contribution to soil fertility parameters in Badessa, eastern Ethiopia. **Biology and Fertility of Soils**, v. 42, n. 1, p. 66-71, 2005.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. São Paulo: Harba, 2002.

GLOVER, N.; BEER, J. Nutrient cycling in two traditional american agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, v. 4, n. 2, p. 77-87, 1986.

HUSCH, B.; MILLER, I. C.; BEERS, T. W. **Forest Mensuration**. New York: J. Wiley, 1982. 402p.

HUXLEY, P. A. **Plant research and agroforestry**. Nairobi: ICRAF. 1983. p. 617.

IBGE: **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em <[http://www. ibge. gov. br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em: 16 set. 2015.

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mapa de Solos do Brasil**. Rio de Janeiro, 2001. 1 mapa, color. Escala 1:5. 000. 000.

KRUG, E. E. B. Sucessão da Agricultura Familiar – Como Preparar o Futuro das Propriedades Leiteiras. In: FERNANDES, E. N. et al. **Alternativas para produção sustentável da Amazônia**. (Eds.). Brasília, DF: Embrapa, 2013. 304 p.

LIMA JÚNIOR, V. B.; REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. Determinação da taxa de desconto a ser usada na análise econômica de projetos florestais. **Revista Cerne**, v. 3, n. 1, p. 45-66, 1997.

LOETSCH, B.; HALLER, K. E.; ZOHRER, F. **Forest inventory**. 2. Ed. Munich: BLV Verlagsgesellschaft, 1973, v. 2, 469 p.

- LOURENÇO JÚNIOR, J. B. et al. Sistema silvipastoril e pastejo rotacionado intensivo na produção leiteira de búfalas na pequena propriedade da Amazônia Oriental. In: Congresso latino americano de agroflorestaria para la producción pecuaria sostenible, 4; S imposio sobre sistemas silvopastoriles para la producción ganadera sostenible, 3., 2006, Varadero, Cuba. **Anais...** Varadero: EEPF “Indio Hatuey”/ICA/IGAT/IIF, 2006. p. 16-22.
- MAGALHÕES, J. G. S. et al. Análise econômica de sistemas agroflorestais via uso de equações diferenciais. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v. 38, n. 1, p. 73-79, 2014.
- MAIA, S. M. F. et al. Impactos de sistemas agroflorestais e convencional sobre a qualidade do solo no semiárido cearense. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 5, p. 837-848, 2006.
- MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing, metodologia, planejamento, execução e análise**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1994, 2 v.
- MMA: Ministério do Meio Ambiente. **Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios**. Brasília: MMA, p. 280, 2011.
- MMA: Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomass>>. Acesso em: 20 out. 2015.
- MOREIRA, F. G.; BINOTTO, E. A diversificação de culturas agrônômicas como forma sustentável na agricultura familiar: uma análise para o estado/MS. **Revista Verde**, v. 9, n. 5, p. 68-75, 2014.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, 1961, 42p.
- MULLER, M. D. et al. Economic analysis of an agrosilvipastoral system for a mountainous area in Zona da Mata Mineira, Brazil. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1148-1153, 2011.
- MULLER, M. D. et al. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta como alternativa para produção pecuária leiteira sustentável em áreas declivosas. In: MARTINS, P. do C. et al. **Sustentabilidade ambiental, social e econômica da cadeia produtiva do leite: desafios e perspectivas**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 343-386.
- NOCE, R. et al. Análise de risco e retorno do setor florestal: produtos da madeira. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, n. 1, p. 77-84, 2005.
- NOGUEIRA, R. **Elaboração e análise de questionários: uma revisão da literatura básica e a aplicação dos conceitos a um caso real**. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPEAD, 27 p. 2002
- OLIVEIRA, A. D. et al. Análise econômica da exploração, transporte e processamento de madeira de florestas nativas – o caso do município de Jarú, Estado de Rondônia. **R. Cerne**, v. 5, n. 2, p. 13-25, 1999.
- OLIVEIRA, A. D.; SCOLFORO, J. R. S.; SILVEIRA, V. P. Análise econômica de um sistema agro-silvo-pastoril com eucalipto implantado em região de cerrado. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 1-19, 2000.

OLIVEIRA, S. J. M.; VOSTI, S. A. **Aspectos econômicos de sistemas agroflorestais em Ouro Preto do Oeste, Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 1997. 28 p. (Embrapa Rondônia. Circular Técnica, 29).

PARANHOS DA COSTA, M. J. R. Ambiência na produção de bubalinos destinados ao abate. In: ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA, 2000, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Etologia, 2000. v. 18, p. 26-42.

PELEGRINI, M. L. M. de; CASTRO, J. D. de; DRACHLER, M. L. de. Equidade na alocação de recursos para a saúde: a experiência do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciênc. saúde coletiva**, v. 10, n. 2, p. 275-286, 2005.

