

ANABEL APARECIDA DE MELLO

**ESTUDO SILVICULTURAL E DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO
MANEJO DA VEGETAÇÃO DO CERRADO**

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

Orientador

Prof. Antônio Donizette de Oliveira

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

1999

ANABEL APARECIDA DE MELLO

**ESTUDO SILVICULTURAL E DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO
MANEJO DA VEGETAÇÃO DO CERRADO**

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

APROVADA em 27 de fevereiro de 1999

Prof. José Roberto Soares Scolforo UFLA

Prof. José Luiz Pereira Rezende UFLA

Prof. Antônio Donizette de Oliveira

UFLA

(Orientador)

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

À minha mãe, pelo carinho, incentivo e apoio

Ao meu pai “*in memoriam*”

Aos meus irmãos, minha prima Ju e meus avós

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, à coordenadoria de Pós-Graduação e ao Departamento de Ciências Florestais pela oportunidade de realização do curso;

Ao PADCT/CIAMB/CNPQ, órgãos financiadores do projeto Manejo Sustentável do Cerrado; e à CAPES, pela bolsa de estudo concedida;

À empresa REFLORALJE e ao IEF, pela oportunidade de realização de um trabalho em sua área e pela ajuda e amizade dos seus funcionários;

Ao engenheiro florestal Vicente de Paula Silveira da Companhia Mineira de Metais, grupo Votorantim, pelo fornecimento das informações sobre custos de produção de madeira;

Aos professores Antônio Donizette de Oliveira e José Roberto Soares Scolforo, pelos ensinamentos transmitidos durante o curso, pela paciência, atenção e confiança;

Aos professores José Luiz Pereira Rezende, Sebastião do Amaral Machado, José Marcio de Mello e Daniel Furtado Ferreira pela ajuda durante o curso e pelas sugestões; ao Prof. Ary Teixeira de Oliveira Filho, pela ajuda na classificação das espécies;

Ao engenheiro Sérgio Teixeira, Samurai, Cubatão, Silvio, Karen, Adriana, Cláudio, Carla, Taís, Rubens e ao meu irmão João Luis pela grande ajuda na coleta dos dados, imprescindível para realização do trabalho;

Aos professores Marco Aurélio Leite Fontes e Dulcinéia Carvalho pelo apoio nas horas difíceis e pela amizade durante o curso;

Aos companheiros do curso de pós-graduação e, em especial, aos amigos Adelson, Faustinho e Fred por todos os momentos passados na Universidade;

Às amigas Ana Paula Leite, Andrea, Eliana , Sandra e Carla pela amizade, ajuda e consolo nas horas de desespero ;

À todos os professores e funcionários do DCF pelo apoio e à todos que, de alguma forma, contribuíram na realização deste trabalho.

RESUMO GERAL

MELLO, Anabel Aparecida de. **Estudo silvicultural e da viabilidade econômica do manejo da vegetação do cerrado**. Lavras: UFLA, 1999. 164 p. (Dissertação em Engenharia Florestal)¹

Este estudo foi realizado com o objetivo de comparar diferentes níveis de intervenções (retirada de 50, 70, 80, 90 e 100% da área basal e testemunha), na vegetação de um cerrado *stricto sensu*. Os dados para realização deste estudo foram obtidos em experimento situado no município de Coração de Jesus, norte do estado de Minas Gerais. Foram realizadas avaliações nos anos de 1986, 1996 e 1998 em 30 parcelas de 600m² instaladas em uma área de 30 ha, sujeita a 6 tratamentos, com 5 repetições cada. Estes consistiram em: retirada de 50%, 70%, 80%, 90% e 100% da área basal, além da testemunha. Foram obtidos o número de árvores e a área basal das plantas com circunferência a 1,30m de altura (CAP) maior ou igual a 15,7cm. O capítulo 1 teve como objetivo comparar estatisticamente o desenvolvimento do número de árvores e da área basal após dez anos de aplicação dos níveis de intervenção. Utilizando a análise de covariância encontraram-se resultados que permitiram concluir que o experimento ainda estava em fase de crescimento por ocasião de sua instalação; o tratamento onde ocorreu retirada de 100% da área basal foi o que apresentou maior acréscimo percentual em número de árvores e área basal; pode-se sugerir um ciclo de corte de 12 anos, considerando o número de árvores e de 10 anos considerando a área basal. O objetivo do capítulo 2 foi verificar o impacto causado, à estrutura e à diversidade da vegetação remanescente após doze anos da aplicação dos níveis de intervenção, utilizando índices que representam a estrutura da vegetação. Observou-se que a família Leguminosae apresentou o maior número de espécies e a família Vochysiaceae o maior número de indivíduos. Após doze anos das intervenções a vegetação remanescente apresentou índices de diversidade semelhantes aos de outras áreas que não sofreram intervenções, mostrando que não houve perda significativa em diversidade. Para o capítulo 3 utilizou-se os dados dos inventários realizados em 1996 e 1998 para estimar a produção da floresta em questão até o mês de outubro de 2007. Para isto realizou-se a prognose através da matriz de transição. Os resultados encontrados foram: das prognoses efetuadas verifica-se que todos os níveis de intervenção superam em pelo menos 50% o número de plantas mensurados em 1986 e que o ritmo de crescimento da vegetação remanescente é superior ao da vegetação que não sofre qualquer intervenção, mostrando que é viável intervir na vegetação do cerrado. O capítulo 4 teve como objetivos principais verificar a viabilidade econômica das intervenções e comparar a opção de manejar a vegetação do cerrado com a opção de reflorestar com

eucalipto. Através da utilização do método VPL para um horizonte infinito concluiu-se que a exploração do cerrado, visando produzir madeira para lenha, é viável economicamente, para todos os regimes de manejo estudados, com exceção da retirada de 50% da área basal. O ciclo de corte economicamente ótimo para todos os tratamentos foi de 10 anos, sendo a retirada de 90% da área basal o regime com maior retorno econômico. Do ponto de vista econômico, investir no plantio de eucalipto em região de cerrado, visando produzir madeira para energia só é mais interessante que manejar a vegetação do cerrado se a produtividade do eucalipto for maior do que 45st/ha.ano.

Palavras-chave: vegetação do cerrado, regimes de manejo, ciclo de corte, viabilidade econômica

¹ Comitê Orientador: Antônio Donizette de Oliveira - UFLA (Orientador), José Roberto Scolforo - UFLA, José Luiz Pereira Rezende - UFLA

GENERAL SUMMARY

MELLO, Anabel Aparecida de. Silvicultural study and economic viability of management of the savana vegetation. UFLA, 1999. Cap.3. 164 p. (Dissertation - Msc in Forest Engineering)

This study was performed aiming to compare different levels of intervention (remotion 50, 70, 80, 90 and 100% of the basal area and the control) in the vegetation of the savana "stricto sensu". The data for accomplishment of this study were obtained in the Alvação farm, municipal district of Coração de Jesus, north of the state of Minas Gerais. Evaluations were accomplished in the years of 1986, 1996 and 1998 in 30 plots of 600m² installed in an area of 30 ha subjected to 6 treatments. These consisted in: remotion of 50%, 70%, 80%, 90% and 100% of the basal area, besides the control, with 5 repetitions each. In these it was obtained the number of trees and the basal area of the plants with circumference at 1,30m of height (CAP) larger or equal to 15,7 cm. Chapter 1 deals with the objective of statistically comparing the development of the number of trees and the basal area after 10 years of applying intervention levels. Using a covariance analysis the results allowed to conclude that the experiment was still in the growing stage at the time of its installation. In areas where 100% of the basal area had been removed presented the largest growth rate in number of trees and basal area, it could suggest a 12 years cutting cycle, considering the number of trees and a 10 years cutting cycle considering the basal area. The objective of chapter 2 was to verify the impact caused in the structure and diversity of remaining vegetation after 10 years of application of different levels of intervention, using indices that represented the vegetation structure. It was observed that the Leguminosae family presented the largest number of species and the Vochysiaceae family presented the largest number of individuals. After 10 years of intervention the remaining vegetation presented indices of diversity similar to other areas which did not suffer intervention, showing that there was no significant loss in diversity. For the chapter 3 it was used data from inventories carried out on 1996 and 1998 to estimate the forest production until the year 2007. To perform this prognosis the transition matrix was used. The found results were: the prognosis showed that all levels of intervention were superior in at least 50% of the number of measured plants in 1986 and the growth rate of remaining vegetation was superior to those that did not suffer any intervention showing that it is viable to intervene in the savana vegetation. The objective of chapter 4 was to verify the economic viability of interventions and to compare management options for the savana with the option of reforestation with eucalyptus. Through the use of Net

Present Value (VPL) method with infinite horizon it was concluded that the exploitation of the savana for production of fire wood is economically viable considering the price levels of wood, production costs and conditions of production for all management regimes mentioned in this study with the exception of the removal of 50% of the basal area. The best economic option for all treatments proved to be a 10 years cutting cycle with the removal of 90% of the basal area showing the best economic return. From the economic stand point of view, to invest in eucalyptus plantations in areas of savana aiming to produce wood for energy is of more interest over the management of the savana vegetation only if the productivity of the eucalyptus is over 45st/ha/year.

Key words: savana vegetation, management regimes, cutting cycle, economic viability

¹ Guidance Comitee: Antônio Donizette de Oliveira - UFLA (Major Professor), José Roberto Scolforo - UFLA, José Luiz Pereira Rezende - UFLA

Ficha Catalográfica preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA

Mello, Anabel Aparecida de

Estudo silvicultural e da viabilidade econômica do manejo da vegetação do
cerrado / Anabel Aparecida de Mello. – Lavras: UFLA, 1999.

187p. : il.

Orientador: Antônio Donizette de Oliveira.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Cerrado - Vegetação. 2. Manejo. 3. Ciclo de corte. 4. Viabilidade
econômica. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-634.952

-574.52643

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil possui cinco grandes tipos de vegetação que cobrem extensa área do país: a floresta amazônica, o cerrado, a caatinga, a floresta atlântica e as pradarias (Eiten,1993).

O cerrado é uma savannah tropical na qual uma vegetação rasteira coexiste com árvores e arbustos esparsos e ocupa cerca de 2 milhões de Km², cerca de 22% do território nacional. Segundo Young e Solbrig (1993), a análise quantitativa da vegetação do cerrado mostra uma variação em fisionomia e composição de espécies e uma correlação significativa tem sido estabelecida entre o gradiente estrutural da vegetação e o nível de nutrientes no solo em certas áreas. Esta vegetação é carente em estudos mais profundos, pois possui uma enorme riqueza sob o aspecto biológico-ambiental que está sendo degradada.

Usando um sistema de informações geográficas, o Instituto Estadual de Florestas (IEF, Regional Sul, 1996) quantificou a área de tipologias de cerrado para cada uma das regiões de Minas Gerais. A área encontrada foi de 3,1 milhões de hectares o que corresponde a 10,1% dos 30,8 milhões de hectares que havia anos atrás (Costa Neto,1990). Estes dados mostram que devem ser tomadas sérias providências para tentar reverter essa situação, pois a exploração irracional das áreas de cerrado, principalmente para retirada de lenha para fabricação de carvão vegetal, vem reduzindo a diversidade desse bioma.

Com a criação da Lei nº 5106 que concedia incentivos fiscais para o reflorestamento, a atividade florestal nos cerrados passou a ter maior destaque devido à grande extensão das propriedades, os baixos custos das terras e da mão-de-obra, condições climáticas favoráveis ao reflorestamento e, ainda, topografia plana permitindo a mecanização. Estes fatores favoreceram a

instalação de empresas de reflorestamento na região com produção voltada para atender principalmente o mercado consumidor de carvão, inclusive o delas.

O mercado brasileiro consumidor de carvão vegetal demanda cerca de 23,6 milhões de m.d.c. por ano, sendo que Minas Gerais é responsável pelo consumo de aproximadamente 17,3 milhões de m.d.c., o que corresponde a 73% do total consumido no país (ABRACAVE, 1998).

De 1984 até hoje, o uso de carvão vegetal oriundo de mata nativa teve uma queda acentuada. Em 1984 do total de 33 milhões de m³ consumidos no país 82,5% era proveniente de mata nativa e apenas 17,4% de reflorestamentos. Atualmente há uma reversão nesse quadro com 25% oriundos de mata nativa e 75% de reflorestamentos (ABRACAVE, 1995 e 1998).

Mesmo com a diminuição do uso da lenha proveniente de florestas nativas a vegetação do cerrado deve ser seriamente estudada para que a exploração irracional de suas riquezas não destrua a sua biodiversidade. Pode-se dizer que através de estudos na área de manejo a vegetação nativa pode ser melhor explorada e em alguns casos ter aumentada a sua produtividade e o seu aproveitamento econômico. O conhecimento do ciclo de corte ótimo é também um fator de extrema importância para o gerenciamento destas florestas, pois através da sua determinação pode-se elaborar um plano de manejo mais detalhado e correto.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Estudar, sob o aspecto silvicultural e econômico, seis diferentes formas de manejo da vegetação do cerrado.

2.2 Objetivos específicos

Comparar estatisticamente o desenvolvimento do número de árvores e da área basal após dez anos de aplicação de seis diferentes níveis de intervenções, visando definir o ciclo de corte para vegetação de cerrado *stricto sensu* da região de Coração de Jesus.

Verificar o impacto causado, a estrutura e a diversidade da vegetação remanescente de um cerrado *stricto sensu* doze anos após a aplicação de seis níveis de intervenção utilizando para tal os parâmetros que caracterizam a estrutura da vegetação.

Avaliar a prognose do número de árvores e de área basal, por classe diamétrica, em diferentes níveis de intervenções do cerrado, para avaliar o ciclo de corte em futuras intervenções.

Avaliar a viabilidade econômica de manejar a vegetação nativa do cerrado, com base em diferentes níveis de intervenção, levando em conta alterações nos parâmetros taxa de desconto, valor da terra, nível de produtividade, custo de produção e preço da madeira;

Comparar em termos econômicos duas opções para uso de terras originalmente ocupadas com vegetação de cerrado: produção de madeira (lenha) para energia manejando a vegetação do cerrado e retirada da vegetação para o plantio de eucalipto.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Caracterização do cerrado

A vegetação do cerrado cobre aproximadamente 2 milhões de Km², distribuídos principalmente pelos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Piauí, Maranhão, Tocantins e Distrito Federal, perfazendo cerca de 22% do território brasileiro (Moura e Guimarães, 1982; Nascimento e Saddi, 1992; Alho,1995).

Localiza-se predominantemente no Planalto Central do Brasil estendendo-se de 5° a 20° de latitude sul e de 45° a 60° de longitude oeste. Devido a sua heterogeneidade espacial o cerrado pode ser considerado um mosaico de diferentes tipos de vegetação (Alho,1995).

Segundo Ferri (1976) o cerrado é um grupo de formas de vegetação que se apresentam segundo um gradiente de biomassa. Diferem entre si em relação à composição botânica e à estrutura da vegetação, abrangendo desde formas campestres (campo limpo) até formas florestais com um razoável dossel contínuo (cerradão), passando pelo campo cerrado e cerrado *stricto sensu* (Eiten,1972; Ferri,1976; Coutinho, 1978; Alho,1995).

As características gerais da vegetação do cerrado são árvores geralmente baixas, de troncos e galhos retorcidos e apresentando sua parte superior sob formas muito irregulares; a casca é espessa e protegida, às vezes, por uma camada de cortiça. Algumas árvores possuem folhas de grande tamanho, em outras estas são duras, chegando a ser quase coriáceas (Romariz,1974).

As rochas que dão origem aos solos do cerrado são antigas, com idades variando de 570 milhões a 4,7 bilhões de anos. Cerca de 46% desses solos são profundos, bem drenados e possuem inclinações leves, comumente menores que

3%. Na sua maioria são ricos em argila e óxidos de ferro que lhes dão a cor avermelhada característica. Aproximadamente 90% dos solos são distróficos, ou seja, são ácidos, de baixa fertilidade e alta concentração de ferro e alumínio (Alho, 1995).

Os solos predominantes são Latossolos Vermelho-Amarelo, Vermelho-Escuro e Areias Quartzozas. Outros solos como Latossolos Concrecionários, Gley Húmico e pouco Húmico, Lateritas Hidromórficas, Litossolos, Cambissolos Distróficos e Terra Roxa Estruturada são encontrados em menor escala (Moura e Guimarães, 1982).

O clima do cerrado é do tipo tropical estacional e, segundo Köppen, classificado como Aw quente e úmido com longa estação seca (Lopes, 1984 citado por Costa Neto, 1990; Eiten, 1993). A precipitação varia na maior parte de 1100 a 1600 mm por ano, podendo chegar a 750 mm no lado nordeste e 2000 mm no lado oeste, com média de 1500 mm anuais, sendo que mais de 90% da precipitação ocorrem entre outubro e março, demarcando duas estações climáticas distintas: a chuvosa e a seca (Costa Neto, 1990; Eiten, 1993; Young e Solbrig, 1993; Alho, 1995). Durante a estação seca a umidade relativa é baixa e a evaporação é alta, sendo que a precipitação pode ser nula em alguns meses. Em 67% do cerrado a estação seca prolonga-se por 5 ou 6 meses (Alho, 1995). Segundo Eiten (1972) a temperatura média anual varia de 20 a 26° C.

Atualmente a existência do cerrado é explicada pela combinação da estacionalidade climática, do baixo nível nutricional dos solos e a ocorrência de fogo (Alho, 1995).

3.2 Dinâmica de florestas nativas

Algumas informações são fundamentais para o entendimento da dinâmica de uma floresta. Dentre elas pode-se citar a avaliação do crescimento,

o ingresso e a mortalidade. A avaliação do crescimento pode ser feita através da observação dos incrementos em diâmetro, altura, área basal ou volume num determinado espaço de tempo (intervalo entre medições). O ingresso é geralmente considerado como sendo o processo pelo qual as árvores entram na nova etapa de medição e a mortalidade o número de plantas que morrem durante este espaço de tempo.

