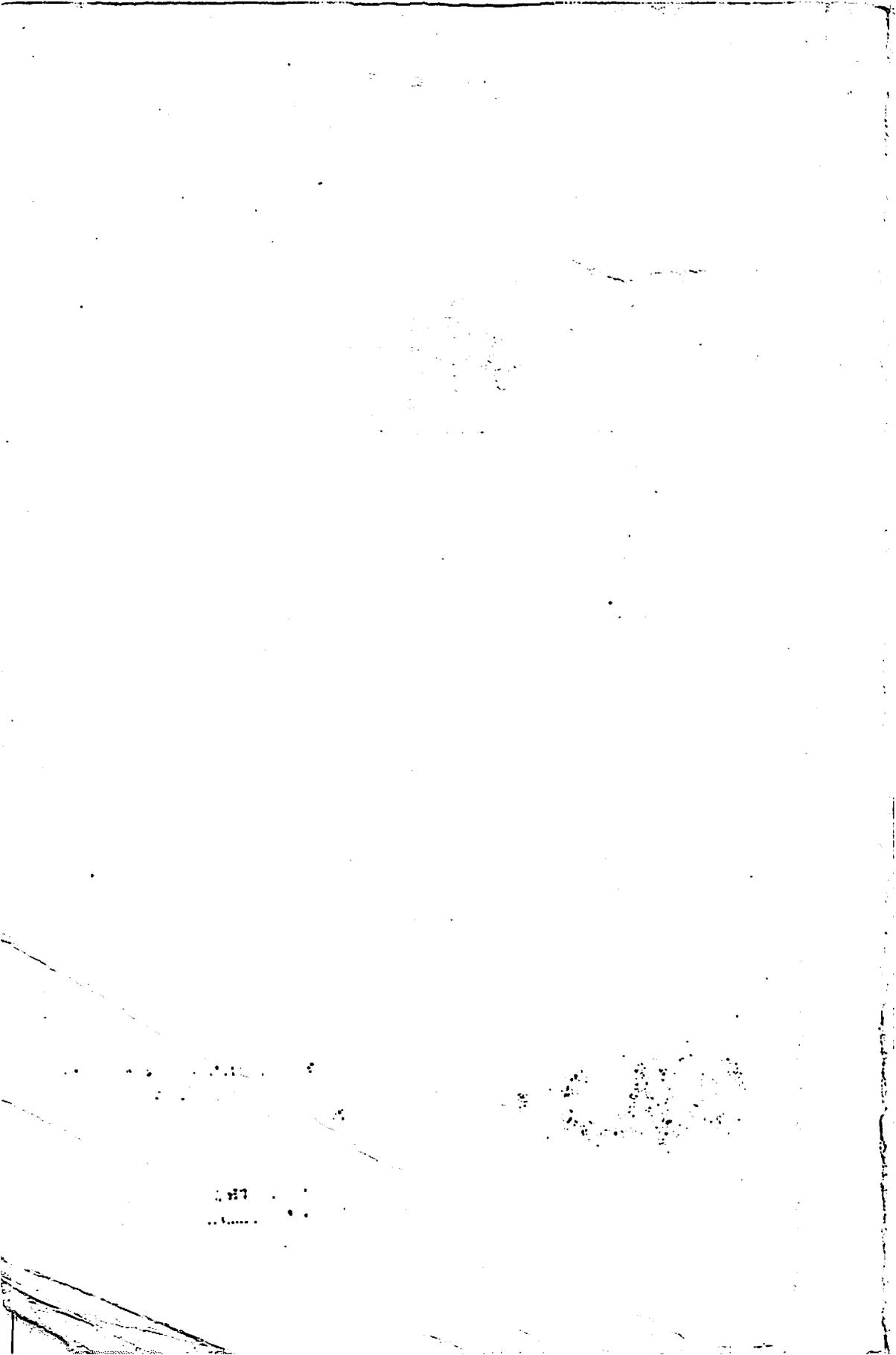




**AVALIAÇÃO SILVICULTURAL E ECONÔMICA DA VEGETAÇÃO DE
CERRADO E EUCALIPTO SUBMETIDA A DIFERENTES REGIMES DE
MANEJO NA REGIÃO NOROESTE DE MINAS GERAIS**

ANA PAULA LEITE

1998



ANA PAULA LEITE

**AVALIAÇÃO SILVICULTURAL E ECONÔMICA DA VEGETAÇÃO DE
CERRADO E EUCALIPTO SUBMETIDA A DIFERENTES REGIMES DE
MANEJO NA REGIÃO NOROESTE DE MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração em Produção Florestal, para a obtenção do título de "Mestre".

Orientadora
Prof. Dra. Soraya Alvarenga Botelho

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

1998

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e Catalogação da
Biblioteca Central da UFLA

Leite, Ana Paula

Avaliação silvicultural e econômica da vegetação de cerrado e eucalipto submetida a diferentes regimes de manejo na Região Noroeste de Minas Gerais / Ana Paula Leite. – Lavras : UFLA, 1998.

99 p. : il.

Orientadora: Soraya Alvarenga Botelho.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Silvicultura. 2. Manejo florestal. 3. Espaçamento. 4. Eucalipto. 5. Eucalyptus camaldulensis. 6. Cerrado. 7. Avaliação econômica. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-634.95

ANA PAULA LEITE

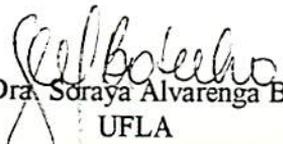
AVALIAÇÃO SILVICULTURAL E ECONÔMICA DA VEGETAÇÃO DE
CERRADO E EUCALIPTO SUBMETIDA A DIFERENTES REGIMES DE
MANEJO NA REGIÃO NOROESTE DE MINAS GERAIS

Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Lavras, como parte das exigências do Curso de
Pós-Graduação em Ciências Florestais, área de
concentração em Produção Florestal, para a
obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 19 de fevereiro de 1998

Prof. Dr. Antônio Donizette de Oliveira UFLA

Prof. José Márcio de Mello UFLA


Prof. Dra. Soraya Alvarenga Botelho
UFLA
(ORIENTADORA)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

A Deus, pela vida e por todas as graças alcançadas;

À minha família, por todo amor e apoio em todos os momentos;

Ao meu noivo, Sebastião, pelo apoio, carinho e companheirismo;

Aos meus amigos e colegas;

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e, em especial, ao Departamento de Ciências Florestais pela oportunidade oferecida;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de mestrado;

Ao programa CNPq/PADCT/CIAMB, financiador do Projeto Cerrado, pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho;

À Companhia Mineira de Metais (CMM), Grupo Votorantim, pela concessão da área de estudo e todo o apoio oferecido no desenvolvimento deste trabalho;

À professora Soraya Alvarenga Botelho, pela orientação, dedicação e amizade durante todo curso;

Aos professores José Roberto Scolforo e Antônio Donizette de Oliveira, pela orientação e atenção dispensada para a concretização deste trabalho;

Aos professores, colegas de mestrado e funcionários do Departamento de Ciências Florestais;

Aos professores José Márcio de Mello (DCF), Daniel Furtado (DEX) e ao engenheiro florestal Sérgio Teixeira (IEF) pelo apoio e esclarecimentos prestados;

Aos estudantes de graduação em engenharia florestal Edmilson, Alexander (Xandão), Hamilton (Duracel), Karen, Adriana, Milena, Cláudio e

Zózimo e, em especial, ao meu irmão Fabrício (estudante de engenharia agrícola) pela ajuda na coleta dos dados;

À colega e amiga Anabel, pela ajuda, companhia e bons momentos no cerrado;

Aos amigos Rozi, Anabel, Sybelle, Laura, Robério, Sérgio, Hudson pela amizade, incentivo e bons momentos;

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT.....	xvi
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	02
2.1 Caracterização do cerrado.....	02
2.1.1 Manejo sustentado no cerrado.....	05
2.2 Eucalipto no cerrado.....	07
2.2.1 <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	09
2.3 Eucalipto e ambiente.....	11
2.4 Sistema de enriquecimento.....	12
2.5 Espaçamento de plantio.....	13
2.6 Avaliação econômica de projetos de manejo.....	16
2.6.1 Métodos de avaliação econômica.....	17
a) Valor presente líquido (VPL).....	18
b) Taxa interna de retorno (TIR).....	19
c) Razão benefício/custo (B/C).....	20
d) Benefício (custo) periódico equivalente (B(C)PE).....	20

e) Custo médio de produção (CMP _r).....	21
CAPÍTULO 1	
AVALIAÇÃO SILVICULTURAL DA VEGETAÇÃO DE CERRADO E EUCALIPTO SUBMETIDA A DIFERENTES REGIMES DE MANEJO NO NOROESTE DE MINAS GERAIS.....	22
1.1 INTRODUÇÃO.....	22
1.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
1.2.1 Caracterização das áreas de estudo.....	23
1.2.2 Experimento de manejo do cerrado.....	25
a) Plantio em faixas eucalipto/cerrado.....	25
b) Povoamento de <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	29
c) Remanescente de cerrado.....	29
1.2.3 Caracterização do solo.....	30
1.2.4 Amostragem e coleta de dados.....	30
1.2.4.1 Distribuição das parcelas nas áreas sob estudo.....	30
1.2.4.2 Mensuração nas parcelas.....	31
1.2.4.3 Processamento dos resultados.....	31
1.2.5 Delineamento experimental.....	32
a) Para o conjunto: plantio em faixas, eucalipto puro e remanescente de cerrado.....	32
b) Avaliação do espaçamento e do decepamento no plantio em faixas.....	34
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
1.3.1 Experimento I.....	35
1.3.1.1 Comportamento da produtividade total dos tratamentos avaliados.....	35

1.3.1.2 Produtividade dentro do plantio em faixas eucalipto/cerrado.....	40
a) Comportamento dos tratamentos do plantio em faixas em função do espaçamento.....	41
b) Comportamento dos tratamentos em função do decapeamento.....	44
1.3.2 Experimento II.....	47
1.3.2.1 Comportamento da produtividade total dos tratamentos avaliados.....	47
1.3.2.2 Produtividade dentro do plantio em faixas eucalipto/cerrado.....	52
a) Comportamento dos tratamentos do plantio em faixas em função do espaçamento.....	53
b) Comportamento dos tratamentos em função do decapeamento.....	55
1.4 CONCLUSÕES.....	58
ANEXO.....	60
CAPÍTULO 2	
AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA VEGETAÇÃO DE CERRADO E EUCALIPTO SUBMETIDA A DIFERENTES REGIMES DE MANEJO NA REGIÃO NOROESTE DE MINAS GERAIS.....	64
2.1 INTRODUÇÃO.....	64
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	66
2.2.1 Caracterização das áreas de estudo.....	66
2.2.2 Experimento de manejo de cerrado.....	67
a) Plantio em faixas eucalipto/cerrado.....	67
b) Povoamento de <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	69
c) Remanescente de cerrado.....	69

2.2.3 Amostragem e inventário.....	71
2.2.4 Estimativa da produtividade.....	71
2.2.5 Custo de produção de madeira (lenha).....	72
2.2.6 Método de avaliação econômica.....	73
2.2.7 Análise de sensibilidade.....	74
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	75
2.3.1 Avaliação da viabilidade econômica.....	75
2.3.2 Análise de sensibilidade.....	77
2.3.2.1 Efeito da taxa de desconto sobre a viabilidade econômica.....	77
2.3.2.2 Efeito do preço da terra sobre a viabilidade econômica.....	78
2.3.2.3 Efeito conjunto da taxa de desconto e do preço da terra sobre a viabilidade econômica.....	79
2.3.2.4 Efeito da produtividade sobre a viabilidade econômica	81
2.3.2.5 Efeito da redução dos custos de produção de madeira sobre a viabilidade econômica.....	84
2.3.2.6 Efeito combinado de aumentos da produtividade e de redução dos níveis de custos de produção sobre a viabilidade econômica.....	85
2.4 CONCLUSÕES.....	87
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1.1 Descrição dos tratamentos silviculturais avaliados nos experimentos I e II.....	27
1.2 Resumo da análise de variância adotada para a análise dos 3 sistemas estudados.....	33
1.3 Resumo da análise de variância adotada para a comparação do eucalipto puro e os tratamentos silviculturais.....	33
1.4 Resumo da análise de variância adotada para a comparação do cerrado puro com os tratamentos silviculturais.....	34
1.5 Resumo da análise de variância adotada para a avaliação do espaçamento e da decepa realizada no eucalipto.....	34
1.6 Resumo da análise de variância para o parâmetro volume total, experimento I, João Pinheiro-MG, 1996.....	36
1.7 Valores médios de volume total (VT), volume de eucalipto (VE), volume de cerrado (VC), expressos em m ³ /ha, altura média do eucalipto (HE) e do cerrado (HC), expressas em metros e, circunferência média do eucalipto (CE) e do cerrado (CC), expressas em cm, por tratamento, sem decepamento (S/D) e com decepamento (C/D) no experimento I.....	37

1.8	Número médio de plantas de cerrado/ha, número esperado e observado de plantas de eucalipto/ha, taxa de sobrevivência do eucalipto (%) por tratamento e volume médio de eucalipto ($m^3/\text{árvore}$), no experimento I.....	37
1.9	Resumo da análise de variância para os tratamentos silviculturais quanto aos parâmetros de volume, altura e circunferência média, experimento I, João Pinheiro-MG, 1996...	41
1.10	Valores médios de altura do eucalipto (HE), altura do cerrado (HC) em metros, circunferência do eucalipto (CE), circunferência do cerrado (CC) em cm, volume de eucalipto (VE), volume de cerrado (VC), volume total (VT) em m^3/ha , em função do espaçamento, para os tratamentos do plantio em faixas, experimento I, João Pinheiro-MG, 1996.....	42
1.11	Influência do decepamento na altura e circunferência média do eucalipto, experimento I, João Pinheiro-MG, 1996.....	45
1.12	Influência do decepamento na altura e circunferência média do cerrado, experimento I, João Pinheiro-MG, 1996.....	45
1.13	Volume médio de eucalipto, cerrado e total, por espaçamento, em função do decepamento, experimento I, João Pinheiro-MG..	46
1.14	Resumo da análise de variância para o parâmetro volume total, experimento II, João Pinheiro-MG, 1996.....	48
1.15	Valores médios de volume total (VT), volume de eucalipto (VE), volume de cerrado (VC) em m^3/ha , altura média do eucalipto (HE) e do cerrado (HC) em metros e circunferência média do eucalipto (CE) e do cerrado (CC) em cm, obtidos por tratamento no experimento II	49

1.16	Número médio de plantas de cerrado/ha, número esperado e observado de plantas de eucalipto/ha, taxa de sobrevivência do eucalipto (%) por tratamento e volume médio de eucalipto ($m^3/\text{árvore}$), no experimento II.....	49
1.17	Resumo da análise de variância para os tratamentos silviculturais quanto aos parâmetros volume, altura e circunferência média, experimento II.....	53
1.18	Valores médios de altura do eucalipto (HE), do cerrado (HC) em metros, circunferência do eucalipto (CE), do cerrado (CC) em cm, volume de eucalipto (VE), do cerrado (VC) e total (VT), em m^3/ha , em função do espaçamento, para os tratamentos do plantio em faixas, experimento II, João Pinheiro-MG, 1996.....	53
1.19	Influência do decepamento sobre a altura e a circunferência média do eucalipto, experimento II, João Pinheiro-MG, 1996...	56
1.20	Volume médio de eucalipto, cerrado e total, por espaçamento, em função do decepamento, experimento II, João Pinheiro-MG, 1996.....	56
1.21	Influência do decepamento sobre a altura e circunferência média do cerrado, experimento II, João Pinheiro-MG, 1996.....	57
2.1	Descrição dos tratamentos silviculturais avaliados nos experimentos I e II	68
2.2	Valores médios de volume de eucalipto, volume de cerrado e volume total, em m^3/ha e de incremento médio anual, em $m^3/\text{ha/ano}$, para todos os tratamentos avaliados aos 6,5 anos....	72

2.3	VPL (R\$/ha) por tratamento, considerando-se a produtividade encontrada pelo inventário, considerando-se a taxa de desconto de 9% ao ano e preço da terra de R\$250,00/ha.....	76
2.4	VPL (R\$/ha) por tratamento, considerando-se a produtividade encontrada pelo inventário, considerando-se preço da terra de R\$250,00/ha e taxas de desconto de 6, 9 e 12% ao ano.....	78
2.5	VPL (R\$/ha) por tratamento, para a taxa de desconto de 9% a.a. e três níveis de preço da terra	79
2.6	VPL (R\$/ha) por tratamento, para três taxas de desconto e três níveis de preço da terra.....	80
2.7	VPL (R\$/ha) por tratamento, considerando-se a taxa de desconto de 9% a.a. e preço da terra de R\$250,00/ha, para vários níveis de produtividade.....	83
2.8	VPL (R\$/ha) por tratamento, considerando-se vários níveis de redução do custo de produção de madeira, para a taxa de desconto de 9% ao ano e valor da terra igual a R\$250,00/ha.....	84
2.9	VPL (R\$/ha) por tratamento, considerando vários níveis de aumento da produtividade e de redução dos custos, para a taxa de desconto de 9% ao ano e valor da terra de R\$250,00/ha.....	82

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1.1 Valores médios de temperatura (a) e precipitação (b) observados na a região de João Pinheiro, no período de 1961-1990.....	24
1.2 Croqui da área experimental (a) e detalhe do plantio em faixas eucalipto/cerrado (b).....	28
1.3 Volume médio de eucalipto, cerrado e total, por tratamentosem decepamento (S/D) e com decepamento (C/D) no experimento I	40
1.4 Comportamento dos tratamentos quanto a produtividade do eucalipto, do cerrado e total, em m ³ /ha, experimento II.....	52
2.1 Croqui da área experimental.....	70

RESUMO

LEITE, Ana Paula. **Avaliação silvicultural e econômica da vegetação de cerrado e eucalipto submetida a diferentes regimes de manejo na Região Noroeste de Minas Gerais.** Lavras: UFLA, 1998. 99p. (Dissertação - Mestrado em Produção Florestal)¹

Na Fazenda Santa Cecília, pertencente a Companhia Mineira de Metais (CMM), em João Pinheiro-MG, foi realizado um estudo de caso envolvendo o plantio de *Eucalyptus camaldulensis* em faixas intercaladas com vegetação remanescente de cerrado, instalado em 1989, em diferentes espaçamentos. Este estudo foi constituído de dois experimentos, diferenciados pelo tipo de cerrado e que constaram de diferentes espaçamentos entre as faixas de plantio (10, 15 e 20 metros) e entre plantas (2, 3 e 4 metros), na linha de eucalipto. O experimento I caracterizou-se por ser um cerrado ralo, onde o eucalipto foi plantado nos espaçamentos 10x2m, 10x3m, 15x4m e 20x4m. O experimento II caracterizou-se por um cerrado denso, onde foram testados os espaçamentos 10x4m, 15x3m, 20x2m e 20x3m. Nos dois experimentos, foi testado o decepamento do eucalipto com 1 ano de idade para condução de brotação. O capítulo 1 deste estudo teve por objetivos: avaliar a produtividade do plantio em faixas eucalipto/cerrado em diferentes espaçamentos, comparando-o com um plantio de *Eucalyptus camaldulensis* e vegetação nativa de cerrado; identificar qual o espaçamento mais adequado para o *E. camaldulensis* plantado associado com faixas de cerrado; estudar o efeito do decepamento sobre a produtividade do *E. camaldulensis*. Para análise de produtividade foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x2 (espaçamento x decepamento) com dois tratamentos adicionais (eucalipto puro e cerrado puro). Cada experimento constou de 10 tratamentos e 3 repetições. Para análise do espaçamento e decepamento, foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x2 (espaçamento x decepamento). Os resultados encontrados revelaram que o sistema de plantio com maior produtividade foi o

¹ Comitê Orientador: Soraya Alvarenga Botelho - UFLA (Orientadora), Antônio Donizette de Oliveira - UFLA e José Márcio de Mello - UFLA

eucalipto puro. Dentro do sistema de plantio em faixas, os espaçamentos 10x2m (experimento I) e 10x4m (experimento II) foram os que apresentaram maiores produtividades. O decapeamento foi prejudicial ao desenvolvimento do eucalipto. O capítulo II teve como objetivos: analisar a viabilidade econômica de produzir madeira para carvão vegetal com base no plantio em faixas eucalipto/cerrado em diferentes espaçamentos, no plantio de *Eucalyptus camaldulensis* e vegetação nativa de cerrado; avaliar a influência da taxa de desconto, preço da terra, nível de produtividade e custos de produção sobre a viabilidade econômica dos três sistemas estudados; estudar o efeito combinado de mudança na taxa de desconto e preço da terra e o efeito combinado de aumentos na produtividade e redução nos custos de produção sobre a viabilidade econômica, para as três situações estudadas. As planilhas de custos e os preços da madeira em pé de eucalipto e de cerrado foram fornecidos pela CMM. Através do método do valor presente líquido, a uma taxa de juros de 9% ao ano, valor da terra de R\$250,00/ha, os resultados mostraram que todos os sistemas estudados foram inviáveis economicamente. O eucalipto puro foi o tratamento com maior prejuízo, porém um aumento de 50% na produtividade e a redução dos custos de produção em 40% o torna viável economicamente. Dentre os tratamentos em faixa, o 10x2m (experimento I) foi o tratamento com maior prejuízo, mas o que de menores reduções nos custos de produção e aumentos da produtividade precisa para que se torne uma alternativa economicamente viável.

ABSTRACT

SILVICULTURAL AND ECONOMICAL OF THE VEGETATION OF CERRADO AND EUCALYPTUS UNDER DIFFERENT MANAGEMENT REGIMES IN THE NORTHWESTERN REGION OF MINAS GERAIS¹

On the Santa Cecilia farm belonging to Companhia Mineira de Metais (CMM) in João Pinheiro-MG, a case study was undertaken involving the planting of *Eucalyptus camaldulensis* in rows associated with cerrado remaining vegetation, set up in 1989, in different spacings. This study consisted of two experiments, differing by the sort of cerrado and made up of two different spacings between the planting rows (10, 15 and 20 meters) and between plants (2, 3 and 4 meters) in the row of eucalyptus. Experiment 1 was characterized for being a thin cerrado where the eucalyptus was planted in the spacings: 10x2m, 10x3m, 15x4m and 20x4m. Experiment 2 stood out for being a thick cerrado, where the spacings: 10x4m, 15x3m, 20x2m and 20x3m were tested. In both experiments, the cut of the eucalyptus, aged one year for conducting sprouting was tested. Chapter I of this study aimed to evaluate the yield of the planting in eucalyptus-cerrado at different spacings comparing it with a planting of *Eucalyptus camaldulensis* and cerrado native vegetation; to identify which spacing is the most suitable for *E. camaldulensis* planted associated with cerrado rows; to study the effect of the cut on the yield of *E. camaldulensis* to the analysis of yield, the completely randomized experimental design in 4 x 2 factorial scheme (spacing x cut) with two additional treatments (pure eucalyptus and pure cerrado). Each experiment consisted of 10 treatment and 3 replications to the analysis of the spacing and cut, the completely randomized experimental design was used, in 4 x 2 factorial scheme (spacing x cut) the results found revealed that the planting system of highest yield was the pure eucalyptus within the row planting system, the spacings 10x2m (experiment I) and 10x4m (experiment II) were those presented the highest yields. Cut was harmful to the development of the eucalyptus. Chapter II aimed to analyse the economical viability of producing

¹ Guidance Committee: Soraya Alvarenga Botelho - UFLA (Major Professor), Antônio Donizette de Oliveira - UFLA and José Márcio de Mello - UFLA

wood for charcoal on the basis of the planting in eucalyptus/cerrado rows at different spacings, planting of *Eucalyptus camaldulensis* and cerrado native vegetation, to evaluate the influence of the discount rate, land price, yield level and production costs on the economic viability of the three systems investigated; to study the associated effect of the change on the discount rate and land price and the combined effect of increases upon both yield and reduction in the economical viability for the three situations studied. The cost list and prices of the standing eucalyptus and cerrado wood were furnished by CMM. Through the net present value at a rate of interest of 9% a year, land value of R\$250,00/ha the results showed that all the systems studied were economically inviable the pure eucalyptus was the treatment with greatest loss, but an increase of 50% in yield and by decreasing the production costs by 40% makes it economically viable. Within the row treatments, the 10x2m (experiment I) was the treatment with the highest loss but that which needs smallest reductions in the production costs to become an economically viable alternative.

