

RODRIGO SILVA DO VALE

**AGROSSILVICULTURA COM EUCALIPTO COMO ALTERNATIVA  
PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA ZONA DA MATA  
DE MINAS GERAIS**

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

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2004

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

T

V149a  
2004

Vale, Rodrigo Silva do, 1971-  
Agrossilvicultura com eucalipto como alternativa para  
o desenvolvimento sustentável da Zona da Mata de Minas  
Gerais / Rodrigo Silva do Vale. – Viçosa : UFV, 2004.  
xii, 101f. : il. ; 29cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Laércio Couto  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 85-93

1. Agrossilvicultura - Mata, Zona da (MG) - Aspectos  
econômicos. 2. Eucalipto - Aspectos econômicos.  
3. Leite - Produção - Mata, Zona da (MG). 4. Refloresta-  
mento - Mata, Zona da (MG). 5. Desenvolvimento  
sustentável. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

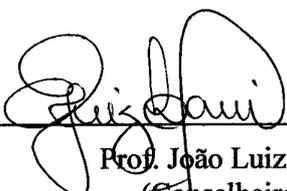
CDO adapt. CDD 634.9261

RODRIGO SILVA DO VALE

**AGROSSILVICULTURA COM EUCALIPTO COMO ALTERNATIVA  
PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA ZONA DA MATA  
DE MINAS GERAIS**

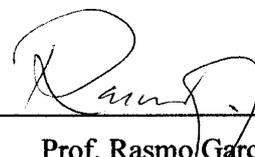
Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

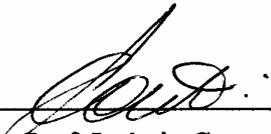
APROVADA: em 30 de julho de 2004

  
\_\_\_\_\_  
Prof. João Luiz Lani  
(Conselheiro)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Márcio Lopes da Silva  
(Conselheiro)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. João Carlos de Carvalho Almeida

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Rasmão Garcia

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Laércio Couto  
(Orientador)

***“ A vida é um conjunto de experiências  
para serem apreciadas e não sobrevividas”***

À minha esposa, Francinelli, com quem  
compartilho a grande aventura de viver.

Aos meus queridos filhos, Nicole e Arthur, pela  
esperança e felicidade proporcionada a cada dia  
e à Maria Luíza, pela lição de vida.

Aos meu pais, Antonio Bartolomeu e Maria do Carmo,  
que serão sempre minhas fontes inesgotáveis  
de compreensão, incentivo, carinho e amor.

À minha irmã, Sheila, pelo exemplo de determinação e  
ao meu irmão, Frederico (*in memoriam*),  
fonte de inesquecíveis lembranças.

Aos amigos especiais, Marcelo Müller,  
Antonio Tsukamoto e Dario Orlandini.

***DEDICO***

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por todos os momentos que tenho tido em minha vida, pelas muitas coisas que aprendi, pelos muitos valores que guardei e pelas vitórias que conquistei.

Aos meus familiares, pelo sacrifício, pelo incentivo, pela compreensão e pelo apoio para completar mais uma etapa da minha vida.

Ao professor Laércio Couto, pela orientação, pelo incentivo, pela amizade e confiança e pela troca de experiências no decorrer do curso, que muito contribuíram para meu aperfeiçoamento profissional e amadurecimento pessoal.

Ao professor Elias Silva, pelo acolhimento, pela credibilidade, e amizade.

Ao pesquisador Antônio de Pádua Alvarenga (EPAMIG/CTZM) e à pesquisadora Elizabeth Nogueira Fernandes (EMBRAPA/CNPGL), pela valorosa contribuição.

Aos conselheiros Márcio Lopes da Silva, Rasmô Garcia, João Luiz Lani e João Carlos de Carvalho Almeida, pela co-orientação, pelas sugestões e especial atenção.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial o Departamento de Engenharia Florestal, e aos demais professores deste departamento, pela oportunidade, capacitação e pelos conhecimentos transmitidos.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

Aos amigos Muller e Andréia, Tsukamoto e Sirlene, Dário, João Ricardo, Michelliny, Genedilsom e Alcilene, pela afinidade, pela amizade e pelo companheirismo.

Ao Sr. Chiquinho, da portaria do DEF, Sr. Chiquinho e José Mauro, da Biblioteca Setorial, à Rita de Cássia e ao Frederico, da secretaria da Pós-Graduação, à Kátia, secretária executiva da SBAG, Kellen (SIF), Tatiana (RENABIO), aos amigos do Centro Brasileiro para Conservação da Natureza e Desenvolvimento Sustentável, Kelly, Elaine, Juliana, Camila, Adalgisa, Diovanni, Leonardo, Mila e Giovanni Scarascia.

À todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão deste trabalho.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
HIPÓTESE .....	vii
RESUMO .....	viii
ABSTRACT .....	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	8
2.1. Reflorestamento com eucaliptos no Brasil.....	8
2.2. Reflorestamento com eucaliptos no Estado de Minas Gerais.....	11
2.3. Reflorestamento com eucalipto na Zona da Mata Mineira.....	13
2.4. Aspectos do reflorestamento com eucaliptos .....	15
2.4.1. Multiprodutos da madeira e uso múltiplo da floresta de eucalipto .....	15
2.4.2. Fomento florestal .....	16
2.4.3. Áreas e espécies a serem plantadas .....	19
2.4.4. Espaçamentos .....	21
2.4.5. Custos de implantação, manutenção, colheita e transporte .....	22
2.4.6. Produtividades .....	23
2.4.7. Emprego e renda nos reflorestamentos de eucaliptos.....	23

	<b>Página</b>
2.5. Sistemas agroflorestais.....	24
2.5.1. Definição .....	24
2.5.2. Objetivos dos sistemas agroflorestais .....	25
2.5.3. Vantagens e desvantagens dos sistemas agroflorestais.....	26
2.5.4. Classificação dos sistemas agroflorestais .....	29
2.5.5. Relação solo-planta-animal no sistema agroflorestal .....	29
2.5.5.1. Relação planta-animal.....	31
2.5.5.2. Relação solo-animal.....	32
2.5.5.3. Relação planta-planta.....	33
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	36
3.1. Caracterização da área de estudo.....	36
3.2. Descrição das condições ambientais da Zona da Mata mineira.....	41
3.3. Definição do modelo de sistemas agroflorestais com eucalipto para a Zona da Mata Mineira.....	41
3.3.1. Descrição do modelo de sistema silvipastoril com eucalipto...	42
3.3.1.1. Arranjo espacial e temporal dos componentes do sistema ...	43
3.3.1.1.1. Ano 0.....	43
3.3.1.1.2. Ano 1 .....	44
3.3.1.1.3. Ano 2.....	44
3.3.1.1.4. Ano 3.....	45
3.3.1.1.5. A partir do Ano 4.....	45
3.4. Avaliação do modelo de sistema silvipastoril com eucalipto .....	46
3.4.1. Estrutura de custos e receitas .....	46
3.4.1.1. Sistema I.....	46
3.4.1.2. Sistemas II .....	48
3.4.1.3. Sistema III.....	49
3.4.2. Fluxo de caixa.....	50
3.4.3. Coleta de dados.....	50
3.4.4. Análise dos dados .....	51
3.4.4.1. Produtividade.....	51

	<b>Página</b>
3.4.4.1.1. Índice de equivalência de área (IEA).....	51
3.4.4.2. Análise financeira .....	52
3.4.4.2.1. Valor presente líquido (VPL) .....	53
3.4.4.2.2. Valor anual equivalente (VAE) .....	53
3.4.4.2.3. Valor esperado da terra (VET) .....	53
3.4.4.2.4. Razão benefício/custo (B/C) .....	54
3.4.4.2.5. Taxa interna de retorno (TIR).....	54
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
4.1. Caracterização das condições ambientais da Zona da Mata mineira.....	55
4.2. Análise econômica.....	63
4.2.1. Estrutura dos custos e receitas.....	63
4.2.1.1. Sistema I.....	63
4.2.1.2. Sistema II.....	66
4.2.1.3. Sistema III.....	69
4.2.2. Índice de equivalência de área (IEA).....	74
4.2.3. Análise financeira .....	76
4.2.3.1. Valor presente líquido (VPL).....	76
4.2.3.2. Valor anual equivalente (VAE) .....	77
4.2.3.3. Valor esperado da terra (VET) .....	79
4.2.3.4. Razão benefício/custo (B/C) .....	80
4.2.3.5. Taxa interna de retorno (TIR) .....	81
5. CONCLUSÕES .....	83
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	85
APÊNDICES .....	94
APÊNDICE A .....	95
APÊNDICE B.....	97
APÊNDICE C.....	98

## **HIPÓTESE**

O uso de sistemas agroflorestais com eucalipto na Zona da Mata de Minas Gerais é técnica, econômica, social e ambientalmente viável, indicando que a agrossilvicultura com esse gênero representa uma alternativa para o desenvolvimento sustentável da região.

## RESUMO

VALE, Rodrigo Silva do, D.S., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2004, **Agrossilvicultura com eucalipto como alternativa para o desenvolvimento sustentável da Zona da Mata de Minas Gerais**. Orientador: Laércio Couto. Conselheiros: João Luiz Lani e Márcio Lopes da Silva.

O objetivo deste trabalho foi fazer uma análise da viabilidade técnica, econômica, social e ambiental da agrossilvicultura com eucalipto como uma alternativa para o desenvolvimento sustentável da Zona da Mata de Minas Gerais. A partir de um levantamento de informações do estado da arte do conhecimento e da prática da agrossilvicultura com eucalipto na Zona da Mata Mineira e de uma caracterização das condições ambientais e do uso da terra na região, definiu-se um modelo de sistema agroflorestal com eucalipto para a Zona da Mata mineira, com uma descrição detalhada do sistema. Neste sentido, o sistema agroflorestal modelizado (pecuária leiteira em sistema silvipastoril) e os seus componentes em sistema de monocultivo foram comparados quanto ao ambiente, produtividade física, por meio do índice de equivalência de área (IEA), e viabilidade econômica, por meio de uma análise financeira utilizando métodos de avaliação de projetos, como: valor presente líquido (VPL), valor anual equivalente (VAE), valor esperado da terra (VET), razão benefício/custo (B/C) e a taxa interna de retorno (TIR). Para tanto, considerou-se no presente estudo três atividades

distintas: Sistema I (reflorestamento com eucalipto), Sistema II (pecuária leiteira convencional) e o Sistema III (Sistema Silvopastoril – eucalipto + pecuária leiteira). Os custos e as receitas foram estimados em Reais/ha. Por meio dos resultados obtidos verificou-se que o IEA total foi de 1,93, sendo 0,8 para o reflorestamento e 1,13 para a pecuária leiteira. Deste modo, 1 ha de consórcio equivaleria, neste caso, a 1,93 ha distribuídos entre as monoculturas de pastagem e eucalipto, com um ganho de quase 100% em área. Para todos os métodos de análise financeira utilizados, os três sistemas avaliados são economicamente viáveis. O maior VPL foi obtido com o sistema III (R\$16.302,54), seguido do sistema I (R\$7.223,94) e sistema II (R\$6.015,27). O Sistema I apresentou a maior relação benefício/custo (3,24) enquanto a menor ficou com o Sistema II (1,28). O VET (R\$25.482,97) e o VAE (R\$1.904,62) foram maiores para o Sistema III, seguido do Sistema I (VET = R\$12.224,86 e VAE = R\$843,97) e II (VET = R\$10.456,87 e VAE = R\$702,76). Das atividades analisadas o Sistema II apresentou o maior TIR (52%), seguido do Sistema III e I, 27,5% e 24,8% respectivamente. Concluiu-se que, diante da caracterização dos diferentes ambientes encontrados na Zona da Mata Mineira, os sistemas silvipastoris (eucalipto + pecuária leiteira) são técnica, econômica, social e ambientalmente viáveis, indicando que o sistema silvipastoril com eucalipto representa uma alternativa para o desenvolvimento sustentável da região.

## ABSTRACT

VALE, Rodrigo Silva do, D.S., Universidade Federal de Viçosa, July 2004.  
**Agroforestry with eucalypt as an alternative for the sustainable development of the Zona da Mata of Minas Gerais.** Adviser: Laércio Couto. Committee members: João Luiz Lani and Márcio Lopes da Silva

The present work had as objective to do a viability analysis of technical, economical, social and environmental aspect of the agroforestry system by using eucalypt as an alternative for the sustainable development of the Zona da Mata of Minas Gerais state. The data base used to do this work was set by putting together informations about the state of art of knowledge and practices about the agroforestry systems with eucalypt in the Zona da Mata mineira and by characterizing the environmental conditions and regional land use. This set of informations was used to define an agroforestry system model with eucalypt for the Zona da Mata mineira, by presenting a detailed description of the system, so that, the agroforestry system model proposed (livestock milk pan in silvipasture system) and their components in monocultural system were compared in relation to environment, physical productivity by using the equivalent index of area (IEA) and economical viability by using the financial analysis through the equivalent annual value (VAE), net present value (VPL), land expectation value (VET),

benefit/cost ratio (B/C) and the internal rate of return (TIR), so that, it was considered at the present study three different activities: System I (Reforestation with eucalypt), System II (Livestock conventional milk pan) and the System III (Silvipasture system - Livestock milk pan + eucalyptus). The costs and revenue were estimated in R\$/ha. By analyzing the results, it was verified that the IEA presented a total of 1.93, being 0.8 for the reforestation and 1.13 for the livestock milk pan. This way, 1 ha of consortium would be equivalent, in this case, to 1.93 ha distributed between the monoculture of pasture and of eucalypt with an earnings of almost 100% in area. For all the methods of financial analysis used the three appraised systems are economically viable. The largest VPL was obtained with the System III (R\$16.302,54), followed by the System I (R\$7.223,94) and System II (R\$6.015,27). The System I presented the largest benefit/cost ratio (3,24), while the smallest ratio was with the System II (1,28). The VET (R\$25.482,97) and VAE (R\$1.904,62) were larger for the System III followed by the System I (VET = R\$12.224,86 and VAE = R\$843,97) and System II (VET = R\$10.456,87 and VAE = R\$702,76). Of the analyzed activities, the System II presented the largest TIR (52%), followed by the System III and I, 27,5% and 24,8% respectively. Due to the characterization of different environmental found at the Zona da Mata mineira, the silvipasture system (eucalypt + livestock milk pan) are technical, economical, social and environmentally viables, indicating that the silvipasture systems consorciated with eucalypt represents an alternative for sustainable development of this region.

## 1. INTRODUÇÃO

O Estado de Minas Gerais está situado na região sudeste do país e possui uma área territorial de 588.384 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 7% da área total do Brasil. É o estado com maior número de municípios (853), divididos em 12 grandes regiões administrativas (mesorregiões geográficas).

A economia mineira teve seu processo de desenvolvimento calcado na exploração de recursos minerais, vocação natural do estado. Esta atividade orientou o processo de ocupação do território mineiro, inicialmente localizado na sua parte central (FJP/CEI, 2003).

Por outro lado, a diversificação econômica teve seu início com a expansão da cafeicultura, a partir das fronteiras com o Rio de Janeiro e São Paulo, no decorrer do Século XVIII. Assim, as regiões mineradoras passaram a dedicar-se exclusivamente à exploração do minério de ferro, consolidando a constituição da indústria siderúrgica de grande porte, além de um segmento de metalurgia mais diversificada, com destaque na produção de ferro gusa (FJP/CEI, 2003).

Na década de 1960, o Estado de Minas Gerais permanecia num plano secundário em relação ao desenvolvimento industrial do país, sendo apenas grande fornecedor de insumos e matéria-prima para os outros centros.

A partir da década de 70, o Estado passou por um amplo processo de transformação na sua estrutura produtiva, que resultou na expansão da indústria e

na diversificação e integração econômica do seu parque produtivo. Em consequência desse processo, a economia mineira deixou de ser predominantemente agrícola para se tornar essencialmente industrial.

Na década de 1980, Minas Gerais se apresentou como a economia regional mais dinâmica do país, constituindo um parque industrial moderno e competitivo em setores estratégicos. O Estado chegou nos anos 1990 com resultados extremamente favoráveis em relação ao Produto Interno Bruto (PIB) e às exportações.

Atualmente, a economia mineira é a terceira do país. O índice de desenvolvimento humano municipal de Minas Gerais cresceu cerca de 10,9% de 1991 até 2000, passando de 0,697 para 0,773, colocando o estado na oitava posição do ranking nacional (PNUD/IPEA/FJP, 2000).

No ano de 2002, as exportações mineiras representam 12,2% das exportações nacionais (U\$ 6,711 milhões), a arrecadação de ICMS gira em torno de U\$ 4,132 milhões (9,2% do que é arrecadado nacionalmente) e o PIB do estado gira em torno de U\$ 59,3 milhões (10% do PIB brasileiro). O setor de agricultura contribui com 8,5% do PIB estadual, acima da média brasileira, que é de 7,9%. Da mesma forma, o setor industrial está acima da média nacional (33,8%) com uma participação de 42,8%. Por outro lado, o setor de serviços está abaixo da média nacional (58,3%) com uma participação de 48,7% na composição do PIB estadual. Dentro desse contexto, a região da Zona da Mata destaca-se como a quarta economia na composição do PIB estadual (9%), com destaque para o setor agropecuário.

Nos últimos anos, o agronegócio brasileiro tem se destacado como o principal agente indutor da economia nacional. O expressivo desenvolvimento tecnológico do setor e a capacitação empresarial sustentam os ganhos de produtividade, qualidade e desempenho atingidos por este setor. Nesse contexto, a agroindústria mineira destaca-se no cenário nacional pela competitividade auferida nos segmentos industriais já consolidados, como o do café, cachaça, carnes e laticínios, e nos segmentos altamente promissores: sucro-alcooleiro,

frutas tropicais e processamento de vegetais, processamento de grãos e processamento de café.

A Companhia Siderúrgica Belgo Mineira e, posteriormente, a ACESITA, instalada em 1949, criaram os seus serviços florestais que foram os embriões de suas empresas subsidiárias operando no setor de reflorestamento com eucaliptos. Assim, a Companhia Siderúrgica Belgo Mineira criou a Companhia Agrícola e Florestal Santa Bárbara (CAF) e a ACESITA criou a hoje ACESITA ENERGÉTICA (GUERRA, 1995).

Em meados da década de 1970, dentro do contexto do Programa Nacional de Papel e Celulose, criado pelo Governo Federal, surgiu a primeira fábrica de celulose no estado, a Celulose Nipo-Brasileira S.A (CENIBRA). Com o advento da instalação de um parque fabril voltado para a produção de celulose e papel, o reflorestamento ganhou novo impulso, orientado pela grande demanda por madeira para a produção de fibra. Assim, a área plantada no estado sofreu um aumento significativo (GUERRA, 1995).

Outro vetor de difusão da cultura do eucalipto, que também contribuiu para o aumento da área plantada no estado, foi a criação e implantação de programas de fomento florestal específicos para os pequenos e médios produtores rurais, iniciados em 1976 pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF) com apoio financeiro do Banco Mundial e do governo mineiro.

No período de 1976 a 1993 foram plantados, em média, 3.398 ha/ano, de 1988 a 1993 esta média foi de 4.891 ha/ano e, mais recentemente, de 5.007 ha/ano, entre 1998 e 1999, de florestas produtivas (VIANA et al., 2002). Segundo dados do IEF, estes programas de reflorestamento para pequenos e médios produtores rurais, desenvolvidos pelo instituto, beneficiaram cerca de 45.000 agricultores com cerca de 90.000 ha de área plantada com eucaliptos.

Dentre os vários programas de reflorestamento para pequenos produtores rurais desenvolvidos pelo Instituto Estadual de Florestas em Minas Gerais, o Prodemata foi um programa voltado para o desenvolvimento da região da Zona da Mata, que possibilitou o plantio de 24.500 hectares, beneficiando cerca de 14.000 produtores rurais (GUERRA, 1995).

Historicamente, a Zona da Mata mineira foi a região menos reflorestada do estado. A economia da região, tradicionalmente, está apoiada na atividade agropecuária, que representa 9% do PIB do setor agropecuário estadual (FJP, 2002), que abastece a agroindústria.

O setor madeireiro tem como seu maior representante o pólo moveleiro de Ubá, que juntamente com mais oito cidades da região, constitui o terceiro pólo moveleiro do Brasil e o primeiro de Minas. Com isso, o pólo moveleiro de Ubá tornou-se referência de um pólo produtivo de móveis. O setor é responsável por 33,74% dos empregos gerados pelo setor de móveis no Estado de Minas Gerais e 61% do emprego disponível na indústria da região. A maior parte das empresas é de pequeno e médio porte. O produto interno bruto (PIB) da região é de mais de R\$ 773 milhões, resultado direto do desempenho da indústria moveleira. Apenas Ubá responde por 51% desse valor. Por tudo isso, entidades como o Sistema Fiemg, através do Instituto Euvaldo Lodi (IEL) e Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai), Sebrae, Finep, Agência de Desenvolvimento de Ubá e Região, Sindicato Intermunicipal de Indústrias de Marcenaria de Ubá (Intersind) e Universidade Federal de Viçosa se uniram para trabalhar numa única direção, a de posicionar melhor esse pólo produtivo nos mercados nacional e internacional.

Entretanto, a madeira utilizada e consumida no pólo moveleiro de Ubá, em grande parte, é proveniente de outras regiões do país, uma vez que não há disponibilidade de madeira para tais fins na região.

Para suprir a carência de madeira, a área plantada em Minas Gerais, considerando-se as terras remanescentes, teria de sair do patamar atual de 1,5 milhão para 2,2 milhões de hectares em 10 anos. Isto equivale a geração de 270 mil empregos, exigindo a inclusão de 270 mil hectares em novas áreas de preservação.

Vale ressaltar que não só o Instituto Estadual de Florestas (IEF), que incentivou o plantio de 14 mil hectares de florestas em pequenas propriedades rurais nos anos passados, mas também grandes empresas, como a CENIBRA, o

Grupo Siderúrgico Gerdau e a Companhia Brasileira de Carbureto de Cálcio têm firmado parcerias com agricultores.

A atividade antrópica e a ocupação desordenada do solo, ocasionada pela expansão da fronteira agrícola e pelo estabelecimento de pastagens, concorreram para um processo de fragmentação da cobertura florestal nativa (MEIRA NETO & SILVA, 1995). A substituição da cobertura vegetal, juntamente com práticas inadequadas de cultivo, tem levado os solos da região à degradação, seja pela perda de fertilidade ou diretamente pela perda de solo por meio de processos erosivos. Como conseqüência disto, pode-se observar redução na vazão de mananciais hídricos e o assoreamento de córregos, rios e lagos. No entanto, a principal conseqüência é a diminuição da viabilidade da atividade agrícola, o que gera um impacto direto no homem do campo, uma vez que, grande parte da população rural da região vive da agricultura de subsistência.

A Zona da Mata, pela sua própria natureza apresenta vocação florestal. Entretanto, tendo em vista o caráter de longo prazo da atividade florestal e o fato de a maioria dos agricultores ser imediatista com relação aos investimentos e sofrerem limitação de capital de giro e de investimento, o cultivo do eucalipto em sistema de monocultura pode se tornar uma opção pouco viável do ponto de vista socioeconômico, quando comparado com às outras atividades agrícolas que oferecem retornos a curto prazo.

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

O uso indiscriminado dos solos, ocasionando produções vegetais muito aquém das desejadas, exigiu esforços consideráveis dos pesquisadores no sentido de definir técnicas para se obter uma produção vegetal com rendimento

economicamente viável, de maneira que a sociedade como um todo tenha disponível no mercado produtos vegetais com qualidade e preço compatíveis com as suas exigências e possibilidades.

O êxito da agricultura, sob um ponto de vista mais moderno, depende de um uso racional das terras, obtendo uma sustentabilidade com um maior rendimento por unidade área, sem contudo, degradar os solos, que é o nosso maior patrimônio.

É importante lembrar ainda que a evolução dos modelos atuais de agricultura para sistemas mais intensivos de uso do solo só pode ser realizada de forma mais gradativa, sem grandes modificações no sistema tradicional. Qualquer sistema alternativo para ser bem sucedido deve envolver, ao nível do agricultor, o plantio de culturas de subsistência e comercial capazes de induzir um processo de captação em benefício do produtor rural.

Sendo assim, a agrossilvicultura com eucalipto aparece como uma alternativa para o desenvolvimento florestal sustentável da Zona da Mata, uma vez que proporciona a diversificação da produção, possibilidade de obtenção de renda com o cultivo de espécies agrícolas durante o período de crescimento da floresta na mesma unidade de área e geração de empregos no campo além dos benefícios ambientais pela melhor ocupação do site, fixação de carbono da atmosfera, maior proteção do solo, regulação do regime hídrico e aumento da diversidade de espécies, ainda que se tratando de um sistema de uso do solo visando a obtenção de produtos agrícolas e florestais. Em uma definição geral, a agrossilvicultura oferece diferentes modalidades de uso mais racional do solo, onde se associam culturas e, ou, animais com a finalidade de maximizar o lucro por unidade de área. Além disso, a associação traz um ganho ecológico, uma vez que são respeitadas as exigências das plantas e dos animais em sincronismo com o ambiente, permitindo que as atividades sejam sustentáveis.