Essas informações são de extrema importância para que as florestas naturais possam ser utilizadas em base sustentada. Para que a produção florestal seja sustentável é necessário que grande número de indivíduos de regeneração jovem das espécies economicamente importantes ingressem regularmente no povoamento e que um número mínimo de árvores sobreviva e cresça ao tamanho de abate a cada ciclo de corte (Azevedo, Souza e Jesus, 1995).

Existem, disponíveis na literatura, vários modelos que permitem obter a estimativa do ingresso e do número de árvores mortas. A seguir apresenta-se os relacionados por Scolforo (1997):

$$\text{Adams e Ek (1974)} \quad M_t = \beta_0 N_t \quad (1)$$

$$\text{Hamilton (1974)} \quad M = 1 / (1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 G + \beta_2 D_i)) \quad (2)$$

$$\text{Scolforo et al (1996)} \quad M_i = \beta_0 e^{\beta_i d_i} \quad (3)$$

$$\text{Moser (1972)} \quad I_t = \beta_0 e^{-\beta_1(G_t/N_t)} \quad (1)$$

$$\text{Davidson et al (1989)} \quad I_t = \beta_0 N_t^{\beta_1} \exp(-\beta_2 G_t^{\beta_3} N_t^{-1}) \quad (2)$$

$$\text{Scolforo et al (1996)} \quad I_i = \beta_0 e^{\beta_i d_i} \quad (3)$$

em que:

M_t e M_i = número de árvores mortas num período de tempo específico;

N_t = número de árvores vivas num período de tempo específico;

M = probabilidade de mortalidade de árvores num período de tempo específico;

It e Ii = recrutamento das plantas num período de tempo específico;

G = área basal / ha;

Gt = crescimento em área basal num período de tempo específico;

Di = diâmetro a 1,3m em cm;

β_i = parâmetros a serem estimados;

exp = exponencial;

di = valor central da iésima classe de diâmetro.

Higuchi *et al.* (1995) realizaram um estudo na Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA, no estado do Amazonas, numa área de 72 ha, contendo 3 blocos e 6 tratamentos (T0=testemunha; T1=remoção de 44% da área basal de espécies madeireiras manejadas pelo INPA (EL); T2=remoção de 50% da área basal de EL; T3=remoção de 67% da área basal de EL; T4=remoção de 50% da área basal de EL para o projeto BIONTE). O período de avaliação foi de 1986 a 1995. Encontrou-se um incremento em volume para a testemunha (IPA=3m³/ha/ano) comparável às florestas manejadas da África e da Ásia. O tratamento 3 foi o que obteve maiores incrementos médios anuais, para todas as espécies e para EL. De acordo com os dados do último ano observado o tratamento 4 obteve maior taxa de recrutamento (ingresso de novas árvores na primeira classe de DAP) e também de mortalidade. O tratamento 3 foi o que mais rápido respondeu à liberação, sendo esta positiva a partir do 2º ano.

Oliveira-Filho, Mello e Scolforo (1997), estudando a dinâmica de um fragmento de floresta montana semidecídua, no estado de Minas Gerais, por um período de 5 anos, obtiveram os seguintes resultados: incremento de 3,7% no número de árvores, 14,3% em área basal e 5,4% em DAP. A maior taxa de

mortalidade, o maior “outgrowth” e o maior recrutamento foram verificados na classe de menor DAP (5-10cm). O maior “ingrowth” ocorreu na classe de 10-15cm de DAP e foi igual a 0 nas maiores classes (70-75cm e 75-80cm). Scolforo *et al.* (1996) encontraram valores de 1% ao ano para taxa de mortalidade e de 5,5% ao ano para o ingresso em plantas com mais de 5cm de DAP, para a mesma área citada acima, o que está em conformidade com outros trabalhos.

Jesus e Garcia (1992) realizaram um experimento no município de Rio Vermelho, no estado de Minas Gerais, cuja vegetação se mistura ao cerrado e à floresta alta. O experimento foi instalado em 1986, em blocos ao acaso, com 4 tratamentos (Testemunha, Corte raso, Corte seletivo baseado nas características fenotípicas dos indivíduos e Corte de todos os indivíduos com DAP menor que 10cm e conservação de 100 árvores por hectare, selecionadas por características fenotípicas e pelo valor econômico das espécies) e 4 repetições. Verificou-se, no inventário realizado após a intervenção, que houve uma redução média do número de árvores, da área basal, do número de espécies e da diversidade em cada parcela, na ordem de 100%, 66,1% e 50% para os tratamentos 2, 3 e 4 respectivamente. Após 4 anos, verificou-se que a heterogeneidade nos tratamentos ainda era menor que a observada antes da intervenção. O tratamento 3 (Corte seletivo) foi o que apresentou melhor reposição no número de indivíduos, área basal e número de espécies.

Num estudo realizado na Reserva Florestal de Linhares, no estado do Espírito Santo, Jesus, Couto e Garcia (1992) instalaram 9 tratamentos, sendo: testemunha, redução da área basal em 15, 30 e 45% a partir dos maiores indivíduos, corte dos indivíduos abaixo de 10cm de DAP acima dos 80cm de DAP com redução de 15 e 30% da área basal dos remanescentes a partir dos maiores indivíduos, corte raso, corte dos indivíduos com DAP superior a 80cm com redução de 25% da área basal dos remanescentes a partir dos maiores

indivíduos e corte dos indivíduos com DAP superior a 50cm com redução de 25% da área basal dos remanescentes a partir dos maiores indivíduos. Foram realizados levantamentos antes da intervenção (maio de 1980), depois (agosto de 1980) e agosto de 1983, 1987 e 1990, onde obteve-se os seguintes resultados: a) com relação ao número de árvores os tratamentos 5 e 6 (retirada de árvores com DAP menor que 10cm) mostraram um ingresso inferior em relação ao número de árvores retiradas na intervenção e os tratamentos 2 e 3 favoreceram o ingresso de indivíduos nas classes de DAP maior que 10cm; b) com relação à área basal o corte raso apresentou o maior crescimento e o tratamento 2 (redução de 15% da área basal) foi o que apresentou maior recuperação em relação às condições iniciais do povoamento (96,5% da área basal original aos 7 anos e 97,1% aos 10 anos); c) com relação ao diâmetro médio quadrático o tratamento 2 também foi o que mais recuperou as condições originais.

Na Estação Experimental de Assis, SP, foi instalado um ensaio visando o manejo da vegetação natural do tipo cerrado para a produção de madeira. Utilizou-se 4 tratamentos (A - corte raso e condução da regeneração natural; B - corte seletivo, mantendo-se uma densidade de 1000 árvores por hectare, C - corte seletivo mantendo-se 500 árvores por hectare e D - testemunha) e 4 repetições. Após 9 anos verificou-se que o tratamento B apresentou o maior incremento em área basal (0,58 m²/ha/ano) e que houve alta incidência de árvores mortas (cerca de 10%) nos tratamentos C e D (Durigan, Garrido e Garrido, 1993).

Jardim *et al.* (1996) analisaram a dinâmica da vegetação arborea com DAP superior ou igual a 5 cm, de uma floresta equatorial próxima de Manaus-AM, submetida a 5 tratamentos (T00-Testemunha, T01-Anelamento das árvores que perfaziam 25% da área basal das espécies não listadas (sem interesse silvicultural), T02-Anelamento das árvores que perfaziam 50% da área basal das

espécies não listadas, T03-Anelamento das árvores que perfaziam 75% da área basal das espécies não listadas e T04-Anelamento das árvores que perfaziam 100% da área basal das espécies não listadas), comparando o comportamento de grupos funcionais (listadas e não listadas) e de grupos ecofisiológicos (tolerantes, intermediárias e heliófilas). Concluíram que as espécies listadas foram mais favorecidas pelos tratamentos, embora no tratamento 4 as não listadas tenham apresentado maior incremento periódico anual em área basal. Os tratamentos 1, 2 e 3 favoreceram mais o oportunismo das espécies listadas tolerantes e intermediárias em relação à luz.

3.3 Modelo de crescimento e produção

O estudo do crescimento e da produção é de extrema importância para o manejo florestal. Retirar mais do que a floresta produz num determinado período pode conduzir a exaustão e retirar menos causa subutilização dos recursos e pode conduzir a uma superpopulação e conseqüente estagnação da floresta. Por isso, para realização de um manejo racional é necessário que se avalie o crescimento da floresta. A produção nada mais é que o crescimento acumulado.

As técnicas utilizadas para prognosticar a dinâmica de um povoamento são chamadas de modelos de crescimento e produção e todos possuem o propósito de apresentar estimativas das características do povoamento em um ponto específico no tempo (Avery e Burkhart, 1994).

As técnicas de predição e modelagem para povoamentos equiâneos são constantemente utilizadas para estimar o desenvolvimento futuro desses povoamentos, enquanto que para povoamentos multiâneos os estudos estão apenas começando.

Silva (1989) realizou projeções para a Floresta Nacional do Tapajós, utilizando o modelo STANDPRO (Stand Tables Projection) que baseia-se no tempo de passagem e no quociente de “De Liocurt”. O objetivo desse trabalho foi simular os efeitos de tratamentos silviculturais no crescimento, mortalidade, ingresso e movimento das árvores do povoamento.

Um modelo de matriz de transição foi utilizado por Azevedo, Souza e Jesus (1995) para prognose do crescimento de um povoamento remanescente não manejado na Reserva Florestal de Linhares. Estimou-se o número de árvores que ingressaram no povoamento por regressão e foram feitas projeções a curto prazo da distribuição de diâmetro e mortalidade. O modelo proposto estimou com exatidão o ingresso e o crescimento de povoamento sobrevivente por classe de diâmetro, mas subestimou a mortalidade.

Scolforo *et al.* (1996), estudando o crescimento e produção em diâmetro e área basal das espécies de uma floresta semidecídua montana em Lavras-MG, geraram um modelo de produção para prognóstico de sua estrutura, utilizando o método do incremento diamétrico médio reconhecendo dispersão dentro da classe de diâmetro. Detectaram que em 20 anos 13 novas árvores passarão a ter no mínimo 50 cm de diâmetro e que a floresta em questão apresenta, no médio prazo, potencial para ser explorada comercialmente.

Em estudos realizados na floresta atlântica Araújo (1993), citado por Pulz (1995), concluiu que uma árvore levará em média 43 anos para ingressar no tamanho mínimo de 10cm de DAP e precisará de mais 39 anos para ingressar na classe de 25cm.

Vale *et al.* (1994), citaram um estudo realizado por Barreto *et al.* (1993), no qual eles utilizaram 3 situações diferentes na região de Paragominas-PA (floresta não manejada, cuja taxa de crescimento fosse 0,3cm/ano; ciclo de corte de 20 anos com crescimento em diâmetro de 0,8cm/ano e ciclo de corte de

30 anos com crescimento em diâmetro de 0,6cm/ano) e uma taxa de mortalidade de 2% ao ano para gerar uma tabela de prognose do que acontece com a floresta após a primeira exploração. Verificaram a ocorrência de um volume de 39m³/ha para as espécies de valor comercial presente e de 43,4m³/ha para as espécies de uso futuro, quando considerou-se um ciclo de corte de 20 anos. Onde não ocorreu a prática de manejo o volume foi de 16m³/ha para as espécies de valor comercial presente e de 18,9m³/ha para as espécies com potencial de uso futuro.

3.4 Ciclo de corte x rotação florestal

O ciclo de corte pode ser entendido como o momento (ano) em que a floresta atinge o volume desejado pelo madeireiro ou empresa, podendo também ser o momento em que as árvores atingem um diâmetro mínimo desejado para a atividade em questão. A definição do ciclo de corte é extremamente importante para o manejo de florestas naturais e está muito relacionado com a prognose da produção. O termo ciclo de corte é utilizado para florestas naturais onde não se tem idéia de quanto tempo tem a vegetação, não se conhece a idade da floresta.

Já a rotação florestal seria, de acordo com Lopes (1990), o período compreendido entre a efetivação do plantio e o corte do povoamento, e é comumente empregado nos planos de manejo florestal, uma vez que interfere diretamente na tomada de decisão do investidor. Considerando que as árvores levam tempo para crescer e que tempo custa dinheiro, a adoção de uma rotação adequada e vantajosa tem muita influência no sucesso financeiro dos investimentos florestais (Smith, 1989). A rotação florestal é utilizada em casos onde se conhece o ano de implantação da floresta e sendo assim sabe-se a sua idade.

Pulz (1995) utilizando valores de incremento periódico construiu modelos, através do método “Stepwise”, que expressam o comportamento do

incremento periódico em relação às classes de diâmetro e aos grupos de espécies. Com as estimativas de cada uma dessas funções definiu para cada grupo de espécies o tempo de passagem de uma classe para outra e, por conseguinte, um ciclo de corte em torno de 20 a 25 anos em função do diâmetro mínimo de 50cm para exploração das árvores.

Objetivando estudar o comportamento de uma floresta explorada e deixada para regenerar sem nenhuma intervenção adicional Silva (1993) realizou uma pesquisa na Floresta Nacional do Tapajós a partir de 1975. Com base nos dados de crescimento e mortalidade foram feitas projeções do povoamento através de um modelo de simulação e concluiu-se que não se pode esperar uma colheita econômica ao final de um ciclo de corte de 30 anos.

Com relação à rotação florestal ótima para florestas plantadas pode-se citar o trabalho de Smith (1989), onde o objetivo foi determinar a idade ótima de corte de três plantios de *Eucalyptus grandis* e o prejuízo econômico resultante da exploração acima dessa idade. O autor verificou que, de modo geral, para um dado preço de madeira em pé, o aumento na taxa de desconto resultou na redução da idade ótima de corte, sendo a mesma tendência observada, quando se consideram os aumentos do preço da madeira a uma dada taxa de desconto. A maior idade ótima de corte, 8 anos, foi observada no plantio que apresentou o menor crescimento volumétrico e o maior retorno econômico através do método do Benefício Custo Periódico Equivalente, a qualquer taxa de desconto, foi verificado no plantio de maior crescimento volumétrico.

Neste mesmo trabalho o autor observou, com relação ao prejuízo econômico decorrente da exploração do povoamento acima da idade ótima de corte, que à medida em que a taxa de desconto e a produtividade aumentaram, o prejuízo econômico aumentou.

Foi realizado um estudo com a finalidade de analisar os fatores que mais afetam a idade ótima de corte de povoamentos de eucalipto, por Lopes (1990). Ele trabalhou com 3 horizontes de planejamento e verificou que a taxa de desconto, o preço da madeira e a produtividade do povoamento foram os fatores que mais afetaram as idades ótimas de corte.

3.5 Análise Estrutural da vegetação

Segundo Scolforo (1995) a análise estrutural da vegetação detecta o estágio em que a floresta se encontra, observando aspectos que envolvem as espécies, quando consideradas isoladamente e as interações relativas aos indivíduos que compõem a comunidade florestal. Possuem os seguintes objetivos: manter compromisso de diversidade florística se intervenções com base em regime de manejo sustentado são previstas, permitir compreender como as espécies florestais vivem em comunidade, bem como sua importância para a mesma, verificar a distribuição espacial de cada espécie e auxiliar na definição de planos ou estratégia de revegetação de áreas degradadas, com vegetação nativa.

A Estrutura Horizontal indica a participação, na comunidade, de cada espécie vegetal em relação as outras e a forma em que esta se encontra distribuída espacialmente na área. São utilizados os seguintes índices para esta análise: a) Densidade - refere-se ao número de indivíduos de cada espécie dentro de uma comunidade vegetal; b) Dominância - é correlacionada com a área basal ou área seccional dos fustes; c) Frequência - é considerada a uniformidade de distribuição horizontal de cada espécie no terreno; d) Índice de Valor de Cobertura e e) Índice de Valor de Importância - caracteriza a importância da espécie no conglomerado total do povoamento (Scolforo, 1995).

Através da análise da Estrutura Vertical de uma floresta pode-se obter um índice sobre o estágio sucessional em que se encontra a espécie em estudo e também verificar qual a espécie mais promissora. Os índices utilizados são: a) Posição Sociológica - possibilita conhecer sobre a composição florística dos distintos estratos da floresta no sentido vertical, além do papel das diferentes espécies em cada um deles (Scolforo, 1995); b) Índice de Valor de Importância Ampliado.

Peixoto e Gentry (1990) analisaram 1000m² de mata de tabuleiro na Reserva Florestal de Linhares-ES utilizando 10 transectos de 2m x 50m, dentro dos quais foram computados todos os indivíduos com diâmetro igual ou superior a 2,54cm. Encontraram uma grande riqueza e diversidade em espécies vegetais e uma alta densidade de árvores e lianas com diâmetro igual ou superior a 10cm.

Num estudo realizado em Rio Claro-SP, numa mata mesófila semidecídua, Pagano, Leitão Filho e Shepherd (1987) utilizaram o índice de Shannon & Weanner para avaliar a heterogeneidade florística. O resultado encontrado foi um alto valor desse índice (4,29) constatando a heterogeneidade da fitocenose.

Silva Filho e Engel (1993) estudaram a estrutura de um fragmento de mata mesófila semidecídua secundária tardia em Botucatu-SP, confrontaram com matas maduras da região. Dentro de parcelas permanentes com 20m x 20m todos os indivíduos com DAP maior ou igual a 5,0cm foram identificados, marcados e mapeados. O maior índice de valor de importância (IVI) foi apresentado pela *Aspidosperma polyneuron* (Apocynaceae). Amostraram 1714 indivíduos pertencentes a 89 espécies, 63 gêneros e 36 famílias. O índice de diversidade de Shannon-Weanner foi de 3,06, considerado alto para mata secundária.

Para a Reserva Genética de Caçador-SC, Silva, Salomão e Netto (1993) utilizaram 40 parcelas amostrais de 2500m² em povoamentos de *Araucaria* e/ou *Araucaria* e associações, para obter informações sobre frequência, abundância, dominância, índice de valor de importância, índice de cobertura e índice de diversidade de Simpson. Verificaram tratar-se de uma floresta com baixa dominância de espécies, sendo a *Araucaria angustifolia* a principal componente da estrutura da floresta.

