

ALIETE VILLACORTA DE BARROS

PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DE SISTEMAS
AGROFLORESTAIS em Vazante, Minas Gerais

Tese apresentada ao Curso de Pós-graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, área de concentração Sistemas Agroflorestais, para obtenção do grau de Doctor Science.

Orientador: Dr. Laércio Couto - UFRA

Co-orientador:

Dr. Jorge Alberto Gazel Yared - EMBRAPA

Examinadores:

Dr. Antônio Cordeiro de Santana – UFRA

Dr. Jorge Alberto Gazel Yared - EMBRAPA

Dr. Sebastião Renato Valverde – UFV

Dr. Antônio de Arruda Tsukamoto Filho - UFRA

Suplentes

Dr. Waldenei Travassos de Queiroz – UFRA

Dr. Luiz Carlos Couto

BELÉM - PARÁ

Março - 2005

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca da UFRA**

Barros, Aliete Villacorta de. Produção de biodiesel a partir de sistemas agroflorestais em Vazante, Minas Gerais / Aliete Villacorta de Barros. – Belém: UFRA, 2005. 100p. : il.

Orientador: Laércio Couto

Tese (doutorado) – Universidade Federal Rural da Amazônia

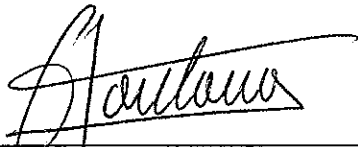
1. Sistemas Agroflorestais. 2. Eucalipto – Energia. 3. Culturas oleaginosas – Soja – Girassol – Biodiesel. 4. Biomassa vegetal. I. Universidade Federal Rural da Amazônia. II. Título.

ALIETE VILLACORTA DE BARROS

PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DE SISTEMAS
AGROFLORESTAIS em Vazante, Minas Gerais

Tese apresentada ao Curso de Pós-graduação em
Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural
da Amazônia, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em Ciências
Agrárias, área de concentração Sistemas
Agroflorestais, para obtenção do grau de Doctor
Science.

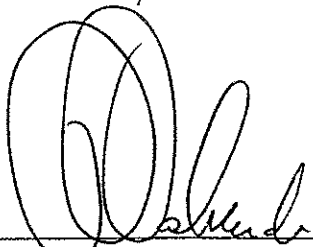
APROVADA: 28 de março de 2005



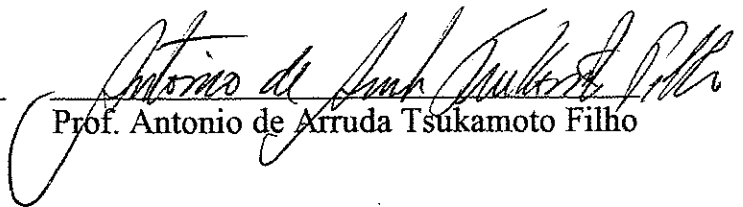
Prof. Antônio Cordeiro de Santana



Prof. Jorge Alberto Gazel Yared



Prof. Sebastião Renato Valverde



Prof. Antonio de Arruda Tsukamoto Filho



Prof. Laércio Couto
(Orientador)

Aos meus pais Alberto e Aurora

Aos meus irmãos Angelina, Angela, Amílcar, Adilson e Almir

A minha sogra Clélia

Ofereço

Ao meu querido esposo e amigo Paulo Luiz

Ao meu filho Charles Alberto e minha nora Denise

As minhas filhas Charlise e Charlene

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural da Amazônia em nome do Prof. Manoel Tourinho Reitor pró-tempore dessa instituição, por me proporcionar a oportunidade de participar do curso de doutorado, me liberando das atividades que desenvolvo nessa instituição.

A CPATU/EMBRAPA pelo grande empenho que tem feito junto a UFRA, para o bom andamento do curso de doutorado e apoio oferecido aos alunos.

Ao Prof. Laércio Couto pela confiança em mim depositada, me aceitando como orientada e me dando suporte necessário para o desenvolvimento do presente trabalho.

A Votorantim Metais Agro – VM Agro, pela concessão das informações necessárias para a realização dessa pesquisa.

A equipe técnica da VM Agro em nome do Dr. Luciano Lage Magalhães, que me recebeu com muito carinho, dando-me todo o apoio quando da minha visita à referida empresa.

A Universidade Federal de Viçosa pelo acolhimento em sua biblioteca na composição do material bibliográfico necessário para elaboração desse trabalho.

Ao Prof. Jorge Alberto Gazel Yared pela co-orientação nesse trabalho e atenção dispensada em todos os momentos que foi procurado.

Ao Prof. Paulo Luiz Contente de Barros pelas sugestões e principalmente pelo companheirismo nos momentos de dificuldades.

Ao Prof. Waldenei Travassos de Queiroz pela amizade e apoio durante o decorrer do curso.

Ao Prof. Antonio de Arruda Tsukamoto Filho e Dr. Francis Dubé por terem me oferecido suporte nos dados, sem o qual teria sido muito difícil a realização desse trabalho.

Aos demais professores efetivos e visitantes do curso, pela orientação e empenho nas aulas oferecidas.

Aos colegas dessa primeira turma de doutorado da UFRA pelo companheirismo e amizade demonstrados durante o curso.

Ao Prof. Luiz Gonzaga da Silva, chefe do antigo Departamento de Ciências Florestais na época da minha liberação e demais colegas de trabalho pelo apoio e incentivo para que eu ingressasse e obtivesse êxito no curso.

Aos secretários do Curso de Doutorado da UFRA e do ICA, pela paciência com que sempre me trataram.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram para que esse trabalho fosse desenvolvido. OBRIGADA.

SUMÁRIO

Página

LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
LISTA DE QUADROS.....	xv
RESUMO.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
 1 INTRODUÇÃO.....	 1
1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	2
1.2 OBJETIVOS.....	4
1.2.1 Geral.....	4
1.2.2 Específicos.....	4
 2 REVISÃO DE LITERATURA.....	 5
2.1 SISTEMAS AGROFLORESTAIS – SAF.....	5
2.1.1 Abordagem econômico-financeira dos sistemas agroflorestais.....	14
2.2 BIOMASSA.....	18
2.2.1 Biodiesel.....	21
2.2.1.1 Vantagens e desvantagens do Biodiesel.....	23
2.2.1.2 Fontes de matéria-prima para Biodiesel.....	26

2.2.1.3	Características das culturas soja e girassol para a produção de Biodiesel.....	27
2.2.1.4	Situação dos estados do Brasil em relação à pesquisa do Biodiesel.....	31
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	35
3.1	ÁREA DO ESTUDO.....	35
3.1.1	Considerações sobre a Votorantim Metais Agro – VM Agro.....	35
3.1.2	Características de clima e solo da região.....	38
3.1.3	Sistemas agroflorestais implantados na empresa.....	39
3.2	DEFINIÇÃO DOS ARRANJOS DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS.....	42
3.2.1	Arranjo do SAF 1.....	44
3.2.2	Arranjo do SAF 2.....	45
3.2.3	Arranjo do SAF 3.....	46
3.2.4	Arranjo do SAF 4.....	47
3.2.5	Arranjos do SAF 5/1 e SAF 5/2.....	48
3.2.6	Arranjo do SAF 6.....	49
3.2.7	Arranjo do SAF 7.....	50
3.2.8	Arranjo do SAF 8.....	51
3.2.9	Arranjo do SAF 9.....	52
3.2.10	Arranjo do SAF 10.....	53
3.3	ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO DOS VÁRIOS COMPONENTES DOS ARRANJOS DE SAF.....	54
3.3.1	Biomassa florestal de eucalipto.....	54
3.3.2	Produção da cultura do arroz.....	55
3.3.3	Produção da cultura da soja – grãos e óleo.....	55
3.3.4	Produção da cultura do girassol - grãos e óleo.....	56
3.3.5	Produção de carne bovina.....	56

3.4	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO.....	57
3.4.1	Fluxos de caixa para os arranjos de SAF	57
3.4.2	Ferramentas básicas de análise de investimentos para os vários arranjos de SAF.....	57
3.4.2.1	Valor Presente Líquido – VPL.....	58
3.4.2.2	Taxa Interna de Retorno – TIR.....	58
3.4.2.3	Razão Benefício/ Custo – B/C.....	59
3.4.2.4	Benefício (Custo) Periódico Equivalente – B(C)PE.....	59
3.4.2.5	Valor Esperado da Terra – VET.....	59
3.4.3	Análise de Sensibilidade.....	59
3.4.4	Relação entre produção das culturas soja e girassol ($t.ha^{-1}$) e custo final de produção (R\$.litro) para os diferentes SAF estudados.....	60
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	61
4.1	PRODUÇÃO, RECEITA BRUTA PARA OS VÁRIOS COMPONENTES E FLUXOS DE CAIXA ATUALIZADOS POR ARRANJO DE SISTEMA.....	61
4.1.1	SAF 1.....	61
4.1.2	SAF 2.....	63
4.1.3	SAF 3.....	65
4.1.4	SAF 4.....	66
4.1.5	SAF 5/1 e SAF 5/2.....	68
4.1.6	SAF 6.....	70
4.1.7	SAF 7.....	72
4.1.8	SAF 8.....	73
4.1.9	SAF 9.....	74
4.1.10	SAF 10.....	76

4.2	AVALIAÇÃO ECONÔMICA DOS ARRANJOS DE SAF.....	77
4.2.1	Valor presente líquido (VPL), Razão Benefício Custo (B/C), Taxa Interna de Retorno(TIR), Benefício(Custo)Periódico Equivalente (B(C)PE).....	77
4.2.2	Valor Esperado da Terra (VET).....	82
4.3	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE.....	83
4.4	RELAÇÃO ENTRE PRODUÇÃO DAS CULTURAS SOJA E GIRASSOL ($t.ha^{-1}$) E CUSTO FINAL DE PRODUÇÃO ($R\$.l^{-1}$) PARA OS DIFERENTES SAF ESTUDADOS.....	88
5	CONCLUSÕES.....	92
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94
	APÊNDICE.....	104

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Volume, Incremento Médio Anual (IMA) e Incremento Corrente Anual (ICA) de eucalipto no sistema agrossilvipastoril da VM Agro – Vazante – MG.....	43
2. Produção e receita final bruta dos componentes agrícolas e florestal por ha, para o SAF 1, esperadas em Vazante –MG.....	62
3. Produção e receita final bruta dos componentes agrícolas e florestal por ha, para o SAF 2, esperadas em Vazante –MG.....	64
4. Produção e receita final bruta dos componentes agrícolas e florestal por ha, para o SAF 3, esperadas em Vazante –MG.....	66
5. Produção e receita final bruta dos componentes agrícolas e florestal por ha, para o SAF 4, esperadas em Vazante –MG.....	68
6. Produção e receita final bruta dos componentes agrícolas e florestal por ha, para o SAF 5/1, esperadas em Vazante –MG.....	69
7. Produção e receita final bruta dos componentes agrícolas e florestal por ha, para o SAF 5/2, esperadas em Vazante –MG.....	70
8. Produção e receita final bruta dos componentes agrícolas e florestal por ha, para o SAF 6, esperadas em Vazante –MG.....	72
9. Produção e receita final bruta dos componentes agrícolas e florestal por ha, para o SAF 7, esperadas em Vazante –MG.....	73
10. Produção e receita final bruta dos componentes agrícolas e florestal por ha, para o SAF 8, esperadas em Vazante –MG.....	74
11. Produção e receita final bruta dos componentes agrícolas e florestal por ha, para o SAF 9, esperadas em Vazante –MG.....	76
12. Produção e receita final bruta dos componentes agrícolas e florestal por ha, para o SAF 10, esperadas em Vazante –MG.....	77

Tabela

13	Valor Presente Líquido (VPL), Relação Benefício Custo (B/C), Benefício Custo Periódico Equivalente (B(C)PE) e Taxa Interna de Retorno (TIR), em Vazante - MG.....	79
14	Valor Esperado da Terra (VET) por arranjo de SAF, às taxas de juros de 12% a.a. e 18%, em Vazante - MG.....	84
15	Resultados do Valor Presente Líquido (VPL), Relação Benefício Custo (R B/C) e Benefício Custo Periódico Equivalente (B(C) PE) à taxa de 12% a.a., por arranjo, com o aumento de 10% e diminuição de 10% nos custos de produção.....	85
16	Resultados do Valor Esperado da Terra (VET) e Taxa Interna de Retorno (TIR) à taxa de 12% a.a., por arranjo, com o aumento de 10% e diminuição de 10% nos custos de produção.....	86
17	Resultados do Valor Presente Líquido (VPL), Relação Benefício Custo (R B/C) e Benefício Custo Periódico Equivalente (B(C)PE) à taxa de 18% a.a., por arranjo, com o aumento de 10% e diminuição de 10% nos custos de produção	87
18	Resultados e Taxa Interna de Retorno (TIR) e Valor Esperado da Terra (VET) à taxa de 18% a.a., por arranjo, com o aumento de 10% e diminuição de 10% nos custos de produção.....	87
19	Resultados do Valor Presente Líquido (VPL), Relação Benefício Custo (R B/C) e Benefício Custo Periódico Equivalente (B(C)PE) à taxa de 12% a.a., por arranjo, com o aumento de 10% e diminuição de 10% nas receitas.....	88
20	Resultados e Taxa Interna de Retorno (TIR) e Valor Esperado da Terra (VET) à taxa de 12% a.a., por arranjo, com o aumento de 10% e diminuição de 10% as receitas.....	88
21	Resultados do Valor Presente Líquido (VPL), Relação Benefício Custo (R B/C) e Benefício Custo Periódico Equivalente (B(C)PE) à taxa de 18% a.a., por arranjo, com o aumento de 10% e diminuição de 10% nas receitas.....	89
22	Resultados e Taxa Interna de Retorno (TIR) e Valor Esperado da Terra (VET) à taxa de 18% a.a., por arranjo, com o aumento de 10% e diminuição de 10% nas receitas.....	89
23	Relação da produção de grãos para óleo bruto para biodiesel e custos de produção das culturas agrícolas soja e girassol nos diferentes Sistemas Agroflorestais testados para Vazante - MG.....	90

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Diagrama ilustrativo de sistemas de uso da terra.....	7
2. Ciclo de produção e consumo do óleo vegetal.....	24
3. Mapa de localização da Votorantim Metais Agro – VM Agro, situando suas principais unidades.....	37
4. Croqui de uma área de sistema agrossilvipastoril em suas várias etapas, com ciclo de corte de 11 anos, adotado pela VM Agro, no noroeste de Minas Gerais	41
5. Representação dos fluxos de caixa às taxas de juros de 12% a.a. e 18% a.a. respectivamente, para o SAF 1 em Vazante – MG.....	63
6. Representação dos fluxos de caixa às taxas de juros de 12% a.a. e 18% a.a. respectivamente, para o SAF 2 em Vazante – MG.....	65
7. Representação dos fluxos de caixa às taxas de juros de 12% a.a. e 18% a.a. respectivamente, para o SAF 3 em Vazante – MG.....	67
8. Representação dos fluxos de caixa às taxas de juros de 12% a.a. e 18% a.a. respectivamente, para o SAF 4 em Vazante – MG.....	68
9. Representação dos fluxos de caixa às taxas de juros de 12% a.a. e 18% a.a. respectivamente, para o SAF 5/1 em Vazante – MG.....	70
10. Representação dos fluxos de caixa às taxas de juros de 12% a.a. e 18% a.a. respectivamente, para o SAF 5/2 em Vazante – MG.....	71
11. Representação dos fluxos de caixa às taxas de juros de 12% a.a. e 18% a.a. respectivamente, para o SAF 6 em Vazante – MG.....	72
12. Representação dos fluxos de caixa às taxas de juros de 12% a.a. e 18% a.a. respectivamente, para o SAF 7 em Vazante – MG.....	74

Figura

p.

13.	Representação dos fluxos de caixa às taxas de juros de 12% a.a. e 18% a.a. respectivamente, para o SAF 8 em Vazante – MG.....	75
14.	Representação dos fluxos de caixa às taxas de juros de 12% a.a. e 18% a.a. respectivamente, para o SAF 9 em Vazante – MG.....	76
15.	Representação dos fluxos de caixa às taxas de juros de 12% a.a. e 18% a.a. respectivamente, para o SAF 10 em Vazante – MG.....	78
16.	Valor Presente Líquido (VPL) por arranjo de SAF às taxas de 12% a.a. e 18% a.a. esperados em Vazante - MG.....	80
17.	Relação Benefício Custo Periódico Equivalente (B(C)PE) por arranjo de SAF às taxas de juros de 12% a.a. e 18% a.a. em Vazante - MG.....	81
18.	Taxa Interna de Retorno (TIR) para os diferentes arranjos de SAF às taxas de juros de 12% a.a. e 18% a.a. em Vazante - MG.....	82
19.	Distribuição dos custos de produção de óleo de soja e de girassol (R\$.l ⁻¹) nos diferentes SAF estudados em Vazante - MG.....	91

LISTA DE QUADROS

Quadro	Página
1. Área total e de sistema agrissilvipastoril por fazenda da VM Agro, no noroeste de Minas Gerais.....	36
2. Arranjos de SAF de acordo com os componentes e idade de corte (anos) do eucalipto.....	44
3. Estrato, composição, espaçamento, plantas.ha ⁻¹ , ciclo de cultivo e período de introdução do componente no sistema (SAF 1).....	46
4. Estrato, composição, espaçamento, plantas.ha ⁻¹ , ciclo de cultivo e período de introdução do componente no sistema (SAF 2).....	47
5. Estrato, composição, espaçamento, plantas.ha ⁻¹ , ciclo de cultivo e período de introdução do componente no sistema (SAF 3).....	48
6. Estrato, composição, espaçamento, plantas.ha ⁻¹ , ciclo de cultivo e período de introdução do componente no sistema (SAF 4).....	49
7. Estrato, composição, espaçamento, plantas.ha ⁻¹ , ciclo de cultivo e período de introdução do componente no sistema (SAF 5/1 e SAF 5/2).....	51
8. Estrato, composição, espaçamento, plantas.ha ⁻¹ , ciclo de cultivo e período de introdução do componente no sistema (SAF 6).....	52
9. Estrato, composição, espaçamento, plantas.ha ⁻¹ , ciclo de cultivo e período de introdução do componente no sistema (SAF 7).....	52
10. Estrato, composição, espaçamento, plantas.ha ⁻¹ , ciclo de cultivo e período de introdução do componente no sistema (SAF 8).....	53
11. Estrato, composição, espaçamento, plantas.ha ⁻¹ , ciclo de cultivo e período de introdução do componente no sistema (SAF 9).....	53

Quadro

p.

12. Estrato, composição, espaçamento, plantas.ha⁻¹, ciclo de cultivo e período de introdução do componente no sistema (SAF 10).....54
13. Biomassa de fuste, casca+galho e total de eucalipto em SAF, na CMM em Vazante – MG.....55
14. Produção, custos e receitas de grãos e óleo bruto de girassol destinado a produção de biocombustível.....57

RESUMO

BARROS, Aliete Villacorta de, Universidade Federal Rural da Amazônia, março de 2005. **Produção de biodiesel a partir de sistemas agroflorestais em Vazante, Minas Gerais.** Orientador: Laércio Couto. Co-orientador: Jorge Gazel Yared.

O presente estudo teve como objetivo avaliar aspectos técnicos e econômicos de sistemas agroflorestais com eucalipto, como alternativa de uso da terra favorável tanto à formação de biomassa florestal para produção de energia quanto à produção de matéria-prima (óleo bruto) para obtenção de biodiesel a partir de culturas anuais como soja e girassol na região de cerrado em Minas Gerais. Os dados para a pesquisa foram oriundos da empresa Votorantim Metais Agro, situada no município de Vazante, noroeste do estado de Minas Gerais, a qual dispõe de uma Unidade de Sistemas Agroflorestais. Com base nesses dados, foram simulados e estudados cenários de SAF, formados a partir do eucalipto como componente florestal, variando-se seu ciclo de corte e culturas agrícolas como arroz, soja e girassol e capim para engorda de animais como componentes agrícolas e pastoril. Foram calculados os custos dos fatores de produção, receitas resultantes e apresentados seus fluxos de caixa atualizados às taxas de juros de 12% a.a. e 18% a.a. Através de critérios econômicos como Valor Presente Líquido (VPL), Razão Benefício/Custo (RB/C), Benefício Custo Periódico Equivalente (B(C)PE), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Valor Esperado da Terra (VET), foram avaliados os retornos financeiros dos referidos SAF. Os resultados indicaram que os SAF estudados apresentaram custos e receitas crescentes proporcionais à sua duração ou rotação do eucalipto (3 a 7 anos) e em função de seus componentes (arroz, soja e girassol e animal no pasto), resultando em fluxos de caixa com saldos positivos para o SAF 1, SAF 2 e SAF 7, atualizados às taxas de juros de 12% a.a. e 18% a.a.; do SAF 3 ao SAF 6, mais o SAF 8, seus saldos foram positivos apenas à taxa de 12% a.a., enquanto o SAF 9 e SAF 10 apresentaram saldos negativos nas duas taxas de juros estudadas. Com base nos referidos critérios econômicos, obteve-se VPL positivos nas mesmas proporções referidas para os fluxos de caixa. As TIR foram maiores que a taxa mínima de atratividade apenas no SAF 1, SAF 2 e SAF 7 à taxa de 12% a.a.. As razões B/C foram maiores que a unidade, do SAF 1 ao SAF 8 à 12% a.a. e à 18% a.a. apenas para o SAF 1, SAF 2 e SAF 7. Os valores para B(C)PE e VET se comportaram exatamente como VPL. Conclui-se dessa forma, que o SAF 1, SAF 2 e SAF 7 são considerados economicamente viáveis, se considerada a produção de grãos (soja e girassol). Quanto ao componente florestal (eucalipto) para produção de biomassa florestal para energia, o mesmo mostrou-se eficaz em todos os SAF estudados. Se conduzidos para produção de biodiesel, sinalizaram viabilidade pelas amortizações dos custos dos componentes arroz e madeira o SAF 3, SAF 4 e SAF 8. Conclui-se dessa forma, que principalmente esses podem ser indicados como sistemas de produção viáveis não só para produção de energia e grãos para alimento, mas também para produção de óleo para biodiesel, garantindo o retorno financeiro do investimento.

ABSTRACT

BARROS, Aliete Villacorta de, Federal Rural University of Amazon, March of, 2005.
Biodiesel production starting from agroforestry systems in Vazante, Minas Gerais.
 Supervisor: Laercio Couto. Co-supervisor: Jorge Gazel Yared.

The present study had as a purpose to assess the technical and economic aspects of agroforestry systems with eucalyptus, as an alternative of land use favorable as much forestal biomass for energy as raw material (crude oil) production to obtain the biodiesel from yearly crops such as soya and sunflower in the scrub region in Minas Gerais. The research data are derived from Votorantim Metais Agro Enterprise located in the municipality of Vazante, northwest of Minas Gerais state, which owns an Agroforestry System Unity. Based on these data, SAF scenarios were simulated and studied made from eucalyptus as a forestal component, varying its logging cycle and crop cultures such as rice, soya and sunflower and grass to fatten the animals\cattle as agricultural and pasture components. The real costs of production factors were calculated, the resulting income and showed their cash flow. Through economic criteria such as Net Present Value (NPV), Land Waited Value (LWV), Cost/Benefit Ratio (C/BR), Equivalent Periodic Benefit or Cost (B(C) PE) and Internal Rate of Return (IRR), it was assessed the financial return of them. The results had indicated that the studied SAF had presented increasing costs and proportional prescriptions to its duration or rotation of eucalypt (the 3 7 years) and in function of its components (rice, soya and sunflower and animal in the grass), resulting in cash flows with positive balances for SAF1, SAF 2 and SAF 7, updated in the interests rates of 12% on year and 18% on year; of SAF 3 to SAF 6, more SAF 8, its balances had been positive only to the interest rate 12% on year, while the SAF 9 and SAF 10 had presented negative balances in the two taxes of studied interests. On the basis of the related economic criteria, positive VPL in the same ratios related for the box flows were gotten. The TIR had been greater than the minimum tax of attractiveness only in SAF 1, SAF 2 and SAF 7 to the tax of 12% on year. Reasons B/C had been greater than the unit, of SAF 1 to SAF 8 to 12% on year and to 18% on year, only for SAF 1, SAF 2 and SAF 7. The values for B(C)PE and VET if had held accurately as VPL. If it concludes of this form, that the SAF1, SAF 2 and SAF 7 are considered economically viable, if considered the production of grains (soya and sunflower). In concern to the forest component (eucalypt) for production of forest biomass for energy, the same the studied SAF revealed efficient in all. The production of biodiesel in the studied agroforestry systems, signaled viability for the amortizations of the costs of the components rice and wood in SAF 3, SAF 4 and SAF 8. If it also concludes of this form, that mainly these can be indicated as viable systems of production not only for production of energy and grains for food, but for oil production for biodiesel, guaranteeing the financial return of the investment.

1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade do uso da terra no Brasil é assunto que vem despertando a atenção das pessoas interessadas. Essa preocupação engloba desde áreas ocupadas com monocultivos em sistemas produtivos latifundiários até pequenas propriedades, com sistemas familiares de produção e os projetos de manejo de florestas nativas.

Como alternativa sustentável para minimizar os efeitos negativos dos sistemas agrícolas vigentes é sugerido a implantação de sistemas agroflorestais.

A agrissilvicultura é vista como uma alternativa promissora de uso da terra para as propriedades rurais, para enfrentar os problemas crônicos de baixa produtividade, de escassez de alimentos e de degradação generalizada.

Nesse contexto, os sistemas agroflorestais já há muito tempo vêm sendo adotados por boa porcentagem de agricultores nos países tropicais. No caso de algumas regiões do Brasil como a sudeste, já há algumas décadas esses sistemas são praticados com o eucalipto como componente arbóreo, tomando como base as experiências silvipastoris e silviagrícolas.

Em alguns locais, os sistemas agroflorestais são vistos como uma alternativa com forte tendência à ampliação de áreas reflorestadas com eucalipto, principalmente em regiões onde se predominam propriedades de pequeno porte.

No caso das empresas siderúrgicas de Minas Gerais, que procuram de alguma forma suprir suas necessidades energéticas ou mesmo minimizar seus custos no sistema de produção do carvão vegetal, os sistemas agroflorestais têm dado respostas satisfatórias no que se refere à produção de madeira de eucalipto para energia, somando-se ainda a produção de grãos como soja e arroz, e carne. No noroeste do Estado de Minas Gerais, tem-se hoje o maior exemplo de sistemas agroflorestais com *Eucalyptus* sp no Brasil.

Essa busca de uma alternativa energética para os combustíveis fósseis depreende que se avaliem as fontes renováveis e “limpas” produzidas pela natureza. Em função disso, o importante é definir uma tecnologia apropriada e qual matéria-prima utilizar para a geração de energia, sem ou com o mínimo de prejuízos para o meio ambiente, atualmente prejudicado pela concentração dos Gases do Efeito Estufa (GEE) liberados pela queima de combustíveis fósseis, queimadas e decomposição da matéria orgânica, provocando cada vez mais, o aumento do aquecimento global, trazendo sérios prejuízos para a humanidade.

Nesse contexto, o biodiesel se enquadra como biocombustível limpo, renovável e confiável, podendo fortalecer a economia do país gerando mais empregos, além de agregar valores às oleaginosas, como por exemplo, soja e girassol, abrindo assim novo mercado para essas culturas.

1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Apesar dos altos custos de transporte que incidem no preço do carvão vegetal até às usinas siderúrgicas, principalmente no estado de Minas Gerais onde as distâncias são que de locais como, por exemplo, as do sudeste Paraense e leste do Maranhão (HOMMA, 1998), algumas empresas optam por comprar o carvão (oriundo de mata nativa) como estratégia de barateamento do produto final que é o ferro gusa. Entretanto, já existe a preocupação dessas siderúrgicas tornarem-se auto-suficientes em biomassa para carvão-vegetal, não só devido ao acordo com o Programa de Reflorestamento Industrial, o qual determina que as empresas que fazem parte do mesmo se tornem auto-suficientes em matéria-prima até o ano de 2012 (JICA/Governo do Estado do Pará/SECTAM, 2001), mas principalmente, como no caso da região de cerrado, para melhor aproveitamento a custo e tempo reduzidos, da biomassa oriunda de plantios de eucalipto em SAF, atualmente reconhecidos e bem aceitos nessas áreas.

Por outro lado, os combustíveis fósseis como fonte geradora de energia, além de serem não renováveis e danosos ao meio ambiente, tem se mostrado num panorama insatisfatório do mercado mundial, com os aumentos acelerados do petróleo, prejudicando sobremaneira o funcionamento das empresas, já que dependem desse insumo. Com isso, urge a necessidade de que as mesmas absorvam a considerável

experiência que o Brasil vem acumulando na área do biodiesel como alternativa ao combustível fóssil, somando a isso, desafios no âmbito econômico como: corrigir a possível competição entre a destinação de matérias-primas empregadas para a produção de óleo vegetal combustível ou de óleo refinado para consumo alimentar; saturação do mercado para glicerina (subproduto) e custos do biodiesel em relação ao diesel. A tendência é que no futuro, seja desenvolvida uma tecnologia de craqueamento do óleo vegetal que elimine a produção de glicerina como subproduto.

A VM Agro é uma empresa privada que, através do desenvolvimento de pesquisas, tem demonstrado que o seu sistema agrissilvipastoril, cujos componentes agrícolas, arbóreo e animal, estão definidos e atualmente destina-se à produção de madeira de eucalipto para energia e serraria, grãos (arroz e soja) e carne para alimentação humana, é economicamente viável. Esses sistemas, já têm espaçamento definido para o eucalipto (10mx4m), rotação definida (11 anos), pacote tecnológico para cada componente, também já definidos. Porém, na busca das empresas siderúrgicas de se auto-sustentarem em matéria-prima para energia, a VM Agro tem mostrado interesse de, no futuro, utilizar cavacos em suas caldeiras, e substituir o óleo diesel de suas máquinas e motores estacionários por biodiesel. A dúvida é se será viável para a empresa tomar novos rumos em relação aos seus objetivos. Para essa questão, esse trabalho avançou com as pesquisas, na tentativa de se obter outros modelos de sistemas agroflorestais que busquem as respostas necessárias para uma tomada de decisão, e principalmente por se tratar de biodiesel, serão avanços de absoluta importância na era das alternativas bioenergéticas.

Teve-se como hipótese para essa pesquisa, que o uso de sistema agrissilvipastoril com os arranjos de eucalipto, soja e girassol é viável sob os pontos de vista técnico e econômico, a produção de biomassa florestal de eucalipto para energia e biodiesel a partir de óleos de culturas agrícolas como a soja e o girassol na região de Cerrados em Vazante, Minas Gerais

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Geral

Avaliar aspectos técnicos e econômicos de sistemas agroflorestais com eucalipto como alternativa de uso da terra, favoráveis tanto à formação de biomassa florestal para produção de energia, quanto à produção de matéria-prima (óleo bruto) para obtenção de biodiesel a partir de culturas anuais como soja e girassol na região de cerrado em Vazante, Minas Gerais.

1.2.2 Específicos

- 1) Simular e estudar vários arranjos de sistemas agroflorestais formados a partir do eucalipto como componente florestal, variando-se o ciclo de cada sistema e as culturas agrícolas como arroz, soja e girassol e capim para engorda de novilhos, com o objetivo de se obter biomassa florestal de eucalipto para energia e matéria-prima para a produção de óleos brutos para biodiesel a partir das culturas oleaginosas;
- 2) Determinar os custos dos fatores de produção para cada arranjo sistema agroflorestal simulado e suas respectivas receitas resultantes da comercialização de seus produtos e apresentar seus fluxos de caixa atualizados;
- 3) Avaliar o retorno financeiro dos arranjos de SAF através de critérios econômicos como Valor Presente Líquido (VPL), Valor Presente Líquido Normalizado ou Valor Esperado da Terra (VET), Razão Benefício/Custo (B/C), Benefício ou Custo Periódico Equivalente (B(C)PE) e Taxa Interna de Retorno (TIR);
- 4) Avaliar a viabilidade financeira da produção do biodiesel nos arranjos de SAF propostos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SISTEMAS AGROFLORESTAIS – SAF

Os sistemas agroflorestais começaram a ser motivo de discussões há alguns anos e com a criação do ICRAF (International Centre for Research in Agroforestry) que teve seu estabelecimento em 1977 em Nairobi, Quênia, esses deixaram de ser velhas práticas desenvolvidas empiricamente para serem institucionalizados no plano científico (NAIR, 1989). Entretanto, somente a partir de 1982 é que se iniciou a publicação de uma revista científica como “*Agroforestry Systems*” (VAN LEEUWEN, 1997), hoje imprescindível principalmente aos pesquisadores sobre o assunto. No Brasil, a primeira revista científica específica sobre sistemas agroflorestais denomina-se Agrossilvicultura, tendo sido lançada em 2004 pela Sociedade Brasileira de Agrossilvicultura – SBAG.

Na verdade, apesar dos SAF serem práticas que vêm sendo utilizadas há centenas de anos, somente passaram a ser disciplina científica há mais ou menos 25 anos (SBS, 11/11/2003), e, com o intuito de melhorar o entendimento sobre os mesmos, o ICRAF incumbiu-se de realizar um inventário sobre os sistemas existentes, através de um projeto chamado de Agroforestry Systems Inventory (AFSI), com duração de cinco anos, a partir de setembro de 1982, com assistência parcial financeira da U.S. Agency for International Development (USAID). Nair (1993) apresenta toda a metodologia aplicada nesse projeto, assim como os resultados encontrados. No Brasil, o ensino formal da Agrossilvicultura ocorreu na Universidade Federal de Viçosa (UFV) na década de 80.

Várias definições então surgiram e Macdicken e Vergara (1990) definiram sistema agroflorestal como sendo um sistema de uso da terra que envolve deliberada retenção, introdução ou mistura de árvores ou outras espécies perenes lenhosas na produção animal e cultura, para benefício das interações ecológica e econômica

resultantes. Dubois (1996) definiu SAF como sendo formas de uso e manejo da terra, nas quais são associadas culturas agrícolas e árvores numa mesma área, de tal forma que sejam viáveis economicamente, seguindo critérios importantes tais como: produtividade, adotabilidade e sustentabilidade. Krishnamurthy e Ávila (1999) consideram esse último, uma das maiores razões para a crescente relevância desses sistemas entre as estratégias de desenvolvimento, haja vista a capacidade inerente dos SAF, de contribuir com a sustentabilidade da família campestina em qualquer ciclo de cultivo, assim como em longo prazo em uma escala maior

A partir das várias definições, Yared et al. (1998) definiram os SAF como: “sistemas de uso da terra, que envolvem a integração de árvores ou outras espécies perenes lenhosas com cultivos agrícolas e, ou, pecuária, procurando obter como resultado dessa associação, a racionalização e o melhor aproveitamento do uso dos recursos naturais envolvidos no sistema de produção”.

Fassbender (1993) referiu-se a sistemas de produção agroflorestais, definindo-os como uma série de sistemas e tecnologias de uso da terra em que são combinados árvores com cultivos agrícolas e, ou pastos, em função do tempo e espaço a fim de incrementar e otimizar a produção de forma sustentada.

Em teoria, os sistemas agroflorestais, asseguram a sua sustentabilidade econômica produzindo bens de mercado, e em razão disso, tendem a reduzir a incorporação de novas áreas de floresta densa e a migração de produtores para novas áreas, uma vez que, a queda da produtividade seria mais lenta (HOMMA et al., 1995).

Por outro lado, Ferreira Neto (1994) ressalta que a aplicação de técnicas agroflorestais pode consolidar ou aumentar a produtividade de estabelecimentos agropecuários e de plantações florestais de diversas dimensões, ou pelo menos evitar a degradação do solo ou a perda de produtividade ao longo dos anos. Enquanto Silva e Silva (1998), acham que os SAF são importantes na conservação da biodiversidade, tanto de plantas, quanto de animais, além de reduzirem o aparecimento de clareiras nas florestas tropicais quando da implantação de novos sistemas de corte-queima de agricultura.

A abrangência dos SAF é notória, uma vez que pode integrar os sistemas agrícolas com o florestal e o de criação de gado, resultando em três combinações principais (sistemas silviagrícolas, sistemas agrissilvipastoris e sistemas silvipastoris), apresentadas por Fassbender (1993) no diagrama mostrado na Figura 1.

Huxley e Houten (1997) referem-se a “agrofloresta” como um termo genérico para os diferentes tipos de sistemas, por exemplo, sistema agrissilvicultural, sistema silvipastoril, etc.

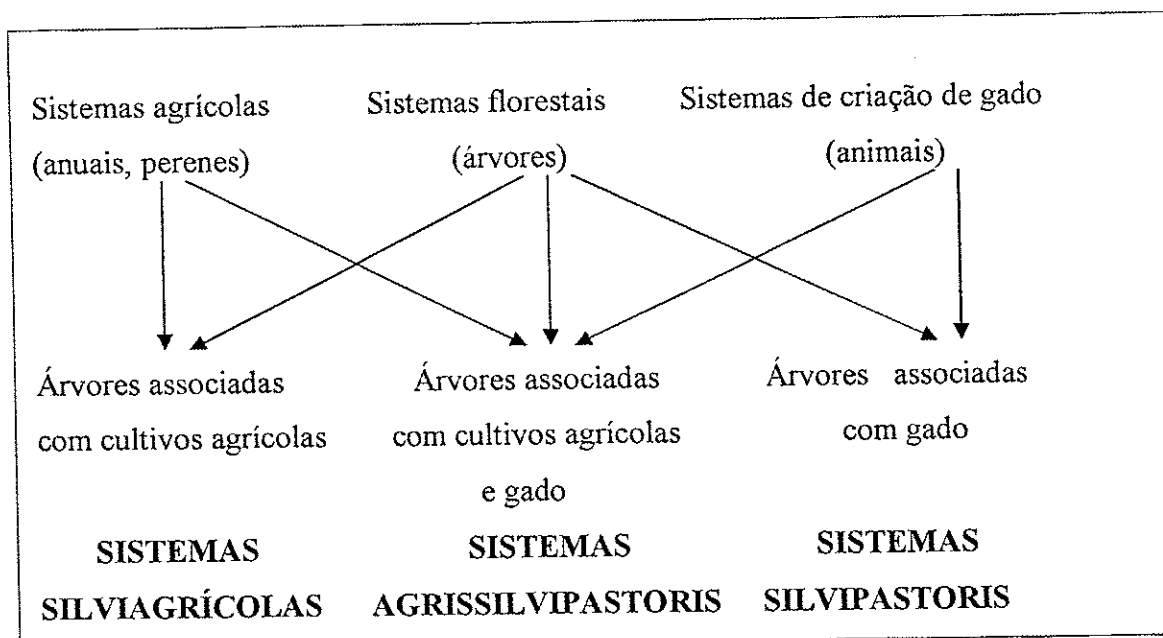


Figura 1 - Diagrama ilustrativo de sistemas de uso da terra

FONTE: Fassbender (1993)

Segundo Kirby ¹ e Payne ² (1976, 1985) citados por VEIGA e TOURRAND, (2002), os sistemas silvipastoris têm despertado interesse na comunidade científica, em razão da necessidade de se conceber novas alternativas de exploração agrícola, que seja biológica, econômica e ecologicamente mais sustentável que os sistemas convencionais de uso da terra, como os monocultivos agrícolas e pastoris. No entanto, é importante ressaltar, que o fator cultural do local não deve ser esquecido, haja vista, a dificuldade de se introduzir um sistema numa região, se não for adequado à cultura local.