Dessa forma, acredita-se que os sistemas agroflorestais se apresentam como protótipos alternativos de sustentabilidade, pois estão alicerçados em princípios econômicos de utilização racional dos recursos naturais renováveis,

sob exploração ecologicamente sustentável, sendo capazes de gerar benefícios sociais, porém, sem comprometer o potencial produtivo dos ecossistemas.

Dentro desse contexto, cumpre ressaltar que o sucesso da agrossilvicultura, principalmente com eucalipto, está fundamentado na adoção de um planejamento criterioso, com base no levantamento minucioso de informações técnicas, econômicas, sociais e ambientais.

Em face dessas considerações, este estudo reúne em uma só fonte as informações necessárias para o planejamento correto e execução de um projeto de agrossilvicultura com eucalipto na Zona da Mata de Minas Gerais.

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo principal analisar a viabilidade técnica, econômica, social e ambiental da agrossilvicultura com eucalipto como uma alternativa para o desenvolvimento sustentável da Zona da Mata de Minas Gerais.

Especificamente, pretendeu-se:

- a) caracterizar as condições ambientais e do uso da terra na região da Zona da Mata Mineira;
- b) avaliar o potencial do plantio de eucalipto na Zona da Mata de Minas Gerais;
- c) levantar informações que caracterizem o estado da arte do conhecimento e da prática da agrossilvicultura com eucalipto na Zona da Mata de Minas Gerais;
- d) definir um modelo de sistema agroflorestal com eucalipto para a região da Zona da Mata de Minas Gerais; e
- e) verificar a viabilidade econômica da implantação do modelo de sistema agroflorestal definido no presente estudo.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Reflorestamento com eucaliptos no Brasil**

Os primeiros registros da presença de espécies do gênero *Eucalyptus* no Brasil ocorreram em 1825. A citação mais antiga menciona que o Frei Leandro do Sacramento, diretor do Jardim Botânico do Rio de Janeiro de 1824 a 1829, realizou o plantio de dois exemplares de *Eucalyptus gigantea*. Até o início do século o eucalipto era cultivado como planta ornamental e quebra-ventos.

Segundo PRYOR (1976), com o crescimento da população mundial e o conseqüente aumento da demanda de madeira, as possibilidades de utilização do eucalipto para obtenção de madeira para serraria, lenha, proteção e produção de dormentes começaram a ser aproveitadas em muitos países.

Por volta de 1905, o eucalipto foi introduzido no Brasil pelas mãos de Edmundo Navarro de Andrade, com a finalidade de produção de dormentes para estradas de ferro e lenha para movimentar as locomotivas da Companhia Paulista de Estradas de Ferro, no Estado de São Paulo (GUERRA, 1995).

Segundo CHANDLER (1998), outro grande avanço da cultura do eucalipto foi em 1940 com o estabelecimento de plantações em regiões onde havia mineração de ferro, principalmente, na região da Bacia do rio Doce, como

alternativa de fonte de carvão vegetal para substituir o coque no processo de beneficiamento do minério de ferro na siderurgia.

No final da década de 1940 iniciaram, também, as atividades de reflorestamento no Estado de São Paulo, a Cia. Melhoramento de São Paulo, que tem em seu poder as pesquisas mais antigas de florestas artificiais formadas no Brasil; e em Minas Gerais, a Cia. Siderúrgica Belgo Mineira e a Cia. Aços Especiais Itabira – ACESITA, que também no final da década de 40, começaram a formar os seus maciços de eucalipto.

A partir de 1945, o aumento da demanda de madeira como matéria-prima para a fabricação de celulose e papel, chapas de madeira e outros, aliado às rápidas mudanças tecnológicas da época, resultou num aumento adicional do reflorestamento com eucalipto, de tal maneira que este adquiriu rapidamente a característica singular de ser o gênero mais plantado no mundo.

Nos anos 50, a importância econômica do eucalipto ganhou impulso definitivo no Brasil com o início de sua utilização como matéria-prima para a produção de celulose, insumo básico da indústria papelreira e, atualmente, 28% do eucalipto plantado no Brasil destina-se à produção de celulose e papel (SBS, 2001).

Em 1961, o FAO (Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação) promoveu no Brasil a segunda Conferência Mundial do Eucalipto, sendo este um marco na expansão da cultura do eucalipto no país, pois, na década de 1960 foram criados vários órgãos que, de imediato, começaram a trabalhar em programas de reflorestamento com eucalipto (GUERRA, 1995).

Em 1966 foi estabelecido o programa de incentivos fiscais para o reflorestamento, a fim de atender a demanda e os planos desenvolvimentistas das indústrias que utilizam a madeira como matéria-prima, principalmente nas regiões Sul e Sudeste do país, onde a cobertura natural de florestas encontrava-se seriamente diminuída. Com o advento dos incentivos fiscais a área plantada com eucalipto aumentou consideravelmente, e de acordo com dados da ABRACAVE (2000), este programa reflorestou 6 milhões de hectares no Brasil, hoje reduzidos a apenas 4 milhões. Portanto, foram liberados recursos por quase 20 anos, para atendimento deste programa.

Não existe, atualmente, no Brasil, um levantamento preciso quanto ao total da área reflorestada no país. Os dados são estimados por iniciativa das instituições estaduais de meio ambiente ou ainda pelas entidades de classe que congregam as indústrias de base florestal. Nesse particular, não são computados os plantios em pequenas propriedades ou aqueles não vinculados diretamente à reposição florestal obrigatória. Resultados da Política de Incentivos Fiscais ao Reflorestamento apontam uma área de 3.048.682 ha de eucalipto (AMBIENTE BRASIL, 2004).

Em 1975 foi criado pelo Banco do Brasil um programa chamado Fundo de Investimentos Setoriais-Florestamento por meio do qual as empresas da Região Sudeste poderiam deduzir 17,5% de seu imposto de renda em programas de reflorestamento. A intervenção do Governo Federal, através dessa arrojada política de estímulo ao reflorestamento, foi fundamental para a formação e expansão de gigantescas áreas cobertas com maciços florestais de eucaliptos e tinha como meta reflorestar 2 milhões de hectares até o ano de 1978. No entanto, os grandes maciços florestais passaram a ser criticados por estarem ocupando áreas agricultáveis e competindo com a produção de grãos, principalmente daqueles alimentos básicos como o milho, feijão e arroz. Neste sentido, foram criadas pelo Governo Federal as chamadas “regiões prioritárias para reflorestamento”, por meio do Decreto-lei 79.046, de 27/12/1976, delimitando as áreas para os novos plantios incentivados.

Com a base florestal estabelecida, muitas indústrias foram criadas, sendo elas pertencentes ao ramo de papel e celulose e o de madeira para serraria. Sendo assim, os grupos empresariais do ramo papeleiro, necessitaram investir grandes somas na construção de suas indústrias. Na seqüência, criaram suas próprias empresas florestais, com profissionais e estruturas condizentes com a necessidade de assegurar a perenidade do negócio. Do outro lado, o setor madeireiro, na maioria dos casos, baseou-se em empresas de pequeno e médio porte com uma visão extrativista dos recursos florestais nativos. Não cultivaram a cultura do replantio e, tão pouco, o preço dos seus produtos incluíram o custo da reposição florestal (SCOLFORO, 1998).

Segundo dados da SBS (2000), o Brasil, em 1999, possuía a maior área plantada com florestas de rápido crescimento, especialmente com o gênero *Eucalyptus* e *Pinus* (4.805.930 ha). Com a posição de destaque, o eucalipto apresentava-se com uma área total de 2.965.880 ha, correspondente a 0,35% do território brasileiro, sendo o Estado de Minas Gerais o maior reflorestador, com 1.535.290 ha, representando 51,77% da área total reflorestada com *Eucalyptus*.

Sendo responsável por 4,5% do PIB nacional e representando 8% das exportações nacionais, o setor florestal assegura 3,6 milhões de empregos diretos e indiretos, vem proporcionando o sustento de aproximadamente 10 milhões de brasileiros e desempenhando importante e significativo papel no contexto geral da economia brasileira (OLIVEIRA & OLIVEIRA, 2000).

Neste contexto, o principal benefício da cultura do eucalipto é oferecer alternativas para suprimento de madeira aliviando a pressão sobre as florestas nativas, pois no Brasil o consumo de madeira para os diversos fins é estimado em 282 milhões de metros cúbicos por ano, dos quais apenas 75 milhões são supridos por florestas plantadas e o restante, ainda provém de matas nativas (COUTO et al., 1998).

## **2.2. Reflorestamento com eucaliptos no Estado de Minas Gerais**

O avanço da fronteira agrícola, o crescimento da indústria e o rápido processo de urbanização, nas últimas décadas, têm contribuído decisivamente para a substituição de florestas e para o aumento do consumo de recursos naturais como matéria-prima. Sendo assim, diante da pressão exercida sobre as florestas nativas, as florestas plantadas tornam-se importantes fontes alternativas de multiprodutos da madeira, especialmente as de eucalipto.

Segundo GOLFARI (1975), o Estado de Minas Gerais possui condições extremamente favoráveis ao cultivo do eucalipto. Essas condições, aliadas a outros fatores, proporcionaram a implantação de, aproximadamente, 2 milhões de hectares de eucalipto, de uma área total reflorestada de cerca de 2,2 milhões de hectares, até 1986.

No que diz respeito ao reflorestamento, dois aspectos devem ser considerados: de um lado, refletindo a política econômica do governo, estavam os incentivos fiscais, e de outro, têm-se os mercados paralelos de produtos florestais. Com relação ao primeiro aspecto, somente em Minas Gerais a legislação federal possibilitou a implantação de cerca de 392.440 ha de florestas artificiais até setembro de 1975. Quanto ao tipo de espécie plantada, pode-se observar claramente a preferência dos investidores por reflorestamento com árvores do gênero *Eucalyptus*. De 1967 a 1974, o eucalipto representou 88% da área reflorestada do estado (CAPP FILHO, 1976).

Comparando a área reflorestada de 1966 a 1975 e a de 1948 a 1966, ano este em que se iniciaram os incentivos com base na dedução do imposto de renda, pode-se observar o grande impulso que esta política originou no setor florestal, pelo aumento de 320% da área reflorestada no estado.

Devido ao seu grande parque siderúrgico, o carvão vegetal e a sua poderosa indústria de celulose, Minas Gerais é no Brasil o maior consumidor de matéria-prima florestal. São múltiplas as indústrias de móveis, inúmeras serrarias, além de um expressivo centro cerâmico, entre outros usuários contínuos de madeira.

No final da década de 1920, as siderúrgicas do estado de Minas Gerais passaram a utilizar o eucalipto como matéria-prima para a produção de carvão vegetal, utilizado como termorregulador na fabricação de ferro-gusa. Posteriormente, outros usos foram desenvolvidos como, por exemplo, a produção de óleos essenciais de suas folhas, o fracionamento do alcatrão para a indústria químico-farmacêutica, a produção de taninos, a partir de suas cascas, a produção de vigas, postes, mourões, para cercas, madeira para construção civil, embalagens, laminados, aglomerados, chapas e madeira para móveis (COUTO et al., 1998).

Em Minas Gerais, o eucalipto foi introduzido por volta de 1937 pela Companhia Siderúrgica Belgo Mineira, primeira indústria siderúrgica criada em Minas Gerais por volta do ano de 1920. Em 1952, a C.S.BELGO MINEIRA, que foi a pioneira na implantação do reflorestamento na região, já possuía uma área

de 3.600 ha plantados com eucalipto. Em 1966, a área reflorestada com eucalipto em Minas Gerais já era de 62.000 ha.

No caso específico de Minas Gerais, até 1967, em torno de 70% do eucalipto plantado localizava-se na região da bacia do rio Piracicaba, onde a ACESITA, a C.S.BELGO MINEIRA e a CENIBRA possuíam juntas em torno de 500.000 ha de terra voltadas para o plantio de eucaliptos. No entanto, a partir de 1971 houve um deslocamento das áreas de plantio para a região do vale do Jequitinhonha. Empresas como a ACESITA, MANNESMAN, C.S.BELGO MINEIRA passaram a comprar terras, principalmente dentro da área do polígono das secas (área da SUDENE). Portanto, já em 1982, 40% das áreas plantadas com eucalipto em Minas Gerais estavam localizadas no vale do Jequitinhonha, onde estavam 18 empresas reflorestadoras (GUERRA, 1995).

### **2.3. Reflorestamento com eucalipto na Zona da Mata Mineira**

A ação predatória sobre a cobertura florestal no Estado de Minas Gerais atingiu, sobremaneira, a Zona da Mata, cujos componentes florestais restringem-se a pequenas áreas de preservação.

MARANGON (1971) verificou que a Zona da Mata mineira apresentava um déficit de madeira para diversos tipos de indústrias. Entre as firmas de indústria madeireira da Zona da Mata, somente 27% obtinham matéria-prima dentro da região. Neste sentido, em 1966 iniciou-se a Campanha Integrada do Reflorestamento da Zona da Mata (CIR), que consistia de um movimento educativo, visando chamar a atenção dos agricultores para o uso racional do solo, que preconiza a existência de cobertura vegetal nas partes íngremes, uma vez que é considerável a devastação das matas nativas da região e a disponibilidade de terras ociosas, próprias para esta atividade.

De acordo com SILVA (1986), o Programa de Diversificação Econômica da Zona da Mata, estimou que 45% da área da região apresentam condições para o reflorestamento. No entanto, para alcançar a cobertura florestal em 10 anos seria necessário o plantio de 114.021 ha/ano.

Apesar da evidência dos benefícios advindos da implantação de reflorestamento na Zona da Mata, foi notória a existência de certos entraves por parte dos agricultores onde, segundo SILVA (1972), a razão básica apresentada por 80% dos agricultores entrevistados em seu trabalho era a falta de financiamento em condições adequadas de carência, o pagamento final e os juros. SILVA (1986) salienta ainda que a dificuldade de financiamento, a restrição de capital de giro e de investimento, gerou um engajamento modesto por parte do agricultores nesta atividade, até o final da década de 60.

Considerando a necessidade de uma política de crédito rural específica, a fim de estimular a produção florestal na Zona da Mata de Minas Gerais, OLIVEIRA (1971) afirmou que o clima favorável e o relevo montanhoso faz com que a exploração de madeira se torne uma alternativa potencial para essas áreas, que não são recomendadas para outras atividades agrícolas, em virtude do alto custo de recuperação da fertilidade de seus solos e da dificuldade de manejo pelo homem. Por isso, os aspectos fisiográficos da Zona da Mata, os feitos sociais do reflorestamento, a fonte de renda das florestas e a presença de mercado para madeira em franca expansão conduzem à aceitação técnica do reflorestamento.

Os resultados obtidos por GOMES (1983), demonstraram que os reflorestamento em pequenas e médias propriedades situadas na Zona da Mata, como Ubá, Viçosa, Carangola e Manhuaçu, permitiram concluir que o incremento médio anual do volume, aos 54 meses de idade, nessas regiões, atingiu, os valores de 19,7, 27,9, 23,1 e 69,9 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, respectivamente. Com certas ressalvas, em relação a esses resultados, verificou-se que a produtividade na exploração florestal, conduzida pelos pequenos e médios produtores rurais, apresenta-se bem superior à dos reflorestamentos oriundos de incentivos fiscais em algumas regiões do estado, e que a finalidade do reflorestamento é para geração de renda, principalmente por intermédio de usos mais nobres como construções e produção de papel. Verificou-se, também, que para o meio rural das região, a atividade florestal trouxe benefícios sociais, através da geração de empregos por período mais longo que o esperado, pela elevação da renda e pela recuperação de áreas marginais ao processo produtivo.

## **2.4. Aspectos do reflorestamento com eucaliptos**

### **2.4.1. Multiprodutos da madeira e uso múltiplo da floresta de eucalipto**

Desde a sua implantação em 1905, com o avanço da tecnologia, o seu uso e suas aplicações são cada vez mais diversificados. O eucalipto, por suas características tecnológicas e pela grande plasticidade ambiental, apresenta-se como uma espécie de múltiplos usos e produtos, bem como um importante substituto da madeira de florestas nativas.

Tradicionalmente, o principal produto da floresta é a madeira. A cadeia produtiva de madeira para fins industriais contempla a produção de madeira para energia (lenha e carvão vegetal); moirões, estacas e madeira para construções rurais e construção civil; dormentes; papel e celulose; chapas de fibras; painéis de partículas (aglomerados), lâminas e compensados e madeira serrada (GALVÃO, 2000).

Por outro lado, é possível obter da floresta de eucalipto outros tipos de produtos não-madeireiros. Dentre estes, pode-se citar a extração de óleos essenciais, principal matéria-prima da indústria farmacêutica, de perfumaria e de condimentos. Outro produto que está sendo bastante pesquisado nos centros de pesquisa é o uso do tanino extraído da casca para a produção de colas.

Além dos vários produtos que podem ser obtidos, as florestas de eucalipto oferecem múltiplos usos tendo em vista as suas funções ambientais dentre as quais pode-se destacar (SILVA & SOUZA, 1994):

- melhoria da qualidade do ar;
- diminuição do aquecimento global, pelo sequestro de gás carbônico;
- controle do efeito erosivo do vento;
- redução de níveis de poluição aérea, pela retenção e absorção de gases e de partículas sólidas;
- redução da intensidade de fenômenos erosivos, pelo recobrimento do solo;

- contribuição no processo de regularização da vazão de mananciais hídricos;
- melhoria da capacidade produtiva do solo, pela ciclagem de nutrientes;
- redução da pressão sobre remanescentes de florestas nativas;
- aumento da estabilidade ecológica das áreas dos plantios, pelo surgimento de sub-bosque e conseqüente aumento da biodiversidade;
- abrigo, refúgio e fonte de alimento para a fauna silvestre (sub-bosque);
- melhoria na qualidade da água;
- utilização para fins recreacionistas e educativos;
- melhoria do valor paisagístico, incluindo a valorização do terreno;
- geração de renda no setor rural;
- recuperação de áreas degradadas;
- alternativa energética estratégica, por ser uma fonte renovável;
- contribui para o processo global de aprimoramento científico e tecnológico, pela geração de novas técnicas na parte florestal e industrial do empreendimento; e
- geração de novas divisas, pela garantia de auto-abastecimento do produto florestal e conquista de mercado internacional.

Cumprе ressaltar que a capitalização monetária de algumas dessas funções ambientais já é uma realidade, como é o caso da comercialização dos créditos de carbono. Várias bolsas de todo o mundo já estão negociando créditos de carbono provenientes de projetos florestais.

#### **2.4.2. Fomento florestal**

O grande marco da história do reflorestamento no Brasil foi a criação da política de incentivos fiscais em 1967, por meio da Lei Federal nº 5.106, de 2 de setembro de 1966. Este instrumento de lei teve grande importância para o setor florestal brasileiro, pois permitia às pessoas físicas e jurídicas dedução de até 50% do imposto de renda devido para aplicação em projetos de florestamento e reflorestamento (SILVA e SOUZA, 1994).

A adoção dessa política proporcionou um grande crescimento da área plantada no Brasil (de 400 mil hectares em 1966 para cerca de 6 milhões de hectares em 1988), bem como a consolidação de um parque industrial de base florestal (PASSOS, 1996). Ainda segundo o mesmo autor, dentre as ações previstas no contexto dessa política, o fomento florestal foi determinante na inserção do produtor rural na atividade florestal. Atualmente, o fomento florestal constitui o principal meio de reposição florestal, somando áreas significativas de novos plantios.

O fomento florestal no estado de Minas Gerais teve início no município de Paraopeba, em 1958, como fruto da integração entre as instituições: ACAR (EMATER), IBDF (IBAMA-EFLEX), Associação Rural (Sindicato Rural) e a Prefeitura. Em dois anos foram reflorestados, aproximadamente, 85 ha e beneficiados mais de 92 produtores rurais (PASSOS, 1996). Entretanto, o fator preponderante para o aumento da área plantada com eucalipto, foi a implantação de programas de fomento florestal específicos para os pequenos e médios produtores rurais, iniciados em 1976 pelo IEF (Instituto Estadual de Florestas), com apoio financeiro do Banco Mundial e do Governo Mineiro. A primeira região contemplada nestes programas foi a Zona da Mata de Minas Gerais (Quadro 1).

Quadro 1 – Programas de reflorestamento para produtores rurais implementados pelo IEF em Minas Gerais, no período de 1976 a 1993

<b>Programa</b>	<b>Área Reflorestada (ha)</b>	<b>Agricultores Beneficiados</b>
Prodemata	24.500	14.000
Repemir	19.000	11.000
MG II	6.700	6.300
Planoroeste	2.000	1.400
Prodeflor	2.394	788
IEF/CVRD	5.000	1.600
Pró-Floresta	30.400	9.800
<b>Total</b>	<b>89.994</b>	<b>44.888</b>

Fonte: Escritório Local do IEF-MG.

Estes programas de reflorestamento para pequenos e médios produtores rurais, desenvolvidos pelo IEF, beneficiaram cerca de 45.000 agricultores em cerca de 90.000 ha de área plantada com a cultura do eucalipto (GUERRA, 1995).

Dentre os diversos programas de fomento criados destacam-se: Projeto de Reflorestamento da Região de Ubá; Campanha Integrada de Reflorestamento para Zona Rural – CIR; Programa de Reflorestamento de Pequenas e Médias Propriedades Rurais – REPEMIR; Programa de Desenvolvimento Integrado da Zona da Mata – PRODEMATA; Programa Estadual de Promoção de Pequenos Produtores Rurais – MG I e MG II; Programa de Desenvolvimento Rural Integrado do Nordeste – PLANOROESTE; Programa Estadual de Conservação e Produção Florestal – PRÓ-FLORESTA; e Programa Fazendeiro Florestal (CASTRO FILHO, 1991; NEVES, 1994).

Em meados a década de 1980, com o suporte das grandes empresas do setor florestal, o IEF iniciou a implantação do Programa Fazendeiro Florestal. Constatou-se que até 1992 a CAF havia implementado o plantio de 10.000 ha e a CENIBRA em torno de 4.500 ha, principalmente na região do Vale do Rio Doce.

O Quadro 2 apresenta a área plantada com o eucalipto no estado de Minas Gerais, no período de 1995 a 2000.

Quadro 2 – Área de plantio anual (ha) com espécies do gênero *Eucalyptus* sp. no Estado e Minas Gerais, no período de 1995 a 2000

Espécies	1995	1996	1997	1998	1999		2000	
					Fomento	Próprio	Fomento	Próprio
<i>Eucalyptus</i> spp.	25.717	22.323	24.383	31.855	13.957	16.765	5.852	31.014

Fonte: ABRACAVE (2000).

Atualmente, a área plantada com espécies do gênero *Eucalyptus*, no estado de Minas Gerais, é de 1.551.377 ha (SILVA, 2003).

### 2.4.3. Áreas e espécies a serem plantadas

O primeiro passo a ser dado, principalmente no caso do pequeno produtor, é a definição da espécie a ser plantada. Esta definição deve levar em consideração, primeiramente, o objetivo da produção, ou o uso futuro da floresta e, em segundo lugar, as condições edafoclimáticas da região. Além disso, deve-se levar em consideração o caráter de médio e longo prazo da atividade florestal.

PAIVA et al. (2001), sugerem uma lista de espécies de eucalipto agrupadas de acordo com as possibilidades de uso (Quadro 3).