Silberbauer-Gottsberger e Eiten (1993) dividiram um hectare de cerrado, perto de Botucatu-SP, em 100 quadrados de 10m x 10m para estudar sua fitossociologia. O cerrado estava em estágio avançado de sucessão secundária para o clímax do local que é o cerradão. Encontraram uma média de 7,4 espécies de árvores por quadrado e 12 espécies de arbustos e arvoretas com menos de 3m de altura. A árvore mais importante, segundo a média de densidade relativa, frequência relativa e área basal relativa, foi *Styrax ferruginea* e o arbusto foi *Erythroxylum suberosum*.

Silva Júnior (1984) utilizou o método de quadrantes em 20 áreas de estudo, alocando em cada uma delas 25 pontos para estudar a composição florística, estrutura e fitossociologia do cerrado em Paraopeba-MG. Estimou os seguintes parâmetros: densidade relativa, total por área e por área proporcional; área basal relativa e média por hectare; frequência absoluta e relativa; índice de valor de importância; classes de diâmetro e índice de diversidade de Shannon-Weanner.

Já Oliveira-Filho (1984) utilizou parcelas de 10m x 10m dispostas em um transecto contínuo de 20m x 500m, cobrindo uma área de 1 hectare na Chapada dos Guimarães-MT, para analisar a composição florística dessa região. Os parâmetros estimados foram: densidade, dominância, frequência, índice de

valor de cobertura, índice de valor de importância, índice de diversidade de Shannon-Weanner e índice de equidade.

Para o norte de Minas Gerais, Botezelli (1994) utilizou parcelas de 100m x 10m (1000m²) para analisar a estrutura horizontal, vertical, a diversidade (índices de Shannon-Weanner e Simpson) e a similaridade (índices de Jaccard, Sorensen e Dice) de 3 áreas de cerrado.

3.6 Avaliação econômica de projetos de investimentos florestais

3.6.1 Considerações gerais

Toda aplicação de capital em um empreendimento com o objetivo básico de obter receita pode ser considerada como um projeto. Para se avaliar economicamente um projeto baseia-se no seu fluxo de caixa, que representa os custos e receitas distribuídos ao longo da vida útil do empreendimento (Rezende e Oliveira, 1993).

Os projetos de investimentos florestais exigem uma grande soma de capital para serem implantados, sendo caracterizados pelo longo prazo e, portanto, muito susceptíveis a riscos referentes tanto ao aspecto produtivo, quanto à própria instabilidade econômica do país. Neste aspecto, um bom planejamento e uma boa avaliação econômica são imprescindíveis para minimizar certos problemas da atividade florestal (Lima Júnior, 1995).

A determinação da rotação é uma consideração essencial para a tomada de decisão pelo manejador, pois a adoção de uma rotação adequada e vantajosa tem muita influência no sucesso financeiro dos investimentos florestais (Smith, 1989).

A rotação pode ser determinada de acordo com os objetivos do manejo: se o objetivo for maximizar a produção, deve-se determinar a idade de máxima

produtividade média; se for maximizar lucro, deve-se determinar a idade de máximo retorno financeiro (Campos *et al.*, 1996).

Do ponto de vista econômico, dos vários critérios possíveis de serem utilizados para determinação da idade ótima de corte o mais utilizado é a maximização do Valor Presente Líquido. Pelo uso desse critério, a rotação ótima é aquela idade de corte que produz o fluxo de caixa com o máximo Valor Presente Líquido (Scolforo e Hosokawa, 1992). Segundo estes autores o procedimento padrão é comparar os fluxos de caixa para uma série contínua de rotações que é definido como Valor Esperado da Terra.

Para se definir qual a idade de corte ideal deve-se ter em mente que essa decisão é função da rentabilidade esperada ou aceita para o investimento, da produtividade das rotações subsequentes, do valor da madeira, da taxa de desconto e da estratégia de abastecimento adotada (Resende, 1991).

3.6.2 Métodos de avaliação econômica de projetos florestais

As empresas têm por objetivo principal maximizar lucros, e através do processo de tomada de decisão que consiste na avaliação de alternativas escolhe-se a que parecer mais atraente. A alternativa econômica é sempre escolhida a partir de várias outras disponíveis que são denominadas alternativas de investimento (Marquez, 1997). Existem vários métodos usuais de seleção e avaliação de opções de investimento, cada um partindo de certas premissas, não havendo um mais indicado.

Os mais utilizados são aqueles que consideram a variação do capital ao longo do tempo, como o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR), a Razão Benefício-Custo ($R(i)$), o Benefício (Custo) Periódico Equivalente (B(C)PE), o Custo Médio de Produção (CMPr) e o Valor Esperado da Terra (VET).

Vários autores, como Hirshleifer (1958); Bentley e Teengarden (1965); Faro (1971); Harrison (1976); Levy e Sarnat (1982); Rezende e Oliveira (1993); Lima Júnior (1995); e outros apresentaram definições e aplicações desses métodos. A seguir são apresentadas as definições dos métodos mais utilizados.

O Valor Presente Líquido (VPL) pode ser definido como sendo a diferença entre receitas e custos, atualizados de acordo com determinada taxa de desconto. A viabilidade econômica de um projeto analisado por este método é indicada pela diferença positiva entre receitas e custos. Assim, o valor atribuído, na data atual (hoje), às receitas futuras é superior ao valor atual dos custos necessários à implantação e à manutenção do projeto. O projeto será tanto mais interessante quanto maior o seu Valor Presente Líquido.

O VPL apresenta as seguintes vantagens: critério rigoroso, isento de falhas técnicas e fornece um valor atual fácil de ser relacionado com um valor monetário no presente. Como desvantagem pode-se citar a dificuldade de escolha da taxa de desconto a ser considerada na sua determinação.

Para projetos com horizontes de planejamento diferentes não se podem comparar diretamente os valores de VPL, sendo recomendada a equiparação dos horizontes através do mínimo múltiplo comum ou através da transformação dos horizontes em infinitos.

A Taxa Interna de Retorno (TIR) representa o retorno percentual do capital investido e pode ser obtida, igualando-se 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. A Taxa Interna de Retorno torna o Valor Presente Líquido de um empreendimento nulo. A aceitação de um projeto avaliado por esse critério ocorrerá se sua TIR for superior a taxa mínima de atratividade.

A grande vantagem na utilização da TIR como indicador de decisão é a não-dependência de informações externas ao projeto. O analista precisa conhecer o perfil do projeto e ter alguma idéia da magnitude da taxa de juros ou do custo de oportunidade do capital (Lima Júnior,1995).

A Razão Benefício-Custo ($R(i)$) é a relação entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos, para dada taxa de desconto. Indica quantas unidades de capital recebido com benefícios são obtidas para cada unidade de capital investido. Um projeto é considerado viável se o valor de $R(i)$ for maior que 1. Se o valor de $R(i)$ for igual a 1 significa que as receitas foram iguais aos custos.

O Benefício (Custo) Periódico Equivalente (B(C)PE) é a parcela periódica e constante necessária ao pagamento de uma quantia igual ao VPL da opção de investimento em análise, ao longo da vida útil. Pode ser definido como sendo o valor anual simples do lucro (receitas menos custos). O projeto é considerado economicamente viável se apresentar B(C)PE positivo, indicando que os benefícios periódicos são maiores que os custos periódicos.

O B(C)PE é muito utilizado na comparação de alternativas com diferentes horizontes de planejamento em que cada alternativa se repete até que o infinito se torne o horizonte de planejamento comum.

O CMPr é dado pela relação entre o Custo Total Atualizado (CTj) e a Produção Total Equivalente (QTj). Para verificar a viabilidade do projeto compara-se o Custo Médio de Produção de uma unidade com o valor do mercado do produto. Será viável o que apresentar custo médio de produção menor que o valor de mercado. Se o interesse for escolher entre dois projetos viáveis economicamente, seleciona-se o que apresentar menor custo médio. Este critério, contudo, apresenta algumas deficiências teóricas.

O Valor Esperado da Terra é um termo florestal usado para representar o VPL de uma área de terra nua, a ser utilizada para a produção de madeira, calculado com base numa série infinita de rotações. Pode ser traduzido como sendo o preço mínimo a ser pago pela terra nua. Se o VET é negativo significa que o projeto não é viável mesmo sem incluir o custo da terra. O VET assume que o sítio permanecerá para a produção florestal infinitamente e considera o uso de todos os valores envolvidos no fluxo de caixa de acordo com os preços do mercado, possibilitando que qualquer receita em excesso seja considerada como uma renda para o sítio (Oliveira, 1995). Possibilita a comparação de regimes de manejo com diferentes comprimentos de rotação.

Segundo Marquez (1997), os projetos florestais requerem especial atenção do manejador, já que o investimento demanda longo espaço de tempo entre a efetivação do investimento e a colheita final da madeira, tornando-se assim um investimento mais arriscado do que projetos que requeiram menor tempo de duração.

Rezende, Vale e Minette (1986), com dados fornecidos pelo inventário de *Eucalyptus* e *Pinus* para o estado de Minas Gerais, fizeram uso do método VPL para determinar o custo por metro cúbico de lenha, considerando 3 cortes: alto fuste, primeira e segunda talhadia, para o eucalipto e 2 cortes: 10 e 15 anos, para o cerrado, cada um com as produtividades de 5, 10 e 15 st/ha.ano. O objetivo desse trabalho foi determinar os custos comparativos de produção de carvão vegetal via eucalipto e via madeira de cerrado. Não houve mudanças na idade de corte com aumento no preço da terra, já aumentos na taxa de desconto provocaram algumas variações na idade ótima de corte. Existe uma tendência da idade de corte diminuir à medida que a taxa de desconto aumenta e de aumentar com aumentos percentuais de volume. Concluíram que o custo de lenha é o item mais oneroso na produção do carvão de eucalipto e o custo da terra é altamente

significativo na produção do carvão de cerrado ou mata nativa. A produtividade é fator determinante no custo de produção de carvão de eucalipto e em nenhuma região do estado, à época, atingiu 30 st/ha.ano. Abaixo desta produtividade é mais econômico “manejar” o cerrado ou a mata nativa.

Filgueiras (1989) realizou um estudo com o objetivo básico de analisar sócio-economicamente os reflorestamentos com eucalipto no distrito florestal do Vale do Rio Doce, em MG. Utilizou os seguintes critérios para a realização da análise econômica: VPL, TIR e B(C)PE, os quais forneceram a viabilidade econômica, a rentabilidade do investimento e a melhor alternativa de condução do reflorestamento. O empreendimento mostrou-se viável economicamente para uma taxa de desconto de 6% a.a., e apresentou, no geral, a alternativa de rotação aos 21 anos, com cortes a cada 7 anos, mais interessante.

Os métodos de avaliação econômica VPL, B(C)PE, R(i), CMPr, TIR e VET foram usados no trabalho realizado por Cabral (1990) cujo objetivo foi desenvolver e testar um sistema computacional que simule e analise economicamente alternativas de manejo de plantações florestais.

Para determinação da idade econômica de corte Resende (1991) utilizou a maximização do VPL, tomando-se como base para comparação das diferentes idades a equiparação dos horizontes no infinito. Foram também utilizados os métodos do B(C)PE e do CMPr como ilustrativos e auxiliares. O estudo de caso realizado correspondeu a uma área de *Eucalyptus grandis* plantados no espaçamento 3m x 2m, composta por 11 talhões. A maior produção foi encontrada com o ciclo efetivo de corte de 5 anos, para todos os sítios.

Scolforo e Hosokawa (1992) realizaram um estudo com o objetivo de apresentar vários procedimentos de se definir rotação florestal e também de implementar o uso do VET a partir de diferentes taxas de juros e em locais de diferentes produtividades, para diferentes regimes de manejo. O regime de

manejo que apresentou o maior VET foi aquele com corte final aos 23 anos, após a realização de 4 desbastes, aos 7, 10, 14 e 18 anos deixando 1400, 800, 500 e 300 árvores/ha respectivamente. Para estes autores o procedimento superior para comparar regimes de manejo seria o VET, onde se compara o fluxo de caixa de uma série contínua de rotações.

Com o objetivo de simular e avaliar economicamente um programa plurianual de reflorestamento com eucalipto, em MG, destinado à produção de carvão vegetal, Silva (1992) utilizou os métodos do VPL, B(C)PE, TIR e CMPr para a avaliação econômica. Foram simuladas variações nos preços da madeira em pé, nos custos de implantação e de reforma, na taxa de juros e no valor da terra e verificou-se que as três primeiras demonstraram grande influência na viabilidade econômica do investimento.

Rezende, Lopes e Barros (1994) utilizaram dados de povoamentos de *Eucalyptus* spp, localizados na região de cerrado do estado de Minas Gerais para determinar o efeito de variações no preço da madeira e no custo de exploração sobre as idades ótimas de corte. Aplicaram o método do VPL para determinar a idade ótima de corte, que é considerada aquela que maximiza o VPL. Utilizando uma taxa real de desconto de 8% ao ano e horizonte de planejamento de 3 cortes detectaram, através da Análise Estática Comparativa que tanto para o custo de exploração quanto para o preço da madeira, as variações na idade ótima de corte inter-relacionam com a taxa real de juros e com a taxa de crescimento dos povoamentos.

Almeida e Uhl (1996) utilizaram a taxa interna de retorno e o valor presente para comparar os benefícios das atividades madeireira, pecuária e de agricultura, considerando a taxa de desconto de 6% e 12% e um período de 90 anos. Observaram que a agricultura gera o maior valor presente por hectare entre essas atividades, mas sofre de restrição de mercado, grande flutuação de

preços e alto custo de transporte. Esta análise mostrou que o custo da terra influencia a atratividade econômica das diferentes atividades, mas recai com maior peso sobre a atividade madeireira.

Um estudo silvicultural e econômico de povoamentos de *E. camaldulensis* e *E. pellita*, com 7 anos de idade estabelecidos em vários espaçamentos foi realizado por Marquez (1997) em Lagoa Grande, MG, região de cerrado, para produção de carvão. A avaliação econômica envolveu três horizontes de planejamento e três níveis de preço de venda da madeira posta nas unidades de produção de carvão vegetal. Utilizou-se o valor presente líquido (VPL), o valor esperado da terra (VET), a taxa interna de retorno (TIR) e o custo médio de produção na avaliação econômica, para uma taxa de desconto de 6% a.a.. Os custos da produção e exploração da madeira aumentaram com a densidade populacional dos povoamentos. De modo geral, níveis crescentes de preço de venda da madeira para carvão e aumento no número de rotações viabilizaram economicamente os projetos para as duas espécies estudadas.

4 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABRACAVE - Informativo da Associação Brasileira de Florestas Renováveis. Ano V, n.21, jan - mar/95.

ABRACAVE - Informativo da Associação Brasileira de Florestas Renováveis. Ano VII, n.23, jan - mar/98.

ALHO,C.J.R.;MARTINS,E.S. (ed.) **De grão em grão, o cerrado perde espaço.** WWF, Brasília,DF,1995. 66p.

ALMEIDA,O.T.;UHL,C. Planejamento do uso do solo do município de Paragominas utilizando dados econômicos e ecológicos. In: **A evolução da**

- fronteira amazônica:** oportunidades para um desenvolvimento sustentável. Belém: IMAZON,1996. P 101-136.
- AVERY, T.E.; BURKHART, H.E. **Forest measurements**. New York: McGRAW-HILL, 1994, 432 p.
- AZEVEDO,C.P.;SOUZA,A.L.;JESUS,R.M. Predição do ingresso total de um povoamento florestal inequiano na mata Atlântica. **Revista Árvore**, Viçosa,MG, v.19,n.1,50-64,1995.
- AZEVEDO,C.P.;SOUZA,A.L.;JESUS,R.M. Um modelo de matriz de transição para prognose do crescimento de um povoamento natural remanescente não manejado de mata atlântica. **Revista Árvore**, Viçosa,MG, v.19,n.2,187-199, 1995.
- BENTLEY,W.;TEENGUARDEN,D. Financial maturity: a theory review. **Forest Science**, Washington, v.11, n.3, p.73-87, mar.1965.
- BOTEZELLI,L. **Análise estrutural e usos múltiplos de 3 áreas de cerrado do Norte de Minas**. Lavras: UFLA, 1994. 36p. (monografia).
- CABRAL,C.E.C. Desenvolvimento de um sistema computacional para simular e comparar economicamente alternativas de manejo de plantações florestais. Viçosa, MG: UFV, 1990. 108p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, 1990.
- CAMPOS,J.C.C.;ROSAS,M.P.;LEITE,H.G.Comparação de alternativas de determinação da idade técnica de corte em plantações de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v.20, n.1, p.37-49, 1996.
- COSTA NETO,F. **Subsídios técnicos para um plano de manejo sustentado em áreas de cerrado**. Viçosa-MG: UFV,1990. 142p. (Tese - Mestrado em Ciência Florestal).
- COUTINHO,L.M. O conceito de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, 1: 17-23,1978.
- DURIGAN,G.;GARRIDO,L.M.A.G.;GARRIDO,M.A.O. Manejo silvicultural do cerrado em Assis-SP. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO,7 e CONGRESSO FLORESTAL PAN-AMERICANO, 1, Curitiba, 1993. **Anais...** Curitiba: SBS/SBEF 1993. p. 374-377.

- EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review**, 38 : 201 - 341,1972.
- EITEN,G. Vegetação do cerrado. In: PINTO,M.N. (org.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. 2 ed. Brasília: UnB,1993. P.17-73.
- FARO,C. **CrITÉrios quantitativos para avaliaÇão e seleÇão de projetos de investimento**. Rio de Janeiro: IPEA/INPES, 1971. 142 p.
- FERRI,M.G. Ecologia dos cerrados. In: IV Simpósio sobre o cerrado: **bases para utilização agropecuária**, 1976, p. 15-36.
- FILGUEIRAS,J.F. **Análise sócio-econômica dos reflorestamentos com eucalipto, no distrito florestal do Vale do Rio Doce, Minas Gerais**. Viçosa, MG: UFV, 1989. 72 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, 1989.
- HARRISON,I.W. **Avaliação de projetos de investimento**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1976. 118 p.
- HIGUCHI,N.; RIBEIRO,R.J.; SANTOS,J.; MINETTE,L.; VIEIRA,G. **Crescimento e incremento de uma floresta amazônica de terra-firme manejada experimentalmente**. Manaus: INPA, 1996. (Comunicado Interno do INPA).
- HIRSHLEIFER,J. Ont the theory of optimal investment decision. **Journal of Political Economy**, 66: 329-352, aug. 1958.
- JARDIM,F.C.S.;SOUZA,A.L.;SILVA,A.F.;BARROS,N.F.;SILVA,E.;MACHADO,C.C. Dinâmica da vegetação arbórea com DAP maior ou igual a 5,0cm: comparação entre grupos funcionais e ecofisiológicos na Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA, Manaus-AM. **Revista Árvore**, Viçosa, MG,v.20,n.3,267-278,1996.
- JESUS,R.M.;GARCIA,A. Manejo florestal em floresta secundária de transição. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS,2, São Paulo,1992. **Anais...Revista do Instituto Florestal**. São Paulo,v.4,p.649-652,mar.1992. (Edição especial).