1 INTRODUÇÃO GERAL

As áreas de cerrado foram incorporadas às atividades agrícola, pecuária e florestal brasileiras, em função, principalmente, das condições edafoclimáticas da região, dos baixos custos de terras e de sua topografia plana que favorece a mecanização. Porém, esta ocupação se fez de forma desordenada, sem a preocupação com a conservação da sua diversidade biológica.

A atividade florestal no cerrado, visando atender a demanda de carvão vegetal, se dá pela exploração de áreas de vegetação nativa ou pelo plantio de espécies de rápido crescimento, principalmente do gênero *Eucalyptus*. Muitas áreas de cerrado exploradas e plantadas com eucalipto têm se mostrado alternativas antieconômicas, em razão das baixas produtividades destas áreas. Por esta razão, empresas têm buscado alternativas que conciliem aumento da produtividade, redução dos custos de produção e conservação da diversidade biológica. Dentre as medidas que podem ser tomadas estão a adoção de espaçamentos adequados ao sítio e à espécie e o uso de sistemas silviculturais como o plantio de enriquecimento.

Segundo Scolforo et al. (1997) quando a área que se pretende manejar não é produtiva do ponto de vista econômico, o uso de técnicas de enriquecimento e melhoramento se faz necessário como uma tentativa de torná-la produtiva.

Este estudo tem como objetivo geral avaliar a viabilidade técnica e econômica do plantio de *E. camaldulensis* em faixas intercaladas com vegetação de cerrado, no noroeste de Minas Gerais. O primeiro capítulo tem como objetivos:

analisar a produtividade deste sistema de plantio em comparação com um plantio puro de *E. camaldulensis* e uma área de cerrado; avaliar o espaçamento mais adequado para o *E. camaldulensis* quando plantado no sistema de faixas; e avaliar a influência da decepta no desenvolvimento do eucalipto. O segundo capítulo se refere ao estudo da viabilidade econômica dos diferentes sistemas de manejo estudados e avaliação da influência da taxa de desconto, preço da terra, nível de produtividade e redução dos custos de produção sobre a viabilidade econômica destes sistemas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Caracterização do Cerrado

De acordo com Ratter e Ribeiro (1996), o cerrado é a vegetação natural que ocupa mais de 2 milhões de Km² do Brasil central e amazônico, representando cerca de 22% do território nacional. Em termos de área é excedido apenas por uma formação vegetacional, a floresta Amazônica, que cobre cerca de 40% do país.

O cerrado é, em sentido genérico, um grupo de formas de vegetação que se apresentam segundo um gradiente de biomassa. A este gradiente deve corresponder um outro, de componente do solo influenciando nos caracteres fitossociológicos das espécies, estabelecendo as diferentes formas desse tipo de vegetação (Batista e Couto, 1990). A forma de menor biomassa denomina-se campo sujo, seguindo o campo cerrado, o cerrado e o cerradão.

A fisionomia do cerrado, segundo Rizzini (1964) é de uma savana lenhosa africana, com pequenas árvores tortuosas, espaçadas, sobre um denso revestimento de gramíneas e subarbustos, cuja estrutura caracteriza-se pela existência de um estrato arbóreo, um arbustivo e um subarbustivo ou apenas um estrato arbóreo baixo e um subarbustivo, este sendo dominado pelas gramíneas. Se o estrato lenhoso for reduzido a árvores muito baixas ou a arbustos, em ambos os casos pouco numerosos e muito afastados de maneira a sobressair a cobertura graminácea, teremos o então chamado campo sujo.

A flora arbóreo-arbustiva de caule grosso abrange mais de 1000 espécies e nos cerrados mais densos podem ocorrer mais de 150 destas espécies lenhosas por hectare. Nos cerrados mais abertos há menor número por hectare, usualmente 40 a 80, e certos campos sujos de cerrado podem ter somente 10 a 15 espécies arbóreo-arbustivas (Einten, 1993). Estima-se que a flora total dos cerrados está entre 5.000 a 7.000 espécies, sendo 38% desconhecidas (Castro, 1994).

Pr. V.

A formação vegetal do cerrado tem sido atribuída, segundo Nogueira Neto (1977), à ação do fogo, às deficiências de água no solo e também às deficiências nutricionais.

Segundo Azevedo e Caser (1980), a distribuição dos cerrados compreende uma área "core" no Planalto Central e áreas de influência: amazônica, mais quente e úmida (transição para floresta), norte de Goiás, Mato Grosso e Oeste do Maranhão; nordestina, mais quente e seca (transição para caatinga), Leste de Goiás, Norte de Minas, Bahia e Piauí; sulina atlântica, mais fria e úmida (transição para floresta), Sul e Sudoeste de MG; sulina continental, mais fria e seca (transição para floresta), MS, Sul de GO e Norte de SP. Azevedo e Adamoli (1988), acrescentam ainda a área de influência pantaneiro-chaquenha.

Apesar dessas influências, de maneira geral, pode-se conceituar seu clima como sendo tropical continental, com verões chuvosos e invernos secos, de duração variável de 5 a 7 meses no extremo norte e 3 a 4 meses no extremo sul (Moura e Guimarães, 1988). Os Cerrados são afetados, ainda, por veranicos que ocorrem durante a estação chuvosa (EMBRAPA, 1994).

Segundo Camargo (1963), a vegetação do cerrado parece ser um clímax ecológico, ligado ao fator pedológico, sendo que o clima não desempenha papel expressivo no estabelecimento dessa formação vegetal. O efeito do clima sobre o cerrado, é direto somente porque o cerrado só ocorre onde não há geadas ou somente ocorre geadas infrequentes, quase sempre leves e de pouca duração, e a precipitação é intermediária, entre 750 e 2000 mm anuais. Dentro desses limites, o efeito do clima sobre o cerrado é indireto, através da ação do mesmo sobre o solo (Eiten, 1993).

Segundo Moura e Guimarães (1988), o relevo é dominado por chapadões planos ou suavemente ondulados. Os solos do cerrado originam-se de quase todos os tipos de rocha como arenito, ardósia, folhelho, quartzo, quartzito, granito, xisto, micaxisto e certas formas de gnaiss, ou de matéria de solo depositado (Eiten, 1993).

Segundo Lopes (1984), as principais unidades de solos que ocorrem na região dos cerrados são os Latossolos, que ocupam cerca de 56% do total, 20% de Areias Quartzosas, 10% de Lateritas Hidromórficas, 9% de Litossolos, e menores percentagens de Podzólicos. Outros solos como Latossolos Concrecionários, no Nordeste; Gley Húmico e pouco Húmico e Cambissolos Distróficos são encontrados em menor escala. No Mato Grosso, em pequenas áreas, é encontrada também a Terra Roxa Estruturada (Moura e Guimarães, 1988).

Segundo Galvão e Lopes (1980), os solos sob cerrado possuem baixa reserva de minerais intemperizáveis, acidez elevada, baixa capacidade de troca de cátions, alta capacidade de fixação de fósforo, alta saturação de alumínio e deficiência quase generalizada de macro e micronutrientes; contudo, a maioria destes solos são profundos, bem drenados e fáceis de serem cultivados (Moura e Guimarães, 1988; Carmo, Rezende e Silva, 1990).

A variedade de condições ambientais é o que constitui a maior vantagem do cerrado do ponto de vista de seu potencial econômico (Kuhlmann et al., 1983). O conjunto de fisionomias do cerrado forma um gradiente de solo. Do cerradão, que corresponde aos solos mais ricos em mineral e organicamente, chega-se ao outro extremo, formado pelo campo limpo do cerrado, com solos mais pobres. Com tipos intermediários, a partir do cerradão, são encontrados: o cerrado denso ou cerrado *stricto sensu*, o cerrado ralo ou campo cerrado, o campo sujo e o campo limpo. Neste sentido, as próprias fisionomias do cerrado podem ser consideradas como verdadeiros indicadores das condições do solo. Além das condições mineralógicas e orgânicas, podem também indicar outras características tais como profundidade do solo, topografia, geologia, profundidade do lençol freático, etc.

2.1.1 Manejo sustentado no cerrado

O cerrado brasileiro ocupa uma área de 201,8 milhões de hectares. Deste total, 73 milhões já foram desmatados, estando ocupados atualmente com outras culturas, incluindo o reflorestamento. Existem ainda 13,2 milhões de ha que são considerados paisagens naturais preservadas; 10,4 milhões são reservas indígenas; 83,5 milhões são utilizados, predominantemente, como pastagens

nativas e apenas 16,5 milhões de ha são ocupados por vegetação nativa manejada (Scolforo, 1997).

O potencial do cerrado não se restringe à atividade agrícola, pecuária e florestal (reflorestamento com *Eucalyptus* e *Pinus*, exploração de espécies nativas para lenha e carvão vegetal). Entre as potencialidades do cerrado estão as inúmeras espécies madeireiras, medicinais, ornamentais, frutíferas, além das espécies fornecedoras de óleos, cortiça, tanino e resina.

A área de cerrado em Minas Gerais (30,8 milhões de ha), corresponde a 53% da superfície do estado e 17% da superfície total de cerrado do país (Ferri, 1975; Costa Neto, 1990).

Segundo Machado (1995) Minas Gerais é o nosso maior estado florestal e, também, o maior consumidor de madeira. Isto se deve, em parte, ao seu grande parque siderúrgico, responsável por 80% do consumo nacional de carvão vegetal.

Segundo dados da ABRACAVE (1995) do total de carvão vegetal consumido no país em 1984, 82,6% eram oriundos de matas nativas e apenas 17,4% de reflorestamentos. Em 1994, este quadro passou por uma mudança significativa, quando o consumo de carvão de reflorestamento passou a participar com 54% do total de carvão vegetal consumido no país. Entretanto, isto não é suficiente para resguardar o restante da vegetação de cerrado existente no Brasil, principalmente em Minas Gerais.

O manejo sustentado é aquele que leva à produção contínua do recurso explorado, sem a deterioração dos demais recursos e benefícios envolvidos, inclusive o financeiro (Carvalho Filho, 1996). Entretanto, no Brasil, as práticas de manejo florestal não passam de uma exploração seletiva que não respeita a composição florística. Isto leva à extinção de espécies vegetais e à quebra da cadeia alimentar e dos mecanismos reprodutivos, afetando todas as formas de

vida. O manejo das florestas tropicais, por causa da biodiversidade, é bem mais complexo do que o manejo de florestas de clima temperado, onde poucas espécies constituem o estrato arbóreo (Poggiani, 1995).

Há poucos trabalhos sobre o manejo sustentado da vegetação de cerrado, podendo-se citar os estudos de Costa Neto (1990), em que se procura dar subsídios técnicos para elaborar um plano de manejo para produção sustentada em áreas de cerrado; o modelo para manejo do cerrado proposto por Almeida Lima (1997); e os trabalhos de Silva (1992) e Camargo (1997) que fornecem informações sobre a vegetação e os solos do cerrado e que podem ser usados para elaboração de um plano de manejo.

2.2 Eucalipto no cerrado

Segundo Chichorro (1987), a utilização do gênero *Eucalyptus* em áreas de cerrado deve-se principalmente à facilidade de adaptação, ao rápido crescimento, às técnicas de cultivos conhecidas e ao fato das características da madeira atenderem às necessidades de mercado. As áreas de cerrado apresentam aspectos importantes para o cultivo do eucalipto como o aproveitamento da própria área explorada, grandes extensões contínuas de terra, topografia plana, solos profundos e preço da terra mais acessível.

Para a região de João Pinheiro, Golfari (1975) recomenda as espécies: *E. urophylla* procedência Timor ou Flores, *E. tereticornis* procedência Cooktown, *E. camaldulensis* procedência Petford ou Gigg River, *E. pellita* procedência Helenvale e *E. cloeziana* procedência Cooktown.

A produtividade média dos plantios de eucalipto que se encontram sob solos de cerrado é, em geral, menor que em outras regiões. Os fatores que podem

limitar o crescimento das plantas são, principalmente, a baixa fertilidade natural e disponibilidade insuficiente de água para as plantas (Gomes, 1994; Carmo, Resende e Silva, 1990; Galvão e Lopes, 1980; Barros et al., 1988). Em áreas onde predominam solos de textura arenosa e, portanto, baixa capacidade de retenção de água, os efeitos sobre a produtividade são mais acentuados (Morais, 1988; Reis e Hall, 1987).

Segundo Novais, Barros e Costa (1996) nos solos de cerrado, através de correção e fertilização, associada a utilização de espécies/genótipos adequados, são facilmente obtidos de 25 a 30m³/ha/ano de madeira.

As condições de sítio exercem grande influência sobre a produtividade das espécies de eucalipto, portanto, a utilização da espécie adequada para cada local contribui significativamente para o aumento da produtividade (Guimarães et al., 1983).

Albino e Tomazello Filho (1985), estudando o desenvolvimento de 12 espécies de *Eucalyptus* em três regiões bioclimáticas de Minas Gerais, relacionaram o desenvolvimento diferenciado das espécies, com as condições edafoclimáticas de cada região. A região de Viçosa, que originalmente apresentava cobertura vegetal de maior porte (área de mata), apresentou as maiores médias de altura e diâmetro, enquanto que, nas regiões de Paraopeba e Uberaba, onde a vegetação primitiva era típica de cerrado (solos mais pobres), as médias foram menores. A mesma correlação foi verificada por Moura et al. (1980).

Dentre as espécies de *Eucalyptus* testadas para a região dos cerrados, as que vêm apresentando os melhores resultados são, *E. camaldulensis*, *E. grandis*, *E. urophylla*, *E. tereticornis*, *E. cloeziana* e *E. pilularis*. Segundo a EMBRAPA

(1985), foram constatadas interações significativas entre a espécie, a origem da semente e o local de plantio com a produtividade destas espécies.

Andrade (1991) testou várias espécies do gênero *Eucalyptus*, em quatro sítios, no espaçamento 3x2m, e aos 29 meses de idade, a produtividade média variou de 9,08m³cil./ha para *E. phaeotricha* (procedência 79) a 66,62m³cil./ha para *E. camaldulensis* (procedência 26). Entre as espécies estudadas, o *E. camaldulensis* (procedência 26), foi a que apresentou a melhor média em altura, com 8,8 metros.

2.2.1 *Eucalyptus camaldulensis*

Dentro do gênero *Eucalyptus*, o *E. camaldulensis* é a espécie de mais ampla distribuição geográfica, dispersa por quase todo o continente australiano, em ambientes ecológicos muito variados. Apresenta tolerância a inundações temporárias e, ao mesmo tempo, resistência a temperaturas elevadas e períodos secos prolongados (Golfari, 1975; Malan, 1993; Guimarães et al., 1983). Ocorre, obrigatoriamente, ao longo de córregos e rios que são, com frequência, sazonais (Barros et al., 1990).

O porte das árvores desta espécie varia com o grau de aridez da região de origem e, conseqüentemente, com o tamanho do rio ao longo do qual elas se situam (Barros et al., 1990). A sua altura na Austrália, segundo a FAO (1981), varia de 25 a 50 metros, porém Barros et al.(1990) afirmam que algumas procedências não chegam a alcançar os 10 metros, enquanto outras como a procedência Petford, podem alcançar até 20m de altura.

Dentre as qualidades desta espécie Hillis e Brown (1984) destacam: o rápido crescimento em solos pobres e com baixa precipitação, alta capacidade de

rebrotar, tolerância a inundações periódicas e salinidade e utilização da madeira para diversos fins. Entre as limitações, estão: baixa resistência às geadas, intolerância a solos altamente calcáreos e forma do tronco ruim em relação a outras espécies.

O *E. camaldulensis* é a espécie mais cultivada em termos de locais plantados (Golfari, 1975). As maiores áreas plantadas desta espécie encontram-se em regiões semi-áridas do Mediterrâneo, particularmente em Israel, Marrocos, Espanha e todo o norte da África. É cultivado também, em grande extensão em Portugal, Itália, Índia, Argentina, Tanzânia, Uruguai, Pasquistão, Kênia, Nigéria, Nicarágua, Honduras, Brasil e outros países (Catie, 1986).

O *E. camaldulensis* possui grande variabilidade de comportamento em função da procedência, portanto, para esta espécie é de extrema importância a escolha correta de sua origem (Guimarães et al., 1983; Hillis e Brown, 1984).

Devido às suas características, esta espécie vem sendo bastante estudada para a região do cerrado brasileiro, em que mais se destaca a procedência Petford (Golfari, 1975), fato confirmado por autores como EMBRAPA (1981); EMBRAPA (1985); Moura (1988); Moura (1991).

Albino (1983) encontrou para o *E. camaldulensis* procedência Petford em Paraopeba-MG, em espaçamento 3x2m, uma produtividade (volume sem casca) de 79,545m³/ha, aos 7,5 anos de idade. A altura média foi de 15,29m e o diâmetro médio foi de 12,45cm.

Vital et al. (1994), estudaram as características de crescimento de 25 progênies de *Eucalyptus camaldulensis* procedência Petford, com 33 meses de idade, em Paraopeba-MG, onde a média geral de altura foi 9,56 m e do diâmetro (DAP) foi de 7,49 cm.

Marquez (1997) encontrou para o *E. camaldulensis*, no município de Lagoa Grande-MG, plantado em espaçamento 3x2m, aos 7 anos, um volume de madeira com casca de 134,3m³/ha.

Na região de Várzea da Palma-MG, o *E. camaldulensis* apresentou, aos 3,5 anos, em espaçamento 3x2m, um volume médio de 68,83m³/ha, sendo superado apenas pelo *E. tereticornis* (82,38m³/ha), segundo EMBRAPA (1981). Para a mesma região, aos 6,5 anos, Moura (1988) encontrou para o *E. camaldulensis* procedência Petford, um volume de 181,98m³/ha.

2.3 Eucalipto e ambiente

No Brasil, as plantações de eucalipto são utilizadas principalmente para a produção de celulose, carvão, chapa dura, lenha e serraria. Segundo Lima (1993) além dos benefícios diretos dessas utilizações específicas, estas plantações florestais desempenham outro papel: o de diminuir a pressão sobre as florestas naturais remanescentes.

Os reflorestamentos com espécies do gênero *Eucalyptus* têm sido alvo de severas críticas, muitas vezes infundadas, que dizem respeito, principalmente, ao ressecamento e empobrecimento do solo e, também, pelo fato de ser uma espécie exótica que, plantada em monoculturas, viria a causar a “desertificação”, através da não adaptação da flora e fauna nativas. De acordo com Lima (1995) a respeito do efeito deletério sobre a fertilidade do solo a longo prazo, pode-se concordar que a fertilidade do solo pode diminuir como resultado da remoção excessiva da biomassa, mas isso é válido para qualquer cultura, sendo possível controlar ou minimizar este impacto através de práticas sadias de manejo. Quanto ao consumo exagerado de água das espécies de eucalipto, o autor verificou em seu estudo que

o eucalipto, além de apresentar exigências normais de água, comparativamente a outras espécies florestais, parece ser dotado de mecanismos fisiológicos bem desenvolvidos de controle de perda de água.

O controle da qualidade ambiental no povoamento florestal envolve a adoção de práticas de manejo florestal que minimizem os possíveis impactos sobre a paisagem, flora, fauna, solo e microbacias hidrográficas (Lima, 1995). Quanto às medidas que podem ser tomadas para a minimização destes impactos estão: a conservação e enriquecimento de áreas de vegetação nativa para a sobrevivência da flora e fauna da região; o consórcio do eucalipto com outras espécies florestais nativas, de preferência leguminosas, a fim de aumentar a diversidade e ciclagem de nutrientes; a utilização de faixas e corredores de vegetação nativa, preservando a flora nativa, servindo de refúgio à fauna e melhorando o aspecto cênico da região (Poggiani, 1995; Ribeiro, 1988).

2.4 Sistema de enriquecimento

Os sistemas silviculturais podem ser definidos como o processo pelo qual as culturas constituintes de uma floresta são desbastadas, removidas e substituídas por novas culturas, resultando em povoamentos de formas distintas. Um sistema silvicultural é caracterizado pelo método de regeneração utilizado, pelo arranjo no espaço da cultura em questão, de modo a facilitar sua proteção e colheita (Matthews, 1994; Scolforo et al., 1997). A escolha de um sistema silvicultural está relacionada às espécies, ao meio físico e aos objetivos do manejo (Taylor, 1969). Estes sistemas são uma alternativa para que áreas normalmente consideradas improdutivas do ponto de vista econômico, através de técnicas de

enriquecimento e melhoramento, possam vir a se tornar produtivas (Scolforo et al., 1997).

O sistema de enriquecimento é utilizado quando o número de indivíduos com valor econômico no povoamento original é insuficiente ou totalmente inexistente (florestas exploradas) (Lamprecht, 1990).

O plantio de enriquecimento, segundo Taylor (1969) poderá ser usado se for improvável que a regeneração natural possa ocorrer com sucesso, ou se uma espécie deva ser introduzida onde sua presença não tenha ocorrido, ou ainda, se maior concentração de uma ou mais espécies forem necessárias em uma floresta.

Nas florestas tropicais, o enriquecimento é, normalmente, feito em linhas ou faixas através de semeadura ou plantio de espécies com valor comercial. Nas florestas temperadas, é frequente o plantio das espécies de interesse em espaçamentos maiores que os usados nas tropicais. Este espaçamento é função da qualidade do sítio e das características ecológicas da espécie quanto à exigência de luz e tolerância à competição (Scolforo et al., 1997).

Existem algumas experiências sobre plantios de enriquecimento no Brasil, podendo-se destacar: Vale, Barros e Brandi (1974); Carvalho (1982); Yamazoe et al. (1990); Hoeflich, Graça e Carvalho (1990) e Higuchi (1991).

2.5 Espaçamento de plantio

Dentre as decisões a serem tomadas para o estabelecimento de uma cultura florestal, uma das mais importantes é a escolha do melhor espaçamento, levando-se em consideração, entre outros fatores, a espécie, a qualidade do sítio e a finalidade da madeira (Campos et al., 1990; Vale et al., 1982). O espaçamento afeta a taxa de crescimento das plantas, a qualidade da madeira, a idade de corte,

bem como as práticas de exploração e manejo florestal e, conseqüentemente, os custos de implantação, manejo e colheita (Balloni, 1983; Botelho, 1997).

Dentre as vantagens do espaçamento reduzido, Fishwick (1976) cita: alta produção de volume total em pouco tempo; plantio suplementar desnecessário; as árvores produzem galhos menores; menor conicidade dos fustes; rápido fechamento do dossel de copas, reduzindo os custos de capina; onde há mercado, rápidos rendimentos financeiros de desbaste. Quanto às vantagens do espaçamento amplo, estão: menor custo de estabelecimento em termos de árvores plantadas; toras de maior diâmetro nos primeiros desbastes e nas árvores do corte final que, além de serem mais facilmente utilizáveis, reduzem também os custos de extração por unidade de volume de madeira; pode-se evitar desbastes anti-econômicos. Segundo este autor, os espaçamentos amplos são adequados para espécies de rápido crescimento, de boa forma inerente e sítios de baixa qualidade.

O espaçamento de plantio exerce influência sobre o crescimento das plantas em altura e diâmetro e, conseqüentemente, em volume de madeira. Os resultados das pesquisas têm mostrado que o diâmetro é fortemente influenciado pelo espaçamento (Fishwick, 1976; Leles, 1995; Bernado, 1995; Assis, 1996; Oliveira Neto, 1996; Marquez, 1997; Patiño-Valera, 1986; Gomes, 1993), ao passo que, em relação à altura, os resultados têm se mostrado controversos. Alguns autores observaram que houve aumento da altura em decorrência do aumento do espaçamento (Bernado, 1995; Oliveira Neto, 1996; Marquez, 1997; Gorgulho, Ramalho e Soares, 1991); já Assis (1996), observou maiores alturas com a redução do espaçamento.