Quadro 3 – Recomendação de espécies de eucalipto em função do tipo de uso, clima e solo

<b>Critério de Escolha</b>	<b>Produto</b>	<b>Espécie</b>
Uso	Lenha e Carvão	<i>E. camaldulensis</i> ; <i>E. deglupta</i> ; <i>E. globulus</i> ; <i>E. tereticornis</i> ; <i>E. urophylla</i> ; <i>E. paniculata</i> ; <i>E. pellita</i> ; <i>E. pilularis</i> ; <i>E. citriodora</i> ; <i>E. maculata</i> ; <i>E. exserta</i> ; <i>E. brassiana</i> ; <i>E. crebra</i> ; <i>E. tessellaris</i> ; <i>E. saligna</i> ; <i>E. cloeziana</i> ; <i>E. grandis</i>
	Celulose	<i>E. alba</i> ; <i>E. saligna</i> ; <i>E. grandis</i> ; <i>E. urophylla</i> ; <i>E. globulus</i> ; <i>E. dunnii</i> ; <i>E. grandis x E. Urophylla</i>
	Dormentes	<i>E. camaldulensis</i> ; <i>E. citriodora</i> ; <i>E. cloeziana</i> ; <i>E. paniculata</i> ; <i>E. maculata</i> ; <i>E. deglupta</i> ; <i>E. microcorys</i> ; <i>E. botryoides</i> ; <i>E. pilularis</i> ; <i>E. punctata</i> ; <i>E. propinqua</i> ; <i>E. robusta</i> ; <i>E. exserta</i> ; <i>E. crebra</i> ; <i>E. maidenii</i> ; <i>E. tereticornis</i>
	Postes	<i>E. camaldulensis</i> ; <i>E. microcorys</i> ; <i>E. paniculata</i> ; <i>E. resinifera</i> ; <i>E. punctata</i> ; <i>E. citriodora</i> ; <i>E. cloeziana</i> ; <i>E. pilularis</i> ; <i>E. maidenii</i> ; <i>E. tereticornis</i> ; <i>E. propinqua</i> ; <i>E. maculata</i>
	Estacas e moirões	<i>E. citriodora</i> ; <i>E. maculata</i> ; <i>E. paniculata</i>
	Serraria	<i>E. grandis</i> ; <i>E. dunnii</i> ; <i>E. citriodora</i> ; <i>E. resinifera</i> ; <i>E. urophylla</i> ; <i>E. maculata</i> ; <i>E. paniculata</i> ; <i>E. cloeziana</i> ; <i>E. camaldulensis</i> ; <i>E. globulus</i> ; <i>E. punctata</i> ; <i>E. propinqua</i> ; <i>E. tereticornis</i> ; <i>E. pilularis</i> ; <i>E. maidenii</i> ; <i>E. microcorys</i> ; <i>E. robusta</i>
	Óleos essenciais	<i>E. citriodora</i> ; <i>E. globulus</i> ; <i>E. tereticornis</i> ; <i>E. camaldulensis</i> ; <i>E. smithii</i>
	Caixotaria, lápis, caixa de fósforo e palitos	<i>E. grandis</i> ; <i>E. dunnii</i> ; <i>E. pilularis</i> ; <i>E. resinifera</i>
	Construções	<i>E. alba</i> ; <i>E. camaldulensis</i> ; <i>E. citriodora</i> ; <i>E. cloeziana</i> ; <i>E. maculata</i> ; <i>E. deglupta</i> ; <i>E. microcorys</i> ; <i>E. paniculata</i> ; <i>E. botryoides</i> ; <i>E. pilularis</i> ; <i>E. resinifera</i> ; <i>E. robusta</i> ; <i>E. tessellaris</i> ; <i>E. tereticornis</i>

	Móveis	<i>E. saligna</i> ; <i>E. grandis</i> ; <i>E. dunnii</i> ; <i>E. deglupta</i> ; <i>E. camaldulensis</i> ; <i>E. tereticornis</i> ; <i>E. citriodora</i> ; <i>E. maculata</i> ; <i>E. microcorys</i> ; <i>E. paniculata</i> ; <i>E. pilularis</i> ; <i>E. resinifera</i> ; <i>E. exserta</i>
	Laminação	<i>E. grandis</i> ; <i>E. pilularis</i> ; <i>E. robusta</i> ; <i>E. tereticornis</i> ; <i>E. saligna</i> ; <i>E. maculata</i> ; <i>E. microcorys</i> ; <i>E. botryoides</i> ; <i>E. dunnii</i>
	Tanino	<i>E. camaldulensis</i> ; <i>E. citriodora</i> ; <i>E. maculata</i> ; <i>E. paniculata</i> ; <i>E. smithii</i>
Clima	Úmido e quente	<i>E. deglupta</i> ; <i>E. urophylla</i> ; <i>E. camaldulensis</i> ; <i>E. tereticornis</i> ; <i>E. robusta</i>
	Úmido e frio	<i>E. viminalis</i> ; <i>E. propinqua</i> ; <i>E. resinifera</i> ; <i>E. paniculata</i> ; <i>E. dunnii</i> ; <i>E. maidenii</i> ; <i>E. globulus</i> ; <i>E. deanei</i> ; <i>E. grandis</i> ; <i>E. saligna</i> ; <i>E. pilularis</i> ; <i>E. robusta</i> ; <i>E. botryoides</i>
	Subúmido úmido	<i>E. grandis</i> ; <i>E. saligna</i> ; <i>E. citriodora</i> ; <i>E. urophylla</i> ; <i>E. tereticornis</i>
	Subúmido seco	<i>E. urophylla</i> ; <i>E. tereticornis</i> ; <i>E. camaldulensis</i> ; <i>E. pellita</i> ; <i>E. citriodora</i> ; <i>E. cloeziana</i> ; <i>E. maculata</i> ; <i>E. pilularis</i> ; <i>E. pyrocarpa</i>
	Semi-árido	<i>E. tereticornis</i> ; <i>E. camaldulensis</i> ; <i>E. tessellaris</i> ; <i>E. exserta</i> ; <i>E. crebra</i> ; <i>E. brassiana</i>
Solo	Solos argilosos	<i>E. grandis</i> ; <i>E. saligna</i> ; <i>E. cloeziana</i> ; <i>E. pellita</i> ; <i>E. citriodora</i> ; <i>E. maculata</i> ; <i>E. dunnii</i> ; <i>E. pilularis</i> ; <i>E. pyrocarpa</i> ; <i>E. urophylla</i> ; <i>E. paniculata</i>
	Solos de textura média	<i>E. grandis</i> ; <i>E. saligna</i> ; <i>E. urophylla</i> ; <i>E. tereticornis</i> ; <i>E. cloeziana</i> ; <i>E. pellita</i> ; <i>E. pilularis</i> ; <i>E. pyrocarpa</i> ; <i>E. exserta</i> ; <i>E. crebra</i> ; <i>E. citriodora</i> ; <i>E. maculata</i> ; <i>E. paniculata</i>
	Solos arenosos	<i>E. camaldulensis</i> ; <i>E. dunnii</i> ; <i>E. deanei</i> ; <i>E. grandis</i> ; <i>E. saligna</i> ; <i>E. urophylla</i> ; <i>E. tereticornis</i> ; <i>E. brassiana</i> ; <i>E. robusta</i>
	Solos hidromórficos	<i>E. robusta</i>
	Solos mais férteis	Praticamente todas as espécies
	Solos menos férteis	<i>E. grandis</i> ; <i>E. maculata</i> ; <i>E. paniculata</i> ; <i>E. camaldulensis</i> ; <i>E. alba</i> ; <i>E. pyrocarpa</i> ; <i>E. propinqua</i>

Fonte: PAIVA et al. (2001).

Uma característica muito comum na Zona da Mata mineira é a agricultura familiar de subsistência. Sendo assim, segundo RODIGHERI (2001), a atividade florestal, na pequena e média propriedade, deve restringir-se a áreas abandonadas; beiras de estradas e cercas; áreas de capoeiras de baixo valor econômico; áreas impróprias para mecanização; áreas úmidas ou alagadiças que não podem ser drenadas para uso agrícola e, finalmente, em sistemas agroflorestais.

#### **2.4.4. Espaçamentos**

A escolha do espaçamento adequado tem como objetivo proporcionar para cada indivíduo o espaço suficiente para se obter o crescimento máximo com relação à proteção do solo, que depende do tempo necessário para o fechamento do dossel. Com o fechamento mais rápido do dossel a proteção do solo é obtida mais cedo, diminuindo os riscos de degradação, principalmente naqueles locais onde a declividade, o tipo de solo e o clima favorecem a deterioração do solo (BOTELHO, 1998).

O espaçamento praticado no plantio é um dos principais fatores que afetam a formação das florestas, seus tratos culturais, a qualidade da madeira, sua extração e, conseqüentemente, os custos de produção (SIMÕES et al., 1976). É, portanto, de grande importância para o desenvolvimento das árvores sob os aspectos tecnológicos, silviculturais e econômicos. O espaçamento pode influenciar várias características quantitativas e qualitativas, interferindo significativamente na morfologia das árvores e no seu crescimento, em particular no diâmetro, independente de suas características genéticas (COELHO et al., 1970; SHIMOYAMA & BARRICHELO, 1989; BOTELHO, 1998).

Os espaçamentos mais indicados para o plantio de eucalipto solteiro são aqueles que proporcionam uma área útil variando entre 6 e 9 m<sup>2</sup> por planta (3 x 2 m a 3 x 3 m). Para o plantio consorciado com culturas agrícolas recomendam-se espaçamentos mais abertos entre 12 e 24 m<sup>2</sup> por planta.

Cumprе ressaltar que para definição do espaçamento correto deve-se levar em consideração o uso final da madeira, a espécie a ser plantada e a fertilidade do solo.

Os maiores espaçamentos proporcionam maior crescimento em diâmetro, entretanto, o ciclo de corte é maior, conseqüentemente o retorno econômico se dá em um prazo de tempo mais longo. São mais recomendados no caso de produção de madeira para serraria e laminação. Nos menores espaçamentos ocorre o inverso, há maior produção de volume no curto espaço de tempo, entretanto o

crescimento em diâmetro é menor. São mais indicados para produção de energia, celulose, moirões, estacas etc. (CEMIG, 2002).

#### 2.4.5. Custos de implantação, manutenção, colheita e transporte

Atualmente, a atividade florestal envolve um investimento inicial da ordem de R\$800,00 a R\$1.200,00/ha, para implantação da floresta. Os demais custos de manutenção variam de R\$100,00 a R\$200,00/ha (Quadro 4).

Quadro 4 – Custos médios da silvicultura de eucalipto no estado de São Paulo, considerando uma produtividade de  $35 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$  (fator de conversão  $\text{st} - \text{m}^3 = 1,43$ )

Ano	Atividade	Custo (R\$/ha)	Volume de madeira (m <sup>3</sup> /ha)
0	Implantação	1.000,00	
1-2	Adubação, roçada e combate à formiga.	200,00	
3-5	Manutenção	35,00/ano	
6	Roçada pré-corte, adubação e formicidas	150,00	<b>367,5</b>
7	Adubação e formicidas	150,00	
8	Roçada, desbrota, adubos e formicidas	150,00	
9-11	Manutenção	35,00/ano	
12	Roçada pré-corte, adubação e formicidas	150,00	<b>300</b>
13	Adubação e formicidas	150,00	
14	Roçada, desbrota, adubos e formicidas	150,00	
15-17	Manutenção	35,00/ano	
18	Roçada pré-corte, adubação e formicidas	150,00	<b>270</b>

Fonte: adaptado de SINICAL (2001).

Calcula-se que o custo médio de produção da madeira em pé seja de, aproximadamente, R\$5,40/st. Além disso, devem ser considerados os custos de corte, baldeio e transporte que são: R\$4,00/st para o corte com motosserra, R\$ 2,0/st para o baldeio até os aceiros e, finalmente, R\$4,50/st para o transporte da madeira em um raio de até 60 km. Sendo assim, o custo final da madeira é de R\$ 15,90/st (SINICAL, 2001).

Para produção de carvão vegetal, considerando-se o valor da madeira (R\$ 15,90/st) e o custo de uma diária de trabalho (R\$35,00/st), o custo seria de R\$ 44,50/mdc ou R\$0,19/kg (SINCAL, 2001).

#### **2.4.6. Produtividades**

A produtividade média das florestas de eucalipto é bastante influenciada pelas condições edafoclimáticas de cada região, podendo atingir valores que variam de 30 a 40 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. No entanto, com o melhoramento genético, a produção de híbridos e a clonagem, pode-se chegar a uma produtividade de 60 a 80 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (CEMIG, 2003).

#### **2.4.7. Emprego e renda nos reflorestamentos de eucaliptos**

O setor brasileiro de florestas plantadas gera cerca de 1 milhão de empregos diretos e 2 milhões de empregos indiretos. Além disso, os grandes empreendimentos florestais têm conseguido incorporar ao processo pequenos e médios produtores rurais, por meio de programas de fomento florestal, no qual as empresas fornecem os insumos, assistência técnica e garantia de compra da madeira. Isto proporciona oportunidades de geração de renda adicional e melhoria na qualidade de vida.

Em comparação com outras atividades econômicas, a silvicultura pode ser considerada uma das mais eficientes na geração de empregos. Para cada milhão de reais investido são gerados 160 empregos contra 149 no comércio, 111 na construção civil e 85 no setor automotivo (PAIM, 2002).

No meio rural, a média de áreas inaproveitadas é de 10%, em virtude da exaustão dos recursos naturais, pelo uso intensivo promovido pela atividade agrícola e pecuária. Neste contexto, o plantio de árvores na propriedade rural traz, em longo prazo, uma redução substancial nos custos de produção agrícola, pela possibilidade de diversificação da produção, possibilidade de consorciação com a atividade agrícola, ocupação de áreas improdutivas (solos pobres e

degradados). Com relação aos aspectos sociais, há geração de empregos (5 dias de trabalho/ha/ano), melhor distribuição temporal da mão-de-obra e melhoria da qualidade de vida do produtor (RODIGHERI, 2000).

Para impulsionar o setor, o governo federal criou novas linhas de financiamento à atividade florestal – o Propflora e o Pronaf Florestas – além de algumas iniciativas de instituições privadas (fundo pró-floresta – BDMG) e outros.

## **2.5. Sistemas agroflorestais**

### **2.5.1. Definição**

A agrossilvicultura é a ciência que estuda os sistemas agroflorestais. Sendo assim, os sistemas agroflorestais passam a ser objetos de estudos dessa ciência, ou seja, fazem parte do conjunto de atividades racionais e sistemáticas do conhecimento gerado pela ciência Agrossilvicultura.

Para o termo sistemas agroflorestais existem várias definições, porém a mais completa e objetiva delas pode ser a seguinte: são sistemas de uso da terra e dos recursos naturais que combinam a utilização de espécies florestais, agrícolas e, ou, criação de animais, numa mesma área, de maneira simultânea e, ou, escalonada no tempo.

Considerando que dinamismo e interações são aspectos intrínsecos aos sistemas agroflorestais, MONTAGNINI et al. (1992) descreveram sobre o termo sistema definindo-o como um conjunto de componentes que se relaciona formando uma unidade, como um todo. Os componentes incluem populações de plantas cultivadas e animais, com características estruturais e funcionais. Estruturalmente, um sistema agropecuário é um desenho físico de cultivos e animais no espaço ou através do tempo; funcionalmente, é caracterizado como uma unidade processadora de ingressos, como radiação solar, água, nutrientes e produtor de egressos (alimentos, lenha e fibras).

Segundo BENE et al. (1977), o sistema agroflorestral é uma modalidade viável de uso da terra, segundo o princípio de rendimento sustentado, que permite aumentar a produção total e combinar, simultaneamente ou de uma maneira escalonada, cultivos agrícolas com florestas e, ou, com criações, aplicando as práticas de manejo compatíveis com os padrões culturais da população local.

Para o ICRAF (1983), os sistemas agroflorestrais são práticas de uso e manejo dos recursos naturais nos quais espécies lenhosas, arbustivas e herbáceas são utilizadas em associação deliberada com culturas agrícolas e, ou, com animais na mesma área, de maneira simultânea ou em seqüência temporal, com interações ecológicas e, ou, econômicas significativas entre os componentes

### **2.5.2. Objetivos dos sistemas agroflorestrais**

Os sistemas agroflorestrais têm por objetivo otimizar a produção por unidade de superfície, respeitando sempre o princípio de rendimento contínuo, principalmente pela conservação/manutenção do potencial produtivo dos recursos naturais renováveis (MACEDO & CAMARGO, 1994).

Para que este objetivo possa ser atingido é necessário que os sistemas agroflorestrais promovam a concretização dos seguintes pré-requisitos:

- manter-se sustentável;
- conferir sustentabilidade aos sistemas agrícolas;
- aumentar a produtividade vegetal e animal;
- direcionar técnicas para uso racional do solo e água;
- diversificar a produção de alimentos;
- estimular a utilização de espécies para usos múltiplos;
- diminuir os riscos do agricultor;
- minimizar os processos erosivos; e
- combinar a experiência rural dos agricultores com o conhecimento científico.

### 2.5.3. Vantagens e desvantagens dos sistemas agroflorestais

A prática de sistemas agroflorestais em todo o mundo permite evidenciar algumas vantagens biológicas em relação às outras modalidades de uso da terra, sendo algumas citadas a seguir:

- melhor ocupação do sítio ecológico;
- aumento da matéria orgânica;
- melhoria das propriedades físico-químicas e biológicas do solo;
- retenção e conservação de água no solo;
- controle da erosão;
- aumento da produtividade por unidade de superfície;
- redução das variáveis microclimáticas;
- diminuição dos riscos de perdas de produção;
- tutor ou suporte para plantas trepadeiras;
- uso adequado do sombreamento; e
- agrega valores.

A melhor ocupação espacial do sítio ecológico se dá quando existe uma maior diversidade de espécies vegetais ocupando os vários estratos, tanto acima quanto abaixo do solo, pois as diferentes necessidades por nutrientes, água e radiação solar, permitem um uso mais eficiente dos recursos ambientais.

O aumento ou a manutenção da matéria orgânica ao solo ocorre por meio da queda de folhas, galhos e frutos que serão decompostos por microrganismos do solo, assim como da degeneração contínua ou apodrecimento das raízes. O processo de decomposição libera gradativamente nutrientes que serão incorporados ao solo e absorvidos novamente pelas plantas.

A ciclagem e a reciclagem de nutrientes, promovidas pelas espécies florestais, aumentam a fertilidade do solo pela translocação dos nutrientes das camadas mais profundas do solo para as superficiais, bem como pela queda e deposição do *litter*.

Os diferentes estratos de copa reduzem o impacto das gotas de chuva no solo, permitindo maior infiltração, retenção e conservação da água. A cobertura das copas reduz a temperatura do solo, diminuindo assim a evaporação e, conseqüentemente, a perda de água.

A redução do impacto das gotas de chuva no solo, pela presença de vários estratos de copas (consórcios), bem como pela deposição de resíduos orgânicos, são fatores que contribuem para a diminuição dos riscos de erosão e perdas de solo.

O aumento da utilização subsuperficial e superficial do solo, decorrente de vários estratos de raízes, deve resultar em um aumento no potencial de produção de biomassa, conseqüentemente com um aumento na produtividade total do sistema.

O dossel de copas dos componentes do sistema agroflorestal funciona como protetor do solo à radiação solar direta durante o dia, e à noite impede a perda de energia, diminuindo a amplitude de variação de temperatura e de umidade.

A biodiversidade da produção dos sistemas agroflorestais pode reduzir os riscos de perdas totais na produção devido aos fatores climáticos e biológicos. O consórcio de diferentes culturas gera um fator de segurança, onde a produção de uma cultura pode compensar a perda de outra.

As árvores, nos sistemas agroflorestais, podem servir como tutores ou suportes para espécies trepadeiras de valor econômico, como: chuchu, maracujá, pimenta-do-reino, baunilha, cará etc.

O sombreamento proporcionado pelo dossel de copas pode favorecer determinados cultivos como: cacau, café, palmito, inhame etc. Isso ocorre principalmente quando as condições locais de solo, temperatura e pluviosidade são desfavoráveis.

Apesar de existirem muitas vantagens para se escolher os sistemas agroflorestais, algumas limitações que deverão ser consideradas, como:

- aumento na competição entre os componentes do sistema;
- potencial para aumento de perdas de nutrientes;
- danos mecânicos durante a colheita e tratos culturais;
- danos promovidos pelo componente animal;
- efeitos alelopáticos;
- aumento dos riscos de erosão; e
- habitat ou hospedeiros para pragas e doenças.

A ocupação do mesmo espaço físico pelos diferentes componentes (arbustivo-arbóreo e culturas agrícolas) pode gerar aumento na competição pelos recursos do meio. Essa competição por nutrientes, espaço de crescimento, luminosidade e umidade, pode reduzir a produtividade dos cultivos.

Os nutrientes liberados na decomposição da matéria orgânica podem ser perdidos por lixiviação, erosão eólica e hídrica (MacDICKEN & VERGARA, 1990).

As características econômicas e sociais dos sistemas agroflorestais são mais fácil de se entender pelos produtores rurais, uma vez que eles trabalham diretamente com sementes, adubos, defensivos, máquinas e implementos agrícolas, trabalhadores rurais etc.

Esses sistemas permitem evidenciar algumas vantagens tanto econômicas quanto sociais em relação às outras modalidades de uso da terra, como:

- aumento da renda do produtor rural;
- maior variedade de produtos e, ou, serviços;
- melhoria da alimentação do homem do campo;
- redução do risco de perdas totais;
- redução dos custo de plantio;
- melhoria da distribuição da mão-de-obra rural; e
- redução da necessidade de capinas.

A diversidade de culturas ocupando mesmo espaço físico traz oportunidade de obtenção de diferentes produtos colhidos em diferentes épocas,

podendo gerar maior renda distribuída ao longo do ano. Esses diferentes produtos, oriundos dos sistemas agroflorestais, podem ser: lenha, madeira, postes, forragem, alimentos, produtos medicinais, óleos essenciais, taninos entre outros.

A maior diversidade de culturas proporciona um aumento da quantidade de alimentos disponíveis ao longo do ano, com a vantagem nutricional de fornecer grande quantidade da necessidade calorífica de uma família rural.

#### **2.5.4. Classificação dos sistemas agroflorestais**

A classificação tem como objetivo básico facilitar a análise dos sistemas agroflorestais. Para tanto, agrupam-se os sistemas que apresentam características semelhantes, para serem avaliados entre si e para permitir a generalização dos seus resultados, bem como determinar o estabelecimento de regras que possam nortear as atividades do setor.

Segundo NAIR (1990), a classificação dos SAFs mais difundida é aquela que considera os aspectos funcionais e estruturais como base para agrupar estes sistemas em categorias:

1<sup>o</sup>) *Sistemas silviagrícolas* (agrossilvícolas ou agrossilviculturais): combinação de cultivos florestais e cultivos agrícolas numa mesma área.

2<sup>o</sup>) *Sistemas silvipastoris*: combinação de cultivos florestais e criação de animais numa mesma área, de forma simultânea ou escalonada no tempo.

3<sup>o</sup>) *Sistemas agrossilvipastoris*: combinação de cultivos florestais, cultivos agrícolas e criação de animais numa mesma área, de forma simultânea ou escalonada no tempo.

#### **2.5.5. Relação solo-planta-animal no sistema agroflorestal**

Em comparação com os sistemas convencionais utilizados na agropecuária, os sistemas agroflorestais oferecem uma alternativa sustentável para aumentar a biodiversidade animal e vegetal e os níveis de produção animal,

com reduzida dependência da utilização de insumos, bem como a obtenção de vários outros bens e serviços, integrados a outras atividades da propriedade, como: cercas-vivas, sombra para culturas e animais, adubo verde, lenha, madeira, forragem, produtos medicinais, alimentos etc.

Considerando a interação entre os componentes do sistema, LOMBARDI NETO (1993), chama a atenção para os sistemas silvipastoris, que é uma modalidade de sistema agroflorestal que integra árvores, pastagens e animais, de forma simultânea ou escalonada no tempo e no espaço, visando otimizar a produção por unidade de área de superfície, respeitando sempre o princípio de rendimento contínuo, principalmente por meio da conservação/manutenção do potencial produtivo dos recursos naturais renováveis (conservação do solo, recursos hídricos, fauna e flora).

Neste contexto, como uma modalidade de sistemas silvipastoris, a arborização de pastagens se destaca como uma das alternativas de manejo adequado dos recursos, potencializados pelas árvores, de modo que se obtenham benefícios para sistemas com base em pastagens.

O ecossistema silvipastoril é dinâmico e responde às variações dos fatores ambientais e de manejo aplicados, o que resulta em várias interações entre seus componentes.

As interações entre os componentes do sistema são importantes, pois estabelecem os pontos em que o homem pode intervir por intermédio do manejo. As interações entre o componente arbóreo e os animais podem ser diretas ou medidas pelo solo e pelo pasto.

De maneira geral, pode-se dizer que a introdução da espécie arbórea na pastagem é uma medida que pode contribuir para a utilização sustentável de pastagens, principalmente daquelas formadas em solos de baixa fertilidade natural, desde que, ao se associar pastagens com árvores, as condições necessárias para se obter benefícios para os componentes do sistema solo-planta-animal sejam atendidos.

### 2.5.5.1. Relação planta-animal

Sendo assim, torna-se necessário conhecer os aspectos relativos aos solos, planta e animal visando fornecer subsídios para o manejo adequado dos recursos que podem ser potencializados pelas árvores, de modo que se obtenham os benefícios para os sistemas pecuários com base em pastagens.

ALMEIDA (1991), com o objetivo de avaliar o comportamento do *Eucalyptus citriodora* sob pastejo de ovinos e bovinos, no município de Dionísio-MG, delineou os seguintes sistemas: pastejo com nove bezerros, pastejo com seis bezerros, pastejo com nove bezerros e dez ovelhas, pastejo com seis bezerros e dez ovelhas, pastejo com dez bezerros e testemunha. Os resultados mostraram que nos primeiros 24 meses do povoamento florestal, a adoção de qualquer um dos sistemas não afetou a sobrevivência e o desenvolvimento do eucalipto, quanto ao incremento em altura e diâmetro à altura do peito (DAP); assim como, não influenciou na porcentagem de árvores danificadas.