- JESUS,R.M.;COUTO,H.T.Z.;GARCIA,A. Manejo florestal em Linhares 1 - crescimento em função de diferentes níveis de intervenção. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS,2, São Paulo,1992. **Anais...Revista do Instituto Florestal**. São Paulo,v.4,p.653-659,mar.1992. (Edição especial).
- LEVY,H.;SARNAT,M. **Capital investment and financial decisions**. 2nd ed. Prentice-Hall International: New Jersey (Englewood Cliffs), 1982. 598 p.
- LIMA JÚNIOR,V.B. **Determinação da taxa de desconto para uso na avaliação de projetos de investimentos florestais**. Viçosa, MG: UFV, 1995. 90 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- LOPES,H.V.S.**Análise econômica dos fatores que afetam a rotação de povoamentos de eucaliptos**. Viçosa, MG: UFV, 1990. 188 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, 1990.
- MARQUEZ, C.E.C. **Estudo silvicultural e econômico de povoamentos de eucalipto na região de cerrado de Minas Gerais**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 131 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- MOURA,V.P.G. & GUIMARÃES,D.P. Uma análise da atividade florestal nos cerrados. VI Simpósio sobre o cerrado. **Savannahs: alimento e energia**. Brasília, DF, 1982. 870p.
- NASCIMENTO,M.T. & SADDI,N. Structure and floristic composition in a area of cerrado in Cuiabá - MT, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**. 15(1): 47-55.1992.
- OLIVEIRA-FILHO,A.T. **Estudo florístico e fitossociológico em um cerrado na Chapada dos Guimarães - Mato Grosso - uma análise de gradientes**. Campinas: UNICAMP. 1984, 133p. (Dissertação - Mestrado em Ecologia)
- OLIVEIRA-FILHO,A.T.;MELLO,J.M.;SCOLFORO,J.R.S. Effects of past disturbance and edges on tree community structure and dynamics within a fragment of tropical semideciduous forest in south-eastern Brazil over a five-year period (1987-1992). **Plant Ecology**. 00-1-22.1997.

- OLIVEIRA,E.B. **Um sistema computadorizado de prognose do crescimento e produção de *Pinus taeda* L., com critérios quantitativos para a avaliação técnica e econômica de regimes de manejo.** Curitiba, PR: UFPR,1995. Dissertação (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, 1995.
- PAGANO,S.N.; LEITÃO-FILHO,H.F.; SHEPHERD,G.J. Estudo fitossociológico em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro (Estado de São Paulo). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo,v.10,49-61,1987.
- PEIXOTO,A.L.;GENTRY,A. Diversidade e composição florística da mata de tabuleiro na Reserva Florestal de Linhares (Espírito Santo, Brasil). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.13,19-25,1990.
- PULZ,F.A. **Modelo de crescimento e produção florestal como base para proposta de manejo florestal sustentado.** Lavras:UFLA, 1995. 55p. (monografia).
- PULZ, F.A. **Estudo da dinâmica e a modelagem da estrutura diamétrica de uma floresta semidecídua montana na região de Lavras - MG.** Lavras: UFLA, 1998. 156 p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal)
- RESENDE,R.R. **Emprego de um modelo de crescimento e produção para determinação da rotação em povoamento de eucalipto.** Viçosa, MG: UFV, 1991. 81 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- REZENDE,J.L.P.;VALE,A.B.;MINETTE,L. **Estudo comparativo da produção de carvão da madeira da vegetação nativa e de *Eucalyptus spp.*** Viçosa: SIF/IBDF (relatório), 1986. 45p.
- REZENDE,J.L.P.; OLIVEIRA,A.D. **Avaliação de projetos florestais.** Viçosa: UFV, 1993.47p.
- REZENDE,J.L.P.;LOPES,H.V.;BARROS,A.A. Efeito das variações no preço da madeira e no custo e exploração sobre as idades ótimas de corte de povoamentos florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, MG,v.18,n.3,230-242,1994.

- ROMARIZ, D.A. **Aspectos da vegetação do Brasil**. IBGE, Rio de Janeiro, 1974.
- SILBERBAUER-GOTTSBERGER,I;EITEN,G. Fitossociologia de um hectare de cerrado. **Brasil Florestal**, n.54,55-70,1983.
- SILVA,J.N.M. **The behaviour of the tropical rain forest of the Brazilian Amazon after logging**. Oxford: University of Oxford, 1989.302p. (Tese de doutorado).
- SILVA,J.N.M. **Possibilidades para a produção sustentada de madeira em floresta densa de terra firme da Amazônia Brasileira**. Curitiba,PR. EMBRAPA-CPATU, 1993.36p. (Boletim de Pesquisa 23).
- SILVA,J.A.;SALOMÃO,A.N.;NETTO,D.A. Estrutura, fitossociologia e regeneração natural da Reserva Genética do Caçador-SC. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO,7 e CONGRESSO FLORESTAL PAN-AMERICANO, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Silvicultura em São Paulo, 1993.V.1,347-352.
- SILVA FILHO,S.R.;ENGEL,V.L. Estrutura de um fragmento de mata mesófila semidecídua secundária tardia e implicações para o manejo.In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO,7 e CONGRESSO FLORESTAL PAN-AMERICANO, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Silvicultura em São Paulo, 1993.V.1,343-346.
- SILVA JÚNIOR,M.C. **Composição florística, estrutura e parâmetros fitossociológicos do cerrado e sua relação com o solo na Estação Florestal de Experimentação de Paraopeba, MG**. Viçosa: UFV. 1984. 120p. (Tese de mestrado).
- SCOLFORO,J.R.S. **Manejo Florestal**. Lavras:UFLA/FAEPE, 1997.438p.
- SCOLFORO,J.R.S.;HOSOKAWA,R.T. Avaliação da rotação econômica para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* sujeito a desbastes. **Revista Árvore**, Viçosa, v.16, n.1, 43-58, jan./abr. 1992.
- SCOLFORO,J.R.S.;PULZ,F.A.;MELLO,J.M.;OLIVEIRA-FILHO,A.T. Modelo de produção para floresta nativa como base para manejo sustentado. **Cerne**, Lavras, v.2,n.1,p.112-137,1996.

SMITH,E.B.S.**Determinação da rotação econômica para *Eucalyptus grandis* (W. Hill ex Maiden), destinado à produção de carvão vegetal.** Viçosa, MG: UFV,1989. 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, 1989.

VALE,L.C.C.; SCOLFORO,J.R.S.; MOTTA,R.S.; AYRES,N.P. **Documento básico para o desenvolvimento de plano estratégico para promoção do manejo florestal sustentado.** Relatório de consultoria nº 11. Del Rey Serviços de Engenharia Ltda. Belo Horizonte, 1994. 203p.

YOUNG,M.D. & SOLBRIG,O.T. **The world's savannas: economic driving forces, ecological constraints and policy options for sustainable land use.** Man and the Biosphere Series, volume 12, Unesco & Patheron Publishing, Carnforth, Paris. 1993.350p.

CAPÍTULO 1

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES NÍVEIS DE INTERVENÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DA ÁREA BASAL E NÚMERO DE ÁRVORES DE UMA ÁREA DE CERRADO *STRICTO SENSU*

RESUMO

MELLO, Anabel Aparecida de. **Avaliação de diferentes níveis de intervenção no desenvolvimento da área basal e do número de árvores de uma área de cerrado *stricto sensu*. In: Estudo silvicultural e da viabilidade econômica do manejo da vegetação do cerrado.** Lavras: UFLA, 1999. Cap.1. 164 p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal)

Este estudo teve como principal objetivo comparar estatisticamente o desenvolvimento do número de árvores e da área basal após dez anos da aplicação

de seis diferentes níveis de intervenções na vegetação de cerrado *stricto sensu*. Os dados para realização deste estudo foram obtidos em experimento situado no município de Coração de Jesus, norte do estado de Minas Gerais. Foram realizadas avaliações nos anos de 1986, 1996 e 1998 em 30 parcelas de 600m² instaladas em uma área de 30 ha, sujeita a 6 tratamentos com 5 repetições cada. Estes consistiram em: retirada de 50%, 70%, 80%, 90% e 100% da área basal, além da testemunha. Foram obtidos o número de árvores e a área basal das plantas com circunferência à 1,30m de altura (CAP) maior ou igual a 15,7cm. Foi utilizada para avaliar o desenvolvimento do número de árvores e da área basal, após aplicado os tratamentos, uma análise de variância em fatorial com parcelas subdivididas no tempo. As principais conclusões foram: o experimento instalado em 1986 ainda estava em fase de crescimento, já que a testemunha apresentou acréscimos no número de plantas e na área basal de 12,6 e 92,56%, respectivamente, na medição de 1996; dentre os tratamentos aplicados o corte raso foi o que apresentou o maior acréscimo percentual no número de árvores e na área basal; considerando a variável número de árvores pode-se sugerir um ciclo de corte de 10 anos quando aplicados tratamentos de 70 e 100% de remoção da área basal. No entanto, uma afirmativa mais conservadora, de 12 anos para o ciclo de corte, propiciará que desde o tratamento com 50% de remoção da área basal até o de 100% possa ser adotado; dentre todos os tratamentos aplicados, exclusive a testemunha, foi o tratamento em que houve remoção de 100% da área basal o que apresentou maiores acréscimos na área basal; com relação a variável área basal pode-se sugerir um ciclo de 10 anos, também para toda amplitude de intervenção adotada.

Palavras-chave: Manejo florestal, análise de covariância, ciclo de corte, vegetação de cerrado.

SUMMARY

MELLO, Anabel Aparecida de. Evaluation of different levels of intervention on the development of the basal area and the number of trees in the savannah "stricto sensu". In: Silvicultural study and economic viability of management of savannah vegetation. UFPA, 1999. Cap.1. 164 p. (Dissertation - Msc in Forest Engineering)

The main objective of this study was statistically to compare the changes of the number of trees and of the basal area after 10 years of applying different levels of intervention in the vegetation of the savannah "stricto sensu". The data for accomplishment of this study were obtained in the Alvação farm, municipal district of Coração de Jesus, north of the state of Minas Gerais. Evaluations were accomplished in the years of 1986, 1996 and 1998 in 30 plots of 600m² installed in an area of 30ha subjected to 6 treatments. These consisted on: remotion of 50%, 70%, 80%, 90% and 100% of the basal area, besides the control, with 5 repetitions each. It was recorded the number of trees and the basal area of the plants with circumference at 1,30m of height (CAP) larger or equal to 15,7 cm. This study was carried out to evaluate the development of the trees and the basal area after the treatments had been applied by using the analysis of variance in factorial design with subdivided plots in time. The main results were: the experiment implanted in 1986 still was in the growth phase, since the control plots presented increasing of the number of plants and of the basal area of 12,6% and 92,56% respectively for the measurement of 1996; among the applied treatment the clear cutting was that one that presented the largest percentual increasing in number of trees, it can be suggested a cutting cycle of 10 years, when applied treatments of 70% and 100% of basal area remotion. Meanwhile a more conservator affirmative of 12 years for the cutting cycle will propitiate that remotions from 50% to 100% can be adopted; remotion of 100% of basal area was the treatment, excluding the control, that one which presented the largest increasing in basal area; In relation to the variable basal area it can be suggested a cutting cycle of 10 years, also for the whole range of adopted interventions.

Key-words: Forest management, analysis of covariance, savannah forest, cutting cycle.

1 INTRODUÇÃO

O estado de Minas Gerais é o maior consumidor de carvão vegetal do Brasil (17,3 milhões de m.d.c./ ano) apesar da porcentagem de madeira retirada dos cerrados ter diminuído desde 1984, de 82,5% para 25% do total consumido. Entretanto, mesmo com esta diminuição de consumo, ainda são utilizados 4,33 milhões de m.d.c. advindos de áreas exploradas de forma intensiva, com níveis de intervenção oscilando em torno de 90%. Nestas, a nível da proposta de manejo, são deixadas plantas com menos de 5cm de diâmetro, as frutíferas e madeiras de lei protegidas pela legislação em vigor. No entanto, a nível operacional existe um constante negligenciamento, inclusive na manutenção destes indivíduos (Abracave, 1998; Scolforo, 1999).

São escassos os estudos sobre técnicas modernas de manejo florestal, em que se integram aspectos silviculturais, ambientais e econômicos, para a vegetação do cerrado. Sendo a atividade florestal muito dinâmica, é difícil o desenvolvimento de práticas silviculturais capazes de promover uma efetiva integração entre a exploração sensata e a preservação do meio ambiente (Marquez, 1997). Um referencial para definição de um plano de manejo em bases sustentáveis pode ser encontrado em Lima (1997), Scolforo (1998) e Scolforo e Lima (1999).

Apesar do volume de madeira encontrado nos cerrados *stricto sensu*, aproximadamente 35 m³/ha, ser bastante inferior ao das culturas homogêneas ou das florestas de grande porte da região norte do Brasil, existem áreas com potencial para produção, principalmente para lenha, carvão, produtos medicinais e frutos. Para isto é necessário que se realizem estudos criteriosos sobre as maneiras de exploração dessa vegetação (Scolforo, 1998).

É na região norte de Minas Gerais onde se concentra a grande maioria dos projetos de exploração da vegetação do cerrado, incluindo um contingente considerável de pessoas que sobrevivem desta atividade. É importante ressaltar o baixo índice de sustentabilidade social, econômica, agrícola, pecuária e florestal da região.

Uma das soluções é a busca incessante de técnicas que propiciem ao morador do norte de Minas Gerais usufruir de forma sustentada de seus recursos naturais para que, continuamente, possa obter renda da vegetação do cerrado. Isto com certeza, contribuirá para sua sobrevivência. Um dos pontos cruciais é definir para cada fisionomia, em diferentes condições ambientais de solo, clima e altitude, o seu ciclo de corte, associado a diferentes níveis de intervenção florestal. Outro ponto crucial é mapear áreas do estado de Minas Gerais possíveis de sofrerem intervenção.

Assim, o objetivo deste trabalho foi comparar estatisticamente o desenvolvimento do número de árvores e da área basal após dez anos de aplicação de seis diferentes níveis de intervenções, visando definir o ciclo de corte para vegetação de cerrado *stricto sensu* da região de Coração de Jesus.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição da área

A área de estudo está localizada na Fazenda Alvação, de propriedade da Reflorestadora do Alto Jequitinhonha (REFLORALJE), município de Coração de Jesus, estado de Minas Gerais. A vegetação local é de cerrado *stricto sensu*. A região possui relevo plano, com solo areno argiloso, clima tropical seco, temperatura média anual de 25°C, altitude de 800 metros e uma precipitação média anual de 820 mm (IEF,1997)¹.

2.2 Base de dados

No ano de 1986, o Instituto Estadual de Florestas (IEF) instalou, na fazenda Alvação um experimento com 6 diferentes tratamentos, ou seja, retirada de 50, 70, 80, 90 e 100% da área basal total, além do estabelecimento de um tratamento como testemunha. A área ocupada pelo experimento foi de 30 hectares e os tratamentos foram distribuídos aleatoriamente em 5 blocos totalizando 30 talhões de 1 hectare cada um, conforme ilustrado na figura 1.1. Em cada talhão foi locada, no seu centro, uma parcela de 600 m² (20 x 30m). Antes de serem realizadas as intervenções foi feito um levantamento de cada parcela, obtendo-se a área basal total, o número de plantas e o nome regional das espécies. No entanto, o controle das árvores individuais foi perdido ao longo do tempo.

Em fevereiro de 1996 foi realizado um segundo inventário, onde mediram-se todas as plantas que possuíam circunferência à 30 cm de altura do solo (CAS) \geq 9,5 cm, em cada parcela. As medidas obtidas foram: circunferência à 30cm de altura do solo (CAS) e a 1,30m de altura (CAP), com a utilização de fita métrica; altura do fuste e altura total com a utilização da vara telescópica. Todas as plantas medidas foram marcadas com placas de alumínio e pintadas com tinta vermelha à altura do CAS para facilitar futuras medições. Para cada indivíduo amostrado foi coletado o material botânico, sendo este numerado e herbarizado. A identificação taxonômica se realizou a partir de consultas à especialistas e visitas à herbários.