Em complemento, os sistemas silvipastoris incorporam o componente arbóreo às forrageiras ou permitem a integração com animais, e quando isso ocorre com a integração também de cultivos temporários são chamados de agrissilvipastoris (VEIGA; TOURRAND, 2002).

Sobre o assunto, Torres (1983) identifica o papel das árvores nos sistemas agrissilvipastoris, como produção de madeira e sombra para os animais etc., enquanto

¹ KIRBY, J. M. Forest grazing. **World Crops**. v.28, p.248-255, 1976.

² PAYNE, W.J.A. A review of the possibilities for integrating cattle and tree crop production systems in the tropics. **Forest Ecology and Management**, v.12, p.1-36, 1985.

Pell (1998) discute sobre o papel dos animais nesse tipo de sistema, e diz que há certa controvérsia sobre o assunto, onde ora o componente animal pode ser essencial para o sistema, ora é considerado como a causa do desflorestamento ou outro tipo de degradação ambiental.

Por outro lado, ao definir indicadores de sustentabilidade para sistemas agroflorestais, Daniel (2000) concluiu entre outras, que esses sistemas sem o componente animal, são mais fáceis e menos onerosos de serem monitorados.

Os tipos de SAF existentes são inúmeros e diversificados, sendo fruto da imaginação, experiência, conhecimento, tradição, cultura e aspirações humanas, restrições monetárias, condições naturais de cada região como solo e clima (RIBEIRO, 2002).

Dessa forma, de acordo com a classificação segundo seu arranjo no tempo, importância deve ser dada ao sistema Taungya, que foi desenvolvido com a finalidade de diminuir os custos do estabelecimento de florestas plantadas destinadas a produzir madeira. Esse sistema consiste em plantar a espécie madeireira juntamente com cultivos agrícolas de ciclo curto (arroz, milho, feijão, etc.), cujo lucro gerado pela venda dos produtos agrícolas, pague parte dos custos do plantio da espécie madeireira (DUBOIS, 1996).

Sistema do tipo Cultivo em Aléias, desenvolvido na Nigéria, que pode ser conceituado como um sistema agroflorestal simultâneo (SANTOS, 2000) também deve ser relevante pelo retorno que traz ao solo, haja vista se basear no plantio em faixas alternadas de leguminosa associada à outra cultura, beneficiando a fixação do nitrogênio pelas suas raízes ou mesmo pela deposição no solo de restos dessa cultura, favorecendo inclusive o controle a erosão (MACDICKEN; VERGARA, 1990). Hauer et al (2002), utilizando sistema desse tipo, concluíram em sua pesquisa sobre concentração de nitrogênio na decomposição foliar de espécies lenhosas em SAF, que os fatores que concorrem a um processo de decomposição são inúmeros, variando com as condições do clima, microclima (do local e do período), sendo sempre duvidoso assumir um só fator como constante e determinante da decomposição, para uma espécie ou grupo de espécies.

Os SAF são considerados vantajosos principalmente em nível de pequeno produtor, pois seus custos de implantação e manutenção são baixos e podem ser

mantidos entre limites aceitáveis. Além disso, podem aumentar a renda familiar e também contribuir para a melhoria da alimentação das populações rurais.

Outras vantagens dos SAF também podem ser relevantes como: facilitam a sedentarização dos agricultores; conduzem a um menor risco para os produtores, devido a uma maior diversificação da produção de cada propriedade; produzem melhor distribuição da mão-de-obra ao longo do ano; tornam mais confortável o trabalho no campo; podem preencher um papel muito importante na recuperação de áreas em via de degradação; e contribuem para a proteção do meio ambiente (DUBOIS, 1996).

Em contrapartida, algumas desvantagens dos sistemas agroflorestais podem ser enumeradas, quais sejam: o manejo desses sistemas é mais complicado que o monocultivo; em alguns casos, o custo de implantação é mais elevado; a concorrência entre plantas pode diminuir o rendimento dos cultivos dentro do sistema; e a mecanização é mais difícil nesses sistemas (TSUKAMOTO FILHO, 1999).

Yared et al. (1992) enfatizam que os sistemas agroflorestais, não devem ser considerados como única opção para o aproveitamento de áreas sem expressão sócioeconômica. O ideal seria adequar uma alternativa de acordo com as características locais.

Em resumo, embora a agrossilvicultura não seja a solução para todos os problemas do desenvolvimento rural, oferece muitos benefícios que contribuem para a solução de degradação social, econômica e ambiental (FERNANDES et al, 1994, MONTROYA, 2002,).

No aspecto da relação fertilidade e ciclo da água com a biomassa e a água produzida na região Amazônica, junto aos programas de uso da terra, os sistemas agroflorestais se constituem numa alternativa no mínimo importante de uso da terra com o fito de manter ou até mesmo melhorar os níveis de atividades biofísicas do meio (SANTANA; TOURINHO, 1996). Nesse sentido é que estudos como, o de dinâmica de biomassa de vegetação em pousio enriquecido com árvores de leguminosas e mandioca, realizado por Brienza Júnior (1999) no estado do Pará, muito tem a contribuir.

Com respeito à formulação de projetos na área de SAF, o ICRAF preconiza uma metodologia mínima para realização dessa atividade, denominada D & D (Diagnostic & Design) composta das seguintes etapas: pré-diagnóstico, diagnóstico, desenho e avaliação, e planificação, devendo ser adotado um nível tecnológico que se adapte à

realidade sócioambiental (Organización para Estudios Tropicales, 1986; RAINTREE, 1987).

Vários são os critérios para se elaborar um sistema agroflorestal, mas o diagnóstico é uma ferramenta básica para se obter um bom desenho (YARED et al., 1998). Existem maneiras bem particulares de se elaborar sistemas desse tipo, dependendo da experiência e da criatividade do técnico ou pesquisador. Segundo Yared et al. (1998) são aplicados a situações bem específicas, onde os objetivos do uso dos sistemas são pré-estabelecidos e claramente definidos.

Franke et al. (2000) apresentam uma metodologia para planejamento, implantação e monitoramento de sistemas agroflorestais, em processo participativo, tendo como referencial metodológico as experiências acumuladas pela Embrapa Acre na área de SAF, nos últimos dez anos, sendo subdivididas em quatro fases, quais sejam: Fase I - Planejamento de estudos básicos; Fase II - Estudos temáticos; Fase III - Planejamento participativo de SAF e Fase IV - Implantação, manejo e monitoramento de SAF.

Este autor menciona que o processo de seleção e implantação de SAF na Amazônia e em particular, no Estado do Acre, tem se dado de forma desordenada e sem o devido planejamento, sendo o desconhecimento do potencial dos recursos naturais e socioeconômicos um dos principais elementos para que tal fato ocorra.

Nesse aspecto, para melhorar esse quadro, vários estudos com abrangência em sistemas agroflorestais tendo o eucalipto como componente arbóreo, foram ou estão sendo desenvolvidos, na Universidade Federal de Viçosa e Universidade Federal de Lavras entre outras, abordando critérios de produtividade, rentabilidade financeira e de impactos ambientais (COUTO et al., 1982; MARQUES, 1990; PASSOS, 1996; DUBÉ, 1999; TSUKAMOTO FILHO, 1999; DANIEL, 2000; RODIGHERI, 2000; TSUKAMOTO FILHO, 2002; VALE et al, 2002).

Pelo fato do eucalipto ser uma espécie de rápido crescimento em grande variedade de habitat, ter elevado rendimento econômico, variadas aplicações e utilidades, sua inclusão nas práticas agropecuárias tem sido crescente, em propriedades e empresas, visando aumentar a produtividade, a receita e mitigar os impactos negativos do monocultivo de larga escala (pecuária intensiva) (ASSIS JÚNIOR, 2000; VALE et al., 2002).

Por outro lado, sabe-se que a eucaliptocultura apresenta não só vantagens, mas também desvantagens, e que por causa dos impactos ambientais negativos na monocultura, o eucalipto como componente de sistema agroflorestal, é sugerido (Sungsumarn³ 1993 citado por Couto et al., 1998), haja vista, sua eficaz participação como produtor de matéria-prima para diferentes produtos de uso cotidiano, tais como: chapas, lâminas, compensados, aglomerados, carvão vegetal, madeira serrada e celulose (LIMA, 1996). Somando-se a isso, o eucalipto sendo uma espécie florestal plantada há mais de 90 anos, e dessa forma, os fatores que afetam sua produtividade, já serem bem conhecidos, bastaram adaptações para sua utilização em SAF. Entre esses fatores conhecidos se destacam: precipitação, solos, adubação, espécies, espaçamento, tratos culturais, idade, pragas e doenças (MORA; GARCIA, 2000).

No cerrado de Minas Gerais, os sistemas agrissilvipastoris têm sido uma alternativa de uso racional da terra de algumas empresas que vem se destacando, na tentativa de minimizar os prejuízos causados pela exploração e ocupação desordenada dessas regiões, em substituição aos reflorestamentos realizados com eucalipto em monocultivos tradicionais. Sistemas desse tipo são considerados também por Tsukamoto Filho (2003), como ótima opção para projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil, proporcionando além de muitas vantagens, uma maior fixação de Carbono que em monocultivos, de eucalipto nos espaçamentos de 3mx3m e 3mx2m, de arroz, de soja e de pastagem a céu aberto.

Vaz da Silva (2002) avaliando os sistemas agroflorestais na recuperação de matas ciliares em Piracicaba – SP, verificou que ainda existem diversas questões a serem aprofundadas como a definição de critérios para o manejo agroflorestal de maneira a garantir baixos impactos da produção aliada à restauração, inclusive de forma a fundamentar revisões da legislação florestal.

Diversas análises técnicas em sistemas agrissilvipastoris já foram realizadas, entre elas a de Vale et al (2002) que avaliaram o eucalipto em SAF, com o objetivo de se obter produtos florestais com maior valor agregado, principalmente através de exploração de madeira de reflorestamento para serraria, o que torna conveniente aumentar o espaçamento entre as linhas de plantio das árvores, além da aplicação de práticas silviculturais como a desrama artificial do eucalipto a fim de melhorar o

³ SUNGSUMARN, K. Why is eucalyptus not adopted for agroforestry? In: Proceedings of the regional expert consultation on Eucalyptus, 1993, Bangkok: FAO Regional Office for Asia and Pacific, 1993. p.194.

crescimento e a qualidade da madeira. Resultados significativos da desrama artificial em várias alturas no eucalipto foram encontrados pelos citados autores, em relação ao incremento em altura das árvores, densidade básica e nodosidade.

Lima (1996) apresenta uma vasta revisão sobre os sistemas agroflorestais com eucalipto, citando como primeiro trabalho publicado no país o de Gurgel Filho em 1962⁴, que testou diferentes densidades de plantio de milho intercalado entre fileiras de eucalipto em região de cerrado no sudeste do país, já com alguma resposta benéfica em relação ao SAF. Em contrapartida, o eucalipto em SAF foi muito criticado em vários países, alegando-se principalmente efeitos alelopáticos e alta competição por água, problemas esses já solucionados e bem esclarecidos.

Com relação ao estado do Pará, no município de Marabá a Companhia Siderúrgica do Pará (COSIPAR), a fim de suprir suas necessidades de matéria-prima para carvão vegetal, além de reflorestamento com eucalipto, tem realizado em áreas degradadas, plantios experimentais com essa espécie em SAF, consorciando com arroz desde 1999 e milho desde 2001 (JICA/Governo do Estado do Pará/SECTAM, 2001). Todavia, preocupada com a questão ambiental com relação à produção de carvão vegetal, essa empresa tem investido em conhecimento científico a fim de melhorar os processos de produção, firmando convênios de cooperação técnica com as universidades, Federal de Viçosa (UFV) e Federal Rural da Amazônia (UFRA) para realização de pesquisas nas áreas de floresta energética e carbonização. Com isso, a UFV pretende utilizar sua experiência na área de carvão vegetal com eucalipto e a UFRA aproveitará essa tecnologia, adaptando-a para uso dos resíduos vegetais das espécies amazônicas (SBS, 31/01/2005).

Entretanto, os sistemas agroflorestais no Pará surgiram inicialmente no município de Tomé-açu, com os emigrantes japoneses que primeiramente introduziram culturas de cacau e seringueira em sistemas de consórcio, sendo mais tarde criados outros tipos de consórcios utilizando cultivo agrícola perene (cacau) como: cacau x feijó; cacau x andiroba; cacau x mogno; pimenta-do-reino x eritrina; pimenta-do-reino x seringueira, etc. Segundo Kato et al. (1998), as alternativas à da pimenta-do-reino, têm levado a mudanças nos sistemas agroflorestais. Stolberg-Wernigerode e Flohrschütz (1982) citam, que a maioria dos proprietários que fazem parte da Colônia Agrícola de

⁴ GURGEL, F.R. Experimento em parcelas com eucalipto e goiaba para produção de cavaco. Santa Rita do Passa Quatro – SP, 1962. Cooperativa dos proprietários de usinas de açúcar (informe técnico).

Tomé-Açu declararam ter algum tipo de plantio misto na propriedade, envolvendo desde culturas anuais até árvores florestais, onde o cacau e a pimenta-do-reino são as mais importantes, com grande destaque sobre as demais.

Stolberg-Wernigerode e Flohrschütz (1982) encontraram em seus levantamentos em Tomé-Açu, que na região, as culturas seguem basicamente uma rotação, com os elementos: mata ou capoeira, culturas anuais intercaladas com culturas de ciclo médio, consórcio de culturas de ciclo médio, culturas de ciclo médio intercalado com culturas de ciclo longo, culturas de ciclo longo solteiras (em pequena escala) ou em consórcio.

Atualmente o município é tido como referência, haja vista a riqueza em desenhos de sistemas agroflorestais e abrangência de grande número de espécies como componentes (BARROS et al., 2002), podendo-se citar: açaí, cupuaçu, bacuri, graviola, maracujá, cacau, andiroba, castanha do Pará, mogno, paricá, freijó, entre outras. Ainda segundo os mesmos autores, combinações entre culturas de ciclo médio, ou de ciclo médio e longo são mais freqüentes que combinações entre culturas de ciclo longo.

Por todo o empenho no município, é que essas experiências podem ser consideradas como um paradigma avançado dos sistemas agroflorestais na região amazônica (JICA/Governo do Estado do Pará/SECTAM, 2001).

Vários autores, entre eles Marques (1990) e Ribeiro (1997) contribuíram com estudos de avaliação preliminar de sistemas agroflorestais, utilizando espécies regionais da Amazônia como tatajuba, ingá, cedro, pupunha, cupuaçu, etc. ainda tão carentes de conhecimentos nessa área.

Por outro lado, Müller e Gomes (1998) apresentaram experiências da CEPLAC na Bahia em SAF com o cacaueiro (*Theobroma cacao* L.), em várias combinações, com expectativa de que haja expansão desses sistemas nessa região com a liberação de novas variedades clonais tolerantes à vassoura-de-bruxa.

Como componente de SAF, o paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber (Ducke)) indicado como espécie promissora para plantios, é também sugerida por Cordeiro (1999) que a mesma seja associada com outras espécies arbóreas e culturas de ciclos curtos nas entrelinhas nos três primeiros anos, maximizando área e minimizando custos de implantação. A Eidai do Brasil Madeiras S.A. em Capitão Poço – PA tem realizado reflorestamento experimental em SAF utilizando essa espécie e produtos

agrícolas como arroz, milho e feijão, visando o melhoramento do solo deteriorado dessa região (JICA/Governo do Estado do Pará/SECTAM, 2001).

A utilização dos sistemas agroflorestais tem sido defendida e recomendada, principalmente para as regiões tropicais, onde os fatores climáticos, edáficos e biológicos geralmente não são favoráveis à monocultura de larga escala, como hoje é praticada por muitos (PEREIRA et al., 1997).

Entretanto, a complexidade encontrada nos intercultivos de madeiráveis e não madeiráveis torna imperativo a necessidade do conhecimento não só da conveniente disposição dos tipos de plantas sob o ponto de vista do manejo, mas também como os vários componentes das plantas funcionarão e interagirão (e os animais, também, se incluídos) (HUXLEY, 1999).

O processo de selecionar as melhores combinações de espécies e de arranjos espaciais pode ser acelerado através da melhoria da capacidade de modelar agroecossistemas por simulação em computador. Avanços são necessários, tanto na modelagem como na coleta de dados sobre as espécies e suas interações, taxas relativas de crescimento, sombreamento por diferentes estratos, tolerância a baixos níveis de luz, de água, e, ou, de nutrientes, propriedades alelopáticas, organismos simbióticos fixadores de nitrogênio e de solubilizadores de fosfato, e sobre a capacidade de concentrar nutrientes (GASCON; MOUTINHO, 1998). Segundo os mesmos autores, ao longo do tempo, a retroalimentação entre o processo de modelagem e pesquisa de campo levará a melhoria da utilidade de ambos, na busca de melhores arranjos e práticas de manejo de sistemas agroflorestais.

Alguns modelos como, por exemplo, HyPAR (MOBS et al., 2001) e WaNuLCAS (NOORDWIJK et al., 2000) já podem ser utilizados para previsões de sistemas agroflorestais, beneficiando a pesquisa agroflorestal.

2.1.1 Abordagem econômico-financeira dos Sistemas Agroflorestais

Segundo Rossetti (1997) e Ferguson (1988) “economia é a ciência que estuda as formas de comportamento humano resultantes das relações existentes entre as ilimitadas necessidades a satisfazer e os recursos que, embora escassos, se prestam a usos alternativos”.

A economia florestal pode ser definida como o ramo da ciência que trata da utilização racional de recursos com vistas à produção, à distribuição e ao consumo de bens e serviços florestais. Esse ramo procura resolver os problemas econômicos do setor florestal, como compra, venda, taxaço e manejo da floresta e seus produtos (SILVA et al, 2002).

Para melhor entendimento sobre a atividade econômica de um projeto, Silva et al (2002) referem os elementos-chave dessa atividade como sendo: as necessidades humanas, os recursos e as técnicas de produção. Como necessidades humanas são entendidas, as carências de algo, unidas ao desejo de satisfazê-las. E para satisfação das necessidades humanas está a necessidade de produzir bens e serviços, sendo os recursos os elementos básicos para a produção desses bens e serviços. Já as técnicas de produção, consistem do *know-how* e dos meios físicos para transformar os recursos de modo que satisfaça as necessidades.

Em relação à viabilidade dos sistemas agroflorestais, é necessário que se faça, segundo Gascon e Moutinho (1998), o bloqueio da competição gerada pela exploração não sustentável da floresta nativa; taxe maiores impostos sobre produtos florestais obtidos de forma não sustentável; e proporcione incentivos fiscais, preços regulados, financiamentos e outros subsídios, a fim de reduzir os custos dos sistemas agroflorestais. Além disso, seria ideal se as funções ambientais dos SAF, fossem consideradas e contabilizadas como ganho no valor final do produto.

Um outro fator abordado por Lima (1996) que deve ser considerado é o ponto de vista do proprietário da terra. Para o produtor rural, o prazo relativamente mais longo do sistema agroflorestal pode ser crítico, já para uma grande empresa florestal, o retorno imediato do componente agrícola do SAF pode aliviar o investimento em longo prazo da formação do povoamento florestal.

Hoje já existem várias linhas de financiamento para projetos agroflorestais, mas ainda é sabido que na avaliação de algumas propostas para subvenção financeira por governos ou por bancos, os critérios adotados eliminam os projetos agroflorestais, principalmente os que produzem madeira ou outros produtos de crescimento lento, devido às altas taxas de desconto contra as quais os retornos financeiros dos projetos em potencial são comparados. A produtividade das árvores por estar ligada a fatores biológicos, relacionados com o que pode ser ganho em investimentos alternativos em

outras partes da economia, induz a julgar que é antieconômico esperar que as árvores atinjam o tamanho mínimo para corte ou comecem a produzir produtos não madeireiros.

Estudos de viabilidade econômica de sistemas agroflorestais variados são disponíveis na literatura (MARQUES e FERREIRA, 1998; DUBÉ, 1999; SANTOS, 2000; GUEVARA e LUNA 2001; MENDES, 2002; GOMES et al., 2002), denotando-se a preocupação dos pesquisadores, não só em nível social e ecológico, mas também com relação à lucratividade. E, apesar da demanda por alternativas de produção, ainda há o desconhecimento por parte dos produtores rurais, dos custos, produtividade e rentabilidade de plantios de árvores em SAF.

A avaliação econômica de um projeto baseia-se em seu fluxo de caixa, ou seja, nos custos e receitas distribuídos ao longo da vida útil do empreendimento (SILVA et al., 2002). De acordo com Chichorro e Rezende (1998), na avaliação de projetos, os pontos mais importantes e muitas vezes mais difíceis de serem obtidos se referem à quantificação dos custos, receitas, taxas de juros e, na maioria dos casos, a riscos e incertezas associados ao investimento. Santana (2005), complementa dizendo que estabelecido fluxo de caixa, se parte para a avaliação do investimento no projeto, e neste ponto, se toma a decisão de realizar ou não o investimento.

Levantamentos realizados na região do Alto Uruguai gaúcho em propriedades que adotam sistemas agroflorestais apontam que o componente florestal na propriedade rural é viável economicamente e que é tão competitivo quanto às atividades de grãos e pecuária, e, além disso, apresenta vantagens a médio e longo prazos, pois a integração entre cultivo de grãos, a criação de animais e manejo florestal propicia menores riscos de mercado, tornando-se, portanto uma alternativa interessante (Informativo SBS - 07/2003).

Em relação aos métodos de avaliação econômica, existem vários e cada um se baseia em determinadas premissas, não havendo consenso de qual método é o mais indicado. Silva et al (2002) dividem os métodos em dois grupos principais: no primeiro caso não se considera a variação do capital no tempo, sendo eles: tempo de retorno de capital, razão receita/custo e razão receita média/custo. Para os projetos florestais, os mais utilizados de acordo com Rezende e Oliveira (1995) e Silva et al. (2002) são os do *segundo grupo*, compreendendo aqueles em que se considera a variação do capital no tempo. Esses métodos são também utilizados na avaliação de projetos agroflorestais (DUBÉ, 1999; SILVA, 1999; DOSSA, 2000; DOSSA et al., 2000; SANTOS, 2000;

SANTOS, 2000; SANGUINO et al, 2001; GOMES et al., 2002; VIEIRA et al., 2002; TSUKAMOTO FILHO, 2002; MENDES, 2002; SANTOS; PAIVA, 2002;): Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Relação Benefício/Custo (B/C), Valor esperado da terra (VET), Benefício ou Custo Periódico Equivalente (B(C) PE).

Entre esses instrumentos mais consistentes para análise de investimentos, tem-se o VPL, que é obtido pela diferença do valor presente das receitas e o valor presente dos custos. De acordo com Silva et al. (2002), o projeto que apresentar o VPL maior que zero (positivo) é economicamente viável, sendo o projeto de mesma duração, fluxo de caixa melhor aquele que apresentar maior valor.

A TIR é a taxa de desconto que iguala o valor presente das receitas ao valor presente dos custos, ou seja, iguala o VPL a zero, podendo também ser entendida como a taxa percentual do retorno do capital investido (SILVA et al., 2002).

A Razão B/C consiste em calcular a razão entre o valor atual das receitas e o valor atual dos custos (SILVA et al., 2002). Conforme Dossa et al. (1998), esse valor indica quantas unidades de capital recebido como benefício são obtidas para cada unidade de capital investido.

O B(C)PE é o critério que transforma o valor atual do projeto ou o seu VPL, em fluxo de receita ou custos periódicos e contínuos, equivalente ao valor atual, durante a vida útil do projeto. Já o VET pode ser usado para representar o valor presente líquido de uma área de terra nua, a ser utilizada para produção de madeira, calculada com base numa série infinita de rotações (SILVA et al., 2002).

Dossa et al (1998) apresentam além de uma contribuição à gestão técnica e econômica relacionada a atividades de produção de grãos e sistemas florestais, um aplicativo computacional de fácil manuseio operacional, que permite ao usuário calcular a rentabilidade econômica das atividades em desenvolvimento numa propriedade e também simular novos sistemas de produção de grãos com atividades florestais.

O referidos autores ainda referem-se à técnica da análise de sensibilidade, que é muito utilizada para estudar as variações possíveis na renda do produtor, variações essas em função dos riscos e das incertezas a que estão submetidos a produção e comercialização rural. Essa técnica consiste em organizar resultados dando idéia de variação da renda do produtor, obtida através da variação dos preços e da produtividade.

2.2 BIOMASSA

Biomassa é todo material orgânico, não-fóssil, que tenha conteúdo de energia química no seu interior, o que inclui todas as vegetações aquáticas ou terrestres, árvores, lixo orgânico, resíduos de agricultura, esterco de animais e outros tipos de restos industriais (OMACHI et al., 2004).

A lenha oriunda de reflorestamento vem substituindo a de mata nativa em proporção acentuada a cada ano e o eucalipto sendo a árvore cultivada mais importante para esse fim, apresenta mais de 600 espécies, das quais muitas estão bem adaptadas ao Brasil, onde são encontradas condições propícias ao seu rápido crescimento, prova disso é que árvores de eucalipto podem ser cortadas com seis anos com produtividade extraordinária.

Para fins comerciais, na produção da lenha, parte da árvore como troncos e galhos finos são desprezados, constituindo os resíduos florestais enquanto que nas serrarias e indústrias de móveis obtém-se os resíduos industriais formados por pontas de tora, costaneiras e serragem de diferentes tamanhos de partículas e densidades que podem ter aproveitamentos energéticos (PÁGINA RURAL, 2004). Nesse sentido, todos os organismos que podem ser aproveitados como fonte de energia são chamados de biomassa, e entre esses organismos, estão: cana-de-açúcar, beterraba (se extrai o álcool), lixo e dejetos orgânicos (produzindo o biogás pela biodegradação anaeróbica), lenha, carvão vegetal e alguns óleos vegetais (soja, amendoim, girassol, etc.) (PÁGINA RURAL, 2004).

No Brasil, a utilização de biomassa para produção de energia, tanto elétrica como em forma de vapor, em caldeiras ou fornos já é uma realidade. O uso da madeira para a geração de energia apresenta algumas vantagens e desvantagens, quando relacionadas com combustíveis à base de petróleo (GRAUER; KAWANO, 2001⁵ citados por AMBIENTE BRASIL, 2004):

Vantagens:

- Baixo custo de aquisição;
- Não emite dióxido de enxofre;

⁵ GRAUER, A.; KAWANO, M. Boletim Informativo da Bolsa de Reciclagem, ano I, no. 5. nov/dez. 2001 www.bolsafiep.com.br.

- As cinzas são menos agressivas ao meio ambiente que as provenientes de combustíveis fósseis;
- Menor corrosão dos equipamentos (caldeiras, fornos);
- Menor risco ambiental;
- Recurso renovável;

Desvantagens:

- Menor poder calorífico;
- Maior possibilidade de geração de material particulado para a atmosfera. Isto significa maior custo de investimento para a caldeira e os equipamentos para remoção de material particulado;
- Dificuldades no estoque e armazenamento.

Além das citadas acima, existem algumas vantagens indiretas, como é o caso de empresas que utilizam os resíduos do processo de fabricação (serragem, cavacos e pedaços de madeira) para a própria produção de energia, reduzindo, desta maneira, o volume de resíduo do processo industrial.

Algumas das desvantagens podem ser compensadas através de monitoramento dos processos, como o controle do processo de combustão, ao qual devem ser monitorados: o excesso de ar, CO₂ e, para instalações de grande porte, também a densidade calorimétrica da fumaça por um sistema *on-line* instalado na chaminé. Esses controles do processo de combustão são medidas para impedir a geração de poluentes e, assim chamadas indiretas. As medidas indiretas visam reduzir a geração e o impacto de poluentes sem aplicação de equipamentos de remoção. O uso de equipamentos de remoção é uma medida direta que visa remover aquela parte de poluentes impossíveis de remover com as medidas indiretas. Portanto, deve-se, sempre que possível, tentar implantar as medidas indiretas antes de aplicar as diretas (AMBIENTE BRASIL, 2004).

AMBIENTE BRASIL (2004) cita, que cerca de 30% das necessidades energéticas no Brasil são supridas pela biomassa sob a forma de:

- Lenha para queima direta em estabelecimentos comerciais e industriais;
- Carvão vegetal para produção de ferro gusa em fornos siderúrgicos, e combustível alternativo nas fábricas de cimento;

- O bagaço de cana e outros resíduos combustíveis são utilizados para geração de vapor para produzir eletricidade, como nas usinas de açúcar e álcool.

A lenha é provavelmente o energético mais antigo usado pelo homem e continua tendo grande importância na matriz energética brasileira, participando com cerca de 10% da produção de energia primária, e ainda, pode representar até 95% da fonte de energia nos países em desenvolvimento, enquanto que, nos países industrializados a sua contribuição chega a um máximo de 4%.

As novas tecnologias de conversão da lenha em combustíveis líquidos, sólidos e gasosos de alto valor agregado, têm, atualmente, grande interesse mundial e recebem importante quantia de recursos para sua pesquisa e desenvolvimento. A combustão ou queima direta é a forma mais tradicional de uso da energia da lenha.

Cerca de 40% da lenha produzida no Brasil é transformada em carvão vegetal e 29% é consumida pelo setor residencial. Geralmente ela é destinada à cocção dos alimentos nas regiões rurais. Uma família de 8 pessoas, por exemplo, necessita de aproximadamente 2 m³ de lenha por mês para preparar suas refeições. O setor industrial vem em seguida com cerca de 23% do consumo, sendo que, as principais indústrias consumidoras de lenha no país são as de alimentos, bebidas, cerâmicas, papel e celulose.

A madeira de eucalipto, devido às suas características silviculturais e físico-químicas, como alta densidade, alto poder calorífero e alto rendimento no processo industrial, tem sido amplamente utilizada para a produção de lenha e carvão vegetal, substituindo significativamente a utilização de madeira oriunda de florestas nativas, sendo as espécies mais utilizadas: *E. camaldulensis*, *E. urophylla* e *E. cloeziana*, por apresentarem maior densidade, associada à alta produtividade. O mercado de carvão vegetal demanda hoje mais de 30 milhões de mdc (metro de carvão), dos quais mais de 20 milhões são originários de eucalipto, sendo Minas Gerais o estado que mais consome carvão vegetal no Brasil ($\pm 63,6\%$ do consumo nacional) (MORA; GARCIA, 2000).

Em relação aos combustíveis oriundos de biomassa, três são os que oferecem as melhores oportunidades para desenvolvimento de inovações: etanol, biodiesel e óleo vegetal, segundo Cruz e Nogueira (2004).

Um grande avanço ocorreu no setor, o que propiciou a redução do custo de produção do etanol, fazendo com que esse chegasse a valores equivalentes ao custo da

gasolina. Dessa forma, o Brasil passou a ser líder mundial na oferta de etanol e poderá manter seu nível desde que sejam desenvolvidas inovações que agreguem valor ao etanol. As duas frentes que oferecem as melhores oportunidades são os novos processos para produção de etanol e a ampliação dos usos do etanol. No primeiro caso, a produção de etanol por hidrólise de lignocelulósicos e, em particular, utilizando processos catalisados por enzimas, a custos competitivos com os processos hoje empregados, é um grande desafio. No segundo caso, busca-se o desenvolvimento de novos produtos a base de sacarose como plásticos, solventes, aminoácidos; a adição do etanol ao diesel para motores alternativos; a utilização de etanol em células a combustível, seja com uso de reformador ou com alimentação direta; e a utilização de etanol na produção de biodiesel.

2.2.1 Biodiesel

É um combustível renovável, biodegradável e ambientalmente correto, sucedâneo ao óleo diesel mineral, constituído de uma mistura de ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos, obtidos da reação de transesterificação de qualquer triglicerídeo com um álcool de cadeia curta, metanol ou etanol, respectivamente (ANDRADE, 2002; PARENTE, 2003; NEVES, 2003).

A abordagem do biodiesel teve seu início com a necessidade de estudar, pesquisar e desenvolver novos processos para fonte de energia com base na biomassa. O Brasil, depois de acumular experiências no abastecimento de álcool etanol através do Programa Nacional do Álcool - PNA, que apesar de alguns acertos entre vários erros, apresentou saldo satisfatório, atingindo e superando as ambiciosas metas, o que demonstra o valor da potencialidade da biomassa no país. Além de o álcool favorecer apenas os veículos leves, de passeio, a questão da mão-de-obra na figura do bóia fria, foi outro ponto desfavorável (PARENTE, 2003).

Com o propósito de desenvolver alternativas com base na biomassa, foi criado em Fortaleza o Núcleo de Fontes Não-Convencionais de Energia, na Universidade Federal do Ceará, gerando uma moderna e sólida consciência, no meio acadêmico local e nacional, sobre o uso da biomassa para fins energéticos e alimentar. Em consequência disso, em 1978 já se destacava entre outros eventos, um Seminário Internacional de Biomassa, onde foram reunidas diversas autoridades nacionais e internacionais do

mundo da pesquisa da biomassa energética, em palestras e grupos de trabalho. (PARENTE, 2003).

A pesquisa foi avançando a partir daí, com o lançamento do PRODIESEL (primeiro combustível a partir de óleo vegetal) em Fortaleza em 1980, depois de exaustivos ensaios e testes de aplicabilidade. Porém, vale ressaltar que o uso dos óleos vegetais já é conhecido de longas datas, uma vez que a partir do invento do motor a diesel por Rudolph Christian Carl Diesel (1858-1913) no final do século 19, já se vislumbrou a possibilidade de se utilizar óleo de amendoim para movimentar o grande invento (CATI, 2004).

Posteriormente os testes foram se aprofundando, utilizando diversas matérias-primas como óleo de soja, de babaçu, de amendoim, de algodão, de colza, de girassol, de dendê, de mamona, e também a semente de maracujá, que apesar de produzir óleo bom para combustível, foram identificados usos mais nobres, como para a indústria de cosméticos, cujos preços compensavam mais (PARENTE, 2003).

Por algum tempo as atividades de produção do biodiesel no Brasil foram paralisadas, devido a várias razões, e entre elas o preço baixo do petróleo e o desinteresse da PETROBRÁS, abortando assim a intenção. Isso não aconteceu na Europa e América do Norte onde o assunto prosperou.

Atualmente o Brasil já tem consciência da importância do Biodiesel, notadamente verificada pelas pesquisas espalhadas por todo o país. O mais recente workshop liderado pela Secretaria do Meio Ambiente, onde a prioridade a ser dada entre os diversos óleos vegetais para produção do referido biocombustível gerou bastante discussão (ZÍLIO, 2004).

Importância deve ser dada aos valores agregados tanto na produção agrícola das oleaginosas, quanto na extração do óleo, no cálculo dos custos de produção do combustível vegetal. No processo de prensagem de diversas oleaginosas para extrair o óleo, os subprodutos resultantes, vias de regra, são tortas altamente calóricas com teor de proteína acima de 20%, portanto de grande valor para alimentação animal, principalmente bovina. Com isso, o ideal é que num futuro próximo, se esteja transferindo ao produtor rural a tecnologia agrícola para produzir oleaginosas, extrair o óleo, fazendo uso para movimentar as máquinas e tratores, gerar energia elétrica, etc, partindo de conceitos de viabilidade na substituição total do diesel fóssil, esgotável, por diesel vegetal limpo e renovável. E assim, ao mesmo tempo, que o produtor rural se

torna auto-suficiente em energia, estará preservando o meio ambiente. A Figura 2 ilustra o ciclo de produção e consumo do óleo vegetal para produção de biodiesel.

2.2.1.1 Vantagens e Desvantagens do Biodiesel (OLIVEIRA e COSTA, 2002; PARENTE, 2003; NEVES, 2003; TecBio, 2004; Biodiversidade, 2004)

São inúmeras as vantagens, podendo ser citadas:

- É totalmente livre de enxofre (evitando a corrosão) e não gera poluentes durante sua produção industrial, portanto, não danifica a flora, fauna, homem e motor;
- Apresenta baixas emissões de gases como o óxido de hidrogênio e dióxido de carbono, além da absorção de CO_2 da atmosfera, resultando no balanço positivo na emissão desse gás, pois as plantas consomem mais dióxido de carbono da atmosfera do que os motores abastecidos com biodiesel emitem, atendendo dessa forma ao Protocolo de Kyoto, que é um acordo entre os países para reduzir as emissões desses gases em pelo menos 5,2% até o período de 2008 a 2012, tomando como base os níveis de 1990 (ANDRADE, 2002; TSUKAMOTO FILHO, 2003);
- Apresenta expressiva melhora na lubricidade, proporcionando maior longevidade do motor e seus entornos;
- É termicamente estável. No inverno, nos países mais frios, o ponto de fluidez torna-se uma importante propriedade, sinalizando para a adição de aditivos anticongelantes;
- Possui estabilidade oxidativa se armazenado corretamente;
- A sua utilização dispensa alterações ou regulagens nos motores, independente da origem do biodiesel, assemelhando-se as propriedades fluidodinâmicas do óleo diesel mineral;
- Aumento da cetanagem que diz respeito ao índice de cetano que, quanto maior, melhor a combustão num motor diesel. No biodiesel o índice médio é de 60, enquanto para o diesel mineral, varia de 48 a 52.