Em estudo sobre o crescimento, alocação de biomassa e distribuição de nutrientes em *Eucalyptus camaldulensis* e *E. pellita*, no município de João Pinheiro, nos espaçamentos 9x9m, 6x4m, 3x3m, 3x2m e 3x1m, Leles (1995)

verificou que, aos 52 meses de idade, os espaçamentos 3x2m e 3x1m, não são adequados para ambas as espécies, devido à intensa competição por água entre as plantas. A altura das plantas não foi afetada pelo espaçamento, no entanto, o diâmetro aumentou substancialmente nos espaçamentos maiores que 3x6m. O diâmetro médio para o *E. camaldulensis*, no espaçamento 9x9m, foi de 19,50 cm e para o *E. pellita* foi de 18,60cm, e no espaçamento 3x6m, foi 14,58cm para o *E. camaldulensis* e 15,17cm para o *E. pellita*. Já nos espaçamentos inferiores a 3x3m, 25% das árvores apresentaram diâmetros inferiores a 10cm. Este autor observou ainda que, a ambas as espécies, o aumento do espaçamento proporcionou aumento da produção de madeira e da parte aérea, por árvore.

Bernardo (1995), estudando o crescimento em função do espaçamento de *E. camaldulensis* procedência Petford em áreas de cerrado, verificou que o diâmetro variou com o espaçamento, sendo que, aos 41 meses, no menor espaçamento estudado (3,0x1,5m), a espécie apresentou um diâmetro médio de 6,97cm e, no maior espaçamento (4,0x3,0m) 8,54cm. A influência do espaçamento sobre a altura foi mais reduzida do que sobre o diâmetro. Para os espaçamentos, 3,0x1,5m e 4,0x3,0m, os valores de altura foram de 9,58m e 11,21m, respectivamente.

Oliveira Neto (1996), avaliando o comportamento do *E. camaldulensis* em diferentes espaçamentos e com níveis crescentes de adubação, entre 14 e 32 meses, na região dos cerrados, observou que o espaçamento e a adubação influenciaram positivamente o crescimento em diâmetro. Já o crescimento em altura foi menos influenciado do que o diâmetro.

O maior volume total nos plantios mais densos deve-se à maior área basal em função do maior número de plantas. Por outro lado, nos espaçamentos mais amplos, obtêm-se árvores de maior volume individual. Portanto, quando se fazem

necessárias madeiras de maiores dimensões, a altura comercial, considerando um determinado diâmetro mínimo, será maior nos espaçamentos mais amplos, resultando em maior volume comercial (Botelho, 1997). De acordo com Radosevich e Osteryoung (1987) citados por Marquez (1997), a diferença da produção volumétrica de madeira de plantios mais densos, comparativamente àqueles menos densos, está no tempo requerido para se obter a plena ocupação do sítio, havendo tendência de produção máxima por unidade de área similar para todos os espaçamentos, o que corresponde à lei da produção final constante.

2.6 Avaliação econômica de projetos de manejo

A avaliação econômica de uma alternativa de investimento consiste na determinação (identificação e quantificação) de todas as suas vantagens e desvantagens, na comparação e posterior escolha da melhor alternativa, mediante a aplicação dos métodos ou critérios de decisão que permita representar cada alternativa por um número que indique a solução mais econômica (Hess et al., 1985).

No Brasil, a análise econômica de projetos de manejo de florestas nativas tem se concentrado mais em áreas da Amazônia, para fins de exploração de espécies madeireiras existentes nesta região.

Para a região do cerrado, os estudos sobre a viabilidade econômica de projetos de manejo são escassos. Nesta linha de pesquisa destaca-se o trabalho de Rezende, Vale e Minette (1986) que compararam os custos de produção de madeira para carvão provenientes de vegetação de cerrado e de eucalipto. Segundo estes autores, muitas vezes as produtividades dos cerrados e dos eucaliptais não são muito diferentes, fazendo-se necessária uma análise mais

detalhada do que é mais econômico: produzir carvão, via exploração contínua e manejada do cerrado ou via plantio de eucalipto.

No que diz respeito ao manejo de florestas plantadas, envolvendo principalmente o gênero *Eucalyptus*, muitos autores realizaram estudos a fim de verificar a viabilidade econômica desta atividade na região dos cerrados, podendo-se destacar os citados a seguir: Capp Filho (1976), Rezende, Pereira e Oliveira (1983), Alfaro (1985), Lorenzoni (1988); Silva (1992), Rezende et al. (1993); Chichorro et al. (1994), Rezende et al. (1994), Rezende, Lopes e Barros (1994); Marquez (1997). Estes estudos dizem respeito a avaliação de espaçamentos utilizados para a produção de madeira com fins energéticos; a influência do custo da terra, da taxa de desconto, do custo de exploração e das variações no preço da madeira na determinação da idade ótima de corte de povoamentos florestais; influência do uso de fertilizantes na produtividade e economicidade de plantios de eucalipto.

2.6.1 Métodos de avaliação econômica

Um projeto de investimento é toda a aplicação de capital em qualquer empreendimento, com a finalidade básica de obter receitas, supondo que todos os insumos e produtos relacionados com o projeto possam ser quantificados em termos monetários (Rezende e Oliveira, 1993).

O investimento florestal é normalmente caracterizado pelo longo prazo. Os critérios de avaliação econômica são de relevante importância para o processo de tomada de decisão (Albuquerque, 1993).

Em geral, os métodos de avaliação de projetos levam em conta ou não a variação do valor do capital com o tempo (Rezende e Oliveira, 1993; Faro,

1979). Os métodos que não consideram a variação do capital com o tempo (Tempo de Retorno do Capital Investido; Razão Receita/Custo; Razão Receita Média/Custo), em geral não são utilizados em razão de poderem apresentar resultados inconsistentes entre si (Faro, 1979). Para os métodos que consideram esta variação (Valor Presente Líquido; Taxa Interna de Retorno; Razão Benefício/Custo; Benefício (Custo) Periódico Equivalente; Custo Médio de Produção), é necessária a utilização de uma taxa de desconto positiva, para atualizar os fluxos de caixa. Estes são considerados os mais adequados para as análises econômicas e são os mais utilizados no setor florestal.

a) Valor Presente Líquido (VPL)

Este método é a base para o cálculo de outros métodos utilizados, sendo muito conhecido e utilizado na avaliação de investimentos florestais (Albuquerque, 1993; Silva, 1990).

O Valor Presente Líquido de um projeto pode ser definido como sendo a soma algébrica dos valores descontados do fluxo de caixa a ele associados (Rezende e Oliveira, 1993).

A viabilidade econômica de um projeto, analisado pelo método do VPL é indicada pela diferença positiva entre receitas e custos, atualizados por uma determinada taxa de desconto. Portanto um VPL positivo indica que o projeto é economicamente viável, para uma determinada taxa considerada. Quanto maior for o VPL, mais atrativo economicamente será o projeto (Rezende e Oliveira, 1993; Silva, 1990; Silva, 1991).

A maior dificuldade associada ao seu uso está na escolha de uma taxa de desconto apropriada para o caso. O VPL é muito sensível a mudanças na taxa de

desconto, especialmente no caso de projetos a longo prazo (Rezende e Oliveira, 1993). Pequenas mudanças na taxa de desconto podem alterar, significativamente, a classificação dos projetos e as conclusões referentes às suas lucratividades.

b) Taxa interna de retorno (TIR)

A taxa interna de retorno indica a remuneração média percentual do capital investido (Albuquerque, 1993).

De acordo com Rezende e Oliveira (1993), a taxa interna de retorno de um projeto, 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, constituindo uma medida relativa que reflete o aumento do valor do investimento ao longo do tempo, tendo em vista os recursos requeridos para produzir o fluxo das receitas.

A comparação direta entre projetos pelo método da TIR só é válida se eles tiverem o mesmo investimento inicial; nesse caso, o projeto de maior TIR é o melhor (Lima Junior, 1995).

A aceitação de um projeto avaliado por esse critério, o de ser economicamente desejável, ocorrerá se sua TIR for superior a uma taxa de desconto correspondente à taxa de remuneração alternativa do capital, usualmente denominada taxa mínima de atratividade (Rezende e Oliveira, 1993).

c) Razão benefício/custo (B/C)

De acordo com Faro (1979), o critério da razão benefício/custo é muito empregado na avaliação e seleção de projetos governamentais.

Este método consiste em determinar a relação entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos, dada uma determinada taxa de desconto. Assim, um projeto será considerado viável economicamente, se a razão benefício/custo apresentar valor maior que a unidade, sendo tanto mais viável quanto maior for esse valor (Faro, 1979; Rezende e Oliveira, 1993).

Na avaliação de opções individuais, este critério é equivalente ao critério do VPL, uma vez que conduzem à mesma decisão de aceitação ou rejeição.

Devido ao fato deste critério resultar em um parâmetro não-absoluto, ele, a exemplo da taxa interna de retorno, também não leva em conta o tamanho do capital empregado, além de depender diretamente da escolha de uma taxa de desconto (Cabral, 1990).

d) Benefício (custo) periódico equivalente (B(C)PE)

O benefício periódico equivalente é a parcela periódica e constante necessária ao pagamento de uma quantia igual ao VPL da opção de investimento em análise, ao longo de sua vida útil (Rezende e Oliveira, 1993).

Segundo Silva (1992) a relevância de sua aplicação encontra-se na escolha entre projetos que apresentam horizontes de planejamento diferentes, visto que os valores equivalentes obtidos por período corrigem, implicitamente, as diferenças de horizontes.

O projeto será considerado economicamente mais viável quanto maior o valor do benefício periódico equivalente. Em se tratando de custos, um investimento será economicamente mais atrativo quanto menor o custo periódico equivalente, em valor absoluto (Smith, 1989).

e) Custo médio de produção (CMPr)

O custo médio de produção é utilizado quando se deseja operar com o custo médio mínimo, independente da quantidade produzida e do tempo de duração do investimento (Silva, 1990; Rezende e Oiveira, 1993)

O CMPr é obtido pela relação entre o custo total e a quantidade total produzida. Essa relação é dada pelo somatório do valor atual dos custos no período de tempo considerado e a produção total equivalente, sendo necessário que esses valores sejam obtidos em um mesmo período de tempo (Silva, 1990).

Segundo Rezende e Oliveira (1993), na área florestal, o critério CMPr é utilizado na avaliação econômica de povoamentos plantados em diferentes espaçamentos, com vistas a definir em qual espaçamento se produz madeira a um menor custo por estéreo.

CAPÍTULO I

AVALIAÇÃO SILVICULTURAL DA VEGETAÇÃO DE CERRADO E EUCALIPTO SUBMETIDA A DIFERENTES REGIMES DE MANEJO NO NOROESTE DE MINAS GERAIS

1.1 INTRODUÇÃO

O cerrado é um dos cinco tipos de vegetação que ocorre em grande escala no Brasil. Porém, devido à forte ação antrópica ao qual o cerrado foi submetido, grande parte de sua vegetação nativa foi substituída por pastagem, agricultura e reflorestamento.

Em Minas Gerais, grande parte da madeira consumida, seja para carvão vegetal ou para outros fins, é oriunda de vegetação nativa de cerrado e o restante, de reflorestamentos, que na sua maioria, se encontram na região dos cerrados. A exploração irracional de áreas de cerrado, sem nenhum planejamento para o uso sustentado da vegetação, tem levado a uma redução da sua biodiversidade. Portanto, torna-se necessária a busca de alternativas de uso sustentado do cerrado onde se conciliem aumento de produtividade, redução dos custos de produção e manutenção da biodiversidade.

O gênero *Eucalyptus* é economicamente importante para o Brasil, devido à sua alta produtividade em um período relativamente curto, quando comparado com espécies florestais nativas (Albino e Tomazello Filho, 1985).

Porém, a maior parte dos plantios de eucalipto em Minas Gerais se encontram em solos de cerrado e estes solos podem limitar o crescimento das

plantas devido, principalmente, à sua baixa fertilidade natural e disponibilidade insuficiente da água para as plantas (Gomes, 1994; Carmo, Resende e Silva, 1990; Galvão e Lopes, 1980).

Para contornar problemas como as baixas produtividades obtidas no cerrado, faz-se necessária a aplicação de técnicas silviculturais que promovam condições mais adequadas para o desenvolvimento das plantas. Dentre as medidas que podem ser tomadas estão: a fertilização, a utilização de espécies/genótipos adequados, espaçamento adequado e a utilização de sistemas silviculturais que visem o manejo adequado da vegetação.

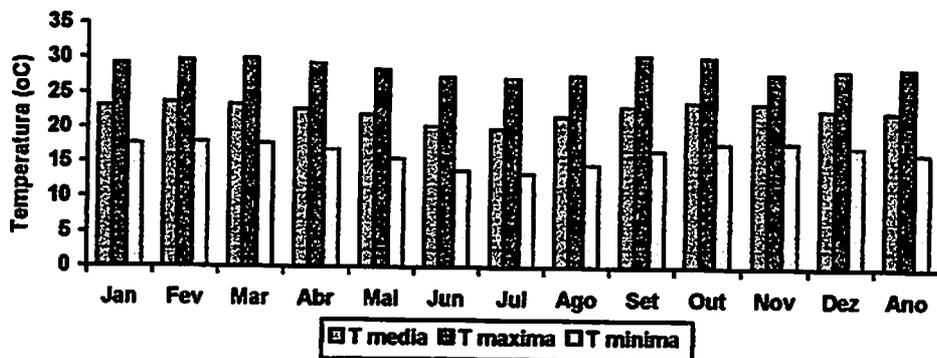
Este estudo tem como objetivos: avaliar a produtividade dos tratamentos do plantio em faixas eucalipto/cerrado, comparando-o com uma área de cerrado e um povoamento de *E.camaldulensis* procedência Petford; avaliar a produtividade do *Eucalyptus camaldulensis* nos diferentes espaçamentos de plantio, visando definir o melhor espaçamento para esta espécie quando plantado em associação com o cerrado; avaliar o efeito do decapeamento realizado no eucalipto, para condução da brotação, na produtividade do plantio.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

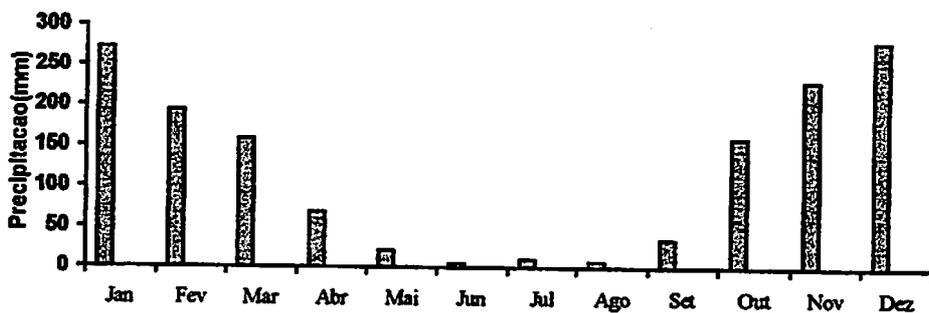
1.2.1 Caracterização das áreas de estudo

As áreas que compõem este estudo localizam-se na fazenda Santa Cecília, de propriedade da Companhia Mineira de Metais-Grupo Votorantim, situada no município de João Pinheiro-MG, nas coordenadas 17°40' de latitude Sul e 46°31.94' de longitude Oeste, com altitude média de 525 metros.

O clima da região é do tipo Aw, de acordo com a classificação de Köppen, ou seja, clima tropical úmido de savana, com inverno seco e verão chuvoso (Antunes, 1986). Tomando como base o período de 1961-1990, a temperatura média anual, em João Pinheiro, foi de 22,5°C, a temperatura média máxima foi de 28,8°C e a mínima de 16,5°C, Figura 1.1(a). A precipitação média anual, neste mesmo período, foi de 1441,5mm, concentrada nos meses de outubro a março, Figura 1.1(b). A região apresenta déficit hídrico, variando de 60 a 120mm anuais (Brasil, 1992; Golfari, 1975).



(a)



(b)

FIGURA 1.1- Valores médios de temperatura (a) e precipitação (b) observados na região de João Pinheiro, no período de 1961-1990.

1.2.2 Experimento de manejo do cerrado

O presente estudo constou de dois experimentos, em que foram comparados a produtividade e a economicidade de um povoamento de eucalipto, uma área de cerrado e um sistema de plantio de eucalipto em faixa entre a vegetação de cerrado, em diferentes espaçamentos.

O plantio de eucalipto em faixas no cerrado, em diferentes espaçamentos, foi instalado em dezembro de 1989 pela equipe de pesquisa da Companhia Mineira de Metais (CMM), em uma área de 38,45ha. De forma complementar, utilizou-se de informações de produção de um povoamento de *Eucalyptus camaldulensis* e de remanescente da vegetação do cerrado *stricto sensu*.

A descrição dos componentes do experimento de manejo é apresentada a seguir.

a) Plantio em faixas eucalipto/cerrado

Em parte da área de 38,45ha, onde foi instalado o plantio em faixas, havia vegetação de cerrado mais ralo, sobre latossolo vermelho amarelo distrófico e álico, de textura média (experimento I) e, na outra parte, havia um cerrado mais denso, sobre latossolo vermelho escuro distrófico, de textura média (experimento II). Esta área sofreu um corte raso em 1985 e até 1989 ficou em regeneração. Neste ano foram instalados os tratamentos silviculturais de corte raso em faixas, com plantio de *Eucalyptus camaldulensis* intercalado com a regeneração do cerrado.

Os experimentos I e II, diferenciados pelo tipo de cerrado, constaram de diferentes espaçamentos entre as faixas de plantio e entre as plantas, na linha de eucalipto. Para cada espaçamento utilizado foi testado o decepamento do eucalipto um ano após o plantio, objetivando a condução de brotação. Os tratamentos de cada um dos experimentos são descritos na Tabela 1.1 e mostrados na Figura 1.2.

As faixas de 4 metros, para o plantio de *Eucalyptus camaldulensis* foram instaladas no sentido leste-oeste. As sementes utilizadas para obtenção das mudas são de origem selvagem e a procedência é Petford-QLD, Austrália. Por ocasião do plantio, foram feitos o combate às formigas e a correção do solo com fosfato natural (400 Kg/ha) e gesso agrícola (125 Kg/ha). A incorporação do corretivo, juntamente com o preparo do solo, foi feita utilizando-se grade beeding e subsolador. A adubação foi feita por cova, utilizando 100g NPK 10-28-06 acrescido de 0,2% de boro elementar e 0,4% de zinco elementar.

Nos tratamentos em que houve o decepamento, este ocorreu ao nível do solo, um ano após o plantio, utilizando-se motosserras. Na mesma época, foi feita a adubação de manutenção utilizando-se 200g/planta de NPK 10-28-06 acrescido de boro e zinco, distribuindo 100g do adubo de cada lado da planta, em sulcos de um metro de comprimento, riscados manualmente.

As operações de manutenção, no primeiro ano, foram executadas somente nas linhas de plantio, havendo a necessidade de entrar com o trator de esteira e rolo-faca nas faixas ao lado das linhas de plantio. O replantio foi realizado no segundo ano.

TABELA 1.1 - Descrição dos tratamentos silviculturais avaliados nos experimentos I e II.

Experimento I	Experimento II
<ul style="list-style-type: none"> • Faixa de 4m com <i>E. camadulensis</i> em espaçamento 10x2m, intercalada com faixa de cerrado em regeneração com 6m de largura e 245m de comprimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Faixa de 4m com <i>E. camadulensis</i> em espaçamento 10x4m, intercalada com faixa de cerrado em regeneração com 6m de largura e 245m de comprimento
<ul style="list-style-type: none"> • Faixa de 4m com <i>E. camadulensis</i> em espaçamento 10x2m, com decepamento após o 1º ano de plantio, intercalada com faixa de cerrado em regeneração com 6m de largura e 245m de comprimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Faixa de 4m com <i>E. camadulensis</i> em espaçamento 10x4m, com decepamento após o 1º ano de plantio, intercalada com faixa de cerrado em regeneração com 6m de largura e 245m de comprimento
<ul style="list-style-type: none"> • Faixa de 4m com <i>E. camadulensis</i> em espaçamento 10x3m, intercalada com faixa de cerrado em regeneração com 6m de largura e 245m de comprimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Faixa de 4m com <i>E. camadulensis</i> em espaçamento 15x3m, intercalada com faixa de cerrado em regeneração com 11m de largura e 245m de comprimento
<ul style="list-style-type: none"> • Faixa de 4m com <i>E. camadulensis</i> em espaçamento 10x3m, com decepamento após o 1º ano de plantio, intercalada com faixa de cerrado em regeneração com 6m de largura e 245m de comprimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Faixa de 4m com <i>E. camadulensis</i> em espaçamento 15x3m, com decepamento após o 1º ano de plantio, intercalada com faixa de cerrado em regeneração com 11m de largura e 245m de comprimento
<ul style="list-style-type: none"> • Faixa de 4m com <i>E. camadulensis</i> em espaçamento 15x4m, intercalada com faixa de cerrado em regeneração com 11m de largura e 245m de comprimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Faixa de 4m com <i>E. camadulensis</i> em espaçamento 20x2m, intercalada com faixa de cerrado em regeneração com 16m de largura e 245m de comprimento
<ul style="list-style-type: none"> • Faixa de 4m com <i>E. camadulensis</i> em espaçamento 15x4m, com decepamento após o 1º ano de plantio, intercalada com faixa de cerrado em regeneração com 11m de largura e 245m de comprimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Faixa de 4m com <i>E. camadulensis</i> em espaçamento 20x2m, com decepamento após o 1º ano de plantio, intercalada com faixa de cerrado em regeneração com 16m de largura e 245m de comprimento
<ul style="list-style-type: none"> • Faixa de 4m com <i>E. camadulensis</i> em espaçamento 20x4m, intercalada com faixa de cerrado em regeneração com 16m de largura e 245m de comprimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Faixa de 4m com <i>E. camadulensis</i> em espaçamento 20x3m, intercalada com faixa de cerrado em regeneração com 16m de largura e 245m de comprimento
<ul style="list-style-type: none"> • Faixa de 4m com <i>E. camadulensis</i> em espaçamento 20x4m, com decepamento após o 1º ano de plantio, intercalada com faixa de cerrado em regeneração com 16m de largura e 245m de comprimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Faixa de 4m com <i>E. camadulensis</i> em espaçamento 20x3m, com decepamento após o 1º ano de plantio, intercalada com faixa de cerrado em regeneração com 16m de largura e 245m de comprimento



1.2.3 Caracterização do solo

Foram coletadas amostras compostas de solo das 3 áreas que constituem este estudo (experimentos I, II e eucalipto puro), com auxílio de um trado holandês, nas profundidades de 0 a 20 cm, 20 a 40 cm e 40 a 60cm, conforme as recomendações da CFSEMG (1989). Estas amostras foram encaminhadas ao laboratório de análise de solo, do Departamento de Ciências do Solo, da Universidade Federal de Lavras (UFLA), onde foram feitas análises de fertilidade e granulometria. Os resultados das análises são mostrados na Tabela 1.1A e 1.2A do Anexo.

1.2.4 Amostragem e coleta de dados

O presente estudo é composto de 2 experimentos, com 10 tratamentos cada, sendo oito tratamentos silviculturais de plantio em faixas (Tabela 1.1) e os tratamentos eucalipto e cerrado puro. Foram lançadas, em cada tratamento silvicultural e no eucalipto puro, 3 parcelas de 12m x 60m, totalizando 51 parcelas de 720m². O inventário foi realizado no 1º semestre de 1996, quando o eucalipto apresentava-se com 6,5 anos e o cerrado com regeneração de 11 anos.

1.2.4.1 Distribuição das parcelas nas áreas em estudo

As parcelas dos tratamentos do plantio em faixas (experimentos I e II), foram marcadas na área experimental com o auxílio de bússola e trena, deixando como bordadura, em cada tratamento, 20 metros de distância entre a estrada e a primeira parcela.

No povoamento de eucalipto foram lançadas três parcelas de 12x60m.

1.2.4.2 Mensuração nas parcelas

Realizou-se um inventário nas três áreas que compõem este estudo, onde foram coletados:

- **Eucalipto**

Para as plantas de eucalipto foram coletados os valores de altura total (HT) e circunferência a 1,30m de altura (CAP), tanto no povoamento de eucalipto como nos tratamentos silviculturais. Para as medições foram utilizados Blume-Leiss e fita métrica.

- **Cerrado**

Para o cerrado existente nos tratamentos silviculturais, foram coletados os valores de circunferência a 1,30m de altura (CAP) e altura total (HT). Para as medições foram utilizadas fita métrica e vara telescópica.