O trabalho de COUTO et al. (1994), também no município de Dionísio-MG, não revelou danos prejudiciais às árvores de *Eucalyptus citriodora*, com seis meses de idade, causados pelo pastejo de bovinos e ovinos.

O espaçamento entre árvores nos sistemas silvipastoris, principalmente com bovinos, deve ser amplo, para permitir o estabelecimento da pastagem e comportar a presença dos animais. Para o eucalipto, normalmente, o espaçamento recomendado é de 10 m entre linhas e de 4 m entre plantas nas linhas. Além do espaçamento adequado, outra questão muito importante diz respeito ao arranjo espacial de plantio. A utilização de fileiras duplas ou triplas, de faixas ou de grupos para o plantio das mudas, pode ser uma alternativa para diminuir os danos causados pelos animais e ao mesmo tempo não comprometer a produção florestal. No entanto, será necessário a realização de estudos científicos para validar esta afirmação.

No que diz respeito à influência do sombreamento sobre os animais. Para KLUSMANN (1988), a redução do calor por meio das árvores resulta em:

- ampliação da estação de pastejo;
- maior incremento no peso dos animais, na produção de leite e lã;
- aumento na taxa de reprodução, em virtude de: a) ocorrência precoce da puberdade; b) maior vida útil reprodutiva; c) baixa perda de embriões; d) regularização do período fértil; e e) menor número de machos necessários para monta; e
- maiores chances de sobrevivência dos bezerros em virtude de: a) melhoria de qualidade de vida para as matrizes; b) partos mais confortáveis; c) maior produção de leite; d) provável aumento da resistência a doenças.

O efeito do sombreamento na produção animal foi verificado por MULLER (1982), ao demonstrar ganho de peso das vacas de 1,29 kg/dia, em sombra natural abundante, contrastando significativamente com 0,50 kg/dia, em pastagem a céu aberto na Califórnia.

O trabalho desenvolvido por ALMEIDA (1991) no Vale do Rio Doce-MG, para verificar o comportamento do eucalipto (*Eucalyptus citriodora* Hooker) em áreas pastejadas por bovinos e ovinos, mostrou após um período de 12 meses, ganho médio de peso para os bovinos de 0,46 a 0,51 kg/dia, sendo que para um ganho de apenas 0,21 kg/dia, o sistema já seria considerado viável.

#### **2.5.5.2. Relação solo-animal**

A compactação do solo talvez seja a maior preocupação dos pesquisadores e a maior crítica aos sistemas silvipastoris.

O pisoteio dos animais em áreas de pastagens atinge primeiramente as plantas forrageiras, o efeito sobre o solo ocorre logo depois, sendo menor quando o pasto apresenta uma boa cobertura e uma boa quantidade de matéria seca residual. Outros fatores que podem influenciar são o nível de umidade do solo por ocasião do pastejo, o teor de argila do solo, a categoria animal e, principalmente, a intensidade de pastejo. A intensidade de pastejo depende, por sua vez, da carga animal e da duração do período de pastejo (SILVA, 1998).

ALMEIDA (1991) estudando o comportamento de *Eucalyptus citriodora* em áreas pastejadas por bovinos e ovinos no Vale do Rio Doce-MG, verificou maior compactação do solo com o aumento da carga animal. Esse efeito se fez presente somente nas camadas superficiais do solo até 15 cm de profundidade.

O sucesso da utilização dos sistemas silvipastoris, diante dos problemas principalmente de compactação do solo, passa então pelo planejamento criterioso das atividades e pelo adequado manejo do sistema. A pressão de pastejo é com certeza o fator de equilíbrio que determina a sustentabilidade do componente solo dentro do sistema como um todo. A adequação da pressão de pastejo com a disponibilidade de pasto e com as características do solo é parte fundamental que pode garantir a viabilidade de um sistema silvipastoril.

### **2.5.5.3. Relação planta-planta**

Vários trabalhos têm sido realizados, testando-se espécies que melhor se adaptem ao ambiente de sub-bosque. O uso de forrageiras, especialmente leguminosas, não tem como objetivo apenas a alimentação de animais, mas também a redução de capinas e de uso de herbicidas, a redução de uso de fertilizantes, a melhoria da produtividade da floresta em virtude da fixação de nitrogênio, a produção de grãos e o aumento da biodiversidade (ALMEIDA, 1995).

Alterações na transmissão de luz solar identificadas no sub-bosque têm sido observadas por vários autores. SHELTON et al. (1987), verificaram que a partir do segundo ano, a transmissão de luz sob florestas de *Eucalyptus deglupta* Blume e *Eucalyptus grandis*, sofreu um declínio acentuado, atingindo um máximo de 40% de redução da quantidade luminosa incidente aos 7 anos de idade das florestas.

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

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

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

Um outro questionamento muito importante e comum nos sistemas silvipastoris é sobre a melhor época para semear as forrageiras. COUTO e MEDEIROS (1993) responderam essa questão para o sistema com *Eucalyptus grandis* e *Brachiaria decumbens*, ao verificarem que o eucalipto, plantado no espaçamento 3 x 3 m, não tolerou a convivência com essa forrageira desde o seu plantio, necessitando de controlar a braquiária por 119 dias, para se obter a máxima produtividade física do eucalipto aos 147 dias após o plantio. Já para se obter o máximo econômico (80% do máximo físico) são necessários 95 dias de controle da braquiária. A convivência não afetou o crescimento em altura, mas sim a massa seca de folhas e galhos, além do diâmetro e da massa seca do caule.

Outro assunto muito importante que norteia os sistemas silvipastoris refere-se ao espaçamento de plantio das árvores. GARCIA et al. (1993), ao testarem o plantio de *Eucalyptus grandis*, em quatro espaçamentos (3 x 2 m; 4 x 2 m; 5 x 2 m; 6 x 2 m), com a pastagem de *Brachiaria decumbens* e *Melinis*

*minutiflora*, na Estação Experimental da EPAMIG, em Ponte Nova – Minas Gerais, concluíram que os sistemas formados por eucalipto e *Brachiaria decumbens* foram mais produtivos, sendo que os espaçamentos 4 x 2, 5 x 2 e 6 x 2 m demonstraram ser mais adequados.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Caracterização da área de estudo**

A Zona da Mata está localizada a sudeste do estado de Minas Gerais (Figura 1), limitando-se com as microrregiões Alto Rio Grande, Campos da Mantiqueira, Espinhaço Meridional, Siderúrgica, Bacia do Suaçuí, Governador Valadares e Bacia do Manhuaçu e ainda com os estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro. Ocupa uma área de 36.058 km<sup>2</sup>, correspondente a 6% da superfície do estado e é formada por sete microrregiões e 142 municípios (FIEMG, 2004). Faz limite com os estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo e as zona do Sul, Campos da Vertente, Metalúrgica e Rio Doce (Figura 1).

Em 1999, com uma população estimada de 1,971 milhões de habitantes, ou seja, 11,4% da população mineira, a região apresentou densidade populacional de 55,2 hab./km<sup>2</sup>, praticamente o dobro da média estadual, posicionando-se como a terceira região mais populosa do Estado. A predominância é a de municípios de pequeno porte; mais de 100 deles apresentaram população inferior a 10 mil habitantes e apenas sete possuíam população superior a 50 mil habitantes.



Figura 1 – Região da Zona da Mata mineira.

A Zona da Mata está localizada no centro do triângulo formado por São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte e sofre, portanto, as influências econômicas e sociais do processo evolutivo dessas metrópoles.

A topografia da região caracteriza-se por um relevo que varia de ondulado a montanhoso, geralmente mostrando elevações, terminando em vales planos de largura variável. As superfícies de erosão da Zona da Mata deram origem a platôs de altitudes diversas. Nas partes mais baixas, as altitudes médias variam de 300 a 400 m e o relevo é fortemente ondulado. No segundo nível, encontram-se as superfícies de relevo ondulado e fortemente ondulado, com altitudes que variam de 400 a 500 m. Nas partes mais altas, as altitudes variam de 800 a 900 m e o relevo é fortemente ondulado e montanhoso. Na parte norte da região, encontram-se altitudes de até 2.900 m, formando o maciço do Caparaó. As baixadas que se encontram na região, normalmente, são de difícil drenagem e quando não permanecem inaproveitadas são cultivadas com arroz (REZENDE, 1980).

O Quadro 5 mostra uma classificação da Zona da Mata, de acordo com o seu relevo (SOUZA, 1971).

Quadro 5 – Relevo da região da Zona da Mata de Minas Gerais

Classes	Declividade (%)	% da Área
Planas	0 – 10	16,3
Amorradadas	10 – 30	43,9
Montanhosas	> 30	39,8

O relevo da Zona da Mata é composto, basicamente, pelo planalto de Viçosa, por parte da bacia do rio Doce, pelas escarpas da depressão formada pela bacia do Rio Paraíba do Sul, pelo prolongamento da serra do Caparaó e por uma porção da serra da Mantiqueira (CORREA, 1984).

O gnaíse e suas variações são rochas originais predominantes. Generalizadamente, nas chapadas ou nas suas modificações o material detrítico pode ser bastante espesso e incluir material pré-intemperizado, originando os solos mais intemperizados da paisagem, os Latossolos. As áreas acidentadas de encostas mais agressivas, por estarem sujeitas à intensa remoção de material, originam solos rasos, muito jovens, como os Cambissolos (com horizonte B pouco desenvolvido) e os Litossolos (sem horizonte B). As áreas das partes baixas suportam pequena quantidade de material transportado, originando-se aí os Podzólicos (REZENDE, 1980). Nas áreas de transição entre uma e outra superfície, os solos sofrem as devidas gradações, porque a natureza comporta-se, quase sempre, de forma contínua.

O clima, aliado à topografia, interfere no solo, permitindo que as chuvas rápidas e fortes sejam transformadas em enxurradas, o que facilita o transporte de materiais férteis acumulados nos horizontes superficiais, de áreas mais elevadas, depositando-os nas baixadas. A presença de restrições edáficas para culturas, em quase toda a superfície, implica a necessidade de práticas de alto nível tecnológico, com aplicação intensiva de capital, associadas a projetos de larga escala, que estão, normalmente, além das possibilidades individuais dos agricultores (GOMES, 1986).

Devido às suas características geomorfológicas, a Zona da Mata conta com grande número de microbacias e nascentes. As principais bacias são: a bacia do Rio Doce (Figura 2), que é formada pelas sub-bacias do rio Piranga, do rio Casca, do rio Matipó e do rio Manhuaçu; a sub-bacia do rio Piranga, que, por sua vez, é formada pelas sub-bacias do rio Turvo e do rio Xopotó; a bacia do Rio Paraíba do Sul (Figura 3), que é formada pelas sub-bacias do rio Paraibuna, do rio Pomba, parte da bacia do rio Muriaé e por porções de outras sub-bacias; já nos domínios da serra do Caparaó encontra-se parte da bacia do rio Itabapoana. Os córregos e riachos existentes, embora com menor volume de água, são perenes (SOUZA, 1971).

A produção agrícola atual na Zona da Mata tem três principais características; longo tempo de uso da terra, sistemas de produção em pequena escala e uso de práticas agrícolas tradicionais (CARDOSO et al., 2001). A agropecuária participa com apenas 12,5% na formação do PIB regional, que é a terceira menor participação do estado. Quantitativamente, a agricultura da Zona da Mata é de importância intermediária, detendo 11,4% de área destinada à produção, 10,5% do valor bruto da produção agrícola e 9,7% da produção de grãos. Qualitativamente, alguns indicadores refletem o atraso da agricultura regional, devendo-se ressaltar que a produtividade agrícola está abaixo da média estadual.

Nesse contexto, a redução da área cultivada na agricultura tem sido consequência da saída de muitos pequenos produtores, fazendo com que aqueles que continuam no processo produtivo o façam com melhores tecnologias e maior produtividade ou, ainda, substituindo os produtos de menor densidade de renda por outros mais lucrativos, como o café (FRANCO, 1999).

**BACIA DO RIO DOCE - UPRGHs DO1, DO2, DO3, DO4 e DO5**  
**QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS EM 2001**

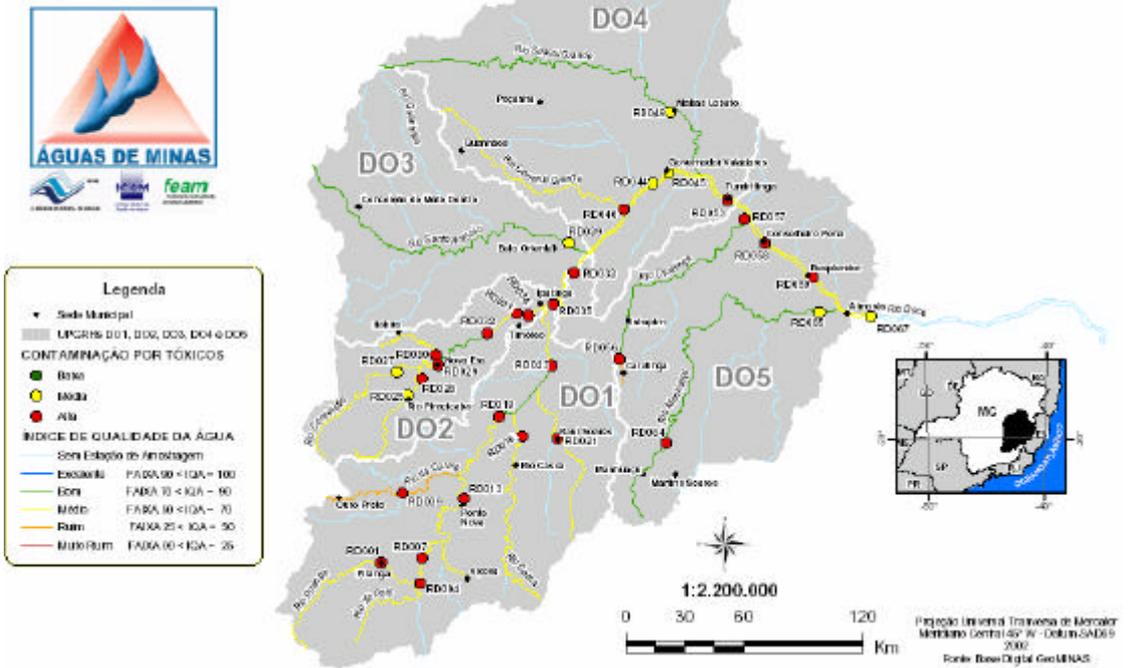


Figura 2 – Bacia do Rio Doce (Fonte: PROJETO ÁGUAS DE MINAS, 2001).

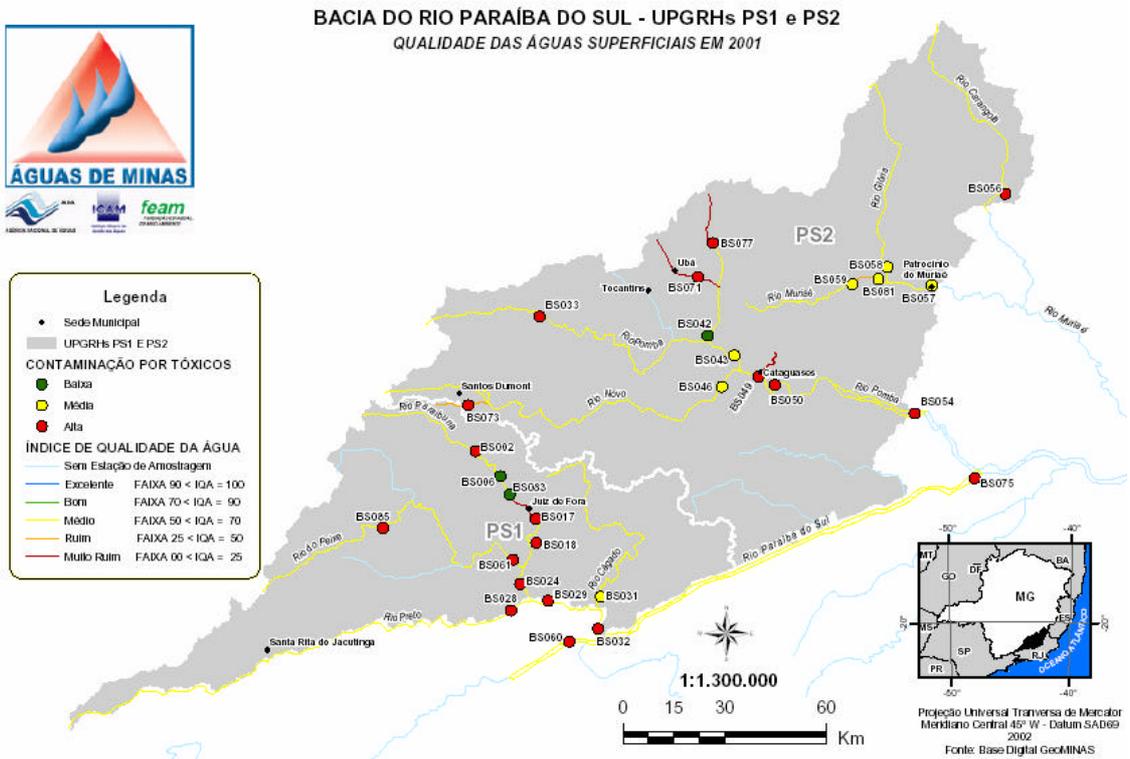


Figura 3 – Bacia do Rio Paraíba do Sul (Fonte: PROJETO ÁGUAS DE MINAS, 2001).

### **3.2. Descrição das condições ambientais da Zona da Mata mineira**

Segundo CARMO et al. (1990), um processo de planejamento de uso da terra que envolva atividades de agrossilvicultura deve embasar-se no conhecimento dos fatores bióticos e abióticos inerentes ao processo, para que se possa racionalizar, ao máximo, o uso de insumos e obter-se um retorno viável do empreendimento, além de permitir o uso permanente dos recursos naturais.

Mesmo regiões aparentemente homogêneas apresentam grande diversidade de ambientes descritos de forma bastante rica em detalhes. Neste sentido, cada microrregião deve passar por um zoneamento, pois a interação de fatores é bastante dinâmica e os indicadores biológicos tem validade local e não geral.

Visando obter uma descrição das condições ambientais da Zona da Mata mineira, realizou-se um estudo com base na divisão bioclimática adotada por GOLFARI (1975), seguido de uma caracterização do uso da terra da região em estudo.

### **3.3. Definição do modelo de sistemas agroflorestais com eucalipto para a Zona da Mata Mineira**

Considerando o potencial produtivo e as limitações dos diferentes ambientes avaliados no presente estudo, definiu-se um modelo de sistemas agroflorestais, com eucalipto, que tenha como principal objetivo a otimização da produção por unidade de superfície, respeitando sempre o princípio do rendimento contínuo, principalmente por meio da conservação/manutenção do potencial produtivo dos recursos naturais renováveis. Neste sentido, o presente trabalho apresentou uma alternativa de uso da terra, com base na valorização da biodiversidade do ecossistema e no conhecimento do produtor rural, promovendo a conservação dos recursos naturais e a produção de bens e serviços de forma sustentável para os agricultores da região da Zona da Mata mineira.

A Zona da Mata do Estado de Minas Gerais é caracterizada por apresentar topografia bastante acidentada, com aproximadamente 80% de suas terras com declividade acentuada, limitando o seu uso em atividades agrícolas

intensivamente manejadas. A pecuária na região utiliza pastagens naturais ocupando grande parte das terras amorradas. As áreas ocupadas com pastagem se encontram altamente degradadas em razão de seu uso intensivo, promovido pelo superpastejo e a baixa adoção de técnicas conservacionistas. A utilização de consórcio de componentes arbóreos com gramínea poderia ser de grande valia, resultando em uso dessas áreas mais declivosas da região, uma vez que a gramínea proporcionaria uma rápida cobertura do solo, favorecendo inclusive a infiltração de água e evitando a aceleração do processo erosivo (SILVA, 1999).

Neste contexto, os sistemas silvipastoris, dentre os diversos tipos de sistemas agroflorestais, apresentam grande importância e potencial para a região da Zona da Mata mineira, uma vez que compreendem modelos agropecuários diversificados e multiestratificados, nos quais árvores nativas ou exóticas com potencial para recuperação de áreas degradadas, madeiráveis ou fornecedores de outros produtos são consorciadas com animais (MONTAGNINI, 1992).

### **3.3.1. Descrição do modelo de sistema silvipastoril com eucalipto**

Conforme recomendado por OLIVEIRA & MACEDO (1996), para que o sistema de consorciação do eucalipto com pastagens alcance sua máxima eficiência técnica e econômica, devem ser observados os seguintes aspectos:

a) na escolha das espécies associadas com o eucalipto, deve-se considerar o valor relativo dos produtos, as necessidades atuais, as perspectivas e características do mercado e os resultados de pesquisas regionais;

b) deve apresentar uma boa adaptação às condições edafoclimáticas locais, bem como um determinado grau de tolerância ao sombreamento, promovido pelos eucaliptos, ou até mesmo se beneficiarem dele;

c) devem apresentar boa compatibilidade com o eucalipto, tanto pelas características vegetativas quanto fitossanitárias;

d) as linhas de eucalipto devem estar orientadas no sentido leste-oeste, proporcionando um menor sombreamento das culturas consorciadas e favorecendo a ventilação de todos os estratos da vegetação, reduzindo a umidade

e minimizando os problemas fitossanitários na parte área do sistema como um todo; e

e) nos plantios de eucalipto, em que são utilizados os espaçamentos convencionais, a luminosidade nas entrelinhas torna-se reduzida progressivamente à medida que as árvores se desenvolvem. Normalmente, do segundo ano em diante, a restrição luminosa nas entrelinhas torna-se acentuada e limitante para o desenvolvimento normal e produção econômica da maioria das culturas anuais consorciadas. Neste sentido, recomenda-se adotar espaçamentos mais amplos nas entrelinhas do eucalipto e, se necessário, adotar um esquema de desbaste e de elevação da copa das árvores pela desrama artificial, que além de proporcionar maior luminosidade nas entrelinhas, garante também melhor qualidade e maior valorização do produto florestal.

### **3.3.1.1. Arranjo espacial e temporal dos componentes do sistema**

A seguir, são apresentadas as associações e as técnicas de manejo sequencial da atividade leiteira em sistema silvipastoril, modelizado para a Zona da Mata mineira.

#### **3.3.1.1.1. Ano 0**

Para alcançar os objetivos do presente estudo considerou-se a implantação de um modelo de sistema silvipastoril com eucalipto associado à gramínea *Brachiaria brizantha* e à leguminosa *Calopogonium muconoides*, numa proporção de 70% de gramínea e 30% de leguminosa.

Inicialmente, recomendou-se o combate à formiga com no mínimo três meses antes do início do plantio. Sendo assim, destinou-se um total de 6 kg.ha<sup>-1</sup> de formicida granulado para o primeiro combate e os demais com 2,0 kg.ha<sup>-1</sup>.

Para o plantio de eucalipto adotou-se o espaçamento de 10 m x 4 m (250 árvores por hectare), com a abertura de covas com dimensões de 25 x 25 x 25 cm. Optou-se por uma adubação na cova, sendo recomendado para cada uma: 100 g

de cloreto de potássio, 250 g de fosfato de araxá ou 90 g de supersimples e 200 g de calcário dolomítico.

O plantio das espécies para a formação da pastagem ocorreu simultaneamente ao plantio da espécie florestal, no período chuvoso, entre os meses de novembro e fevereiro. Para tanto, realizou-se o plantio com uma densidade de  $10 \text{ kg.ha}^{-1}$  de sementes, distantes de 1 m das linhas de eucalipto. As sementes foram misturadas com fosfato natural ( $400 \text{ kg.ha}^{-1}$ ) e superfosfato simples ( $100 \text{ kg.ha}^{-1}$ ).

Optou-se por realizar uma adubação de cobertura de três em três anos na pastagem, cuja a composição foi de  $1.000 \text{ kg.ha}^{-1}$  de calcário dolomítico,  $300 \text{ kg.ha}^{-1}$  de fosfato natural,  $200 \text{ kg.ha}^{-1}$  de superfosfato simples e  $80 \text{ kg.ha}^{-1}$  de cloreto de potássio.

#### **3.3.1.1.2. Ano 1**

Realizou-se o coroamento nas mudas de eucalipto, num raio de 1m, o combate à formiga na dosagem de  $2,0 \text{ kg.ha}^{-1}$  de formicida granulado e a conservação e manutenção de estradas e aceiros.

#### **3.3.1.1.3. Ano 2**

Neste período teve-se o estabelecimento do sistema silvipastoril, quando foram adquiridos os animais para produção de leite, considerando a pastagem com uma capacidade suporte de  $1,5 \text{ UA (unidade animal).ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ . Nesse mesmo ano, o eucalipto, com aproximadamente 6 m de altura, foram desramados até a altura de 4 m do solo retirando no máximo 50% de copa, conforme recomendado por VALE et al. (2001) e ilustrado na Figura 4.