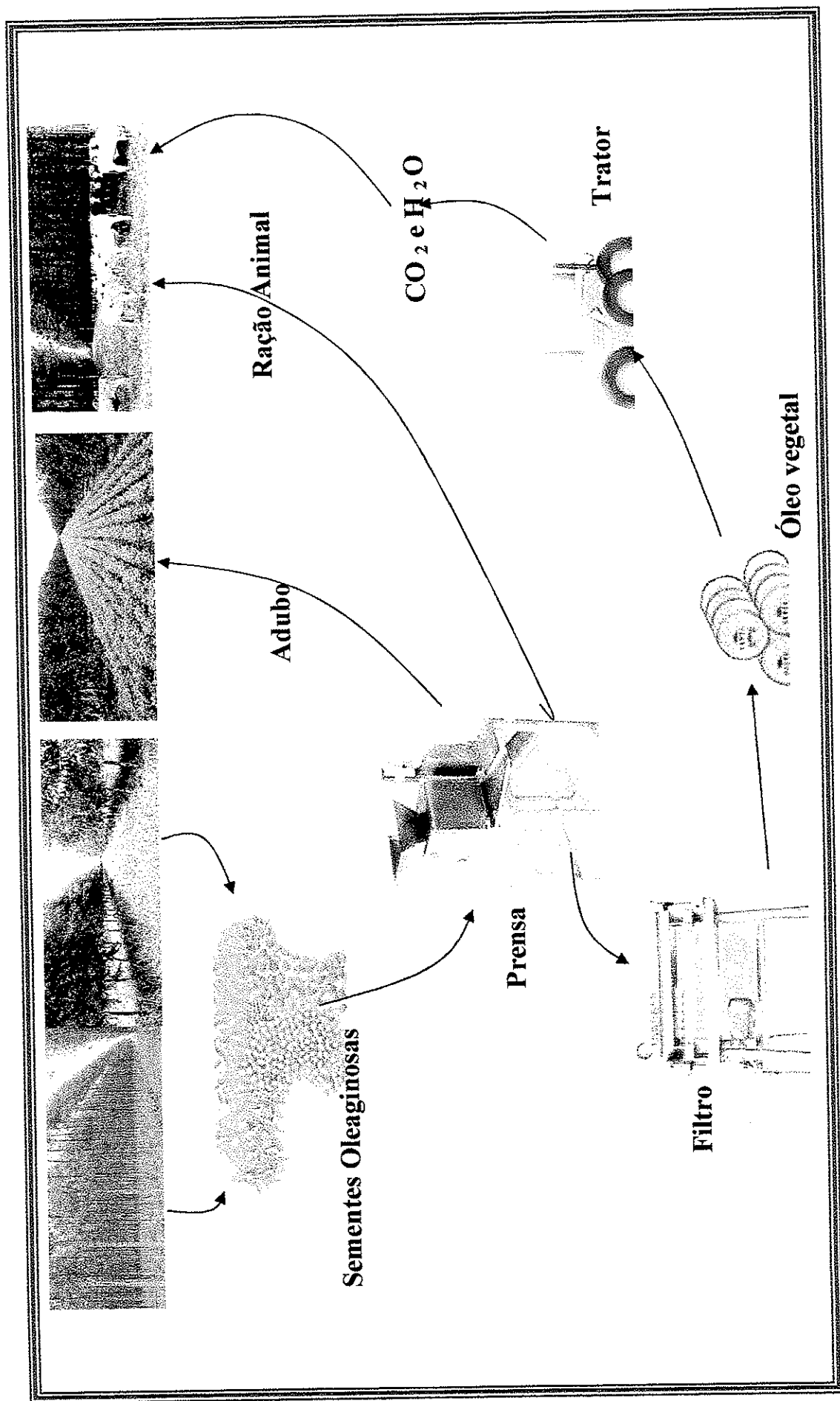


Figura 2: Ciclo de produção e consumo do óleo vegetal.

- A produção de biodiesel poderá provocar um desenvolvimento regional através das plantações de oleaginosas, ou seja, como esse biocombustível pode ser oriundo de vários tipos de óleos, é possível desenvolver a região onde a cultura é cultivada.
- Em nível nacional, proporciona a melhor forma de tornar o país auto-suficiente e exportador de combustíveis líquidos indefinidamente; propicia economia de divisas, pela redução gradativa das importações do petróleo e seus derivados; permite menores custos, pela possibilidade de produção local; assegura suprimento de energia sem temores quanto a conflitos internacionais e nacionais (conflitos, greves, etc); aumenta o prestígio internacional do país, com a implantação de um programa ecologicamente equilibrado (selo verde).

Por se tratar de um processo químico, a produção de biodiesel deve ser controlada e dessa maneira, é necessário que haja mão-de-obra qualificada para esse trabalho.

O processo de produção de óleos vegetais é mais simples, mas seu uso diretamente em motores diesel reduz muito o tempo entre manutenções, devido à formação de gomas, lacas e depósitos de carbono. Em contrapartida, a viabilização desta tecnologia possui um nicho de mercado assegurado na região amazônica, que é rica em oleaginosas e detém o conhecimento de manutenção e operação de motores diesel, porém, possui escassez de mão-de-obra com alta qualificação.

A pesquisa já demonstrou que é possível estender o tempo entre as manutenções, fazendo alterações relativamente simples nos motores. Também com a utilização de pré-câmaras de combustão a operação é similar à dos motores que utilizam óleo diesel.

Além do produto tecnológico, é necessário o desenvolvimento de modelos de gestão que garantam a sustentabilidade técnica, econômica e ambiental destas centrais (CRUZ; NOGUEIRA, 2004).

Para o biodiesel, o importante é que se consiga reduzir os custos de produção, utilizando etanol como catalisador, a valores equivalentes aos da produção de diesel. Essa redução de custo não envolve somente o processo industrial, mas também a redução do custo da produção do óleo vegetal e o desenvolvimento de novas utilizações

comerciais para o subproduto glicerina, aumentando assim a receita do processo (CRUZ; NOGUEIRA, 2004).

Couto et al (2004) reportam que a consolidação do uso do biodiesel é promissor para o mundo inteiro por estar diretamente associado ao meio ambiente, possibilitando a redução dos níveis de poluição ambiental, bem como por valorizar o potencial que representa como fonte de energia renovável aos resíduos agrícolas e agroindustriais.

2.2.1.2 Fontes de matérias-prima para Biodiesel

O biodiesel no Brasil já desponta com bastante interesse, a promover profundas mudanças no agronegócio brasileiro, haja vista o país ser portador da maior biodiversidade mundial, com riqueza em espécies oleaginosas propícias a produção do biocombustível (UNIVERSIA BRASIL, 2004), como:

- Óleos Vegetais – aqueles que se enquadram na categoria de óleos fixos ou triglicerídeos podem ser transformados em biodiesel. Como exemplos tem-se: polpa de dendê, semente de girassol, baba de mamona, semente de linhaça, semente de colza, de maracujá, caroço de algodão, polpa de abacate, caroço de oiticica, semente de tomate, grão de amendoim, amêndoa de coco de babaçu, entre muitos outros vegetais em forma de sementes, amêndoas ou polpas.
- Gorduras de animais – as gorduras e óleos de animais são semelhantes nas suas estruturas químicas, as dos óleos vegetais, sendo diferenciados na distribuição e nos tipos dos ácidos graxos combinados com o glicerol; assim, podem ser transformados em biodiesel: sebo bovino, óleo de peixe, óleo de mocotó, banha de porco, entre outras.
- Óleos e Gorduras Residuais – são os resultantes de processamentos domésticos, comerciais e industriais, como de: lanchonetes, restaurantes e cozinhas industriais, comerciais e domésticas (frituras de alimentos); os esgotos ricos em matéria graxa, possível de extrair-se óleos e gorduras; águas residuais de processos de indústrias de alimentos, como de pescados, couro, etc.

2.2.1.3 Características da Soja e do Girassol para a produção do Biodiesel

SOJA – O cultivo da soja (*Glycine max* L. Merrill) foi tão importante na China antiga a ponto de se tornar base da alimentação de seu povo. No Brasil, a sua experiência data de 1882, na Bahia, sendo hoje o país, um dos maiores produtores, juntamente com a China e os Estados Unidos, que respondem por mais de 90% da produção. Apesar da cultura ser produzida de norte ao sul do país, haja vista a sua grande diversidade genética e adaptabilidade (YUYAMA; OLIVEIRA, 1997), os maiores produtores são os estados de São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná e Mato Grosso, sendo esse último responsável pela maior produção que chega a 13 milhões de toneladas e produtividade média de $3.100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, compatível com a produção norte-americana.

O segredo da competitividade brasileira está na produtividade da cultura, pois, enquanto a área plantada cresceu 18 % na década de 90, o rendimento médio da cultura saltou de $1.740 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ para $2.395 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, no mesmo período.

O crescimento da produção e o aumento da capacidade competitiva da soja brasileira sempre estiveram associados aos avanços científicos e a disponibilidade de tecnologias ao setor produtivo.

Por outro lado, a crescente demanda de proteínas para alimentação animal e aumento da procura de óleos vegetais para alimentação humana, bem como elevado índice de mecanização da cultura, contribuíram decisivamente para o rápido aumento da produção da soja (CRIAR E PLANTAR, 2004). Assim, por apresentar grãos para várias utilidades, com maior aplicação na indústria de farelo para ração para alimentação animal e de óleo para alimentação humana, tem uma demanda mundial de consumo que chega a ser superior a 180 milhões de toneladas, sendo seu preço determinado pela negociação de seus grãos nas principais bolsas de mercadoria.

A soja é uma leguminosa apropriada para recuperação de solos fracos, sendo no Brasil muito usada para recuperação de cerrados, pela grande contribuição ao balanço de nitrogênio no solo se for inoculada com estirpes de *rhizobium* previamente testadas. Pelas características da cultura, é indicada para sistemas agroflorestais, permitindo ao agricultor um retorno do investimento antes que as culturas perenes comecem a produzir (YUYAMA; OLIVEIRA, 1997).

A soja é uma planta herbácea, com altura de 0,50m a 0,60m, ereta, anual, com sistema radicular formado pela pivotante, com ramificações com nódulos de bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico, tendo frutos do tipo vagem.

Quanto às suas exigências, a água é de importância fundamental, uma vez que constitui 90% do peso da planta, com atuação em quase todos os seus processos fisiológicos e bioquímicos; outro fato é que a água age também na regulação térmica da planta, com ação tanto no resfriamento como na manutenção e distribuição do calor. Daí a necessidade da observância da disponibilidade desse elemento nos períodos de desenvolvimento da soja tais como: germinação-emergência e floração-enchimento dos grãos para assegurar uma boa produção. Segundo Embrapa Soja (2000), a quantidade total de água necessária na cultura da soja, para a obtenção do máximo rendimento, varia entre 450 a 800 mm/ciclo, dependendo das condições climáticas, do manejo da cultura e da duração do ciclo.

Por outro lado, é recomendado para minimizar os efeitos do déficit hídrico que: apenas sementes de cultivares adaptadas à região e às condições de solo sejam semeadas; em época ideal sem menor risco climático; com adequada umidade em todo o perfil do solo e que sejam adotadas medidas práticas que favoreçam o armazenamento da água no solo.

Em relação à temperatura do ar, a soja se adapta melhor entre 20°C e 30°C, sendo 30°C a ideal para seu crescimento e desenvolvimento. Já a temperatura do solo não deve estar abaixo de 20°C na semeadura para que não haja prejuízos na germinação e emergência. O crescimento vegetativo da soja é pequeno ou nulo a temperaturas menores ou iguais a 10°C e a temperaturas acima de 40°C, tem efeito adverso na taxa de crescimento, provocam distúrbios na floração e diminuem a capacidade de retenção de vagens, e se ocorrerem déficits hídricos esses problemas se acentuam.

A indução da floração soja, somente ocorre a temperaturas acima de 13°C. As diferenças de data de floração, entre anos, apresentadas por uma cultivar semeada numa mesma época, são devido às variações de temperatura. Assim, a floração precoce ocorre, principalmente, em decorrência de temperaturas mais altas, podendo acarretar diminuição na altura da planta, o que poderá ser agravado se ainda houver insuficiência hídrica e/ou fotoperiódica durante a fase de crescimento. Diferenças de data de floração entre cultivares, numa mesma época de semeadura, são devidas principalmente, à resposta diferencial das mesmas ao comprimento do dia (fotoperíodo).

A maturação pode ser acelerada pela ocorrência de altas temperaturas e se associadas a períodos de alta umidade, há prejuízo à qualidade da semente. Se associadas a condições de baixa umidade, as altas temperaturas predispoem a semente a danos mecânicos durante a colheita.

Temperaturas baixas na fase da colheita, associadas a período chuvoso ou de alta umidade, podem provocar atraso na data dessa atividade, bem como haste verde e retenção foliar.

"Tecnologias de Produção de Soja", é conhecida publicação editada anualmente pelas entidades de pesquisa, por reunir um conjunto de informações necessárias para o desenvolvimento sustentável da cultura da soja. A Embrapa apresenta em sua página na internet, uma seção sobre a soja, contendo dados ligados à produção, características dos cultivares lançados a cada safra, a soja orgânica, a soja transgênica e os principais resultados e tecnologias encontrados pelo referido órgão de pesquisa.

Apesar da soja ser uma leguminosa constituída por mais proteína que óleo, dispõe de uma oferta muito grande desse óleo, chegando quase a 90% de produção desse subproduto no Brasil, podendo constituir-se como um componente importante de produção de biodiesel.

Segundo Freitas (2004), apesar da produção da soja ser abundante, o atual nível de suprimentos, não a tornam ainda apta para fornecer volume de óleo suficiente para abastecer o novo segmento do mercado como produção de biodiesel. Isso poderia tornar-se possível mediante fomento à produção primária, implicando na solução de três problemas:

- 1) Escassez de estudos sobre custo/benefício para oleaginosa.

Considerando-se a produtividade média da soja brasileira, para um acréscimo de 8 milhões de toneladas, seria necessário expandir as áreas de plantio em 2,7 milhões de hectares. Segundo especialistas, existe um enorme potencial da expansão da soja para a região do cerrado. No entanto, o girassol que também é apto para essa região, utiliza praticamente o mesmo maquinário da soja e apresenta 49% do teor de óleo. Dessa forma, deveria ser feita uma avaliação da relação custo/benefício do fomento à produção para as duas oleaginosas, levando-se em consideração o volume de biomassa contido em seus cultivos (para futuro cômputo dos créditos de carbono) de modo que os ganhos econômicos não prevaleçam sobre os ambientais.

2) Desmatamento do Cerrado.

A transformação dos ecossistemas naturais vem causando sérios problemas ao ambiente. Dessa forma, deveria ser avaliado comparativamente, qual opção é a mais vantajosa para mitigar as mudanças climáticas: a manutenção ou a devastação de áreas do cerrado (mesmo que em pequenas proporções), visando o cultivo das oleaginosas para fomentar a implantação do biodiesel.

3) Efeitos sobre os preços de mercado da cadeia produtiva da soja.

Se for considerado o acréscimo de 8 milhões de toneladas na produção da soja para biodiesel, pelo menos em curto prazo, os preços da matéria-prima e dos subprodutos (óleos e farelos) poderiam ser rebaixados, o que afetaria o equilíbrio da cadeia produtiva.

GIRASSOL – originário do sudoeste dos Estados Unidos e norte do México, pertencente ao gênero *Helianthus*, da família das Compostas, compreendendo 49 espécies, 19 subespécies, sendo 12 anuais e 37 perenes, o girassol é uma cultura que está entre as quatro maiores oleaginosas produtoras de óleo vegetal comestível no mundo, depois da soja (1°), algodão (2°) e do amendoim (3°), possuindo cultivo estimado em 20.000.000 ha em todo o mundo. Segundo Cavasin Júnior (2001), se existisse uma planta ideal, cujo aproveitamento fosse máximo, o girassol estaria bem próximo dessa realidade.

O girassol deve ser plantado com distância entre plantas de 30 cm e entre linhas de 60 cm. Apresenta raiz pivotante (pode atingir até 4 m de profundidade) que promove considerável reciclagem de nutrientes e matéria orgânica pela sua morte e subsolagem natural pela profundidade que atinge. As hastes dão excelentes materiais de forro acústico. Servem tanto para silagem como para adubação verde. A floração traz pelo menos de 20 a 40 kg de mel.ha⁻¹ de cultura. As sementes podem ser consumidas em rações ou pelo homem. Delas se extraem o óleo vegetal comestível, com baixos teores de gordura e altos teores de linoleicos, recomendados nas prevenções e enfermidades relacionadas ao coração (Aboissa Óleos Vegetais, 2004). Da fase da germinação até a maturação dos frutos (aquênios) essa cultura leva de 100 a 130 dias e se adapta perfeitamente a condições de solo e clima pouco favoráveis (ROSSI, 1998).

Em relação à excelência alimentícia do óleo de girassol, o seu emprego na produção energética deverá ser avaliado cuidadosamente (CAVASIN JÚNIOR, 2001). Por outro lado, essa cultura é uma opção de uso promissora, não só pela sua extensa utilidade, mas pelo fato de que toda a estrutura industrial de processamento existente no país para a soja ou o algodão, pode ser facilmente readaptada ao girassol a baixo custo. Segundo Rossi (1998), para o cultivo correto dessa cultura, são necessários os mesmos conhecimentos e maquinários utilizados na cultura de milho, sorgo e soja.

Além disso, como existe uma demanda suficiente para que se importe girassol, e sendo uma cultura de fácil cultivo em um período considerado ocioso, ou seja, um período em que normalmente não se planta a espécie (fevereiro e julho), o ideal seria que fossem dadas condições e permissão de lucros ao agricultor, de tal forma que o óleo bruto nacional se tornasse competitivo com o importado (Aboissa Óleos Vegetais, 1999).

Culturas como girassol, proporcionam melhoramento químico e físico do solo, elevando significativamente a produtividade e, além disso, já foi observado que restos culturais de diferentes cultivos dessa planta, apresentaram efeito alelopático sobre algumas ervas daninhas na cultura da soja em sucessão a ela, o que está sendo melhor investigado (ROSSI, 1998).

2.2.1.4 Situação dos estados do Brasil em relação às pesquisas do Biodiesel

Na região Norte do país, a plantação de espécies de palmeiras é abundante, e entre elas está o dendezeiro, que é capaz de produzir até 5 mil kg de óleo por hectare anualmente. Nessa região denota-se urgência pela substituição do combustível fóssil, uma vez que o mesmo é utilizado para geração da maior parte de energia do local e do transporte fluvial (UNIVERSIA BRASIL, 1998). Já existem projetos, e no Pará está em fase de construção de uma usina de biodiesel, com capacidade para produzir 8 milhões de litros de biodiesel por ano, e vai utilizar como matéria-prima os ácidos graxos que sobram do refino do óleo de palma (Jornal de Piracicaba, 2004).

No Acre foi fundado o Núcleo de Produção de Biomassa onde se tem como primeiro trabalho o desenvolvimento de biodiesel a partir da capacidade de produção de

óleo em sistema produtivo agroflorestal, de acordo com o relatório do grupo interministerial destinado a analisar a aplicação do biodiesel no Brasil⁶.

No Maranhão, assim como no Pará, há abundância de babaçu, que produz um óleo de suas amêndoas, rica fonte para produção de biodiesel. O carvão obtido dele também pode ser usado como matéria-prima para obtenção de metanol. Ou seja, de uma única fonte pode ser tirado o óleo vegetal e o álcool de diluição. Os dois estados, juntos com o Tocantins, Goiás e Mato Grosso têm o potencial de produção de coco de babaçu para mais de 40 milhões de toneladas anuais, segundo a TecBio (Tecnologias Bioenergéticas Ltda), equivalente a 17 mil toneladas anuais de óleo, capazes de produzir cerca de 20 bilhões de litros de biodiesel por ano. No Piauí, também a árvore de babaçu é abundante, e dele pode-se obter tanto o óleo vegetal quanto o metanol para diluição. De modo geral, as opções de vegetais para produção de óleo são pensadas de acordo com o clima seco e sem chuvas regulares. A mamona e o algodão são os dois mais cotados por resistirem bem a este tipo de ambiente. No Rio Grande do Norte, a Embrapa já desenvolve em parceria com a Petrobrás um projeto para obtenção de biodiesel a partir da mamona. Segundo Criar e Plantar (2004), a mamona deve se consolidar como o principal componente do biodiesel a ser produzido no Brasil.

Além da mamona e algodão, existem espécies de pinhões, oleaginosas e leguminosas que podem ser incluídas na lista. O girassol que apresenta longas raízes resistentes à seca, também pode ser uma alternativa.

Na Bahia, a Universidade Estadual Santa Cruz (UESC) transforma óleos residuais (de soja, girassol ou outros), depois de utilizados por restaurantes, para obtenção de biodiesel, utilizando metanol. Em Goiás também existem florestas de babaçu, que possibilitam a obtenção de óleo vegetal e o metanol.

O Estado do Mato Grosso tem pesquisado seus plantios para produção de biodiesel oriundo da extração do óleo de girassol, através do projeto das Unidades Experimentais que faz parte do Programa de Biocombustíveis de Mato Grosso (Probiomat) junto ao Ministério da Ciência e Tecnologia (INSTITUTO GÊNESIS, 2003). O MS – Notícias (15/09/04) divulgou que em Dourados (MS) o girassol já está sendo testado como biodiesel em tratores, substituindo o diesel, com o objetivo de avaliar a viabilidade do mesmo.

⁶ Pronunciamentos do Sr. Siba Machado do Bloco do PT – AC em 30/01/2004 (BIO Tecnologia – Ciência & Desenvolvimento) - www.biotechnologia.com.br/

Quanto à região sul, que é grande produtora de soja e amendoim, apresenta perspectiva para plantar girassol. Em relação às pesquisas na área energética, um dos centros de estudo da região é na UFPR (Universidade Federal do Paraná), que realiza testes em carros com biodiesel à base de óleo de soja. O Instituto de Tecnologia do Paraná (Tecpar) é sede do Centro de Referência de Biocombustível (Cerbio), que apresentou resultados satisfatórios de campo em 20 ônibus e um carro de passeio com 80.000 km rodados com a mistura B20 (20% de biodiesel).

No Sudeste, o Rio de Janeiro conta com um dos principais núcleos de estudo sobre combustíveis alternativos, dentro de programas de pós-graduação de engenharia e da Escola de Química da UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro), que utilizam milhares de litros de óleo residual das lanchonetes Mc Donald's como matéria-prima para produção de biodiesel.

No estado de São Paulo existem outros núcleos, como o LaDeTeL (Laboratório de Desenvolvimento de Tecnologias Limpas) da USP Ribeirão Preto, onde se desenvolve o Projeto Biodiesel Brasil. A partir dele foi criado um novo processo e toda uma tecnologia para produção de biodiesel com álcool de cana. Ademais, o grupo também realiza pesquisas para avaliar as diferentes proporções de mistura do biodiesel ao diesel. A mais comum é a B-5 (5% de biodiesel), porém, os testes são feitos com diferentes combinações até se chegar a 100%. Os óleos utilizados em testes são os obtidos de soja, amendoim, girassol, algodão, milho, canola, mamona, pequi, macaúba, babaçu, dendê e residuais (doados também pela rede de lanchonetes Mc Donald's e restaurantes universitários). O girassol tem sido testado em SP como óleo bruto para biocombustível (OBG) com grande êxito (Rede de Agricultura Sustentável, 2002).

Ainda em relação ao estado de São Paulo, Piracicaba, cidade escolhida para a instalação do Pólo Nacional de Biocombustíveis, fica próxima aos centros geradores de energia, como a Copersucar e a Unicamp (Universidade Estadual de Campinas) e é uma famosa região de plantação de cana, da qual se pode obter o etanol.

Segundo Criar e Plantar (2004), o LaDeTeL apresentou resultados parciais em Brasília de testes realizados com carros abastecidos com o B-30, biodiesel etílico de soja, mostrando que houve redução de 16% na emissão de gases poluentes, sem problemas para o motor, mantendo a potência e o torque como nos veículos movidos à gasolina.

Na área da produção comercial, destaca-se a experiência de mais de oito anos do Grupo Soyminas, do Grupo Biobras, que já possui unidades em operação em Cássia –

MG, Campinas – SP e Chapadão do Céu – GO, e futuramente em Rolândia – PR. A capacidade de produção dessas unidades é da ordem de 10.000 litros, sendo comercializado como éster etílico.

Enfim, aprimoramentos nos testes de produção e uso do biodiesel continuam sendo feitos em todo o país com o intuito de se estabelecer padrões de qualidade adequados para seus vários usos.

Em resumo, o biodiesel que aparece como um tema crescente em oportunidades de desenvolvimento tecnológico e de forte potencial de comercialização, promove, simultaneamente, a criação de empregos no meio rural e a redução da importação de óleo diesel pelo Brasil, entretanto, ainda existem obstáculos a serem superados para que tal meta seja alcançada, citando-se como o principal deles, o custo da produção do referido biocombustível (CRUZ; NOGUEIRA, 2004).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DO ESTUDO

A área do estudo pertence à VM Agro, uma empresa do Grupo Votorantim, a maior corporação industrial de capital privado nacional (DUBÉ, 1999).

3.1.1 Considerações sobre a Votorantim Metais Agro – VM Agro

A VM Agro é composta pelas áreas florestais da Companhia Mineira de Metais – CMM, Companhia Níquel Tocantins – CNT e Siderúrgica Barra Mansa – SBM. A CMM, empresa detentora de sistemas agroflorestais (VM Agro), foi fundada em 1956, com o objetivo principal de industrializar os minérios wilemita e calamina para a produção de zinco e seus derivados, hoje é líder mundial, com 65% no mercado nacional⁷. Os minérios são extraídos e concentrados em sua usina, no município de Vazante, no noroeste de Minas Gerais, com coordenadas geográficas 17°34' S e 46°42' W (ASSIS JÚNIOR, 2000). O concentrado é transportado para outra unidade fabril no município de Três Marias, às margens da BR-040 e do Rio São Francisco (DUBÉ, 1999), sendo a única unidade industrial do mundo capaz de tratar de forma integrada os concentrados de zinco silicatado e sulfetado.

Até 1999, a VM Agro era responsável por 50% da produção nacional de zinco e, aproximadamente 1% da produção mundial. A referida empresa produz também zamac, óxido de zinco, pó de zinco, concentrados de chumbo, calcário dolomítico e ácido sulfúrico.

A VM Agro conta com uma área total de 83.912 ha, dispondo de 42.200 ha de área útil para reflorestamento, sendo que 19.088 ha são de florestas plantadas. A área

⁷ <http://www.cianiquel.com.br/cmminst.htm>

total da empresa é dividida em cinco fazendas quais sejam: Bom Sucesso, situada no município de Vazante, Riacho e Carrapato situadas no município de Paracatu, e Santa Cecília e Santa Rita, ambas no município de João Pinheiro; o Quadro 1 apresenta o demonstrativo das áreas, total e de sistema agrissilvipastoril por fazenda, citado por Dubé (1999) e atualizado na VM Agro.

A Figura 3 apresenta um mapa onde estão localizadas as principais unidades pertencentes à VM Agro.

Em meados dos anos 70, a VM Agro criou uma unidade de reflorestamento, objetivando a produção de lenha e carvão vegetal para alimentar os fornos que concentravam o zinco, na usina de Vazante. Porém, no início da década de 90, a tecnologia de produção foi melhorada, passando então a concentrar o metal por meio de processo químico, e dessa forma, eliminando o consumo de lenha e carvão pelos fornos, atividade muito comum praticada nas usinas. Atualmente, com o complexo agrissilvipastoril – VM Agro, que visa trabalhar a terra promovendo o pleno desenvolvimento sustentado, a CMM é considerada no Brasil, uma empresa que possui a maior área utilizada com sistemas agroflorestais, produzindo madeira para diversas utilidades, grãos como arroz, soja e feijão, e gado para corte (DUBÉ, 1999), ocupando desse modo, posição de destaque no agronegócio nacional.

Quadro 1: Área total e de sistema agrissilvipastoril por fazenda da VM Agro, no noroeste de Minas Gerais.

Fazendas	Área Total (ha)	SAF (ha)
Bom Sucesso	28.330,04	481,86
Santa Cecília	24.985,30	418,93
Santa Rita	12.690,19	362,43
Riacho	17.592,11	3.609,67
Carrapato	314,36	137,87
Total	83.912,00	5.010,76

Fonte: FRANCO (1998), atualizado na VM Agro para 2003.

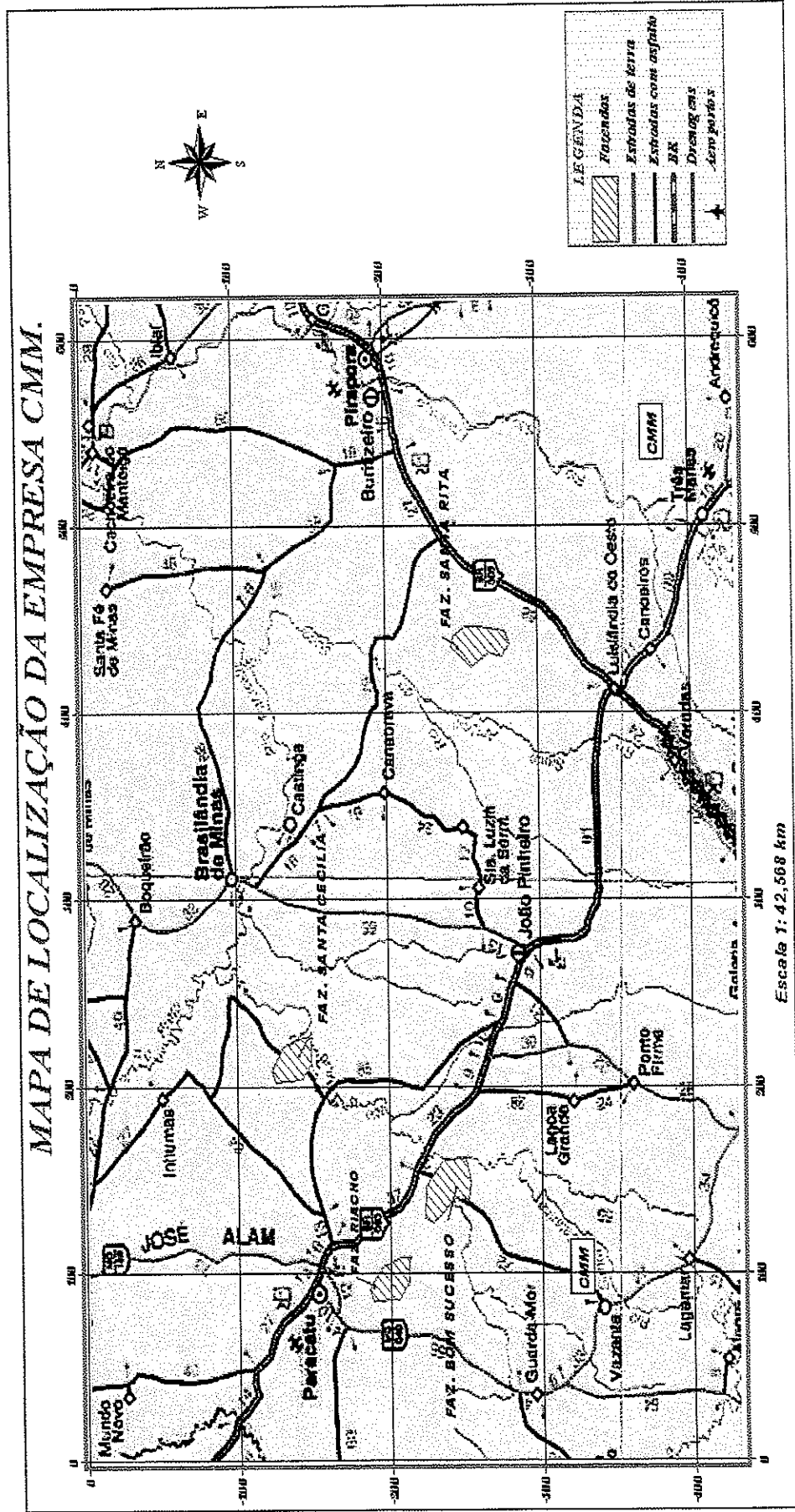


Figura 3: Mapa de localização da empresa Votorantim Metais – VM Agro, localizando suas principais unidades.

FONTE: Guia Quatro Rodas, (2002), adaptação.

A madeira de baixa qualidade é vendida para carvoarias e a melhor é vendida para utilização em serrarias; hoje a empresa vem sinalizando para um aproveitamento da madeira na produção de cavacos, além do interesse em utilizar espécies que produzam óleos para produção de biodiesel, a fim de substituir ou misturar aos poucos ao óleo diesel hoje utilizado pela mesma.

A VM Agro é uma empresa bem estruturada, que mantém uma vila residencial na Fazenda Bom Sucesso, com boa infra-estrutura para posto de saúde, luz elétrica, escola de 1º grau e associação de empregados. Com esses atributos, a mesma é bem conceituada, sendo considerada como de alto padrão social, pelo bom relacionamento e o tratamento que oferece aos seus trabalhadores. Segundo ELO (2004), a VM Agro é a primeira organização do Brasil a obter a certificação integrada de qualidade (ISO 9001), saúde (QS 9000), segurança (OHSAS 18001) e meio ambiente (ISO 14001), reconhecida pelo BSH (British Standard Internacional).

3.1.2 Características de clima e solo da região

O clima que predomina na região é do tipo subtropical úmido (megatérmico) de savana, com temperatura média máxima de 32°C e mínima de 16°C. A precipitação média anual é muito variável de acordo com o local, de 1.300 a 1.800mm; o regime de distribuição das chuvas é periódico, concentrando-se no período mais quente, de novembro a março. O período de seca prolonga-se por sete meses no ano, de abril a outubro, o que provoca um déficit hídrico médio de 171mm.ano⁻¹.

A evapotranspiração potencial anual atinge de 1.000 a 1.200mm. A altitude média é de 500m e o relevo varia de plano a suavemente ondulado. O cerrado é a formação vegetal que mais predomina, com variações de campo limpo até matas (cerradões) presentes nas terras mais férteis (ASSIS JÚNIOR, 2000).

Em relação ao solo, o mesmo foi caracterizado e classificado como Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, textura argilosa (71,7% de argila, 14,4% de silte e 13,9% de areia), de baixa fertilidade e alta acidez (TSUKAMOTO FILHO, 2003).

De acordo com o Instituto Estadual de Florestas – IEF (1998), os municípios de Vazante, Paracatu e João Pinheiro possuem 251.969,23 ha de áreas reflorestadas com eucalipto.

3.1.3 Sistemas agroflorestais implantados na empresa

Com a preocupação em obter melhorias na tecnologia, objetivando alcançar maior produtividade, a empresa desenvolveu uma tecnologia própria de implantação de reflorestamentos com clones híbridos, tais como:

Eucalyptus camaldulensis X *Eucalyptus grandis*,

Eucalyptus camaldulensis X *Eucalyptus urophylla* e

Eucalyptus camaldulensis X *Eucalyptus tereticornis*.

Esses clones se adaptaram bem as condições edafológicas e climáticas do local, alcançando boa produção e apresentando madeira de qualidade superior para diversos fins (TSUKAMOTO FILHO, 2003).

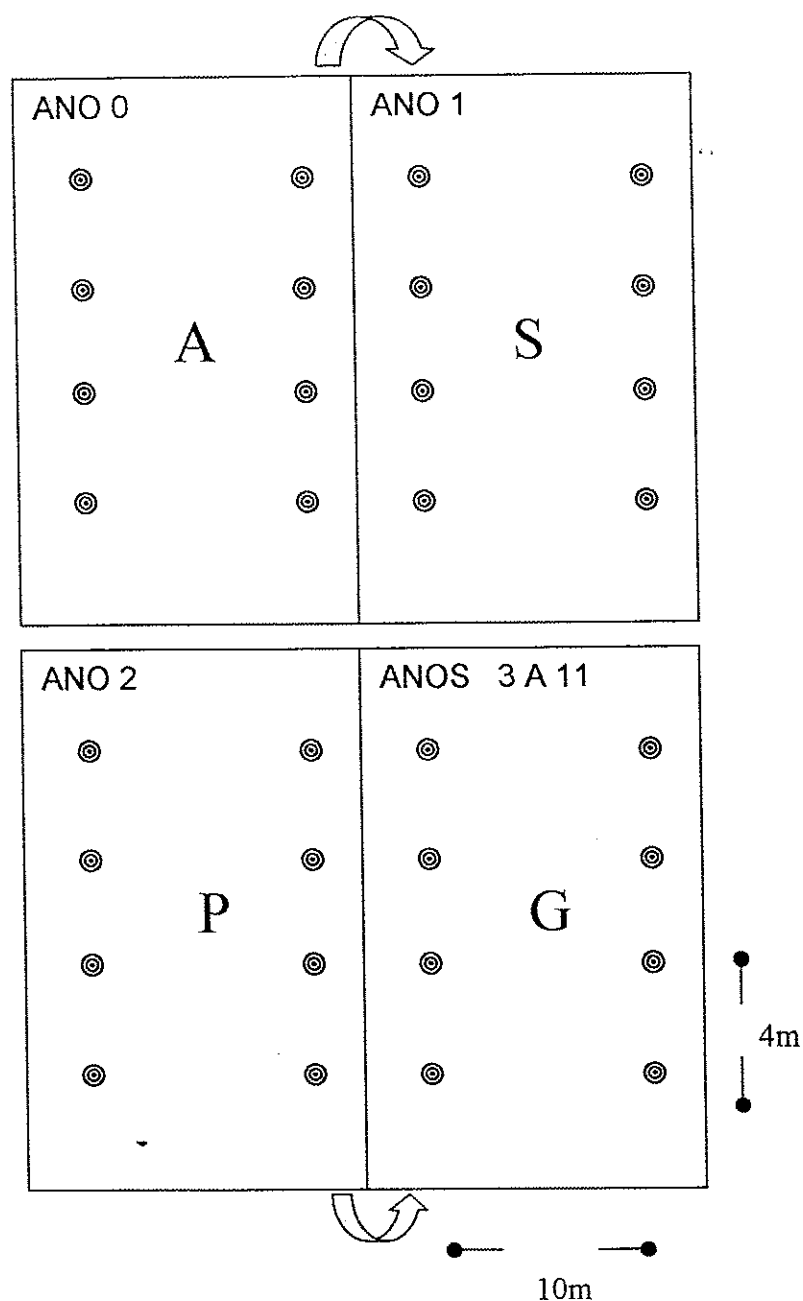
A empresa adota sistemas do tipo agrissilvipastoris, os quais são estabelecidos em sistema de rotação, tendo como componente arbóreo os vários clones de eucalipto, integrado com culturas agrícolas nas entrelinhas nos primeiros dois anos e pastagens a partir do terceiro. Segundo Assis Júnior (2000), a empresa adota sistemas agrissilvipastoris com arranjos espaciais de 10m x 4m (250 árvores por hectare) e arranjos temporais sequenciais, objetivando obter com a lavoura no início do sistema, além da redução dos custos do plantio das árvores, preparar o solo para receber as forrageiras melhoradas.

As áreas manejadas para o pasto que fazem parte do sistema agrissilvipastoril rotativo, são contíguas e limitadas em 37,5 ha (500m x 750m) cada, sendo os clones de eucalipto distribuídos diferentemente nas mesmas. Segundo Dubé (1999), essa disposição proporciona um adequado plano de manejo sequencial/rotativo de explorações agrissilvipastoris ao longo do ciclo de rotação das plantações de eucalipto.

Esses sistemas foram implantados em 1993, ocupando em 1999, 758,5 ha dos 20.000 ha envolvidos no projeto agropecuário da empresa. No ano de 2003, a área ocupada por sistemas agrissilvipastoris já era de 2.250 ha, com pretensão de implantar 2.000 ha por ano desse sistema em suas fazendas segundo informações obtidas na companhia.