1.2.4.3 Processamento dos resultados

Tendo em vista a variação na estrutura do cerrado na área experimental, para obtenção dos dados do tratamento cerrado, referentes aos experimentos I e II, foram utilizados os valores médios obtidos para a vegetação de cerrado presente nos tratamentos do plantio em faixas, conforme descrito no item 1.2.2.c.

Através do software SISNAT (Sistema de Florestas Nativas), desenvolvido por Scolforo (1997) foram obtidos: os valores de altura e circunferência média do eucalipto e do cerrado e o número de árvores por hectare,

para o eucalipto e o cerrado. Foram obtidos ainda, as estimativas do volume de eucalipto, o volume de cerrado e o volume total por tratamento em m³/ha.

A equação utilizada para a obtenção da estimativa de volume de eucalipto foi ajustada para a região em estudo. Para a obtenção da estimativa do volume do cerrado foi utilizada a equação ajustada por Scolforo e Silva (1993):

- Eucalipto:

$$Volume = 0,00000655 * CAP^{1,77227140} * H^{1,07264738}$$

- Cerrado:

$$Volume = 0,000506 + 0,00000497125 * CAP^2 * H - 0,000000006235642 * CAP^3 * H$$

onde:

CAP= circunferência a 1,30m de altura (cm)

H= altura total (m)

1.2.5 Delineamento experimental

- a) **Para o conjunto: plantio em faixas, eucalipto puro e remanescente de cerrado**

As análises estatísticas foram efetuadas para cada um dos experimentos, separadamente.

Com base na produtividade de cada um dos 3 sistemas de manejo, foi adotado o delineamento estatístico inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2 (espaçamento x decepamento), acrescidos de 2 tratamentos adicionais (eucalipto puro e cerrado puro), com 3 repetições por tratamento. O objetivo maior neste caso foi detectar qual o melhor sistema do ponto de vista da produção florestal. Na Tabela 1.2 é mostrado o esquema da análise de variância utilizado.

Para a comparação entre o eucalipto puro e os tratamentos silviculturais, foi utilizado apenas o eucalipto puro como tratamento adicional (Tabela 1.3) enquanto, para a análise do cerrado puro com os tratamentos silviculturais, foi utilizado somente o cerrado puro como tratamento adicional (Tabela 1.4).

TABELA 1.2 - Resumo da análise de variância adotada para a análise dos 3 sistemas estudados.

Causas da variação	G.L.
Tratamentos	9
Eucalipto puro x tratamentos silviculturais e cerrado puro ¹	1
Cerrado puro x tratamentos silviculturais ²	1
Espaçamento	3
Decepamento	1
Espaçamento x decepamento	3
Resíduo	20
Total	29

¹ comparação entre o tratamento adicional eucalipto puro e os demais tratamentos

² comparação entre o tratamento adicional cerrado puro e os tratamentos silviculturais em faixas (espaçamento x decepamento)

TABELA 1.3 - Resumo da análise de variância adotada para comparação do eucalipto puro e os tratamentos silviculturais.

Causas da variação	G.L.
Tratamentos	8
Eucalipto puro x tratamentos silviculturais ¹	1
Espaçamento	3
Decepa	1
Espaçamento x decepa	3
Resíduo	18
Total	26

¹ comparação entre o tratamento adicional eucalipto puro e os tratamentos silviculturais em faixas (espaçamento x decepamento)

TABELA 1.4 - Resumo da análise de variância adotada para a comparação do cerrado puro com os tratamentos silviculturais.

Causas da variação	G.L.
Tratamentos	8
Cerrado puro x tratamentos silviculturais ¹	1
Espaçamento	3
Decepamento	1
Espaçamento x decepamento	3
Resíduo	18
Total	26

¹ comparação entre o tratamento adicional cerrado puro e os tratamentos silviculturais em faixas (espaçamento x decepa)

b) Avaliação do espaçamento e do decepamento no plantio em faixas

Para definir o espaçamento adequado para o plantio de *E. camaldulensis* neste sistema e avaliar o efeito do decepamento, nas duas condições avaliadas, foi adotado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x2 (espaçamento x decepamento) (Tabela 1.5).

TABELA 1.5 - Resumo da análise de variância adotada para a avaliação do espaçamento e da decepa realizada no eucalipto.

Causas da variação	G.L.
Espaçamento	3
Decepamento	1
Espaçamento x Decepamento	3
Resíduo	16
Total	23

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para cada um dos experimentos que compõem este estudo são apresentados a seguir.

1.3.1 Experimento I

1.3.1.1 Comportamento da produtividade total dos tratamentos avaliados

Conforme pode ser observado na Tabela 1.6, a análise da produtividade (volume total/ha) dos tratamentos estudados no experimento I demonstrou que houve diferença entre o povoamento de eucalipto e os demais (sistemas silviculturais e cerrado puro) e, entre os tratamentos do plantio em faixas e o cerrado puro.

O quadrado médio do resíduo pode sofrer distorções em virtude do valor discrepante do eucalipto puro em relação aos demais tratamentos. No entanto, o que se pretende aqui é mostrar as diferenças existentes em relação ao eucalipto puro. O efeito do espaçamento e decapeamento serão discutidos em itens separados.

TABELA 1.6 - Resumo da análise de variância para o parâmetro volume total, experimento I, João Pinheiro-MG, 1996.

Causas de variação		GL	Quadrado Médio
Tratamentos		9	2940,3265**
Eucalipto puro x tratamentos silviculturais e cerrado puro		1	24731,7469**
Cerrado puro x tratamentos silviculturais		1	400,4389**
Espaçamento		3	324,9094**
Decapamento		1	79,5708
Espaçamento x decapamento		3	92,1514*
Resíduo		20	23,3782
C.V.%			12,99

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade
 **Significativo ao nível de 1% de probabilidade

Na Tabela 1.7 e 1.8 são mostrados os parâmetros avaliados nos tratamentos que compõem o experimento I, assim como os tratamentos cerrado

puro e eucalipto puro.

A produtividade média apresentada pelo povoamento de eucalipto, 123,37 m³/ha (Tabela 1.7) está em conformidade com o padrão regional, o que pode ser verificado mediante os valores obtidos por Guimarães et al. (1983) para a mesma espécie, no espaçamento 3x2m, o qual foi de 133,6m³/ha e por Marquez (1997) que encontrou um volume médio de 134,3m³/ha.

TABELA 1.7 - Valores médios de volume total (VT), volume de eucalipto (VE), volume de cerrado (VC), expressos em m³/ha, altura média do eucalipto (HE) e do cerrado (HC), expressas em metros e, circunferência média do eucalipto (CE) e do cerrado (CC), expressas em cm, por tratamento, sem decepamento (S/D) e com decepamento (C/D) no experimento I.

Trat.	Parâmetros Avaliados						
	VT	VE	VC	HE	HC	CE	CC
10x2 s/d	45,37 b	34,83 b	10,53 bc	13,07 a	3,20 a	33,73 ab	11,63 a
10x2 c/d	32,07 bc	21,90 bod	10,17 bc	9,53 b	3,03 a	18,53 cd	11,77 a
10x3 s/d	33,33 bc	26,73 bc	6,60 c	12,87 a	2,67 a	37,00 ab	11,63 a
10x3 c/d	28,17 cd	20,77 bode	7,40 bc	9,37 b	2,60 a	20,17 cd	11,90 a
15x4 s/d	23,83 cd	14,57 cde	9,27 bc	13,17 a	2,60 a	41,17 a	11,47 a
15x4 c/d	22,17 cd	9,63 de	12,53 bc	8,70 b	2,70 a	20,10 cd	11,73 a
20x4 s/d	20,83 cd	6,10 de	14,73 abc	9,13 b	2,97 a	28,37 bc	12,10 a
20x4 c/d	26,40 cd	3,93 e	22,47 a	7,07 b	3,13 a	16,33 d	12,43 a
Euc.puro	123,37 a	123,37 a	-	15,13 a	-	30,63 b	-
Cer. puro	16,77 d	-	16,77 ab	-	2,87 a	-	11,87 a

* Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

** Para a realização do teste de médias para os parâmetros altura, circunferência e volume médio do eucalipto e do cerrado, tomou-se como base as análises de variância apresentadas nas Tabelas 1.3A e 1.4A.

TABELA 1.8 - Número médio de plantas de cerrado/ha, número esperado e observado de plantas de eucalipto/ha, taxa de sobrevivência do eucalipto(%) por tratamento e volume médio de eucalipto (m³/árvore), no experimento I.

Trat.	Nº	Nº	Nº	Sobrevivência (%)	Volume médio eucalipto (m ³ /árvore)
	Plantas Cerrado	Esperado Eucalipto	Observado Eucalipto		
10x2 s/d	1777,8	500,0	500,0	100,0	0,06966
10x2 c/d	1912,0	500,0	490,7	98,1	0,04463
10x3 s/d	1476,9	333,3	328,7	98,6	0,08132
10x3 c/d	1398,1	333,3	328,7	98,6	0,06319
15x4 s/d	1800,9	166,7	166,7	100,0	0,08740
15x4 c/d	2092,6	166,7	166,7	100,0	0,05777
20x4 s/d	2995,3	125,0	125,0	100,0	0,04880
20x4 c/d	3976,8	125,0	125,0	100,0	0,03144
Euc. puro	-----	1666,7	1629,6	97,8	0,07571
Cer. puro	3120,7	-----	-----	-----	-----

O volume do povoamento de eucalipto, 123,37 m³/ha, foi 3,5 vezes superior ao volume produzido pelo eucalipto no tratamento em espaçamento 10x2 sem decepamento (34,83 m³/ha), que foi o maior valor dentre os tratamentos do plantio em faixas (Tabela 1.7). Isto se deve, a princípio, ao maior número de plantas por hectare existentes no eucalipto puro, plantado no espaçamento 3x2m (Tabela 1.8), pois a altura e a circunferência média do eucalipto puro não diferiram estatisticamente do espaçamento 10x2 sem decepamento (Tabela 1.7). O número de plantas no eucalipto puro foi de 1629 plantas/ha, enquanto no tratamento 10x2 sem decepamento, o número de plantas de eucalipto foi de 500, ou seja, um número 3,3 vezes menor, justificando a diferença observada no volume de eucalipto/ha. Com o aumento do espaçamento nos tratamentos do plantio em faixas, o volume médio por árvore aumentou embora o volume por unidade de área tenha sido menor, por existir um menor número de plantas/ha. Este fato está em conformidade com a teoria do crescimento florestal, conforme observado em Cluter et al., (1983), Scolforo (1994) e Botelho (1997). Exceção ocorreu para o tratamento 20x4 sem decepamento e para os tratamentos 15x4 e 20x4 com decepamento provavelmente em razão de problemas nos tratos silviculturais.

A circunferência média do eucalipto foi semelhante para o eucalipto puro e os tratamentos do plantio em faixas (sem decepta), com exceção do espaçamento 15x4 sem decepta (41,17cm), que foi superior ao eucalipto puro (30,63cm) (Tabela 1.7).

Quanto a altura média do eucalipto, não houve diferença entre os tratamentos do plantio em faixas (sem decepamento) e o povoamento de eucalipto, exceto o tratamento 20x4 sem decepamento que obteve uma altura média bastante inferior aos demais tratamentos (Tabela 1.7).

Nos tratamentos com decepamento, observou-se o desempenho superior do povoamento de eucalipto sobre todos os parâmetros avaliados (circunferência, altura e volume de eucalipto).

Todos os tratamentos obtiveram alta taxa de sobrevivência, sendo a menor média verificada a do eucalipto puro, com 97,8% (Tabela 1.8).

A diferença observada entre os tratamentos quanto ao volume de cerrado (Tabela 1.7) se deve à diferença de número de plantas por hectare (Tabela 1.8) visto que, tanto a altura quanto a circunferência média do cerrado não se diferenciaram significativamente.

Comparando os tratamentos quanto à produtividade total (volume de eucalipto e volume de cerrado) constatou-se, ainda, a superioridade do povoamento de eucalipto em relação aos demais (Tabela 1.7).

Dentre os tratamentos testados, o cerrado puro obteve o menor valor médio de produtividade total, $16,77\text{m}^3/\text{ha}$. (Tabela 1.7). Apesar do cerrado apresentar um número elevado de plantas, a circunferência e a altura média das plantas do cerrado são bastante inferiores ao eucalipto.

A Figura 1.3 ilustra a produtividade dos tratamentos do plantio em faixas em comparação com o eucalipto e o cerrado puros e a contribuição do volume de cerrado e de eucalipto para a produtividade total dos tratamentos. Verificou-se que o volume de cerrado foi maior nos espaçamentos 15×4 e 20×4 com e sem decepamento. Este fato é explicado pelo maior número de plantas por hectare nestes tratamentos em função, principalmente, da maior largura das faixas de cerrado nestes espaçamentos.

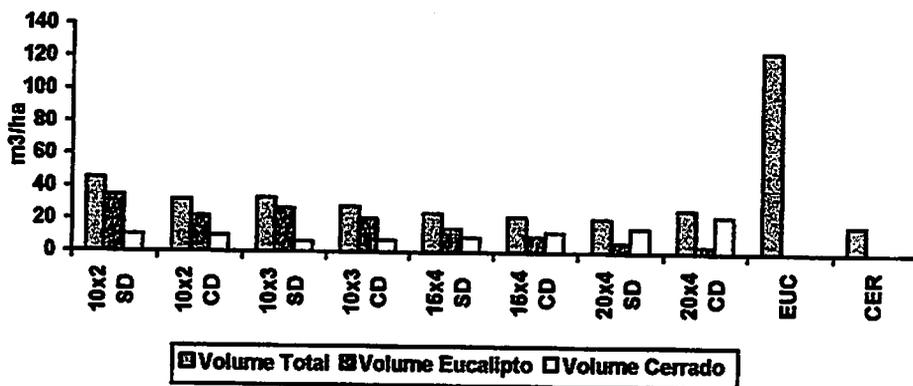


FIGURA 1.3 - Volume médio de eucalipto, cerrado e total, por tratamento sem decapeamento (S/D) e com decapeamento (C/D), no experimento I.

1.3.1.2 Produtividade dentro do plantio em faixas eucalipto/cerrado

Na Tabela 1.9 é mostrada a análise de variância para os tratamentos do plantio em faixas do experimento I. Verificou-se que todas as variáveis estudadas foram afetadas significativamente pelo espaçamento, exceto a circunferência média das plantas do cerrado, o que era esperado. O decapeamento influenciou a produção em circunferência, altura e volume do eucalipto e, por consequência, o volume total. Apenas este último apresentou influência da interação espaçamento x decapeamento, provavelmente em função dos resultados obtidos no espaçamento 20x4m que parecem indicar problemas na sua manutenção como combate a formigas ou competição por luz na fase inicial do plantio.

TABELA 1.9- Resumo da análise de variância para os tratamentos silviculturais quanto aos parâmetros de volume, altura e circunferência média, experimento I, João Pinheiro-MG, 1996.

Causas da Variação	GL	Quadrado Médio						
		Volume Total	Vohume Eucalipto	Volume Cerrado	Altura Eucalipto	Circunf. Eucalipto	Altura Cerrado	Circunf. Cerrado
Espaçamento	3	324,909**	683,987**	144,324**	13,785**	76,118**	0,3949*	0,5289
Decepamento	1	79,571**	253,499**	49,020	69,021**	1590,9**	0,00042	0,3752
Esp x Decep.	3	92,151**	31,452	19,285	1,472	21,209	0,03486	0,0105
Resíduo	16	5,915	17,985	11,305	1,083	13,626	0,09167	0,4775
C.V.%		8,381	24,502	28,707	10,042	13,710	10,577	5,839

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade

a) Comportamento dos tratamentos do plantio em faixas em função do espaçamento

Na avaliação dos efeitos dos espaçamentos neste estudo deve-se considerar que os efeitos sobre o eucalipto devem-se principalmente à distância entre as plantas na linha de plantio (2, 3, 4 metros), visto que a faixa entre linhas (10, 15 e 20 metros), composta pelo cerrado, influencia o eucalipto do mesmo modo. Para esta análise foi utilizada a média dos tratamentos com e sem decepamento.

A altura média do eucalipto foi menor no espaçamento 20x4m (8,10m) enquanto os demais apresentaram uma média em torno de 11,0m (Tabela 1.10). O menor crescimento no 20x4m, neste caso, não parece estar associado ao espaçamento entre faixas, que é amplo em todos os casos e apresenta a mesma competição lateral com a vegetação de cerrado remanescente. Estudos realizados com espaçamentos tradicionais por Gomes (1994) e Leles (1995) não mostraram efeito destes sobre o crescimento em altura do *Eucalyptus camaldulensis*.

TABELA 1.10 - Valores médios de altura do eucalipto (HE), altura do cerrado (HC) em metros, circunferência do eucalipto (CE), circunferência do cerrado (CC) em cm, volume de eucalipto (VE), volume de cerrado (VC), volume total (VT) em m³/ha, em função do espaçamento, para os tratamentos do plantio em faixas, experimento I, João Pinheiro-MG, 1996.

Espaç	HE.	H.C.	C.E.	C.C.	V.E.	V.C.	V.T.
10x2	11,30 a	3,12 a	26,13 ab	11,70 a	28,37 a	10,35 b	38,72 a
10x3	11,12 a	2,63 a	28,58 a	11,77 a	23,75 a	7,00 b	30,75 b
15x4	10,93 a	2,65 a	30,63 a	11,60 a	12,10 b	10,90 b	23,62 c
20x4	8,10 b	3,05 a	22,35 b	12,27 a	5,02 c	18,60 a	23,00 c

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste Tukey ao nível de 5%de probabilidade.

Diversos trabalhos, dentre eles os de Gomes (1994), Leles (1995) e Assis (1996) demonstraram que os maiores diâmetros das plantas estão correlacionados com o aumento do espaçamento, o que estatisticamente não se verificou neste estudo. O menor CAP encontrado no tratamento 20x4m, pode ser devido aos tratos silviculturais como combate às formigas e operações de manutenção.

Notou-se ainda que o volume de eucalipto por hectare diminuiu com o aumento do espaçamento (Tabela 1.10). Isto é, o aumento do espaçamento proporcionou uma diminuição do número de plantas por hectare, havendo assim uma diminuição do volume de eucalipto por unidade de área, pois a densidade de plantio é o maior fator responsável pela sua produtividade, visto que não houveram diferenças em altura e circunferência dos tratamentos, exceto para o 20x4. O volume de eucalipto produzido no espaçamento 20x4 reflete, além do menor número de plantas, o seu menor crescimento em altura e circunferência, que neste caso, não parece relacionado ao espaçamento.

A altura e a circunferência média das árvores do cerrado não foram influenciadas pelo espaçamento do eucalipto. Entretanto, o volume de cerrado no

espaçamento 20x4m foi maior que nos demais (em média 97% maior), devido ao maior número de plantas por área (Tabela 1.8), em função da maior largura da faixa de cerrado remanescente.

A produtividade total (soma da produtividade do eucalipto e do cerrado) teve o mesmo comportamento que a do eucalipto, diminuindo com o aumento do espaçamento. O maior valor foi observado para o espaçamento 10x2m ($38,72\text{m}^3/\text{ha}$), enquanto a menor produtividade foi observada no maior espaçamento, 20x4m ($23\text{m}^3/\text{ha}$). Esta diferença de produtividade se deve a fatores como a densidade de plantio de eucalipto que é maior nos espaçamentos 10x2m e 10x3m, levando a um maior número de plantas de eucalipto por hectare e também, devido ao fato do eucalipto ser o principal responsável pela produtividade total dos tratamentos (Tabela 1.10), principalmente nos espaçamentos menores em que as plantas de cerrado pouco contribuem em termos de volume. Nos espaçamentos maiores, principalmente no 20x4m, o cerrado foi o principal responsável pela produtividade total. O volume de eucalipto neste espaçamento foi aproximadamente 5,7 vezes inferior ao do 10x2m, ao passo que, pela densidade, poderia ser esperado um volume 4 vezes menor. O eucalipto nos espaçamentos 10x2m e 10x3m contribuíram com cerca de 73 e 77%, respectivamente, da produtividade total dos tratamentos, enquanto no 20x4m a contribuição foi de apenas 22% do total.

Analisando apenas o espaçamento 20x4m, observa-se que este foi o tratamento que apresentou, de maneira geral, o desempenho menos satisfatório. Talvez isto se deva ao fato de que neste espaçamento o cerrado tenha exercido uma maior competição.

b) Comportamento dos tratamentos em função do decepamento

A circunferência média do eucalipto mostrou-se significativamente inferior quando recebeu o decepamento, com uma redução de aproximadamente 46% da média dos tratamentos que não foram decepados (Tabela 1.11). Entre os tratamentos que não receberam o decepamento, apenas o espaçamento 20x4m se diferenciou dos demais, como foi verificado na análise do espaçamento, enquanto nos tratamentos com decepamento, a circunferência do eucalipto não foi influenciada pelo espaçamento. A Tabela 1.11 também mostra que os valores de circunferência com e sem decepamento diferiram estatisticamente dentro de cada espaçamento.

Avaliando o decepamento dentro de cada espaçamento, notou-se que a maior redução nos valores de circunferência média do eucalipto, foi verificada no espaçamento 15x4m (51%) e a menor redução foi observada no 20x4m (42%). A menor redução no 20x4m se deu, provavelmente, em função do desempenho inferior no tratamento 20x4m sem decepamento, como discutido no item 1.3.1.2a.

A altura média das plantas de eucalipto (12,1m) foi maior nos tratamentos sem decepamento do que nos tratamentos decepados (8,7m). Houve em média uma redução de 28% na altura dos tratamentos decepados. A maior redução foi observada no espaçamento 15x4m (34%) e a menor foi verificada no espaçamento 20x4m (23%).

A circunferência e a altura das plantas do cerrado, como seria esperado, não sofreram influência do decepamento realizado no eucalipto (Tabela 1.12).

TABELA 1.11 - Influência do decapeamento na altura e circunferência média do eucalipto, experimento I, João Pinheiro-MG, 1996

Espaç.	Altura do eucalipto				Circunferência do eucalipto			
	sem decapeamento		com decapeamento		sem decapeamento		com decapeamento	
10x2	13,1	a A	9,5	a B	33,7	ab A	18,5	a B
10x3	12,9	a A	9,4	ab B	37,0	a A	20,2	a B
15x4	13,2	a A	8,7	ab B	41,2	a A	20,1	a B
20x4	9,1	b A	7,1	b B	28,4	b A	16,3	a B
Média	12,1	A	8,7	B	35,1	A	18,8	B

*Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra (minúscula) não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

*Letras maiúsculas iguais, na mesma linha, dentro de cada repartição, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5%

TABELA 1.12 - Influência do decapeamento na altura e circunferência média do cerrado, experimento I, João Pinheiro-MG, 1996

Espaç.	Altura do cerrado				Circunferência do cerrado			
	sem decapeamento		com decapeamento		sem decapeamento		com decapeamento	
10x2	3,2	a A	3,0	a A	11,6	a A	11,8	a A
10x3	2,7	a A	2,6	a A	11,6	a A	11,9	a A
15x4	2,6	a A	2,7	a A	11,5	a A	11,7	a A
20x4	3,0	a A	3,1	a A	12,1	a A	12,4	a A
Média	2,9	A	2,9	A	11,7	A	12,0	A

*Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra (minúscula) não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

*Letras maiúsculas iguais, na mesma linha, dentro de cada repartição, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5%

Como dito anteriormente, a produtividade do eucalipto e a produtividade total diminuíram nos espaçamentos mais amplos, ao passo que com a produtividade do cerrado ocorre o inverso. Isto continuou evidente quando se analisou os tratamentos com decapeamento e sem decapeamento (Tabela 1.13).

TABELA 1.13 - Volume médio de eucalipto, cerrado e total, por espaçamento, em função do decepamento, experimento I, João Pinheiro-MG.