RADOMSKI, M. I.; RIBASKI, J. Sistemas Silvipastoris: Aspectos da pesquisa com eucalipto e grevêlea nas regiões sul e sudeste do Brasil. Documentos. **Embrapa Florestas**, v. u, p. 191, 2009.

RAMÍREZ, G. A. et al. Financial returns, stability and risk of cacao-plantain-timber agroforestry systems in Central America. **Agroforestry Systems**, n. 51, p. 144-154, 2001.

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

REZENDE, J. L. P. de; OLIVEIRA, A. D. de. **Análise econômica e social de projetos florestais**. Viçosa: UFV, 2013, p. 385.

RIBASKI, S. A. G.; HOEFLICH, V. A.; RIBASKI, J. Sistemas silvipastoris como apoio ao desenvolvimento rural para a região Sudoeste do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 60, p. 27-37, 2009.

RICE, E. L. **Allelopathy**. 2. ed. New York: Academic Press, 1984. p. 422

ROBERTO, J. V. B.; SOUZA, B. B.; Fatores ambientais, nutricionais e de manejo e índices de conforto térmico na produção de ruminantes no semiárido. **Revista Verde**, v. 6, n. 2, p. 8-13, 2011

SANTOS, M. J. C. **Análise econômica de quatro modelos agroflorestais em área degradada por pastagem na Amazônia ocidental**. 2000. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2000.

SANTOS, M. J. C.; PAIVA, S. N. Os sistemas agroflorestais como alternativa econômica em pequenas propriedades rurais: estudo de caso. **Ciência Florestal**, v. 12, n. 1, p. 135-141, 2002.

SCHERR, S. J. Economic factors in farmer adoption of agroforestry: patterns observed in Western Kenya. Separata de **World Development**, v. 23, n. 5, p. 787-804, 1995.

SCHNEIDER, S. Teoria social, agricultura familiar e pluriatividade, **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, São Paulo, v. 18, n. 51, p. 99-121, 2003.

- SILVA, C. S. J. et al. Viabilidade econômica e rotação florestal de plantios de candeia (*Eremanthus erythropappus*), em condições de risco. **Cerne**, Lavras, v. 20, n. 1, p. 113-122, 2014.
- SIMIONI, F. J., HOEFLICH, V. A. Avaliação de risco em investimentos florestais. **Boletim de Pesquisas Florestais**, n. 52, p. 79-92, 2006.
- SOARES, T. S. et al. Uso de diferentes alternativas para viabilizar a relação hipsométrica no povoamento florestal. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 28, n. 6, p. 845-854, 2004.
- SOUZA, A. N. et al. Viabilidade econômica de um sistema agroflorestal. **R. Cerne**, Lavras, v. 13, n. 1, p. 96-106, 2007.
- STRECK, E. V.; KAMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KPLMT, E.; NASCIMENTO, P. C do; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S.; **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS, p. 38-54, 2008.
- TSUKAMOTO FILHO, A. A. et al. Análise econômica de um plantio de teca submetido a desbastes. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 27, n. 4, p. 487-494, 2003.
- VALE, R. S. **Agrossilvicultura com eucalipto como alternativa para o desenvolvimento sustentável da Zona da Mata de Minas Gerais**. 2004. 101 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.
- VALE, R. S.; COUTO, L.; SILVA, M. L.; GARCIA, R.; ALMEIDA, J. C. C.; LANI, J. L. Análise da viabilidade econômica de um sistema silvipastoril com eucalipto para a Zona da Mata de Minas Gerais. **Agrossilvicultura**, v. 1, n. 2, p. 107-120, 2004.
- VALLADARES-PÁDUA, C. et al. Resgatando a grande reserva do Pontal do Paranapanema: Reforma agrária e conservação de biodiversidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 1997, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UNILIVRE/REDEPROUC/IAP, 1997. p. 783-792.
- YOUNG, A. **Agroforestry for soil conservation**. Wallingford: CAB International, 1991, 275p. (ICRAF Science and Practice of Agroforestry, n. 4).
- ZIMMERMANN, A.; VENDRUSCOLO, R.; DORNELES, S. B. Educação do campo: o processo de implementação da Casa Familiar Rural do vale do Jaguari (CFR/VJ). **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 17, n. 3, p. 79-90, 2014.

APÊNDICES

Apêndice A – Sistema agrossilvipastoril na propriedade A, localizada no município de Nova Esperança do Sul, RS.



Apêndice B – Sistema agrossilvipastoril na propriedade B, localizada no município de Nova Esperança do Sul, RS.



Apêndice C – Sistema agrossilvipastoril na propriedade C, localizada no município de Nova Esperança do Sul, RS.