¹ Instituto Estadual de Florestas (IEF). Comunicação pessoal. 1997 (Montes Claros, MG, Brasil)

VEGETAÇÃO NATIVA

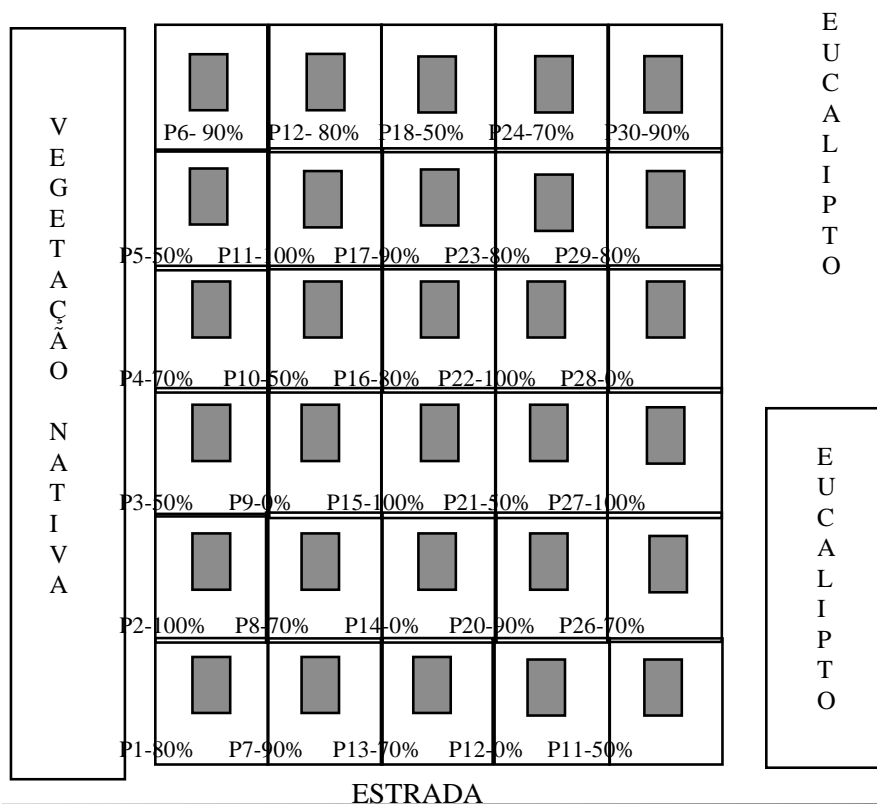


FIGURA 1.1. Croqui da área experimental

- Parcela de 600 m²;
- P1,P2,.....,P30 = Parcelas;
- 50,70,80,90,100 e 0 % = Níveis de intervenções.

Um terceiro inventário foi realizado em junho de 1998. As árvores marcadas foram novamente medidas assim como as plantas foram recrutadas, ou seja aquelas que atingiram dimensão mínima para medição. Estas plantas foram plaqueteadas e pintadas.

Para fins deste estudo impôs-se a restrição de utilizar todas as plantas com CAP $\geq 15,7$ cm, já que é esta a dimensão mínima possível de corte admitida pela resolução 048 de 1997, que regulamenta planos de manejo florestal no estado de Minas Gerais.

2.3 Análise Estatística

Para 1986, onde nenhum tratamento havia sido implementado, realizou-se uma análise de variância (ANAVA ou análise em branco), utilizando-se o programa estatístico SAS, para a covariável de cada característica sob estudo, quais sejam, área basal/ha (G) e n° de árvores/ha. O objetivo foi verificar o grau de heterogeneidade da covariável antes da implementação dos tratamentos. A ANAVA foi efetuada conforme esquema apresentado na Tabela 1.1.

TABELA 1.1. Análise de variância para a covariável

FV	GL
BLOCO	4
TRATAMENTO	5
ERRO	20
TOTAL	29

Para as duas épocas de medição (1996 e 1998) após a intervenção foram realizadas ANAVA considerando as covariáveis área basal (G) e o número de árvores para cada uma das medições separadamente (1996 e 1998) para verificar a homogeneidade entre as variâncias das 2 medições. Para viabilizá-las foi necessário obter os quadrados médios do erro para cada medição e gerar o valor de $\hat{\beta}$, que é um coeficiente utilizado para ajustar os valores das características

em função da covariável. Este ajuste deve ser realizado, pois não se pode utilizar, na segunda medição, a mesma covariável quando a análise for feita em conjunto.

Os quadrados médios gerados pela ANAVA permitem calcular o $F_{\text{máx}}$ de Hartley o qual confrontado com valor tabelar permite verificar a homogeneidade entre as variâncias das 2 medições (1996 e 1998). Este é calculado como:

$$F_{\text{máx}} = \text{QME maior} / \text{QME menor}$$

O ajuste dos valores da característica de interesse, área basal e número de árvores, é feito da seguinte forma:

$$Y_i \text{ ajustado} = Y_{ij} - \hat{\beta} (X_{ij} - \bar{X}),$$

em que:

$\hat{\beta}$ = coeficiente que expressa a mudança média em Y_{ij} a cada unidade mudada em X_{ij} ;

Y_{ij} = valor original da característica avaliada;

X_{ij} = valor da covariável correspondente a cada Y_{ij} ;

\bar{X} = média da covariável independente do tratamento;

Y_i ajustado = valor ajustado para a característica avaliada, área basal ou número de árvores.

Uma vez verificada a homogeneidade entre variâncias, procede-se uma análise como fatorial com parcela subdividida no tempo, com os valores ajustados e sem a covariável, se esta tiver participação significativa na análise. Caso esta covariável tenha participação não significativa a análise conjunta será realizada com os valores originais de número de árvores, não havendo pois necessidade de ajustar os dados utilizando-se do coeficiente $\hat{\beta}$.

Na análise foram considerados dois fatores. O fator da parcela foi o tratamento com 6 níveis e o fator da subparcela a medição com 2 níveis. Esta análise foi realizada através do programa SISVAR¹. Na tabela 1.2. está apresentado um esquema da ANAVA em fatorial com parcelas subdivididas no tempo.

TABELA 1.2. ANAVA em fatorial com parcela subdividida no tempo, para a área basal e também para o número de árvores.

FV	GL
BLOCO	4
TRAT	5
ERRO (a)	20
MEDIÇÃO	1
ERRO (b)	4
MED * TRAT	5
ERRO (c)	20
TOTAL	59

¹ Software desenvolvido no Departamento de Ciências Exatas da Universidade Federal de Lavras.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Número de árvores

Para 1986 foi detectada após a implementação da análise de variância que o número de árvores apresentou variância homogênea na área sob estudo.

Para a análise de 1996 ,considerando a covariável, o resultado obtido é apresentado na tabela 1.3. Desta análise retirou-se o valor do QME e o valor do parâmetro estimado $\hat{\beta}$:

$$\text{QME} = 34121,0221966$$

$$\hat{\beta} = 0,216531$$

TABELA 1.3. - Análise de covariância para a medição de 1996.

FV	GL	QM
TRATAMENTO	5	175393,82223200**
BLOCO	4	58115,87037500 ^{N.S.}
COVARIÂNCIA	1	89123,20800465 ^{N.S.}
ERRO	19	34121,02219660

N.S. = não significativo; * = significativo ao nível de 5% ;

** = significativo ao nível de 1%.

A análise de 1998 é apresentada na tabela 1.4. Encontrou-se como resultado, para o quadrado médio do erro e para o parâmetro estimado $\hat{\beta}$:

$$\text{QME} = 47941,56358257$$

$$\hat{\beta} = 0,232401$$

TABELA 1.4. - Análise de covariância para a medição de 1998.

FV	GL	QM
TRATAMENTO	5	84852,92074733 ^{N.S.}
BLOCO	4	90056,31112167 ^{N.S.}
COVARIÂNCIA	1	102665,66984453 ^{N.S.}
ERRO	19	47941,56358257

N.S. = não significativo; * = significativo ao nível de 5%;

** = significativo ao nível de 1%.

Através dos quadrados médios dos erros (QME), aplicou-se o teste de homogeneidade de Hartley. Este teste possibilitou a obtenção do $F_{\text{máx}}$ que será comparado com o F tabelado.

$$F_{\text{máx}} = 47941,56358257 / 34121,0221966$$

$$F_{\text{máx}} = 1,41$$

O F tabelado para este caso foi de 2,73. Como o F calculado é menor do que o tabelado concluiu-se que as variâncias são homogêneas. Portanto foi realizada uma análise em conjunto, considerando o esquema fatorial com parcela subdividida no tempo.

As tabelas 1.3. e 1.4. indicaram também que a covariável não foi significativa em nenhuma das medições. Portanto, não há necessidade de ajustar os dados utilizando-se o parâmetro estimado $\hat{\beta}$. Logo, a análise apresentada na tabela 1.5. em parcelas subdivididas no tempo foi efetuada com os dados originais de número de árvores.

TABELA 1.5. Análise de variância em conjunto para o número de árvores.

FV	GL	QM
BLOCO	4	123037,82131 ^{N.S.}
TRATAMENTO	5	245739,73483*
ERRO (a)	20	83925,68573
MEDIÇÃO	1	675574,78134**
ERRO (b)	4	25134,36015
TRATAMENTO * MEDIÇÃO	5	14507,00820*
ERRO (c)	20	3623,21466

N.S. = não significativo; * = significativo ao nível de 5%; ** = significativo ao nível de 1%.

O coeficiente de determinação foi igual a 0,98322770, indicando um ótimo ajuste. Os valores de coeficiente de variação (CV) foram de 16,83% para o ERRO a, de 9,21% para o ERRO b e de 3,50% para o ERRO c.

De acordo com a tabela 1.5. verificou-se que a interação entre tratamento e medição foi significativa. Sendo assim, os fatores não podem ser tratados independentemente, deve-se considerar sempre os dois fatores ao mesmo tempo.

Como os tratamentos possuem variáveis quantitativas utilizou-se da regressão e não de teste de média para identificar diferenças nos tratamentos. A época de medição foi fixada e variou-se dentro das mesmas os tratamentos, pensando numa regressão onde o número de árvores será função da intensidade de remoção.

Através da tabela 1.6. verificou-se a significância do desdobramento de tratamento dentro da primeira medição, de onde concluiu-se que os tratamentos tiveram comportamento diferenciado por ocasião desta.

TABELA 1.6. Análise para o desdobramento na medição de 1996.

FV	GL	QM
TRAT-DESD	5	175393,822232*
RESÍDUO	23	5453,022935

N.S. = não significativo; * = significativo ao nível de 5%;

** = significativo ao nível de 1%.

TABELA 1.7. Análise de variância para regressão.

FV	GL	QM
GRAU DO POLINÔMIO 1	1	270275,322326*
GRAU DO POLINÔMIO 2	1	359458,703278*
DESVIO DE REGRESSÃO	3	82411,695185 ^{N.S.}
RESÍDUO	23	54530,022935

N.S. = não significativo; * = significativo ao nível de 5%;

** = significativo ao nível de 1%.

Observando a tabela 1.7. verificou-se que a equação ou polinômio de 1° e 2° grau foram significativas. Por ser o polinômio do 2° grau o de maior grau testado utilizou-se a equação:

$$N = 1914,1782587 - 13,895125 X + 0,11360593 X^2$$

em que:

N = número de árvores por hectare;

X = intensidade de remoção da área basal.

$$R^2 = 71,81\%$$

Na figura 1.2. pode-se observar melhor a variação no número de árvores de acordo com o nível de intervenção pretendido. Pode-se dizer que o número de árvores decresce dos menores para os maiores níveis de intervenção, atingindo ponto de mínimo em torno de 65% de remoção de área basal, para logo em seguida apresentar um acréscimo no número de árvores, quando os níveis de remoção de área basal se tornaram mais intensivos.

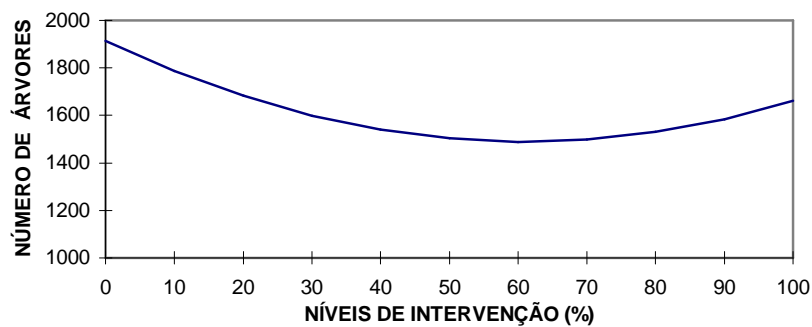


FIGURA 1.2. Variação no número de árvores de acordo com a intensidade de intervenção.

Para a medição de 1998 a análise do desdobramento não foi significativa mostrando que os tratamentos não influenciaram o número de árvores na segunda medição, sendo considerados todos semelhantes, conforme pode-se observar na tabela 1.8.

TABELA 1.8. Análise do desdobramento para a medição de 1998.

FV	GL	QM
TRAT - DESD.	5	175393,8222 ^{N.S.}
RESÍDUO	23	54530,0229

N.S. = não significativo; * = significativo ao nível de 5%;

** = significativo ao nível de 1%.

A tabela 1.9. mostra que houve um aumento no número de árvores da primeira medição (1996) para a segunda medição (1998). Este aumento certamente proporcionou a situação na qual os tratamentos obtiveram o mesmo comportamento.

TABELA 1.9. Número de plantas/ha observadas em cada tratamento em diferentes épocas de medições.

Tratamentos	Número de árvores			Diferença (%) entre os períodos		
	1986	1996	1998	96/86	98/8	98/96
						6
50	1558,00	1380,00	1636,67	-11,42	5,05	18,60
70	1584,00	1633,33	1853,33	3,11	17,00	13,47
80	1505,00	1496,66	1733,33	-0,55	15,17	15,81
90	1732,00	1670,00	1933,33	-3,58	11,62	15,77
100	1256,00	1576,67	1813,33	25,53	44,37	15,01
0	1716,00	1933,33	1993,33	12,66	16,16	3,10

Pode-se observar na tabela 1.9. que já em 1996 os tratamentos que propiciaram redução de 70%, de 100% da área basal e também a testemunha superaram o número de árvores existentes em 1986. Se for considerado o ano de 1998 todos os tratamentos superaram o número de árvores em 1986. Os acréscimos verificados em 1996 e 1998 no número de árvores da testemunha em relação ao existente em 1986 indicam que o experimento foi estabelecido em um cerrado que ainda não havia atingido o estado clímax. Apesar deste fato, considerando o comportamento do número de árvores da vegetação remanescente pode-se inferir que para qualquer nível de intervenção o ciclo de corte é de 12 anos, uma vez que neste período houve mais que 100% de recuperação de número de indivíduos mensuráveis.

3.2 Área Basal

Para 1986 foi detectada, após a implementação da análise de variância, que a área basal apresentou variância homogênea na área sob estudo.

Os resultados para a análise de variância, considerando a covariável, em 1996, estão apresentados na tabela 1.10. Desta obteve-se o valor do QME e também pode-se obter o parâmetro estimado $\hat{\beta}$ para proceder o ajuste da área basal em função das mudanças ocorridas na covariável.

$$QME = 2,1022072$$

$$\hat{\beta} = 0,631741264$$

TABELA 1.10. - Análise de covariância para a medição de 1996.

FV	GL	QM
TRATAMENTO	5	22,6133496**
BLOCO	4	2,6781864 ^{N.S.}
COVARIÂNCIA	1	9,7680620*
ERRO	19	2,1022072

N.S. = não significativo; * = significativo ao nível de 5%;

** = significativo ao nível de 1%.

Para a análise de 1998 mostrada na tabela 1.11. considerando a covariável encontrou-se o resultado:

$$QME = 1,69717087$$

$$\hat{\beta} = 0,655088741$$

TABELA 1.11. - Análise de covariância para a medição de 1998.

FV	GL	QM
TRATAMENTO	5	15,47069933**
BLOCO	4	2,66728667 ^{N.S.}
COVARIÂNCIA	1	10,50340681*
ERRO	19	1,69717087

N.S. = não significativo; * = significativo ao nível de 5%;

** = significativo ao nível de 1%.

Foi então calculado o $F_{\text{máx}}$ de Hartley para verificar a homogeneidade dos dados.

$$F_{\text{máx}} = 2,1022072 / 1,69717087$$

$$F_{\text{máx}} = 1,23$$

Comparado com o F tabelado, que para este caso é de 2,73, observa-se que o F calculado é menor, indicando que as variâncias são homogêneas. Portanto, pode ser realizada uma análise em conjunto, considerando o esquema fatorial com parcelas subdivididas no tempo.

As tabelas 1.10. e 1.11. também mostram que a covariável foi significativa nas 2 medições. Logo, contrariamente ao ocorrido com o número de árvores, os dados originais foram ajustados conforme os valores de $\hat{\beta}$ das respectivas medições. Estes dados foram utilizados na análise de variância com parcela subdividida no tempo, apresentada na tabela 1.12., a fim de estudar o comportamento da área basal em função dos tratamentos.

TABELA 1.12. Análise de variância em conjunto para a área basal

FV	GL	QM
BLOCO	4	5,41796 ^{N.S.}
TRATAMENTO	5	27,74698 ^{**}
ERRO (a)	20	5,01601
MEDIÇÃO	1	13,575557 [*]
ERRO (b)	4	0,93087
TRATAMENTO * MEDIÇÃO	5	0,53123 ^{N.S.}
ERRO (c)	20	0,30267

N.S. = não significativo; * = significativo ao nível de 5%; ** = significativo ao nível de 1%.

O coeficiente de determinação foi igual a 0,97888827, indicando um ótimo ajuste. Os valores do coeficiente de variação (CV) foram de 38,92% para o ERRO a, de 16,77% para o ERRO b e de 9,56% para o ERRO c.

De acordo com a tabela 1.12. verifica-se que a interação entre tratamento e medição não foi significativa. Sendo assim, não há necessidade de se proceder o desdobramento. Os tratamentos apresentaram significância ao nível de 1%, mostrando que existe diferenças entre eles. Como se trata de uma variável quantitativa foi utilizada a regressão e não o teste de média para discriminá-la .

TABELA 1.13. Análise de variância para regressão.

FV	GL	QM
GRAU DO POLINÔMIO 1	1	115,051278**
GRAU DO POLINÔMIO 2	1	11,690046 ^{N.S.}
DESVIO DE REGRESSÃO	3	3,997855 ^{N.S.}
RESÍDUO	23	5,016014

N.S. = não significativo; * = significativo ao nível de 5%; ** = significativo ao nível de 1%.

Observando a tabela 1.13. verifica-se que a equação ou polinômio de 1º grau foi significativa, sendo então utilizada para representar as mudanças ocorridas na área basal para os diferentes tratamentos.

$$G = 8,47907799 - 0,041910715 X, \text{ em que:}$$

G = área basal por hectare;

X = intensidade de remoção da área basal.

$$R^2 = 82,9288724$$

Na figura 1.3. observa-se que a área basal decresce com o aumento do nível de intervenção, independente da época de medição, mostrando que maiores níveis de intervenção implicam na necessidade de maior tempo para que a área basal remanescente retorne aos níveis originais.