Os sistemas agrissilvipastoris atualmente implantados, são estruturados da seguinte forma (DUBÉ, 1999, ANDRADE, 2000; ASSIS JÚNIOR, 2000; DANIEL, 2000; TSUKAMOTO FILHO, 2003) (Figura 1a do Apêndice) :

- Cultivo do arroz (*Oryza sativa* L. var. Guarany) no ano zero, sempre na última semana de outubro, início da estação chuvosa, sendo a primeira cultura plantada por causa de sua menor exigência em fertilidade. São semeadas 80 sementes por metro linear (50 kg.ha^{-1}) a uma profundidade de 3cm, com espaçamento de 0,45m entre as linhas, a um metro de distância das árvores a fim de evitar a competição. O ciclo dessa cultivar é curto, completando a maturação entre 105 a 120 dias e chegando a uma altura de 1m.
- Plantio das mudas de eucalipto, em espaçamentos de 10m x 4m, para possibilitar o cultivo agrícola nas entrelinhas, também no ano zero, entre os meses de novembro e dezembro, tendo-se o cuidado com a direção do sol (leste-oeste) para que não impeça a radiação nas culturas consorciadas. Os clones híbridos utilizados, já referidos anteriormente, possuem boa resistência contra déficit hídrico e ataque de lagartas, além de excelente capacidade de brotação após o corte.
- Cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merr. Cv. Conquista) plantada no ano um, na primeira semana do mês de novembro, em substituição ao arroz. As sementes são inoculadas inicialmente com a bactéria *Bradyrhizobium japonicum*. São semeadas 22 a 26 sementes por metro linear, ou seja, 60 kg.ha^{-1} , a uma profundidade de 3 a 5 cm e espaçamento de 0,45 cm entre linhas (18 linhas de soja por entrelinha de eucalipto), obedecendo a distância de 1 m do eucalipto.
- Formação de pastagens manejadas no ano dois, com semeadura do capim *Brachiaria brizantha* Sapf. no mês de novembro. São semeadas aproximadamente 10 kg de sementes por hectare.
- Entrada de bovinos (*Bos indicus*) para engorda, 90 dias após a implantação das pastagens, já no ano três. A capacidade de suporte do gado é de 1,0 UA (unidade animal). ha^{-1} no inverno e $2,0 \text{ UA.ha}^{-1}$ no verão. A cada dois anos, o gado é vendido, sendo então introduzidos novos animais, até a rotação completa do eucalipto, prevista para 11 anos.



- ⊙ clone híbrido de eucalipto (*Eucalyptus* sp)
- A arroz (*Oriza sativa*)
- S soja (*Glycine max* (L.) Merr. Cv. Conquista)
- P pastagem de braquiária (*Brachiaria brizantha* Stapf)
- G pastejo para engorda de bois (*Bos indicus*)

Figura 4 - Croqui de uma área de sistema agrissilvipastoril em suas várias etapas, com ciclo de corte de 11 anos, adotado pela VM Agro, no noroeste de Minas Gerais .

FONTE: Adaptado de DUBÉ, 1999.

Esses sistemas são acompanhados regularmente, onde são aplicados alguns tratamentos silviculturais tais como: preparo do solo com destoca e limpeza da área, aração, gradagem, calagem, adubação após a semeadura e aplicação de inseticida se necessário. Além disso, nos anos 5 e 8 após a implantação das pastagens, são feitas adubações de manutenção compostas de calcário dolomítico, fosfato natural, superfosfato simples e cloreto de potássio. Quando há necessidade, é feita limpeza na pastagem com roçadas e combate aos cupins. Finalmente, a partir do ano 4 até o ano 11, é feita a conservação das estradas e aceiros, além de combate as formigas com formicida, para a boa manutenção das florestas de eucalipto.

No ano dois as árvores de eucalipto com 6m de altura são desramadas até a altura de 4m do solo e no máximo 50% da copa, de tal forma que amenize os efeitos de competição com as culturas agrícolas e forrageiras, além de proporcionar fustes livres de nós, melhorando a qualidade da madeira. No ano três, essa operação é repetida, com desrama até a altura de 6m. Atualmente se adotam em desramar até 1/3 do comprimento das árvores. Os galhos retirados são enleirados no sentido das linhas do plantio para que se decomponham e tragam benefícios em relação aos nutrientes do solo. Também nesse período há o estabelecimento de cercas vivas (eucacerca) para delimitar as bordaduras das áreas reflorestadas, sistema esse que torna mínimo o custo em relação à cerca convencional.

Durante todo o período da pastagem, sempre que é preciso, é feito um desbaste seletivo no eucalipto, a fim de reduzir a competição e o sombreamento na pastagem, proporcionando então, uma antecipação da receita no fluxo de caixa do sistema, com a venda dessa madeira.

As compras de novilhos (um ano de idade) para engorda são previstas para os anos 3, 5, 7 e 9 e vendas dos bois gordos para os anos 5, 7, 9 e 11, propiciando ganhos para o caixa. Os novilhos são adquiridos pela empresa com peso médio de 5 arrobas (75 kg) e no período de abate, ou seja, com dois anos de engorda, apresentam um peso médio vivo de 15 arrobas (225 kg). Completando o ciclo do sistema, aos 11 anos, é feito o corte raso da floresta de eucalipto e a última venda do boi gordo. DUBÉ (1999) avaliou a produção de madeira de eucalipto que é da ordem de 385 st.ha^{-1} , destinando 60% da mesma (231 st.ha^{-1}) para produção de energia e 40%, ou 154 st.ha^{-1} , para serraria.

Quanto às culturas de ciclo curto inicialmente introduzidas no sistema, apresentam produções médias por hectare de 23,33 e 25 sacos de 60kg de arroz e soja (DUBÉ, 1999). Atualmente essa produção aumentou para 25 e 28 sc.ha⁻¹ de arroz e soja respectivamente. A Figura 2a do Apêndice apresenta um fluxograma com as principais operações durante o ciclo completo do sistema agrissilvipastoril da referida empresa.

É importante citar que apesar da empresa adotar sistema agroflorestal com ciclo de corte de 11 anos, Dubé (1999) através do ajuste de um modelo de crescimento e produção (volume em função da idade do povoamento), com o objetivo de determinar a idade ótima de rotação do eucalipto, obteve os valores de incremento corrente anual - ICA e incremento médio anual - IMA, podendo a partir daí, inferir que a idade ótima de rotação técnica para serraria é de aproximadamente nove anos. Tsukamoto Filho (2003) obteve a idade técnica para energia (seis anos) em estimativas realizadas pelo modelo 3-PG (*Physiological Principles in Predicting Growth*) que é um modelo dinâmico de predição de crescimento florestal (Tabela 1).

Tabela 1 - Volume, Incremento Médio Anual (IMA) e Incremento Corrente Anual (ICA) de eucalipto no sistema agrossilvipastoril da VM Agro – Vazante - MG

IDADE (anos)	Volume (m ³ .ha ⁻¹)	IMA (m ³ .ha ⁻¹)	ICA (m ³ .ha ⁻¹)
1	2,85921	2,85921	0,00000
2	32,87986	16,43993	30,02065
3	68,79264	22,93088	35,91278
4	102,58324	25,64581	33,79059
5	132,37128	26,47426	29,78804
6	158,41450	26,40242	26,04322
7	182,14176	26,02025	23,72726
8	204,49725	25,56216	22,35548
9	225,56956	25,06328	21,07232
10	245,38142	24,53814	19,81186
11	263,92290	23,99299	18,54148

FONTE: TSUKAMOTO FILHO (2003)

3.2 DEFINIÇÃO DOS ARRANJOS DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Para o desenvolvimento desse trabalho, foram utilizados dados oriundos de uma empresa localizada no município de Vazante, em Minas Gerais, contidos em trabalhos de pesquisa desenvolvidos em parceria com a Universidade Federal de Viçosa – MG, e de informações obtidas com os técnicos da referida empresa por ocasião da

coleta de dados de campo. A partir desses e de levantamentos feitos pela internet, foram desenvolvidas planilhas orçamentárias, que serviram de suporte para dar continuidade à pesquisa. Tomou-se como base uma unidade de um sistema agrissilvipastoril, do tipo já discutido no subitem anterior, e a partir dessa, foram criados arranjos de sistemas agroflorestais, seguindo critérios que obedecem aos objetivos do referido trabalho, mostrados no Quadro 2.

Os arranjos foram definidos em função dos componentes e idade de corte do eucalipto, sendo que o SAF1, SAF2, SAF3, SAF4 e SAF5 não contêm girassol (*Helianthus annuus*) em nenhuma fase do seu ciclo, apresentando semelhança aos já estruturados pela empresa, diferenciando-os pelas variações do ciclo de corte do eucalipto. Os arranjos de SAF 6, SAF 7, SAF 8, SAF 9 e SAF 10 contêm a referida cultura como componente agrícola e também variam os ciclos de corte.

Quadro 2: Arranjos de SAF de acordo com os componentes e idade de corte (anos) do eucalipto

IDADE DE CORTE DO EUCALIPTO				
Anos				
3	4	5	6	7
SAF1 arroz-soja-eucalipto	SAF2 arroz-soja-soja-eucalipto	SAF 3 arroz-soja-eucalipto-pasto-gado	SAF 4 arroz-soja-eucalipto-pasto-gado	SAF 5 arroz-soja-eucalipto-pasto-gado
SAF 6 arroz-girassol-eucalipto	SAF 7 arroz-girassol-soja-eucalipto	SAF 8 arroz-girassol-eucalipto-pasto-gado	SAF 9 arroz-girassol-eucalipto-pasto-gado	SAF 10 girassol-girassol-eucalipto-pasto-gado

Por ser o girassol uma cultura não utilizada pela empresa e também não é encontrada na literatura como fazendo parte de sistema agroflorestal nesse nível, tomou-se como base, seus dados de produção em monocultivos. Porém, é importante ressaltar que os arranjos de SAF com essa cultura foram criados com bastante cuidado, obedecendo todas as necessidades da mesma, tais como preparo do solo, período de plantio, adubação, etc., informações essas detalhadas por Rossi (1998) e Cavasin Júnior (2001).

A rotação econômica para madeira, que é aquela que maximiza os retornos do investimento nas atividades do sistema, ou seja, proporciona lucro máximo ao investidor (SILVA et al, 2002) foi encontrada para o sistema usual da VM Agro como sendo de sete anos, para produção de energia (TSUKAMOTO FILHO, 2003), justificando assim o máximo horizonte dos arranjos de sistemas desse trabalho; em contrapartida, o ciclo mínimo de três anos, está em função do rápido crescimento do eucalipto que, nessa idade, produz madeira suficiente para a obtenção de cavaco (cerca de 30 t.ha⁻¹). Nesse intervalo de três a sete anos, os ciclos de quatro, cinco e seis anos também foram considerados no trabalho.

Em função das idades três, quatro, cinco, seis e sete anos definidas anteriormente, optou-se pela presença ou não do capim (Braquiária) e gado (bovino) no sistema, ou seja, o componente animal está presente nos sistemas cujos ciclos são suficientes para a formação da pastagem e engorda do boi. Por outro lado, a soja que é uma cultura constante nos sistemas agroflorestais da empresa, será substituída pela cultura do girassol em alguns arranjos, por ser essa, uma cultura promissora para a região, que tem valorização econômica de seus produtos no mercado e principalmente pela possibilidade de produção de biodiesel, que assim como a soja apresenta parâmetros de qualidade do produto compatíveis com as especificações atuais do biodiesel (FERRARI et al, 2004).

Uma vez que o objetivo do eucalipto como componente arbóreo no SAF é produzir biomassa para energia, a madeira produzida nos vários sistemas foi totalmente destinada para esse fim.

Quanto às culturas oleaginosas, serão utilizadas para produção de óleo bruto, matéria-prima para produção de biodiesel.

As tecnologias de produção consideradas nos vários arranjos de SAF estabelecidos são iguais, diferenciando-se somente em função das culturas consorciadas e ciclo de corte do componente arbóreo dos vários sistemas (*Eucalyptus* sp). Por esse fato, diferenças com implantação, condução e colheita das culturas anuais e implantação e manejo do capim e eucalipto são detectadas e consideradas.

Na confecção da planilha de custos e receitas, tomou-se como base os dados de custos e receitas dos sistemas agrissilvipastoris da empresa gerados por Dubé (1999) (Quadros de 1a a 7a, do Apêndice)⁸ e Tsukamoto Filho (2003), atualizados para outubro

⁸ Os quadros do anexo são originais.

de 2004, utilizando-se para isso, o Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP - DI)⁹, cujo valor médio no período foi de 2,275743.

3.2.1 Arranjo do SAF 1

O SAF 1 foi definido como um sistema que tem como componentes: arroz, soja e eucalipto, com ciclo de corte previsto para 3 anos. Entre os meses de outubro e novembro do ano zero, as mudas de eucalipto (clones de *Eucalyptus camaldulensis*) são plantadas em amplo espaçamento (10m x 4m), favorecendo o plantio do arroz (*Oriza sativa* cv. Guarani), que é a primeira cultura agrícola anual implantada no sistema (na primeira quinzena de outubro), no período em que normalmente se iniciam as chuvas, ficando 18 linhas de arroz por entrelinhas de eucalipto. O preparo da área, com aração e gradagem, calagem e adubação mineral é importante para o bom desempenho do sistema. Completado o ciclo do arroz, deve-se ter o cuidado, de incorporar os restos dessa colheita no solo. No início de novembro do próximo ano a soja (*Glycine max* cv. Conquista) é plantada no lugar onde antes estava o arroz. As culturas anuais são plantadas sempre a uma distância de 1,0 m do eucalipto para que se evite a competição entre eles. Os tratos como adubação e calagem são procedimentos inevitáveis também para a soja, assim como a inoculação com a bactéria *Bradyrhizobium japonicum*, antes do semeio da cultura. Até o corte final (ano 3) da cultura perene, são feitas manutenções para um melhor desenvolvimento da mesma.

O Quadro 3 apresenta os estratos, composição, espaçamento, plantas.ha⁻¹, ciclo de cultivo e período de introdução dos componentes no sistema. Observa-se que as culturas anuais, assim como o eucalipto, são introduzidas uma única vez no sistema.

Quadro 3: Estrato, composição, espaçamento, plantas.ha⁻¹, ciclo de cultivo e período de introdução do componente no sistema (SAF 1).

Estrato	Componente	Espaçamento (m)	Plantas. ha ⁻¹	Ciclo Meses	Período Ano
Perene	<i>Eucalyptus</i> sp	10x4	250	36	0
Anual	Arroz	0,45 entrelinhas	-	4 a 6	0
	Soja	0,45 entrelinhas	200.000	4	1

⁹ IGP é calculado mensalmente pela Fundação Getúlio Vargas www.clic.com.br

3.2.2 Arranjo do SAF 2

O SAF 2 apresenta como componentes do sistema: arroz, soja, e eucalipto com ciclo de corte de 4 anos. Neste caso o diferencial em relação ao arranjo de SAF 1 é que a cultura da soja será incluída no sistema por duas vezes, sendo uma no ano um e a outra no ano dois. Além disso, será utilizado como em todos os casos, o clone de *Eucalyptus camaldulensis*, que apresenta copa menos densa o que, de certa forma não prejudica a entrada de luminosidade no sistema, favorecendo assim, o desenvolvimento da soja principalmente na segunda safra, quando o eucalipto já se encontra com uma altura considerável (mais ou menos 6 m). Manutenções no eucalipto feitas nos anos dois, três e quatro, são relevantes para o bom desenvolvimento da floresta.

No Quadro 4 observa-se o resumo desse arranjo, apresentando os estratos, componente, espaçamento, plantas.ha⁻¹, ciclo de cultivo e período de introdução do componente no sistema.

Quadro 4: Estrato, composição, espaçamento, plantas.ha⁻¹, ciclo de cultivo e período de introdução do componente no sistema (SAF 2).

Estrato	Componente	Espaçamento (m)	Plantas. ha ⁻¹	Ciclo Meses	Período Ano
Perene	<i>Eucalyptus</i> sp	10x4	250	48	0
Anual	Arroz	0,45 entrelinhas	-	4 a 6	0
	Soja	0,45 entrelinhas	200.000	4	1
	Soja	0,45 entrelinhas	200.000	4	2

3.2.3 Arranjo do SAF 3

Esse arranjo tem como componentes: arroz, soja, eucalipto, braquiária e gado, com horizonte de planejamento de 5 anos (ciclo de corte do eucalipto de 5 anos). Nesse caso, os componentes do sistema são tratados igualmente como no sistema tradicional, ou seja, o arroz e o eucalipto são plantados inicialmente, a soja no ano seguinte e a pastagem *Brachiaria brizantha* Stapf. entra no sistema no mês de novembro do ano dois (capacidade de suporte de 1,0 UA.ha⁻¹), onde são utilizadas aproximadamente 10kg.ha⁻¹ de sementes.

Ressalta-se que nesse mesmo ano é feita uma desrama no eucalipto (1/3 da altura da árvore) que se encontra com mais ou menos 6m de altura, medida essa que visa minimizar o efeito da competição no sistema.

Noventa dias após a implantação da pastagem, momento em que a mesma já se encontra estabelecida, os novilhos (*Bos indicus*) são colocados para engorda até o fim do ciclo (ano cinco), quando em média o animal atinge 16 arrobas de peso (240 kg), triplicando o seu peso inicial (5 arrobas). Maiores detalhes sobre os cuidados com o manejo da pastagem e dos animais são encontrados em DUBÉ (1999).

Para o SAF 3, o resumo sobre os estratos, composição, espaçamento, plantas.ha⁻¹, ciclo de cultivo e período de introdução do componente no sistema, são vistos no Quadro 5.

Quadro 5: Estrato, composição, espaçamento, plantas.ha⁻¹, ciclo de cultivo e período de introdução do componente no sistema (SAF 3).

Estrato	Componente	Espaçamento (m)	Plantas.ha ⁻¹	Ciclo Meses	Período Ano
Perene	<i>Eucalyptus</i> sp	10x4	250	60	0
Anual	Arroz	0,45 entrelinhas	-	4 a 6	0
	Soja	0,45 entrelinhas	200.000	4	1
Pasto	Braquiária	-	-	-	2
Animal	Gado Bovino	-	1 UA*	24	3

* Unidade Animal por ha.

No arranjo de SAF 3, que tem todas as prerrogativas dos SAF da VM Agro, a soja presente uma única vez no sistema, terá destino total para produção de óleo bruto para biocombustível.

3.2.4 Arranjo do SAF 4

O arranjo do SAF 4 apresenta um ciclo de corte para o eucalipto de seis anos e é formado pelos componentes arroz, soja, eucalipto, pasto e gado. O eucalipto é introduzido inicialmente no sistema, seguido do arroz, ambos no ano zero. No próximo ano a soja é plantada e colhida. A seguir a pastagem é introduzida, para noventa dias após servir de alimento para o novilho, ou seja, ambos no ano três. No ano cinco o

animal é retirado para venda e logo a seguir outro novilho é colocado para engorda, ficando por apenas um ano no sistema (do ano 5 ao ano 6). Todos os tratos silviculturais e culturais para o bom desempenho do eucalipto e das culturas são considerados, além dos cuidados para o bom desenvolvimento do animal. O Quadro 6 apresenta o resumo dos estratos, composição, espaçamento, plantas.ha⁻¹, ciclo de cultivo e período de introdução do componente no sistema para esse arranjo.

Quadro 6: Estrato, composição, espaçamento, plantas.ha⁻¹, ciclo de cultivo e período de introdução do componente no sistema (SAF 4).

Estrato	Componente	Espaçamento (m)	Plantas. ha ⁻¹	Ciclo Meses	Período Ano
Perene	<i>Eucalyptus</i> sp	10x4	250	72	0
Anual	Arroz	0,45 entrelinhas	-	4 a 6	0
	Soja	0,45 entrelinhas	200.000	4	1
Pasto	Braquiária	-	-	-	2
Animal	Gado Bovino	-	1 UA*	24 e 12	3 e 5

* Unidade Animal por ha.

No quadro acima se verifica que o componente animal é introduzido no sistema por duas vezes, ou seja, nos anos três e cinco, porém a produção da carne nesses períodos será diferenciada (240 kg e 120 kg), haja vista seus tempos de engorda serem diferentes (2 anos e 1 ano respectivamente).

3.2.5 Arranjos do SAF 5/1 e SAF 5/2

O SAF 5 foi apresentado em duas situações, chamados então de SAF 5/1 e SAF 5/2, os quais mantêm o ciclo de corte do eucalipto de 7 anos e apresentam diferenciações descritas a seguir.

O arranjo de SAF 5/1 é caracterizado por apresentar componentes como: arroz, soja, pasto, gado e eucalipto. No início, são plantados o arroz e o eucalipto, no ano seguinte a soja, e no ano dois é a vez da pastagem, que é tratada por noventa dias, para a partir daí, servir de alimento para a engorda de gado bovino. Nesse caso, o animal é introduzido no sistema em dois momentos (anos 3 e 5), propiciando a venda da carne nos anos cinco e sete. Esse sistema já é bem aceito na área, trazendo resultados

satisfatórios até 11 anos, comprovados em vários trabalhos de pesquisa realizados na empresa.

O SAF 5/2 é diferenciado do SAF 5/1 pela introdução da soja por duas safras, ou seja, o arroz não fará parte do sistema, sendo a cultura da soja introduzida no sistema logo após o plantio do eucalipto. Entretanto, já é conhecido na VM Agro, que a acidez do solo no início do sistema é prejudicial, por isso a correção do pH do solo deverá ser feita a fim de evitar prejuízos à referida cultura. No ano seguinte, a soja é reintroduzida na área, transcorrendo posteriormente o sistema, igualmente como no tradicional da empresa, com a introdução da pastagem e a seguir do novilho para engorda, respeitando-se as regras utilizadas na aplicação dos tratos culturais e silviculturais na pastagem e eucalipto, além dos cuidados com o animal e suas instalações. O Quadro 7 apresenta resumo dos arranjo do SAF5/1 e SAF 5/2.

Quadro 7: Estrato, composição, espaçamento, plantas.ha⁻¹, ciclo de cultivo e período de introdução do componente no sistema (SAF 5/1 e SAF 5/2).

Estrato	Componente	Espaçamento (m)	Plantas. ha ⁻¹	Ciclo Meses	Período Ano
Perene	<i>Eucalyptus</i> sp	10x4	250	84	0
Anual	Arroz/Soja	0,45 entrelinhas		4 a 6 / 4	0
	Soja	0,45 entrelinhas	200.000	4	1
Pasto	Braquiária	-	-	-	2
Animal	Gado Bovino	-	1 UA*	24	3 e 5

* Unidade Animal por ha.

3.2.6 Arranjo do SAF 6

O SAF 6 tem como componentes no sistema: arroz, girassol e eucalipto, com ciclo de corte de 3 anos. Inicialmente planta-se arroz e eucalipto, e no próximo ano tem-se o girassol (*Helianthus* sp) como cultura agrícola, podendo ser plantado de janeiro até 20 de fevereiro, ainda no período de chuvas. O espaçamento adotado é de 22 cm entre planta e 90 cm entre linhas de girassol, perfazendo 45.000 plantas por hectare, gastando de 4 a 8kg de sementes.ha⁻¹. Nesse arranjo, são permitidas duas culturas em sucessão, utilizando o arroz, com colheita prevista para janeiro. Logo a seguir o girassol é semeado, para então chegar à floração em meados de abril.

Importância deve ser dada ao pH ideal do solo, que deverá estar entre 6,2 e 5,8 no limite de produtividade. Essa cultura gasta de 4 a 15 dias para germinação e emergência, 45 a 70 dias para o crescimento, 10 a 15 dias para o florescimento, 20 a 30 dias para o enchimento dos aquênios até a maturação fisiológica e mais 20 a 30 dias até a colheita, completando de 100 a 130 dias o ciclo. O Quadro 8 apresenta resumo, contendo estrato, composição, espaçamento, plantas.ha⁻¹, ciclo de cultivo e período de introdução do componente no referido sistema.

Quadro 8: Estrato, composição, espaçamento, plantas.ha⁻¹, ciclo de cultivo e período de introdução do componente no sistema (SAF 6).

Estrato	Componente	Espaçamento (m)	Plantas. ha ⁻¹	Ciclo Meses	Período Ano
Perene	<i>Eucalyptus</i> sp	10x4	250	36	0
Anual	Arroz	0,45 entrelinhas	-	4 a 6	0
	Girassol	0,22 x 0,90	45.000	3 a 4	0

3.2.7 Arranjo do SAF 7

O SAF 7 apresenta como componentes: arroz, girassol, soja e eucalipto, com ciclo de corte de 4 anos. Nesse caso o arroz será plantado logo após o eucalipto no início do sistema em meados outubro, tomando-se todas as precauções com relação aos tratamentos culturais e silviculturais, o que propicia o bom desempenho desses componentes. Aqui também o clone de eucalipto utilizado é o de *Eucalyptus camaldulensis*, cuidadosamente selecionado devido apresentar copa mais rala, facilitando dessa forma a penetração da luz sobre a cultura anual. O girassol (variedade de ciclo precoce ou precoce médio) como segunda cultura agrícola no sistema, será plantado a seguir da colheita do arroz, permitindo assim chegar ao período de maturação e floração aproveitando as últimas chuvas de outono. Em dezembro desse mesmo ano (ano um) será plantada a soja, colhida no máximo em 120 dias. A seguir, o eucalipto ficará sozinho no sistema, seguindo todas as recomendações para manutenção do plantio até o ano quatro, quando será totalmente cortado e disponibilizado para produção de cavaco. Detalhes sobre os estratos, composição, espaçamento, plantas.ha⁻¹, ciclo de cultivo e período de introdução do componente no sistema, podem ser vistos no Quadro 9.

Quadro 9: Estrato, composição, espaçamento, plantas.ha⁻¹, ciclo de cultivo e período de introdução do componente no sistema (SAF 7).

Estrato	Componente	Espaçamento (m)	Plantas. ha ⁻¹	Ciclo Meses	Período Ano
Perene	<i>Eucalyptus</i> sp	10x4m	250	48	0
Anual	Arroz	0,45 entrelinhas	-	4 a 6	0
	Girassol	0,22 x 0,90	45.000	3 a 4	1
	Soja	0,45	200.000	4	1

3.2.8 Arranjo do SAF 8

O SAF 8 apresenta os seguintes componentes: arroz, girassol, eucalipto, braquiária e gado, com ciclo de corte de cinco anos. Nesse sistema o arroz e eucalipto serão plantados no início do sistema, no ano seguinte o girassol será introduzido (até 20 de fevereiro) como no SAF 7, e no mês de novembro do ano dois o capim braquiária (*Brachiaria brizantha* Stapf.) substituirá essa cultura, onde ficará por 90 dias em desenvolvimento até o momento da entrada do gado para engordar. É importante que os eucaliptos nesse período, sejam desramados como nos arranjos anteriores e enleirados no sentido da linha de plantio para decomporem. Os tratos culturais deverão ser realizados de acordo com a necessidade. No início do sistema, se obtém receitas com a venda do arroz para consumo humano e do girassol para produção de óleo bruto para produção de biodiesel.

No final do ciclo (ano cinco), o aumento da receita é proveniente do povoamento de eucalipto que é totalmente cortado e disponibilizado para venda para produção de cavaco e do gado já gordo vendido para a alimentação humana. O Quadro 10 simplifica melhor esse arranjo, mostrando o estrato, composição, espaçamento, plantas.ha⁻¹, ciclo de cultivo e período de introdução do componente no sistema.

Quadro 10: Estrato, composição, espaçamento, plantas.ha⁻¹, ciclo de cultivo e período de introdução do componente no sistema (SAF 8).

Estrato	Componente	Espaçamento (m)	Plantas. ha ⁻¹	Ciclo Meses	Período Anos
Perene	<i>Eucalyptus</i> sp	10x4m	250	60	0
Anual	Arroz	0,45 entrelinhas	-	3 a 4	0
	Girassol	0,22 x 0,90	45.000	3 a 4	1
Pasto	Braquiária	-	-	-	2
Animal	Gado Bovino	-	1 UA*	24	3

* Unidade Animal por ha.

3.2.9 Arranjo do SAF 9

O SAF 9 tem um arranjo formado por arroz, girassol, braquiária, gado e eucalipto com ciclo de corte de seis anos, diferenciando do SAF 4, apenas pela substituição da cultura da soja pela do girassol, que será plantado até 20 de fevereiro do ano um, requerendo que os tratos culturais sejam aplicados com rigor, para melhor rendimento da cultura.

Nesse arranjo, o gado também proporcionará duas receitas com a venda da carne, nos anos cinco e seis. Um resumo do arranjo do SAF 9 é visto no Quadro 11, apresentando o estrato, composição, espaçamento, plantas.ha⁻¹, ciclo de cultivo e período de introdução dos componentes nesse sistema.

Quadro 11: Estrato, composição, espaçamento, plantas.ha⁻¹, ciclo de cultivo e período de introdução do componente no sistema (SAF 9).

Estrato	Componente	Espaçamento (m)	Plantas ha ⁻¹	Ciclo Meses	Período Anos
Perene	<i>Eucalyptus</i> sp	10x4m	250	72	0
Anual	Arroz	0,45 entrelinhas	-	3 a 4	0
	Girassol	0,22 x 0,90	45.000	3 a 4	1
Pasto	Braquiária	-	-	-	2
Animal	Gado Bovino	-	1 UA*	24 e 12	3 e 5

* Unidade Animal por ha.

3.2.10 Arranjo do SAF 10

Para esse arranjo os componentes do sistema são: girassol, eucalipto, braquiária e gado. O componente agrícola do sistema (girassol) é introduzido no sistema em dois momentos: primeiramente após o plantio do eucalipto (em novembro do ano zero) já no início do próximo ano ou até no máximo 20 de fevereiro, e pela segunda vez, no mesmo período do ano subsequente, ou seja, início do ano dois. Sabe-se da importância de luz na cultura do girassol, daí a necessidade de que se faça desrama no eucalipto e se necessário, até desbaste; o clone ideal para esse arranjo é *E. camaldulensis* por razões já citadas anteriormente nos outros arranjos. Em outra fase do sistema, no mês de novembro desse mesmo ano é plantado o capim brachiaria e já a partir de 90 dias após o seu plantio os novilhos são colocados para engorda por cerca de dois anos, e dessa forma, o gado é vendido por duas vezes no sistema, sendo a primeira no ano cinco 5. Com o ciclo completo aos sete anos, obtém-se a segunda receita pela venda do gado gordo, além da obtida pela venda do eucalipto para produção de cavaco. O Quadro 12 apresenta um resumo mostrando os estratos, composição, espaçamento, plantas.ha⁻¹, ciclo de cultivo e período de introdução do componente no sistema.

Quadro 12: Estrato, composição, espaçamento, plantas.ha⁻¹, ciclo de cultivo e período de introdução do componente no sistema (SAF 10).

Estrato	Componente	Espaçamento (m)	Plantas. ha ⁻¹	Ciclo Meses	Período Ano
Perene	<i>Eucalyptus</i> sp	10x4	250	84	0
Anual	Girassol	0,22 x 0,90	45.000	3 a 4	0
	Girassol	0,22 x 0,90	45.000	3 a 4	1
Pasto	Braquiária	-	-	-	2
Animal	Gado Bovino	-	1 UA*	24	3/5

* Unidade Animal por ha.

3.3. ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO DOS VÁRIOS COMPONENTES DOS ARRANJOS DE SAF

As estimativas de produções por hectare, dos vários componentes dos SAF, tais como: arroz, soja, girassol, gado bovino e madeira, para os sistemas estudados, foram obtidas da seguinte maneira:

3.3.1 Biomassa florestal de eucalipto

Para a estimativa da biomassa seca para cavaco para os vários arranjos de sistemas estudados, foram tomados como base os resultados de biomassa determinados na empresa (Tabela 2a do Apêndice) por Tsukamoto Filho (2003), que apresenta detalhes sobre a metodologia aplicada. Considerou-se apenas a biomassa do fuste para o caso da empresa ter interesse em reciclar nutrientes.

Quadro 13: Biomassa de fuste, casca+galho e total de eucalipto em SAF, na CMM em Vazante - MG

Idade Anos	BIOMASSA (t.ha ⁻¹)		
	Fuste	Galho+Casca	Total
1	2,00000	0	2,00000
2	14,46714	3,88314	18,35028
3	30,26876	5,11711	35,38587
4	45,13662	5,94819	51,08481
5	58,24336	6,80343	65,04679
6	69,70238	7,71141	77,41379
7	80,14238	8,65991	88,80229

FONTE: Adaptado de TSUKAMOTO FILHO (2003).

Registra-se aqui, que como as fontes disponíveis de preços de madeira em pé para energia apresentavam valores em R\$.st⁻¹, para apresentar os resultados em toneladas por hectare, foi necessário se fazer uma transformação. Utilizou-se o coeficiente de conversão de metro cúbico para estéreo, que no caso do eucalipto é de 1,20, de acordo com IBAMA (2002), visto na Tabela 5a do Apêndice. Para a densidade

da madeira em g/cm^3 , foi utilizada a apresentada por Cruz et al (2003) que avaliaram diversos clones e em várias idades na empresa, encontrando um valor médio de densidade básica para o eucalipto de $0,505 \text{ g/cm}^3$ (Tabela 6a do Apêndice). De posse desses valores, foi possível conhecer que um estéreo (st) de madeira de eucalipto em pé corresponde a 0,42 toneladas da mesma.

De acordo com a Silviminas¹⁰, o preço de um estéreo de madeira em pé de eucalipto para energia é de R\$ 15,00 a R\$ 20,00, conforme Tabela 3a do Apêndice e de R\$ 16,00 a R\$ 25,00 de acordo com CEPEA¹¹ (Tabela 4a do Apêndice). Tomando-se o valor de venda de R\$ 25,00.st⁻¹, o seu correspondente será de R\$ 59,52.ton⁻¹ de biomassa de eucalipto, valor este utilizado no cálculo das receitas (R\$.t⁻¹.ha⁻¹) advindas da venda do eucalipto para energia.

3.3.2 Produção da cultura do arroz

A cultura do arroz como componente do sistema agrissilvipastoril da empresa produz em média 25 sacos.ha⁻¹ (de 60 kg cada).

De acordo com a CORRETORA DE MERCADORIAS¹², a cotação do arroz é de R\$ 27,00.sc⁻¹ (máximo R\$ 32,00 e mínimo R\$ 27,00 por saco).

3.3.3 Produção da cultura da soja – grãos e óleo

Sabendo-se que o sistema agrissilvipastoril em estudo, tem uma produção média de soja de 28 sacos.ha⁻¹ de grãos e que de acordo com a Agenda do Produtor Rural (2004) do Banco da Amazônia, 1000 kg de grãos de soja corresponde a 160 kg de óleo (160 g.kg⁻¹ de grãos), será possível obter a produção total de óleo nos vários sistemas estudados.

O preço de cotação da soja considerado foi de R\$ 36,00.sc⁻¹ (máximo R\$ 56,00 e mínimo R\$ 33,50) segundo MERCADO DA SOJA¹³.

¹⁰ http://www.silviminas.com.br/pesquisa/madeira_01.htm (24/08/2004)

¹¹ <http://www.cepea.esalq.usp.br> (11/10/2004)

¹² <http://www.clicmercado.com.br> - Cotação do arroz de 07/06/2004 a 20/10/2004

¹³ <http://www.webrural.com.br/webrural/cotacoes/soja> - Cotação da Soja de 06/08/2003 a 20/10/2004

3.3.4 Produção da cultura do girassol – grãos e óleo

Na obtenção da produção por hectare de semente de girassol para os vários sistemas, adotou-se a mesma do cultivo de girassol em monocultivo, haja vista ainda não se ter informações dessa cultura em sistema agroflorestal com esse objetivo. Segundo Smiderle (2004) a produção média nacional de semente de girassol é de 1,5 t.ha⁻¹ ou 25 sacos.ha⁻¹ (60kg cada), correspondendo cada quilo de sementes a uma produção de 350g a 450g de óleo.

Para a elaboração do fluxo de caixa desse trabalho, foram utilizados apenas dados de produção agrícola apresentados pela Soft Click (2004)¹⁴, resumido na Tabela 2 e detalhado na Tabela 7a do Apêndice, deixando para trabalhos futuros os custos com extração do óleo bruto de girassol destinado para uso como combustível.

Para obtenção da receita, o preço de venda na comercialização de sementes de girassol para a indústria de óleo é em média de US\$ 0,16.kg⁻¹ ou US\$ 160,00.ton⁻¹ (CAVASIN Jr., 2001), ou ainda, R\$ 27,39.sc⁻¹.

Quadro 14: Produção, custos e receitas de grãos e óleo bruto de girassol destinado à produção de biocombustível.

Produção.ha ⁻¹	Custos (R\$)	Receitas (R\$)
Grãos - 1500 kg	620,00.ha ⁻¹	27,39.sc ⁻¹
Óleo – 400 litros	165,00.ha ⁻¹	1,24. l ⁻¹

3.3.5 Produção de carne bovina

No sistema desenvolvido o ganho de peso é de 625g.cab⁻¹.dia⁻¹, correspondendo a 16 arrobas no final do período de engorda, que normalmente é de dois anos. A cotação média do boi gordo vivo segundo CORRETORA DE MERCADORIAS já mencionada acima, para o período de 19/08/2003 a 20/10/2004 é de R\$ 1,70.kg⁻¹ (máximo R\$ 1,88 e mínimo R\$ 1,52 por kg).

¹⁴ <http://www.Biocombustivel.com> / Ecológico-girassol.htm. Acessado 29/10/2004

3.4 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

3.4.1 Fluxos de caixa para os arranjos de SAF

Os fluxos de caixa, que representam as estimativas de entradas (receitas) e saídas (despesas) de recursos monetários em determinados projetos produtivos ao longo do tempo, são apresentados para cada arranjo, com atualizações às taxas de juros de 12% e 18% ao ano, seguindo modelo de Silva et al. (2002).

São incluídos nesses fluxos de caixa, todos os custos oriundos das atividades desenvolvidas, de acordo com cada sistema ou arranjo, tais como: custos de implantação e manutenção do eucalipto; custos de implantação, condução e colheita de arroz, soja e girassol; custos de formação e manutenção de pastagens; custos de insumos; custos de mão-de-obra; custos de aquisição de novilhos de corte; custos anuais de depreciações relacionados à pecuária de corte.

Também as receitas resultantes da comercialização dos produtos obtidos durante todo o ciclo dos referidos sistemas, como: venda do arroz, soja, girassol, gado e eucalipto, estão contidas nos fluxos de caixa.

Para realizar o estudo da análise da viabilidade dos arranjos, foram consideradas as taxas de juros como parâmetros de descontos dos benefícios líquidos no período de: 12% a.a. relativa ao Artigo constitucional de remuneração de capital no país Art. 192 parágrafo 3º. da Constituição Federal do Brasil de 1988, e de 18% a.a. que é uma taxa que acompanha outras modalidades de investimentos como Letras de Câmbio, Fundos de Renda Fixa como RDB, CDB, etc.

O custo anual da terra de R\$ 60,00.ha⁻¹ ou R\$ 90,00.ha⁻¹, de acordo com a taxa de juros de 12%a.a. ou 18%a.a. respectivamente, foi adicionado aos custos anuais da empresa.

3.4.2 Ferramentas básicas e análise de investimentos para os vários arranjos de SAF

Para avaliação do retorno econômico dos diferentes arranjos de SAF propostos nesse trabalho, foram utilizados métodos de análise que apresentam indicadores a partir de estimativas sobre fluxo de caixa. Nesse caso, são critérios que envolvem a variação do capital no tempo como: valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR),

razão benefício custo (B/C), Benefício (ou custos) periódico equivalente (B(C)PE). O valor esperado da terra (VET) como critério importante para selecionar projetos alternativos também será de grande valia nesse trabalho (SILVA NETO, 1998, DOSSA, 2000, DUBÈ et al, 2000, SILVA et al, 2002).