No terceiro ano, ocorreram novamente as mesmas práticas de manutenção da floresta de eucalipto adotadas no ano anterior.

A partir desse ano tem-se uma receita mensal com a venda do leite e anual com a venda de animais de descarte.



Figura 4 – Prática da desrama artificial, com posterior enleiramento dos galhos.

#### **3.3.1.1.4. Ano 3**

Neste ano, houve novamente a manutenção da floresta de eucalipto, assim como uma segunda desrama, realizada até 6 m de altura, por meio de serrote e motopoda. Optou-se por adotar a cerca-viva utilizando as árvores de eucalipto da bordadura.

#### **3.3.1.1.5. A partir do Ano 4**

A partir desse ano ocorreram apenas as manutenções das florestas de eucalipto, como nos anos anteriores.

Optou-se pela rotação de 15 anos, em que coincide a venda do leite e dos animais de descarte com o corte raso da floresta de eucalipto.

### **3.4. Avaliação do modelo de sistema silvipastoril com eucalipto**

Para obter uma avaliação adequada dos sistemas agroflorestais é necessária a sua comparação com os monocultivos. Estas avaliações são complexas, em virtude das projeções econômicas em diferentes prazos, do valor da madeira e da estimativa dos danos ambientais. Porém, é de grande importância incorporar análises econômicas e financeiras dos sistemas agroflorestais, para verificar a sua viabilidade, além de motivar a sua implementação no setor florestal brasileiro (SILVA et al., 1997).

Neste sentido, o sistema silvipastoril modelizado e os seus componentes em sistema de monocultivo, foram comparados quanto ao ambiente, produtividade física e viabilidade econômica.

Com base nos levantamentos realizados de custos e nas receitas obtidos com as culturas em monocultivo, comparou-se a atividade florestal à atividade leiteira convencional e em sistema silvipastoril. Para tanto, considerou-se no presente estudo três atividades distintas, conforme descritas a seguir:

- Sistema I = Reflorestamento com eucalipto;
- Sistema II = Pecuária leiteira convencional; e
- Sistema III = Sistema silvipastoril (eucalipto + pecuária leiteira).

#### **3.4.1. Estrutura de custos e receitas**

##### **3.4.1.1. Sistema I**

Considerando-se a necessidade de se conhecer todos os custos do processo de formação e produção do povoamento florestal de eucalipto no espaçamento 3 m x 3 m, bem como a sua distribuição ao longo do tempo, os itens de custos das operações florestais da plantação de eucalipto para serraria e energia foram detalhados desde o ano de implantação até o corte final aos 15 anos. Foram analisados os aspectos econômicos envolvidos nas operações florestais.

No período de implantação foram considerados como custos despesas com a infra-estrutura, preparo da área para o plantio, aquisição de insumos, transporte de mudas e insumos, combate à formiga, capinas, adubação, plantio e custo da terra.

Como manutenções anuais foram levantados os custos referentes à capina mecânica e manual, adubação de cobertura, combate à formiga, conservação de infra-estruturas e o custo da terra. No presente estudo considerou-se que os custos de exploração, transporte, carbonização e serração ficaram por conta do comprador.

Para determinação das receitas considerou-se o programa de desbastes para o eucalipto, conforme exposto no Quadro 6, e o corte final para uma rotação de 15 anos.

Quadro 6 - Programa de desbaste de eucalipto para uma rotação de 15 anos

<b>Desbaste</b>	<b>Intensidade de desbaste (%)</b>	<b>Ano de ocorrência</b>
1 <sup>o</sup>	50	5
2 <sup>o</sup>	40	9

As receitas geradas pela venda da madeira ao longo da rotação de 15 anos foram calculadas de acordo com o volume de madeira explorado no desbaste e no corte final (Quadro 7).

A madeira do primeiro desbaste normalmente não apresenta diâmetro adequado para uso em serraria, o qual deve ser de no mínimo 12 cm de DAP (diâmetro à altura do peito), a 1,30 m de altura do solo. A partir do primeiro desbaste até o corte final, a quantidade de madeira utilizada para serraria aumenta consideravelmente. Neste sentido, optou-se pelo uso da madeira do primeiro e segundo desbaste para energia, e do corte final para serraria. O volume estimado de madeira para exploração nos desbastes pode ser observado no Quadro 7. Para o corte final, no décimo quinto ano, o volume de madeira estimado foi de 215,88489 m<sup>3</sup>/ha.

Quadro 7 – Estimativa da produção volumétrica de eucalipto para exploração nos desbastes, com rotação de 15 anos

Idade dos desbastes (anos)	Volume desbastado (m <sup>3</sup> /ha)
5	111,66015
9	90,40596

Para estimativa do volume de madeira utilizou-se o Modelo de CLUTTER (1963), que estima a produção volumétrica corrente e futura, ajustado com dados de inventários realizados na região da Zona da Mata de Minas Gerais.

#### 3.4.1.2. Sistema II

Para verificar a viabilidade econômica da atividade leiteira simulou-se um projeto de investimento na pecuária leiteira na Zona da Mata de Minas Gerais.

Os itens de custos e receitas foram detalhados desde o ano de implantação e formação da pastagem até o final de 15 anos, considerando inclusive os custos operacionais.

No sistema de produção, considerou-se os custos com a formação de pasto com a gramínea *Brachiaria brizantha* e a leguminosa *Calopogonium muconoides*, numa proporção de 70% de gramínea e 30% de leguminosa, bem como uma área destinada a um canavial. Na estimativa dos custos, levaram-se em conta itens como: mão-de-obra, insumos, serviços mecânicos, transporte e outros.

Na implantação estimou-se os custos com a aquisição de animais, equipamentos, bem como as benfeitorias e o custo da terra. A taxa de lotação considerada foi de 1,5 UA.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>.

Nas manutenções anuais foram considerados os custos operacionais como: mão-de-obra para o manejo do rebanho, manutenção das áreas formadas e dos equipamentos, reparo das benfeitorias e dos equipamentos, sal mineral, concentrados, medicamentos, leite para bezerros, bem como outros gastos de custeio.

Vale ressaltar que neste estudo foram acrescentados aos custos operacionais o custo com mão-de-obra familiar, remuneração de capital, depreciação e o custo da terra.

A remuneração anual do capital médio foi estimada, tomando como base a taxa de juros de 8% ao ano, considerando as benfeitorias e equipamentos.

As receitas anuais foram obtidas com a venda de leite e animais de descarte. Para tanto, tomou-se como base a produtividade média de 10 litros de leite/dia/vaca em lactação e a venda de 1 animal de descarte/ha/ano.

### **3.4.1.3. Sistema III**

No presente estudo foram levantados os custos e receitas oriundos da implementação do sistema silvipastoril com eucalipto até o final de 15 anos.

Considerando que o eucalipto, a *Brachiaria brizantha* e o *Calopogonium muconoides* foram introduzidos simultaneamente, as operações necessárias à implantação do sistema foram: despesas com infra-estrutura, preparo da área para o plantio, aquisição de insumos, combate à formiga, capinas, adubação, formação de pasto com a gramínea *Brachiaria brizantha* e a leguminosa *Calopogonium muconoides*, numa proporção de 70% de gramínea e 30% de leguminosa, bem como uma área destinada a um canal. Na estimativa dos custos levaram-se em conta itens como: mão-de-obra, insumos, serviços mecânicos, transporte, custo da terra entre outros.

Nas operações de plantio do eucalipto, consideraram-se as atividades como: transporte e distribuição das mudas, adubação e o plantio e replantio propriamente dito.

A interação entre os componentes do sistema silvipastoril proposto ocorre a partir do Ano 2, com a aquisição e introdução dos animais no sistema, com taxa de lotação de  $1,5 \text{ UA} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ .

Como manutenções anuais, foram levantados os custos referentes à capina mecânica e manual, roçada, combate à formiga, desrama artificial, conservação de infra-estruturas, bem como os custos operacionais como: mão-de-obra para o

manejo do rebanho, sal mineral, concentrados, medicamentos, leite para bezerros, manutenção das áreas formadas e dos equipamentos, reparo e depreciação das benfeitorias e dos equipamentos e remuneração de capital das benfeitorias e equipamentos, e o custo da terra.

Considerou-se que os custos de exploração, transporte e serração ficaram por conta do comprador.

As receitas obtidas com o sistema de produção proposto advêm da venda do leite, dos animais de descarte (1 animal/ha/ano) e da madeira em pé. Para tanto, foi necessário utilizar um cenário teórico com corte raso no 15<sup>o</sup> ano, com base em resultados obtidos por DUBÉ (1999), em que se adotou uma produtividade de 35 st.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> de madeira, para o *Eucalyptus* sp. Para a obtenção do volume de madeira em metros cúbicos, utilizou-se o coeficiente de forma de 0,7.

De acordo com PIRES & CARVALHO (2002), diversos estudos têm demonstrado benefícios da sombra, reportando aumentos de 12 a 15% na produção de leite. Sendo assim, considerou-se a produtividade média de 11,3 litros/animal/dia, que equivale ao aumento de 13% na produtividade média do Sistema II (10 litros/animal/dia), adotado neste estudo.

### **3.4.2. Fluxo de caixa**

Com os dados de custos e receitas elaborou-se um fluxo de caixa para os três sistemas avaliados, por período de ocorrência do item de custo e, ou, receita.

### **3.4.3. Coleta de dados**

O desenvolvimento da investigação sobre a agrossilvicultura pelos pesquisadores da UFV vem sendo realizado nas empresas florestais e outros órgãos de pesquisas públicos e privados. As pesquisas realizadas têm procurado criar novas tecnologias que permitam oferecer alternativas para garantir a sustentabilidade do produtor rural e promover programas de recuperação de áreas degradadas.

Neste sentido, os dados necessários para realização do presente trabalho foram obtidos por meio de entrevistas com pesquisadores e revisão de literatura. Optou-se também por realizar visitas às propriedades rurais que possuíam florestas plantadas e nativas, ou seja, foram estudados os segmentos de agricultores que realizaram plantios florestais, seja via incentivo governamental, reflorestamento próprio ou por meio de fomento florestal (privado). As propriedades que não possuíam florestas plantadas não foram visitadas, por não corresponderem aos objetivos do trabalho.

A estrutura de custos e receitas, além das demais informações necessárias às análises comparativas, foram levantados nos meses de abril e maio de 2004 e foram obtidos junto à EMBRAPA-CNPGL, EMATER-MG, EPAMIG, UFV-PPGL e IEF e avaliados com base nos trabalhos de PASSOS (1996), AGUIAR & ALMEIDA (1999), DUBÉ (1999), OLIVEIRA et al.(2000) e FONTES (2001).

#### **3.4.4. Análise dos dados**

O sistema produtivo adotado e modelizado serviu para efetuar as estimativas de rentabilidade neste trabalho, representando uma média de um grupo de propriedades típicas<sup>1</sup> da região da Zona da Mata mineira.

Para as atividades estudadas foram adotados alguns critérios comuns, tais como: horizonte de planejamento de 15 anos; valor da terra de R\$1.500,00/hectare e o custo da terra (taxa de juros (i) x valor da terra).

Os dados foram apresentados e analisados em Reais/hectare (R\$/ha).

##### **3.4.4.1. Produtividade**

###### **3.4.4.1.1. Índice de equivalência de área (IEA)**

Segundo VIEIRA (1984), o índice equivalente de área (IEA) tem sido usado, com frequência, na avaliação da eficiência da associação de culturas em

---

<sup>1</sup> Propriedade que apresenta as mesmas características básicas de outras nas suas principais variáveis: clima, solos, atividades produtivas, disponibilidade de área, mão-de-obra, entre outras.

relação aos monocultivos. Esse índice quantifica o número de hectares necessário para que as produções dos monocultivos se igualem às de um hectare das culturas em associação. RAINTREE (1983) salienta que a associação entre as culturas apresenta-se benéfica quando o IEA > 1, neutra se IEA =1 e em detrimento para a produção sempre que IEA < 1.

O índice equivalente de área foi calculado de acordo com a seguinte equação:

$$IEA = \frac{CF}{MF} + \frac{CA}{MA}$$

*IEA* = índice de equivalência de área do sistema; *CF* = produtividade da espécie florestal no consórcio; *MF* = produtividade da espécie florestal em monocultivo; *CA* = produtividade da espécie associada à espécie florestal, no consórcio; e *MA* = produtividade da espécie associada à espécie florestal, no monocultivo.

#### **3.4.4.2. Análise financeira**

A análise financeira foi realizada com a finalidade de verificar se a renda gerada pelo sistema silvipastoril com eucalipto e pelos monocultivos remunera ou não o capital investido.

A taxa de desconto escolhida foi de 8% ao ano, por ser uma das mais utilizadas pelo setor florestal brasileiro, que tradicionalmente trabalha com taxas entre 6 e 12%, embora a aplicação de taxas de longo prazo sejam mais indicadas, calculadas em função de seus fatores formadores, conforme salienta JUNIOR et al. (1997).

Uma análise de sensibilidade foi conduzida para detectar a sensibilidade dos critérios às variações na taxa de desconto.

A análise financeira de todos os sistemas foi embasada nos métodos de avaliação de projetos, conforme descritos a seguir.

#### 3.4.4.2.1. Valor presente líquido (VPL)

Um projeto analisado pelo VPL é economicamente viável quando apresenta uma diferença positiva entre receitas e custos atualizados para uma determinada taxa de desconto (SILVA et al., 2002).

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

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

#### 3.4.4.2.2. Valor anual equivalente (VAE)

O VAE é a parcela periódica e constante necessária ao pagamento de uma quantia igual ao VPL da opção de investimento em análise, durante sua vida útil. Neste sentido, o projeto analisado será economicamente viável se o VAE for positivo, e quanto maior o seu valor mais interessante é o projeto (SILVA et al., 2002).

Vale ressaltar que o VAE representa o lucro anual que o projeto proporciona durante a sua vida útil.

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

$VPL$  = valor presente líquido;  $n$  = duração do ciclo ou rotação, em anos; e  $i$  = taxa de desconto.

#### 3.3.4.2.3. Valor esperado da terra (VET)

Segundo SILVA et al. (2002), o VET representa o valor presente líquido de uma área de terra nua, utilizada para produção de madeira. Este critério é calculado com base numa série infinita de rotações e utilizado para determinar rotação econômica e preço máximo de compra da terra nua. O cálculo do VET baseia-se na receita líquida perpétua, excluindo o custo da terra, a ser obtida em uma determinada atividade. A atividade é economicamente viável se o VET for maior que o preço de mercado da terra.

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

$R_j$  = receita líquida no final do ano ou do período  $j$  considerado;  $t$  = nº de períodos de capitalização por ano; e  $i$  = taxa de desconto.

#### 3.4.4.2.4. Razão benefício/custo (B/C)

Este parâmetro consiste em relacionar valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos, a uma determinada taxa de juros ou descontos. Sendo assim, um projeto é considerado economicamente viável se a relação for maior do que 1. Quando se compara dois ou mais projetos, o mais viável é aquele que apresentar o maior valor de  $B/C$  (REZENDE & OLIVEIRA, 2001).

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

$R_j$  = receita no final do ano  $j$ ;  $C_j$  = custo no final do ano  $j$ ;  $i$  = taxa de desconto;  $j$  = período de ocorrência de  $R_j$  e  $C_j$ ; e  $n$  = duração do projeto, em anos, ou em número de períodos de tempo.

#### 3.4.4.2.5. Taxa interna de retorno (TIR)

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

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

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

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Caracterização das condições ambientais da Zona da Mata mineira**

Ambientes bastante diversificados em termos de solo, relevo e umidade produzem sistemas de uso do solo bastante complexos. Na mesma lógica, ambientes homogêneos facilitam a implantação de sistemas de zoneamento de cultivos mais simples.

Em áreas de latossolo em relevo acidentado, como é o caso da Zona da Mata mineira, o zoneamento é mais complexo. Nos sistemas tradicionais de manejo e uso do solo, a falta de um histórico de convivência com o ambiente, numa cultura repassada através de gerações pode induzir a um nível de degradação rápido e acentuado dos recursos naturais. No entanto, o inverso também é possível, através de técnicas sustentáveis aliadas à tradição local.

RESENDE (1982) sugere que o ambiente deve ser compreendido dentro de uma visão holística, denominado tetraedro ecológico. Neste sentido, é preciso visualizar dentro de um contexto maior, as inter-relações de alguns fatores como: o clima, especialmente a chuva e a temperatura; o solo – suas características; a vegetação e o homem – sua condição socioeconômica (LANI et al., 2003).

Segundo GOLFARI, (1975) a Zona da Mata Mineira apresenta quatro regiões bioclimáticas distintas (Quadro 8).

Quadro 8 – Zoneamento ecológico da região da Zona da Mata mineira

<b>Regiões Bioclimáticas</b>	<b>Altitude (m)</b>	<b>Temperatura média anual (°C)</b>	<b>Precipitação média anual (mm)</b>	<b>Evapotranspiração potencial anual (mm)</b>	<b>Déficit hídrico (mm)</b>
Zona 1	1200-1800	12-18	1600-1800	650-800	0-3
Zona 2	1100-1400	17-18,5	1450-1800	700-850	0-30
Zona 3	600-1200	18-20	1400-1700	800-900	10-30
Zona 4	200-900	20-23	1100-1400	950-1200	30-90

Fonte: GOLFARI (1975).

Visando obter uma caracterização mais representativa das condições ambientais da Zona da Mata mineira, FRANCO (2000), estratificou a região em três regiões agroclimáticas distintas, com base na divisão bioclimática adotada por GOLFARI (1975), onde o plano mais elevado (Zona 1) é formado pela Serra do Brigadeiro, um prolongamento da Serra do Caparaó. O plano intermediário (Zona 3) apresenta o Planalto de Viçosa e um braço da Serra da Mantiqueira e o plano mais rebaixado (Zona 4) é constituído por parte da bacia do Rio Doce e pelas escarpas da depressão da bacia do Rio Paraíba do Sul. Segundo VELOSO (1991), a Zona 1 aparece como um divisor de águas entre as bacias do rio Doce e do rio Paraíba do Sul. Nessa região, encontram-se os remanescentes mais extensos e intactos da floresta original da Zona da Mata, composta de floresta estacional semidecidual formada por latifoliadas, intercalada por campos de altitude. Nessa Zona são encontrados solos do tipo: Latossolos, Cambissolos, Neossolos, Gleissolos.

A Zona 3 ocupa 50% da área da Zona da Mata, cuja vegetação primitiva era formada por uma floresta subperenifólia (GOLFARI, 1975). As matas remanescentes, que cobrem atualmente 5% da área, são constituídas, na sua grande maioria, por formações secundárias. A dissecação de planaltos constituídos de espessos mantos de intemperismo originou solos muito

empobrecidos, sendo caracterizados por Latossolos, Argissolos e Cambissolos. Até mesmo os solos rasos que ocupam as encostas acidentadas, sujeitos à intensa remoção de sedimentos, são de baixa fertilidade (REZENDE, 1980). Essa região é expressão típica da grande região morfoclimática dos “Mares de Morros Florestados” (AB’SABER, 1992). Nas encostas de perfil (Figura 5) convexo (Figura 6) e côncavo (Figura 7) estão embutidos vales de fundo chato, recortados por cursos d’água meândricos e de pouca expressão, porém com elevada densidade de drenagem, o que favorece a ocupação da área por um grande número de pequenas propriedades.

A Zona 4 ocupa grande parte da Zona da Mata, na porção leste. De acordo com GOLFARI (1975), a vegetação original nesta área era formada por florestas subperenifólias e caducifóliass, sendo atualmente a vegetação que se encontra no estágio mais degradado dentre as três regiões, podendo encontrar áreas com elevada infestação (Figura 8) de *Imperata brasiliensis* (sapé) e *Andropogon bicornis* (rabo-de-burro). Segundo BARUQUI et al. (1985), a evolução da dissecação do relevo expôs, ao longo das calhas dos rios Doce e Paraíba do Sul e em escarpas da frente de erosão deste último, os solos mais jovens e férteis do que os da superfície dos planaltos pré-intemperizados da Zona 3. O solos são do tipo Latossolos, Argissolos, Gleissolos e Neossolos.

Segundo LANI et al. (2003), a cobertura vegetal depende diretamente da radiação, água e nutrientes. A radiação é um fator pouco influenciado pelo homem, embora possa-se atuar na escolha das faces das montanhas menos e mais ensolaradas. Pode-se observar diferenças significativas em áreas de região montanhosa onde, dependendo da atitude, escolhe-se, por exemplo, a área para o plantio de café nas faces menos ensolaradas, pois, com isto, disponibiliza-se mais água para as plantas, promovendo menor perda por evapotranspiração; e a capineira que necessita de mais insolação é recomendada que seja cultivada na face oposta. A maior insolação é importante, pois os dias são mais curtos no período de inverno em que se necessita de capim para a alimentação do gado. Logo, a precipitação pluviométrica e os nutrientes são os fatores mais diretamente ligados à cobertura vegetal, fato este observado nas regiões mais

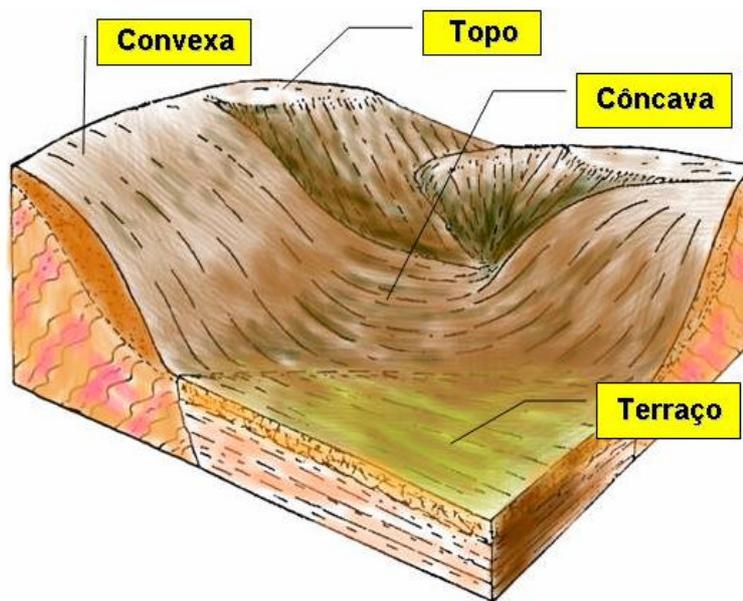


Figura 5 – Representação esquemática do perfil de ambientes na região da Zona da Mata mineira (Adaptado de REZENDE, 1971).



Figura 6 – Ao fundo, paisagem apresentando encosta com curvatura e perfil convexos na região da Barrinha, município de Ubá-MG. (ABRAHÃO et al., 2000).



Figura 7 – Encosta de uma ravina com curvatura e perfil côncavos (Rodovia Ubá-Tocantins) (ABRAHÃO et al., 2000).



Figura 8 – Vista de um perfil da paisagem, infestado com *Imperata brasiliensis* (sapé) e *Andropogon bicornis* (rabo-de-burro) e com elevado nível de degradação (ABRAHÃO et al., 2000).

altas onde predomina o capim-gordura (*Melinis minutiflora*) e nas regiões mais secas e quentes o capim-colonião (*Panicum maximum*). Este fenômeno justifica-se pelo fato de que na parte mais alta predominam os solos extremamente pobres, intemperizados e mais porosos e o capim-gordura é adaptado a este ambiente. O capim-colonião como uma forrageira mais exigente em nutrientes dominaria nos solos mais férteis, normalmente onde houve o rejuvenescimento da paisagem.

Vale ressaltar que as áreas críticas são aquelas onde ocorre o ambiente que não é propício nem para o colonião e nem para o gordura, pois não há fertilidade suficiente para o colonião e nem o clima mais ameno e mais chuvoso para o capim-gordura. Nas visitas de campo realizadas pôde-se constatar maior incidência de áreas sem nenhuma cobertura vegetal, onde a erosão laminar é intensa, formando áreas instáveis (Figura 9).



Figura 9 – Identificação de uma área instável, sem nenhuma cobertura vegetal, no município de Tocantins-MG.

Neste contexto é importante lembrar que o processo de modernização da agricultura brasileira, intensificado a partir da década de 1970, disseminou-se na Zona da Mata de Minas Gerais por meio, principalmente, da cultura do café. O

setor agrícola atual da Zona da Mata apresenta três características principais: ocupação antiga, pequena produção e práticas agrícolas tradicionais (GOMES, 1986). As principais atividades agrícolas são pastagem e café, frequentemente consorciados com feijão e ou milho. Outras culturas de menor expressão são cana-de-açúcar, mandioca e arroz.