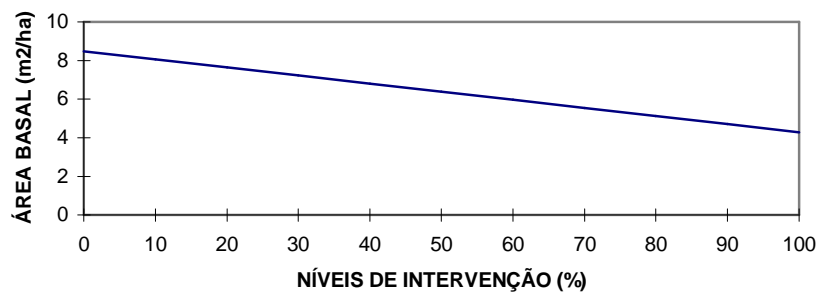


FIGURA 1.3. Variação (m^2/ha) na área basal de acordo com a intensidade de intervenção.

Ainda da tabela 1.12. infere-se que o fator que está na subparcela (medição) também foi significativo. Como foram feitas apenas duas medições, nos anos de 1996 e 1998, não há necessidade de se aplicar um teste de média para comparar a área basal nestas medições. Em 1996 a área basal média/ha ajustada foi $5,28 m^2/ha$, enquanto que em 1998 foi de $6,23 m^2/ha$. Logo, a significância da análise mostra que a área basal média de 1998 é maior do que a área basal média em 1996 em aproximadamente 18%. Este fato, juntamente com o aumento do número de árvores por hectare, mostra que a área manejada está em regeneração.

Os valores médios reais de área basal (m^2/ha), obtidos dos tratamentos, são apresentados na tabela 1.14. Nesta tabela também são apresentados os valores médios ajustados por Y_i ajustado = $Y_{ij} - \hat{\beta}(X_{ij} - \bar{X})$, em que os $\hat{\beta}$ foram obtidos para 1996 e 1998.

Da tabela 1.14. pode-se observar que a média real da área basal já em 1996 apresentou-se superior àquela existente em 1986, para todos os tratamentos.

Este acréscimo, para a testemunha, foi de 92,56%, mostrando claramente que o experimento foi instalado em uma área que apresentava plantas em fase de desenvolvimento. No entanto, em que pese este fato, todos os níveis de intervenção implementados superaram em pelo menos 20,1% a área basal existente por ocasião da instalação do experimento. Acréscimos iguais ou próximos deste patamar foram verificados para os níveis de remoção de 80 e 90% de área basal. Já o corte raso apresentou acréscimo de 59,5%. Um fato relevante é que os tratamentos menos intensivos na área, ou seja, 50 e 70% de remoção da área basal, propiciaram acréscimos superiores em pelo menos 43% ao existente em 1986. Observando as diferenças percentuais existentes no ano de 1998 em relação ao original (1986) observa-se que a população continua crescendo. Este crescimento é significativo conforme foi detectado estatisticamente a partir das médias ajustadas da área basal.

Observando, ainda na tabela 1.14., a área basal média ajustada para cada tratamento em relação à existente em 1986, verifica-se que já em 1996 os tratamentos que implicaram numa remoção de 50 e 100% da área basal e também a testemunha apresentaram acréscimos variando de 11,7 a 34,4%. Já em 1998 todos os tratamentos apresentaram valores de área basal superiores aos de 1986.

Os fatos expostos indicam que a vegetação está em franco desenvolvimento. No entanto, em relação aos valores de 1986, quando o experimento foi instalado, foi observada a recuperação integral da área basal no inventário realizado em 1996 o que define 10 anos como o ciclo de corte para a situação analisada neste estudo.

4 CONCLUSÕES

As análises realizadas permitem concluir que:

O experimento instalado em 1986 ainda estava em fase de crescimento já que em 1996 a testemunha apresentou um acréscimo de 12,6% no número de plantas mensuradas. Na área basal este acréscimo foi respectivamente de 92,56 e 99,85%, em 1996 e 1998;

Dentre os tratamentos aplicados o corte raso foi o que apresentou o maior acréscimo percentual no número de árvores em relação ao existente em 1986;

Considerando a variável número de árvores pode-se sugerir um ciclo de corte de 10 anos quando aplicados tratamentos de 70 e 100% de remoção da área basal. No entanto, uma afirmativa mais conservadora, de 12 anos para o ciclo de corte, propiciará que desde o tratamento com 50% de remoção da área basal até o de 100% possa ser adotado. Nestes houve um acréscimo que variou de 5 a 44,4% no número de plantas mensuráveis em relação a 1986;

Dentre todos os tratamentos aplicados, exclusive a testemunha, foi o tratamento em que houve remoção de 100% da área basal o que apresentou maiores acréscimos na área basal. No entanto, tratamentos em que houve 50 e 60% de remoção da área basal apresentaram, 10 anos após a intervenção, mais que 43% de acréscimo na área basal em relação à existente em 1986;

Considerando a variável área basal, para toda a amplitude de intervenção adotada, ou seja, de 50 a 100% de remoção da área basal, o ciclo de corte deve ser de 10 anos.

5 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABRACAVE - Informativo da Associação Brasileira de Florestas Renováveis.
Ano VII, n.23, jan - mar/98.

LIMA,C.S.A. **Desenvolvimento de um modelo para manejo sustentado do cerrado.** Lavras, MG: UFLA, 1997. 159p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal)

MARQUEZ, C.E.C. **Estudo silvicultural e econômico de povoamentos de eucalipto na região do cerrado de Minas Gerais.** UFV: Viçosa, 1997. 131p. (Dissertação - Mestrado em Ciência Florestal)

SILVA,J.G.M. **Relações solo-vegetação como instrumento para o manejo da vegetação do cerrado no triângulo mineiro.** UFV: Viçosa, 1993. 136 p. (Dissertação - Doutorado em Ciência Florestal).

SCOLFORO,J.R.S. **Diagnóstico técnico, social e econômico dos planos de manejo da vegetação do cerrado e das florestas nativas decíduas de Minas Gerais.** FAEPE/UFLA. Lavras, 1999. 130 p. (prelo)

SCOLFORO,J.R.S. **Manejo Florestal.** Lavras:UFLA/FAEPE, 1997.438p.

CAPÍTULO 2

ANÁLISE DA ESTRUTURA DE UMA ÁREA DE CERRADO *STRICTO* *SENSU* APÓS APLICAÇÃO DE DIFERENTES NÍVEIS DE INTERVENÇÃO

RESUMO

MELLO, Anabel Aparecida de. **Análise da estrutura de uma área de cerrado *stricto sensu* após aplicação de diferentes níveis de intervenção. In: Estudo silvicultural e da viabilidade econômica do manejo da vegetação do cerrado.** Lavras: UFLA, 1999. Cap.2. 164 p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal)

Este estudo teve como principal objetivo verificar o impacto causado, a estrutura e a diversidade da vegetação remanescente de uma área de cerrado *stricto sensu* doze anos após a aplicação de seis níveis de intervenção. Os dados para realização deste estudo foram em experimento situado no município de Coração de Jesus, norte do estado de Minas Gerais. Foram realizadas avaliações nos anos de 1986, 1996 e 1998 em 30 parcelas de 600m² instaladas em uma área de 30 ha, sujeita a 6 tratamentos, com 5 repetições cada. Estes consistiram em: retirada de 50%, 70%, 80%, 90% e 100% da área basal, além da testemunha. Foram obtidos o número de árvores e a área basal das plantas com circunferência à 1,30m de altura (CAP) maior ou igual a 15,7cm; calculados índices que expressam a estrutura horizontal e vertical da vegetação e índices de diversidade de Shannon-Wiener e Simpson. Concluiu-se que: a família Leguminosae apresentou o maior número de espécies em todos os níveis de intervenções e a família Vochysiaceae o maior número de indivíduos; após 12 anos da intervenção a vegetação remanescente apresentou índices de diversidade semelhantes a outras regiões de cerrado que não sofreram intervenções, mostrando que não houve perda significativa em diversidade, tanto a área basal, como o número de árvores; as circunferências médias quadráticas apresentaram valores superiores aos existentes por ocasião da instalação do experimento, mostrando que um ciclo de corte de 12 anos é perfeitamente admissível para esta área.

Palavras-chave: Manejo, análise estrutural, diversidade, floresta nativa, cerrado.

SUMMARY

MELLO, Anabel Aparecida de. Structure analysis of the savanna “stricto sensu” after applying different levels of intervention. In: Silvicultural study and economic viability of management of the savannah vegetation. UFLA, 1999. Cap.2. 164 p. (Dissertation - Msc in Forest Engineering)

The principal objective of this study was to verify the impact caused on the structure and diversity of the remaining vegetation of the savannah “stricto sensu” 12 years after the application of 6 levels of intervention. The data for accomplishment of this study were obtained in the Alavação farm, municipal district of Coração de Jesus, north of the State of Minas Gerais. Evaluations were accomplished in the years of 1986, 1996 and 1998 in 30 plots of 600m² installed in an area of 30ha subjected to 6 treatments. These consisted on: removal of 50%, 70%, 80%, 90% and 100% of the basal area, besides the control, with 5 repetitions each. The number of trees and the basal area of the plants with circumference at 1,30m of height (CAP) larger or equal to 15,7 cm were recorded. Indices which express horizontal and vertical structure of vegetation and also the indices of diversity from Shannon Wiener and from Simpson were estimated. It was concluded that: the Leguminosae family presented the largest number of species for all levels of intervention and the Vochysiaceae family presented the largest number of individuals; after 12 years from intervention the remaining vegetation presented indices of diversity similar to other savannah regions which had not suffered intervention showing no significant loss in diversity in basal area, and in number of trees; mean quadratic circumference presented superior values than those existing at the time of installation of the experiment showing that a 12 year cutting cycle is perfectly admissible for this area.

Key word: Management, structural analysis, diversity, native forest, savannah.

1 INTRODUÇÃO

O cerrado é uma vegetação natural com 2 milhões de Km² que abrange o Brasil Central e a Amazônia, representando cerca de 22% do território nacional (Ratter e Ribeiro, 1996). Esta província inclui considerável variedade de fisionomias vegetais, tipos de solos e comunidades animais ocorrentes no Brasil Central (Eiten, 1972). Sendo assim, em toda extensão do cerrado existe uma contínua variação na composição florística, indicando características peculiares para cada região (Silva Júnior, 1984).

Infelizmente, esse bioma tão rico em diversidade vem sendo degradado, seja para implantação de culturas agrícolas ou pecuária, seja para retirada de lenha com a finalidade de produzir carvão vegetal.

Uma das maneiras de prevenir a exaustão da vegetação do cerrado é sua utilização de forma sensata. A ampliação da área sob regime de manejo sustentado evitaria a utilização indiscriminada de espécies com alto valor comercial (principalmente as frutíferas e medicinais) para produção de lenha e carvão vegetal (Costa Neto, 1990).

De acordo com Silva Júnior (1994), Almeida e Souza (1997), Lima (1997) e Scolforo (1998) o estudo da composição florística e principalmente a análise da estrutura da vegetação é de fundamental importância na elaboração de planos de manejo e também para a adoção de tratamentos silviculturais voltados para a conservação da diversidade de espécies.

A análise da estrutura da vegetação fornece informações quantitativas sobre sua estrutura horizontal e vertical, sendo uma das alternativas para se conhecer as variações florísticas, fisionômicas e estruturais a que as

comunidades estão sujeitas ao longo do tempo e espaço. Assim, é possível manter o compromisso da diversidade florística, quando intervenções com base em regime de manejo são previstas para a floresta nativa, compreender a importância de cada espécie para a comunidade e verificar sua distribuição espacial na floresta (Pinto, 1997 e Scolforo, 1997 e 1998).

No cerrado, alguns trabalhos já desenvolvidos tiveram como enfoque principal o estudo da composição florística e a análise da estrutura da vegetação sem, no entanto, apresentar um vínculo com o manejo desta vegetação para produção de madeira. Pode-se citar: Batista, 1982; Silberbauer-Gottsberger e Eiten, 1983; Silva Júnior, 1984; Oliveira-Filho, 1984; Carvalho, 1987; Costa Neto, 1990; Nascimento e Saddi, 1992; Felfili e Silva Júnior, 1993; Walter e Ribeiro, 1996; Felfili et al., 1997; Camargo, 1997; Lima, 1997 e Castro e Kauffman, 1998.

Assim, o objetivo deste estudo foi verificar o impacto causado, a estrutura e a diversidade da vegetação remanescente de um cerrado *stricto sensu* doze anos após a aplicação de seis níveis de intervenção utilizando para tal os parâmetros que caracterizam a estrutura da vegetação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição da área

A área de estudo está localizada na Fazenda Alvação, de propriedade da Reflorestadora do Alto Jequitinhonha (REFLORALJE), município de Coração de Jesus, estado de Minas Gerais. A vegetação local é de cerrado *stricto sensu*. A região possui relevo plano, com solo areno argiloso, clima tropical seco, temperatura média anual de 25°C, altitude de 800 metros e uma precipitação média anual de 820 mm (IEF, 1997)¹.

¹ Instituto Estadual de Florestas (IEF). Comunicação pessoal. 1997 (Montes Claros, MG, Brasil)

2.2 Base de dados

No ano de 1986, o Instituto Estadual de Florestas (IEF) instalou, na fazenda Alvação um experimento com 6 diferentes tratamentos, ou seja, retirada de 50, 70, 80, 90 e 100% da área basal total, além do estabelecimento de um tratamento como testemunha. A área ocupada pelo experimento foi de 30 hectares e os tratamentos foram distribuídos aleatoriamente em 5 blocos totalizando 30 talhões de 1 hectare cada um, conforme ilustrado na figura 2.1. Em cada talhão foi locada, no seu centro, uma parcela de 600 m² (20 x 30m). Antes de serem realizadas as intervenções foi feito um levantamento de cada parcela, obtendo-se a área basal total, o número de plantas e o nome regional das espécies. No entanto, o controle das árvores individuais foi perdido ao longo do tempo.

Em fevereiro de 1996 foi realizado um segundo inventário, onde mediram-se todas as plantas que possuíam circunferência à 30cm de altura do solo (CAS) \geq 9,5 cm, em cada parcela. As medidas obtidas foram: circunferência a 30cm de altura do solo (CAS) e a 1,30m de altura (CAP), com a utilização de fita métrica; altura do fuste e altura total com a utilização da vara telescópica. Todas as plantas medidas foram marcadas com placas de alumínio e pintadas com tinta vermelha à altura do CAS para facilitar futuras medições. Para cada indivíduo amostrado foi coletado o material botânico, sendo este numerado e herbarizado. A identificação taxonômica se realizou a partir de consultas à especialistas e visitas à herbários.

Um terceiro inventário foi realizado em junho de 1998. As árvores marcadas foram novamente medidas assim como as plantas foram recrutadas, ou seja aquelas que atingiram dimensão mínima para medição. Estas plantas foram

plaqueteadas e pintadas. Para realização deste estudo utilizou-se os dados referentes à medição realizada em 1998, no qual considerou-se as árvores vivas, com CAP $\geq 15,7$ cm.

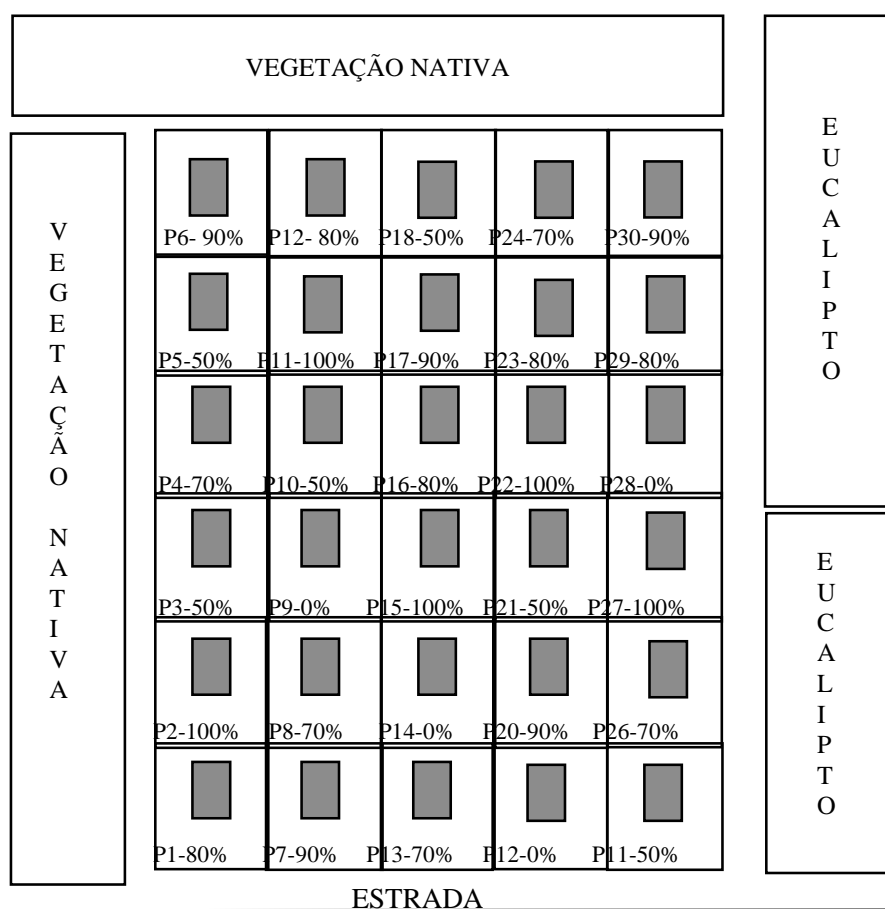


FIGURA 2.1. Croqui da área experimental

- Parcela de 600 m²;
- P1,P2,.....,P30 = Parcelas;
- 50,70,80,90,100 e 0 % = Níveis de intervenções.