Espaç	Volume total				Volume eucalipto				Volume cerrado			
	sem		com		sem		com		sem		com	
	decepamento		decepamento		decepamento		decepamento		decepamento		decepamento	
10x2	45,37	a A	32,07	a B	34,83	a A	21,90	a B	10,53	ab A	10,17	b A
10x3	33,33	b A	28,17	a B	26,73	a A	20,77	a A	6,60	b A	7,40	b A
15x4	23,83	c A	22,17	b A	14,57	b A	9,63	b A	9,27	ab A	12,53	b A
20x4	20,83	c B	26,40	ab A	6,10	b A	3,93	b A	14,73	a B	22,47	a A
Média	30,84	A	27,20	B	20,56	A	14,06	B	10,28	A	13,14	A

*Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

*Letras maiúsculas iguais, na mesma linha, para cada parâmetro, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5%

O volume médio do eucalipto, assim como a altura e a circunferência média, foram reduzidos com o decepamento. A redução foi em média de 31,6%. Estatisticamente, apenas para o espaçamento 10x2m foi constatada diferença significativa para a produtividade do eucalipto em função do decepamento (Tabela 1.13).

Como era esperado, em média, o volume do cerrado não foi afetado pelo decepamento realizado no eucalipto, exceto nos tratamentos 20x4m sem e com decepamento, em que foram observados valores no volume de cerrado de 14,73m³/ha e 22,47m³/ha, respectivamente. Esta diferença de volume se deve ao maior número de plantas observadas no 20x4m com decepamento (3976,8 plantas/ha), enquanto no 20x4m sem decepamento, este número foi de 2995,3 (Tabela 1.8).

A média da produtividade total dos tratamentos sem decepamento (30,84m³/ha) mostrou-se significativamente superior à média dos mesmos espaçamentos com decepamento (27,20m³/ha), com uma redução de 11,8%. Esta diferença se deve principalmente ao volume do eucalipto, que foi reduzido em média, 31,6%, com o decepamento.

Com relação à produtividade total dentro de cada espaçamento, observou-se que o decepamento contribuiu para a diminuição da produtividade dos tratamentos, exceto o 20x4m que, ao contrário dos outros, teve sua produtividade aumentada. Porém, este aumento se deveu ao maior volume de cerrado existente neste tratamento, pois o volume de eucalipto, como ocorreu nos outros espaçamentos, teve a sua produtividade reduzida.

Observou-se ainda que, o espaçamento 15x4m foi o único tratamento em que não foi verificada influência do decepamento sobre a produtividade total, devido à maior contribuição do cerrado neste tratamento (Tabela 1.13).

À medida em que se aumentou a largura das faixas de cerrado, foi maior a contribuição do volume de cerrado para a produtividade total dos tratamentos, em função do aumento do número de plantas de cerrado por hectare. A contribuição do volume de cerrado variou de 19,8% (10x3m sem decepamento) a 85,1% (20x4m com decepamento) (Tabela 1.13).

De modo geral, o espaçamento com o pior desempenho foi o 20x4m, tanto sem quanto com decepamento. Com exceção do volume de cerrado, a produtividade neste tratamento foi a menor, assim como os valores de altura e circunferência. Porém, em termos percentuais, este espaçamento foi o tratamento que menos sofreu influência da decepta.

1.3.2 Experimento II

1.3.2.1 Comportamento da produtividade total dos tratamentos avaliados

A análise da produtividade total dos tratamentos testados no experimento II, expressa em m^3/ha , demonstra que houve diferença significativa apenas entre

o eucalipto puro e os demais tratamentos (tratamentos do plantio em faixas e cerrado puro) (Tabela 1.14).

Conforme foi explicado no experimento I, o quadrado médio do resíduo pode sofrer distorções, visto que a produtividade do eucalipto puro é muito superior à produtividade dos demais tratamentos. No entanto, o que se pretende aqui, é mostrar as diferenças existentes em relação ao eucalipto puro.

TABELA 1.14 - Resumo da análise de variância para o parâmetro volume total, experimento II, João Pinheiro-MG, 1996.

Causas de variação	G.L.	Quadrado Médio Volume Total/ha
Tratamentos	9	2843,0825**
Eucalipto puro x tratamentos silviculturais e cerrado puro	1	25315,1343**
Cerrado puro x tratamentos silviculturais	1	16,28003
Espaçamento	3	51,00474
Decepamento	1	28,82001
Espaçamento x decepamento	3	24,8317
Resíduo	20	28,1932
C. V. %		14,66

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Nas Tabelas 1.15 e 1.16 são mostrados os parâmetros avaliados para os tratamentos do experimento II, para o eucalipto puro e o cerrado puro.

Considerando-se apenas o volume de eucalipto no plantio em faixas, notou-se que a sua produtividade em relação ao eucalipto puro ($123,37\text{m}^3$), reduz-se de 10,5 vezes para o $10 \times 4\text{m}$ sem decepamento ($11,73\text{m}^3$) a 64,9 vezes para o $20 \times 3\text{m}$ com decepamento ($1,87\text{m}^3$); os menores valores observados referem-se aos tratamentos decepados, o que significa uma redução proporcionalmente maior do que a redução do número de plantas/ha (6,7 a 10 vezes) (Tabela 1.15).

TABELA 1.15 - Valores médios de volume total (VT), volume de eucalipto (VE), volume de cerrado (VC) em m³/ha, altura média do eucalipto (HE) e do cerrado (HC) em metros e circunferência média do eucalipto (CE) e do cerrado (CC) em cm, obtidos por tratamento no experimento II.

Trat.	Parâmetros Avaliados											
	V.T.	VE.	V.C.	HE.		H.C.		C.E.		C.C.		
10x4 s/d	31,47 b	11,73 b	19,73	abc	10,03	b	4,30	ab	28,97	ab	13,33	a
10x4 c/d	23,33 b	3,23 b	20,10	abc	6,27	c	4,03	ab	12,50	c	12,27	ab
15x3 s/d	27,20 b	7,80 b	19,40	abc	9,43	b	4,20	ab	26,60	ab	12,37	ab
15x3 c/d	26,00 b	4,03 b	21,97	abc	7,13	bc	4,37	ab	14,17	c	12,07	ab
20x2 s/d	22,37 b	6,67 b	15,70	c	8,53	bc	3,63	b	22,43	b	11,80	b
20x2 c/d	21,90 b	3,63 b	18,27	bc	6,27	c	3,90	ab	13,17	c	12,20	ab
20x3 s/d	28,40 b	4,23 b	24,17	abc	8,30	bc	4,30	ab	22,70	ab	11,90	b
20x3 c/d	29,43 b	1,87 b	27,57	ab	5,77	c	4,47	a	10,83	c	12,80	ab
Euc. puro	123,37 a	123,37 a	-	-	15,13	a	-	-	30,63	a	-	-
Cer. puro	28,73 b	-	28,73	a	-	-	4,17	ab	-	-	12,37	ab

*Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

*Para a realização do teste de médias para as variáveis altura, circunferência e volume médio do eucalipto e do cerrado, tomou-se como base as análises de variância apresentadas nas Tabelas 1.5A e 1.6A.

TABELA 1.16 - Número médio de plantas de cerrado/ha, número esperado e observado de plantas de eucalipto/ha, taxa de sobrevivência do eucalipto (%) por tratamento e volume médio de eucalipto (m³/árvore), no experimento II.

Tratamento	N ^o	N ^o	N ^o	Sobrevivência (%)	Volume médio de eucalipto (m ³ /árvore)
	Plantas Cerrado	Esperado Eucalipto	Observado Eucalipto		
10x4 s/d	2259,3	250,0	250,0	100,0	0,0469
10x4 c/d	2939,8	250,0	240,7	96,3	0,0134
15x3 s/d	2435,2	222,2	222,2	100,0	0,0351
15x3 c/d	2713,0	222,2	212,9	95,8	0,0189
20x2 s/d	3069,4	250,0	250,0	100,0	0,0267
20x2 c/d	3125,0	250,0	250,0	100,0	0,0145
20x3 s/d	3157,4	166,7	166,7	100,0	0,0254
20x3 c/d	3148,1	166,7	166,7	100,0	0,0112
Euc. puro	-----	1666,7	1629,6	97,8	0,0757
Cer. puro	3913,8	-----	-----	-----	-----

Pode-se observar na Tabela 1.16 que o volume médio por árvore diminuiu com o aumento do espaçamento. Segundo Botelho (1997) nos espaçamentos mais amplos obtêm-se árvores de maior volume individual, porém, neste estudo, isto não se confirmou. No espaçamento 10x4m o volume médio foi de $0,0469\text{m}^3/\text{árvore}$ e no espaçamento 20x3m este valor foi de $0,0254\text{m}^3/\text{árvore}$. Dois são os fatores principais que podem explicar o que ocorreu. O primeiro se deve aos espaçamentos testados que neste caso foram muito amplos. As faixas de cerrado (10, 15 e 20m) influenciam o eucalipto do mesmo modo, portanto, o efeito do espaçamento sobre o eucalipto se deve, principalmente, à distância entre as plantas na linha (2, 3 e 4m) e, observando-se esta distância, tem-se que o volume por árvore foi maior com a maior distância entre plantas. O segundo fator seria a competição da vegetação do cerrado, que neste experimento, era mais denso e, portanto, a sua regeneração foi mais intensa nas faixas de eucalipto.

A competição exercida pela vegetação de cerrado sobre o eucalipto nos tratamentos do plantio em faixas deve ser considerada, neste experimento, em que segundo relatos técnicos, houve invasão das linhas de eucalipto pela regeneração das plantas de cerrado.

Ao contrário do que ocorreu no experimento I, a superioridade do eucalipto puro não se deveu apenas a densidade populacional, mas também à competição do cerrado e dos diferentes espaçamentos testados no plantio em faixas. Isto ficou evidente quando comparou-se o volume médio por árvore nos diferentes tratamentos. O volume médio do eucalipto puro foi de $0,0757\text{m}^3$ enquanto nos tratamentos do plantio em faixa, variou de $0,0469\text{m}^3$ (10x4m sem decapeamento) a $0,0112\text{m}^3$ (20x3m com decapeamento) (Tabela 1.16).

A altura média do eucalipto puro (15,1m) foi superior aos demais tratamentos, com uma diferença na altura que variou de 5,1m para o 10x4m sem decapeamento (10,0m) a 9,3m para o 20x3m com decapeamento (5,7m), sendo as menores médias de altura referentes aos tratamentos decapeados (Tabela 1.15).

Como mostra a Tabela 1.15, a circunferência média do eucalipto puro não diferiu estatisticamente dos tratamentos sem decapeamento, exceto o espaçamento 20x2m. Nos tratamentos com decapeamento, a circunferência média teve uma redução em relação ao eucalipto puro, que variou de 2,2 a 2,8 vezes.

Os tratamentos do plantio em faixas apresentaram alta taxa de sobrevivência (Tabela 1.16), com os menores valores para os tratamentos 10x4 com decapeamento (96,3%) e 15x3 com decapeamento (95,8%) e o eucalipto puro (97,8%).

A Figura 1.4 ilustra o comportamento dos tratamentos quanto a produtividade do eucalipto, do cerrado e total, comparando-os com a produtividade do eucalipto e cerrado puros. Verificou-se que a maior contribuição para produtividade total dos tratamentos foi a do volume de cerrado, inverso ao ocorrido no experimento I, em que a maior produtividade foi do volume de eucalipto. Essa inversão ocorrida em relação ao experimento I pode ser explicada pelo número de plantas do cerrado que neste experimento foi 20% superior (793 plantas/ha). Este fato era esperado pois, esta área é mais densa do que aquela do experimento I. No experimento II a contribuição do cerrado existente entre as linhas de eucalipto variou de 62,7%, para o 10x4m sem decapeamento, a 93,7%, para o 20x3m com decapeamento.

Comparando-se a produtividade total dos tratamentos avaliados, notou-se que o eucalipto puro foi superior a todos os demais, enquanto não foi

constatada diferença entre o cerrado e os tratamentos silviculturais (Tabela 1.15).

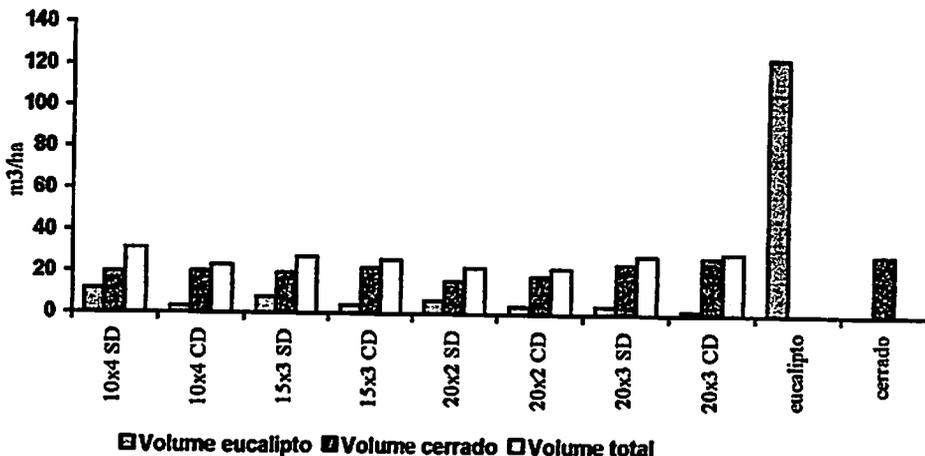


FIGURA 1.4 - Comportamento dos tratamentos quanto a produtividade do eucalipto, do cerrado e total, em m³/ha, experimento II.

1.3.2.2. Produtividade dentro do plantio em faixas eucalipto/cerrado

Analisando a produtividade dos tratamentos do plantio em faixas (Tabela 1.17), observou-se que houve influência do espaçamento sobre as variáveis volume de eucalipto, de cerrado e total e sobre a altura média do cerrado. O decapeamento afetou todas as variáveis relacionadas ao eucalipto, enquanto a interação espaçamento x decapeamento, influenciou apenas o volume de eucalipto e a circunferência média do cerrado. As influências sobre a altura e circunferência do cerrado não se devem ao espaçamento e decapeamento mas, provavelmente, a fatores edáficos e/ou distribuição das espécies na área experimental.

TABELA 1.17 - Resumo da análise de variância para os tratamentos silviculturais quanto aos parâmetros volume, altura e circunferência média, experimento II.

Causas da Variação	GL	Quadrado Médio						
		Volume Total	Volume Eucalipto	Volume Cerrado	Altura Eucalipto	Circunf. Eucalipto	Altura Cerrado	Circunf. Cerrado
Espaçamento	3	51,005*	20,3844**	82,0325 **	2,1904	22,6416	0,4389**	0,6849
Decepamento	1	28,820	117,042**	29,7035	44,5538 **	938,751**	0,0417	0,0017
Esp x Decep.	3	24,832	11,606 *	2,5338	0,7426	13,2970	0,0850	1,0983*
Resíduo	16	12,209	2,852	13,4633	1,1567	8,4008	0,0717	0,2629
C.V.%		13,305	31,272	17,588	13,930	15,319	6,451	4,155

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade

a) Comportamento dos tratamentos do plantio em faixas em função do espaçamento

Neste item, assim como foi feito para o experimento I, na análise do espaçamento, deve-se considerar que os efeitos sobre o eucalipto devem-se principalmente à distância entre as plantas na linha (2, 3 e 4 metros), visto que as faixas de vegetação de cerrado (10, 15 e 20 metros) influenciam o eucalipto da mesma maneira. Para esta análise foi utilizada a média dos tratamentos com e sem decepamento (Tabela 1.18).

TABELA 1.18 - Valores médios de altura de eucalipto (HE), do cerrado (HC) em metros, circunferência do eucalipto (CE), do cerrado (CC) em cm, volume de eucalipto (VE), do cerrado (VC) e total (VT) em m³/ha, em função do espaçamento, para os tratamentos do plantio em faixas, experimento II, João Pinheiro-MG, 1996.

Espaç	HE	C.E.	H.C.	C.C.	V.E.	V.C.	V.T.
10x4	8,2 a	20,7 a	4,2 ab	12,8 a	7,48 a	19,92 ab	27,40 ab
15x3	8,3 a	20,4 a	4,3 a	12,2 a	5,92 a	20,68 ab	26,60 ab
20x2	7,4 a	17,8 a	3,8 b	12,0 a	5,15 ab	16,98 b	22,13 b
20x3	7,0 a	16,8 a	4,4 a	12,3 a	3,05 b	25,87 a	28,92 a

*Médias seguidas pela letra não diferem significativamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Não houve diferença entre os espaçamentos estudados quanto à altura média do eucalipto (Tabela 1.18), concordando com o que foi observado por Leles (1995) para o *E. camaldulensis* nos espaçamentos 9x9, 6x4, 3x3, 3x2, 3x1m.

Embora o aumento da circunferência esteja frequentemente associado ao aumento do espaçamento (Assis, 1996; Leles, 1995), neste estudo isto não foi verificado. O baixo crescimento do eucalipto aos 6,5 anos, neste experimento, pode indicar que a competição entre as plantas de eucalipto na linha ainda não deve ter sido estabelecida nestes espaçamentos.

O volume médio do eucalipto/ha diminuiu com aumento do espaçamento. O volume de eucalipto no espaçamento 10x4m foi de 7,48m³/ha e no 20x3m, foi de 3,05 m³/ha. Como não houve diferença significativa na altura e circunferência média do eucalipto, um dos fatores que pode explicar esta diferença é a densidade de plantio, entretanto, o volume no espaçamento 10x4m foi 2,45 vezes maior que o volume do espaçamento 20x3m, enquanto o esperado, em função do número de plantas por hectare, era de 1,5 vezes. Outros fatores como tratos silviculturais e luminosidade na fase inicial do desenvolvimento do eucalipto devem ser considerados.

A altura média das plantas de cerrado, no espaçamento 20x2m foi inferior a altura dos demais tratamentos, no entanto, esta diferença não se deve ao espaçamento. Provavelmente, esta diferença se deve a fatores ligados ao solo, como por exemplo, presença de manchas de solos mais ou menos férteis.

O espaçamento não influenciou a circunferência da vegetação do cerrado, confirmando o que foi detectado no experimento I.

Já com o volume de cerrado, observou-se que só houve diferença entre os espaçamentos 20x2m e 20x3m, sendo o maior volume de cerrado encontrado no espaçamento 20x3m (25,87m³) e o menor volume no 20x2m (16,98m³). Uma vez

que a largura das faixas de cerrado foi a mesma nos dois tratamentos e o número de plantas/ha foi semelhante, a diferença de volume se deve, provavelmente, a fatores edáficos.

A produtividade total mostrou comportamento semelhante à produtividade do cerrado, com diferença apenas entre o 20x2m e 20x3m, menor e maior produtividades médias obtidas, respectivamente (Tabela 1.18). Ao contrário do que ocorreu no experimento I, a contribuição do eucalipto para a produtividade total variou de 27,3% no 10x4m a 10,5% no 20x3m, sendo o cerrado o principal responsável pela produtividade total dos tratamentos.

Entre os tratamentos com mesma área útil por planta (10x4m e 20x2m), observa-se que o 10x4m, de modo geral, apresentou melhor desempenho do que o 20x2m. No tratamento 10x4m, o volume de eucalipto foi aproximadamente 31% maior do que no 20x2m. Esta diferença de comportamento pode ser devido à maior competição na linha do 20x2m ou, ainda, a fatores edáficos, considerando-se que o volume de cerrado também foi reduzido neste tratamento.

b) Comportamento dos tratamentos em função do decapeamento

A altura média das plantas de eucalipto foi afetada pelo decapeamento, havendo uma redução média de 29,7% na altura das plantas. Em todos os espaçamentos, as plantas tiveram suas alturas afetadas pela decapeamento. No espaçamento 15x3m, houve o menor efeito do decapeamento, com uma redução de cerca de 25% na altura, enquanto no 10x4m, houve uma redução de aproximadamente 38% na altura média do eucalipto (Tabela 1.19).

TABELA 1.19 - Influência do decepamento sobre a altura e a circunferência média do eucalipto, experimento II, João Pinheiro-MG, 1996.

Espaç.	Altura do eucalipto				Circunferência do eucalipto			
	sem decepamento		com decepamento		sem decepamento		com decepamento	
10x4	10,0	a A	6,3	a B	29,0	a A	12,5	a B
15x3	9,5	a A	7,1	a B	26,6	a A	14,2	a B
20x2	8,5	a A	6,3	a B	22,4	a A	13,2	a B
20x3	8,3	a A	5,8	a B	22,7	a A	10,8	a B
Média	9,1	A	6,4	B	25,2	A	12,7	B

*Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

*Letras maiúsculas iguais, na mesma linha, dentro de cada repartição, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5%

A circunferência média do eucalipto também foi afetada pelo decepamento. Os tratamentos decepados tiveram uma redução média de 49,6%. O espaçamento menos afetado pelo decepamento foi o 20x2m, com redução de 41% e o espaçamento mais afetado foi o 10x4m, com uma redução de 57%.

O volume de eucalipto dos tratamentos que não receberam decepamento foi significativamente superior a média dos tratamentos decepados, havendo uma redução média de 58% em função do decepamento (Tabela 1.20).

TABELA 1.20 - Volume médio de eucalipto, cerrado e total, por espaçamento, em função da decepa, experimento II, João Pinheiro-MG, 1996.

Espaç.	Volume total				Volume eucalipto				Volume cerrado			
	sem		com		sem		com		sem		com	
	decepamento	decepamento	decepamento	decepamento	decepamento	decepamento	decepamento	decepamento	decepamento	decepamento	decepamento	decepamento
10x4	31,47	a A	23,33	a B	11,73	a A	3,23	a B	19,73	a A	20,10	ab A
15x3	27,20	ab A	26,00	a A	7,80	ab A	4,03	a B	19,40	a A	21,97	ab A
20x2	22,37	b A	21,90	a A	6,67	b A	3,63	a B	15,70	a A	18,27	b A
20x3	28,40	ab A	29,43	a A	4,23	b A	1,87	a A	24,17	a A	25,57	a A
Média	27,36	A	27,20	A	7,61	A	3,19	B	19,75	A	21,97	A

*Em cada coluna, médias seguidas por letras minúsculas iguais, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

*Letras maiúsculas iguais, na mesma linha, dentro de cada repartição, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5%

Dentro de cada espaçamento, a menor redução do volume do eucalipto, em função do decapeamento, foi para o 20x2m (45,6%), enquanto o espaçamento mais afetado foi o 10x4m, com redução de 72,5% no volume de eucalipto/ha.

Para as variáveis relacionadas ao cerrado, não foi constatada diferença em função do decapeamento (Tabelas 1.20 e 1.21), exceto para a circunferência média no espaçamento 20x3m. Dentre os espaçamentos sem decapeamento, foi constatado que no espaçamento 10x4m, a média da circunferência das plantas do cerrado foi superior à obtida nos espaçamentos 20x2m e 20x3m.

Quanto ao volume de cerrado, só foi detectada diferença dentro dos tratamentos que receberam decapeamento (Tabela 1.20). O espaçamento 20x3m foi superior ao 20x2m, com uma diferença de 7,3m³. Esta diferença não era esperada visto que a largura das faixas é a mesma e não houve uma diferença significativa quanto ao número de plantas de cerrado entre os dois tratamentos, como pode ser visto na Tabela 1.16.

TABELA 1.21 - Influência do decapeamento sobre a altura e a circunferência média do cerrado, João Pinheiro-MG, 1996.

Espaç.	Altura do cerrado						Circunferência do cerrado					
	sem decapeamento			com decapeamento			sem decapeamento			com decapeamento		
10x4	4,3	a	A	4,0	a	A	13,3	a	A	12,3	a	A
15x3	4,2	ab	A	4,4	a	A	12,4	ab	A	12,1	a	A
20x2	3,6	b	A	3,9	a	A	11,8	b	A	12,2	a	A
20x3	4,3	a	A	4,5	a	A	11,9	b	B	12,8	a	A
Média	4,1		A	4,2		A	12,4		A	12,3		A

*Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

*Letras maiúsculas iguais, na mesma linha, dentro de cada repartição, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5%

Quanto à produtividade total pode-se observar pela Tabela 1.20 que não houve diferença significativa entre os tratamentos sem decepamento e os com decepamento devido, principalmente, ao fato de que, neste experimento, o principal responsável pela produtividade total é o volume de cerrado e este não sofreu influência do decepamento. Dentro dos tratamentos sem decepamento, nota-se que houve diferença apenas entre os tratamentos com a mesma área útil, 10x4m e 20x2m. A maior produtividade foi verificada no espaçamento 10x4m, tratamento com a menor largura de faixa de cerrado e maior distância entre as plantas de eucalipto na linha. O espaçamento 20x2m, com a mesma área útil, porém com maior largura das faixas de cerrado e menor distância entre as plantas de eucalipto, foi o tratamento com menor produtividade total, o que não se deve apenas à diminuição do volume de eucalipto, mas também ao fato de que este tratamento apresentou o menor volume de cerrado. Entre os tratamentos que foram decepados não houve diferença na produtividade total.