Os critérios são obtidos através das seguintes expressões:

3.4.2.1 Valor Presente Líquido – VPL

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

em que:

R_j = valor atual das receitas obtidas do ano 0 ao ano n;

C_j = valor dos custos de implantação e manutenção da atividade do ano 0 ao ano n;

i = taxa de juros, utilizada na atualização do fluxo;

j = período em que a receita ou o custo ocorre, variando de 0 a n;

n = número máximo de períodos.

O arranjo de SAF será considerado viável, se o VPL for positivo.

3.4.2.2 Taxa Interna de Retorno – TIR

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

TIR = taxa interna de retorno da atividade

Será considerado como viável o arranjo com TIR igual ou maior que o custo de oportunidade do capital investido.

3.4.2.3 Razão Benefício/Custo - B/C

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

O arranjo será economicamente viável se apresentar a relação B/C maior que a unidade.

3.4.2.4 Benefício (Custo) Periódico Equivalente - B(C)PE

$$B(C)PE = VPL \left[\frac{i}{1 - (1+i)^{-n}} \right] \text{ sendo:}$$

VPL = valor presente líquido

3.4.2.5 Valor Esperado da Terra (VET)

$$VET = \frac{VPL(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad \text{onde:}$$

VPL = valor presente líquido

O arranjo de SAF deverá apresentar VET positivo para que seja considerado viável economicamente.

3.4.3 Análise de Sensibilidade

O modelo proposto nesse trabalho consiste em simular para cada arranjo, estimativas de aumento e diminuição dos custos de produção em 10% e também aumento e diminuição das receitas em 10% como sugeridos por Sanguino (2004), Dubé (1999) e Dossa (1998).

Sanguino (2001) sugere que os custos de produção e manutenção podem não estar suficientemente contabilizados, provocando uma subestimação ou superestimação de valores de custos ou o preço a ser recebido pelo produtor pode deixar dúvidas sobre a confiabilidade no valor da receita, daí a importância dessa variação nos valores.

Em função disso, os fluxos de caixa foram alterados e então calculados novos valores para os critérios econômicos, utilizados anteriormente (VPL, TIR, B/C, B(C)PE e VET), para finalmente através deles, poder aferir a viabilidade econômica dos arranjos quando sujeitos a oscilações de valores, ou seja, diagnosticar a vulnerabilidade dos arranjos de SAF.

Os resultados obtidos através da planilha eletrônica EXCEL são apresentados em forma de tabelas mostrando os valores dos critérios econômicos para as diversas alternativas de variação dos dados.

3.4.4 Relação entre produção das culturas soja e girassol ($t.ha^{-1}$) e custo final de produção ($R\$.l^{-1}$) para os diferentes SAF estudados

Avaliar o custo final de produção dos óleos de soja e de girassol para biodiesel em cada arranjo de SAF estudado, tornou-se uma tarefa difícil, já que ainda não se dispõe de informações que sirvam de parâmetros, porém, é possível se ter uma resposta preliminar, a qual poderá auxiliar trabalhos futuros que tratem do assunto.

Para obtenção do custo final de produção do biodiesel ($R\$.litro^{-1}$), sem considerar os custos de extração e transesterificação do óleo, foram feitas algumas relações que incluíram a produção de grãos de soja e girassol ($t.ha^{-1}$) e seus custos de produção ($R\$.ha^{-1}$), além da produção de óleo ($litro.ha^{-1}$) correspondente a cada cultura. Dessa forma, se obteve o custo bruto ($R\$.litro^{-1}$) para cada SAF, os quais sofreram amortizações advindas da venda dos produtos de cada sistema (arroz, carne e madeira para cavaco), gerando o custo final para produção de grãos ($R\$.ha^{-1}$) e finalmente o custo do biodiesel ($R\$.litro^{-1}$) para cada sistema avaliado. Esses valores serão melhor entendidos na forma tabular, apresentados no item Resultados e Discussão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PRODUÇÃO, RECEITA BRUTA PARA OS VÁRIOS COMPONENTES E FLUXOS DE CAIXA ATUALIZADOS, POR ARRANJO DE SISTEMA.

4.1.1 SAF 1

A Tabela 2 apresenta o resumo do arranjo de SAF 1 registrando a produção e receita final por componente do sistema.

Tabela 2: Produção e receita final bruta dos componentes agrícolas e florestal por ha, para o SAF 1, em Vazante – MG.

Discriminação dos produtos	Unidade	Produção	Preço de venda R\$	Receita bruta R\$
Arroz	kg	1.500	0,45	675,00
Soja	kg	1.680	0,60	1.008,00
Madeira da destoca	m ³	41,66	6,00	250,00
Madeira em pé para energia	t	30,27	59,52	1.801,67
TOTAL				3.734,67

FONTE: Resultados da Pesquisa, 2004.

O SAF 1 apresentou receita total bruta ao final dos três anos de R\$ 3.734,67.ha⁻¹, sendo cerca de 48% atribuída à produção de madeira para energia (32,27 t). O arroz como componente agrícola, apresentou menor receita bruta por hectare (R\$ 675,00), correspondendo a 18% do sistema, entretanto, se entende que essa cultura no início do sistema, não só acrescenta um ganho ao fluxo de caixa, mas também prepara o solo para receber a próxima cultura, melhorando consideravelmente as características do solo. Já a produção da soja foi mais bem representada que o arroz no sistema, haja vista que cerca de 27% da receita total do sistema foi devido a essa cultura, que apesar de sua pouca produção (28 sacos de 60kg por hectare) se comparado aos monocultivos (acima de 30 sacos), traz benefícios econômicos ao sistema

agroflorestal, somando receitas que atenuam os custos de implantação do eucalipto. Por outro lado, como matéria-prima para produção de biocombustível (biodiesel), o arranjo do SAF 1 poderá proporcionar aproximadamente 268,8 litros de óleo bruto de soja por hectare ou receita de R\$ 242,46.ha⁻¹, se vendido a R\$ 0,902.l⁻¹.

Os fluxos de caixa atualizados representando as entradas e saídas anuais dos recursos atualizados às taxas de 12%a.a. e 18% a. a., durante o ciclo de produção de 3 anos para o SAF 1, constam na Figura 5.

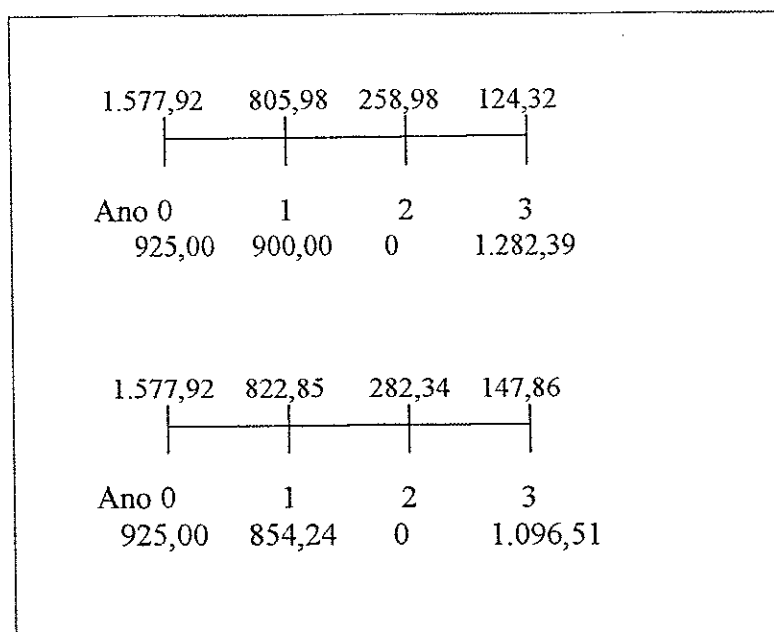


Figura 5: Representação dos fluxos de caixa às taxas de juros de 12 % a.a. e 18%a.a. respectivamente, para o SAF 1, em Vazante-MG.

No início do sistema, o eucalipto proporciona uma receita bruta de R\$ 250,00.ha⁻¹, computada não como uma produção, e sim como um ganho com a venda da madeira nativa destocada da área, que poderá ser utilizada para energia. É um valor que não deve ser desprezado, haja vista, as despesas serem altas nesse período de implantação do sistema (R\$ 1.577,92), minimizando o efeito negativo no fluxo.

A cultura do arroz estabelecida no sistema somente por um ano, proporcionando uma receita bruta atualizada de R\$ 675,00.ha⁻¹, também confere alguns atributos positivos no sistema, pois além de beneficiar o fluxo de caixa, ainda proporciona efeito positivo no solo, melhorando suas qualidades, refletindo na próxima cultura a ser incorporada no sistema.

A soja como segundo componente agrícola introduzido no sistema, apresenta uma receita bruta atualizada a juros de 12% a.a. de R\$ 900,00.ha⁻¹ e a juros de 18% a.a. de R\$ 854,24.ha⁻¹, oriunda da venda de 1.680 kg de grãos, proporcionando ao fluxo de caixa, receitas líquidas atualizadas a 12 e 18% a.a. nesse período, de R\$ 94,02.ha⁻¹ e R\$ 31,39.ha⁻¹ respectivamente. Entretanto, no ano dois, como não houve nenhum acréscimo de receita, os fluxos de caixa comportaram-se negativamente em R\$ 817,88.ha⁻¹ e R\$ 903,87.ha⁻¹, superando isso, no final do ciclo aos 3 anos, com a perspectiva da venda total da madeira de eucalipto para energia, resultando em receitas brutas nesse período de R\$ 1.282,39 e 1.096,51 às taxas de desconto de 12% a.a. e 18% a.a..

4.1.2 SAF 2

Nesse arranjo de SAF, na tentativa de maximizar a receita, foi introduzida a cultura da soja por duas safras, e isso logicamente proporcionou mais um ganho ao caixa. Restrição em relação à entrada de luz no sistema deverá ser minimizada com uma desrama bem planejada das árvores de eucalipto antes do plantio da soja (segunda safra).

A Tabela 3 apresenta o demonstrativo da produção e receita do SAF 2, onde é possível visualizar uma receita total de R\$ 5.519,73, tendo a madeira de eucalipto como responsável por 48,67% desse valor, com produção de 45,14 t de cavaco.

Tabela 3: Produção e receita final bruta dos componentes agrícolas e florestal por ha, para o SAF 2, esperados em Vazante – MG.

Discriminação dos produtos	Unidade	Produção	Preço de venda R\$	Receita bruta R\$
Arroz	kg	1.500	0,45	675,00
Soja	kg	1.680	0,60	1.008,00
Soja	kg	1.500	0,60	900,00
Madeira da destoca	m ³	41,66	6,00	250,00
Mad. em pé para energia	t	45,14	59,52	2.686,73
TOTAL				5.519,73

FONTE: Resultados da Pesquisa, 2004.

A cultura da soja (nas duas safras) proporcionou um ganho de 34,57% da receita bruta total do sistema, o que justifica que se forem avaliadas as causas do

insucesso da segunda safra da soja no sistema¹⁵ e se medidas forem tomadas para anular essas causas, a empresa só terá a ganhar, uma vez que a soja é uma cultura que tem mercado garantido para grãos, e para produção de óleo bruto para biocombustível já desponta com boas perspectivas.

Em relação à produção de biocombustível, nesse arranjo, a produção de 3.180 kg de soja poderá proporcionar a obtenção de 508,8 l.ha⁻¹ de óleo bruto para biodiesel representando uma receita de R\$ 458,94.ha⁻¹ para a empresa.

A madeira de destoca representa 4,53 % da receita (R\$ 250,00. ha⁻¹), valor considerado não desprezível nesse sistema, principalmente por antecipar as receitas no fluxo de caixa, amortizando dessa forma os inúmeros custos a serem pagos pela empresa.

A Figura 6 apresenta os fluxos de caixa atualizados a taxas de juros de 12% a.a. e 18% a.a. desse arranjo.

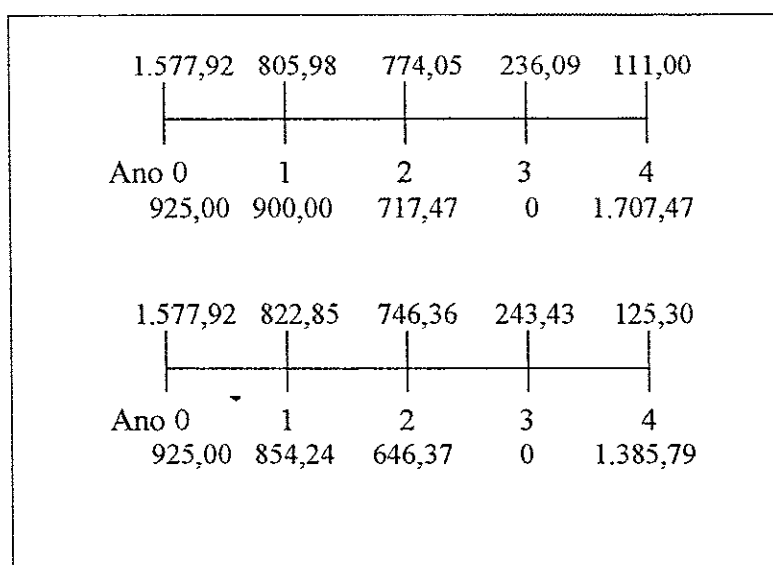


Figura 6: Representação dos fluxos de caixa às taxas de juros de 12% a.a. e 18% a.a. respectivamente, para o SAF 2 em Vazante – MG.

Verifica-se que no ano um a soja proporcionou receitas líquidas atualizadas positivas às duas taxas de juros estudadas, mas no ano dois a entrada de valores pela venda da soja, não foi suficiente para manter o fluxo nesse ano positivo, haja vista, se considerar uma queda de cerca de 11% na produção da

¹⁵ A VM Agro em um primeiro momento, não obteve bons resultados com a segunda safra da soja.

soja em relação à obtida no primeiro ano, em função da menor entrada de luz no sistema.

Ainda nesse mesmo fluxo, se verifica que no ano três, com ausência de culturas anuais, ocorrem apenas custos de manutenção do eucalipto, o que ocasionou um fluxo líquido também negativo nesse período. No final do ciclo de corte de 4 anos, a receita superou os custos em aproximadamente 17% e 8% de acordo com as taxas de juros estudadas.

4.1.3 SAF 3

O SAF 3 que possui um novo componente no sistema (gado), eleva a receita bruta em 7,34% (R\$ 408,00.ha⁻¹) com a venda do animal gordo. Na Tabela 4 são encontrados os valores das receitas brutas por ha dos produtos discriminados.

Como se espera em todos os arranjos, aqui também a madeira representa a maior parte da receita bruta por ha (cerca de 60 %), propiciando uma produção de 58,24 toneladas de biomassa por ha para energia.

Por outro lado, com uma estimativa de produção da soja de 1.680kg.ha⁻¹ de grãos será possível obter 268,8kg.ha⁻¹ de óleo utilizável como matéria-prima para o biocombustível, o que beneficiará a VM Agro se for utilizado para sua própria manutenção.

Tabela 4: Produção e receita final bruta dos componentes agrícolas e florestal por ha, para o SAF 3, esperados em Vazante – MG.

Discriminação dos produtos	Unidade	Produção	Preço de venda R\$	Receita bruta R\$
Arroz	kg	1.500	0,45	675,00
Soja	kg	1.680	0,60	1.008,00
Carne bovina	@	16	25,50	408,00
Madeira da destoca	m ³	41,66	6,00	250,00
Madeira em pé para energia	t	58,24	59,52	3.466,44
TOTAL				5.807,44

FONTE: Resultados da Pesquisa, 2004.

Através dos fluxos de caixa desse arranjo (Figura 7) é possível observar que por três anos (anos 2, 3 e 4) esse arranjo apresentou receita líquida negativa devido à ausência de culturas agrícolas anuais nesses períodos, sem contudo, se deixar de investir na manutenção do eucalipto, implantação da pastagem e aquisição de novilhos para

engorda, ocasionando custos incidentes no fluxo de caixa do sistema. Entretanto no final do ciclo de 5 anos, além da receita com a venda da madeira para produção de energia, há um acréscimo na receita atualizada às taxas de 12%a.a. e 18%a.a., com a venda do gado gordo, totalizando R\$ 2.198,46.ha⁻¹ e R\$ 1.693,55.ha⁻¹ respectivamente. Ressalta-se que a rentabilidade econômica desse arranjo foi positiva ao se utilizar a taxa de desconto de 12% a.a. e negativa à taxa de 18%a.a. apesar da introdução do gado no sistema e da valorização do eucalipto no mercado consumidor.

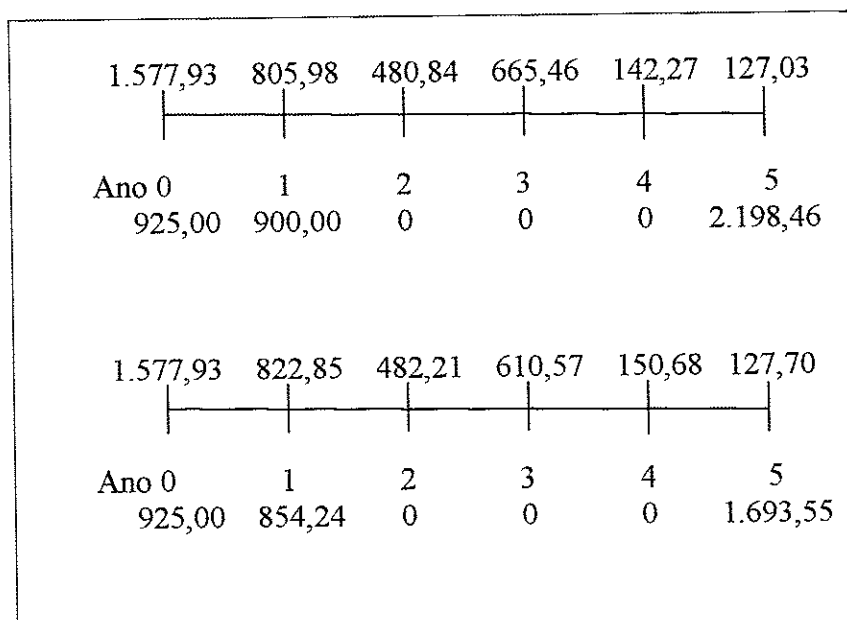


Figura 7: Representação dos fluxos de caixa às taxas de juros de 12% a.a. e 18% a.a. respectivamente, para o SAF 3, em Vazante – MG.

4.1.4 SAF 4

O arranjo de SAF 4 se caracteriza por apresentar componentes como arroz, soja, gado e eucalipto, com ciclo de corte de seis anos, diferenciando do SAF 3 pela introdução do componente animal por mais uma vez no sistema. Nesse caso, o novilho que é colocado no pasto a partir do fim do ano cinco, tem apenas um ano para engordar, mas apresenta um ganho de receita (R\$ 204,00.ha⁻¹) que poderá ser benéfico ao sistema, como visto na Tabela 5, a qual apresenta resumo das receitas brutas por ha dos vários produtos obtidos no SAF 4.

Tabela 5: Produção e receita final bruta dos componentes agrícolas e florestal por ha, para o SAF 4, esperados em Vazante – MG.

Discriminação dos produtos	Unidade	Produção	Preço de venda R\$	Receita bruta R\$
Arroz	kg	1.500	0,45	675,00
Soja	kg	1.680	0,60	1.008,00
Carne bovina	@	16	25,50	408,00
Carne bovina	@	8	25,50	204,00
Madeira da destoca	m ³	41,66	6,00	250,00
Madeira em pé para energia	t	69,70	59,52	4.148,54
TOTAL				6.693,54

FONTE: Resultados da Pesquisa, 2004.

Se verifica que a madeira representa nesse sistema cerca de 62% da receita total, seguida da soja (15,06%). O arroz e o gado trazem receitas menores, mas que podem ser consideradas significativas ao se avaliar o sistema como um todo.

A Figura 8 é representada pelos fluxos de caixa do SAF 4, atualizados às taxas de juros de 12% a.a. e 18% a.a. respectivamente.

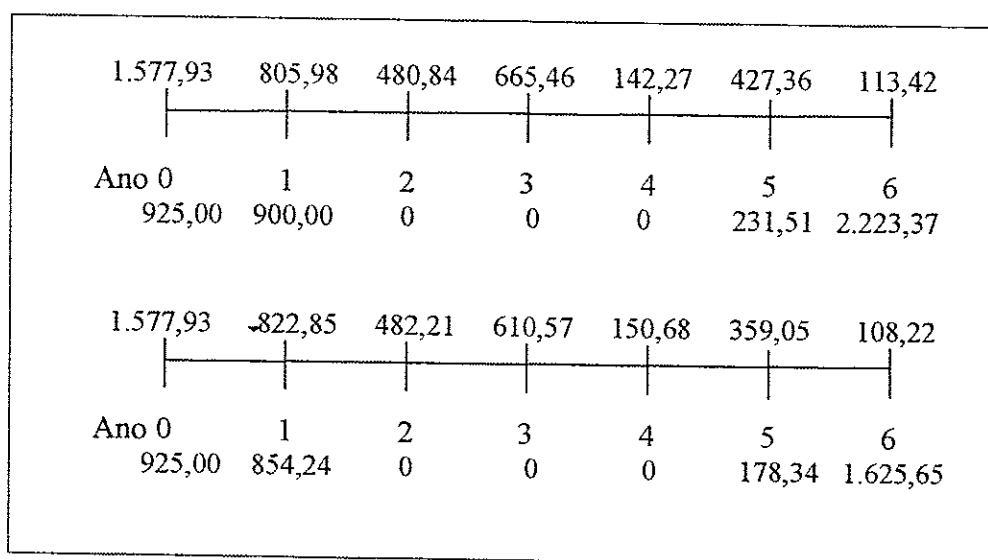


Figura 8: Representação dos fluxos de caixa às taxas de juros de 12% a.a. e 18% a.a. respectivamente, para o SAF 4, em Vazante – MG

Os fluxos desse sistema retratam os custos atualizados da empresa com as atividades do sistema, evidenciando a presença dos mesmos em todos os anos, independente da ocorrência de receitas. Enquanto o gado está no pasto, o eucalipto é mantido com tratos silviculturais e os retornos financeiros com a venda do gado só ocorrem nos anos cinco e seis, ficando dessa forma um déficit nos anos dois, três e quatro.

Ao se avaliar o fluxo de caixa à uma taxa de juros de 12% a.a. o sistema apresenta no final um saldo positivo, tornando-se inviável ao se utilizar a taxa de desconto de 18% a.a.

4.1.5 SAF 5/1 e SAF 5/2

De acordo com a Tabela 6, o SAF 5/1 apresenta uma receita bruta para a soja, o correspondente a 13,41% da receita bruta total do sistema (R\$ 7.518,98), para o arroz cerca de 9%, e para o boi gordo 10,85% da mesma. Apesar da baixa produção da soja (1.680 kg.ha^{-1}) em relação aos plantios solteiros que chegam a produzir até 3.500kg de grãos em condições favoráveis, nesse sistema a mesma tem importância muito grande não só pela receita antecipada no fluxo de caixa, mas pelo benefício que traz ao solo, quando bem conduzida.

Por outro lado, o eucalipto aos sete anos apresenta uma produção de 80,14 t de biomassa, a qual poderá ser transformada em cavaco, provocando uma receita de R\$ 4.796,96, ou cerca de 63% da receita total bruta.

Tabela 6: Produção e receita final bruta dos componentes agrícolas e florestal, para o SAF 5/1, esperados em Vazante – MG.

Discriminação dos Produtos	Unidade	Produção	Preço de Venda R\$	Receita R\$
Arroz	kg	1.500	0,45	675,00
Soja	kg	1680	0,60	1.008,00
Carne bovina	@	16,00	25,50	408,00
Carne bovina	@	16,00	25,50	408,00
Madeira da destoca	m ³	41,66	6,00	250,00
Madeira em pé para energia	t	80,14	59,52	4.769,96
TOTAL				7.518,96

FONTE: Resultados da Pesquisa, 2004.

Pela Figura 9 a qual representa os fluxos de caixa atualizados às taxas de desconto de 12% a.a. e 18% a.a. para o SAF 5/1, se percebe que as receitas líquidas são positivas apenas nos anos 1 e 7, caracterizando a soja como um componente de destaque no sistema, assim como o eucalipto para produção de cavaco no final do ciclo. As demais receitas advindas da venda do arroz e do gado gordo não devem ser menosprezadas, haja vista, serem importantes para minimizar os custos do sistema.

Além disso, a cultura do arroz tem sua parcela de contribuição no sistema, pela melhoria de traz ao solo, apesar de sua receita líquida atualizada não superar os custos do sistema nesse ano.

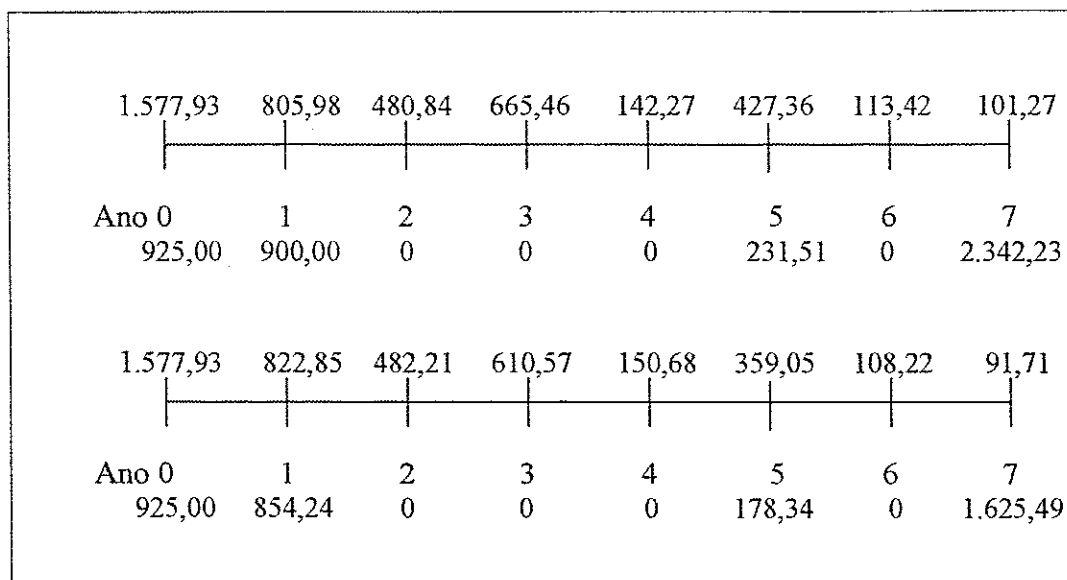


Figura 9: Representação do fluxo de caixa às taxas de desconto de 12% a.a. e 18% a.a. respectivamente, para o SAF 5/1, em Vazante - MG.

No caso particular do SAF 5/2, o qual detém duas safras de soja, duas vendas de gado (aos 5 e 7 anos) e produção de madeira para energia, apresenta uma receita bruta no final dos 7 anos de R\$ 7.743,93, correspondente a 24,63% oriunda da soja, 10,53% pela venda do boi gordo e 61,6% proveniente da madeira para produção de cavaco (Tabela 7).

Tabela 7: Produção e receita final bruta dos componentes agrícolas, florestal e animal, para o SAF 5/2, esperados em Vazante - MG.

Discriminação dos produtos	Unidade	Produção	Preço de venda R\$	Receita bruta R\$
Soja	kg	1.500	0,60	900,00
Soja	kg	1.680	0,60	1.008,00
Carne bovina	@	16	25,50	408,00
Carne bovina	@	16	25,50	408,00
Madeira da destoca	m ³	41,66	6,00	250,00
Madeira em pé para energia	t	80,14	59,52	4.769,93
TOTAL				7.743,93

FONTE: Resultados da Pesquisa, 2004.

De acordo com a Figura 10, constata-se que o SAF 5/2 propicia entradas no fluxo em vários períodos (anos 0, 1, 5, e 7) proporcionando uma amortização dos custos principalmente no início do sistema, os quais são maiores devido ao preparo da área e plantio do eucalipto. Contudo, as receitas líquidas atualizadas às taxas de juros de 12% a.a. e 18% a.a. no ano cinco foram negativas, ou seja, o ganho com a venda do gado gordo não superou as despesas nesse período. Por outro lado, o maior responsável pelo resultado positivo é a madeira de eucalipto para energia, que aos 7 anos propicia uma receita atualizada com a sua venda, de R\$ 2.342,23.ha⁻¹ e R\$ 1.625,49.ha⁻¹ à 12% a.a. e 18% a.a. respectivamente.

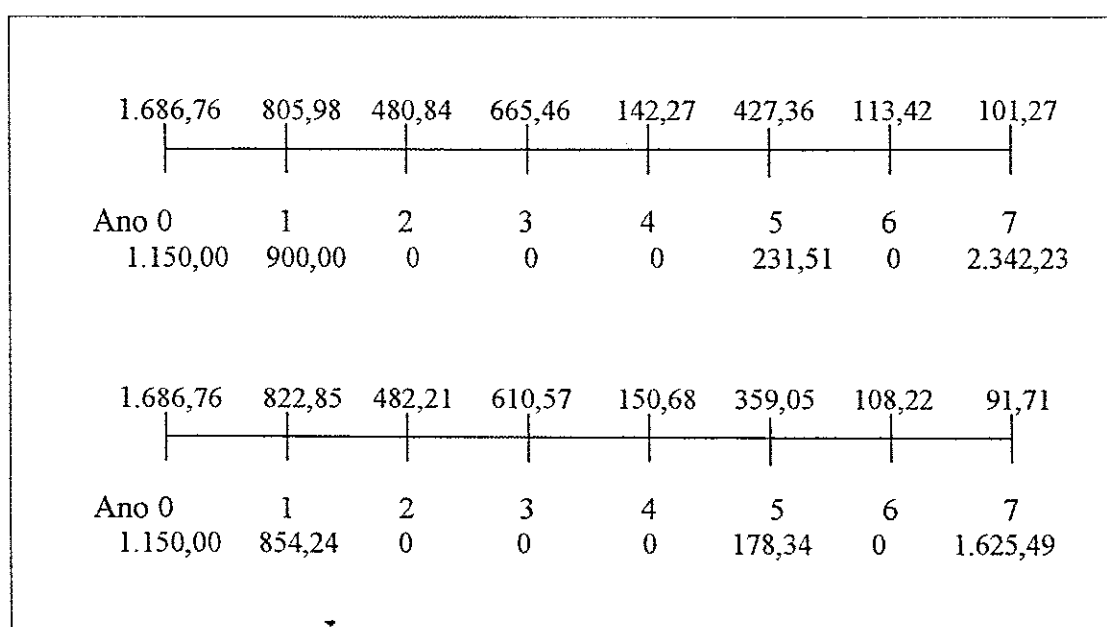


Figura 10: Representação do fluxo de caixa à taxa de desconto de 12% a.a. e 18% a.a. para o SAF 5/2, em Vazante - MG.

4.1.6 SAF 6

Nesse SAF, o girassol como segunda cultura agrícola, representa cerca de 20% da receita bruta total do sistema agroflorestal (R\$ 3.411,42). Com uma produção de 25sc de 60 kg (1.500kg.ha⁻¹) poderá proporcionar a obtenção de 600 l.ha⁻¹ de óleo bruto para produção de biocombustível, adicionada a isso, subprodutos como farelo para ração para alimentação animal. A Tabela 8 apresenta o resumo da produção e receita bruta desse arranjo, na qual se observa que a madeira proporcionou ao sistema 52,81%

da receita bruta total com sua venda para energia, ou seja, menos da metade da receita bruta total foi obtida pela venda dos demais produtos do sistema.

Tabela 8: Produção e receita final bruta dos componentes agrícolas e florestal, para o SAF 6, esperados em Vazante – MG.

Discriminação dos produtos	Unidade	Produção	Preço de venda R\$	Receita bruta R\$
Arroz	kg	1.500	0,45	675,00
Girassol	kg	1.680	0,456	684,00
Madeira da destoca	m ³	41,66	6,00	250,00
Madeira em pé para energia	t	30,27	59,52	1.801,67
TOTAL				3.410,67

FONTE: Resultados da Pesquisa, 2004.

Pela Figura 11, se observa que esse arranjo só apresenta fluxo positivo no final do ciclo de corte do eucalipto aos três anos. Contudo, a cultura do girassol gerou uma receita atualizada líquida, que minimizou os custos do sistema e juntamente com o arroz, propiciaram uma antecipação de renda ao fluxo de caixa, além da madeira da destoca no início do sistema, que ao ser vendida registrou uma receita de R\$ 250,00.ha⁻¹ (7,3% da receita total), contribuindo de certa forma, também na amortização dos custos do sistema.

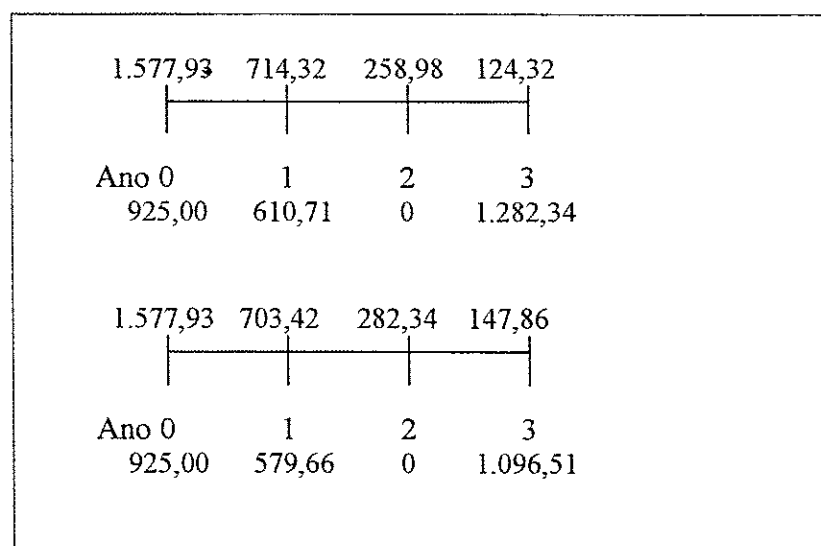


Figura 11: Representação dos fluxos de caixa, às taxas de desconto de 12% a.a. e 18% a.a. para o SAF 6, em Vazante - MG.

O SAF 6 depende unicamente da produção da madeira no final do sistema para obter lucro; nesse caso, se o girassol for utilizado como matéria-prima para biocombustível, e a empresa passar a utilizar o biodiesel, logo os prejuízos financeiros serão superados, por todos os benefícios que o mesmo poderá trazer ao ambiente.

4.1.7 SAF 7

O SAF 7 apresenta como resultado, uma renda total bruta de R\$ 5.303,73.ha⁻¹, onde a madeira representa 50,65% dessa receita. Ressalta-se que tanto o girassol quanto a soja, podem fornecer óleo bruto para produção de biocombustível (600 kg.ha⁻¹ e 268,8 kg.ha⁻¹ respectivamente) podendo trazer benefícios imensuráveis à própria empresa, se fizer uso desse produto (biodiesel). Nesse arranjo, o eucalipto no final do ciclo de corte, ou seja, com 4 anos de idade, apresenta uma produção aproximada de 45t de biomassa, proporcionando uma receita bruta de R\$ 2.686,73. A Tabela 9 resume a produção e receita bruta desse arranjo por produto obtido.

Tabela 9: Produção e receita final bruta dos componentes agrícolas e florestal, para o SAF 7, esperados em Vazante – MG.

Discriminação dos produtos	Unidade	Produção	Preço de venda R\$	Receita bruta R\$
Arroz	kg	1.500	0,45	675,00
Girassol	kg	1.500	0,456	684,00
Soja	kg	1.680	0,60	1.008,00
Madeira da destoca	m ³	41,66	6,00	250,00
Madeira em pé para energia	t	45,14	59,52	2.686,73
TOTAL				5.303,73

FONTE: Resultados da Pesquisa, 2004.

É percebido ainda nessa tabela, que o arroz e a madeira da destoca são fontes geradoras de receitas que favorecem o sistema, amortizando os custos totais do mesmo.

Pelos fluxos de caixa atualizados às taxas de 12% a.a e 18% a.a vistos na Figura 12, denota-se que apesar de por quatro períodos do sistema ocorrerem receitas com a venda dos produtos, os custos são bem maiores, resultando no fim dos sistema, em receitas líquidas de R\$ 33,36 e R\$ 447,32 ambas negativas, ou seja, as culturas agrícolas deram prejuízos ao eucalipto que mesmo proporcionando consideráveis receitas de R\$ 1.707,47.ha⁻¹ e R\$ 1.385,79.ha⁻¹ respectivas às taxas acima referidas, não foi possível amortizar todas as despesas do sistema em questão.

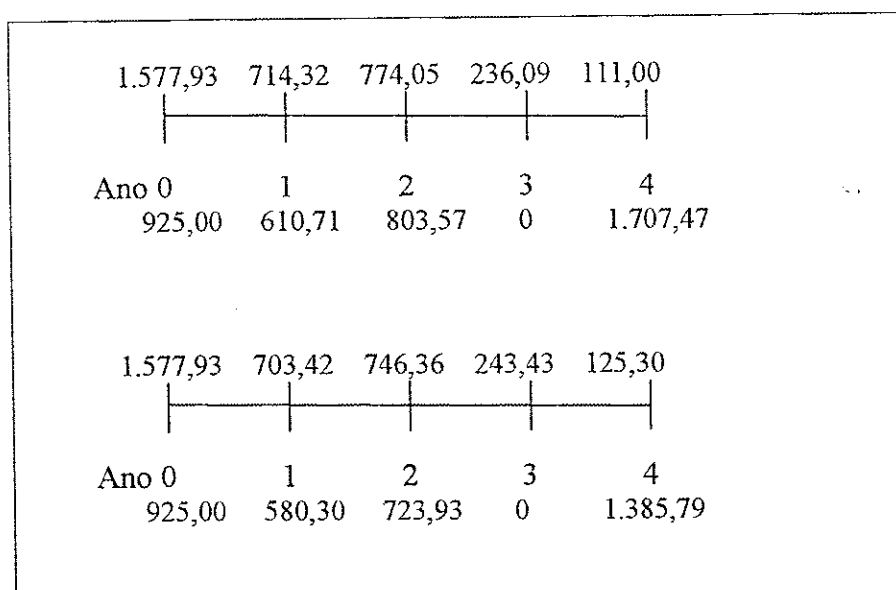


Figura 12: Representação do fluxo de caixa às taxas de desconto de 12% a.a. e 18% a.a. para o SAF 7, em Vazante - MG.

4.1.8 SAF 8

O SAF 8, cujo ciclo de corte é de cinco anos acrescenta em sua receita bruta, a obtida pela venda do boi gordo que é de R\$ 408,00. O girassol como componente agrícola, contribui com 12,47% da receita total bruta por ha (R\$ 5.483,44) com uma vantagem a mais sobre o arroz (12,30% da receita bruta) principalmente por ser uma oleaginosa capaz de produzir biocombustível com características que se encaixam nos limites exigidos pela ANP (Agencia Nacional de Petróleo).