2.3 Estrutura da vegetação

Os parâmetros estruturais da vegetação foram calculados utilizando o software SISNAT (Sistema de manejo para florestas nativas) desenvolvido pelo prof. José Roberto Soares Scolforo - Departamento de Ciências Florestais da UFLA. Foram calculados os índices que expressam a estrutura horizontal da vegetação os quais expressam a participação na comunidade de cada espécie vegetal em relação às outras e a forma como esta se encontra distribuída espacialmente na área

a) Densidade Absoluta (DA_i)

$$DA_i = N_i$$

b) Densidade Relativa (DR_i)

$$DR_i = (DA_i / \sum_{i=1}^q N_i) \cdot 100$$

c) Dominância Absoluta (DoA_i)

$DoA_i = 0,0000785398 \cdot \sum Di^2$, se diâmetros em centímetros foram medidos, ou

$DoA_i = 0,0000079577 \cdot \sum Ci^2$, se circunferências em centímetros foram medidas.

d) Dominância Relativa (DoR_i)

$$DoR_i = (DoA_i / \sum_{i=1}^q DoA_i) \cdot 100$$

e) Frequência Absoluta (FA_i)

$$FA_i = (NU_i / NUT) \cdot 100$$

f) Frequência Relativa (FR_i)

$$FR_i = (FA_i / \sum_{i=1}^q FA_i) \cdot 100$$

g) Índice de Valor de Importância (IVI)

$$\mathbf{IVI} = \mathbf{DR}_i + \mathbf{DoR}_i + \mathbf{FR}_i$$

em que:

N_i : Número de indivíduos vivos amostrados para a i-ésima espécie por unidade de área, normalmente o hectare;

$\sum_{i=1}^q N_i$: Número total de indivíduos vivos amostrados por unidade de área, normalmente o hectare;

NU_i : Número de unidades amostrais em que ocorreu a i-ésima espécie;

NUT : Número de unidades amostrais ou intensidade amostral;

$\sum_{i=1}^q FA_i$: Soma das freqüências absolutas de todas as espécies amostradas;

C_i : Circunferência (cm) a 1,30 m de altura;

D_i : Diâmetro (cm) a 1,30 m de altura;

q : número de espécies amostradas.

Outro item abordado foi a estrutura vertical da vegetação, que permite avaliar o estágio sucessional do povoamento ou das espécies que o compõem.

h) Posição Sociológica Absoluta (PsA_i)

$$\mathbf{PsA}_i = [\mathbf{VF}_{(Ei)} \cdot \mathbf{N}_{i(Ei)}] + [\mathbf{VF}_{(Em)} \cdot \mathbf{N}_{i(Em)}] + [\mathbf{VF}_{(Es)} \cdot \mathbf{N}_{i(Es)}]$$

em que:

$$\mathbf{VF} = \frac{\mathbf{NE}}{\sum_{i=1}^q \mathbf{N}_i}$$

i) Posição Sociológica Relativa (PsR_i)

$$PsR_i = (PsA_i / \sum_{i=1}^q PsA_i) \cdot 100$$

em que:

N_i , $\sum_{i=1}^q N_i$, q : já definidos anteriormente;

PsA_i : posição fitossociológica da espécie considerada;

VF : valor fitossociológico do estrato;

E_i , E_m , E_s : estratos inferior, médio e superior;

NE : número de indivíduos vivos amostrados no i-ésimo estrato.

Foram considerados 3 estratos. Os limites dos estratos foram definidos pela variabilidade da altura das espécies observadas na área em questão:

Estrato inferior (E_i) : $h_j < (\bar{h} - 1s_h)$

Estrato médio (E_m) : $h - 1s_h \leq h_j \leq \bar{h} + 1s_h$

Estrato superior (E_s) : $h_j > \bar{h} + 1s_h$

em que:

\bar{h} : média aritmética das alturas (m) das plantas que compuseram a amostra;

h_j : altura das plantas que compõem o j-ésimo estrato;

s_h : desvio padrão das alturas (m) das plantas que compuseram a amostra.

Para avaliar a diversidade em cada tratamento foram utilizados os índices de Shannon-Wiener (H') e o índice de Simpson (C). A comparação destes índices entre o momento da instalação do experimento em 1986 e a última medição de 1998 permitiria avaliar a perda ou não de diversidade da

flora após doze anos da adoção de diferentes níveis de intervenção. No entanto, na instalação do experimento em 1986 as espécies não foram catalogadas. Assim, a comparação dos índices de diversidade obtidos neste estudo após 12 anos da intervenção realizada na área, para os 6 tratamentos avaliados, será com estudos realizados por outros autores, com a vegetação do cerrado, em diferentes regiões do Brasil.

$$H' = - \sum_{i=1}^q \left(\frac{N_i}{\sum_{i=1}^q N_i} \right) \cdot \ln \left(\frac{N_i}{\sum_{i=1}^q N_i} \right)$$

$$C = \sum_{i=1}^q \frac{N_i(N_i - 1)}{\sum_{i=1}^q N_i \left[\left(\sum_{i=1}^q N_i \right) - 1 \right]}$$

onde:

$$N_i, \sum_{i=1}^q N_i, q : \text{já definidos anteriormente;}$$

ln = logaritmo neperiano.

Quanto maior o valor de H', maior a diversidade florística e quanto mais próximo de 1 (varia de 0 a 1) o valor C menor a diversidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Resultados gerais

Foram encontrados, numa área total de 1,8 ha (30 parcelas de 600m²), 3325 indivíduos com CAS ≥ 15,7cm, distribuídos em 39 famílias e 72 espécies (Tabela 2.1.), obtendo-se 1847,22 indivíduos/ha. Encontrou-se uma altura

média de 4,15 m, uma circunferência média de 24,30cm e uma área basal média de 9,999 m²/ha.

As 4 espécies não identificadas não entraram na classificação em famílias, mas participaram nos cálculos dos parâmetros que caracterizam a estrutura da vegetação, como não identificadas (NI).

Avaliando-se a área como um todo (Tabela 2.1.) nota-se que a família que apresentou o maior número de espécies foi a Leguminosae (15 espécies). As famílias Vochysiaceae e Combretaceae apresentaram, ambas, 4 espécies. As demais famílias seguem em ordem decrescente em relação ao número de espécies. São: Erythroxylaceae, Malpighiaceae, Myrtaceae e Rubiaceae com 3 espécies cada uma; Bignoniaceae, Annonaceae, Bombacaceae e Moraceae com 2 espécies; e o restante das famílias apenas com uma espécie. Apesar da família Leguminosae apresentar um número bem maior de espécies foi a Vochysiaceae que apresentou o maior número de indivíduos (Tabela 2.2.), devido à alta densidade das espécies *Qualea grandiflora* e *Qualea parviflora*. A família Leguminosae apresentou-se como a segunda família de maior importância e as famílias Myrtaceae e Caryocaraceae vieram logo em seguida.

Os resultados deste estudo são semelhantes aos obtidos por Costa Neto (1990) no município de Mirabela, norte de Minas Gerais e por Lima (1997) na região de Brasilândia, nordeste de Minas Gerais. Estes autores concluíram que a família Leguminosae apresentou o maior número de espécies e a Vochysiaceae o maior número de indivíduos. Outros resultados similares aos deste estudo são encontrados em Silva Júnior (1984), Oliveira Filho (1984), Nascimento e Saddi (1992) e Felfili et al. (1993).

Uma justificativa para o grande número de indivíduos da família Vochysiaceae é discutida por Haridasan e Araújo (1988). Estes autores citam que muitas espécies desta família são típicas acumuladoras de alumínio e que a

alta concentração desse elemento encontrada em seus tecidos não interfere na absorção de outros nutrientes, o que pode ser uma das causas da presença constante desta família nos solos do cerrado.

TABELA 2.1. Relação das famílias com suas respectivas espécies arbustivas-arbóreas, amostradas em 30 parcelas de 0,06 ha cada, no ano de 1998, na Fazenda Alvação, município de Coração de Jesus, Minas Gerais.

FAMÍLIA/ESPÉCIE	PORTE
ANNACARDIACEAE	
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schot.	árvore
ANNONACEAE	
<i>Annona coriacea</i> Mart.	árvore
<i>Annona crassifolia</i> Mart.	árvore
<i>Duguetia furfuraceae</i>	
APOCYNACEAE	
<i>Aspidosperma macrocarpum</i> Mart.	árvore
<i>Hancornia speciosa</i> Gomez	árvore
<i>Hymatanthus obovata</i>	
BIGNONIACEAE	
<i>Tabebuia aurea</i> Benth. & Hook	árvore
<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.	árvore
BOMBACACEAE	
<i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. et Zucc.) Schott & Endl	árvore
CARYOCARACEAE	
<i>Caryocar brasiliense</i> (St. Hill.) Camb.	árvore
CLUSIACEAE	
<i>Kyelmeyera speciosa</i> A. St. Hill.	arbusto
CELATRACEAE	
<i>Maytenus gonocladus</i> Mait.	
COMBRETACEAE	
<i>Terminalia argentea</i> Mart. & Zucc.	árvore
<i>Terminalia fagifolia</i> Mart.	árvore
<i>Buchevania tomentosa</i>	
<i>Combretum discolor</i>	
CONNARACEAE	
<i>Connarus suberosus</i> Planch.	arbusto
DILLENACEAE	
<i>Curatella americana</i> L.	árvore
EBENACEAE	
<i>Dyospiros hispida</i> DC	arbusto
ERYTHROXYLACEAE	
<i>Erythroxylum ambiguum</i> St. Hill.	arbusto
<i>Erythroxylum suberosum</i> St. Hill.	arbusto
<i>Erythroxylum tortuosom</i> Mart.	arbusto

TABELA 2.1. Continuação

FAMÍLIA	PORTE
GUTTIFERAE	
<i>Kielmeyera lathrophyton</i> Saddi	
HIPPOCRATACEAE	
<i>Salacia crassiflora</i> Peyr.	arbusto
LABIATAE	
<i>Hyptidendron cana</i> (Mart.) Harley	arbusto
LEGUMINOSAE CAESALPINOIDEAE	
<i>Bauhinia bongardi</i> Steud.	arbusto
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	árvore
<i>Dalbergia miscolobium</i> Bth.	árvore
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	árvore
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	árvore
<i>Sclerolobium aureum</i> Benth.	árvore
<i>Sclerolobium paniculatum</i> Benth.	árvore
<i>Senna velutina</i> (Vog) I.D.	
LEGUMINOSAE FABACEAE	
<i>Acosmium dasycarpum</i> (Vog) Yakovl.	árvore
<i>Acosmium subelegans</i> Vog.	árvore
<i>Andira vermifuga</i> Mart. ex Benth.	árvore
<i>Bowdichia virgiloides</i> H.B.K.	árvore
LEGUMINOSAE MIMOSOIDEAE	
<i>Platymenia reticulata</i> Benth.	árvore
<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) Macrb.	árvore
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Cov.	árvore
LOGANIACEAE	
<i>Strychus pseudo-quina</i> St. Hill.	árvore
LYTHRACEAE	
<i>Lafoensia pacari</i> St. Hill.	árvore
MALPIGHIACEAE	
<i>Byrsonima verbacifolia</i> (L.) Rich ex A.L. Juss.	árvore
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kenth.	árvore
<i>Byrsonima crassa</i>	árvore
MELASTOMATACEAE	
<i>Miconia albicans</i> Triana	arbusto
MORACEAE	
<i>Brosimum gaudichaudii</i> Tréc	arbusto
<i>Ficus</i> sp	árvore
MYRTACEAE	
<i>Eugenia dysenterica</i> D.C.	árvore
<i>Campomanesia guazumifolia</i> Blume	arbusto
<i>Maclinea clauseniana</i>	
NYCTAGINACEAE	
<i>Guapira tomentosa</i> Lundell	árvore
OCHNACEAE	
<i>Ouratea hexasperma</i> (St. Hill.) Baill.	árvore

TABELA 2.1. Continuação

FAMÍLIA	PORTE
OPILIACEAE	
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers	árvore
PALMAE	
<i>Syagrus flexuosa</i> (Mart.) Becc.	arbusto
PROTEACEAE	
<i>Roupala montana</i> Aubl.	árvore
RUBIACEAE	
<i>Albertia macrophylla</i> Schum.	
<i>Guettarda virbunoides</i> Cham. & Schlecht.	árvore
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. et Schl.) K. Schum	árvore
SAPINDACEAE	
<i>Magonia pubescens</i> St. Hill	árvore
SAPOTACEAE	
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	árvore
SIMAROUBEACEAE	
<i>Simarouba versicolor</i> St. Hill.	árvore
VERBENACEAE	
<i>Aegiphila lhotzkiana</i> Cham.	árvore
VOCHYSIACEAE	
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	árvore
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	árvore
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	árvore
<i>Vochysia rufa</i> Mart.	árvore

3.2 Características encontradas nos tratamentos de manejo da vegetação

De acordo com a tabela 2.2. verificou-se que a família que apresentou o maior número de indivíduos em todos os tratamentos foi a Vochysiaceae, à exceção do tratamento de 80% de remoção da área basal. Outras famílias que se destacaram foram a Myrtaceae, Caryocaraceae, Sapindaceae e Combretaceae.

De maneira geral, as famílias identificadas neste estudo foram encontradas em quase todos os tratamentos, ocorrendo exceções. A família Clusiaceae, com uma espécie, apareceu apenas no tratamento de remoção de 100% da área basal. A família Guttiferae, também com uma espécie, apareceu apenas no tratamento de 100% de remoção da área basal e a Hypocrataceae

apenas no tratamento 70%. As outras famílias apareceram em pelo menos 2 tratamentos.

Os resultados encontrados não permitem inferir que as diferenças encontradas nos tratamentos são devidas às intervenções, pois elas podem ter sido causadas por fatores ambientais ou edáficos, ou seja, podem ser diferenças que ocorreriam mesmo sem intervenções.

TABELA 2.2. Número de indivíduos, após 12 anos de intervenção, nas famílias mais importantes, em cada índice de retirada da área basal.

FAMÍLIA	TRATAMENTOS					
	50%	70%	80%	90%	100%	0%
Vochysiaceae	150	172	145	173	168	195
Leguminosae	103	111	150	153	104	108
Myrtaceae	43	47	38	45	40	53
Caryocaraceae	32	32	20	33	31	32
Sapindaceae	26	32	34	29	13	31
Combretaceae	22	24	2	26	21	10
Bombacaceae	15	21	24	28	31	40
Apocynaceae	11	21	19	16	8	17
Annonaceae	11	8	6	11	5	13
Labiatae	8	2	19	12	28	4
Annacardiaceae	5	15	7	8	9	6
Sapotaceae	5	6	5	1	8	29

Com relação aos parâmetros analisados pode-se dizer que, de acordo com os resultados apresentados nas tabelas 2.3. e 2.4., para a densidade relativa, parâmetro que mede a participação das espécies dentro da associação vegetal, a espécie *Qualea grandiflora* se destacou em todos os tratamentos, com exceção do corte raso (100% da área basal) onde a *Qualea parviflora* foi a que obteve o maior valor. Outras espécies tais como a *Eugenia dysenterica*, *Qualea multiflora*, *Eriotheca pubescens*, *Magonia pubescens*, *Platymenia reticulata*, *Hymenaea stigonocarpa*, *Dimorphandra mollis*, *Caryocar brasiliense*, *Annona*

crassifolia, *Bucheveania tomentosa*, *Tabebuia ochracea*, *Aspidosperma macrocarpum*, *Sclerolobium aureum*, *Astronium fraxinifolium*, *Bowdichia virgilioides*, *Annona crassifolia*, *Acosmium subelegans*, *Hyptidendron cana* e *Maclinea clauseniana* tem valores de densidade que caracterizam uma maior facilidade destas em se instalarem na área. Estes resultados indicam que estas espécies predominam nos tratamentos, característica que, segundo Costa Neto (1990), deve ser levada em consideração, quando se pensa em manejar de maneira sensata uma área florestal.

O índice de dominância relativa proporciona uma idéia das espécies que melhor se adaptam aos fatores físicos do habitat, além de ter constituição genética que privilegie o seu desenvolvimento. Para os tratamentos em estudo a espécie que apresentou maior dominância relativa foi a *Qualea grandiflora*, mostrando ser a espécie com maior valor de área basal para todos os tratamentos, o que significa que ela possui uma alta capacidade de explorar este ambiente. Dentre as espécies que também apresentaram alta representatividade pode-se considerar as mesmas que apresentaram maiores valores de densidade relativa, à exceção da *Qualea multiflora*.

Dentre as espécies que apresentaram-se distribuídas em toda a área ou todos os tratamentos, conforme pode-se observar através da frequência relativa, pode-se citar a *Eugenia dysenterica*, *Qualea grandiflora*, *Eriotheca pub* e a *Qualea parviflora*.

Com relação ao índice de valor de importância (IVI), pode-se dizer que para todos os tratamentos a *Qualea grandiflora* obteve valores acima de 30 e a *Qualea parviflora* valores entre 20 e 30 sendo as espécies que se destacaram para este estudo. Lima (1997) mostrou que para a região de Brasilândia, a espécie *Qualea parviflora* apresentou valores altos de IVI em todos os estratos estudados.

Outras espécies que se destacaram foram: *Qualea grandiflora*, *Eugenia dysenterica*, *Kilmeyera coriacea* e *Davilla elliptica*. Vários autores, estudando a vegetação do cerrado, como Oliveira Filho (1984), Silva Júnior (1984), Costa Neto (1990), Nascimento e Saddi (1992), Felfili e Silva Júnior (1993) e Felfili et al. (1996), encontraram o gênero *Qualea* com o maior valor de IVI. As variações nos valores de IVI para as mais variadas espécies podem ser explicadas por diversos motivos: tamanho da área amostrada, metodologia utilizada para levantamento, fatores edafo-climáticos de cada região, dentre outros.

No entanto, este índice que procura sintetizar a importância da espécie em termos de sua densidade, dominância e frequência relativa, deve ser utilizado com reservas se o objetivo for definir aquelas espécies que apresentam maior potencial de serem manejadas para fins de produção de lenha ou madeira. O caso da *Qualea multiflora* pode ser um bom exemplo para esta ilustração. A espécie tem considerável valor de IVI, fruto dos maiores valores alcançados pela frequência e densidade relativa. Já a dominância relativa expressa que esta espécie tem pequena área basal, o que não a credencia para ser explorada comercialmente.