1.4 CONCLUSÕES

Nas condições específicas em que se desenvolveu este estudo, pode-se concluir:

- O eucalipto puro foi o sistema de plantio com maior produtividade em volume por hectare, apresentando-se 2,7 vezes superior ao melhor tratamento do plantio em faixas;
- O cerrado puro, na área de vegetação mais densa, apresentou produtividade em volume total semelhante aos plantios em faixa, devido ao baixo crescimento do eucalipto nesta condição. Na área de vegetação mais rala, o

cerrado puro apresentou produtividade inferior aos plantios em faixa quando nos menores espaçamentos;

- No plantio em faixas, em condições de cerrado ralo, o *E. camaldulensis*, sem decepamento, contribuiu em média com 62% do volume total, apresentando crescimento em altura e circunferência semelhantes ao eucalipto puro. Nas condições de cerrado denso, o eucalipto teve crescimento inferior, contribuindo, em média, com apenas 28% do volume total;

- Dentre os espaçamentos utilizados no plantio em faixas, no experimento I, o espaçamento 10x2m foi o que apresentou a maior produtividade em volume, enquanto no experimento II, a maior produtividade foi verificada no espaçamento 10x4m;

- O decepamento mostrou-se prejudicial ao desenvolvimento do eucalipto, em todos os espaçamentos utilizados, não se mostrando uma prática adequada ao *Eucalyptus camaldulensis*;

- Nas condições estudadas, o sistema de plantio em faixas não se mostrou como alternativa viável, devido a sua baixa produtividade. Entretanto, o uso de material genético melhorado e maior controle no plantio e condução, poderiam aumentar a produtividade deste sistema, em sítos de boa qualidade.

TABELA 1.1 A - Resultado da análise granulométrica e de matéria orgânica dos solos analisados.

Amostra	Profundidade cm	Características analisadas			
		Areia	Limo	Argila	Matéria Orgânica
		%			
1	0 - 20	81	4	15	1.3 B
	20 - 40	80	2	18	0.9 B
	40 - 60	77	2	21	0.7 B
2	0 - 20	72	4	24	2.5 M
	20 - 40	67	6	27	1.6 M
	40 - 60	67	6	27	0.8 B
3	0 - 20	72	4	24	1.9 M
	20 - 40	68	2	30	1.2 B
	40 - 60	68	3	29	1.1 B

1 - Plantio em faixas (experimento I); 2 - Plantio em faixas (experimento II);
3- Eucalipto puro; M = médio; B = baixo.

TABELA 1.2 A - Resultado da análise química dos solos analisados.

Características analisadas	Amostras								
	1			2			3		
	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60
cm									
pH em água	4.9	4.8	4.6	4.7	5.0	5.2	4.5	4.6	4.3
	Ac E	Ac E	Ac E	Ac E	Ac M	Ac M	Ac E	Ac E	Ac E
P (ppm)	4 B	3 B	1 B	3 B	2 B	1 B	2 B	2 B	1 B
K (ppm)	30 B	19 B	14 B	58 M	31 B	20 B	42 B	20 B	17 B
Ca (meq/100cc)	0.7 B	0.7 B	0.6 B	0.9 B	0.6 B	0.6 B	0.6 B	0.4 B	0.5 B
Mg (meq/100cc)	0.2 B	0.2 B	0.2 B	0.4 B	0.2 B				
Al (meq/100cc)	0.7 M	0.9 M	0.9 M	1.1 A	1.0 M	0.9 M	1.3 A	1.3 A	0.9 M
H+Al(meq/100cc)	3.6 M	3.6 M	3.2 M	6.3 A	4.5 M	4.0 M	6.3 A	4.5 M	4.0 M
S (meq/100cc)	1.0 B	0.9 B	0.8 B	1.4 B	0.9 B	0.9 B	0.9 B	0.7 B	0.7 B
t (meq/100cc)	1.7 B	1.8 B	1.7 B	2.5 M	1.9 B	1.8 B	2.2 B	2.0 B	1.6 B
T (meq/100cc)	4.6 M	4.5 M	4.0 B	7.7 M	5.4 M	4.9 M	7.2 M	5.2 M	4.7 M
m (%)	42 A	49 A	52 A	43 A	53 A	51 A	59 A	67 MA	55 A
V (%)	21	21	21	19	16	18	13	13	16
	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
C (%)	0.7 B	0.6 B	0.4 B	1.4 M	0.9 M	0.6 B	1.1 B	0.7 B	0.6 B

1 - Plantio em faixas (experimento I); 2 - Plantio em faixas (experimento II);
3 - Eucalipto puro; A= alto; M= médio; B= baixo; MA= muito alto;
MB= muito baixo; Ac E= acidez elevada; Ac M= acidez média.

TABELA 1.3 A -Resumo da análise de variância para os parâmetros volume de eucalipto (VE), altura (HE) e circunferência do eucalipto (CE), para o experimento I, João Pinheiro-MG, 1996.

Causas de variação	G.L.	Quadrado Médio		
		HE	CE	VE
Tratamentos	8	21.9357**	239.9421**	4049.433**
Eucalipto puro x tratamentos silviculturais	1	60.6956**	36.6713	29995.649**
Espaçamento	3	13.7849**	76.1184**	683.987**
Decepamento	1	69.0206**	1590.882**	253.499*
Espaçamento x decepamento	3	1.4715	21.2094	31.452
Resíduo	18	1.0185	12.3637	35.383
C.V.%		9.27	12.87	20.45

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 1.4 A - Resumo da análise de variância para os parâmetros volume de cerrado (VC), altura (HC) e circunferência do cerrado (CC), para o experimento I, João Pinheiro-MG, 1996.

Causas de variação	G.L.	Quadrado Médio		
		HC	CC	VC
Tratamentos	8	0.1612	0.2495	75.9956**
Cerrado puro x tratamentos silviculturais	1	0.0000463	0.00296	68.1189*
Espaçamento	3	0.3949*	0.5289	144.324**
Decepamento	1	0.000424	0.3752	49.0201
Espaçamento x decepamento	3	0.03486	0.01049	19.2849
Resíduo	18	0.08629	0.4359	11.3704
C.V.%		10.26	5.58	27.47

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 1.5 A - Resumo da análise de variância para os parâmetros volume de eucalipto (VE), altura (HE) e circunferência do eucalipto (CE), para o experimento II, João Pinheiro-MG, 1996.

Causas de variação	G.L.	Quadrado Médio		
		HE	CE	VE
Tratamentos	8	24.9615**	176.5484**	4665.3374**
Eucalipto puro x tratamentos silviculturais	1	146.685**	365.8204**	37109.687**
Espaçamento	3	2.1904	22.6416	20.3844
Decepamento	1	44.5538**	938.7507**	117.0417*
Espaçamento x decepamento	3	0.7426	13.2970	11.6061
Resíduo	18	1.1041	7.71887	21.9309
C.V.%		12.30	13.74	25.30

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 1.6 A - Resumo da análise de variância para os parâmetros volume de cerrado (VC), altura (HC) e circunferência do cerrado (CC), para o experimento II, João Pinheiro-MG, 1996.

Causas de variação	G.L.	Quadrado Médio		
		HC	CC	VC
Tratamentos	8	0.20176*	0.6692*	56.07532**
Cerrado puro x tratamentos silviculturais	1	0.0007407	0.00167	165.20002**
Espaçamento	3	0.43889**	0.68499	82.03255**
Decepamento	1	0.04167	0.00167	29.7035
Espaçamento x decepamento	3	0.08499	1.09833	2.5338
Resíduo	18	0.06629	0.24074	13.04446
C.V.%		6.20	3.97	16.62

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA VEGETAÇÃO DE CERRADO E EUCALIPTO SUBMETIDA A DIFERENTES REGIMES DE MANEJO NA REGIÃO NOROESTE DE MINAS GERAIS

2.1 INTRODUÇÃO

O cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, ocupando cerca de 22% do território nacional. Porém, estima-se que aproximadamente 37% da área total de cerrado perdeu sua cobertura vegetal primitiva. Do total desmatado, 17,3% estão ocupados com pastagem; 6,7% com culturas temporárias, principalmente soja, milho e arroz; 1,6% com culturas perenes, principalmente eucalipto, pinus, manga e café; 1,2% com represamentos e áreas urbanas; e 10,4% são ocupados por áreas que foram degradadas e abandonadas sem preocupação com nenhum tipo de conservação (Ratter e Ribeiro, 1996; Souza Dias, 1993).

Com a criação da política de incentivos fiscais ao reflorestamento, a região do cerrado passou a ter maior destaque no processo de reflorestamento do país devido, principalmente, às condições edafoclimáticas e fisiográficas da região serem favoráveis ao estabelecimento de plantios de eucalipto.

Considerando-se que a forma desordenada de ocupação e exploração do cerrado vem acarretando prejuízos sociais, econômicos e ambientais para as pessoas que dependem desta região para o seu sustento, bem como para a sociedade em geral, torna-se necessária a busca de alternativas de manejo técnica

e economicamente viáveis, que visem o aumento da produtividade das florestas plantadas e alternativas para o uso sustentado da vegetação nativa.

O manejo sustentado é aquele que leva à uma produção contínua do recurso explorado, sem a deterioração dos demais recursos e benefícios envolvidos, inclusive o financeiro. Ele propicia uma série de bens, para os quais não há mercado perfeito e que são de difícil mensuração em termos monetários (Berger, 1990; Carvalho Filho, 1996).

São poucos os trabalhos sobre o manejo sustentado da vegetação de cerrado e, em relação à análise econômica deste manejo, os estudos são ainda mais escassos. Nesta linha de pesquisa destaca-se o trabalho de Rezende, Vale e Minette (1986) que compararam os custos de produção de madeira para carvão provenientes de vegetação de cerrado e de eucalipto.

Entre os fatores que afetam a rentabilidade do investimento na produção de madeira para carvão, Alfaro (1985) cita como principais fatores os custos de transporte, o custo da terra, os custos de implantação e manutenção das florestas, assim como a produtividade do local.

A produtividade é fator de grande importância, principalmente nos cerrados, devido à baixa fertilidade natural de seus solos e ainda pela ocorrência de déficit hídrico, fatores limitantes para o crescimento das plantas. Dentre as ações que podem ser tomadas com o objetivo de aumentar a produtividade dos plantios, levando-se em conta a questão ambiental e a redução dos custos de produção, destacam-se práticas silviculturais como adubação, adoção de espaçamentos mais adequados à espécie e ao sítio, melhoramento genético e a adoção de sistemas silviculturais, como plantios de enriquecimento e consórcio com outras atividades.

O objetivo geral deste estudo é analisar a viabilidade econômica de produzir madeira para carvão vegetal com base em sistemas silviculturais de



plântio em faixas eucalipto/cerrado, em povoamento de eucalipto e vegetação nativa de cerrado. Os objetivos específicos são: verificar o efeito de mudanças na taxa de desconto, no preço da terra, no nível de produtividade e nos custos de produção sobre a viabilidade econômica, para as situações mencionadas; avaliar o efeito combinado de aumentos na produtividade e redução nos custos de produção sobre a viabilidade econômica, para as situações mencionadas; estudar o efeito combinado de mudanças na taxa de desconto e no preço da terra sobre a viabilidade econômica, para as situações mencionadas.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Caracterização das áreas de estudo

As áreas que compõem este estudo localizam-se na fazenda Santa Cecília, de propriedade da Companhia Mineira de Metais-Grupo Votorantim, situada no município de João Pinheiro-MG, nas coordenadas 17°40' de latitude Sul e 46°31.94' de longitude Oeste, com altitude média de 525 metros.

O clima da região é do tipo Aw, de acordo com a classificação de Köppen, ou seja, clima tropical úmido de savana, com inverno seco e verão chuvoso (Antunes, 1986). Para o período de 1961-1990, a temperatura média anual, em João Pinheiro, foi de 22,5°C, a temperatura média máxima foi de 28,8°C e a mínima de 16,5°C. A precipitação média anual foi de 1441,5mm. A região apresenta déficit hídrico de 60 a 120mm anuais (Brasil, 1992; Golfari, 1975).

2.2.2 Experimento de manejo do cerrado

O presente estudo constou de dois experimentos, em que foram comparados a produtividade e a economicidade de um povoamento de eucalipto, uma área de cerrado e um sistema de plantio de eucalipto em faixas entre a vegetação de cerrado, em diferentes espaçamentos.

Os tratamentos do plantio em faixas, cerrado/eucalipto, foram instalados em dezembro de 1989 pela equipe de pesquisa da Companhia Mineira de Metais (CMM), em uma área de 38,45ha. De forma complementar, utilizou-se de informações de produção, custos e receitas de um povoamento de *Eucalyptus camaldulensis* e de um remanescente de vegetação de cerrado *stricto sensu*.

A descrição dos componentes do experimento de manejo é apresentada a seguir.

a) Plantio em faixas eucalipto/cerrado

Em parte da área de 38,45ha, onde foi instalado o plantio em faixas, havia, originalmente, vegetação de cerrado mais ralo, latossolo vermelho amarelo distrófico e álico, de textura média (experimento I) e, na outra parte, havia um cerrado mais denso, latossolo vermelho escuro distrófico, de textura média (experimento II). Esta área sofreu um corte raso em 1985 e, até 1989, ficou em regeneração. Neste ano foram instalados os tratamentos de corte raso em faixas, com plantio de eucalipto intercalado com a regeneração do cerrado.

Os 4 tratamentos dos experimentos I e II são descritos na Tabela 2.1.

TABELA 2.1 - Descrição dos tratamentos silviculturais avaliados nos experimentos I e II.

Experimento I	Experimento II
<ul style="list-style-type: none"> • Faixa de 4m com <i>E. camadulensis</i> em espaçamento 10x2m, intercalada com faixa de cerrado em regeneração com 6m de largura e 245m de comprimento • Faixa de 4m com <i>E. camadulensis</i> em espaçamento 10x3m, intercalada com faixa de cerrado em regeneração com 6m de largura e 245m de comprimento • Faixa de 4m com <i>E. camadulensis</i> em espaçamento 15x4m, intercalada com faixa de cerrado em regeneração com 11m de largura e 245m de comprimento • Faixa de 4m com <i>E. camadulensis</i> em espaçamento 20x4m, intercalada com faixa de cerrado em regeneração com 16m de largura e 245m de comprimento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Faixa de 4m com <i>E. camadulensis</i> em espaçamento 10x4m, intercalada com faixa de cerrado em regeneração com 6m de largura e 245m de comprimento • Faixa de 4m com <i>E. camadulensis</i> em espaçamento 15x3m, intercalada com faixa de cerrado em regeneração com 11m de largura e 245m de comprimento • Faixa de 4m com <i>E. camadulensis</i> em espaçamento 20x2m, intercalada com faixa de cerrado em regeneração com 16m de largura e 245m de comprimento • Faixa de 4m com <i>E. camadulensis</i> em espaçamento 20x3m, intercalada com faixa de cerrado em regeneração com 16m de largura e 245m de comprimento.

As faixas de plantio de *E. camaldulensis* procedência Petford foram instaladas no sentido leste-oeste. Por ocasião do plantio, foram feitos o combate às formigas e a correção do solo com fosfato natural (400 Kg/ha) e gesso agrícola (125 Kg/ha). A incorporação do corretivo juntamente com o preparo do solo foi feita utilizando-se grade beeding e subsolador. A adubação foi feita por covas, utilizando 100g NPK 10-28-06 acrescido de 0,2% de boro elementar e 0,4% de zinco elementar.

Um ano após o plantio foi feita a adubação de manutenção utilizando-se 200g/planta de NPK 10-28-06 acrescido de boro e zinco, distribuindo 100g do adubo de cada lado da planta, em sulcos de um metro de comprimento.

As operações de manutenção, no primeiro ano, foram executadas somente nas linhas de plantio, havendo a necessidade de entrar com o trator de esteira e rolo-faca nas faixas ao lado das linhas de plantio. O replantio foi realizado no segundo ano.

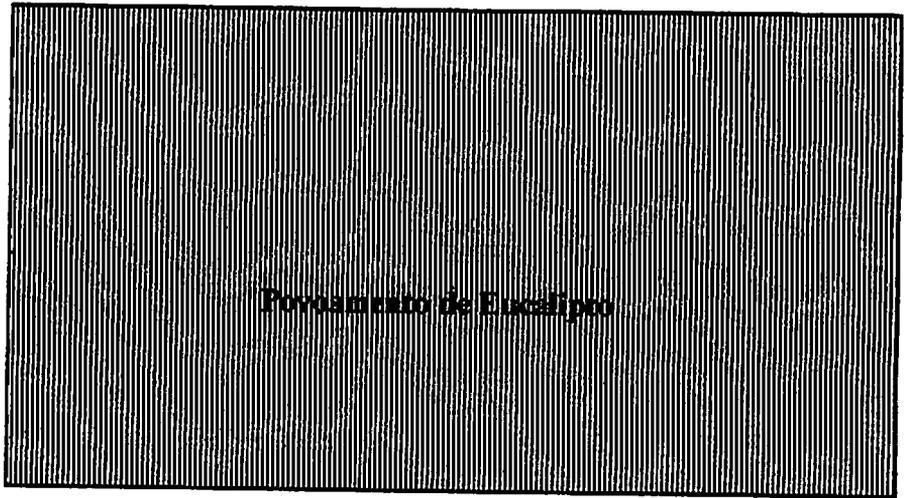
b) Povoamento de *Eucalyptus camaldulensis*

O plantio de eucalipto está localizado em um latossolo vermelho escuro distrófico, de textura média. O plantio foi realizado em dezembro de 1989, pela Companhia Mineira de Metais, numa área de 34 ha, em espaçamento 3x2m, de acordo com metodologia empregada pela CMM. As sementes utilizadas para a obtenção das mudas são de origem selvagem e a procedência, Petford, Austrália.

c) Remanescente de cerrado

O plantio em faixa, foi instalado em área de transição de cerrado denso a campo. Portanto, para manter a representatividade do tipo de cerrado presente na área experimental, optou-se por utilizar os valores médios dos parâmetros obtidos na vegetação de cerrado remanescente entre as faixas de plantio. Para a obtenção de cada repetição do remanescente de cerrado, utilizou-se a média dos valores obtidos em cada repetição correspondente dos tratamentos. Assim, utilizando-se a primeira repetição de cada tratamento, para cada experimento, obteve-se a média de cada parâmetro avaliado, a fim de obter a primeira repetição do tratamento cerrado. O mesmo procedimento foi utilizado para obtenção das segunda e terceira repetições dos tratamentos cerrado. Para os parâmetros volume e número de plantas por hectare, foi calculada a proporção de cerrado existente em cada parcela de 720m² dos diferentes tratamentos, transformando-se os valores em uma parcela de 720m² ocupados somente com a vegetação de cerrado.

A Figura 2.1 mostra a disposição dos tratamentos na área experimental.



Experimento II

20x3

10x4

20x2

15x3

Experimento I

20x4

10x2

10x3

15x4



Sentido da transição cerrado denso/campo

FIGURA 2.1 - Croqui da área experimental.

2.2.3 Amostragem e inventário

Em cada um dos tratamentos, conforme a Figura 2.1 foram lançadas 3 parcelas de 12x60m, totalizando 27 parcelas de 720m². A amostragem e inventário foram realizados no 1º semestre de 1996, quando o eucalipto apresentava-se com 6,5 anos e o cerrado com regeneração de 11 anos.

Para as plantas de eucalipto foram medidos os valores de altura total (HT) e circunferência a 1,30m de altura (CAP).

Para o cerrado existente nos tratamentos do plantio em faixas, foram medidos os valores de circunferência a 1,30m de altura (CAP) e a altura total (HT).

2.2.4 Estimativa da produtividade

Por meio do software SISNAT (Sistema de Florestas Nativas), desenvolvido por Scolforo (1997) foram obtidas as estimativas do volume de eucalipto, o volume de cerrado e o volume total por tratamento, expressos em m³/ha (Tabela 2.2).

A equação utilizada para a obtenção da estimativa de volume de eucalipto foi ajustada para a região sob estudo. Para a obtenção da estimativa do volume do cerrado foi utilizada a equação ajustada por Scolforo e Silva (1993):

- Eucalipto:

$$\text{Volume} = 0,00000655 * CAP^{1,77227140} * H^{1,07264738}$$

- Cerrado:

$$\text{Volume} = 0,000506 + 0,00000497125 * CAP^2 * H - 0,000000006235642 * CAP^3 * H$$

onde:

CAP= circunferência a 1,30m de altura (cm)

H= altura total (m)

TABELA 2.2 - Valores médios de volume de eucalipto, volume de cerrado e volume total, em m³/ha e de incremento médio anual, em m³/ha/ano, para todos os tratamentos avaliados aos 6,5 anos.

Experimento	Tratamento	Volume (m ³ /ha)			Incremento médio anual (m ³ /ha/ano)	
		eucalipto	cerrado	total	eucalipto	cerrado
I	10m x 2m	34,83	10,53	45,37	4,97	0,96
	10m x 3m	26,73	6,60	33,33	3,82	0,60
	15m x 4m	14,57	9,27	23,83	2,08	0,84
	20m x 4m	6,10	12,53	20,83	0,87	1,34
	Cerrado ¹	—	16,77	16,77	—	1,52
II	10m x 4m	11,73	19,73	31,47	1,68	1,79
	15m x 3m	7,80	19,40	27,20	1,11	1,76
	20m x 2m	6,67	15,70	22,37	0,95	1,43
	20m x 3m	4,23	24,17	28,40	0,60	2,20
	Cerrado ²	—	28,73	28,73	—	2,61
Eucalipto		123,37	—	123,37	17,62	—

⁽¹⁾ Cerrado puro com menor densidade populacional-experimento I

⁽²⁾ Cerrado puro com maior densidade populacional-experimento II

2.2.5 Custo de produção de madeira (lenha)

Os custos de implantação (construção de estradas e aceiros, desmatamento, destoca, limpeza da área, gradagem, plantio, replantio e combate às formigas) e de manutenção (capina manual e mecânica, conservação de estradas e aceiros e combate às formigas), de cada um dos tratamentos do plantio em faixas eucalipto/cerrado e do plantio de eucalipto puro, foram fornecidos pela Companhia Mineira de Metais (CMM).

No caso do cerrado puro, os custos considerados foram aqueles referentes a construção e manutenção de estradas e aceiros, uma vez que não houve capinas, desbastes ou qualquer outro tipo de trato cultural.

Como custo da terra considerou-se o custo de oportunidade de uso do fator à taxa real de juros adotada na análise econômica.

2.2.6. Método de avaliação econômica

O método utilizado para verificar a viabilidade econômica dos tratamentos de plantio em faixas eucalipto/cerrado, do cerrado puro e do plantio de eucalipto puro, foi o Valor Presente Líquido (VPL).

O VPL de um projeto de investimento pode ser definido como a soma algébrica dos valores descontados do fluxo de caixa a ele associado. Conceitualmente, a viabilidade econômica de um projeto analisado pelo método do VPL é indicada pela diferença positiva entre receitas e custos, atualizados a determinada taxa de juros. Complementarmente, quanto maior o VPL, mais atrativo será o projeto (Rezende e Oliveira, 1993).

A fórmula para calcular o VPL é:

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

onde

C_j = custos ao final do ano ou do período de tempo considerado;

R_j = receita ao final do ano ou do período de tempo considerado;

i = taxa de desconto;

n = duração do projeto, em anos, ou em número de períodos de tempo.

2.2.7 Análise de sensibilidade

Realizou-se uma análise de sensibilidade do VPL a variações no custo da terra, nos índices de produtividade, nos custos de produção de madeira e nas taxas de desconto, para estabelecer a influência destes fatores na viabilidade econômica dos tratamentos.

Devido às baixas produtividades dos diversos tratamentos do plantio em faixas, do cerrado puro e do eucalipto puro encontradas pelo inventário, estudou-se o efeito de produtividades maiores sobre as respectivas viabilidades econômicas. Nos tratamentos do plantio em faixas eucalipto/cerrado, consideraram-se aumentos na produtividade da vegetação do cerrado e do eucalipto de até 550%. Já no cerrado puro, os aumentos de produtividade foram até um máximo de 250%, elevando a produtividade para 5,32m³/ha/ano, no experimento I e, 9,13m³/ha/ano, no experimento II. Para o *Eucalyptus camaldulensis* em plantio puro, considerou-se um aumento máximo de 150%, o que eleva a produtividade para 44m³/ha/ano.