A receita bruta obtida pela venda da madeira de eucalipto para energia representa cerca de 63% de toda a receita do sistema.

A Tabela 10 apresenta o resumo do SAF 8, onde são vistas a produção e receita bruta por produto do sistema.

Tabela 10: Produção e receita final bruta dos componentes agrícolas, animal e florestal, para o SAF 8, esperados em Vazante - MG.

Discriminação dos produtos	Unidade	Produção	Preço de venda R\$	Receita bruta R\$
Arroz	kg	1.500	0,45	675,00
Girassol	kg	1.500	0,456	684,00
Carne bovina	@	16	25,50	408,00
Madeira da destoca	m ³	41,66	6,00	250,00
Madeira em pé para energia	t	58,24	59,52	3.466,44
TOTAL				5.483,44

FONTE: Resultados da Pesquisa, 2004.

Pelo fluxo de caixa do SAF 8 atualizados às taxas de juros de 12% a.a e 18% a.a. (Figura 13), se verifica que nos anos 0 e 1 apesar da presença do arroz e do girassol, as suas receitas não foram suficientes para liquidar as despesas do sistema nesses períodos, deixando ainda um déficit de R\$ 756,54.ha⁻¹, porém, é importante que esses ganhos serviram para amortizar os custos, o que proporcionou lucro de R\$ 26,56.ha⁻¹ (à taxa de juros de 12%a.a.).

Nos anos dois, três e quatro não houve receita, apresentando custos normais de manutenção do sistema. Apenas no ano cinco a receita superou os custos daquele período, sem entretanto amortizar por completo os custos dos anos anteriores.

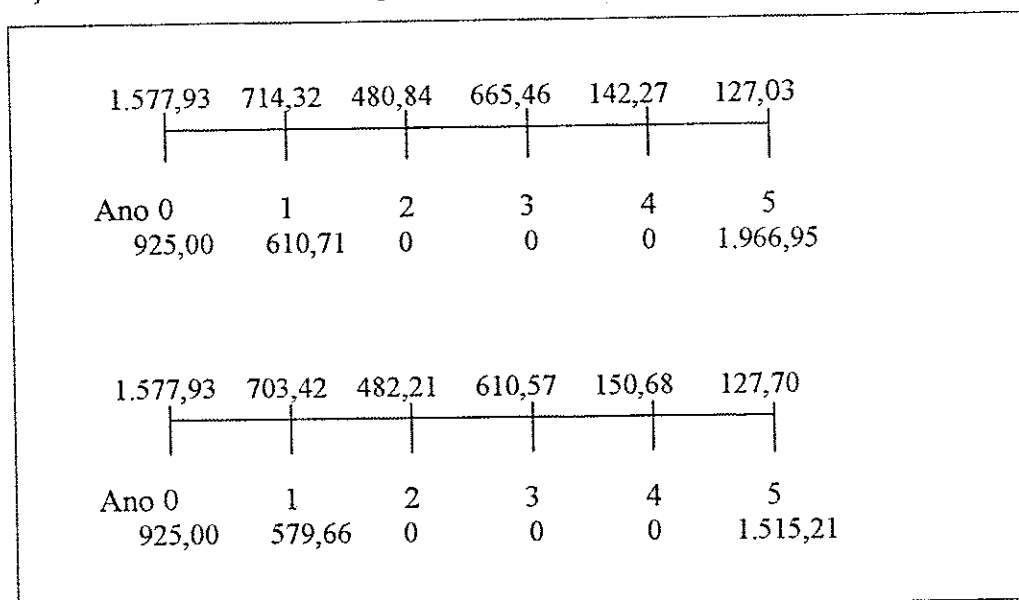


Figura 13: Representação do fluxo de caixa às taxas de desconto de 12% a.a. e 18% a.a., para o SAF 8 em Vazante - MG.

Por outro lado, se for avaliada a receita obtida com a venda do gado gordo, será facilmente percebida a inviabilidade econômica do componente animal nesse sistema, haja vista, os custos com implantação e manutenção da pastagem, compra dos novilhos e custos com instalações, serem elevados, etc. Todavia, essa receita poderá favorecer o fluxo de caixa do sistema no final do ciclo de corte aos cinco anos, atenuando os efeitos dos custos atualizados.

4.1.9 SAF 9

O SAF 9 apresenta uma receita bruta total de R\$ 6.378,54, sendo cerca de 65% dessa, atribuída a produção de biomassa para energia (69,70 t). O girassol que nas duas

safras é responsável por 21,45% da receita, poderá proporcionar uma produção de 1.200kg ha⁻¹ de óleo bruto para biodiesel.

Como é visto na Tabela 11, a carne proporciona uma receita de R\$ 816,00.ha⁻¹ representando 9,6% da receita total bruta.

Tabela 11: Produção e receita final bruta dos componentes agrícolas, animal e florestal, para o SAF 9, esperados em Vazante – MG.

Discriminação dos produtos	Unidade	Produção	Preço de venda R\$	Receita bruta R\$
Girassol	kg	1.500	0,456	684,00
Girassol	kg	1.500	0,456	684,00
Carne bovina	@	16	25,50	408,00
Carne bovina	@	8	25,50	204,00
Madeira da destoca	m ³	41,66	6,00	250,00
Madeira em pé para energia	T	69,70	59,52	4.148,54
TOTAL				6.378,54

FONTE: Resultados da Pesquisa, 2004.

Os fluxos de caixa atualizados às taxas de 12% a.a. e 18% a.a. para o SAF 9 demonstram que apesar da introdução do componente animal por um período de um ano para engorda, não fez com que o sistema se tornasse viável, haja vista, sua receita apenas abater parte dos custos do referido sistema (Figura 14).

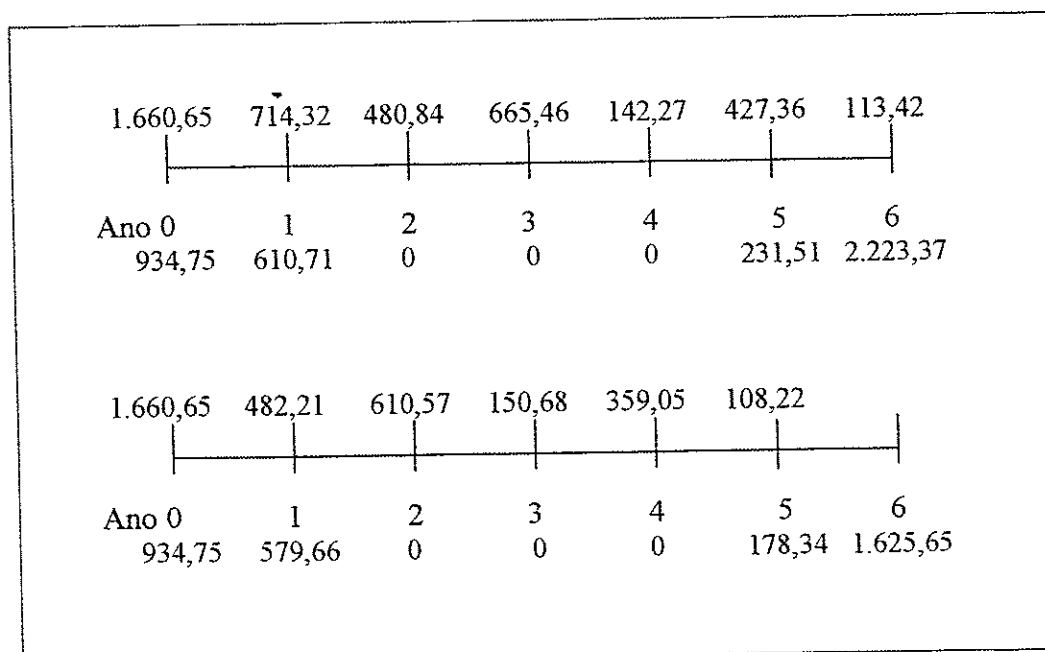


Figura 14: Representação do fluxo de caixa às taxas de desconto de 12% a.a. e 18% a.a., para o SAF 9 em Vazante - MG.

4.1.10 SAF 10

O SAF 10 é um sistema que apresenta uma receita com a venda do girassol de R\$ 1.368,00, ou seja, aproximadamente 19% da receita bruta total. A carne bovina proporciona nesse sistema um acréscimo de 11,32% na receita bruta, enquanto que a madeira de destoca favorece o sistema em 3,47% da receita. A madeira de eucalipto para energia como principal componente do sistema, propicia uma receita bruta de R\$ 4.769,93, representando cerca de 66% da receita total (Tabela 12).

Tabela 12: Produção e receita final bruta dos componentes agrícolas, animal e florestal, para o SAF 10, esperados na VM Agro em Vazante – MG.

Discriminação dos produtos	Unidade	Produção	Preço de venda R\$	Receita bruta R\$
Girassol	kg	1.500	0,46	684,00
Girassol	kg	1.500	0,46	684,00
Carne bovina	@	16	25,50	408,00
Carne bovina	@	16	25,50	408,00
Madeira da destoca	m ³	41,66	6,00	250,00
Madeira em pé para energia	t	80,14	59,52	4.769,93
TOTAL				7.203,93

FONTE: Resultados da Pesquisa, 2004.

O fluxo de caixa atualizado às taxas de 12% a.a. e 18% a.a. do referido sistema (Figura 15), demonstra que com o ciclo de corte do eucalipto de sete anos, as receitas atualizadas às taxas de 12% a.a. e 18% a.a. foram acrescidas de R\$ 231,51 e R\$ 178,34 respectivamente, já que se têm duas safras de gado gordo (anos 5 e 7). Além disso, o girassol que também está presente no sistema por duas safras, tem considerável participação na receita bruta total atualizada (R\$ 4.118,46 e R\$ 3.317,48 respectivamente) do sistema. Por outro lado, se observa que do ano zero ao ano seis, os fluxos de caixa atualizados do sistema comportaram-se negativos, retratando prejuízos na empresa, quando então com o corte final do componente arbóreo no ano sete, e sua venda como madeira para energia, é gerada uma receita positiva ao fluxo de caixa. Avaliações sobre a viabilidade econômica serão abordadas posteriormente.

A Tabela 1a do Apêndice apresenta o fluxo de caixa para o sistema da VM Agro obtido por Tsukamoto Filho (2003).

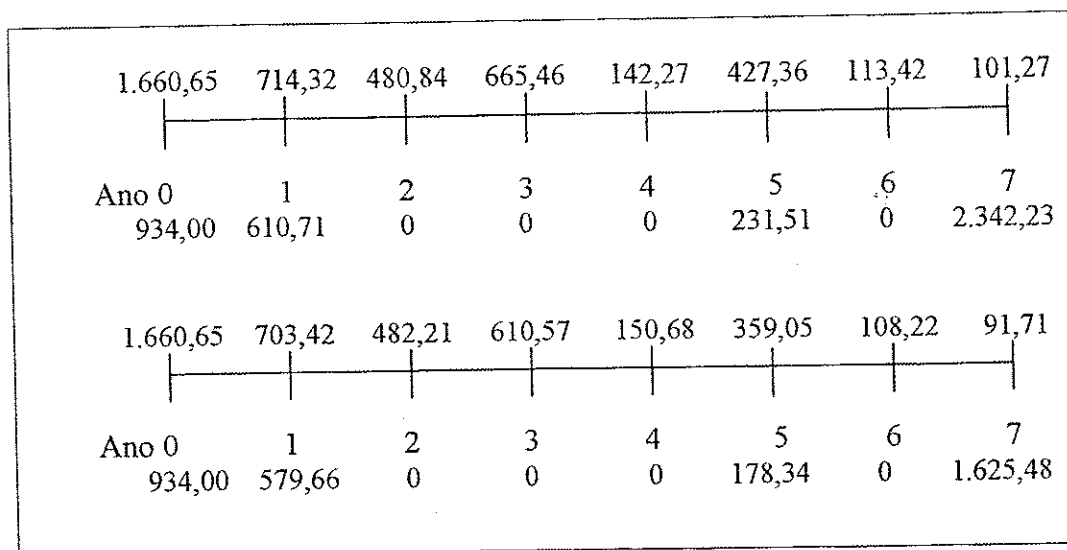


Figura 15: Representação do fluxo de caixa atualizado às taxas de juros de 12% a.a. e 18% a.a. respectivamente, para o SAF 10 em Vazante - MG.

4.2 AVALIAÇÃO ECONÔMICA DOS ARRANJOS DE SAF

4.2.1 Valor Presente Líquido (VPL), Razão Benefício/Custo (B/C), Taxa Interna de Retorno (TIR), Benefício (Custo) Periódico Equivalente (B(C) PE) e Valor Esperado da Terra (VET).

Como ferramentas básicas para análise de investimentos em agrofloresta os resultados de VPL, B/C, TIR, B(C) PE e VET, para os vários arranjos de SAF (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10) atualizados às taxas de desconto de 12%a.a. e 18%a.a., são apresentados na Tabela 12.

Verifica-se que apenas os arranjos do SAF 1, SAF 2 e SAF 7 apresentam VPL positivos, independente da taxa de desconto utilizada, indicando que os mesmos podem ser aplicados sem prejuízos à empresa. Além disso, o SAF 2 apresentou VPL superior aos demais, sinalizando que se poderá investir nesse sistema até R\$ 744,89, sem prejuízos ao investidor. Esse comportamento deve-se ao fato do sistema apresentar uma safra a mais de soja, favorecendo a entrada de valores no fluxo de caixa (receitas) no ano um, merecendo que se invista nesse SAF principalmente pelo preço de mercado da soja que é bastante favorável. O SAF 7 cujo ciclo de corte é também de quatro anos,

mas que tem o girassol como componente, também é um sistema que poderá ser investido, sem prejuízos para o investidor.

Ao se utilizar a taxa de juros de 12% a.a., o SAF 3, SAF 4, SAF 5/1, SAF 5/2 e SAF 6 e SAF 8 apresentaram VPL positivos, o que não aconteceu com a taxa de 18% a.a. Já o SAF 9 e SAF 10 apresentaram VPL negativos nas duas taxas de juros utilizadas, indicando por esse critério, inviabilidade econômica.

A Figura 16 apresenta o comportamento do VPL, mostrando que seus valores são todos mais baixos ao se utilizar a taxa de 18% a.a.. Sanguino (2004), utilizando esse critério para estudo de viabilidade econômica em SAF, observou que à medida que se aumentava a taxa de juros, o VPL decrescia em todos os arranjos de SAF.

Santos (2000), estudando a viabilidade econômica de quatro modelos de sistemas agroflorestais em áreas de pastagens degradadas na Amazônia Ocidental, tomou como base o VPL e concluiu que tais modelos de sistemas são viáveis e que poderão contribuir para a regeneração de áreas semelhantes e sobrevivência de agricultores da região.

Tabela 13: Valor Presente Líquido (VPL), Relação Benefício Custo (B/C), Benefício Custo Periódico (B(C)PE) e Taxa Interna de Retorno (TIR) por SAF, em Vazante - MG.

Arranjo de SAF	VPL (R\$. ha ⁻¹)		B/C		B(C)PE (R\$.ha ⁻¹)		TIR (% a.a.)	
	12%	18%	12%	18%	12%	18%	12%	18%
SAF 1	340,18	44,76	1,12	1,02	141,63	20,58	14,68	2,11
SAF 2	744,89	295,50	1,21	1,08	245,24	109,85	20,89	8,87
SAF 3	223,96	-299,16	1,06	0,92	62,13	-95,67	3,68	-5,42
SAF 4	66,63	-528,30	1,02	0,87	16,21	-151,05	0,85	-7,54
SAF 5/1	84,22	-620,17	1,02	0,85	18,45	-162,71	0,83	-7,12
SAF 5/2	200,40	-504,00	1,04	0,88	43,91	-132,23	3,38	-6,14
SAF 6	142,50	-110,39	1,05	0,96	59,33	-50,77	-0,02	-0,05
SAF 7	633,35	217,92	1,19	1,06	208,52	81,01	16,39	6,14
SAF 8	26,36	-454,31	1,01	0,88	7,30	-145,28	0,40	-7,70
SAF 9	-204,72	-757,16	0,95	0,81	-49,79	-216,48	-2,3	-0,1
SAF 10	-187,13	-249,04	0,96	0,80	-41,00	-222,76	-1,66	-8,91

Fonte: Dados da pesquisa, 2004.

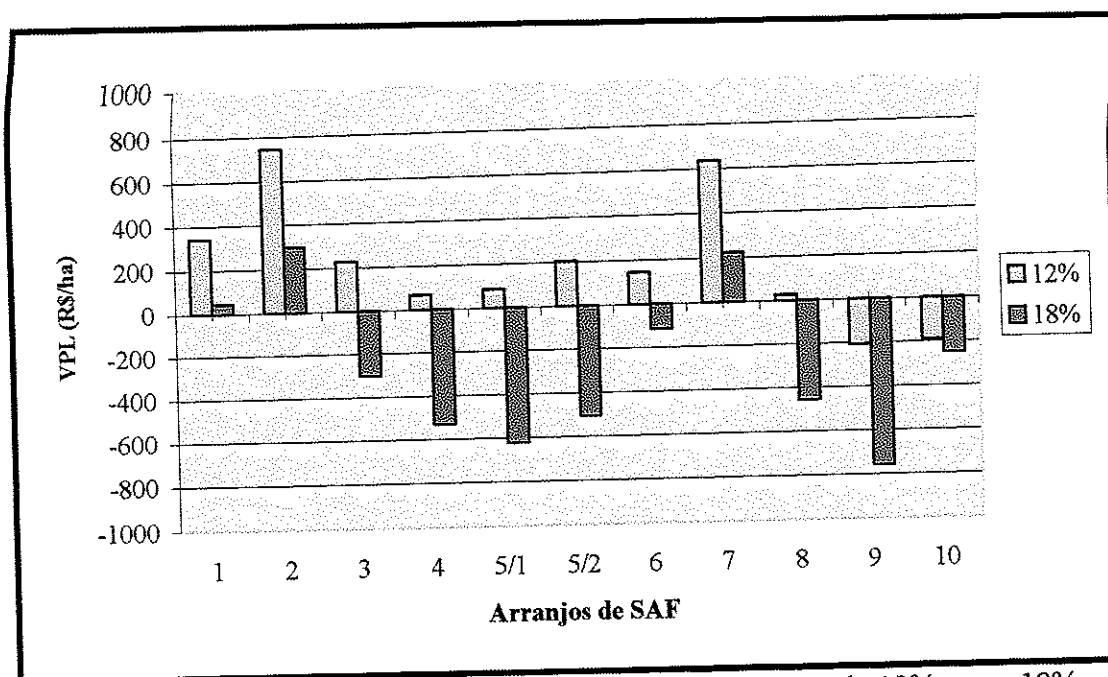


Figura 16: Valor Presente Líquido por arranjo de SAF às taxas de 12% a.a. e 18%a.a. esperados em Vazante-MG.

Em relação aos resultados da razão B/C, se observa um comportamento semelhante ao encontrado pelo VPL, onde o SAF 1, SAF 2 e SAF 7 apresentam valores superiores a unidade, tanto à taxa de juros de 12% a.a. quanto à 18% a.a. indicando viabilidade econômica desses arranjos. O SAF 3, SAF 4, SAF 5, SAF 6 e SAF 8 apresentam valores maiores que a unidade apenas à taxa de 12% a.a., enquanto que o SAF 9 e o SAF 10 apresentam valores para a relação B/C menores que unidade em qualquer das duas situações de taxas de juros. Essa relação decresce à proporção que se aumenta a taxa de desconto. Entende-se, por exemplo, que o SAF 2, o qual apresentou valor de B/C à uma taxa de 12% a.a. igual a 1,21, produz um retorno financeiro de R\$ 1,21 para cada R\$ 1,00 investido, isto é, gera benefícios superiores a unidade a cada unidade de custo atingido. No caso do SAF 2, que apresenta uma safra de arroz e duas de soja no sistema, proporciona uma receita considerável, favorecendo a positividade do fluxo de caixa, situação semelhante ao SAF 7, que apresenta três safras agrícolas (arroz, girassol e soja), resultando em B/C de 1,19.

Para o ciclo de 11 anos Dubé (1999) encontrou valor da relação B/C de 0,99 à uma taxa de desconto de 12% a.a.

Quanto ao critério B(C)PE, tem como vantagem eliminar a necessidade de equalização dos horizontes e dessa forma permite a comparação entre os arranjos avaliados, apesar dos diferentes períodos de retorno.

Pela Figura 17, se verifica que os valores de B(C)PE são sempre maiores à taxa de juros de 12% a.a., isto é, decrescem com a elevação da taxa para 18% a.a. de juros, e como apenas o SAF 1, SAF 2 e SAF 7 apresentam valores positivos nas duas taxas, pode-se inferir que esses sistemas são viáveis economicamente.

O valor de R\$ 245,24.ha⁻¹ para o SAF 2, referente ao seu B(C)PE, representa o lucro por ano que esse sistema deverá proporcionar, à uma taxa de juros de 12% a.a. e de R\$ 109,85 à taxa de 18% a.a. ressaltando-se aqui, que esse sistema foi o que apresentou o maior resultado de B(C)PE para as duas taxas, indicando ser bastante satisfatório economicamente se for investido.

Do SAF 3 ao SAF 6 e mais o SAF 8, se verificam valores positivos à taxa de 12% a.a., porém negativos à taxa de 18% a.a. para esse critério. Por outro lado, o SAF 9 e o SAF 10, denotam negatividade nas duas taxas estudadas, e com isso inviabilidade dos mesmos por esse critério.

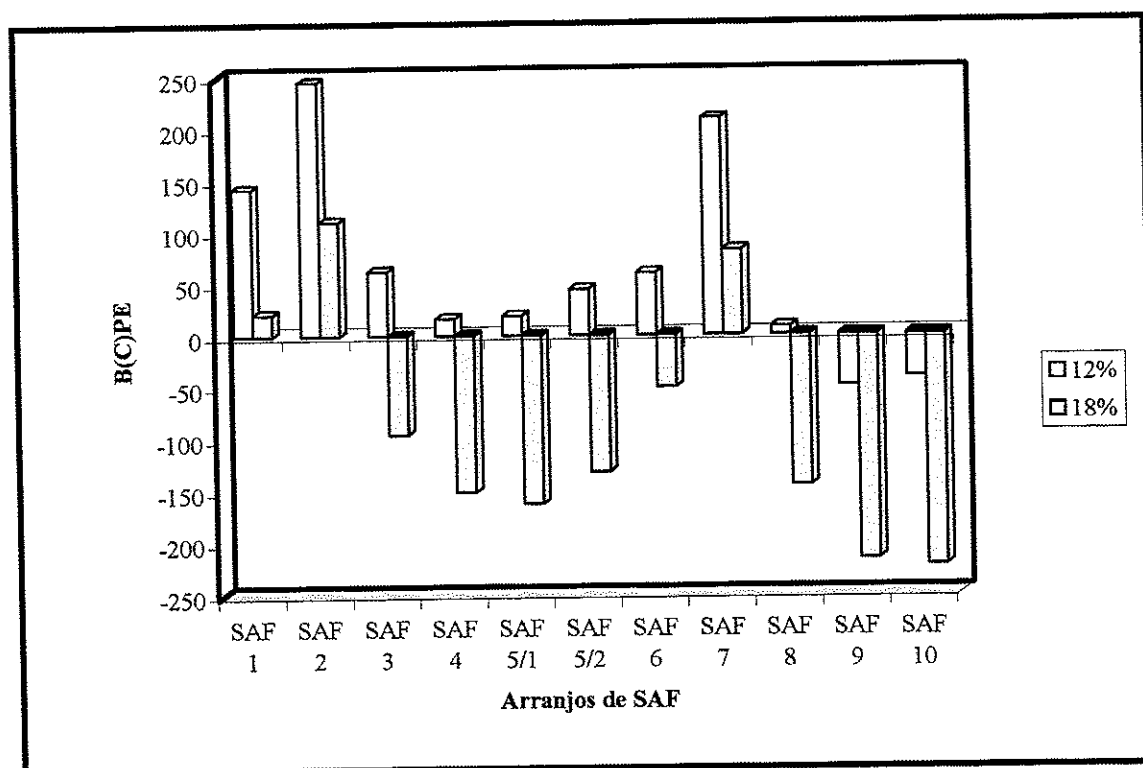


Figura 17: Relação Benefício Custo Periódico Equivalente (B(C)PE) por arranjo de SAF, às taxas de juros 12% a.a. e 18% a.a. em Vazante – MG.

Dubé (1999) encontrou na VM Agro valor de B(C)PE de R\$ 70,01.ha⁻¹.ano⁻¹ para o sistema agrossilvipastoril já referido, à uma taxa de juros de 10% a.a., constatando que traz lucros a empresa.

Em relação a TIR é possível se observar na Tabela 12, que os seu valores são positivos, para o SAF 1, SAF 2 e SAF 7 tanto à 12%a.a. quanto à 18% a.a., do SAF 3 ao SAF 6, além do SAF 8 apenas à taxa de 12% a.a.. Por outro lado, o SAF 9 e o SAF 10 apresentam valores da TIR negativos nas duas taxas utilizadas.

Pela Figura 18, onde os valores estão pareados por duração do sistema para melhor comparação entre eles, se observa, por exemplo, que o arranjo do SAF 1 apresentou maior TIR que o SAF 6, ambos com período de investimento de 3 anos, e o SAF 7 apresentou TIR inferior ao SAF 2, sendo esse o mais indicado para ser investido na empresa se considerado o aspecto econômico.

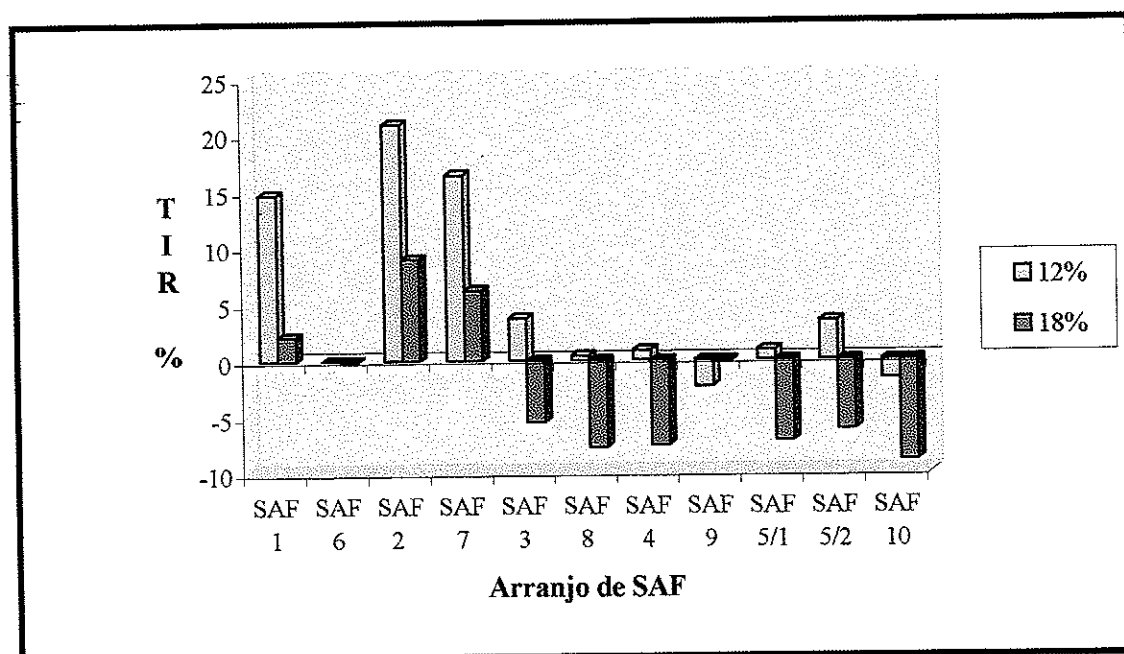


Figura 18: Taxa Interna de Retorno (TIR) para os diferentes arranjos, às taxas de juros de 12% a.a e 18% a.a. em Vazante - MG

Sanguino (2004) fez avaliação econômica de seis diferentes SAF na Amazônia (Tomé-Açu, PA) também utilizando indicadores como VPL, TIR, B/C, além da TIRM (taxa interna de retorno modificada) e pode tirar inúmeras conclusões através deles, como por exemplo, que os valores de TIRM em quatro períodos do SAF 1 (0 a 5, 0 a 8, 0 a 15 e 0 a 25), caracterizado por cupuaçu, pimenta-do-reino, maracujá e mogno,

foram maiores que as taxas de reinvestimentos (12% e 18%a.a.), mostrando viabilidade do sistema.

Vieira et al. (2002), através do VPL aplicado na avaliação preliminar de um SAF na região de Florianópolis – SC pode inferir sobre sua viabilidade econômica num horizonte de 4 anos, obtendo VPL esperado nesse período, de R\$ 1.886,53.

O sistema agrissilvipastoril adotado pela VM Agro, avaliado por Dubé (1999), onde da madeira obtida no sistema, 40% é vendida para serraria e 60% para energia, proporcionou VPL positivo (R\$ 454,74. ha⁻¹) e TIR maior que a taxa mínima de atratividade (TIR=13,49%), portanto concluindo que o empreendimento agroflorestal é viável economicamente.

4.2.2 Valor Esperado da Terra - VET

O Valor Esperado da Terra (VET), utilizado também na avaliação de diversos investimentos em disputa, eliminando o problema da comparação entre projetos com diferentes durações, pode ser visto por arranjo na Tabela 14.

Verifica-se que seus valores não são todos positivos, comportando-se exatamente como nos critérios anteriores, onde o SAF 1, SAF 2 e SAF 7 apresentam valores positivos, do SAF 3 ao SAF 6 e o SAF 8 também são positivos, porém apenas à taxa de 12% a.a. e finalmente o SAF 9 e o SAF 10 apresentam VET negativos nas duas taxas de juros utilizadas, retratando também nesse caso, inviabilidade econômica.

O VET representa a receita líquida que a terra poderá proporcionar a cada período (nesse caso 3, 4 5, 6 ou 7 anos), para cada sistema. Denota-se, por exemplo, que de acordo com o VET para o SAF 2, a empresa poderá pagar, à uma taxa de investimento de 12%a.a., até R\$ 2.043,69 por ha de terra nua para que o mesmo seja viável, valor esse que decresce com a taxa de juros considerada.

Tabela 14: Valor Esperado da Terra (VET) por arranjo, às taxas de juros de 12% a.a. e 18% a.a. em Vazante – MG.

Arranjo de SAF	VET R\$.ha ⁻¹	
	12%	18%
SAF 1	1.180,29	114,36
SAF 2	2.043,69	610,28
SAF 3	517,73	-531,47
SAF 4	135,04	-839,14
SAF 5/1	153,79	-903,94
SAF 5/2	365,92	-734,62
SAF 6	494,41	-282,07
SAF 7	1.737,68	450,05
SAF 8	60,86	-807,10
SAF 9	-414,94	-1.202,67
SAF 10	-341,69	-1.237,53

Fonte: Dados da pesquisa, 2004.

Para o sistema usual da VM Agro, foi encontrado por Dubé (1999), VET igual a R\$ 700,13 a uma taxa de desconto de 10% a.a..

Para o SAF 5/1 que é um sistema com ciclo de corte de 7 anos, foi encontrado VET igual a R\$ 153,79 à taxa de juros de 12% a.a., ou seja, uma margem pequena de investimento e se utilizada a taxa de 18% torna-se inviável economicamente. Para o SAF 5/2 que é uma variação do SAF 5/1, pouca mudança houve, não valendo a pena investir também nesse sistema.

4.3 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

A análise de sensibilidade proporciona uma contribuição na tomada de decisão de um determinado investimento, refletindo o seu comportamento quando sujeito a variações quer sejam nos valores de produção, quer sejam nos preços. Neste trabalho foram variados as receitas e os custos de produção, para os quais são abordadas as consequências, por meio dos indicadores econômicos: VPL, TIR, B/C, B(C)PE e VET.

Na Tabela 15 é fácil detectar o comportamento do VPL, razão B/C e B(C)PE à taxa de juros de 12% a. a. para cada arranjo, quando submetidos à variações de +10% e - 10% nos custos de produção do sistema.

Tabela 15: Resultados do Valor Presente Líquido (VPL), Relação Benefício Custo (B/C) e Benefício Custo Periódico (B(C)PE) à taxa de juros de 12%a.a., por arranjo, com o aumento em 10% e diminuição em 10% nos custos de produção.

Arranjo de SAF	VPL (R\$. ha ⁻¹)			B/C			B(C)PE (R\$. ha ⁻¹)		
	+10%	0%	-10%	+10%	0%	-10%	+10%	0%	-10%
SAF 1	64,46	340,18	616,90	1,02	1,12	1,25	26,42	141,63	256,85
SAF 2	394,38	744,89	1095,39	1,10	1,21	1,35	129,84	245,24	360,64
SAF 3	-155,99	223,96	603,91	0,96	1,06	1,18	-43,27	62,13	167,53
SAF 4	-354,70	66,63	487,95	0,92	1,02	1,13	-86,27	16,21	118,68
SAF 5/1	-347,23	84,22	515,67	0,93	1,02	1,13	-76,08	18,45	112,99
SAF 5/2	-241,94	200,40	642,73	0,95	1,04	1,16	-53,01	43,91	9,92
SAF 6	-125,06	142,50	410,05	0,96	1,05	1,17	-52,07	59,33	170,73
SAF 7	292,01	633,35	974,69	1,08	1,19	1,32	96,14	208,52	320,90
SAF 8	-344,46	26,36	397,11	0,92	1,01	1,12	-95,56	7,30	110,16
SAF 9	-625,15	-204,72	215,71	0,86	0,95	1,06	-152,05	-49,79	52,47
SAF 10	-617,68	-187,13	243,43	0,87	0,96	1,06	-135,35	-41,00	53,34

FONTE: Resultados da pesquisa, 2004.

Verifica-se pela mudança dos valores dos indicadores, que o SAF 1, SAF 2 e SAF 7 suportariam oscilações nos custos de produção, ou seja, com sua elevação ou diminuição em 10%, ainda assim continuariam viáveis economicamente, enquanto que os demais sistemas só aceitariam variações decorrentes da redução desses custos. Por exemplo, para um investidor pessimista do SAF 1, comprova-se que o mesmo ainda terá ganho de R\$ 64,46.ha⁻¹ apesar dos aumentos em 10% nos custos.

Ao se analisar o B/C na tabela anterior, se denota que, com 10% a mais nos custos, o arranjo tomado como exemplo apresentou valor de 1,02, considerado aceitável para essa razão. O mesmo aconteceu no SAF 2 e SAF 7, cujos valores de 1,10 e 1,08 respectivamente, também caracterizam viabilidade para os sistemas. O mesmo não aconteceu com os demais sistemas, percebendo-se que com o referido acréscimo nos custos, passarão a ter prejuízos.

Em relação ao critério B(C)PE o comportamento foi semelhante aos acima referidos, isto é, para o SAF 2 por exemplo, verifica-se que ainda que haja um aumento

nos custos em 10% o valor encontrado de R\$ 129,84 demonstra que haverá lucro anual durante toda a sua vida útil que nesse caso é de 4 anos.

Pela Tabela 16, pode-se observar a viabilidade dos arranjos de sistema, quando sujeitos a acréscimos ou decréscimos de custos em 10%, através do indicador econômico TIR e do VET a taxa de 12% a.a.. É demonstrado pelo TIR que os sistemas estudados não suportariam aumentos nos custos em 10%, apresentando valores abaixo da taxa de juros a longo prazo de 12%.

Tabela 16: Resultados de Valor Esperado da Terra (VET) e Taxa Interna de Retorno (TIR) à taxa de juros de 12% a.a., por arranjo, com o aumento em 10% e diminuição em 10% nos custos de produção.

Arranjo de SAF	VET R\$.ha ⁻¹			TIR %		
	+10%	0%	-10%	+10%	0%	-10%
SAF 1	220,18	1.180,29	2.140,39	2,31	14,68	33,19
SAF 2	1.082,04	2.043,69	3.005,34	9,34	20,89	38,39
SAF 3	-360,62	517,73	1.396,08	-2,23	3,68	11,73
SAF 4	-718,93	135,04	989,02	-3,94	0,85	7,15
SAF 5/1	-634,03	153,79	941,61	-3,03	0,83	5,86
SAF 5/2	-441,77	365,92	1.173,61	-1,23	3,38	9,92
SAF 6	-433,90	494,41	1.422,71	-0,04	0,06	0,20
SAF 7	801,18	1.737,68	2.674,19	6,50	16,39	30,61
SAF 8	-796,30	60,86	918,02	-4,62	0,40	6,92
SAF 9	-718,93	-414,94	-437,22	-6,33	-2,30	2,75
SAF 10	-1.127,88	-341,69	444,50	-4,95	-1,66	2,44

FONTE: Resultados da pesquisa, 2004.

Em relação a redução dos custos em 10% alguns dos sistemas avaliados se mostraram satisfatórios.

Ao se praticar juros de 18% a.a. sobre os indicadores econômicos, o aumento 10% nos custos de produção torna inviável qualquer um dos sistemas avaliados. As Tabelas 17 e 18 apresentam o comportamento dos mesmos em relação aos critérios acima referidos. Quando esses custos são diminuídos em 10%, apenas alguns deles demonstram viabilidade econômica.

Tabela 17: Resultados do Valor Presente Líquido (VPL), Relação Benefício Custo (B/C) e Benefício Custo Periódico (B(C)PE) à taxa de juros de 18%a.a., por arranjo, com o aumento em 10% e diminuição em 10% nos custos de produção.

Arranjo de SAF	VPL (R\$. ha ⁻¹)			B/C			B(C)PE (R\$. ha ⁻¹)		
	+10%	0%	-10%	+10%	0%	-10%	+10%	0%	-10%
SAF 1	-238,34	44,76	327,85	0,92	1,02	1,25	-109,62	20,58	150,79
SAF 2	-56,08	295,50	647,09	0,99	1,08	1,20	-20,85	109,85	240,55
SAF 3	-676,36	-299,16	78,03	0,84	0,92	1,02	-216,28	-95,67	24,95
SAF 4	-939,45	-528,30	-117,14	0,79	0,87	0,97	-268,60	-151,05	-33,49
SAF 5/1	-1.040,49	-620,17	-199,84	0,78	0,85	0,95	-272,99	-162,71	-52,43
SAF5/2	-935,21	-504,00	-72,80	0,80	0,88	0,98	-245,36	-132,23	-19,10
SAF 6	-381,55	-110,39	160,76	0,87	0,96	1,07	-175,48	-50,77	73,94
SAF 7	-121,73	217,92	557,57	0,97	1,06	1,18	-45,25	81,01	207,27
SAF 8	819,56	-454,31	-89,06	0,80	0,88	0,97	-262,08	-145,28	-28,48
SAF 9	-1.164,64	-757,16	-349,69	0,74	0,81	0,91	-332,98	-216,48	-99,98
SAF 10	-1.265,69	-249,04	-432,39	0,72	0,80	0,88	-332,07	-222,76	-113,44

FONTE: Resultados da pesquisa, 2004.