Apêndice D – Sistema agrossilvipastoril na propriedade D, localizada no município de Jaguari, RS.



Apêndice E – Sistema agrossilvipastoril na propriedade E, localizada no município de Nova Esperança do Sul, RS.



Apêndice F – Sistema agrossilvipastoril na propriedade F, localizada no município de Nova Esperança do Sul, RS.



Apêndice G – Sistema agrossilvipastoril na propriedade G, localizada no município de Nova Esperança do Sul, RS.



Apêndice H – Sistema agrossilvipastoril na propriedade H, localizada no município de Nova Esperança do Sul, RS.



Apêndice I – Parâmetros estimados e medidas de precisão das equações hipsométricas testadas que melhor estima o restante das alturas.

Prop.	Modelo	B ₀	B ₁	B ₂	R ² _{Ai}	S _{vx}	CV%	F	VP
A	1	-31,3725	5,3406	-0,1207	0,1015	1,3877	5,1142	2,07	13
	2	2,9573	0,1119	-	-0,0131	0,0546	1,6552	0,76	16
	3	3,4220	-2,6003	-	-0,0044	0,0544	1,6481	0,92	12
	4	35,2584	-3,2505	0,1111	0,9314	0,8868	5,1987	129,90	11
	5	1,9209	61,0281	-668,2250	0,0445	0,0530	1,6075	1,44	8
B	1	-54,1105	7,9888	-0,1988	0,7520	1,9615	8,3095	28,29	14
	2	0,4252	0,9483	-	0,5839	0,1314	4,1793	26,25	15
	3	4,0833	-16,2950	-	0,6292	0,1241	3,9453	31,54	10
	4	37,4008	-3,7567	0,1328	0,8102	1,2829	9,4069	39,41	11
	5	1,3663	74,8174	-741,4406	0,7249	0,1069	3,3981	24,71	10
C	1	73,4630	-5,3589	0,1472	0,1892	0,1892	9,4907	3,22	13
	2	2,1387	0,3712	-	0,1195	0,0970	2,9853	3,58	10
	3	3,6000	-6,9447	-	0,1040	0,0978	3,0116	3,20	15
	4	-36,1630	3,9818	-0,0687	0,7347	1,6423	10,5146	27,31	12
	5	6,2751	-112,0334	1019,4359	0,1782	0,0937	2,8841	3,06	10
D	1	-51,9733	7,9203	-0,2054	0,5489	2,4610	10,9199	11,95	16
	2	1,2969	0,6097	-	0,2478	0,1722	5,5581	6,93	16
	3	3,7031	-11,4247	-	0,3234	0,1634	5,2712	9,60	12
	4	52,1583	-5,6874	0,1956	0,8791	1,7904	10,3315	66,43	10
	5	0,9080	83,5516	-768,1531	0,5999	0,1256	4,0537	14,49	6
E	1	6,0633	1,3512	-0,0231	0,7547	0,8593	3,6616	31,76	19
	2	1,9942	0,3907	-	0,7669	0,0368	1,1679	66,80	10
	3	3,5151	-6,9229	-	0,7684	0,0367	1,1640	67,37	6
	4	2,1189	0,0719	0,0331	0,9779	0,6303	3,7859	444,03	11
	5	3,6374	-11,2792	37,3332	0,7593	0,0374	1,1867	32,55	14
F	1	14,1952	0,9379	-0,0123	0,0903	1,3668	4,6004	1,94	19
	2	2,5001	0,2789	-	0,1405	0,0451	1,3313	4,11	10
	3	3,6667	-6,7072	-	0,1424	0,0451	1,3299	4,16	6
	4	-2,4896	0,4320	0,0202	0,8790	0,9467	4,7010	70,04	11
	5	3,4341	4,4103	-132,0694	0,0937	0,0464	1,3672	1,98	14
G	1	2,2742	1,4768	-0,0176	0,4376	4,5839	18,7904	8,39	20
	2	0,9908	0,7306	-	0,4829	0,2181	6,9106	18,74	6
	3	3,8072	-12,0601	-	0,4811	0,2185	6,9228	18,61	10
	4	-0,7867	0,7594	0,0063	0,7741	2,7711	16,0881	33,55	10
	5	3,9034	-15,3868	25,9073	0,4512	0,2247	7,1195	8,81	14
H	1	-11,1314	2,4649	-0,0359	0,5375	3,2696	11,9329	12,04	17
	2	1,5564	0,5362	-	0,4779	0,1385	4,2058	18,39	14
	3	3,8578	-13,9663	-	0,5557	0,1278	3,8797	24,76	9
	4	15,2825	-0,8208	0,0443	0,8122	5,1769	19,7159	42,09	12
	5	2,9576	30,1116	-507,1533	0,6440	0,1144	3,4727	18,19	8