No caso da terra, consideraram-se 3 níveis de custo para este fator, ou seja, custo zero, R\$ 250,00 e R\$ 500,00/ha.

Com relação às taxas de desconto, considerou-se a aplicação de taxas reais de desconto de 6, 9 e 12 % ao ano, no cálculo do VPL. Essas taxas foram escolhidas por abrangerem os níveis mais usados pelo setor florestal.

Foram consideradas reduções de até 50% nos custos de produção de madeira em relação aos níveis de custos originais.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Avaliação da viabilidade econômica

A Tabela 2.3 mostra que, adotando-se as produtividades encontradas no inventário (Tabela 2.2), a uma taxa de desconto de 9% ao ano e valor da terra de R\$250,00/ha, todos os tratamentos foram inviáveis economicamente, uma vez que apresentaram VPL negativos. O cerrado puro foi o tratamento com menor prejuízo, apresentando VPL de R\$-103,78 (experimento I) e de R\$-68,88 (experimento II). Uma explicação para este fato é que os custos de manejar o cerrado (custo da terra e custo de construção e manutenção de estradas e aceiros) são pequenos em relação aos custos das atividades envolvidas na implantação e manutenção dos tratamentos do plantio em faixas e do eucalipto puro. Como as produções volumétricas de todos os tratamentos foram baixas, manejar o cerrado puro acaba resultando em menor prejuízo que as outras opções.

O eucalipto puro foi o tratamento que apresentou o maior prejuízo (VPL de R\$-676,40). Um fator que pode ter contribuído para isto é o corte do povoamento que, está sendo feito em uma idade (7 anos) superior à idade ótima de corte. Segundo Scolforo (1998)¹, na região em estudo, em plantios de *E. camaldulensis* no espaçamento 3x2m, o máximo incremento médio anual tem ocorrido em torno do 4º e 5º ano. Romero (1985) observou que os “prejuízos” por

¹ SCOLFORO, J.R.S. Comunicação pessoal. 1998. (Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Florestais, Lavras, MG., Brasil)

cortar o povoamento de eucalipto fora da idade ótima de corte foram maiores que aqueles causados por fogo, pragas, doenças, falhas, etc.

O cerrado puro, apresentou prejuízo menor no experimento II do que no experimento I. Isto ocorreu devido à maior produtividade do cerrado do experimento II (Tabela 2.2) uma vez que os custos de produção de madeira são os mesmos para as duas situações.

Um dos aspectos que podem ter prejudicado a viabilidade econômica do cerrado e do plantio em faixas, é a baixa produção volumétrica do cerrado que, por ocasião do inventário, estava com 11 anos. Heiseke (1976) encontrou para um cerrado com 21 anos de regeneração natural em Paraopeba, um volume de $133\text{m}^3/\text{ha}$ para uma densidade populacional de 4800 plantas/ha, altura média de 4 m e circunferência média de 30,8cm. Neste estudo, o cerrado do experimento II, apresentou um volume de $28,73\text{m}^3/\text{ha}$ com densidade e altura média semelhantes, porém com a circunferência média de 12,4cm. Assim, provavelmente este cerrado tem potencial para se desenvolver atingindo produtividades maiores.

TABELA 2.3 - VPL (R\$/ha) por tratamento, considerando-se a produtividade encontrada no inventário, a taxa de desconto de 9% a.a. e o preço da terra de R\$250,00/ha.

Experimento	Tratamento	VPL (R\$/ha)
I	10x2	-422,67
	10x3	-406,37
	15x4	-344,74
	20x4	-326,93
	Cerrado puro	-103,78
II	10x4	-409,13
	15x3	-372,19
	20x2	-376,90
	20x3	-328,21
	Cerrado puro	-68,88
	Povoamento de eucalipto	-676,40

Consideraram-se preços de madeira em pé para o eucalipto e para o cerrado iguais a R\$5,15 e R\$2,54 por estéreo, respectivamente.

2.3.2 Análise de sensibilidade

2.3.2.1 Efeito da taxa de desconto sobre a viabilidade econômica

Com base na produtividade dos tratamentos encontrada pelo inventário, foram calculados os efeitos da taxa de desconto sobre o VPL (Tabela 2.4). Nota-se que independentemente da taxa de desconto utilizada, todos os tratamentos foram inviáveis economicamente.

À medida que a taxa de desconto aumenta, o risco do empreendimento também é maior e o VPL de todos os tratamentos cresce em termos negativos, ou seja, o prejuízo aumenta. Por exemplo, no tratamento 10x2 (maior prejuízo entre os tratamentos do plantio em faixas) o VPL passa de R\$-367,46 quando a taxa é de 6%, para R\$-466,24 se a taxa subir para 12% ao ano, o que implica em um aumento de 26,88% no valor do prejuízo. Este efeito era de se esperar, uma vez que altas taxas de desconto tendem sempre a inviabilizar investimentos a longo prazo, como é o caso de investimentos no setor florestal.

Segundo Heliwell (1974), Manning (1977), Price (1979) e Foster (1979) no setor florestal, devido ao longo tempo de conversão do investimento, a viabilidade de qualquer projeto apresenta considerável sensibilidade às variações na taxa real de desconto usada. Neste contexto, sugere-se o uso de taxas inferiores àquelas usadas por outros setores da economia.

TABELA 2.4 - VPL (R\$/ha) por tratamento, considerando-se a produtividade encontrada pelo inventário, o preço da terra de R\$250,00/ha e taxas de desconto de 6, 9 e 12% ao ano.

Experimento	Tratamento	VPL (R\$/ha)		
		Taxa de desconto anual		
		6%	9%	12%
I	10X2	-367,46	-422,67	-466,24
	10X3	-360,24	-406,37	-442,70
	15X4	-306,85	-344,74	-374,51
	20X4	-292,66	-326,93	-353,82
	Cerrado puro	-65,57	-103,78	-134,34
II	10x4	-367,36	-409,13	-441,97
	15x3	-333,78	-372,19	-402,38
	20x2	-341,74	-376,90	-404,47
	20x3	-289,66	-328,21	-358,53
	Cerrado puro	-23,15	-68,88	-105,48
	Povoamento de eucalipto	-554,17	-676,40	-773,50

2.3.2.2 Efeito do preço da terra sobre a viabilidade econômica

A Tabela 2.5 mostra o VPL em R\$/ha, para a taxa de desconto de 9% a.a. e vários níveis de preço da terra. Em todos os tratamentos, com exceção do cerrado puro dos experimentos I e II, para o preço da terra zero, os VPLs, para as produtividades encontradas pelo inventário, foram negativos, indicando a inviabilidade econômica da produção de lenha para carvão vegetal, em razão do nível de produtividade existente.

Aumentos no custo da terra afetam bastante o VPL de alguns tratamentos. Assim, enquanto o VPL do tratamento eucalipto puro aumenta, em termos negativos, apenas 17% quando o valor da terra passa de R\$250,00/ha para R\$500,00/ha, o VPL do cerrado puro do experimento II aumenta cerca de 163% nestas mesmas condições.

TABELA 2.5 - VPL (R\$/ha) por tratamento, para taxa de desconto de 9% a.a. e três níveis de preço da terra.

Experimento	Tratamento	VPL (R\$/ha)		
		Preço da terra (R\$/ha)		
		zero	250,00	500,00
I	10x2	-309,43	-422,67	-535,91
	10x3	-293,13	-406,37	-519,61
	15x4	-231,50	-344,74	-457,98
	20x4	-213,69	-326,93	-440,17
	Cerrado puro	9,46	-103,78	-217,02
II	10x4	-295,89	-409,13	-522,37
	15x3	-258,95	-372,19	-485,43
	20x2	-236,66	-376,90	-490,14
	20x3	-214,97	-328,21	-441,45
	Cerrado puro	44,36	-68,88	-182,12
	Povoamento de eucalipto	-536,16	-676,40	-789,64

2.3.2.3 Efeito conjunto da taxa de desconto e do preço da terra sobre a viabilidade econômica

A Tabela 2.6 mostra que adotando-se as produtividades encontradas pelo inventário (Tabela 2.2), todos os tratamentos estudados, exceto o cerrado puro dos experimentos I e II, mostraram-se inviáveis economicamente, para todas as taxas de desconto e valores de terra considerados.

O cerrado puro é viável economicamente para as três taxas de desconto usadas, porém, apenas quando considerou-se o valor da terra igual a zero. Assim, nos experimentos I e II, a uma taxa de desconto de 6% ao ano, os VPLs foram de R\$18,16 e R\$60,59/ha, respectivamente.

TABELA 2.6 - VPL (R\$/ha) por tratamento, para três taxas de desconto e três níveis de preço da terra.

Experimento	Trat.	Preço da Terra	Taxa de Desconto			
		(R\$/ha)	6%	9%	12%	
I	10x2	0,00	-283,73	-309,43	-329,32	
		250,00	-367,46	-422,67	-466,24	
		500,00	-451,20	-535,91	-603,15	
	10x3	0,00	-276,50	-293,13	-305,79	
		250,00	-360,24	-406,37	-442,70	
		500,00	-443,97	-519,61	-579,61	
	15x4	0,00	-223,11	-231,50	-237,60	
		250,00	-306,85	-344,74	-374,51	
		500,00	-390,58	-457,98	-511,43	
	20x4	0,00	-208,93	-213,69	-216,90	
		250,00	-292,66	-326,93	-353,82	
		500,00	-376,40	-440,17	-490,73	
	Cerrado	0,00	18,16	9,46	2,58	
		250,00	-65,57	-103,78	-134,34	
		500,00	-149,31	-217,02	-271,25	
	II	10x4	0,00	-283,62	-295,89	-305,06
			250,00	-367,36	-409,13	-441,97
			500,00	-451,10	-522,37	-578,89
15x3		0,00	-250,04	-258,95	-265,46	
		250,00	-333,78	-372,19	-402,38	
		500,00	-417,51	-485,43	-539,29	
20x2		0,00	-258,00	-236,66	-267,56	
		250,00	-341,74	-376,90	-404,47	
		500,00	-425,47	-490,14	-541,39	
20x3		0,00	-205,92	-214,97	-221,61	
		250,00	-289,66	-328,21	-358,53	
		500,00	-373,39	-441,45	-495,44	
Cerrado		0,00	60,59	44,36	31,44	
		250,00	-23,15	-68,88	-105,48	
		500,00	-106,88	-182,12	-242,39	
Eucalipto		0,00	-470,43	-536,16	-636,59	
		250,00	-554,17	-676,40	-773,50	
		500,00	-637,90	-789,64	-910,42	

Aumentos no preço da terra conjugados com aumentos na taxa de desconto afetam significativamente o VPL de todos os tratamentos. Por exemplo, no tratamento 10x2, a uma taxa de desconto de 6%, o VPL passa de R\$-283,73 para R\$-451,20 (aumento de 59% em termos de valores negativos) quando o preço da terra sobe de zero para R\$500,00/ha. Já a uma taxa de 12% a.a., para a mesma variação no preço da terra, o VPL passa de R\$-329,32 para R\$-603,15 (aumento de 83% em termos de valores negativos).

2.3.2.4 Efeito da produtividade sobre a viabilidade econômica

A Tabela 2.7 mostra os resultados das simulações de aumentos percentuais dos níveis de produtividade, de madeira de eucalipto e de cerrado, para todos os tratamentos em relação às produtividades encontradas no inventário, considerando-se a taxa de desconto de 9% ao ano e o preço da terra de R\$250,00/ha. Como era esperado, aumentos percentuais das produtividades dos tratamentos levaram a reduções dos prejuízos a que os tratamentos estavam submetidos.

Em alguns casos foi necessário aumentar bastante a produtividade dos tratamentos para que o VPL mudasse de negativo para positivo. Por exemplo, a produtividade do tratamento 20x2 precisou ser aumentada em 550% para que seu VPL ficasse positivo.

O eucalipto puro foi o tratamento que mostrou maior sensibilidade ao aumento da produtividade. Seu VPL passou de R\$-676,40 para a produtividade encontrada no inventário, para R\$53,48 quando a produtividade aumentou em 150%. Porém um aumento de 150% elevaria sua produtividade de 123,37m³/ha

para 308,425m³/ha o que, para o *E. camaldulensis*, no cerrado, ainda não foi alcançado.

Segundo Novais, Barros e Costa (1997), associando-se fertilização do solo e utilização de espécies/genótipos adequados, são facilmente obtidos 25 a 30m³/ha/ano de madeira de eucalipto em solos de cerrado.

Bezerra (1997) estudando dois clones de *E. camaldulensis* em solo de cerrado, plantado em espaçamento 10x4m, consorciado com milho, encontrou aos 28 meses de idade, 27,4413m³/ha (clone 137) e 25,5042m³/ha (clone 180). Para a mesma espécie, no mesmo espaçamento (10x4m), porém em plantio associado com cerrado, neste estudo, foi encontrado, aos 6,5 anos, um volume de eucalipto de 11,73m³/ha (Tabela 2.2). Isto mostra que podem ser alcançadas produtividades maiores, com a utilização de material genético superior.

O cerrado puro do experimento II foi o que precisou de menor aumento na produtividade para se tornar uma alternativa de investimento viável economicamente (Tabela 2.7), ou seja, com 100% de aumento na produtividade seu VPL já é positivo. Isto elevaria a produtividade para 57,46m³/ha, o que é bastante plausível. Heiseke (1976) encontrou uma produtividade média para um cerrado *stricto sensu* de 78,4 m³/ha, com um mínimo de 56,7 m³/ha e máxima de 118,3 m³/ha.

Rezende, Vale e Minette (1986) constataram em seu estudo que investimentos no manejo do cerrado, visando aumentar a produtividade, podem ser mais compensadores do que investir no plantio de eucalipto.

Entre os tratamentos do plantio em faixas, o 10x2 foi o mais inviável economicamente, uma vez que tem o maior VPL negativo. Contudo, ele é o que necessita de menor acréscimo na produtividade (300%) para ter VPL positivo.

TABELA 2.7 - VPL (R\$/ha) por tratamento, considerando-se a taxa de desconto de 9% a.a. e preço da terra de R\$ 250,00/ha, para vários níveis de produtividade.

Aumento de Produtividade	Tratamentos										
	Experimento I					Experimento II					Eucal.
	10x2	10x3	15x4	20x4	Cer.	10x4	15x3	20x2	20x3	Cer.	
0%	-422,67	-406,37	-344,74	-326,93	-103,78	-409,13	-372,19	-376,90	-328,21	-68,88	-676,40
50%	-338,68	-344,03	-302,48	-293,41	-79,31	-357,21	-328,51	-340,84	-284,61	-26,97	-433,11
100%	-254,69	-281,69	-260,22	-259,89	-54,85	-305,29	-284,82	-304,78	-241,00	14,95	-189,82
150%	-170,70	-219,34	-217,97	-226,37	-30,38	-253,38	-241,14	-268,72	-197,40	56,86	53,48
200%	-86,71	-157,00	-175,71	-192,85	-5,91	-201,46	-197,45	-232,66	-153,79	98,78	296,77
250%	-2,72	-94,66	-133,45	-159,33	18,55	-149,54	-153,77	-196,60	-110,19	140,69	540,06
300%	81,97	-32,32	-91,19	-125,81	43,02	-97,62	-110,08	-160,55	-66,58	182,61	783,35
350%	165,26	30,02	-48,94	-92,29	67,49	-45,71	-66,39	-124,49	-22,98	224,53	1026,65
400%	249,25	92,37	-6,68	-58,77	91,95	6,21	-22,71	-68,43	20,63	266,44	1269,94
450%	333,24	154,71	35,58	-25,25	116,42	58,13	20,98	-52,37	64,23	308,26	1513,21
500%	417,23	217,05	77,83	8,27	140,88	110,04	64,66	-16,31	107,83	350,27	1756,53
550%	501,22	279,39	120,09	41,79	165,35	161,96	108,35	19,75	151,44	392,19	1999,82

2.3.2.5 Efeito da redução dos custos de produção de madeira sobre a viabilidade econômica

Conforme pode ser visto na Tabela 2.8, a redução dos custos de produção de madeira até 50% com relação aos custos originais, levou a uma grande diminuição do prejuízo (VPL negativo), à semelhança do que ocorre com incrementos nos níveis de produtividade. Isto mostra que investimentos na busca de novas tecnologias, capazes de provocar diminuição dos custos de produção, são bem-vindos.

Havendo 50% de redução nos custos, o cerrado puro do experimento II, torna-se uma alternativa viável economicamente, mas todos os demais tratamentos necessitam de reduções maiores em seus níveis de custo para terem VPLs positivos.

TABELA 2.8 - VPL (R\$/ha) por tratamento, considerando-se vários níveis de redução do custo de produção de madeira, para a taxa de desconto de 9% ao ano e valor da terra igual a R\$250,00/ha.

Exp.	Tratamento	Diminuição dos custos de produção de madeira (%)					
		0%	10%	20%	30%	40%	50%
I	10x2	-422,62	-363,60	-304,54	-245,47	-186,41	-127,35
	10x3	-406,37	-353,26	-300,16	-247,05	-193,95	-140,85
	15x4	-344,74	-301,81	-258,89	-215,96	-173,04	-130,11
	20x4	-326,93	-287,53	-248,14	-208,74	-169,34	-129,94
	Cerrado	-103,78	-88,51	-73,24	-57,97	-42,69	-27,42
II	10x4	-409,13	-357,83	-306,54	-255,24	-203,94	-152,65
	15x3	-372,19	-326,24	-280,28	-234,32	-188,37	-142,47
	20x2	-376,90	-332,00	-287,10	-242,19	-197,29	-152,39
	20x3	-328,21	-286,67	-245,13	-203,58	-162,04	-120,50
	Cerrado	-68,88	-53,61	-38,34	-23,07	-7,80	7,47
	Eucalipto	-676,40	-560,10	-443,81	-327,51	-211,21	-94,91

2.3.2.6 Efeito combinado de aumentos da produtividade e de redução dos níveis de custos de produção sobre a viabilidade econômica

As simulações apresentadas na Tabela 2.9 mostram a importância de melhorar a produtividade e de reduzir os custos de produção de madeira. Por exemplo, o plantio puro de eucalipto, que é o tratamento que mais dá prejuízo (VPL= -676,40) para a produtividade encontrada pelo inventário e nos níveis de custos originais, passa a ser uma alternativa economicamente viável se os custos caírem 40% e a produtividade aumentar 50% (VPL=32,09), o que elevaria a produtividade do *E. camaldulensis* para 185,05m³/ha, valor muito próximo ao encontrado por Moura (1988) para a mesma espécie e espaçamento(181,98m³/ha) aos 6,5 anos. Outra opção que o torna economicamente viável é a queda dos custos em 20% e a obtenção do dobro da produtividade (VPL=42,78).

No caso do cerrado puro do experimento II, uma redução de 20% nos custos associado a um aumento de 50% na produtividade é suficiente para tornar este tratamento uma alternativa viável economicamente. Já no tratamento 20x2, nem com aumentos de 200% na produtividade associados a reduções de 50% nos custos, consegue-se obter VPL positivo. As dificuldades nas operações de manutenção do experimento, como combate às formigas e invasão das linhas de plantio de eucalipto pela regeneração do cerrado, podem ter prejudicado o desenvolvimento do eucalipto, principalmente nos tratamentos do experimento II, como o 20x2, aumentando o prejuízo destes tratamentos.

Entre os tratamentos do plantio em faixas, o 10x2 foi o que apresentou maior sensibilidade aos fatores em estudo. Seu VPL passou de R\$-422,67 aos níveis de custo originais e na produtividade encontrada pelo inventário, para R\$6,50 se os custos caírem 30% e a produtividade aumentar 150%; ou R\$31,42 se a queda nos custos for de 20% e o aumento da produtividade for de 200%.

TABELA 2.9 - VPL (R\$/ha) por tratamento, considerando vários níveis de aumento da produtividade e de redução dos custos, para a taxa de desconto de 9% ao ano e preço da terra de R\$250,00/ha.

Exp	Trat.	Aumento de prod.	Diminuição dos custos de produção					
			0%	10%	20%	30%	40%	50%
I	10x2	0%	-422,67	-363,60	-304,54	-245,47	-186,41	-127,34
		50%	-338,68	-279,61	-220,55	-161,48	-102,42	-43,35
		100%	-254,69	-195,62	-136,56	-77,49	-18,43	40,64
		150%	-170,70	-111,63	-52,57	6,50	65,56	124,63
		200%	-86,71	-27,64	31,42	90,49	149,55	208,62
I	10x3	0%	-406,37	-353,26	-301,16	-247,05	-193,95	-140,84
		50%	-344,03	-290,92	-237,82	-184,71	-131,61	-78,50
		100%	-281,69	-228,58	-175,47	-122,37	-69,26	-16,16
		150%	-219,34	-166,24	-113,13	-60,03	-6,92	46,18
		200%	-157,00	-103,90	-50,79	2,31	55,42	108,53
I	15x4	0%	-344,74	-301,81	-258,89	-215,96	-173,04	-130,11
		50%	-302,48	-259,56	-216,63	-173,71	-130,78	-87,85
		100%	-260,22	-217,30	-174,37	-131,45	-88,52	-45,60
		150%	-217,97	-175,04	-132,12	-89,19	-46,27	-3,34
		200%	-175,71	-132,78	-89,86	-46,93	-4,01	38,92
I	20x4	0%	-326,93	-287,53	-248,14	-208,74	-169,34	-129,94
		50%	-293,41	-254,01	-214,62	-175,22	-135,82	-96,43
		100%	-259,89	-220,49	-181,10	-141,70	-102,30	-62,91
		150%	-226,37	-186,97	-147,58	-108,18	-68,78	-29,39
		200%	-192,85	-153,45	-114,06	-74,66	-35,26	4,13
I	Cerrado	0%	-103,78	-88,51	-73,24	-57,97	-42,69	-27,42
		50%	-79,31	-64,04	-48,77	-33,50	-18,23	-2,96
		100%	-54,85	-39,58	-24,30	-9,03	6,24	21,51
		150%	-30,38	-15,11	0,16	15,43	30,70	45,98
		200%	-5,91	9,36	24,63	39,90	55,17	70,44
II	10x4	0%	-409,13	-357,83	-306,54	-255,24	-203,94	-152,65
		50%	-357,21	-305,91	-254,62	-203,32	-152,03	-100,73
		100%	-305,29	-254,00	-202,70	-151,40	-100,11	-48,81
		150%	-253,38	-202,08	-150,78	-99,49	-48,19	3,10
		200%	-201,46	-150,16	-98,87	-47,57	3,73	55,02
II	15x3	0%	-372,19	-326,24	-280,28	-234,32	-188,37	-142,41
		50%	-328,51	-282,55	-236,59	-190,64	-144,68	-98,73
		100%	-284,82	-238,87	-192,91	-146,95	-101,00	-55,04
		150%	-241,14	-195,18	-149,22	-103,27	-57,31	-11,35
		200%	-197,45	-151,49	-105,54	-59,58	-13,63	32,33

...continua...

TABELA 2.9, Cont.