Tabela 18: Resultados de Taxa Interna de Retorno (TIR) e Valor Esperado da Terra (VET) à taxa de juros de 18% a.a., por arranjo, com o aumento em 10% e diminuição em 10% nos custos de produção.

Arranjo de SAF	TIR % a.a.			VET R\$.ha ⁻¹		
	+10%	0%	-10%	+10%	0%	-10%
SAF 1	-9,08	2,11	18,40	-609,00	114,36	837,71
SAF 2	-1,42	8,87	24,24	-115,83	610,28	1.336,38
SAF 3	-10,72	-5,42	1,67	-1.201,58	-531,47	138,63
SAF 4	-11,86	-7,54	-1,95	-1.492,21	-839,14	-186,07
SAF 5/1	*	-7,12	-2,66	-1.516,59	-903,94	-291,29
SAF 5/2	*	-6,14	-1,06	-1.363,13	-734,62	-106,11
SAF 6	-0,14	-0,05	0,08	-974,91	-282,07	410,77
SAF 7	-2,95	6,14	19,09	-251,39	450,05	1.151,49
SAF 8	-12,34	-7,70	-1,75	-1.455,99	-807,10	-158,21
SAF 9	*	-0,1	-0,05	-1.849,91	-1.202,67	-555,43
SAF 10	*	-8,91	-5,14	-1.844,83	-1.237,53	-630,23

FONTE: Resultados da pesquisa, 2004.

* valor muito baixo

Quando se manipula os resultados das receitas, aumentando ou diminuindo em 10%, pelos valores de VPL, B/C, B(C)PE, TIR e VET à taxa de 12%, observa-se nas

Tabelas 19 e 20 que há um favorecimento para o SAF 1, SAF 2 e SAF 7, o que não acontece para os demais sistemas, que suportam apenas acréscimo nas receitas.

Tabela 19: Resultados do Valor Presente Líquido (VPL), Relação Benefício Custo (B/C) e Benefício Custo Periódico (B(C)PE) à taxa de juros de 12%a.a., por arranjo, com o aumento em 10% e diminuição em 10% nas receitas

Arranjo de SAF	VPL (R\$. ha ⁻¹)			B/C			B(C)PE (R\$. ha ⁻¹)		
	+10%	0%	-10%	+10%	0%	-10%	+10%	0%	-10%
SAF 1	650,92	340,18	29,44	1,24	1,12	1,01	271,01	141,63	12,26
SAF 2	1.169,88	744,89	319,89	1,33	1,21	1,09	385,17	245,24	105,32
SAF 3	625,30	223,96	-178,39	1,16	1,06	0,95	173,74	62,13	-49,49
SAF 4	494,61	66,63	-361,36	1,12	1,02	0,91	120,30	16,21	-87,89
SAF 5/1	524,10	84,22	-355,65	1,12	1,02	0,92	114,84	18,45	-77,93
SAF 5/2	662,77	200,40	-261,98	1,15	1,04	0,94	145,22	43,91	-57,40
SAF 6	424,30	142,50	-139,31	1,16	1,05	0,95	176,66	59,33	-58,00
SAF 7	1.038,03	633,35	228,68	1,30	1,19	1,07	341,76	208,52	75,29
SAF 8	399,74	26,36	-347,09	1,11	1,01	0,91	110,89	7,30	-96,29
SAF 9	195,24	-204,72	-604,68	1,05	0,95	0,86	47,49	-49,79	-147,07
SAF 10	224,72	-187,13	-598,97	1,05	0,96	0,86	-49,24	-41,00	-1.093,71

FONTE: Resultados da pesquisa, 2004.

Tabela 20: Resultados de Valor Esperado da Terra (VET) e Taxa Interna de Retorno (TIR) à taxa de juros de 12% a.a., por arranjo, com o aumento em 10% e diminuição em 10% nas receitas.

Arranjo de SAF	VET RS.ha ⁻¹			TIR RS.ha ⁻¹		
	+10%	0%	-10%	+10%	0%	-10%
SAF 1	2.258,42	1.180,29	102,14	31,11	14,68	1,17
SAF 2	3.209,71	2.043,69	105,32	36,41	20,89	8,28
SAF 3	1.447,86	517,73	-412,39	10,88	3,68	-2,79
SAF 4	1.002,52	135,04	-732,44	6,50	0,85	-4,40
SAF 5/1	956,99	153,79	-649,41	5,34	0,83	-3,41
SAF 5/2	1.210,21	365,92	-478,37	7,34	3,38	-2,61
SAF 6	1.472,15	494,41	-483,34	0,18	0,06	-0,05
SAF 7	2.847,96	1.737,68	627,41	29,05	16,39	5,57
SAF 8	924,11	60,86	-802,39	6,24	0,40	-5,12
SAF 9	395,73	-414,94	-1.225,61	2,24	-2,30	-6,73
SAF 10	410,33	-341,69	-1.093,71	2,02	-1,66	-5,28

FONTE: Resultados da pesquisa, 2004.

Ao se tratar desses critérios à taxa de 18%, a redução das receitas em 10% é prejudicial à todos os sistemas avaliados, como visto nas Tabelas 21 e 22.

Tabela 21: Resultados do Valor Presente Líquido (VPL), Relação Benefício Custo (B/C) e Benefício Custo Periódico (B(C)PE) à taxa de juros de 18%a.a., por arranjo, com o aumento em 10% e diminuição em 10% nas receitas.

Arranjo de SAF	VPL (R\$. ha ⁻¹)			B/C			B(C)PE (R\$. ha ⁻¹)		
	+10%	0%	-10%	+10%	0%	-10%	+10%	0%	-10%
SAF 1	332,33	44,76	-242,82	1,12	1,02	0,91	152,85	20,58	-111,68
SAF 2	676,64	295,50	-85,63	1,19	1,08	0,98	251,53	109,85	-31,83
SAF 3	48,12	-299,16	-646,44	1,01	0,92	0,83	15,39	-95,67	-206,72
SAF 4	-169,97	-528,30	-886,62	0,96	0,87	0,78	-48,60	-151,05	-253,49
SAF 5/1	-261,86	-620,17	-978,47	0,94	0,85	0,77	-68,70	-162,71	-256,71
SAF5/2	-123,20	-504,00	-884,81	0,97	0,88	0,80	-32,32	-132,23	-232,14
SAF 6	149,73	-110,39	-370,00	1,06	0,96	0,86	68,86	-50,77	-170,41
SAF 7	579,36	217,92	-143,52	1,17	1,06	0,96	215,37	81,01	-53,35
SAF 8	-134,49	-454,31	-774,13	0,96	0,88	0,79	-43,01	-145,28	-247,55
SAF 9	-425,40	-757,16	-1.088,93	0,90	0,81	0,73	-121,62	-216,48	-311,34
SAF 10	-261,86	-249,04	-1.180,79	0,94	0,80	0,72	-68,70	-222,76	-309,79

FONTE: Resultados da pesquisa, 2004.

Tabela 22: Resultados de Taxa Interna de Retorno (TIR) e Valor Esperado da Terra (VET) à taxa de juros de 18% a.a., por arranjo, com o aumento em 10% e diminuição em 10% nas receitas.

Arranjo de SAF	TIR % a.a.			VET R\$.ha ⁻¹		
	+10%	0%	-10%	+10%	0%	-10%
SAF 1	16,66	2,11	-10,01	849,15	114,36	-620,43
SAF 2	22,51	8,87	-2,38	13,97,41	610,28	-176,85
SAF 3	0,92	-5,42	-11,23	85,48	-531,47	-1.148,43
SAF 4	-2,54	-7,54	-12,29	-269,98	-839,14	-1.408,30
SAF 5/1	-3,12	-7,12	*	-381,68	-903,94	-1.426,19
SAF 5/2	-1,59	-6,14	*	-179,57	-734,62	-1.289,67
SAF 6	0,07	-0,05	-0,15	382,57	-282,07	-946,70
SAF 7	17,67	6,14	-3,81	1.196,50	450,05	-296,39
SAF 8	-2,36	-7,70	-12,80	-238,92	-807,10	-1.375,28
SAF 9	-0,06	-0,1	*	-675,69	-1.202,67	-1.729,64
SAF 10	-5,52	-8,91	*	753,99	-1.237,53	1.721,08

FONTE: Resultados da pesquisa, 2004.

* valor muito baixo

Em resumo, dos arranjos estudados, a viabilidade econômica é visível principalmente no SAF 1, SAF 2 e SAF 7 e isso foi possível não só devido ao desempenho do componente arbóreo que teve papel importante tanto no acúmulo de biomassa, quanto na proteção (eucacerca), mas também devido aos demais componentes como arroz, soja e girassol, cujas receitas favoreceram positivamente os fluxos de caixa.

O eucalipto (*Eucalyptus* sp) compõe a maior receita em todos os arranjos apresentados e mesmo sendo indicada toda sua biomassa de tronco para produção de cavaco, cujo preço de mercado é menor que para outras utilidades, não é o componente que torna negativo os fluxos de caixa.

O arroz (*Oriza sativa*) presente em alguns sistemas, além de adicionar receitas, minimizando os custos de implantação do eucalipto, pode ser uma alternativa para a melhoria das propriedades físicas e químicas do solo, preparando-o para as culturas subsequentes.

O componente animal apresentou-se nos sistemas, como responsável pelo acréscimo de renda e como nos sistemas mais importantes esse componente não existe, se entende que os custos de implantação e manutenção para o gado não compensam, haja vista as receitas obtidas com a venda da carne, não serem tão expressivas.

A soja (*Glycine max*) é uma cultura que apesar de não oferecer tão boa produtividade como nos monocultivos, é uma atividade interessante, pelo seu valor no mercado consumidor, apresentando alto retorno de seu investimento na maioria dos arranjos.

Para a produção de óleo bruto de soja para biodiesel, é possível dispor em sistemas agroflorestais de no máximo 268,8 kg.ha⁻¹ de óleo bruto, que ao ser transesterificado, transformar-se-á em biodiesel. Segundo Costa et al (2003) que cita que o custo médio de biodiesel de soja é de US\$ 0,4714¹⁶ (R\$ 1,34/litro), a sua utilização poderá vir a ser economicamente viável, se for considerada pela empresa uma receita advinda da comercialização dos créditos de carbono.

O girassol é uma cultura que promove a obtenção de até no máximo 400 kg.ha⁻¹ de óleo bruto para biodiesel nos sistemas estudados. Se considerados aqui, além do custo da produção do grão, o de extração do óleo, resultará em um custo líquido do produto de R\$ 0,73/litro, ou seja, um custo de R\$ 292,00. ha⁻¹. Ao ser adicionado a isso o custo para a transesterificação do óleo bruto, o valor do biodiesel

¹⁶ US\$1 = R\$ 2,853 (outubro/2004).

ficará em média R\$ 1,27.l⁻¹, o que não competiria com o diesel fóssil que tem custo de venda em média US\$ 0,24.l⁻¹ nas refinarias.

Muitos entraves devem ainda ser superados, para que o biodiesel seja economicamente viável, como, por exemplo, a carga tributária, assim como a necessidade de concessão de igual tratamento proporcionado ao Proálcool (nos anos 75/80), com a outorga de financiamento à produção agrícola e industrial.

Em síntese, se o biodiesel for utilizado mesmo em pequenas proporções em misturas, como já decretado em lei pelo governo, a obrigatoriedade do combustível B2 (2% de biodiesel ao diesel fóssil), a melhoria proporcionada ao ambiente, com a redução da emissão dos gases nocivos e do volume de gás carbônico da atmosfera, já é o suficiente para justificar a sua utilização, suposição essa que carece de muita pesquisa. Além disso, a geração de emprego e renda e inclusão social (a maior parte da matéria-prima produzida por pequenos produtores) são justificativas plausíveis para que se dê importância para o assunto Biodiesel.

4.4 RELAÇÃO ENTRE PRODUÇÃO DAS CULTURAS SOJA E GIRASSOL (t.ha⁻¹) E CUSTO FINAL DE PRODUÇÃO (R\$.l⁻¹) PARA OS DIFERENTES SAF ESTUDADOS.

Um dos propósitos desse trabalho foi avaliar o custo final de produção de grãos e de óleo de soja e girassol para biodiesel em cada arranjo de SAF estudado, tornando-se difícil a execução dessa tarefa, já que não se dispõe de informações nesse sentido, porém, é possível se ter uma resposta preliminar, que poderá auxiliar nas inferências em futuros trabalhos que tratem da produção de biodiesel em SAF.

A Tabela 23 apresenta os resultados encontrados da relação entre produção de grãos e de óleo bruto para biodiesel, bem como dos custos de produção das culturas agrícolas soja e girassol, nos diferentes sistemas agroflorestais estudados, onde se verificou que através da produção de grãos em t.ha⁻¹ de cada cultura e do custo para sua produção (R\$.ha⁻¹), o SAF 1 apresentou um custo bruto de produção para a soja de R\$ 2,13 por litro e um custo líquido de produção de R\$ 0,52 por litro, considerando as amortizações feitas com as receitas líquidas atualizadas (à juros de 12% a.a.), obtidas com o arroz e o eucalipto (R\$ 137,72 e R\$ 295,06 respectivamente) do fluxo de caixa do sistema (sem considerar os custos de extração e transesterificação do óleo). Isso significa que o litro de biodiesel de soja nesse ponto poderá ser vendido por no mínimo

R\$ 0,52 o litro, para que seja garantida a economicidade do sistema. Esse alto valor se deve ao alto custo de produção da soja, a qual não apresenta boa relação com a produção de óleo. No caso do SAF 2 o valor do custo líquido de produção do óleo de soja, ficou em R\$ 0,48 o litro, ou seja, apenas 7,69% mais barato que o do SAF 1, e embora apresente maior custo referente a duas safras de soja, a receita líquida com a venda da madeira amenizou o custo final do óleo.

Vale ressaltar, que quando o custo final de produção do óleo não é considerado nesses dois arranjos (SAF 1 e SAF 2), através dos critérios econômicos, os mesmos demonstram viabilidade econômica, já discutida anteriormente.

Ao se avaliar o SAF 3, se percebe que o custo do óleo de soja foi totalmente amortizado pelos demais produtos do sistema (arroz, carne e madeira), principalmente pela biomassa de eucalipto que aos cinco anos, proporcionou uma receita líquida atualizada (à 12% a.a.) por hectare de R\$ 1.966,95. Fato semelhante ocorreu com o SAF 3 e SAF 4 que tiveram biomassa formada por cinco e seis anos que proporcionaram receitas atualizadas de R\$ 1.966,95 e R\$ 2.120,02 respectivamente, garantindo amortização total do óleo produzido nesses sistemas.

Em relação ao SAF 5/1 e SAF 5/2 que tiveram desenvolvimento de biomassa de eucalipto por sete anos, proporcionaram com as amortizações, custos finais de R\$ 0,11 e R\$ 1,33 respectivamente, sendo esse último um valor considerado inviável para produção de biodiesel, o que demonstra que não compensou a introdução de nova safra da cultura da soja no sistema.

O SAF 7 que apresenta produção de óleo de soja e girassol terá um custo final de R\$ 0,32 quando amortizado com a venda do arroz e da madeira, indicando que se houvesse apenas uma safra de girassol no sistema, o custo final seria bem menor. É o caso do SAF 8, que detêm apenas a cultura do girassol, teve comportamento semelhante ao do SAF 3 e SAF 4, os quais têm os custos de produção do óleo para biodiesel sistemas completamente amortizados, ou seja, os lucros obtidos pela venda dos produtos arroz, carne e madeira foram superiores aos custos de produção da matéria-prima para obtenção dos óleos de soja e girassol.

O SAF 6, SAF 7, SAF 9 e SAF 10 que também contêm girassol como componente agrícola, apresentam custo final de produção de óleo com as amortizações de R\$ 0,20, R\$ 0,32, R\$ 0,32 e R\$ 0,64 respectivamente. O SAF 9, no qual foi introduzida além da cultura do arroz, uma safra de soja e outra de girassol, não

compensaria sobrecarregar o solo com várias culturas na tentativa de aumentar a produção, já que em outras situações de SAF apresentadas, os resultados finais foram mais satisfatórios (SAF 3, SAF 4 e SAF 8).

Tabela 23: Relação da produção de grãos para óleo bruto para biodiesel e custos de produção das culturas agrícolas soja e girassol nos diferentes Sistemas Agroflorestais testados para Vazante - MG

Sistemas SAF	Culturas Agrícolas	Prod. Grãos t.ha ⁻¹	Custo Prod. R\$. ha ⁻¹	Prod. Biod. litro.ha ⁻¹	Custo Bruto R\$.litro ⁻¹	Amortizações - R\$. ha ⁻¹			Custo Final Prod.Grãos R\$. ha ⁻¹	Custo Final* Produção R\$.litro ⁻¹
						Arroz	Carne	Madeira		
SAF 1	Soja	1,68	572,42	268,80	2,13	137,72	-	295,06	(+)139,64	(+)0,52
SAF 2	Soja	3,18	1.083,51	508,80	2,13	137,72	-	701,91	(+)243,88	(+)0,48
SAF 3	Soja	1,68	572,42	268,80	2,13	137,72	(-)478,91	1.047,50	(-)46,76	(-)0,17
SAF 4	Soja	1,68	572,42	268,80	2,13	137,72	(-)700,82	1.279,75	(-)144,23	(-)0,54
SAF 5/1	Soja	1,68	572,42	268,80	2,13	137,72	(-)641,87	1.047,50	(+)29,07	(+)0,11
SAF 5/2	Soja	3,18	1.083,51	508,80	2,13	-	(-)641,87	1.047,50	(+)677,01	(+)1,33
SAF 6	Girassol	1,50	553,57	600,00	0,92	137,72	-	295,06	(+)120,79	(+)0,20
SAF 7	Soja Girassol	1,68 1,50	572,42 553,57	268,80 600,00	2,13 0,92	137,72	-	701,91	(-)267,21	(-)0,99
SAF 8	Girassol	1,50	553,57	600,00	0,92	137,72	(-)478,91	1.047,50	(-)152,74	(-)0,25
SAF 9	Girassol	1,50	553,57	600,00	0,92	137,72	(-)700,82	1.279,75	(+)205,15	(+)0,32
SAF 10	Girassol	3,00	1173,57	1.200,00	0,98	-	(-)641,87	1047,50	(+)767,94	(+)0,64

* Relação Grãos/Óleo para Biodiesel:

Soja - 1000 kg/160 l (16%) - Fonte: Agenda do Produtor Rural (2004).

Girassol - 1000 kg/400 l (40%) - Fonte: Biocombustível (2004).

* Os custos finais se referem apenas à produção de grãos, convertidos para óleo bruto, não sendo incluídos os custos de beneficiamento e industrialização.

SAF 5/1 - sistema com ciclo de corte de quatro anos com uma safra de arroz e outra de soja.

SAF 5/2 - sistema com ciclo de corte de quatro anos com 2 safras de soja.

A Figura 19 ilustra os SAF que apresentaram seus custos de produção de óleo de soja e de girassol completamente amortizados pelas receitas dos produtos arroz, carne e madeira (SAF 3, SAF 4 e SAF 8) e aqueles não totalmente amortizados (SAF 1, SAF 2, SAF 5/1, SAF 5/2, SAF 6, SAF 7, SAF 9 e SAF 10).

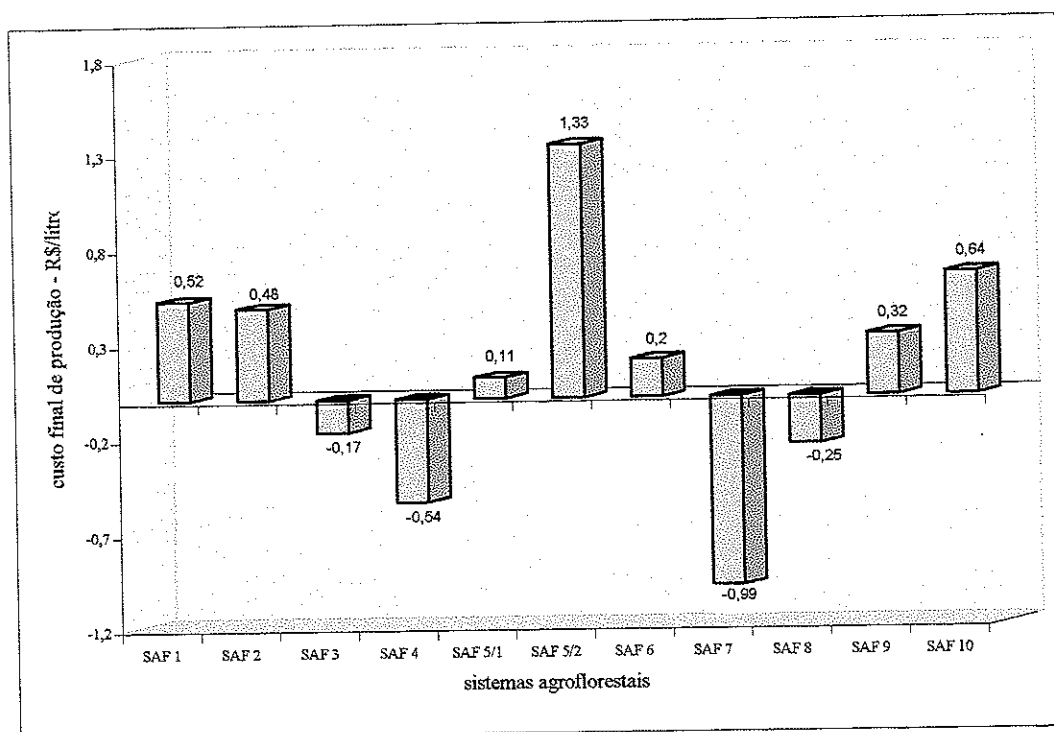


Figura 19: Distribuição dos custos de produção de óleo de soja e de girassol (R\$.l⁻¹) nos diferentes SAF estudados em Vazante –MG.

Vale ressaltar que, hoje os preços finais por litro do biodiesel de soja e girassol já referidos anteriormente (R\$ 1,34 e R\$ 1,27 respectivamente) são altos em relação ao diesel fóssil, porém, se além da questão da redução dos tributos pelo governo, forem tomadas medidas que busquem minimizar os custos de extração do óleo e transesterificação, somando-se a isso, a inserção da glicerina (resíduo) no mercado consumidor como catalisador de recursos financeiros à cadeia produtiva do biodiesel, esses preços tenderão a cair e se tornarem baixos se for envolvida a questão ambiental, já discutida.

5 CONCLUSÕES

Neste estudo, analisou-se a viabilidade de uso de sistemas agroflorestais, visando principalmente a produção de biomassa de *Eucalyptus* sp para produção de energia e produção de oleaginosas, soja e girassol, como matéria-prima para biodiesel. De acordo com os resultados obtidos, concluiu-se:

1. Todos os arranjos de SAF estudados apresentaram custos e receitas crescentes proporcionais à sua duração ou rotação do eucalipto (3 a 7 anos) e em função de seus componentes (arroz, soja e girassol e animal no pasto).
2. Os arranjos de sistemas agroflorestais estudados, apresentaram fluxos de caixa com saldos positivos do SAF 1 ao SAF 8, o que significa que essa modalidade de uso alternativo do solo em Vazante-MG pode ser aplicada com lucratividade, à taxa de juros de 12% a.a.
3. Na análise dos sistemas agroflorestais estudados, através dos critérios econômicos VPL, obtiveram: VPL positivos nas taxas de juros de 12% a.a. e 18% a.a no SAF 1, SAF 2 e SAF 7; VPL positivos apenas à taxa de 12% a.a. do SAF 3 ao SAF 6, mais o SAF 8 e finalmente VPL negativos nas duas taxas citadas no SAF 9 e SAF 10.
4. Quanto aos critérios TIR, B/C, B(C)PE e VET os resultados foram semelhantes em relação às taxas de 12% a.a. e 18% a.a., ou seja, TIR maior que a taxa mínima de atratividade, razões B/C maiores que a unidade, B(C)PE positivos; e) VET positivos, nas mesmas situações do critério anterior, concluindo-se que principalmente o SAF 1, SAF 2 e SAF 7 podem

ser utilizados como sistemas de produção viável economicamente para produção de energia, grãos para alimento, não se levando em consideração a relação custo dos grãos/produção de óleo para biodiesel, garantindo o retorno financeiro do investimento.

5. Pela relação custo dos grãos/produção de óleo, o SAF 3, SAF 4 e SAF 8 mostraram-se economicamente viáveis pelas amortizações através das receitas dos componentes arroz, carne e madeira, dos custos de produção do óleo, sem a transesterificação.
6. O componente florestal (eucalipto) para produção de biomassa florestal para energia foi fundamental para que alguns sistemas indicassem viabilidade econômica.
7. O componente animal (gado bovino) nos SAF em que foi introduzido, apresentou receitas inferiores aos custos de produção, em razão dos ciclos dos sistemas (5, 6 e 7 anos), não serem suficientes para garantir a amortização dos investimentos iniciais de infra-estrutura. Assim, espera-se uma lucratividade desse componente em sistemas que apresentem ciclos de produção mais longos.

REFERÊNCIAS

- ABOISSA ÓLEOS VEGETAIS. Internet: <http://www.aboissagirassol.com.br>. Acessado em 2004.
- AMBIENTE BRASIL. 2004. Internet: <http://www.ambientebrasil.com.br>. Acessado em 12/10/2004
- ANDRADE, C. M. S. de. Estudo de um sistema agrissilvipastoril, constituído por *Eucalyptus urophylla* S.T. Brack e *Panicum maximum* Jacq cv. Tanzânia 1, na região dos Cerrados de Minas Gerais, Brasil. UFV. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa. MG. 2000. 102p.
- ANDRADE, E. B. Jornal da Cana. 2002 - série II - ano IX - nº 100. Internet: http://www.dabdoub-labs.com.br/uso_do_biodiesel_estrategica_brasil.htm. Acessado em 18/05/2004.
- ASSIS Jr., S. L. de. Sistemas Agroflorestais *Versus* Monoculturas: Coleóptera, Scarabaeidae e Microbiota do Solo como Bioindicadores de Sustentabilidade. Viçosa, UFV, 2000. 70p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- BARROS, A. V. de; OHASHI, S. T.; SILVA, P.T.E. da; KATO, O. R.; BRIENZA JÚNIOR, S.; YARED, J. A. G. Componentes e arranjos em sistemas agroflorestais praticados por agricultores no município de Tomé-Açu - Pará. Universidade Rural da Amazônia - UFRA. In. IV Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais. Ilhéus - BA. 2002.
- BIODIVERSIDADE, Informativo on line - <http://www.biodiversidade.com>. Acessado em 10/2004.
- BRIENZA JÚNIOR, S. Biomass Dynamics of Fallow Vegetation Enriched with Leguminous Trees in the Eastern Amazon of Brazil. Göttingen: GAUG. 1999. 133p. Tese (Doutorado em Ciência da Agricultura) - George August University of Göttingen, 1999.
- CAIXETA FILHO, J. V. A utilização de modelagem pelas empresas florestais. *Silvicultura*, n.52, p.18-20, nov./dez., 1993.
- CATI. Óleo Vegetal como Combustível. <http://www.cati.sp.go.br>. Acessado em 13/04/2004.

CAVASIN Jr, C. P. A Cultura do Girassol. – Guaíba: Agropecuária, 2001. 69p.

CHICHORRO, J. F.; REZENDE, J. L. P. Análise econômica da fertilização florestal. Viçosa: UFV, 1998. 82p.: il. (Cadernos didáticos, 30)

CORDEIRO, I. M. C. C. Performance diferencial de crescimento da espécie *Schizolobium amazonicum* Huber (Ducke) em sítios degradados sob diferentes regimes de preparação de área na microrregião do Guamá, Aurora do Pará, Pará. Belém, UFRA. 50p. 1999. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, 1999.

COSTA, A. O. da.; OLIVEIRA, L. B.; HENRIQUES, R. M. Análise de Viabilidade Econômica da Produção e Uso do Biodiesel no Brasil. In: Encontro Bienal da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, 5, 2003. Caxias do Sul, RS: NEPAM/UNICAMP. 2004. 16p.

COUTO, L.; BARROS, N. F. de, REZENDE, G. C. Interplanting soybean with eucalypt as a 2-tier agroforestry venture in southeastern Brazil. *Aust. For. Research.* v.12, p.329-332, 1982.

COUTO, L.; DANIEL, O.; GARCIA, R. BOWERS, W. DUBÉ, F. Sistemas agroflorestais com eucaliptos no Brasil: uma visão geral. Viçosa: SIF, 1998. 49p. (Documento SIF, 17).

COUTO, L.; MÜLLER, M. D.; TSUKAMOTO FILHO, A. A. Florestas plantadas para energia: aspectos técnicos, sócio-econômicos e ambientais. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2000.

COUTO, L.C., COUTO, L., WATZLAWICK, L. F., CÂMARA, D. Vias de valorização energética da biomassa. **BIOMASSA & ENERGIA/** Rede Nacional de Biomassa para Energia – Vol. 1, n. 1 (2004). Viçosa: RENABIO: UFV; p.71-92, 2004.

CRIAR E PLANTAR. Agricultura Soja. <http://criareplantar.com.br>. Acessado em 2004.

CRIAR E PLANTAR. Agricultura Girassol. <http://criareplantar.com.br>. Acessado em 2004.

CRUZ C. R., LIMA, J. T. MUNIZ, G. I. B. de. Variações dentro das árvores e entre clones das propriedades físicas e mecânicas da madeira de híbridos de Eucalyptus. *Scientia Forestalis*. IPEF. n°. 64, p.33-47. dez, 2003.

CRUZ, P. T. A.; NOGUEIRA, M. F. M. Oportunidades para o desenvolvimento da biomassa energética no Brasil. **BIOMASSA & ENERGIA/** Rede Nacional de Biomassa para Energia – Vol. 1, n. 1 (2004). Viçosa: RENABIO: UFV; p.37-44, 2004.

CRUZ, P. T. A.; NOGUEIRA, M. F. M. Oportunidades para o desenvolvimento da biomassa energética no Brasil. *Revista da Madeira*. N°. 82. Julho de 2004.

- DANIEL, O. **Definição de Indicadores de Sustentabilidade para Sistemas Agroflorestais**. Viçosa, UFV, 2000. 112p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- DOSSA, D. **A decisão econômica num sistema agroflorestal**. Colombo: Embrapa Floresta, 2000. 24p. (Embrapa Florestas. Circular Técnica, 39).
- DOSSA, D.; CONTO, A.; RODIGHERI, H.; HOEFLICH, V. **Aplicativo com análise de rentabilidade para sistemas de florestas cultivadas e de grãos**. Curitiba: EMBRAPA - CNPF, 1998.
- DOSSA, D.; CONTO, A.; RODIGHERI, H.; HOEFLICH, V. **Análise de rentabilidade de cultivos agrícolas e reflorestamento: um aplicativo de fácil uso**. Cap. 18. p. 333-351. **Reflorestamentos de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais / organizado por Paulo Mendes Galvão**. – Brasília: Embrapa Comunicação para transferência de Tecnologia; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2000. 351p.; il.
- DUBÊ, F. **Estudos Técnicos e Econômicos de Sistemas Agroflorestais com *Eucalyptus* sp. no Noroeste do Estado de Minas Gerais: O caso da Companhia Mineira de Metais**. Viçosa, UFV, 1999. 146p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- DUBÊ, F., COUTO, L., GARCIA, R., ARAÚJO, G.A. A., LEITE, H., SILVA, M.L. Avaliação econômica de um sistema agroflorestal com *Eucalyptus* sp. no noroeste de Minas Gerais: o caso da Companhia Mineira de Metais. **Revista Árvore**, v.42, n.4, p.437-443, 2000.
- DUBOIS, J. C. L. **Manual Agroflorestal para a Amazônia**. Rio de Janeiro: REBRAF, 1996. v. 1, 228 p.
- ELO. CMM expande produção de zinco em sua mina subterrânea de Vazante. Ano 5. Nº. 19. 2004. pg 18-21.
- EMBRAPA SOJA. **Cultivares de Soja 2000/2001**. /Embrapa Soja. – Londrina: Embrapa Soja, 2000. 48p. – (Documentos / Embrapa Soja)
- FASSBENDER H. W. **Modelos edafológicos de sistemas agroflorestais**. Centro Agronômico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica, 1993.
- FERGUSON, C. E. **Microeconomia**. Tradução de Almir Guilherme Barbassa e Antonio Pessoa Brandão. Forense Universitária. Rio de Janeiro. 1988. p. 408-427.

FERNANDES, E.N., SILVA, C.A.B., COUTO, L. **Sistema especialista para planejamento e desenho de sistemas agroflorestais**. pp. 337-343. 1994. In., L.J. MONTOYA, L.; MEDRADO, M.J.S. (eds.), I Congresso Brasileiro sobre Sistemas Agroflorestais nos países do Mercosul. Vol.2: Trabalhos Voluntários. Embrapa. Centro Nacional de pesquisa de Florestas(CNP Florestas), Colombo. 1994.

FERRARI, R. A., OLIVEIRA, V. S., SCABIO, A., BARCARO, P., SOUZA, W. L. Biodiesel etílico de óleo de soja e girassol. **BIOMASSA & ENERGIA/ Rede Nacional de Biomassa para Energia** – Vol. 1, nº. 3 (2004). Viçosa: RENABIO: UFV; p.265 - 271, 2004.

FERREIRA NETO, P. S. **Comportamento Inicial do *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden em Plantio Consorciado com Leguminosas na Região do Médio Rio Doce, Minas Gerais**. Viçosa, UFV, 1994. 92p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, 1994.

FRANCO, M. Eucalipto e boi fazem boa dobradinha. **DBO Rural**, v.17, n.2113, p.68-74, 1998.

FRANKE, I. L.; LUNZ, A. M. P.; AMARAL, E. F. do. **Metodologia para planejamento, implantação e monitoramento de sistemas agroflorestais: um processo participativo**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 35p. (Embrapa Acre. Documentos, 49).

FREITAS, S. M. Biodiesel à base de óleo de soja é a melhor alternativa para o Brasil? **Informações Econômicas**, SP, V.34, n.1, jan.2004.

GASCON, C.; MOUTINHO, P. **Floresta Amazônica: dinâmica, regeneração e manejo**. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia/Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. Manaus. AM. 1998. 373p.

GOMES, J.M., BEZERRA, J.K.T., ARCO-VERDE, M.F. **Análise financeira de sistemas agroflorestais no estado de Roraima**. Boa Vista - RR. IV Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais. 2002. Ilhéus. BA.

GUEVARA, R., LUNA, M. **Aplicaciones metodológicas de valoración económica de bienes y servicios ambientales derivados de bosques naturales y sistemas agroforestales**. ICRAF Latinoamérica. Lima, Peru. 27p.

GUIA QUATRO RODAS. **Mapa Brasil**. Editora Abril. 2002.

JICA/GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ/SECTAM. Estudo de elaboração do plano diretor para a recuperação de áreas degradadas no estado do Pará da República Federativa do Brasil. **Relatório Final**. Pará. 2001. 2 v.

- HAUER, M., WISNIEWSKI, C., MEDRADO, M. J. S.; GRACHWAL, M. F., CURCIO, G. R. **Concentração de N na decomposição foliar de espécies lenhosas em sistemas agroflorestais (alley cropping) em Morretes – PR.** Instituto Ambiental do Paraná/Universidade Federal do Paraná/EMBRAPA Floresta. In: IV Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais. Ilhéus – BA. 2002.
- HOMMA, A. K. O. **Amazônia: meio ambiente e desenvolvimento agrícola.** Brasília: EMBRAPA –SDI. Belém: EMBRAPA – CPATU. 1998.
- HOMMA, A. K. O.; WALKER, R. T.; CARVALHO, R. A.; FERREIRA, C. A. P.; CONTO, A. J.; SANTOS, A. I. M.; SCATENA, F. N. **Dinâmica dos sistemas agroflorestais: o caso dos agricultores nipo-brasileiros em Tomé-Açu (Pará).** Universidade e Meio Ambiente n.8. Belém – NUMA, 1995. p. 37 - 56.
- HUXLEY, P. **Tropical Agroforestry.** Blackwell Science Ltda. Oxford. 1999. 371p.
- HUXLEY, P., HOUTEN, H. Von. **Glossary for Agroforestry.** Forestry, Agroforestry & Environmental. International Center for Research in Agroforestry. 1997.
- Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. **Manual de Fiscalização.** Brasília –DF. 2002. 276p.
- INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS. **Área de Reflorestamento do Estado de Minas Gerais.** Belo Horizonte, 1998. 9p. (Modelo IEF/002)
- INSTITUTO GÊNESIS. **Biodiesel deve sair de girassol, amendoim e nabo em Mato Grosso,** 2003. Instituto gêneseis. <http://www.biodieselgirassol.htm>.
- Instituto Gêneseis. 2004. Internet. <http://www.institutogenesis.biodiesel.htm>. Acessado em 16/09/04
- Jornal de Piracicaba. **Charqueada terá usina de biodiesel.** 2004. Internet. <http://www.biodieselecooleo.com.br>. Acessado em 03/-8/2004.
- KATO, O. R.; KATO, M. S. A.; MARQUES, L. C. T.; FERREIRA, M. S. G.; BRIENZA JÚNIOR, S. **Sistemas Agroflorestais: as experiências dos agricultores nipo-brasileiros de Tomé-Açu.** **Anais.** Congresso de Compensados. Belém, Pará. 1998.
- KRISHNAMURTHY, L.; ÁVILA, M. **Agroforestería Básica.** Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. n. 3. 341p. 1999.
- LIMA, W. P. **Impacto Ambiental do Eucalipto.** – 2 ed. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1996. 301 p.
- MACDICKEN, K. G.; VERGARA, N. T. **Introduction of agroforestry.** In: Macdicken, K. G.; Vergara, N. T. ed. **Agroforestry: classification and management,** New York. UFV, 1990. 92 p.

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

MARQUES, L.C.T., FERREIRA, C.A.P. Avaliação técnica e econômica de um sistema agroflorestal na região de Tapajós, Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2, 1998, Belém. Anais...Belém: EMBRAPA/CPATU, 1998. p. 146-149.

MENDES, F.A.T. Avaliação de modelos de SAF em pequenas propriedades selecionadas no município de Tomé-Açu, Estado do Pará. Universidade da Amazônia – UNAMA. Belém – PA. IV Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais. 2002. Ilhéus. BA.

Meu Wiki: **Notícia Biodiesel01**. <http://www.meuwikinoticiabiodiesel01.htm>. 10/9/98. Acessado em 2004.

MOBBS, D. C.; LAWSON, G. J.; BROWN, T. A. W. Model for Agroforestry Systems. HyPAR V.4.1. User Guide. Center for Ecology & Hydrology. 2001.

MONTOYA, L. Aspectos de P&D, socioeconômicos e de transferência de tecnologia de sistemas agroflorestais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 4, 2002, Ilhéus, BA.

MORA, A. L.; GARCIA, C. H. A cultura do eucalipto no Brasil. São Paulo – SP. 2000. 112 p.