Na maior parte das regiões, inicialmente, a Mata Atlântica primitiva foi retirada para implantação das lavouras de café, sem nenhuma preocupação em adotar qualquer tecnologia que pudesse contribuir para a conservação do solo. A eficiente ciclagem de nutrientes observada no sistema florestal foi interrompida por uma agricultura sem preocupação com a exportação de nutrientes, tanto pela erosão quanto pela produção agrícola colhida, reduzindo drasticamente a fertilidade dos solos (RESENDE & REZENDE, 1983). Posteriormente, a decadência dos cafezais levou ao agravamento da crise econômica e social, gerando um excesso regional de mão-de-obra. O uso indiscriminado das espécies florestais nativas para a produção de carvão, lenha e construção, associado à agropecuária imediatista e primitiva, contribuiu ainda mais para o desmatamento, devido à procura de solos mais férteis para implantação de café (DEAN, 1996). Enquanto isso, pastagens e as principais culturas de subsistência como milho, feijão e cana-de-açúcar substituíram lavouras de café antigas e depauperadas.

A degradação dos recursos produtivos, a redução drástica da biodiversidade e a alta dependência de recursos externos de elevado custo energético apontam para a insustentabilidade dos sistemas convencionais de produção (DANIEL, 2000). As conseqüências ecológicas, econômicas e sociais da modernização da cafeicultura na Zona da Mata de Minas Gerais, aliadas à crescente pressão internacional pela preservação da biodiversidade, evidenciam a necessidade do desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis.

A agricultura sustentável é um modo de produção agrícola que visa obter produções sustentáveis a longo prazo, o que pode ser conseguido por meio do desenho de sistemas de produção agropecuários que utilizem tecnologias e normas de manejo que conservem e, ou, melhorem a base física e a capacidade sustentadora do agroecossistema (VENEGAS e SIAU, 1994).

Segundo FRANCO (1995), os agricultores dessa região e outros usuários têm encontrado dificuldades de acesso às fontes de madeira, em virtude do processo de fragmentação das matas nativas, o que os tem levado, e a sociedade como um todo, a uma maior conscientização do papel exercido pelas árvores na propriedade rural e sobre seus reflexos na vida cotidiana. Este fato leva à redescoberta de práticas de cultivo de árvores e sua utilização como parte integral da economia em nível da propriedade.

Neste contexto, os sistemas agroflorestais representam um conjunto de técnicas alternativas de uso da terra, que implicam na combinação de espécies florestais com culturas agrícolas de ciclos de produção variáveis, com atividades envolvendo espécies de animais, ou com ambas, numa mesma área, de maneira simultânea ou escalonada no tempo e no espaço, com caráter temporário ou permanente, a fim de tirar benefícios das interações ecológicas e econômicas, de forma científica, ecologicamente desejável, praticamente factível e socialmente aceitável pelo produtor rural (MACEDO & CAMARGO, 1994). São sistemas que possuem como princípio básico, o desenvolvimento sustentável (NAIR, 1989).

Neste panorama geral, o produtor se defronta diariamente por decidir as melhores alternativas de produção, que lhe propiciem os maiores benefícios diretos e indiretos. Nessas decisões, os mesmos optam por aquelas que estão de acordo com a sua situação socioeconômica e com os seus objetivos. Dentre as atividades de produção, o uso do componente florestal na propriedade rural, vem sendo destacado como uma alternativa de melhoria e conservação dos recursos produtivos, diversificação de produtos e de renda para o produtor. Entretanto, informações sobre o desempenho dos sistemas produtivos, considerando somente espécies florestais e sistemas agroflorestais ao nível de propriedade, têm sido escassas para serem comparadas com propriedades especializadas na produção de grãos e pecuária de corte e leite.

Os sistemas silvipastoris, dentre os diversos tipos de sistemas agroflorestais, apresentam-se com grande importância e potencial para a região da Zona da Mata, por compreenderem modelos agropecuários diversificados e multiestratificados, nos quais as árvores com potencial para recuperação de áreas

degradadas, madeiráveis ou fornecedores de outros bens ou serviços são associadas com animais.

## **4.2. Análise econômica**

### **4.2.1. Estrutura dos custos e receitas**

Os custos e as receitas obtidos para cada uma das operações relacionadas às atividades analisadas estão descritos abaixo.

#### **4.2.1.1. Sistema I**

Os custos totais das operações florestais necessárias para a implantação (Quadro 1A) e manutenção (Quadro 2A) de 1(um) hectare de eucalipto no espaçamento de 3 x 3 m, estão descritos, resumidamente, no Quadro 9. Todos os custos fixos e variáveis foram contemplados nesta análise, sendo considerados de acordo com as atividades desenvolvidas no horizonte de 15 anos.

Quadro 9 – Resumos dos valores de custos totais das operações florestais para o sistema de produção de eucalipto, no espaçamento 3 x 3 m, na região da Zona da Mata de Minas Gerais

<b>Operações</b>	<b>Período de ocorrência (ano)</b>	<b>Custo total (R\$/ha)</b>
Implantação	0	1.223,68
Manutenção anual 1	1 a 3	326,07
Manutenção anual 2	4	186,24
Manutenção anual 3	5	245,15
Manutenção anual 4	6 a 15	186,24
Implantação + manutenções anuais (1 a 4)		4.495,68

Considerando o horizonte de nove anos verificou-se que o custo total do reflorestamento de eucalipto é de R\$4.495,68/ha.

De acordo com o Quadro 9, o custo total para a implantação da atividade de reflorestamento com eucalipto, no espaçamento 3 x 3 m, na Zona da Mata mineira, é de R\$1.223,68/ha, que corresponde a 27,22% do custo total.

A fase de implantação do reflorestamento envolveu operações mecanizadas, manuais, infra-estrutura, aquisição de insumos, bem como o custo da terra (Quadro 10).

Quadro 10 – Valores de custos totais das operações florestais necessárias para a implantação (ano 0) de 1 ha de reflorestamento de eucalipto, no espaçamento 3 x 3 m, na região da Zona da Mata de Minas Gerais

<b>Operações</b>	<b>Custo total (R\$/ha)</b>	<b>Custo total (%)</b>
Infra-estrutura	263,40	21,53
Mecanizadas	91,50	7,49
Manuais	281,65	23
Aquisição de insumos	467,13	38,18
Custo da terra *	120,00	9,8
<b>Total</b>	<b>1.223,68</b>	<b>100</b>

\* Valor da terra  $\times$  taxa de juros (i).

Em relação ao custo total de implantação do reflorestamento de eucalipto, as atividades relacionadas à aquisição de insumos destacaram-se com 38,18% do custo total, seguido da infra-estrutura (21,53%) e das operações manuais (23%). Sendo assim, as atividades relacionadas às operações mecanizadas (7,49%) e o custo da terra (9,8%) foram os que apresentaram menor representatividade (Quadro 10).

Vale ressaltar que no Quadro 1A estão detalhados os custos com a aquisição de insumos, uma vez que estes apresentaram as maiores despesas (R\$467,13/ha) na fase de implantação.

O rendimento e o custo das operações florestais necessárias às manutenções anuais das florestas de eucalipto, plantadas no espaçamento 3 x 3 m, estão descritos no Quadro 2A.

De acordo com os dados apresentados no Quadro 9, as manutenções anuais apresentaram um custo médio anual de R\$218,13/ha/ano, envolvendo o custo da terra e as práticas, distribuídas aos longo de 15 anos, como: conservação da infra-estrutura, transporte de insumos, combate à formiga, adubação de cobertura e capina.

Segundo FONTES (2001), o valor da terra mais condizente para a região da Zona da Mata mineira é de R\$1.500,00/ha. Sendo assim, obteve-se um custo da terra de R\$120,00/ha, considerando uma taxa de juros de 8% ao ano.

No presente estudo optou-se por realizar dois desbastes, sendo o primeiro no 5º ano, com uma intensidade de desbaste de 50%, e o segundo no 9º ano, com intensidade de desbaste de 40%.

No Quadro 11 estão listadas as receitas obtidas com a venda da madeira para energia no primeiro e segundo desbastes e para serraria no corte final (15 anos), considerando o preço da madeira para energia (R\$30,00/m<sup>3</sup>) e para serraria (R\$100,00/m<sup>3</sup>).

Quadro 11 – Estimativa da produção volumétrica de eucalipto para exploração nos desbastes, com rotação de 15 anos

<b>Idade do desbaste (anos)</b>	<b>Volume desbastado (m<sup>3</sup>/ha)</b>	<b>Preço da madeira (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Receita (R\$/ha)</b>
5	111,66015	30,00	3.349,81
9	90,40596	30,00	2.712,18

O volume de madeira obtido no corte final (15 anos) foi de 215,88489 m<sup>3</sup>/ha, gerando uma receita de R\$21.588,49/ha.

Com os dados estimados de custos e receitas, descritos acima, foi possível elaborar um fluxo de caixa para o plantio de eucalipto (Quadro 12).

Quadro 12 – Fluxo de caixa, com os valores de custos e receitas, para o plantio de eucalipto, no espaçamento de 3 x 3 m, na região da Zona da Mata de Minas Gerais

Período de ocorrência (ano)	Custo (R\$/ha)	Receita (R\$/ha)
0	1.223,68	0,00
1	326,07	0,00
2	326,07	0,00
3	326,07	0,00
4	186,24	0,00
5	245,15	3.349,81
6	186,24	0,00
7	186,24	0,00
8	186,24	0,00
9	186,24	2.712,18
10	186,24	0,00
11	186,24	0,00
12	186,24	0,00
13	186,24	0,00
14	186,24	0,00
15	186,24	21.588,49
<b>TOTAL</b>	<b>4.495,68</b>	<b>27.650,48</b>

#### 4.2.1.2. Sistema II

No Quadro 1B estão detalhados rendimentos e custos operacionais para a implantação da atividade leiteira, necessários para a formação do pasto, com a gramínea *Brachiaria brizantha* e a leguminosa *Calopogonium muconoides*, e do canavial, bem como as aquisições necessárias (benfeitorias, equipamentos e rebanho) e o custo da terra.

Os custos por hectare das operações necessárias à manutenção da atividade leiteira foram descritos no Quadro 1B, em que foram considerados custos operacionais efetivos, custo com mão-de-obra familiar, remuneração de capital, depreciação e custo da terra.

O resumo das estimativas de custos da pecuária leiteira na Zona da Mata Mineira, estão apresentados no Quadro 13. Para tanto, foi considerada uma taxa de lotação de 1,5 UA/ha<sup>-1</sup>/ano<sup>-1</sup>.

Quadro 13 – Valores de custos das operações necessárias para a pecuária leiteira na região Zona de Minas Gerais

<b>Operações</b>	<b>Período de ocorrência (ano)</b>	<b>Custo total (R\$/ha)</b>
Implantação	0	4.576,83
Manutenções anuais 1	1 a 15	1.945,39
Implantação + manutenções anuais 1		33.757,68

De acordo com o Quadro 13, o custo total estimado no horizonte de 15 anos, para a pecuária leiteira foi de R\$33.757,68/ha, sendo que os maiores custos foram encontrados na fase de implantação do sistema (R\$4.576,83/ha), correspondendo a 13,56% do custo total.

A fase de implantação da atividade leiteira envolveu custos com operações como: aquisição de benfeitorias, equipamentos e rebanho, formação das áreas de pasto e canavial e o custo da terra.

No Quadro 14, encontra-se um resumo dos custos estimados para cada uma das operações na implantação do sistema.

Quadro 14 – Valores de custos totais das operações necessárias para a implantação da pecuária leiteira na região da Zona da Mata de Minas Gerais

<b>Operações</b>	<b>Custo total (R\$/ha)</b>	<b>Custo total (%)</b>
Benfeitorias	385,38	8,5
Equipamentos	421,00	9,3
Rebanho	1.740,00	38
Formação do pasto	910,15	19,8
Formação do canavial	1.000,30	21,8
Custo da terra *	120,00	2,6
<b>Total</b>	<b>4.576,83</b>	<b>100</b>

\* Valor da terra  $\times$  taxa de juros (i).

De acordo com os valores descritos no Quadro 14, verificou-se que os maiores custos foram para a aquisição de rebanho (R\$1.740,00), seguido da formação do canavial (R\$1.000,30), com participação percentual de 38% e 21,8% do custo total necessário para a implantação do sistema.

Os custos referentes às manutenções anuais para a atividade leiteira estão listados resumidamente no Quadro 15 e, detalhadamente, no Quadro 1B.

Quadro 15 – Valores de custos totais das referente às manutenções anuais da pecuária leiteira na região da Zona da Mata de Minas Gerais

<b>Operações</b>	<b>Custo total (R\$/ha)</b>	<b>Custo total (%)</b>
Custos operacionais	1.445,92	74,3
Mão-de-obra familiar	88,75	4,5
Depreciação	94,10	4,8
Remuneração de capital	196,62	10,1
Custo da terra*	120,00	6,3
<b>Total</b>	<b>1.945,39</b>	<b>100</b>

\* Valor da terra  $\times$  taxa de juros (i).

De acordo com os dados apresentados no Quadro 15, as manutenções anuais apresentaram um custo total de R\$1.945,39/ha. Os custos operacionais da atividade representam 74,3% do custo total. Esse percentual é perfeitamente justificável, pois este item envolve a maior parte despesas necessárias à operação do sistema (Quadro 1B).

Os menores valores de custos foram identificados nos itens: mão-de-obra familiar (R\$88,75), depreciação (R\$99,10), remuneração de capital (R\$192,62) e o custo da terra (R\$120,00), com participação percentual correspondente a 4,5%, 4,8%, 10,1% e 6,3% do custo total, respectivamente (Quadro 15).

As receitas para a pecuária leiteira na região da Zona da Mata mineira, foram estimadas considerando-se a produtividade de 10 litros de leite/dia/vaca em lactação, a um preço de venda de R\$0,50/litro de leite e a venda de 1 animal de descarte/ha/ano ao preço de R\$112,41/animal. Conforme descrito

anteriormente, a taxa de lotação foi de 1,5 UA.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. Dessa forma, a receita anual estimada com a venda de leite e animal de descarte foi de R\$2.849,91, enquanto a receita total, obtida no final de 15 anos, foi de R\$45.594,46/ha, conforme apresentado no fluxo de caixa (Quadro 16).

Quadro 16 – Fluxo de caixa, com os valores de custos e receitas, para a pecuária leiteira, na região da Zona da Mata de Minas Gerais

Período de ocorrência (ano)	Custos (R\$/ha)	Receitas (R\$/ha)
0	4.576,83	2.849,91
1	1.945,39	2.849,91
2	1.945,39	2.849,91
3	1.945,39	2.849,91
4	1.945,39	2.849,91
5	1.945,39	2.849,91
6	1.945,39	2.849,91
7	1.945,39	2.849,91
8	1.945,39	2.849,91
9	1.945,39	2.849,91
10	1.945,39	2.849,91
11	1.945,39	2.849,91
12	1.945,39	2.849,91
13	1.945,39	2.849,91
14	1.945,39	2.849,91
15	1.945,39	2.849,91
<b>Total</b>	<b>33.757,68</b>	<b>45.598,46</b>

#### 4.2.1.3. Sistema III

Para estimar os custos oriundos do reflorestamento de *Eucalyptus* sp. No espaçamento 10 x 4 m, em um sistema silvipastoril (eucalipto + pecuária leiteira), considerou-se que o eucalipto e a pastagem foram introduzidos simultaneamente no sistema.

No Quadro 1C estão descritos detalhadamente os custos resultantes da implantação do reflorestamento e formação da pastagem e da manutenção do sistema silvipastoril modelizado, enquanto o resumo da estimativa de custos para

cada uma das etapas encontram-se no Quadro 17. Vale lembrar que o sistema de produção descrito visa a produção de leite e madeira para serraria.

Quadro 17 – Valores de custos das operações necessárias para o sistema silvipastoril (eucalipto + pecuária leiteira) na Zona da Mata de Minas Gerais

<b>Operações</b>	<b>Período de ocorrência (ano)</b>	<b>Custo total (R\$/ha)</b>
Implantação	0	2.431,65
Manutenções anuais 1	1	1.116,35
Manutenções anuais 2	2	3.778,16
Manutenções anuais 3	3	2.061,20
Manutenções anuais 4	4 a 15	1.907,83
Implantação + manutenções anuais		32.281,32

De acordo com o Quadro 17, o custo total, envolvendo a implantação e manutenções anuais até o final de 15 anos para o sistema silvipastoril, foi de R\$32.281,32.

Constatou-se que a maior participação percentual (11,7%) foi com as manutenções anuais do segundo ano, totalizando R\$3.778,16. É importante salientar que este percentual é devido à aquisição de animais no segundo ano (Quadro 17).

O itens e os custos das operações necessárias à implantação do sistema silvipastoril estão descritos no Quadro 18.

De acordo com o Quadro 18, as operações envolvidas na formação do pasto e do canavial foram as que apresentaram os maiores custos R\$672,67 e R\$860,30, respectivamente. A participação percentual foi de 27,7% para a formação do pasto e 35,4% para formação do canavial, ou seja, a pecuária leiteira representa 63,1% do custo total de implantação do sistema.

Os menores custos foram observados na implantação do reflorestamento no espaçamento 10 x 4 m, totalizando 31,9% do custo total para a implantação do sistema silvipastoril modelizado (Quadro 18).

Quadro 18 – Valores de custos totais das operações necessárias para a implantação do sistema silvipastoril (eucalipto + pecuária leiteira) na Zona da Mata de Minas Gerais

<b>Operações</b>	<b>Custo total (R\$/ha)</b>	<b>Custo total (%)</b>
Reflorestamento		
- Infra-estrutura	263,40	10,8
- Mecanizado	90,70	3,7
- Manual	140,04	5,7
- Insumos	284,54	11,7
Pecuária leiteira		
- Formação do pasto	672,67	27,7
- Formação do canavial	860,30	35,4
Custo da terra*	120,00	5
<b>Total</b>	<b>2.431,65</b>	<b>100</b>

\* Valor da terra  $\times$  taxa de juros (i)

A diminuição nos custos do sistema silvipastoril modelizado, quando comparado com o sistema em monocultivo, deve-se ao fato de que as práticas culturais e, ou, silviculturais previstas em um dos sistemas de produção pode ser aproveitado pelo outro.

No Quadro 2C estão detalhados o rendimento e o custo das operações necessárias às manutenções anuais do sistema silvipastoril (eucalipto + pecuária leiteira).

O resumo dos custos resultantes das operações envolvidas na manutenções anuais para o sistema silvipastoril modelizado está descrito no Quadro 19.

Nas manutenções anuais 2 e 3, as operações manuais no reflorestamento, em comparação com as demais manutenções, apresentaram valores superiores R\$152,74 e R\$155,89, respectivamente, devido a prática da desrama artificial realizada nos dois anos consecutivos. O custo médio estimado para tal prática foi de R\$64,57/ha/ano (Quadro 2C).

Os maiores custos foram identificados (Quadro 19) nas manutenções anuais 2, da pecuária leiteira com a aquisição do rebanho (R\$1.740,00) e custos operacionais (R\$1.322,23).

Quadro 19 – Valores de custos totais das referente às manutenções anuais do sistema silvipastoril (eucalipto + pecuária leiteira) na Zona da Mata de Minas Gerais

<b>Operações</b>	<b>Custo total (R\$/ha)</b>
Manutenções anuais 1	
a) Reflorestamento	
- Conservação de infra-estrutura	55,92
- Manuais	83,44
- Insumos	7,80
b) Pecuária leiteira	
- Benfeitorias	293,07
- Equipamentos	147,00
- Custos operacionais	652,57
- Remuneração de capital	196,62
c) Custo da terra *	120,00
Manutenções anuais 2	
a) Reflorestamento	
- Conservação de infra-estrutura	55,92
- Manuais	152,74
- Insumos	7,80
b) Pecuária leiteira	
- Aquisição do rebanho	1.740,00
- Custos operacionais	1.322,23
- Remuneração de capital	196,62
c) Custo da terra *	120,00
Manutenções anuais 3	
a) Reflorestamento	
- Conservação de infra-estrutura	55,92
- Manuais	155,89
- Insumos	7,80
b) Pecuária leiteira	
- Mão-de-obra familiar	88,75
- Custos operacionais	1.342,12
- Remuneração de capital	196,62
- Depreciação	94,10
c) Custo da terra *	120,00
Manutenções anuais 4	
a) Reflorestamento	
- Conservação de infra-estrutura	55,92
- Manuais	2,52
- Insumos	7,80
b) Pecuária leiteira	
- Mão-de-obra familiar	88,75
- Custos operacionais	1.342,12
- Remuneração de capital	196,62
- Depreciação	94,10
c) Custo da terra *	120,00

\* Valor da terra  $\times$  taxa de juros (i).

De maneira geral, verifica-se uma redução nos custos, quando comparado com a pecuária leiteira convencional, principalmente na quantidade adquirida de sementes das gramíneas e leguminosas (Quadro 1C).

Segundo BAGGIO (1997), a atividade silvipastoril aumenta a oferta de trabalho no meio rural, na implantação, no manejo das árvores, na colheita e no processamento da produção que pode gerar.

Vale ressaltar ainda, que o cultivo de árvores junto com a pastagem, agrega valor à propriedade rural, uma vez que melhora a paisagem.

Para o presente estudo, as receitas foram estimadas com a venda de leite, animais de descarte e de madeira em pé para serraria.

Segundo PIRES e CARVALHO (2002), diversos estudos têm demonstrado os benefícios da sombra para os animais, reportando aumentos entre 12 a 15% na produção de leite, 20% na taxa de concepção, e uma redução de quase 50% no número de serviço/concepção dos animais que tiveram acesso à sombra.

Para estimar as receitas com venda de leite e madeira, considerou-se uma produtividade média de 10 litros de leite/vaca/dia e uma produtividade de 35 st.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, respectivamente. O valor pago à madeira em pé foi de R\$100,00/m<sup>3</sup> e para o litro de leite de R\$0,50, enquanto para os animais de descarte destinou-se apenas um animal por ano, ao preço de venda de R\$112,41/animal.

Neste contexto, as receitas resultantes do sistema silvipastoril (eucalipto + pecuária leiteira) estão descritas no Quadro 20.

Quadro 20 – Valores de receitas resultantes para dos produtos do sistema silvipastoril (eucalipto + pecuária leiteira), na Zona da Mata de Minas Gerais, num horizonte de planejamento de 15 anos

Produto	Período de ocorrência (ano)	Receita (R\$/ha)
Leite	2 a 15	3.093,37
Animal de descarte	2 a 15	112,41
Madeira para serraria	15	36.750,00
<b>Total</b>		<b>81.630,92</b>

Conforme descrito no Quadro 20, o sistema silvipastoril modelizado, aumenta e melhora a distribuição das receitas, com a comercialização de diversos produtos ao longo do tempo, o que gera rendas maiores do que nos cultivos tradicionais em monocultivos. Além disso, o sistema em questão conduz a menores riscos econômicos para os produtores, devido a uma maior diversificação da produção, ficando mais protegido contra os efeitos de quedas de preços no mercado.

Com os valores estimados de custos e receitas para o sistema silvipastoril (eucalipto + pecuária leiteira), elaborou-se um fluxo de caixa, conforme descrito no Quadro 21.

De acordo com os dados do Quadro 21, pode-se verificar que a receita obtida no último ano foi de R\$39.955,78 e as receitas resultantes da venda de leite, animais de descarte (R\$3.205,78/ano) e madeira para serraria totalizaram R\$81.630,92 ao final de 15 anos, o que comprova a otimização da produção do sistema por unidade de superfície quando comparado com o Sistema I e II analisados no presente estudo.

#### **4.2.2. Índice de equivalência de área (IEA)**

A maior eficiência no uso da terra é um aspecto fundamental, considerando o seu potencial produtivo, e um melhor uso deste recurso poderia contribuir para a conservação de remanescentes de vegetação natural (PASSOS, 1996).

Neste sentido o IEA total calculado foi de 2,13 (Quadro 22), indicando que na associação entre a pastagem e eucalipto, foi maior a eficiência no uso da terra, quanto ao critério de produtividade.

Estes valores, identificados no Quadro 22, significam que para obter a mesma produtividade de leite e madeira de eucalipto, plantados consorciados em 1 ha, seriam necessários, aproximadamente 1,13 ha de pastagem em monocultivo e 0,8 ha de eucalipto, em monocultivo, totalizando 1,93 ha. Deste modo, 1 ha de consórcio equivaleria, neste caso, a 1,93 ha distribuídos entre as monoculturas de pastagem e eucalipto, com um ganho de quase 100% em área.