Exp	Trat.	Aumento de prod.	Diminuição dos custos de produção					
			0%	10%	20%	30%	40%	50%
II	20x2	0%	-376,90	-332,00	-287,10	-242,19	-197,29	-152,39
		50%	-340,84	-295,94	-251,04	-206,14	-161,23	-116,33
		100%	-304,78	-259,88	-214,98	-170,08	-125,17	-80,27
		150%	-268,72	-223,82	-178,92	-134,02	-89,12	-44,21
		200%	-232,66	-187,76	-142,86	-97,96	-53,06	-8,15
II	20x3	0%	-328,21	-286,67	-245,13	-203,58	-162,04	-120,50
		50%	-284,61	-243,06	-201,52	-159,98	-118,44	-76,90
		100%	-241,00	-199,46	-157,92	-116,38	-74,83	-33,29
		150%	-197,40	-155,85	-114,31	-72,77	-31,23	10,31
		200%	-153,79	-112,25	-70,71	-29,17	12,38	53,92
II	Cerrado	0%	-68,88	-53,61	-38,34	-23,07	-7,80	7,47
		50%	-26,97	-11,70	3,58	18,85	34,12	49,39
		100%	14,95	30,22	45,49	60,76	76,03	91,31
		150%	56,86	72,14	87,41	102,68	117,95	133,22
		200%	98,78	114,05	129,32	144,59	159,86	175,14
Eucalipto		0%	-676,40	-560,10	-443,81	-327,51	-211,21	-94,91
		50%	-433,11	-316,81	-200,51	-84,21	32,09	148,38
		100%	-189,82	-73,52	42,78	159,08	275,38	391,68
		150%	53,48	169,77	286,07	402,37	518,67	634,97
		200%	296,77	413,07	529,37	645,66	761,96	878,26

2.4 CONCLUSÕES

Nas condições específicas em que se desenvolveu este estudo, pode-se concluir:

- Investimentos em plantio de eucalipto puro, plantio em faixas eucalipto/cerrado e exploração da vegetação de cerrado, visando produzir madeira para carvão vegetal, não são viáveis economicamente, considerados os níveis de preço da madeira em pé, as condições de produtividade e os custos de produção dos tratamentos em estudo;

- Dentre todos os tratamentos avaliados, o cerrado do experimento II foi o que apresentou o melhor resultado econômico (menor prejuízo), enquanto o eucalipto puro teve o pior resultado econômico (maior prejuízo);

- Aumentos na taxa de desconto e/ou no custo da terra afetam significativamente o VPL de todos os tratamentos estudados, sendo sua influência maior, em termos percentuais, sobre o cerrado puro e o plantio em faixas do que sobre o eucalipto puro;

- Conjugando-se aumentos da produtividade da madeira da vegetação de cerrado e do eucalipto com reduções dos custos de produção é possível viabilizar economicamente todos os tratamentos estudados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINO, J.C. Características de crescimento e variação da densidade básica da madeira em 12 espécies de *Eucalyptus* em 3 regiões do estado de Minas Gerais. Piracicaba: ESALQ, 1983. 90p. (Dissertação - Mestrado em Ciência Florestal)
- ALBINO, J.C.; TOMAZELLO FILHO, M. Evolução de crescimento de doze espécies/procedências de *Eucalyptus* em três regiões bioclimáticas do estado de Minas Gerais. Planaltina-DF: Ministério da Agricultura/EMBRAPA-CPAC, 1985. 46p. (Boletim de Pesquisa, 25).
- ALBUQUERQUE, J.de L., Avaliação econômica de alternativas de financiamento da produção no estado de Minas Gerais. Viçosa: UFV, 1993. 102p. (Dissertação - Mestrado em Ciência Florestal)
- ALFARO, L.G.J. Localização econômica dos reflorestamentos com eucalipto, para a produção de carvão vegetal, no Estado de Minas Gerais. Viçosa: UFV, 1985.147p. (Dissertação - Mestrado em Ciência Florestal)
- † ALMEIDA LIMA, C.S. de. Desenvolvimento de um modelo para manejo sustentado do cerrado. Lavras: UFLA, 1997. 159p. (Dissertação - Mestrado em Produção Florestal)
- ANDRADE, H.B. Avaliação de espécies e procedências de *Eucalyptus* L'Héritier (Myrtaceae) nas regiões Norte e Noroeste do Estado de Minas Gerais. Lavras: ESAL, 1991. 105p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)
- ANTUNES, F.Z. Caracterização climática do estado de Minas Gerais: climatologia agrícola. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.12, n.138, p.9-13, jun. 1986.

- ASSIS, R.L. de. Armazenamento de água no solo, produção de biomassa e avaliação do estado nutricional em plantios de *Eucalyptus urophylla* sob diferentes espaçamentos na região de Bocaiúva-MG. Lavras: UFLA, 1996. 72p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CARVÃO VEGETAL Anuário estatístico. Belo Horizonte, 1995. 18p.
- * AZEVEDO, L.G. de; ADAMOLI, J. Avaliação agroecológica dos recursos naturais da região dos cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO; Savanas: Alimento e Energia, 6, Brasília, 1982. Anais... Brasília: EMBRAPA-CPAC, 1988. p.729-761.
- * AZEVEDO, L.G.; CASER, R.L. Regionalização do cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO: uso e manejo, 5, Brasília, 1979. Anais...Brasília: EMBRAPA/CPAC/CNPq, 1980. p. 211-229.
- BALLONI, E.A. Influência do espaçamento de plantio na produtividade florestal. In: Silvicultura, São Paulo, v.3, n.31, p.588-593. jul/ago 1983.(SIMPÓSIO IUFRO EM MELHORAMENTO GENÉTICO E PRODUTIVIDADE DE ESPÉCIES FLORESTAIS DE RÁPIDO CRESCIMENTO, ÁGUAS DE SÃO PEDRO, 1980).
- BARROS, N.F.de; NOVAIS, R.F.; CARDOSO, J.R.; MACEDO, P.R.O. Algumas relações solo-espécie de eucalipto em suas condições naturais. In: BARROS, N.F.de; NOVAIS, R.F. de.(eds.) Relação solo-eucalipto. Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. p.1-24.
- BARROS, N. F. de; SILVA, O. M. da; PEREIRA, A. R.; BRAGA, J. M.; LUDWIG, Análise do crescimento de *Eucalyptus saligna* sob diferentes níveis de N, P e K no Vale do Jequitinhonha, MG. In: SIMPÓSIO SOBRE CERRADOS; Savanas: alimento e energia, 6, Brasília, 1982. Anais... Brasília: EMBRAPA-CPAC, 1988. p. 311-321.
- BATISTA, E.A.; COUTO, H.T.Z. do. Influência de fatores químicos e físicos do solo sobre o desenvolvimento da vegetação de cerrado na reserva biológica de Mogi-Guaçu. Revista do Instituto Florestal, São Paulo, v.2, n.1, p.69-86, 1990.

- BERGER, R.** Métodos de valorização de recursos florestais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. Anais...Campos do Jordão, 1990. p.55-60.
- BERNADO, A.L.** Crescimento e eficiência nutricional de *Eucalyptus* spp sob diferentes espaçamentos na região de cerrado de Minas Gerais. Viçosa: UFV, 1995. 102p. (Dissertação - Mestrado em Ciência Florestal)
- BEZERRA, R.G.** Consórcio de eucalipto com soja e milho na região de cerrado no noroeste de Minas Gerais: um estudo de caso. Lavras: UFLA, 1997. 91p. (Dissertação - Mestrado em Produção Florestal)
- BOTELHO, S.A.** Espaçamento. In: SCOLFORO, J.R.S. Manejo florestal. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. p.381-406.
- BRASIL.** Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Departamento Nacional de Meteorologia. Normais climatológicas (1961-1990). Brasília, 1992. 84p.
- CABRAL, F.C.P.** Desenvolvimento de um sistema computacional para simular e comparar economicamente alternativas de manejo de plantações florestais. Viçosa: UFV, 1990. 108p. (Dissertação - Mestrado em Ciência Florestal)
- CAMARGO, A.P. de.** Clima do cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, São Paulo, 1962. Anais... São Paulo: USP, 1963. p.93-115.
- CAMARGO, F.M.** Caracterização da vegetação lenhosa e dos solos de um mosaico de cerrado, floresta semidecídua e floresta decídua em Bocaiúva, MG. Lavras: UFLA, 1997. 55p. (Dissertação - Mestrado em Manejo Ambiental)
- CAMPOS, J.C.C.; LEITE, H.G.; SOUZA, R.N. de; VITAL, B.R.** Relações entre espaçamento, volume e peso de madeira em plantações de eucalipto. Revista *Árvore*, Viçosa, v.14, n.2, p.119-133, jul./dez. 1990.
- CAPP FILHO, M.** Avaliação econômica do reflorestamento no Estado de Minas Gerais: efeitos do incentivo fiscal. Viçosa: UFV, 1976. 107p. (Dissertação - Mestrado em Ciência Florestal)

- CARMO, D.N.; RESENDE, M.; SILVA, T.C.A. Avaliação da aptidão das terras para eucalipto. In: BARROS, N.F.de; NOVAIS, R.F. de. (eds.) **Relação solo-eucalipto**. Viçosa, Folha de Viçosa, 1990. p.187-236.
- CARVALHO, P.E.R. Comparação de espécies nativas, em plantio em linhas em capoeira, na região de Irati-PR - resultados aos sete anos. EMBRAPA- Unidade Regional de Pesquisa Florestal Centro-Sul. p.53-68. 1982. (Boletim de Pesquisa Florestal, 5)
- CARVALHO FILHO, A.P. O engenheiro florestal e o manejo florestal sustentável. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-CPATU **Diagnóstico dos projetos de manejo florestal no estado do pará - fase paragominas**. 1996, p.48-52. (Relatório)
- CASTRO, A.J. Comparação florística de espécies do cerrado. **Silvicultura**, São Paulo, n.58, p.16-18, nov/dez 1994.
- CATIE. **Silvicultura de espécies promissoras para produção de lenha em América Central: resultados de cinco años de investigación**. Turrialba, Costa Rica, p.91-104.1986. (Informe Técnica, 86)
- CHICHORRO, J.F. **Avaliação econômica de experimento de *Eucalyptus grandis*, no cerrado de Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1987. 125p. (Dissertação - Mestrado em Ciência Florestal)
- CHICHORRO, J.F.; REZENDE, J.L.P.; CECON, P.R.; BARROS, N.F. de. Efeito do fertilizante na produtividade e economicidade do *Eucalyptus grandis*, no município de Martinho Campos-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.18, n.1, p.33-44, 1994.
- CLUTTER, J.R.; FORTSON, J.C.; PIENAER, L.V.; BRISTER, G.; BAILEY, R.L. **Timber management: A quantitative approach**. Wiley. New York: Wiley. 1983. 333p.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 4ª aproximação**. Lavras, 1989. 176p.

- + COSTA NETO, F. Subsídios técnicos para um plano de manejo sustentado em áreas de cerrado. Viçosa: UFV, 1990.142p. (Dissertação - Mestrado em Ciência Florestal)
- + EITEN, G. Vegetação do cerrado. In: PINTO, M.N.(org.). Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas. 2.ed. Brasília: UnB, 1993. p17-73.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-CPAC. Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. Planaltina, 1981, 190p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-CPAC. Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados-1981/82. Planaltina, 1985, 177p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-CPAC. Chuva nos cerrados. Brasília, 1994. 423p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. El eucalipto en la replobacion florestal. Roma, 1981. 723p.
- FARO, C. Elementos de engenharia econômica. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1979. 328p.
- FERRI, M.G. Os cerrados de Minas Gerais. Ciência e Cultura, São Paulo, v.27, n.11, p.1217-1220, 1975.
- FISHWICK, R.W. Estudos de espaçamentos e desbastes em plantações brasileiras. Brasil Florestal, Brasília, v.7, n.26, p.13-23, 1976.
- FOSTER, B.B. Multiple discount rate for discounting forestry investments. Forestry Chronicle, v.55, n.1, p.17-20, 1979.
- GALRÃO, E.Z.; LOPES, A.S. Deficiências nutricionais em solos de cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO: uso e manejo, 5, 1979. Brasília. Anais...Brasília: Editerra, 1980. p.593-614.
- GOLFARI, L. Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento. Belo Horizonte, PNUD/FAO/IBDF-BRA/71/545, 1975. 65p. (Série Técnica, 3).

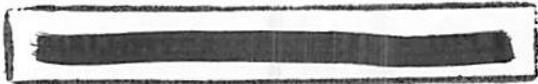
- GOMES, T.R. Efeito do espaçamento no crescimento e nas relações hídricas de *Eucalyptus* spp. na região de cerrado de Minas Gerais. Viçosa: UFV, 1994. 85p. (Dissertação - Mestrado em Ciência Florestal)
- GORGULHO, E.P.; RAMALHO, M.P.; SOARES, A.R. Avaliação de progênies de *Eucalyptus pyrocarpa* L. Jonhson e Blaxell, em diferentes espaçamentos de plantio. *Revista Árvore*, Viçosa, v.15, n.3, p.207-216, 1991.
- GUIMARÃES, D.P.; MOURA, V.P.G.; REZENDE, G.C. et al. Avaliação silvicultural e dendrométrica e tecnológica de espécies de *Eucalyptus*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1983. 73p. (Boletim de Pesquisa, 20).
- HEISEKE, D.R. Estudos de tipologias florestais de cerrado, na região central de Minas Gerais. Brasília: PNUD/FAO/IBDF/BRA-45, 1976. (Série Técnica, 7).
- HELIWELL, O.R. Discounts rate in land use planining. *Forest Science*, v.47, n.2, p.147-52, 1974.
- HESS, G.; MARQUES, J.L.M.; PAES, L.C.M.R.; PUCCINI, A.L. Engenharia econômica. DIFEL, São Paulo, 1985. 265p.
- HIGUCHI, N. Experiências e resultados de ntervenções silviculturais na floresta tropical úmida brasileira. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: Desafio das Florestas Neotropicais, Curitiba, 1991. Anais...Curitiba, 1991. p. 138-152.
- HILLIS, W.; BROWN, A.G. *Eucalyptus* for wood production. Melbourne, CSIRO, 1978. 433p.
- HOEFLICH, V.A.; GRAÇA, L.R.; CARVALHO, P.E.R. Conversão de capoeiras em povoamentos de pinheiro do paraná: uma avaliação econômica. Colombo: EMBRAPA-CNPF. 1990, p.1-20. (Boletim de Pesquisa Florestal, 20).
- KUHLMANN, E. ,SILVA, Z.L. da, ENEAS, Y.S. et al. Cobertura vegetal da região do cerrado: carta da cobertura vegetal. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v.45, n.2, p.205-231, 1983.

- LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas-possibilidades e método de aproveitamento sustentado.** GTZ, Eschborn, 1990. 343p.
- LELES, P.S.dos S. **Crescimento, Alocação de biomassa e distribuição de nutrientes e uso de água em *E. camaldulensis* e *E. pellita* sob diferentes espaçamentos.** Viçosa: UFV, 1995. 133p. (Dissertação - Mestrado em Nutrição de Plantas)
- LIMA, W. de P. **Impacto ambiental do eucalipto.** 2.ed. São Paulo: USP, 1993. 301p.
- LIMA, W. de P. **Impactos da cultura do eucalipto.** *Silvicultura*, São Paulo, n.64, p.32-38, nov/dez, 1995.
- LIMA JUNIOR., V.B. **Determinação da taxa de desconto para uso na avaliação de projetos de investimentos florestais.** Viçosa: UFV, 1995. 90p. (Dissertação - Mestrado em Ciência Florestal)
- LOPES, A.S. **Solos sob cerrado: características, propriedades e manejo.** 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1984. 162p.
- LORENZONI, R.A. **Desenvolvimento de um sistema computacional para simular e comparar economicamente a localização de praças de fornos em áreas de reflorestamento e carvoejamento de eucaliptos.** Viçosa: UFV, 1988. 85p. (Dissertação - Mestrado em Ciência Florestal)
- MACHADO, M.A.A.C. **Minas, estado florestal.** *Silvicultura*, São Paulo, n.61, p. 39-40, maio/jun, 1995.
- MALAN, F.S. **The wood properties and qualities of three South African grown eucalypt hybrids.** *South African Journal*, n.167, p.35-44. Dez, 1993.
- MANNING, G.H. **Evaluating public forest investment in British Columbia - The choice of discount rate.** *Forestry Chronicle*, v.53, n.1, p.155-158, 1977.
- MARQUEZ, C.E.C. **Estudo silvicultural e econômico de povoamento de eucalipto na região de cerrado de Minas Gerais.** Viçosa: UFV, 1997. 131p. (Dissertação - Mestrado em Ciência Florestal).

- MATTHEWS, J.D. *Silvicultural systems*. Oxford: Oxford Science Publications, 1994. 284p.
- MORAIS, E.J. *Crescimento e eficiência nutricional de espécies de eucaliptos em duas regiões bioclimáticas de Minas Gerais*. Viçosa: UFV, 1988. 56p. (Dissertação - Mestrado em Ciência Florestal)
- MOURA, V.P.G. *Comportamento de espécies/procedências de Eucalyptus em Várzea da Palma-MG, região de transição cerrado-caatinga*. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO-Savanas: alimento e energia, 6, Brasília, 1982. *Anais...Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1988. p.353-372.*
- MOURA, V.P.G. *Seleção de espécies e procedências de essências florestais nativas e exóticas na região dos cerrados*. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-CPAC. *Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados-85/87*. Planaltina, p.226-230. 1991.
- MOURA, V.P.G.; CASER, R.L.; ALBINO, J.C.; GUIMARÃES, D.P.; MELO, J.T.de; COMASTRI, S.A. *Avaliação de espécies e procedências de Eucalyptus em Minas Gerais e Espírito Santo: resultados parciais*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1980. 104p. (Boletim de Pesquisa, 1).
- MOURA, V.P.G.; GUIMARÃES, D.P. *Uma análise da atividade florestal nos cerrados*. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO; Savanas: alimento e energia, 6, Brasília, 1982. *Anais... Brasília: EMBRAPA-CPAC, 1988. p.853-870.*
- NOGUEIRA NETO, P. *Conservação da natureza do cerrado*. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO: Bases para a utilização agropecuária, 4, Brasília, 1976. *Anais... Belo Horizonte / São Paulo, 1977. p.349-352.*
- NOVAIS, R.F.de; BARROS, N.F.de; COSTA, L.M.da. *Aspectos nutricionais e ambientais do eucalipto*. *Silvicultura*, São Paulo, n.68, p.10-17. set/out, 1996.
- OLIVEIRA NETO, S.N. de. *Biomassa, nutrientes e relações hídricas em Eucalyptus camaldulensis Dehn. em resposta à adubação e ao espaçamento*. Viçosa: UFV, 1996. 131p. (Dissertação - Mestrado em Ciência Florestal)

- PATÑO-VALERA, F. Variação genética em progênies de *Eucalyptus saligna* Smith. e sua interação com o espaçamento. Piracicaba: ESALQ, 1986. 192p. (Dissertação - Mestrado em Ciência Florestal)
- POGGIANI, F. Aspectos ambientais da exploração de florestas naturais e de plantação de eucaliptos. *Silvicultura*, São Paulo, n.62, p.10-15, jul/ago, 1995.
- PRICE, C. To future-whith indifference or concern? *Journal of Agricultural Economics*, v.25, n.1, p.393-398, 1973.
- RATTER, J.A.; RIBEIRO, J.F. Biodiversity of the flora of the cerrado. In.: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8, Brasília, 1996. *Anais...* Brasília: EMBRAPA/CNPF, 1996, p.3-5.
- REIS, G.G.; HALL, A.E. Relações hídricas e atividade do sistema radicular de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em condições de campo. *Revista Árvore*, Viçosa, v.11, n.1, p.43-55, 1987.
- REZENDE, J.L.P.; LOPES, H.V. da S.; BARROS, A.A.A. Efeito das variações no preço da madeira e no custo de exploração sobre as idades ótimas de corte de povoamentos florestais. *Revista Árvore*, Viçosa, v.18, n.3, p.230-242, 1994.
- REZENDE, J.L.P.; LOPES, H.V.da S.; NEVES, A.R.; PAULA JUNIOR, G.G. A importância do custo da terra na determinação da idade ótima de corte de povoamentos de eucalipto. *Revista Árvore*, Viçosa, v.18, n.1, p.45-55. 1994.
- REZENDE, J.L.P.; LOPES, H.V.da S.; PAULA JUNIOR, G.G.; NEVES, A.R. Efeito da taxa real de desconto sobre a idade ótima de corte de povoamentos de eucalipto, no estado de Minas Gerais. *Revista Árvore*, Viçosa, v.17, n.3, p.339-350. 1993.
- REZENDE, J.L.P.; OLIVEIRA, A.D. de Avaliação de projetos florestais. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1993. 47p.
- REZENDE, J.L.P.; PEREIRA, A.R.; OLIVEIRA, A.D.de. Espaçamento ótimo para a produção de madeira. *Revista Árvore*, Viçosa, v.7, n.1, p.30-43. 1983.

- REZENDE, J.L.P.; VALE, A.B.do; MINETTE, L. Estudo comparativo da produção de carvão da madeira da vegetação nativa e de *Eucalyptus* spp. Viçosa: SIF/IBDF, 1986. 45p.**
- RIBEIRO, G.T.; OLIVEIRA, A.C.de; FREITAS, G.D.; ALTHOFF, P. Medidas de controle ambiental e seus efeitos nos reflorestamentos da Mannesmann. In: SIMPÓSIO BILATERAL BRASIL-FINLÂNDIA SOBRE ATUALIDADES FLORESTAIS. Curitiba, 1988. Anais... Curitiba: UFPR, 1988. p.266-284.**
- RIZZINI, C.T. Contribuição ao conhecimento e aproveitamento dos cerrados em Minas Gerais. In: REUNIÃO BRASILEIRA DO CERRADO, RECEPERAÇÃO DO CERRADO, Sete Lagoas, 1961. Anais... Rio de Janeiro: DPEA, 1964. p.45-60.**
- ROMERO, J.C.C. Avaliação econômica de danos a áreas reflorestadas com eucalipto, no estado de Minas Gerais. Viçosa: UFV, 1985. 200p. (Dissertação - Mestrado em Ciência Florestal)**
- SCOLFORO, J.R.S. Mensuração Florestal 5: crescimento florestal 1. Lavras: ESAL/FAEPE, 1994. 182p.**
- SCOLFORO, J.R.S. Manejo de florestas nativas. In: SCOLFORO, J.R.S. Manejo florestal. Lavras: UFLA/FAEPE, p.3-50. 1997.**
- SCOLFORO, J.R.S., FISHER, F.; RODRIGUES, J.R.; ACERBI JR, F.W.; PULZ, F.A. Sistemas silviculturais. In: SCOLFORO, J.R.S. Manejo florestal. Lavras: UFLA/FAEPE, p.117-185.1997.**
- SCOLFORO, J.R.S., SILVA, S.T. O conceito de "floresta balanceada de Meyer" como opção para intervenção em cerrado sensu stricto. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, Curitiba, 1993. Anais... Curitiba, 1993. v.1, p.378-381.**
- SILVA, A.A.D.da. Análise econômica da substituição de povoamentos de *Eucalyptus* spp. Viçosa: UFV, 1990. 109p. (Dissertação - Mestrado em Ciência Florestal)**
- SILVA, J.G.M.da. Relações solo-vegetação como instrumento para o manejo da vegetação do cerrado no Triângulo Mineiro. Viçosa: UFV. 1993. 136p. (Doutorado em Ciência Florestal)**



- SILVA, R.P.da. **Simulação e avaliação econômica de um programa plurianual de reflorestamento para fins de planejamento da empresa florestal.** Viçosa: UFV, 1992. 56p. (Dissertação - Mestrado em Ciência Florestal)
- SMITH, E.B.S. **Determinação da rotação econômica para *Eucalyptus grandis* (W. Hill ex. Maiden), destinado a produção de carvão vegetal.** Viçosa: UFV, 1989. 69p. (Dissertação - Mestrado em Ciência Florestal)
- SOUZA DIAS, B.F. A conservação da natureza. In: PINTO, M.N. (org.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectiva.** 2.ed. Brasília: UnB, 1993. p.607-664.
- TAYLOR, C.J. **Introdução à silvicultura tropical.** Rio de Janeiro, 1996. 200p.
- VALE, A.B.; BARROS, N.F.; BRANDI, R.M. Estudo sobre o enriquecimento de mata secundária com seis espécies florestais. **Brasil Florestal**, Brasília, v.5, n.18, p.29-32, 1974.
- VALE, A.B.; PAIVA, H.N. de; FELFILI, J.M.; NASCIMENTO, A.G. **Influência do espaçamento e do sítio na produção florestal.** Viçosa: SIF, 1982. 20p. (Boletim Técnico, 4).
- VITAL, B.R., ALMEIDA, J.de, VALENTE, O.F., PIRES, I.E. Características de crescimento das árvores e de qualidade da madeira de *Eucalyptus camaldulensis* para a produção de carvão. **IPEF**, Piracicaba, n47, p.22-28, 1994.
- YAMAZOE, G.; DIAS, A.C.; MOURA NETTO, B.V. de; GURGEL GARRIDO, L.M.do A. Enriquecimento de vegetação secundária com *Euterpe edulis* Mart. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.2, n.1, p.55-67, 1990.