MÜLLER, M.; GOMES, A. R. S. Experiências da CEPLAC em sistemas agroflorestais com o cacauieiro (*Theobroma cacao* L.) - Sistemas consolidados e novos modelos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2, 1998. Belém, PA.

NAIR, P. K. R. Agroforestry Systems in the Tropics. Kluwer Academic Publishers in co-operation with ICRAF. 1989. 664p.

NAIR, P. K. R. An Introduction to Agroforestry. Kluwer Academic Publishers in cooperation with ICRAF. 1993, 483p.

NEVES, C. L. Biodiesel. Simpósio Internacional SBOG/ set. 2003. Palestra

NOORDWIJK, M.; LUSIANA, B. WaNuLCAS 2.0: Background on a model of Water, Nutrient and Light Capture in Agroforestry Systems. International Center for Research in Agroforestry (ICRAF), Bogor, Indonesia. 2000.

OLIVEIRA, L. B.; COSTA, A. O. Biodiesel: Uma Experiência de Desenvolvimento Sustentado. IX CBE, vol. 4. p. 17-72. 2002. Rio de Janeiro.

OMACHI, I. H., RODRIGUES, L. G., STOLF, M., CANNAVAL, R., SOBREIRO, R. Produção de biomassa florestal para exportação: o caso da AMCEL. **BIOMASSA & ENERGIA/ Rede Nacional de Biomassa para Energia** – Vol. 1, n. 1 (2004). Viçosa: RENABIO: UFV; p.29 -36, 2004.

ORGANIZACIÓN PARA ESTUDIOS TROPICALES (Turrialba, Costa Rica). **Sistemas agroforestales: principios e aplicaciones en los tropicos**. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 1986. 818p.

PELL, A. N. Animal and Agroforestry in the Tropics. Agroforestry in sustainable agricultural systems. In.: BUCK, L. E., LASOIE, P. J., FERNANDES, E. C. M. (Ed.). **Agroforestry in Sustainable Agricultural Systems**. U.S. of America, 1998. p.33-34.

PAGINA RURAL, 2004. Internet: <http://www.paginarural.com.br>. Acessado em 08/10/2004.

PARENTE, E. J. de SÁ. **BIODIESEL: Uma Aventura Tecnológica num País Engraçado**. Fortaleza. CE. 2003. 66p.

PASSOS, C. A. M. **Sistemas Agroflorestais com eucalipto para uso em programas de fomento florestal, na região de Divinópolis, MG**. Viçosa, UFV, 1996.146p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.

PEREIRA, A. V.; PEREIRA, E. B. C.; FIALHO, J. F. **Seringueira em sistemas agroflorestais**. Planaltina: Embrapa – CPAC, 1997. 45p. (Embrapa – CPAC, Documentos, 63).

Rede de Agricultura Sustentável-RAS. 2002. Internet: <http://www.agrisustentavel.com.br/san/biocar.htm>. Acessado em 10/10/2004).

RAINTREE, J. B. **D & D User's Manual. An Introduction to Agroforestry Diagnosis and Design**. ICRAF, Nairobi, Kenya. 1987. p. 1-22.

REZENDE, J. L. P. de; OLIVEIRA, A. D. **Avaliação de projetos florestais**. Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais. 1995. 47p.

RIBEIRO, G. D. **Avaliação preliminar de sistemas agroflorestais instalados no Projeto Água Verde, ALBRÁS, Barcarena, Pará**. Belém, UFRA, 1997. 100p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 1997.

RIBEIRO, N. S. R. **Avaliação do potencial de sustentabilidade de unidades produtivas agroflorestais em várzeas de influência flúvio-marinha, Cametá-Pará**. Belém, UFRA, 2002. 294p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2002.

- RODIGHERI, H. R. **Rentabilidade econômica comparativa entre Plantios florestais, sistemas agroflorestais e cultivos agrícolas.** Cap.17. p. 323-332. Reflorestamentos de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais / organizado por Paulo Mendes Galvão. – Brasília: Embrapa Comunicação para transferência de Tecnologia; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2000. 351p.
- ROSSETTI, J. P. **Introdução à economia.** 17 ed., reest., atual. e ampl. – São Paulo: Atlas, 1997.
- ROSSI, R. O. **Girassol.** Curitiba. 1998. 333 p.
- SANGUINO, A. C. **Avaliação econômica da produção em sistemas agroflorestais na Amazônia: estudo de caso em Tomé-Açu.** Tese (doutorado). Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém – PA. 2004
- SANGUINO, A. C., SILVA, M. F. F. da, SANTOS, J. U. M. Viabilidade econômica da produção agroecológica pelos pequenos produtores rurais. 2001. 26 p. (Não publicado).
- SANTANA, A. C. Elementos de economia, agronegócio e desenvolvimento local. Belém : GTZ; TUD; UFRA, 2005. (Série Acadêmica, 01).
- SANTANA, A. C., TOURINHO, M. M. Notas sobre Avaliação Sócio-econômica de Sistemas Agroflorestais na Amazônia. **O Agronegócio Brasileiro: Desafios e Perspectivas.** 1996, p.165-177.
- SANTOS, M. J.C. **Avaliação econômica de quatro modelos agroflorestais em áreas degradadas por pastagens na Amazônia ocidental.** Piracicaba, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 2000, 75p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de São Paulo, 2000.
- SANTOS, M.J.C. dos, PAIVA, S. N. de. **Sistema agroflorestal como alternativa econômica em pequenas propriedades rurais do pontal do Paranapanema: estudo de caso.** Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” /Universidade de São Paulo – São Paulo. IV Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais. 2002. Ilhéus – BA.
- SBS – Sociedade Brasileira de Silvicultura. **Boletim Informativo.** Rede SBS dia 02/07/2003. Jaguaré. SP.
- SBS – Sociedade Brasileira de Silvicultura. **Boletim Informativo.** Rede SBS dia 11/11/2003. Jaguaré. SP.
- SBS – Sociedade Brasileira de Silvicultura. **Boletim Informativo.** Rede SBS dia 31/01/2005. Jaguaré. SP.
- SILVA, I. C. **Intercultivos de cacaueiro (*Theobroma cacao* L) com pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) e com açaizeiro (*Euterpe oleraceae* Mart.) na Amazônia: uma análise financeira.** CEPLAC/SUPOR – UFPR. Universidade Federal do Paraná/ Departamento de Ciências Florestais. 1999.

SILVA, L. G. T.; SILVA, B. N. R. da. **Indicadores ambientais na avaliação de sistemas de uso da terra**. Belém: Embrapa-CPATU, 1998. 22p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 135).

SILVA, M. L., JACOVINE, L. A. G., VALVERDE, S. R. **Economia Florestal**. Ed.UFV. Universidade Federal de Viçosa. 2002. 178 p.

SILVA NETO, A. L. **Tópicos especiais em avaliação financeira de projetos**. Viçosa: UFV, 1998. 23p.: il. (Cadernos Didáticos, 47).

SMIDERLE, O. J. O girassol como alternativa de combustível. **Artigos Técnicos**. Ramal Artigos. <http://www.agrisustentavel.com/artigos>. Acessado em 18/10/2004.

STOLBERG-WERNIGERODE, A. G.; FLOHRSCHÜTZ, G. H. H. **Levantamento de plantios mistos na Colônia Agrícola de Tomé-Açu – Pará**. Belém: EMBRAPA-CPATU, Documentos, 6, 1982, 19p.

Tecbio. 2004. Internet. http://www.tecbio.com.br/Biodiesel_NoBrasil.htm. Acessado em 06/08/2004.

TORRES, F. Role of woody perennials in animal agroforestry. **Agroforestry Systems**. Nairobi, Kenya, 1983, 1:131-163.

TSUKAMOTO FILHO, A. A. **Introdução do palmitreiro (*Euterpe edulis* Martius) em sistemas agroflorestais em Lavras – Minas Gerais**. Lavras, UFLA, 1999. 148p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, 1999.

TSUKAMOTO FILHO, A. A. **Viabilidade econômica de um sistema agroflorestal com toona (*Toona ciliata* M. Roem.) e cafeeiro (*Coffea arabica* L. var. catuaí) implantado na região da Zona da Mata de Minas Gerais: um estudo de caso**. Viçosa, MG. IV Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais. 2002. Ilhéus. BA.

TSUKAMOTO FILHO, A. A. **Fixação do carbono em um sistema agroflorestal com eucalipto na região do cerrado em Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 2003. 98p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.

UNIVERSIA BRASIL – **Sudeste**. <http://www.universiabrasilsudeste.com>. 10/09/1998. Acessado em 2004.

UNIVERSIA BRASIL – **Biocombustíveis**. <http://www.universiabrasilbiocombustiveis.com>. 10/09/1998. Acessado em 2004.

UNIVERSIA BRASIL – **Panorama Atual**. <http://www.universiabrasilpanorama.atual.com>. 10/09/1998. Acessado em 2004.

UNIVERSIA BRASIL – **Química Nova**. <http://www.universiabrasilquimicanova.com>. 10/09/1998. Acessado em 2004.

UNIVERSIA BRASIL – Biodiesel no Campo.
<http://www.universiabrasilbiodieselnocampo.com>. 10/09/1998. Acessado em 2004.

VALE, R. S. do; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; MORI, F. A. MORAIS, A. R. de. Efeito da desrama artificial na qualidade da madeira de clones de eucalipto em sistema agroflorestal. **R. Árvore**, Viçosa – MG, v.26, n.3, p.285-297, 2002.

VAN LEEUWEN, J., MENEZES, J. M. T., GOMES, J. B. M., IRIATEL-MARTEL, J.H., CLEMENT, C. R. Sistemas agroflorestais para a Amazônia: importância e pesquisas realizadas. In: NODA, H., SOUZA, L. A. G. de, FONSECA, O. J. M. (Ed.). **Duas décadas de contribuição do INPA à pesquisa agronômica no trópico úmido**. Manaus. AM: INPA, 1997. p.136-146.

VAZ da SILVA, P. P. **Sistemas agroflorestais para recuperação de matas ciliares em Piracicaba, SP**. Dissertação (mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz –ESALQ/USP. Piracicaba, 2002. 98p.

VEIGA, J. B., TOURRAND, J. F. **Potencial e adoção de sistemas silvipastoris na Amazônia Oriental**. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 4, 2002, Ilhéus, BA.

VIEIRA, A. R. R.; FEISTAUER, D.; SILVA, V. P. **Avaliação econômica preliminar de um sistema agroflorestal na região de Florianópolis – SC**. SC. IV Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais. Ilhéus. BA. 2002.

YARED, J. A. G; BRIENZA JÚNIOR, S.; MARQUES, L. C. T. **Agrossilvicultura: conceitos, classificação e oportunidades para aplicação na Amazônia Brasileira**. Belém: Embrapa – CPATU, 1998. 39p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 104).

YARED, J. A. G.; BRIENZA JÚNIOR, S.; MARQUES, L. C. T. **Potencialidades da agrossilvicultura para a Amazônia brasileira**. Embrapa-CPATU. Trabalho preparado para ser apresentado no “Curso de Instrutores Agroflorestais”. Macapá – AP, 1992. 17p. (Não publicado).

YUYAMA, K., OLIVEIRA, L.A. de. Pesquisas com culturas anuais para a produção de grãos. In: NODA, H., SOUZA, L. A. G. de, FONSECA, O. J. M. (Ed.). **Duas décadas de contribuição do INPA à pesquisa agronômica no trópico úmido**. Manaus. AM: INPA, 1997. p.89-109.

ZILIO, J. **Agricultura Energética. Biocombustíveis: Biodiesel**. 3º Congresso Brasileiro de Agribusiness. 25/06/2004. Palestra.

Edilson Bernadim Andrade. *Jornal da Cana* (10/09/1998). Entrevista

APÊNDICE

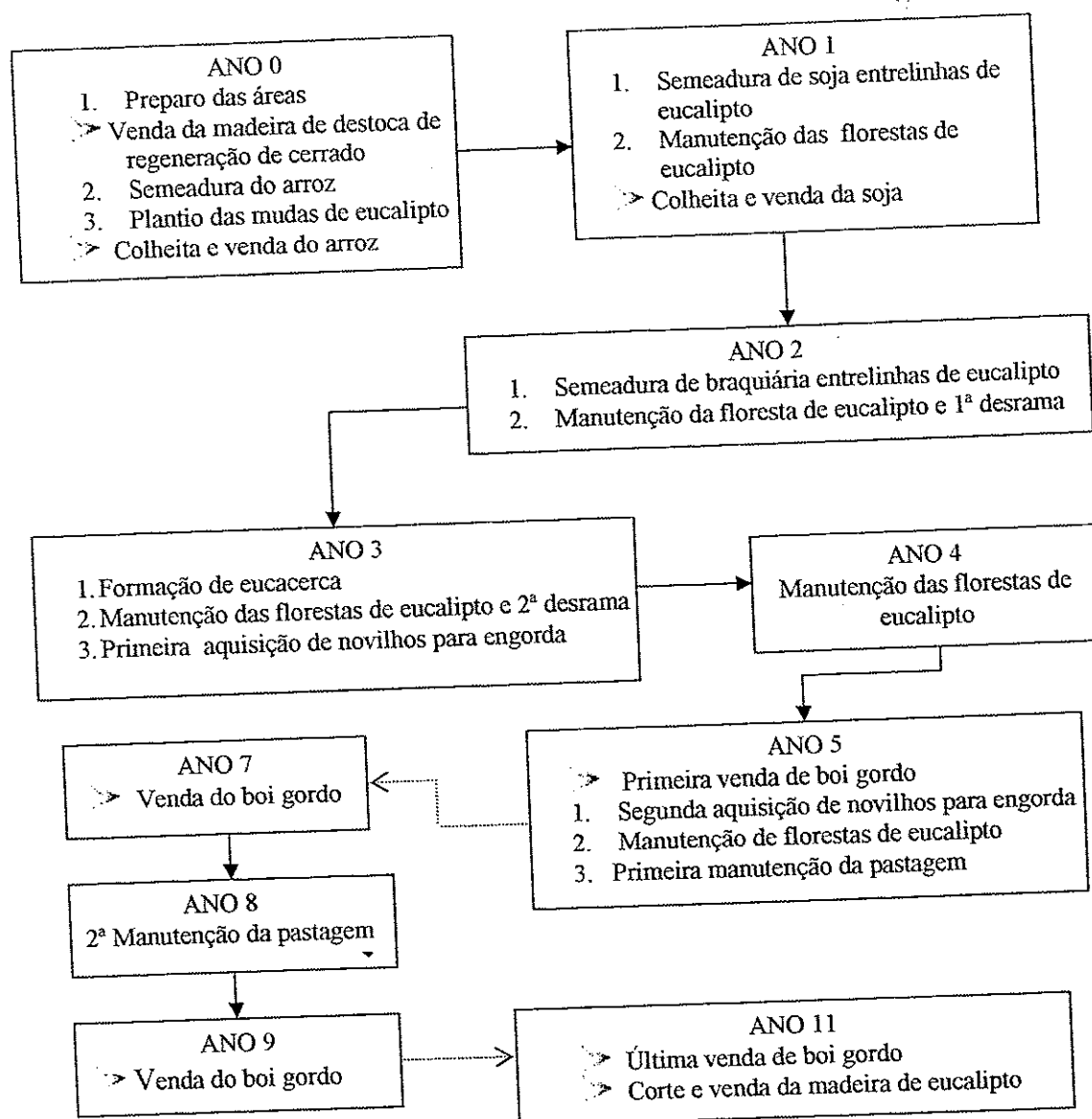


Figura 1a - Fluxograma das principais operações do modelo de sistema agrissilvipastoril aplicado na VM Agro, no noroeste de Minas Gerais FONTE: Adaptado de DUBÉ, 1999.

Tabela 1a - Fluxo de caixa para o sistema agrossilvopastoril da VM Agro – Vazante - MG

IDADE (anos)	Custo Atual (US\$/ha)	Custo At. Acum. (US\$/ha)	Receita Atual. MSE (US\$/ha)	Receita Atual. ME (US\$/ha)
0	541,70	541,70	296,84	296,84
1	249,92	791,62	259,59	259,59
2	140,37	931,99	374,99	374,99
3	148,55	1.080,54	713,25	713,25
4	31,53	1.112,07	966,91	966,91
5	141,49	1.253,56	1.316,16	1.316,16
6	26,06	1.279,61	1.234,01	1.234,01
7	73,80	1.353,42	1.440,19	1.440,19
8	60,74	1.414,16	1.385,20	1.316,51
9	60,99	1.475,15	1.582,16	1.444,40
10	17,80	1.492,95	1.509,90	1.305,55
11	16,18	1.509,13	1.645,64	1.379,23

FONTE: TSUKAMOTO FILHO (2003)

MSE – madeira para serraria+ energia

ME – madeira para energia

Tabela 2a: Biomassa de fuste e casca+galho do eucalipto em SAF, na VM Agro, – Vazante - MG

Ano	BIOMASSA(t.ha⁻¹)	
	Fuste	Galho+Casca
1	2,00000	0
2	14,46714	3,88314
3	30,26876	5,11711
4	45,13662	5,94819
5	58,24336	6,80343
6	69,70238	7,71141
7	80,14238	8,65991
8	89,97879	9,62564
9	99,25061	10,57251
10	107,96782	11,48053
11	116,12607	12,33872

FONTE: TSUKAMOTO FILHO (2003)

Tabela 3a: Preços de madeira em pé e serrada de eucalipto em Reais (R\$)

Madeira em pé	
Madeira para energia R\$.st ⁻¹	15,00 a 20,00
Madeira para escoamento	
Varão de 3 metros (R\$.dúzia ⁻¹)	10,00
Varão de 6 metros (R\$.dúzia ⁻¹)	18,00 a 20,00
Madeira para serraria (R\$/m ³)	60,00 a 80,00
Madeira serrada	
Tábuas (R\$/m ²)	8,00 a 10,00
Tábuas secas em estufa (R\$/m ³)	890,00

FONTE: AMS - Silvímias (26/08/2004)

Tabela 4a: Preços de produtos florestais “in natura” de algumas regiões de SP

Item St	Região cidade	Preço em agosto/2003 (R\$)			Preço em setembro/2004 (R\$)		
		Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo
Árvore em pé	Itapeva	45,00	45,00	45,00	50,00	50,00	50,00
	Bauru	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Árvore para lenha em pé	Marília	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
	Itapeva	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
	Campinas	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00

FONTE: CEPEA

Tabela 5a: Tabela de Conversão - metro cúbico (m³) para estéreo (st)

Localidade	Metro Cúbico (m ³)	Estéreo (st)
Região Nordeste	1,00	2,65
Amazônia Legal	1,00	1,50
Eucalipto	1,00	1,20
Cerrado	1,00	2,00

FONTE: IBAMA (2002)

Tabela 6a: Densidade básica para o eucalipto na CMM – Vazante – MG

Clone <i>Eucalyptus</i>	Idade (anos)	Diâmetro (cm)	Altura (m)	Espaçamento (m)	Densidade (g/cm ³)
<i>Urophylla</i>	5,5	26,55	25	10x4	0,503
<i>Urophylla</i>	5,5			10x4	0,506
<i>Urophylla</i>	10,5	27,8	25,6	3x3	0,503
<i>Urophylla</i>	10,5			3x3	0,537
<i>Urophylla</i>	10,5	30,2	25,4	3x3	0,437
<i>Urophylla</i>	10,5			3x3	0,474
<i>Urophylla</i>	5,5	28,9	25,7	10x4	0,486
<i>Urophylla</i>	5,5			10x4	0,516
<i>Urophylla</i>	5,5	21,9	24,1	10x4	0,504
<i>Urophylla</i>	5,5			10x4	0,514
<i>Camaldulensis</i>	5,5	23,8	30,1	10x4	0,467
<i>camaldulensis</i>	5,5			10x4	0,501
<i>Urophylla</i>	5,5	30,3	33,2	10x4	0,542
<i>Urophylla</i>	5,5			10x4	0,577

Tabela 7a: Custo de produção de óleo bruto de girassol destinado para uso como combustível

Serviços	Custo(R\$).ha ⁻¹
Adequação da área para plantio direto (rolo faca ou roçadeira)	20,00
Aplicação de herbicida	15,00
Semeadura	30,00
Correção da acidez do solo	25,00
Aplicação de inseticida (uma pulverização)	15,00
Colheita	95,00
Transporte, secagem, embalagem e armazenagem	55,00
Subtotal	255,00
Insumos:	
Herbicida	50,00
Semente (variedade)	15,00
Fertilizante (plantio)	180,00
Fertilizante (cobertura)	80,00
Inseticida	15,00
Sacaria	25,00
Subtotal	365,00
Custo de Extração	
Amortização, depreciação e manutenção da miniprensa	35,00
Mão de obra	100,00
Energia elétrica	30,00
Subtotal	165,00

Custo Total	785,00
Subproduto: 1050 kg de torta de girassol	
50 kg de borra	
Produto: 400 litros de óleo bruto de girassol (OBV)	
Custo Total (produção do grão + extração do óleo)	785,00
Receita com a venda do subproduto	495,00
Custo líquido do produto= R\$ 290,00.ha ⁻¹	0,73/litro

FONTE: Centro de testes, avaliação e divulgação /DSMM/CATI/SAA-SP (maio/2003).

Observações: Capacidade de prensagem considerada: 40 kg de girassol.hora⁻¹
 Período de amortização da miniprensa: 10 anos
 Vida útil da miniprensa: 15 anos
 Área mínima econômica/miniprensa: 50 ha

Quadro 1a: Rendimento e custo das operações para implantação de 1ha de eucalipto no espaçamento 10x4m (ano 0)

Operações	Mecanizado				Manual			Especificação	Insumo			Custo R\$/ha
	Eq	hM/ha	R\$/hM	R\$/ha	hH/ha	R\$/hH	R\$/ha		Qte/ha	R\$/un	R\$/ha	
Elaboração de projeto e topografia	2	0,64	44,00	28,16			10,06					10,06
Construção de estradas e aceiros	17	0,08	39,00	3,12								28,16
												3,12
												22,00
Desmatamento regeneração cerrado	1	0,25	88,00	22,00								132,00
Destoca de cepas de eucalipto	2	3,00	44,00	132,00								37,50
1ª Limpeza de área	5	1,50	13,00	19,50	7,50	2,40	18,00					22,00
Gradagem Rome	3	0,50	44,00	22,00								36,00
1º Combate a formigas					7,50	2,40	18,00	Formicida granulado(Kg)	6,00	3,00	18,00	4,27
Alinhamento e balizamento					1,78	2,40	4,27					14,81
Mistura de corretivos					1,17	2,40	2,81	Fosfato natural (Kg)	240,00	0,05	12,00	2,40
								Gesso (Kg)	120,00	0,02	2,40	9,60
								Óxido de magnésio (Kg)	48,00	0,20	9,60	3,25
Distribuição de corretivos	6	0,25	13,00	3,25								11,00
Gradagem Bedding	4	0,25	44,00	11,00								5,14
Coveamento					2,14	2,40	5,14					13,61
Distribuição de adubo na cova	6	0,09	13,00	1,17	0,83	2,40	1,99	Adubo NPK(06-30-06)(Kg)	38,00	0,28	10,45	6,12
Distribuição de cupinícida na cova					0,83	2,40	1,99	Cupinícida (Kg)	2,50	1,65	4,13	3,60
Mistura de adubo /cupinícida					1,50	2,40	3,60					5,10
2º Combate a formigas					1,50	2,40	3,60	Formicida granulado (Kg)	0,50	3,00	1,50	3,12
Reforma de aceiros	17	0,08	39,00	3,12								2,94
Transporte de mudas	21	0,15	10,00	1,50	0,60	2,40	1,44					3,00
Distribuição de mudas					1,25	2,40	3,00					56,62
Plantio de mudas					2,76	2,40	6,62	Mudas de eucalipto(un)	250,00	0,20	50,00	3,76
3º Combate a formigas					0,94	2,40	2,26	Formicida granulado (Kg)	0,50	3,00	1,50	12,40
Replanteio					1,00	2,40	2,40	Mudas de eucalipto(un)	50,00	0,20	10,00	5,70
Irrigação	20	0,30	13,00	3,90	0,75	2,40	1,80					119,6
												457,28
CUSTO TOTAL(R\$/ha)				250,72			86,98					

Quadro 2a : Rendimento e custo das operações para manutenção de lha de eucalipto (a partir do ano 1) no espaçamento de 10x4m

Operações	Mecanizado			Manual			Insunio		Custo R\$/ha
	Eq	Hm/ha	R\$/hm	R\$/ha	hH/ha	R\$/hH	R\$/ha	Qtz/ha	R\$/un
1ª Manutenção (ano 1)									
1ª Campina manual					7,50	2,40	18,00		18,00
2ª Campina manual					7,50	2,40	18,00		18,00
1ª Convenção estradas e aceiros	17	0,08	39,00	3,12					3,12
2ª Convenção estradas e aceiros	17	0,08	39,00	3,12					3,12
Combate a formigas					1,88	2,40	4,51	2,00	3,00
CUSTO NO ANO 1 (R\$/ha)	...	...	...	6,24	...	...	40,51	...	6,00
2ª Manutenção (ano 2)									
Rocada manual					2,50	2,40	6,00		6,00
1ª Destrama (até 4m do solo)					25,00	2,40	60,00		60,00
1ª Conservação estradas e aceiros	17	0,08	39,00	3,12					3,12
2ª Conservação estradas e aceiros	17	0,08	39,00	3,12					3,12
Combate a formigas					1,88	2,40	4,51	2,00	3,00
CUSTO NO ANO 2 (R\$/ha)	...	...	...	6,24	...	...	70,51	...	6,00
3ª Manutenção (ano 3)									
Rocada manual					2,50	2,40	6,00		6,00
2ª Destrama (até 6 m do solo)					26,25	2,40	63,00		63,00
1ª Conservação estradas e aceiros	17	0,08	39,00	3,12					3,12
2ª Conservação estradas e aceiros	17	0,08	39,00	3,12					3,12
Combate a formigas					1,88	2,40	4,51	2,00	3,00
CUSTO NO ANO 3 (R\$/ha)	...	...	...	6,24	...	...	73,51	...	6,00
4ª Manutenção (ano 4)									
1ª Conservação estradas e aceiros	17	0,08	39,00	3,12					3,12
2ª Conservação estradas e aceiros	17	0,08	39,00	3,12					3,12
Combate a formigas					1,88	2,40	4,51	2,00	3,00
CUSTO NO ANO 4 (R\$/ha)	...	...	...	6,24	...	...	73,51	...	6,00

5ª Manutenção (ano 5)									
1ª Conservação estradas e aceiros	17	0,08	39,00	3,12					3,12
2ª Conservação estradas e aceiros	17	0,08	39,00	3,12					3,12
Combate a formigas					1,88	2,40	4,51	formicida granulado (Kg)	2,00 3,00 6,00 10,51
CUSTO (R\$/ha)	...	...	...	6,40	...	...	4,51	...	6,00 16,75
6ª Manutenção(ano 6)									
1ª Conservação estradas e aceiros	17	0,08	39,00	3,12					3,12
2ª Conservação estradas e aceiros	17	0,08	39,00	3,12					3,12
Combate a formigas					1,88	2,40	4,51	formicida granulado (Kg)	2,00 3,00 6,00 10,51
CUSTO (R\$/ha)	...	...	...	6,24	...	...	4,51	...	6,00 16,75
7ª Manutenção (ano 7)									
1ª Conservação estradas e aceiros	17	0,08	39,00	3,12					3,12
2ª Conservação estradas e aceiros	17	0,08	39,00	3,12					3,12
Combate a formigas					1,88	2,40	4,51	formicida granulado (Kg)	2,00 3,00 6,00 10,51
CUSTO (R\$/ha)	...	...	...	6,24	...	...	4,51	...	6,00 16,75
8ª Manutenção (ano 8)									
1ª Conservação estradas e aceiros	17	0,08	39,00	3,12					3,12
2ª Conservação estradas e aceiros	17	0,08	39,00	3,12					3,12
Combate a formigas					1,88	2,40	4,51	formicida granulado (Kg)	2,00 3,00 6,00 10,51
CUSTO (R\$/ha)	...	...	...	6,24	...	...	4,51	...	6,00 16,75
9ª Manutenção (ano 9)									
1ª Conservação estradas e aceiros	17	0,08	39,00	3,12					3,12
2ª Conservação estradas e aceiros	17	0,08	39,00	3,12					3,12
Combate a formigas					1,88	2,40	4,51	formicida granulado (Kg)	2,00 3,00 6,00 10,51
CUSTO (R\$/ha)	...	...	...	6,24	...	...	4,51	...	6,00 16,75
10ª Manutenção (ano 10)									
1ª Conservação estradas e aceiros	17	0,08	39,00	3,12					3,12
Combate a formigas					1,88	2,40	4,51	formicida granulado (Kg)	2,00 3,00 6,00 10,51

2ª Conservação estradas e azeiros	17	0,08	39,00	3,12	1,88	2,40	4,51	formicida granulado (Kg)	2,00	3,00	6,00	3,12
Combate a formigas	...	...	...	6,24	...	...	4,51	...	...	...	6,00	10,51
CUSTO (R\$/ha)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	16,51
11ª Manutenção (ano 11)	...	...	...	6,24	...	...	4,51	...	...	...	6,00	3,12
1ª Conservação estradas e azeiros	17	0,08	39,00	3,12	1,88	2,40	4,51	formicida granulado (Kg)	2,00	3,00	6,00	3,12
2ª Conservação estradas e azeiros	17	0,08	39,00	3,12	1,88	2,40	4,51	formicida granulado (Kg)	2,00	3,00	6,00	10,51
Combate a formigas	...	...	...	6,24	...	...	4,51	...	...	...	6,00	16,75
CUSTO (R\$/ha)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Quadro 3a: Rendimento e custo das operações para implantação, condução e colheita de 1ha de arroz em SAF com eucalipto

Operações	eq	Mecanizado				Manual			Insumo		Custo (R\$/ha)
		hM/ha	R\$/hm	R\$/ha	hH/ha	R\$/hH	R\$/ha	Especificação	Qte/ha	R\$/un	
Gradagem aradora	3	0,50	44,00	22,00	...	...	...	...	...	...	22,00
2ª Limpeza de área	5	1,00	13,00	13,00	5,00	2,40	12,00	...	...	...	25,00
Gradagem niveladora	10	0,50	20,00	10,00	...	...	...	...	...	...	10,00
Calagem	6	1,00	13,00	13,00	0,10	2,40	0,24	Calcário Zinco 200(t)	4,00	3,00	25,00
Tratamento de sementes	14	0,50	14,00	7,00	0,50	2,40	1,20	Furazin (litro)	0,85	21,00	18,09
Plantio e adubação	...	...	...	...	...	...	...	NPK (05-25-15) + Zn (Kg)	200,00	0,25	63,00
Colheita	18	1,30	30,00	39,00	...	...	13,44	Sementes(Kg)	50,00	0,68	34,00
CUSTO TOTAL (R\$/ha)	...	...	...	104,00	...	...	...	...	...	...	236,09

Quadro 4a: Rendimento e custo das operações para implantação, condução e colheita de lha de soja em SAF com eucalipto

Quadro 4a: Rendimento e custo das operações para implantação, condução e colheita de lha de soja em SAF com eucalipto												
Operações	eq	Mecanizado				Manual		Especificação	Insumo			Custo R\$/ha
		Hm/ha	R\$/hm	R\$/ha	hH/ha	R\$/hH	R\$/ha		Qte/ha	R\$/un	R\$/ha	
Gradagem aradora	3	0,50	44,00	22,00								22,00
Gradagem niveladora	10	0,50	20,00	10,00								10,00
Calagem	6	1,00	13,00	13,00								22,00
Inoculação + tratamento sementes					0,75	2,40	1,80	Calcário de Zinco 200 -ton	3,00	3,00	9,00	2,97
								Inoculante (dose)	3,00	0,39	1,17	0,12
								Açúcar (Kg)	0,38	0,33	0,12	2,84
								Molibdato de sódio (Kg)	0,08	35,00	2,84	0,53
								Sulfato de cobalto (Kg)	0,03	21,00	0,53	1,65
								Sulfato de manganês (Kg)	1,50	1,10	1,65	1,04
								Sulfato de Tecto 100 (Kg)	0,09	11,50	1,04	13,44
								Fungicida Trifluralina (litro)	1,80	4,20	7,56	1,55
								Natural Óleo (litro)	1,00	1,55	1,55	23,88
								Herbicida Classic (Kg)	0,05	360,00	18,00	18,28
1ª Aplicação de herbicida	13	0,42	14,00	5,88				Herbicida Cobra (Kg)	0,40	31,00	12,40	84,70
								NPK (02-20-20) (Kg)	300,00	0,26	76,50	22,20
					0,50	2,40	1,20	Sementes (Kg)	60,00	0,37	22,20	7,83
								Inseticida Pounce (litro)	0,05	39,00	1,95	9,88
2ª Aplicação de herbicida	13	0,42	14,00	5,88				Inseticida Thiodan (Kg)	0,50	8,00	4,00	39,00
												283,91
Plantio e adubação	14	0,50	14,00	7,00								
1ª Aplicação de Inseticida	13	0,42	14,00	5,88								
2ª Aplicação de Inseticida	13	0,42	14,00	5,88								
Colheita	19	1,30	30,00	39,00								
CUSTO TOTAL (R\$/ha)	...	...	...	120,40	...	...	3,00				160,51	

Quadro 5a - Rendimentos e custos das operações para formação e manutenção de pastagem em SAF com eucalipto

Operações	eq	Mecanizado				Manual			Especificação	Insumo			Custo R\$/ha
		hM/ha	R\$/hM	R\$/ha	hH/ha	R\$/hH	R\$/ha	Qte/ha	R\$/un	R\$/ha	R\$/ha	R\$/ha	
Formação de pastagens (ano 2)													
1ª Gradagem aradora	3	0,50	44,00	22,00									22,00
2ª Gradagem aradora	8	0,83	13,00	10,79									10,79
Gradagem niveladora	10	0,50	20,00	10,00									10,00
Plantio a lanço e calagem	6	0,50	13,00	6,50									29,50
													20,00
													17,00
													3,00
													10,00
													122,29
Gradagem de incorporação	10	0,50	20,00	10,00									
CUSTO (R\$/ha)	...	...	...	59,29	...	...	...	...	...	...	...	...	
Manutenção de pastagens*													
Mistura de corretivos e adubos	6	0,50	13,00	6,50	1,40	2,40		3,36					3,36
Distribuição de corretivos													9,50
													15,00
													34,00
													21,60
													6,12
													18,00
													107,58
Aplicação de cupinícida					0,83	2,40		1,99	Cupinícida(Kg)	2,50	1,65	4,13	
Roçada manual					7,50	2,40		18,00					
CUSTO (R\$/ha)	...	...	...	6,50	...	...	23,35	...		...	...	77,73	
Infra-estrutura (ano 3)													
Construção de cercas elétricas**													
					5,33	2,40		12,79	Arame liso (metro)	160,00	0,07	10,88	23,67
									Acessórios (m)	160,00	0,13	20,16	20,16
					2,17	2,40		5,21	Bebedouro(um)	0,02	600,00	12,00	17,21
					3,33	2,40		7,99	Rede hidráulica (m)	20,00	0,83	16,60	47,09
					1,80	2,40		4,32	Materiais diversos	0,04	150,00	6,00	10,32
								30,31		...	...	65,64	118,45
								53,66		...	...	206,37	348,32
Instalações aguadas													
Saleiras	22	1,000	22,50	22,50									
CUSTO (R\$/ha)	...	...	...	22,50	...	...	...	...		...	...	...	
CUSTO TOTAL (R\$/ha)	...	...	...	88,29	...	...	...	...		...	...	...	

* A manutenção de pastagens é feita de 3 em 3 anos

** Arame fixado nas árvores de eucalipto que ficam nas bordaduras dos talhões. Cálculos com base em piquetes de 25 ha e cerca constituída de dois arames (4 Km)

Quadro 6a - Custo anuais, por hectare, dos insumos, da mão de obra e da aquisição de novilhos para a pecuária de corte				
Especificação	Unidade	R\$/Unidade	Qte/ha	custo (R\$/ha)
Insumos				
Vacina contra aftosa (2 vezes/ano)	Dose	0,36	2,00	0,72
Vacina contra carbúnculo (1 vez/ano)	Dose	0,10	1,00	0,10
Vermífugo (Altec) (2 vezes/ano)	ml	0,13	12,00	1,56
Sal mineral (Fosbov) (60 g/UA/dia)	Kg	0,35	21,63	7,57
Sal comum	Kg	0,10	9,00	0,90
Carapaticida e berricida (Triatox)*	Dose	0,17	17,00	2,89
CUSTO (R\$/ha)	...	...	...	13,74
Mão-de-obra				
Vaqueiro (1 homem/300 animais)	H	500,00	0,003	1,67
CUSTO (R\$/ha)	...	...	...	1,67
Animais				
Aquisição de novilhos com 5 arrobas**	@	25,00	5,00	125,00
CUSTO (R\$/ha)	...	...	...	125,00
CUSTO TOTAL (R\$/ha)	...	...	...	140,41

* São 17 aplicações por ano, de 6,63ml cada uma (dose), ou seja, uma aplicação aos 20 dias.

** O custo de aquisição de bezerros tem periodicidade bianual, uma vez que o prazo considerado para engorda foi de dois anos. Assim, a cada dois anos os bois gordos são vendidos e é necessário adquirir mais bezerros para iniciar um novo ciclo de engorda.

UA = Unidade animal

Quadro 7a - Custos anuais de depreciação, por hectare, relacionados à atividade de pecuária de corte

Discriminação	Valor					Custo
	Valor Inicial (R\$)	Residual (ano)	Vida Útil (ha)	Prazo (R\$/ha)	Área	
Moradia para vaqueiros(3)	36.000,00	7.200,00	25	8	1.000	1,43
Depósito	10.000,00	2.000,00	25	8	1.000	0,40
Curral	10.000,00	1.000,00	25	8	1.000	0,46
Eucacercas	43.830,00	0,00	8	8	1.000	0,00
Aguadas	64.300,00	6.430,00	15	8	1.000	3,13
Saleiras	10.320,00	2.064,00	15	8	1.000	0,50
Arteios e acessórios p/ montaria*	2.400,00	0,00	8	8	1.000	0,00
Animais de serviços (cavalos)**	6.000,00	2.400,00	8	8	1.000	0,29
CUSTO TOTAL (R\$/ha)	...	...	...	...	...	6,21

* Benfeitorias necessárias para o manejo do gado em 1.000 ha; três casas para vaqueiros; um galpão para depósito.

Animais para manejo (15 cavalos) =R\$250,00/animal. Considerando apenas a partir do 4º ano

Taxas anuais de depreciação: usadas pela Receita Federal (COAD, 1995), exceto aguadas e arreatas.

** Valor inicial de um lote de 15 animais ou três arreatas por ano x (prazo considerado/vida útil).

Assim, a vida útil passa a ser igual ao prazo considerado, evitando-se a negatificação da depreciação.

OBS: Todas as tabelas têm como fonte DUBÊ (1999)