Quadro 21 – Fluxo de caixa, com os valores de custos e receitas, para o sistema silvipastoril (eucalipto + pecuária leiteira), na região da Zona da Mata de Minas Gerais

<b>Período de ocorrência (ano)</b>	<b>Custos (R\$/ha)</b>	<b>Receitas (R\$/ha)</b>
0	2.431,65	0
1	1.116,35	0
2	3.778,16	3.205,78
3	2.061,20	3.205,78
4	1.907,83	3.205,78
5	1.907,83	3.205,78
6	1.907,83	3.205,78
7	1.907,83	3.205,78
8	1.907,83	3.205,78
9	1.907,83	3.205,78
10	1.907,83	3.205,78
11	1.907,83	3.205,78
12	1.907,83	3.205,78
13	1.907,83	3.205,78
14	1.907,83	3.205,78
15	1.907,83	39.955,78
<b>Total</b>	<b>32.281,32</b>	<b>81.630,92</b>

Quadro 22 – Índice de equivalência de área (IEA), considerando o sistema silvipastoril (eucalipto + pecuária leiteira) para região da Zona da Mata de Minas Gerais

<b>Atividade</b>	<b>IEA</b>
Reflorestamento com eucalipto	0,8
Pecuária leiteira	1,13
<b>Total</b>	<b>1,93</b>

### 4.2.3. Análise financeira

#### 4.2.3.1. Valor presente líquido (VPL)

Conforme descrito no Quadro 23, para taxa de juros de 8% ao ano e custo anual da terra de R\$120,00/ha, os Sistemas I, II e III, referentes ao reflorestamento com eucalipto, pecuária leiteira convencional e o sistema silvipastoril com eucalipto, respectivamente, apresentaram VPL positivos.

Quadro 23 – Valor presente líquido (VPL) para os três sistemas avaliados para a região da Zona da Mata de Minas Gerais

Sistemas	VPL (R\$/ha)
Sistema I (reflorestamento com eucalipto)	7.223,94
Sistema II (pecuária leiteira convencional)	6.015,27
Sistema III (sistema silvipastoril - eucalipto + pecuária leiteira)	16.302,54

Portanto, a viabilidade econômica do Sistema I, II e III, pelo método do VPL, é indicada pela diferença positiva entre as receitas e custos, atualizados de acordo com a taxa de desconto de 8% ao ano, conforme descrito anteriormente. De acordo com o Quadro 23, o Sistema III foi o que apresentou o maior VPL (R\$16.302,54/ha), seguido pelo Sistema I (R\$7.223,94/ha) e o Sistema II (R\$6.015,27/ha). Considerando que todos os sistemas são economicamente viáveis, os valores obtidos indicam que o Sistema III foi o mais rentável de acordo com o critério avaliado.

A Figura 10 mostra as curvas do VPL, de acordo com variações na taxa de desconto para os Sistemas I, II e III.

Os valores a TIR podem ser identificados, onde a reta corta o eixo X, no gráfico (Figura 10). Como já é esperado, à medida que a taxa de desconto aumenta o VPL diminui. Verificou-se, também, que no Sistema I o VPL será positivo até uma taxa de juros de 24,8%, dando segurança ao produtor rural de investir nessa atividade, pois o mesmo é maior do que a taxa de juros de 8%,

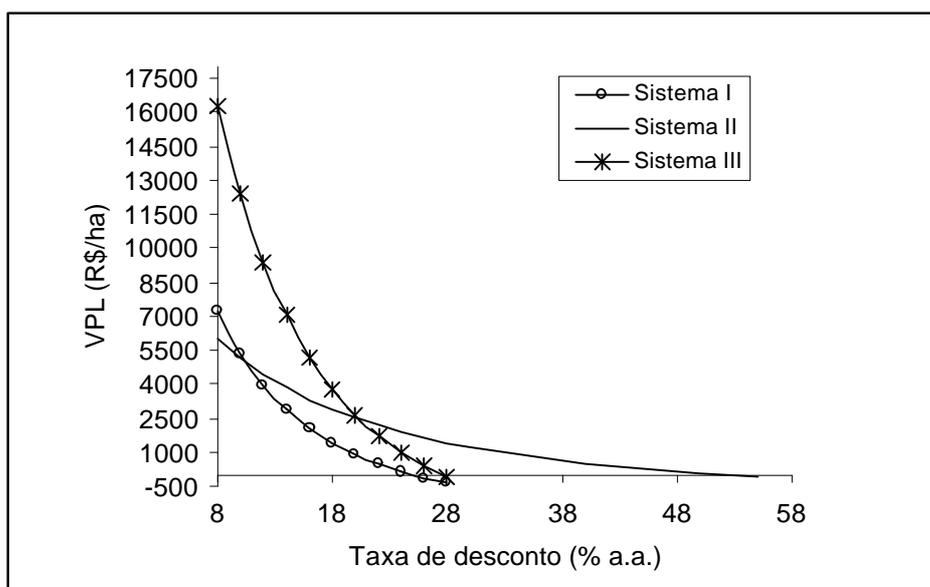


Figura 10 – Valor presente líquido (VPL) para diferentes variações na taxa de desconto, nos Sistemas I, II e III.

considerada neste estudo. Qualquer taxa de desconto que seja superior a 24,8% torna o investimento economicamente inviável.

Seguindo o mesmo raciocínio, para os Sistemas II e III, o VPL será positivo até uma taxa de juros de 52% e 27,5% respectivamente

#### 4.2.3.2. Valor anual equivalente (VAE)

O valor anual equivalente (VAE) transforma o valor atual do investimento ou seu VPL em um fluxo de receitas ou custos periódicos e contínuos, equivalente ao valor atual, durante a vida útil do sistema. Dessa forma, o presente estudo indica como melhor alternativa o Sistema III (Quadro 24), que apresentou o maior VAE (R\$1.904,62/ha), seguido do Sistema I (VAE = R\$843,97/ha) e II (VAE = R\$702,76/ha).

Conforme apresentado no quadro acima, pode-se dizer que a ordenação dos sistemas por esse critério coincide com o do valor presente líquido (VPL). Essa coincidência pode ser facilmente visualizada na Figura 11, que apresenta a variação do VAE à medida que a taxa de desconto aumenta nos Sistemas I, II e III.

Quadro 24 – Valor anual equivalente (VAE) para os três sistemas avaliados para a região da Zona da Mata de Minas Gerais

Sistemas	VAE (R\$/ha)
Sistema I (reflorestamento com eucalipto)	843,97
Sistema II (pecuária leiteira convencional)	702,76
Sistema III (sistema silvipastoril - eucalipto + pecuária leiteira)	1.904,62

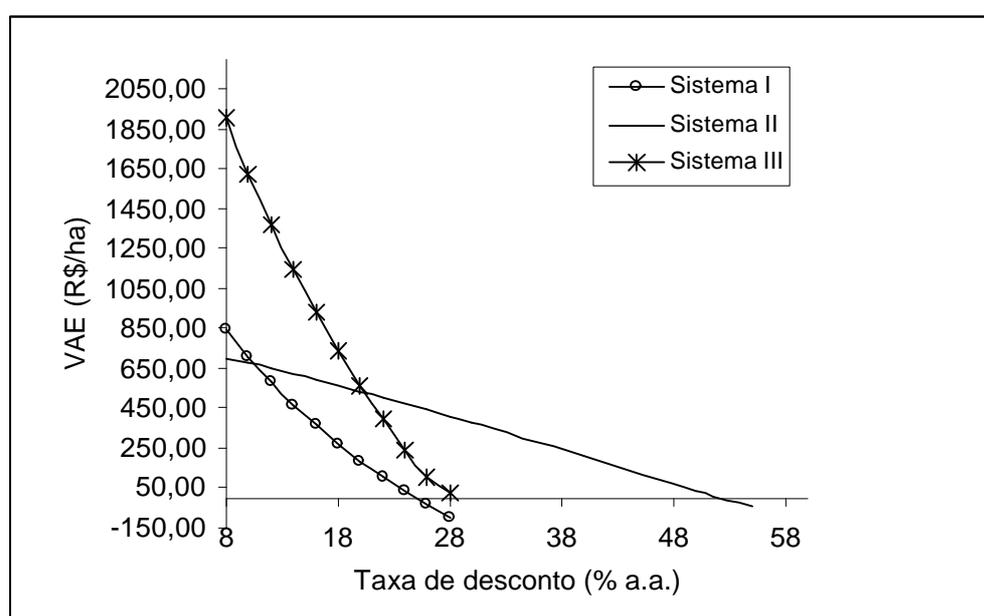


Figura 11 – Valor anual equivalente (VAE) para diferentes variações na taxa de desconto, nos Sistemas I, II e III.

Na Figura 11, constatou-se a mesma tendência do VPL encontrado anteriormente. Nos Sistemas I, II e III, o VAE apresenta valores negativos com taxas de desconto superiores a 24,8%, 52% e 27,5% ao ano, respectivamente.

#### 4.2.3.3. Valor esperado da terra (VET)

O cálculo o valor esperado da terra (VET), baseia-se na receita líquida perpétua, excluindo-se o custo da terra definido em cada sistema avaliado. No Quadro 25, encontram-se os valores de VET calculados com base na taxa de juros de 8% ao ano.

Quadro 25 – Valor esperado da terra (VET) para os três Sistemas avaliados para a região da Zona da Mata de Minas Gerais

Sistemas	VET(R\$/ha)
Sistema I (reflorestamento com eucalipto)	12.224,86
Sistema II (pecuária leiteira convencional)	10.456,87
Sistema III (sistema silvipastoril - eucalipto + pecuária leiteira)	25.482,97

No Quadro 25, observou-se que o Sistema III apresentou o maior VET (R\$25.482,97/ha), seguido pelo Sistema I (VET = R\$12.224,86/ha) e II (VET = R\$10.456,87), portanto, maior do que o valor de mercado da terra, indicando que os três sistemas são viáveis economicamente. Vale ressaltar que o custo da terra considerado no presente estudo foi de R\$120,00/ha e o valor de mercado de R\$1.500,00/ha.

A Figura 12 representa a variação do VET resultante do aumento das taxas de desconto para os Sistemas I, II e III.

Conforme representado na Figura 12, quando se trabalha com uma taxa de desconto acima de 24,8%, 52% e 27,5% ao ano no Sistema I, II e III respectivamente, os sistemas tornam-se inviável economicamente, porque o VET passa a ser menor do que o valor da terra considerado neste estudo (R\$1.500,00/ha).

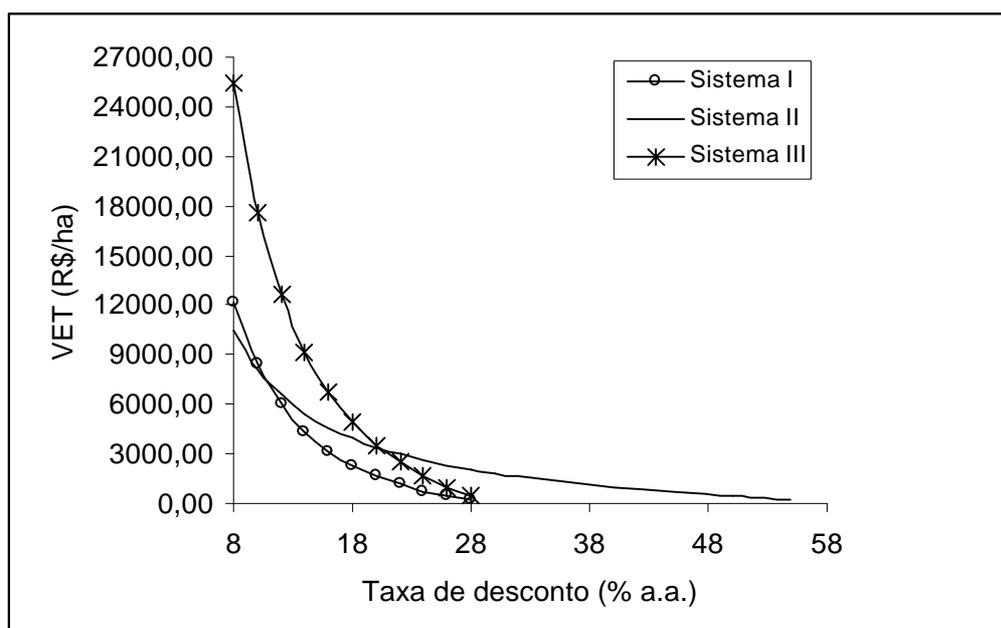


Figura 12 – Valor esperado da terra (VET) para diferentes variações na taxa de desconto, nos Sistemas I, II e III.

#### 4.2.3.4. Razão benefício/custo (B/C)

Em relação à B/C, pode se dizer que os Sistemas I e III apresentaram valores maiores de que 1 (um), ou seja, são economicamente viáveis (Quadro 26).

Quadro 26 – Razão benefício/custo (B/C) para os três Sistemas avaliados para a região da Zona da Mata de Minas Gerais

Sistemas	B/C
Sistema I (reflorestamento com eucalipto)	3,24
Sistema II (pecuária leiteira convencional)	1,28
Sistema III (sistema silvipastoril - eucalipto + pecuária leiteira)	1,83

Com os resultados obtidos, pode-se dizer que o Sistema I, II e III produzem, respectivamente, uma receita média de R\$3,24, R\$1,28 e R\$1,83 para cada R\$1,00 investido, ou seja, o Sistema I apresentou-se como o investimento mais lucrativo, de acordo com o critério analisado.

Na Figura 13, pode-se analisar a variação da B/C com o aumento das taxas de desconto.

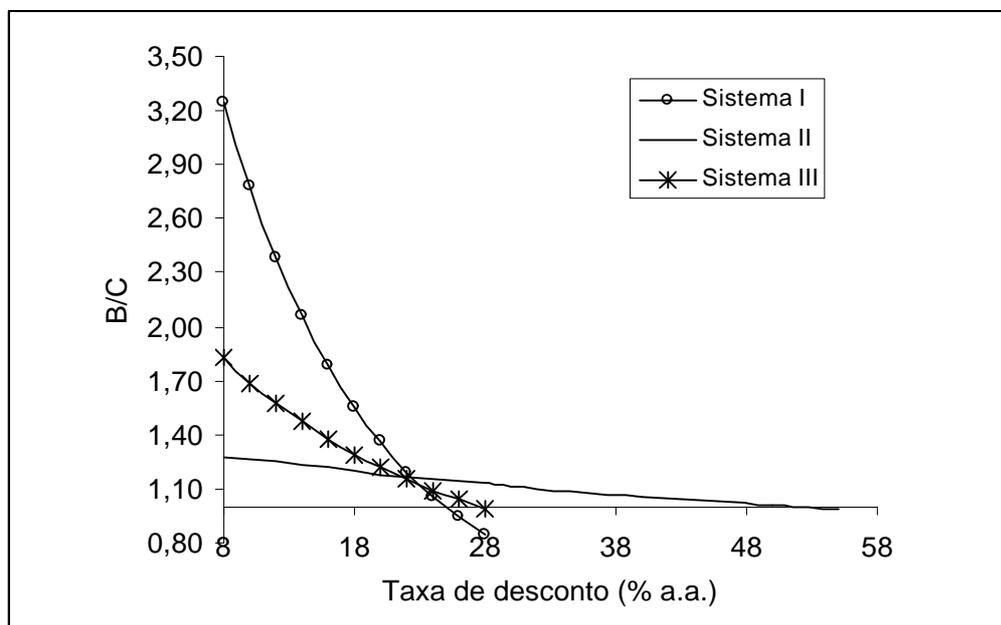


Figura 13 – Razão benefício/custo (B/C) para diferentes variações na taxa de desconto, nos Sistemas I, II e III.

Com base no que foi apresentado na Figura 13, constatou-se que nos Sistemas I, II e III taxas de desconto acima de 24,8%, 52%, e 27,5% ao ano tornam o investimento inviável economicamente.

#### 4.2.3.5. Taxa interna de retorno (TIR)

A taxa interna de retorno (TIR) é a taxa de desconto que iguala o valor atual das receitas futuras ao valor atual dos custos futuros do projeto, ou seja é a taxa média de crescimento de um investimento.

Das atividades analisadas, o Sistema II foi o que apresentou maior TIR (52% a.a.), seguido do Sistema III (TIR = 27,5% a.a.) e Sistema I (24,8% a.a.), conforme apresentado no Quadro 27.

Quadro 27 – Taxa interna de retorno (TIR) para os três Sistemas avaliados para a região da Zona da Mata de Minas Gerais

<b>Sistemas</b>	<b>TIR (% a.a.)</b>
Sistema I (reflorestamento com eucalipto)	24,8
Sistema II (pecuária leiteira convencional)	52,0
Sistema III (sistema silvipastoril - eucalipto + pecuária leiteira)	27,5

## 5. CONCLUSÕES

O presente estudo permitiu concluir que:

- Diante da caracterização dos diferentes ambientes encontrados na Zona da Mata mineira e da descrição da evolução no uso da terra, os sistemas silvipastoris com eucalipto, são técnica, econômica, social e ambientalmente viável, indicando que a agrossilvicultura com eucalipto representa uma alternativa para o desenvolvimento sustentável da região. Entretanto, constatou-se que informações sobre o desempenho dos sistemas produtivos, considerando somente espécies florestais e sistemas agroflorestais ao nível de propriedade, são escassas para serem comparadas com propriedades onde existem somente produção de grãos e pecuária de leite e corte.

- Na análise da produtividade dos sistemas, o índice de equivalência de área apresentou um valor que permite um ganho de quase 100% em área, quando distribuída a área de consórcio entre as monoculturas de pastagem e eucalipto.

- De acordo com os métodos de análise financeira utilizados no estudo, os sistemas I, II, e III são economicamente viáveis.

- O sistema silvipastoril (eucalipto + pecuária leiteira) foi o que apresentou os maiores valores para o VPL, VAE e VET, enquanto o

reflorestamento de eucalipto apresentou maior B/C e a pecuária leiteira convencional a maior TIR.

- A análise de viabilidade econômica foi um parâmetro muito importante no estudo pois permitiu observar os custos e as receitas obtidas com o sistemas avaliados dentro de um horizonte de planejamento. Dessa forma, verificou-se que o sistema silvipastoril (eucalipto + pecuária leiteira) modelizado no estudo apresentou receitas durante o horizonte de 15 anos, que justificam o plantio de eucalipto na pastagem. O consórcio proporcionou a obtenção de maiores receitas e ainda contribuiu para a manutenção do potencial produtivo dos recursos naturais, ou seja, otimizou a produção por unidade de superfície.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. Domínio tropical atlântico. In: **Dossiê sobre sistemas agroflorestais no domínio da Mata Atlântica**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1992. 64 p.

ABRACAVE – **Associação brasileira de carvão vegetal**. Disponível em: <<http://www.abracave.com.br>> Acesso em: 23/09/2000.

ABRAHÃO, W. A. P. et al. **Levantamento de solos e aptidão agrícola das terras no município de Ubá, MG**. Viçosa, MG. UFV/IEF/Prefeitura Municipal de Ubá. 2000. 147 p. (Relatório).

AGUIAR, A. P. A.; ALMEIDA, B. H. P. J. **Produção de leite a pasto. Abordagem empresarial e técnica**. Viçosa, MG: Editora Aprenda Fácil. 1999. 170 p.

ALMEIDA, J. C. de C. **Comportamento do *Eucalyptus citriodora* Hooker, em áreas pastejadas por bovinos e ovinos no Vale do Rio Doce, Minas Gerais**. 1991. 44 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

ALMEIDA, N. O. **Crescimento inicial de eucaliptos consorciados com leguminosas na região de cerrado em Minas Gerais**. 1995. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

AMBIENTE BRASIL. **Área de reflorestamento no Brasil**. Disponível em <<http://www.ambientebrasil.com.br>>. Acesso em: 10/10/2004.

BAGGIO, A. J. Pesquisa revela: árvores no pasto beneficiam a produção pecuária. **Folha da Floresta**, n.10, p.4-6, 1997.

BARUQUI, F. M.; RESENDE, M.; FIGUEIREDO, M. S. Causas da degradação e possibilidades de recuperação das pastagens em Minas (Zona da Mata e Rio Doce). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 28, p. 27-37, 1985.

BENE, J. G.; BEAL, H. W.; COTE, A. **Trees food and people: Land management in the tropics**. Ottawa, Canada: International Development Research Centre, 1977. (Report IDRC-084e).

BOTELHO, S. A. Espaçamento. In: SCOLFORO, J. R. S. **Manejo florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, p. 381-405, 1998.

CAPP FILHO, M. **Avaliação econômica do reflorestamento no estado de Minas Gerais: efeitos do incentive fiscal**. 1976. 107 f. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CARDOSO, I. M.; GUIJT, I.; FRANCO, F. S.; CARVALHO, P. S.; FERREIRA NETO, P.S. Continual learning for agroforestry system design: university, NGO and farmerpartnership in Minas Gerais, Brazil. **Agricult. Sys.**, v. 60, p. 235-257, 2001.

CARMO, D. N.; RESENDE, M.; SILVA, T. C. A. Avaliação da aptidão das terras para eucalipto. In: BARROS, N. F. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Editora Folha de Viçosa. 330p. 1990.

CASTRO FILHO, F. P. Conclusões. In: SEMINÁRIO SOBRE ASPECTOS ECONÔMICOS, SOCIAIS E AMBIENTAIS DO FOMENTO FLORESTAL, 1990, Belo Horizonte. **Anais...** Viçosa: UFV/DEF/SIF, 1991. p.1-18.

CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais. **Espaçamentos de plantio de espécies de rápido crescimento para dendroenergia**. Belo Horizonte: CEMIG, 2002. 66 p.

CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais. **Espécies Cultivadas para Produção de Biomassa para Energia**. Belo Horizonte: CEMIG, 2003. 35 p.

CHANDLER, D.; HENSON, R. **Brazilian experiences in the production of *Eucalyptus* for energy**. Brasília: Winrock Internacional, 1998. 148 p.

CLUTTER, J. L. Compatible growth and yield models for loblolly pine. **Forest Science**, v. 9, n. 3, p. 354-371. 1963.

COELHO, A. S. R.; MELLO, H. A.; SIMÕES, J. M. Comportamento de espécies de eucaliptos face o espaçamento. **IPEF**, Piracicaba, n. 1, p. 29-55, 1970.

CORRÊA, G. F. **Modelo de evolução e mineralogia da fração argila de solos do planalto de Viçosa, MG**. 1984. 87 f. Dissertação (Mestrado Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

COUTO, L.; BINKLEY, D.; BETTERS, D. R.; MONIZ, C. V. D. Intercropping eucalyptus with maize in Minas Gerais, Brazil. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, n. 26, p. 147-156, 1994.

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

COUTO, L.; MEDEIROS, A.G.B. Efeito do período de controle de convivência da braquiária no estabelecimento da cultura do eucalipto. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, Curitiba, 1993. **Anais...**Curitiba: SBS/SBEF, 1993. v. 1, p. 277-280.

DANIEL, O. **Definição de indicadores de sustentabilidade para sistemas agroflorestais**. 2000. 112 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

DEAN, W. **A ferro e fogo: a história e a devastação da mata atlântica brasileira**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996. 484 p.

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

FIEMG-Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais. **FIEMG regional; Zona da Mata, 2004**. Disponível em: <http://www.fiemg.gov.br>. Acesso em: 05/06/2004.

FJP – FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Informativo CEI: Produto Interno Bruto de Minas Gerais 2002**. Belo Horizonte: Centro de Estatísticas e Informações (CEI). 2003. 10 p.

FJP – FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Perfil de Minas Gerais**. 7 ed, Belo Horizonte: Centro de Estatística e Informações (CEI), 2002, 40 p.

FONTES, A. A. **Caracterização das propriedades rurais do município de Viçosa-MG com ênfase na atividade florestal.** 2001. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

FRANCO, F. S. **Diagnóstico e desenho de sistemas agroflorestais em microbacias hidrográficas no município de Araponga, Zona da Mata de Minas Gerais.** 1995. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

FRANCO, F. S. **Sistemas agroflorestais: uma contribuição para a conservação dos recursos naturais na Zona da Mata de Minas Gerais.** 2000. 147 f. (Tese de Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais.** Brasília: Embrapa/Comunicação para Transferência de Tecnologia; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2000. 351 p.

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

GARCIA, N. C. P.; SALGADO, L. T.; REIS, G. G.; FREITAS, R. T. F. Consorciação do eucalipto com gramínea forrageira na Zona da Mata de Minas Gerais, com aplicação de gesso. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, Curitiba, 1993. **Anais...** Curitiba: SBS/SBEF, 1993. v. 1, p. 274-277.

GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento.** Belo Horizonte: PNUD/FAO/IBDF-BRA/71/545, 1975. 65 p. (Série Técnica, 3).

GOMES, L. C. L. G. **Avaliação econômica de reflorestamentos em pequenas e médias propriedades da Zona da Mata.** 1983. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

GOMES, S. T. **Condicionantes da modernização de pequeno agricultor.** São Paulo: IPE, 1986. 181 p.

GUERRA, C. **Meio ambiente e trabalho no mundo do eucalipto.** 2. ed. Associação Agência Terra. 1995. 142 p.

ICRAF. **Resources for agroforestry diagnosis and design** (Working paper 7). ICRAF, Nairobi, Kenya, 1983. 292 p

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

KLUSMANN, C. K. Trees and shrubs for animal production in tropical and subtropical areas. **Plant Research Development**, Tübingen, v. 27, p. 92-104, 1988.

LANI, J. L.; COUTO, L.; VALE, R. S.; TSUKAMOTO FILHO, A. A. Reflexões sobre as causas e as experiências de sistemas agroflorestais em áreas instáveis. In: SEMINÁRIO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Campo Grande. 2003. **Anais...**Campo Grande, 2003.

LOMBARDI NETO, F. Degradação de pastagens. In: ENCONTRO SOBRE RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS, 1., 1993, Nova Odessa. **Anais...** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1993. p. 49-60.

MacDICKEN, K. G.; VERGARA, N. T. **Agroforestry: classification and management**. New York: John Wiley & Sons, 1990. 382 p.

MACEDO, R. L. G.; CAMARGO, I. P. Sistemas agroflorestais no contexto do desenvolvimento sustentável. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1. Porto Velho, 1994. **Anais...** Porto Velho, EMBRAPA, 1994. p. 430-439.

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

MARANGON, B. **Consumo de produtos florestais na Zona da Mata de Minas Gerais**. 1971, 141 f. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MEIRA NETO, J. A. A.; SILVA, A. F. **Caracterização dos fragmentos florestais das áreas de influência e diretamente afetada da UHE de Pilar, Vale do Rio Piranga, Zona da Mata de Minas Gerais**. Viçosa: FUNARBE, 1995. 57 p.

MONTAGNINI, F. et al. **Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos**. São José, Costa Rica: OET, 1992. 622 p.

MULLER, P. B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**, 2. ed. Porto Alegre: SULINA, 1982. 158 p.

NAIR, P. K. R. **Agroforestry systems in the tropics**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1989. 664 p.

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

NEVES, J. C. O fomento florestal e seus impactos em nível de meio ambiente. In: ENCONTRO TÉCNICO FLORESTAL, 6., 1994, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABRACAVE, 1994. Não paginado.

OLIVEIRA, A. D et al. Análise econômica de um sistema agro-silvo-pastoril com eucalipto implantado em região de cerrado. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, RS. p.1-20, 2000.

OLIVEIRA, A. D.; MACEDO, R. L. G. **Sistemas agroflorestais: considerações técnicas e econômicas**. Lavras, MG: UFLA, 1996. 255 p. (Projeto de consultoria).

OLIVEIRA, A. J. **Análise econômica da exploração florestal e sua combinação com outras atividades, pela programação linear, Zona da Mata, Minas Gerais**. 1971. 171 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

OLIVEIRA, E. B.; OLIVEIRA, Y. M. M. **SISPLAN – Sistema para manejo e análise econômica de florestas de pinus**. In: CONGRESSO E MOSTRA DE AGRO INFORMÁTICA, 2000, Ponta Grossa. Disponível em: <[http://www.infoagro2000.deinfo.uepg.br/artigos/pdf/info\\_013.pdf](http://www.infoagro2000.deinfo.uepg.br/artigos/pdf/info_013.pdf)>

PAIM, A. **A potencialidade inexplorada do setor florestal brasileiro**. Disponível em: [www.sbs.org.br/potencialidade\\_inexplorada.htm](http://www.sbs.org.br/potencialidade_inexplorada.htm). Acesso em: 08/10/2002.

PAIVA, H. N.; JACOVINE, L. A. G.; RIBEIRO, G. T.; TRINDADE, C. **Cultivo de eucalipto em propriedades rurais**. Viçosa, MG: Ed Aprenda Fácil, 2001. 136 p.

PASSOS, C. A. M. **Sistemas agroflorestais com eucalipto para uso em programas de fomento florestal, na região de Divinópolis, MG**. 1996. 146 f Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PIRES, M. F. A.; CARVALHO, M. M. **Sombra natural em pastagens: vantagem apenas para os animais?** In: CARVALHO, M.M.; XAVIER, D.F.; ALVIM, M.J.; AROEIRA, L.J. Sistemas silvipastoris – consórcio de árvore e pastagens. Viçosa, MG: CPT, 2002. 128 p.

PNUD/IPEA/FJP. **Atlas do desenvolvimento humano no Brasil.** ESM Consultoria: Software, 2000.

PROJETO ÁGUAS DE MINAS. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2001. CD-ROM.

PRYOR, L. D. **The biology of *Eucalypts*.** The Institute of Biology. Studies in Biology. London: Edward Arnold 1976. 80 p.

RAINTREE, J. B. Bioeconomic considerations in the design of agroforestry Cropping systems. In: INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH IN AGROFORESTRY, Nairobi, 1983 **Anais...** Nairobi: ICRAF, 1983. p. 271-288.

RESENDE, M. **Pedologia.** Viçosa: UFV, 100 p. 1982.

RESENDE, M.; REZENDE, S.B. Levantamento de solos: uma estratificação de ambientes. **Informe Agropecuário**, n. 9, p. 3-25, 1983.

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

REZENDE, S. B. **Geomorphology, mineralogy and genesis of four soils on gneiss in southeastern Brazil.** Indiana: West Lafayette, 1980. 143 p. Thesis (Ph.D.) – University West Lafayette, 1980.

REZENDE, S.B. **Estudo de crono-toposequência em Viçosa – Minas Gerais.** 1971. 71 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

RODIGHERI, H. R. **Florestas como alternativa de aumento de emprego e renda na propriedade rural.** Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 15 p (Circular Técnica, 42).

RODIGHERI, H. R. Rentabilidade econômica Comparativa entre plantios florestais, sistemas agroflorestais e cultivos agrícolas. Brasília: EMBRAPA – **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais.** 2000. 351 p.

SBS – SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **Setor florestal brasileiro.** Disponível em: <[http://www.sbs.org.br/setor\\_florestal.html](http://www.sbs.org.br/setor_florestal.html)> 2000.

SCOLFORO, J. R. S. **Manejo florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE. 1998. 443 p.

SHELTON, H. M.; HUMPRHEYS, L. R.; BATELLO, C. Pastures in the plantations of Asia and the Pacific: performance and prospects. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 21, n. 4, p. 159-168, 1987.

SHIMOYAMA, V. R. S.; BARRICHELO, L. E. G. Densidade básica da madeira, melhoramento e manejo florestal. **Série Técnica IPEF**, v. 6, n. 20, p. 1-22, 1989.

SILVA, E. **Avaliação técnica e sócio-econômica da atividade exploração florestal nas pequenas e médias propriedades rurais da Zona da Mata Mineira**. 1986. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SILVA, E.; SOUZA, A. L. **Perfil ambiental das florestas plantadas no Brasil**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1994. 121 p. (Documento SIF, 12).

SILVA, J. C. Perspectivas do setor florestal brasileiro. **Revista da Madeira**, Ed. Especial Eucalipto: Pesquisa Amplia Usos, 2003, p. 4-6.

SILVA, J. L. S. **Produtividade de componentes de um sistema silvipastoril constituído por *Eucalyptus saligna* Smith e pastagens cultivada e nativa no Rio Grande do Sul**. 1998. 178 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R. **Economia florestal**. Viçosa: UFV, 2002. 178 p.

SILVA, M. L.; VALVERDE, S. R.; PASSOS, C. A. M.; COUTO, L. Viabilidade econômica do reflorestamento do eucalipto consorciado com a cultura do feijão: um estudo de caso. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 21, n. 4, p. 527-535, 1997.

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

SILVA, S. M. F. **O reflorestamento na absorção de incentivos fiscais e utilização de recursos da Zona da Mata do Estado de Minas Gerais**. 1972. 111 p. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SIMÕES, J. W.; BRANDI, R. M.; MALINOVSKY, J. R. Formação de florestas com espécies de rápido crescimento. Brasília: PNUD/FAO/IBDF/BRA, 1976. 74 p. (Série Divulgação, 6).

SINCAL – Sindicato do Comércio Varejista de Carvão Vegetal e Lenha no Estado de São Paulo. Carvão Vegetal de Eucalipto. **Infotec Pró-Carvão**, n. 4, 2001. 2 p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA-SBS. **Estatísticas**. Disponível em: <<http://www.ipef.br/sbs/estatisticas/>>. Acesso em: 27/10/200.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA-SBS. **Setor Florestal**. Disponível em: <[http://www.ipef.br/sbs/setor\\_florestal/](http://www.ipef.br/sbs/setor_florestal/)>. Acesso em: 16/05/2001.

SOUZA, A. F. **Diagnóstico econômico da Zona da Mata de Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1971. 312 p.

VALE, R. S.; MACEDO, R. L. G; VENTURIN, N.; MORI, F. A.; MORAIS, A. R.. Efeito da desrama artificial no crescimento de clones de eucalipto em sistema agrossilvipastoril. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 25, n. 4, p. 419-429, 2001.

VELOSO, H. P. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE/Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 124 p.

VENEGAS V., V. H.; R., SIAU G. G. Conceptos, principios y fundamentos para el diseñõ de sistemas sustentables de produccion. **Agroecología y Desarrollo**, Santiago, n. 7, p. 15-28, 1994.

VIANA, V. M.; MAY, P.; LAGO, L.; DUBOIS, O.; GRIEG-GRAN, M. **Instrumentos para o manejo sustentável do setor florestal privado no Brasil. Uma análise das necessidades, desafios e oportunidades para o manejo de florestas naturais e plantações florestais de pequena escala**. Laboratório de Silvicultura Tropical, Departamento de Ciências Florestais, Universidade de São Paulo – Esalq, *Série Instruments for sustainable private sector forestry* (Instrumentos para um Setor Florestal Privado Sustentável), International Institute for Environment and Development, Londres, 2002. 106 p.

VIEIRA, C. Índice de equivalência de área. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 118, p.12-13, 1984.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A

Quadro 1A – Rendimento e custos das operações florestais necessárias à  
implantação de 1 ha de eucalipto plantados no espaçamento 3 x 3 m  
(Sistema I)

Operação	Quantidade	Valor Unit. (R\$/ha)	Valor Total (R\$/ha)
Implantação (Ano 0)			
a) Infra-estrutura	R\$	263,40	263,40
b) Mecanizado			
- Aração	2Hm	25,00	60,00
- Gradagem	1Hm	25,00	30,00
- Transporte de mudas	0,15Hm	10,00	1,50
c) Manual			
- Combate à formiga -1	7,5 Hh	2,52	18,90
- Combate à formiga -2	1,5 Hh	2,52	3,78
- Combate à formiga -3	0,94 Hh	2,52	2,37
- Alinhamento e balizamento	1,78 Hh	2,52	4,48
- Corretivo	3,7 Hh	2,52	9,33
- Adubação	8 Hh	2,52	20,26
- Coveamento e plantio	6 HD	20,23	121,38
- Capina	5 HD	20,23	101,15
d) Insumos			
- Formicida granulado	8Kg	5,20	41,60
- Calcário	3000Kg	0,07	210,00
- Adubo NPK	167kg	0,59	98,53
- Mudas (+ 10% replantio)	1222	0,10	122,20
e) Custo da terra	R\$	120,00	120,00
<b>Subtotal 1</b>			<b>1.223,68</b>

Hh = horas de mão-de-obra gastas para executar a operação; Hm = horas de máquinas gastas para executar a operação; e HD = homens gastos para executar a operação em um dia.

Quadro 2A – Rendimento e custos das operações florestais necessárias à manutenção de 1 ha de eucalipto plantados no espaçamento 3 x 3 m (Sistema I)

<b>Operação</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor Unit. (R\$/ha)</b>	<b>Valor Total (R\$/ha)</b>
Manutenção 1 (Ano 1 a 3)			
a) Mecanizado			
- Transporte de adubo	1,2 Hm	10,00	12,00
b) Manual			
- Conservação de infra-estrutura	R\$	55,92	55,92
- Capina	4 HD	20,23	80,92
- Adubação de cobertura	1 HD	20,23	20,23
- Combate à formiga	1 Hh	2,52	2,52
c) Aquisição de Insumos			
- Adubo NPK	84 kg	0,32	26,68
- Formicida granulado	1,5Kg	5,20	7,80
Custo da terra	R\$	120,00	120,00
<b>Subtotal 2</b>			<b>326,07</b>
Manutenção 2 (Ano 4)			
a) Manual			
- Conservação de infra-estrutura	R\$	55,92	55,92
- Combate à formiga	1 Hh	2,52	2,52
b) Aquisição de Insumos			
- Formicida granulado	1,5Kg	5,20	7,80
Custo da terra	R\$	120,00	120,00
<b>Subtotal 3</b>			<b>186,24</b>
Manutenção 3 (Ano 5)			
a) Mecanizado			
- Transporte de adubo	1,2 Hm	10,00	12,00
b) Manual			
- Conservação de infra-estrutura	R\$	55,92	55,92
- Adubação de cobertura	1 HD	20,23	20,23
- Combate à formiga	1 Hh	2,52	2,52
c) Aquisição de Insumos			
- Adubo NPK	84 kg	0,32	26,68
- Formicida granulado	1,5Kg	5,20	7,80
Custo da terra	R\$	120,00	120,00
<b>Subtotal 4</b>			<b>245,15</b>
Manutenção 4 (Ano 6 a 15)			
a) Manual			
- Conservação de infra-estrutura	R\$	55,92	55,92
- Combate à formiga	1 Hh	2,52	2,52
b) Aquisição de Insumos			
- Formicida granulado	1,5Kg	5,20	7,80
Custo da terra	R\$	120,00	120,00
<b>Subtotal 5</b>			<b>186,24</b>

Hh = horas de mão-de-obra gastas para executar a operação; Hm = horas de máquinas gastas para executar a operação; e HD = homens gastos para executar a operação em um dia.

## APÊNDICE B

Quadro 1B – Rendimento e custos das operações necessárias à implantação e manutenção de 1 ha da atividade de pecuária leiteira convencional (Sistema II)

Operação	Quantidade	Valor Unit. (R\$/ha)	Valor Total (R\$/ha)
Implantação (Ano 0)			
a) Aquisição de Benfeitorias	R\$	385,38	385,38
b) Aquisição de Equipamentos	R\$	421,00	421,00
c) Aquisição de Rebanho	2 animais	870,00	1.740,00
Formação de pasto			
a) Aquisição de Insumos			
- Sementes	20kg	14,20	284,00
- Adubo químico	200kg	0,30	60,00
- Calcário	1.500kg	0,07	105,00
b) Mão-de-obra	5HD	20,23	101,15
c) Serviços mecânicos contratados	5Hm	30,00	150,00
d) Outros	R\$	210,00	210,00
Formação de canavial			
a) Aquisição de Insumos			
- Mudas	4000kg	0,05	200,00
- Adubo químico	300kg	0,30	90,00
- Calcário	2.000kg	0,07	140,00
b) Mão-de-obra	10HD	20,23	202,30
c) Serviços mecânicos contratados	8Hm	30,00	240,00
d) Outros	R\$	128,00	128,00
Custo da terra	R\$	120,00	120,00
<b>Subtotal 1</b>			<b>4.576,83</b>
Manutenção (Ano 1 a 15)			
a) Custo operacional			
- Mão-de-obra p/ manejo do rebanho	R\$	405,68	405,68
- Manutenção de pastagens	R\$	46,00	46,00
- Manutenção de canavial	R\$	84,00	84,00
- Concentrados	R\$	498,30	498,30
- Leite para bezerro	R\$	41,65	41,65
- Medicamentos	R\$	43,03	43,03
- Inseminação artificial	R\$	61,00	61,00
- Material de ordenha	R\$	13,92	13,92
- Energia e combustível	R\$	102,33	102,33
- Reparos de benfeitorias	R\$	12,67	12,67
- Reparos de equipamentos	R\$	10,23	10,23
- Impostos e taxas	R\$	111,89	111,89
- Outros gastos de custeio	R\$	15,22	15,22
b) Mão-de-obra familiar	R\$	88,75	88,75
c) Depreciação			
- Benfeitorias	R\$	37,80	37,80
- Equipamentos	R\$	56,30	56,30
d) Remuneração de capital	R\$	196,62	196,62
Custo da terra	R\$	120,00	120,00
<b>Subtotal 2</b>			<b>1.945,39</b>

Hm = horas de máquinas gastas para executar a operação; e HD = homens gastos para executar a operação em um dia.

## APÊNDICE C

Quadro 1C – Rendimento e custos das operações necessárias à implantação de 1 ha do sistema silvipastoril - eucalipto + pecuária leiteira (Sistema III)

Operação	Quantidade	Valor Unit. (R\$/ha)	Valor Total (R\$/ha)
Implantação (Ano 0)			
Reflorestamento			
a) Infra-estrutura	R\$	263,40	263,40
b) Mecanizado			
- Aração	2 Hm	25,00	60,00
- Gradagem	1 Hm	25,00	30,00
- Transporte de mudas	0,07 Hm	10,00	0,70
c) Manual			
- Combate à formiga -1	7,5 Hh	2,52	18,90
- Combate à formiga -2	1,5 Hh	2,52	3,78
- Combate à formiga -3	0,94 Hh	2,52	2,37
- Alinhamento e balizamento	1,78 Hh	2,52	4,48
- Corretivo	3,7 Hh	2,52	9,33
- Adubação	8 Hh	2,52	20,26
- Coveamento e plantio	2 HD	20,23	40,46
- Capina manual	2 HD	20,23	40,46
d) Aquisição de Insumos			
- Formicida granulado	7 Kg	5,20	36,40
- Calcário	3000 Kg	0,07	210,00
- Adubo NPK	38 kg	0,28	10,64
- Mudas (+ 10% replantio)	275 unid.	0,10	27,50
Pecuária leiteira			
Formação do pasto			
a) Aquisição de Insumos			
- Sementes	17kg	14,20	241,40
- Adubo químico	178 kg	0,30	53,40
b) Mão-de-obra	3,8 HD	20,23	76,87
c) Serviços mecânicos contratados	3,8 Hm	30,00	114,00
d) Outros	R\$	187,00	187,00
Formação do canavial			
a) Aquisição de Insumos			
- Mudas	4000kg	0,05	200,00
- Adubo químico	300 kg	0,30	90,00
b) Mão-de-obra	10 HD	20,23	202,30
c) Serviços mecânicos contratados	8 Hm	30,00	240,00
d) Outros	R\$	128,00	128,00
Custo da terra	R\$	120,00	120,00
<b>Subtotal 1</b>			<b>2.431,65</b>

Hh = horas de mão-de-obra gastas para executar a operação; Hm = horas de máquinas gastas para executar a operação; e HD = homens gastos para executar a operação em um dia.

Quadro 2C – Rendimento e custos das operações necessárias à manutenção de 1 ha do sistema silvipastoril - eucalipto + pecuária leiteira (Sistema III)

<b>Operação</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor Unit. (R\$/ha)</b>	<b>Valor Total (R\$/ha)</b>
<b>Manutenção 1 (Ano 1)</b>			
Reflorestamento			
a) Conservação de infra-estrutura	R\$	55,92	55,92
b) Manual			
- Capina	4 HD	20,23	80,92
- Combate à formiga	1 Hh	2,52	2,52
c) Aquisição de Insumos			
- Formicida granulado	1,5Kg	5,20	7,80
Pecuária leiteira			
a) Aquisição de Benfeitorias	R\$	293,07	293,07
b) Aquisição de Equipamentos	R\$	147,00	147,00
c) Custo operacional			
- Manutenção de pastagens	R\$	46,00	46,00
- Manutenção de canavial	R\$	84,00	84,00
- Energia e combustível	R\$	78,00	78,00
- Outros gastos de custeio	R\$	4,50	4,50
d) Remuneração de capital	R\$	196,62	196,62
Custo da terra	R\$	120,00	120,00
<b>Subtotal 2</b>			<b>1.116,35</b>
<b>Manutenção 2 (Ano 2)</b>			
Reflorestamento			
a) Conservação de infra-estrutura	R\$	55,92	55,92
b) Manual			
- Roçada	2,5 Hh	2,52	6,30
- Primeira Desrama (até 4m do solo)	25 Hh	2,52	63,00
- Capina	4 HD	20,23	80,92
- Combate à formiga	1 Hh	2,52	2,52
c) Aquisição de Insumos			
- Formicida granulado	1,5Kg	5,20	7,80
Pecuária leiteira			
a) Aquisição do rebanho	2 animais	870,00	1.740,00
b) Custo operacional			
- Mão-de-obra p/ manejo do rebanho	R\$	405,68	405,68
- Manutenção de pastagens	R\$	22,97	22,97
- Manutenção de canavial	R\$	3,23	3,23
- Concentrados	R\$	478,41	478,41
- Leite para bezerro	R\$	41,65	41,65
- Medicamentos	R\$	43,03	43,03
- Inseminação artificial	R\$	61,00	61,00
- Material de ordenha	R\$	13,92	13,92
- Energia e combustível	R\$	102,33	102,33
- Reparos de benfeitorias	R\$	12,67	12,67
- Reparos de equipamentos	R\$	10,23	10,23
- Outros gastos de custeio	R\$	15,22	15,22
- Impostos e taxas	R\$	111,89	111,89
c) Mão-de-obra familiar	R\$	88,75	88,75
d) Depreciação			
- Benfeitorias	R\$	37,80	37,80
- Equipamentos	R\$	56,30	56,30
e) Remuneração de capital	R\$	196,62	196,62
Custo da terra	R\$	120,00	120,00
<b>Subtotal 3</b>			<b>3.778,16</b>

Hh = horas de mão-de-obra gastas para executar a operação; e HD = homens gastos para executar a operação em um dia.

Continua...

Quadro 2C, Cont.

<b>Operação</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor Unit. (R\$/ha)</b>	<b>Valor Total (R\$/ha)</b>
Manutenção 3 (Ano 3)			
Reflorestamento			
a) Conservação de infra-estrutura	R\$	55,92	55,92
b) Manual			
- Roçada	2,5 Hh	2,52	6,30
- Segunda Desrama (até 6m do solo)	26,25 Hh	2,52	66,15
- Capina	4 HD	20,23	80,92
- Combate à formiga	1 Hh	2,52	2,52
c) Aquisição de Insumos			
- Formicida granulado	1,5Kg	5,20	7,80
Pecuária leiteira			
a) Custo operacional			
- Mão-de-obra p/ manejo do rebanho	R\$	405,68	405,68
- Manutenção de pastagens	R\$	22,97	22,97
- Manutenção de canavial	R\$	3,23	3,23
- Concentrados	R\$	498,30	498,30
- Leite para bezerro	R\$	41,65	41,65
- Medicamentos	R\$	43,03	43,03
- Inseminação artificial	R\$	61,00	61,00
- Material de ordenha	R\$	13,92	13,92
- Energia e combustível	R\$	102,33	102,33
- Reparos de benfeitorias	R\$	12,67	12,67
- Reparos de equipamentos	R\$	10,23	10,23
- Impostos e taxas	R\$	111,89	111,89
- Outros gastos de custeio	R\$	15,22	15,22
b) Mão-de-obra familiar	R\$	88,75	88,75
c) Depreciação			
- Benfeitorias	R\$	37,80	37,80
- Equipamentos	R\$	56,30	56,30
d) Remuneração de capital	R\$	196,62	196,62
Custo da terra	R\$	120,00	120,00
<b>Subtotal 4</b>			<b>2.061,20</b>

Hh = horas de mão-de-obra gastas para executar a operação, HD = homens gastos para executar a operação em um dia.

Continua...

Quadro 2C, Cont.

Operação	Quantidade	Valor Unit. (R\$/ha)	Valor Total (R\$/ha)
Manutenção 4 (Ano 4 a 15)			
Reflorestamento			
a) Conservação de infra-estrutura	R\$	55,92	55,92
b) Manual			
- Combate à formiga	1 Hh	2,52	2,52
c) Aquisição de Insumos			
- Formicida granulado	1,5Kg	5,20	7,80
Pecuária leiteira			
a) Custo operacional			
- Mão-de-obra p/ manejo do rebanho	R\$	405,68	405,68
- Manutenção de pastagens	R\$	22,97	22,97
- Manutenção de canavial	R\$	3,23	3,23
- Concentrados	R\$	498,30	498,30
- Leite para bezerro	R\$	41,65	41,65
- Medicamentos	R\$	43,03	43,03
- Inseminação artificial	R\$	61,00	61,00
- Material de ordenha	R\$	13,92	13,92
- Energia e combustível	R\$	102,33	102,33
- Reparos de benfeitorias	R\$	12,67	12,67
- Reparos de equipamentos	R\$	10,23	10,23
- Impostos e taxas	R\$	111,89	111,89
- Outros gastos de custeio	R\$	15,22	15,22
b) Mão-de-obra familiar	R\$	88,75	88,75
c) Depreciação			
- Benfeitorias	R\$	37,80	37,80
- Equipamentos	R\$	56,30	56,30
d) Remuneração de capital	R\$	196,62	196,62
Custo da terra	R\$	120,00	120,00
<b>Subtotal 5</b>			<b>1.907,83</b>

Hh = horas de mão-de-obra gastas para executar a operação.