A posição sociológica é um índice que permite inferir se a espécie é encontrada em todos os estádios sucessionais da vegetação estudada. Observando os valores obtidos para os estratos inferior, médio e superior da floresta é possível inferir se a espécie analisada participa de todos eles. Se assim ocorrer esta é uma espécie que tem potencial para compor o plano de manejo. Neste estudo pode-se citar que dentre as espécies de maior densidade

relativa, a *Qualea multiflora*, a *Eriotheca pubescens* e a *Hymenaea stigonocarpa* não se enquadram na situação descrita anteriormente.

Assim, se a espécie tem facilidade de regeneração na área ou alta densidade relativa; se tem altos valores de área basal ou dominância, que expressam seu maior porte; e se participam de todos os estratos da floresta ou tem altos valores de posição sociológica, pode-se inferir que são estas as espécies a serem manejadas para fins de produção de madeira.

Ainda das tabelas 2.3. e 2.4. pode-se verificar as espécies *Sclerolobium paniculatum*, *Byrsonima verbacifolia*, *Brosimum gaudichaudi*, *Aegiphila lhotzkiana*, *Annona coriacea*, *Kyelmeyera speciosa*, *Byrsonima coccolobifolia*, *Campomanesia guazumifolia*, *Andira vermifuga*, *Miconia albicans*, *Strychus pseudochina*, *Tocoyena formosa*, *Terminalia argentea*, *Connarus suberosus*, *Lafoensia pacari*, *Enterolobium gummiferum*, *Curatella americana*, *Vochysia rufa*, *Ouratea hexasperma*, NI1, *Stryphnodendron adstringens*, *Bauhinia bongardi*, NI2, NI3, *Dalbergia miscolobium*, *Salacia crassiflora*, *Maytenus gonoclaclus*, *Hymatanthus obovata*, *Erythroxylum ambigum*, *Terminalia fagifolia*, *Combretum discolor*, *Erythroxylum suberosum*, *Tabebuia aurea*, *Erythroxylum tortuosum*, *Roupala montana*, *Diospyrus hispida*, *Ficus sp*, NI4, *Syagrus flexuosa*, *Guapira tomentosa*, *Simarouba versicolor*, *Albertia macrophylla*, *Copaifera langsdorffii*, *Kielmeyera lathrophyton*, *Hancornia speciosa*, *Agonandra brasiliense*, *Byrsonima crassa*, *Acosmium dasycarpum*, *Guetarda virbunoides*, *Dughetia furfuraceae* e *Senna velutina* tem índice de densidade relativa abaixo de 1. Este fato, segundo Kageyama e Gandara (1993) caracteriza espécies raras. Estas espécies não deveriam, ou não devem, compor o plano de manejo, para que o impacto da ação do manejo seja minimizado.

3.3 Comparação da densidade e da diversidade florística com outras áreas de cerrado

Os índices de diversidade estão apresentados na tabela 2.5. Pode-se observar que o índice de Shannon-Wiener apresentou valores variando de 3,13, para o tratamento de 70%, até 3,23 para os tratamentos de 50% e 100%. Estes valores já expressam a alta diversidade de espécies na área. Os valores próximos de zero obtidos pelo índice de Simpson vem confirmar esta suposição.

TABELA 2.5. Índices de diversidade de Shannon-Wiener e de Simpson para os 6 diferentes tratamentos.

	50%	70%	80%	90%	100%	0%
Índ. Shannon-Wiener	3.23	3.13	3.16	3.09	3.23	3.14
Índ. Simpson	0.063	0.070	0.066	0.070	0.060	0.070

De acordo com os dados da Tabela 2.5. pode-se observar que a diversidade entre os tratamentos é semelhante. Pequenas diferenças nos valores são perfeitamente normais em biologia, onde não se pode encontrar uma constância matemática em amostragens diferentes. Carvalho (1987) encontrou para um cerrado no sudoeste de Minas Gerais, numa área de 140,12ha, um índice de diversidade de 3,77, devendo-se ressaltar que nesta região o cerrado já está perdendo o seu domínio, sofrendo influências de outros tipos de vegetação. Felfili et al. (1996), num estudo realizado em 11 áreas do Brasil Central totalizando 11ha amostrados e considerando um diâmetro mínimo de 5cm, encontrou índices de diversidade variando de 3,1 a 3,7. Num estudo realizado por Lima (1997) em área de cerrado do município de Brasilândia, estado de Minas Gerais, obteve índices variando de 2,68 a 3,00, numa área de 30ha utilizando diâmetro mínimo igual ou superior a 5cm. Já Camargo (1997)

encontrou um índice de diversidade de Shannon-Wiener igual a 2,94 para uma área de cerrado *stricto sensu*, na região de Bocaiuva, estado de Minas Gerais, considerando um diâmetro mínimo de 3,3cm medido a 30cm de altura. Neste estudo foram utilizadas 34 unidades amostrais.

Mesmo não tendo condições de obter estes índices para o momento em que o experimento foi instalado pode-se inferir que pelos índices de diversidade se encontrarem na mesma faixa que de outros estudos no cerrado não houve perda significativa de diversidade.

O índice de diversidade semelhante para todos os tratamentos é um indicativo do alto nível de rebrota de cepas, identificado em todos os tratamentos. Nesta região, com solos profundos e alto teor de argila, mesmo os tratamentos mais intensivos não levaram à perda do potencial de rebrota, conforme detectado em regiões menos produtivas do estado de Minas Gerais (Scolforo, 1999)¹.

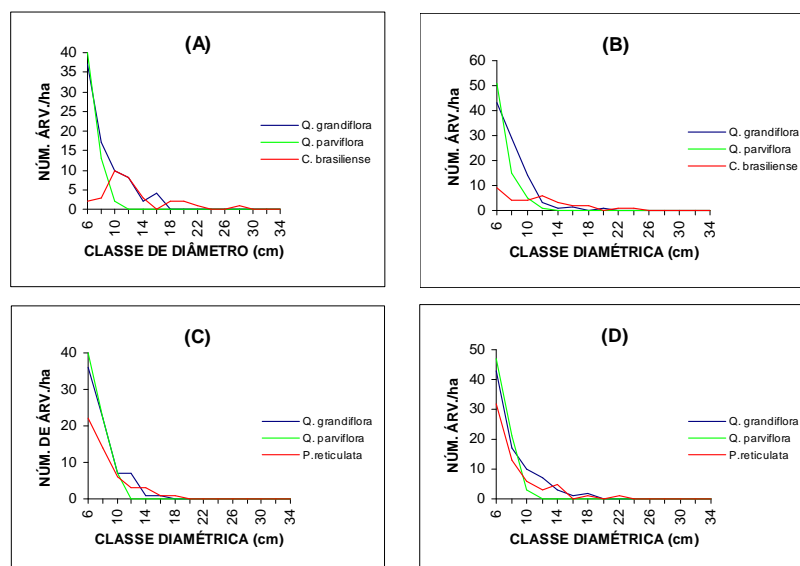
Os fatos descritos acima são consubstanciados pelo próprio desenvolvimento da área basal, do número de árvores e da circunferência média quadrática, em todos os tratamentos implantados, conforme mostrado na tabela 2.6. Pode-se observar que em 1998, ou seja, doze anos após a implantação do experimento, houve a superação da área basal existente em 1986 para todos os tratamentos. Para o tratamento de 50% o acréscimo em área basal foi de 63,9% ; para 70, 80, 90, 100% e para testemunha estes acréscimos foram respectivamente 53,6; 43,0; 44,5; 90,6 e 99,9%. Para o número de plantas por hectare foi observado o mesmo comportamento que para a área basal. Obteve-se um acréscimo de 5,1% para o tratamento de 50% e de 17,0; 15,2; 11,6; 44,3 e 16,1% para os tratamentos de 70, 80, 90 e 100%, e testemunha, respectivamente, em relação ao número de plantas mensurados em 1986. Este mesmo comportamento foi verificado pela circunferência média quadrática.O

número de famílias e espécies encontradas são semelhantes aos obtidos por Lima (1997) que classificou 64 espécies distribuídas em 33 famílias em estudos sobre a estrutura da vegetação do cerrado, na região de Brasilândia,

¹SCOLFORO, J.R.S. Comunicação pessoal. 1999. (Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Florestais, Lavras, MG., Brasil)

estado de Minas Gerais, numa área de 30 ha e utilizando um diâmetro mínimo de 5cm. Camargo (1997) utilizando 34 pontos quadrantes na região de Bocaiúva, estado de Minas Gerais, também de cerrado *stricto sensu*, encontrou 22 famílias e 35 espécies, utilizando um diâmetro mínimo de 3,3cm a 30cm de altura.

De forma complementar é mostrado na figura 2.2. o número de plantas por classe diamétrica para quatro espécies que apresentaram os maiores valores de densidade relativa, nos seis tratamentos deste estudo.



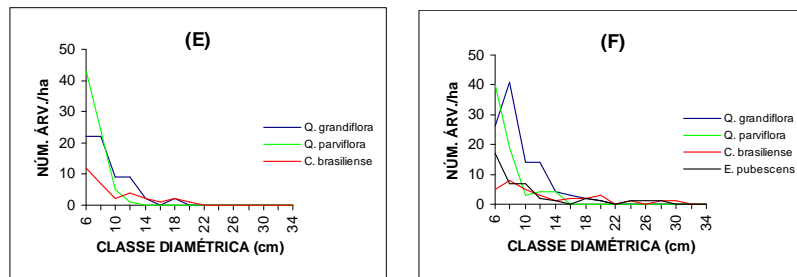


FIGURA 2.2. - Representação gráfica da distribuição por classe de diâmetro das espécies mais importantes, para os tratamentos de 50% (A), 70% (B), 80% (C), 90% (D), 100% (E) e testemunha (F).

4 CONCLUSÕES

Das análises realizadas pode-se concluir que:

- A família Leguminosae foi a que apresentou maior número de espécies em todos os seis tratamentos;

- A família Vochysiaceae apresentou, de maneira geral, o maior número de indivíduos em todos os tratamentos;

- As espécies *Qualea grandiflora*, *Qualea parviflora*, *Eugenia dysinterica*, *Qualea multiflora*, *Eriotheca pubescens*, *Magonia pubescens*, *Platymenia reticulata*, *Hymenaea stigonocarpa*, *Dimorphandra mollis*, *Caryocar brasiliense*, *Annona crassifolia*, *Buchevania tomentosa*, *Tabebuia ochracea*, *Aspidosperma macrocarpum*, *Sclerolobium aureum*, *Astronium fraxinifolium*, *Bowdichia virgilioides*, *Annona crassifolia*, *Acosmium subelegans*, *Hyptidendron cana* e *Maclinea clauseniana* são espécies que tem facilidade de regeneração natural, tem alta área basal e estão presentes nos estratos inferior, médio e superior da floresta, fato que as credenciam como potencialmente sujeitas a prática de manejo;

- As espécies *Sclerolobium paniculatum*, *Byrsonima verbacifolia*, *Brosimum gaudichaudi*, *Aegiphila lhotzkiana*, *Annona coriacea*, *Kyelmeiera*

speciosa, *Byrsonima coccolobifolia*, *Campomanesia guazumifolia*, *Andira vermifuga*, *Miconia albicans*, *Strychus pseudochina*, *Tocoyena formosa*, *Terminalia argentea*, *Connarus suberosus*, *Lafoensia pacari*, *Enterolobium gummiferum*, *Curatella americana*, *Vochysia rufa*, *Ouratea hexasperma*, NII, *Stryphnodendron adstringens*, *Bauhinia bongardi*, NI2, NI3, *Dalbergia miscolobium*, *Salacia crassiflora*, *Maytenus gonoclaclus*, *Hymatanthus obovata*, *Erythroxylum ambigum*, *Terminalia fagifolia*, *Combretum discolor*, *Erythroxylum suberosum*, *Tabebuia aurea*, *Erythroxylum tortuosum*, *Roupala montana*, *Diospyrus hispida*, *Ficus sp*, NI4, *Syagrus flexuosa*, *Guapira tomentosa*, *Simarouba versicolor*, *Albertia macrophylla*, *Copaifera langsdorffii*, *Kielmeyera lathrophyton*, *Hancornia speciosa*, *Agonandra brasiliense*, *Byrsonima crassa*, *Acosmium dasycarpum*, *Guetarda virbunoides*, *Dughetia furfuraceae* e *Senna velutina* são espécies consideradas raras (DR < 1) e portanto não devem sofrer qualquer intervenção por ocasião do manejo;

- Seja com 50, 70, 80, 90 ou 100% de remoção da área basal verificou-se que 12 anos após a intervenção, a vegetação remanescente apresentou índices de diversidade semelhantes àqueles observados para vegetação do cerrado que não foram sujeitas a intervenção, em outras regiões do Brasil, não havendo perda de diversidade significativa da flora arbustivo-arbórea;

- Seja com 50, 70, 80, 90 ou 100% de remoção da área basal pode-se observar que tanto esta variável como o número de plantas mensuráveis e a circunferência média quadrática apresentaram valores superiores aos existentes por ocasião da instação do experimento em 1986. Este fato implica que o ciclo de corte de 12 anos é perfeitamente admissível para esta população, independente da intensidade de remoção implementada;

- O número de famílias e espécies encontradas para este estudo é semelhante ao encontrados por outros autores para a região do cerrado.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA,D.S.;SOUZA,A.L. Florística e estrutura de um fragmento de floresta atlântica, no município de Juiz de Fora, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.21, n.2, p. 221-230, 1997.
- BATISTA,E.A. **Levantamentos fitossociológicos aplicados à vegetação de Cerrado, utilizando-se de fotografias aéreas verticais**. Piracicaba, SP: ESALQ, 1982.86 p. (Dissertação - Mestrado em Ciência Florestal)
- CASTRO,E.A.;KAUFFMAN,B. Ecosyatem structure in the Brazilian Cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root mass and consumption by fire. **Journal of Tropical Ecology**, v.14, p. 263-283. 1998.
- CAMARGO,F.M. **Caracterização da vegetação lenhosa e dos solos de um mosaico de cerrado, floresta semidecídua e floresta decídua em Bocaiúva, MG**. Lavras, MG: UFLA, 1997. 55 p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal)
- CARVALHO,D.A. **Composição florística e estrutura de Cerrados do Sudoeste de Minas Gerais**. Campinas, SP: UNICAMP, 1987. 202 p. (Dissertação - Mestrado em Ecologia).
- COSTA NETO,F. **Subsídios técnicos para um plano de manejo sustentado em áreas de cerrado**. Viçosa-MG: UFV,1990. 142p. (Tese - Mestrado em Ciência Florestal).
- EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review**, 38 : 201 - 341,1972.
- FELFILI,J.M.;SILVA JÚNIOR,M.C. A comparative study of cerrado (sensu stricto) vegetation in Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, vol.9,p.277-289, 1993.
- FELFILI,J.M.;SILVAJÚNIOR,M.C.;REZENDE,A.V.;NOGUEIRA,P.E.;WALTER,B.M.T.; FELFILI,M.C.; SILVA,M.A.; IMAÑA ENCINAS,J. Comparação do cerrado (sensu stricto) nas Chapadas Pratinha e dos Veadeiros. In: 3^o Congresso de Ecologia do Brasil. Brasília, DF. **Anais...Contribuição ao conhecimento ecológico do Cerrado,1997,6-11.**

- HARIDASAN,M.;ARAÚJO,G.M. Aluminium-accumulating species in two forest communities in the cerrado region of central Brazil. **For. Ecol. Manage**, vol. 24, p. 15-26, 1988.
- KAGEYAMA, P.Y.;GANDARA, F.B. Dinâmica de populações de espécies arbóreas: implicações para o manejo e a conservação. In: Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira, 3, 1993, São Paulo. **Anais...** SP, 12p. 1993.
- LIMA,C.S.A. **Desenvolvimento de um modelo para manejo sustentado do cerrado**. Lavras, MG: UFLA, 1997. 159p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal)
- NASCIMENTO,M.T.;SADDI,N. Structure and floristic composition in an area of cerrado in Cuiabá-MT, Brazil. **Revista Bras. Bot.**, vol. 15, n.1,p.47-55,1992.
- OLIVEIRA-FILHO,A.T. **Estudo florístico e fitossociológico em um cerrado na Chapada dos Guimarães - Mato Grosso - uma análise de gradientes**. Campinas: UNICAMP. 1984, 133p. (Dissertação - Mestrado em Ecologia)
- PINTO, J.R.R. **Levantamento florístico, estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva e suas correlações com variáveis ambientais em uma floresta de vale no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, Mato Grosso**. Lavras, MG: UFLA, 1997. 85 p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal)
- RATTER,J.A.;RIBEIRO,J.F. Biodiversity of the flora of the Cerrado. VIII Simpósio sobre o Cerrado - 1st International Symposium on Tropical Savannas. Brasília, DF. **Anais**, 1996. 3-5.
- SCOLFORO,J.R.S. **Manejo Florestal**. Lavras:UFLA/FAEPE, 1998.438p.
- SCOLFORO,J.R.S. **Inventário Florestal**. Lavras:UFLA/FAEPE, 1997.438p.
- SILBERBAUER-GOTTESBERGER,I;EITEN,G. Fitossociologia de um hectare de cerrado. **Brasil Florestal**, n.54,p.55-70, 1983.
- SILVA JÚNIOR,M.C. **Composição florística, estrutura e parâmetros fitossociológicos do cerrado e sua relação com o solo na Estação**

Florestal de Experimentação de Paraopeba, MG. Viçosa: UFV. 1984. 120p. (Dissertação - Mestrado em Ciência Florestal).

VAN den BERG,E. **Estudo florístico e fitossociológico de uma floresta ripária em Itutinga, MG e análise das correlações entre variáveis ambientais e a distribuição das espécies de porte arbóreo-arbustivo.** Lavras, MG: UFLA, 1995. 73p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal)

WALTER,B.M.T.;RIBEIRO,J.F. Fitossociologia de uma reserva ecológica de cerrado adjacente a plantios agrícolas. VIII Simpósio sobre o Cerrado - 1st International Symposium on Tropical Savannas. Brasília, DF. **Anais**, 1996. 242-248.

CAPÍTULO 3

PROGNOSE DO VOLUME DE UM CERRADO *STRICTO SENSU* ATRAVÉS DO USO DA MATRIZ DE TRANSIÇÃO

RESUMO

MELLO, Anabel Aparecida de. **Prognose do volume de um cerrado *stricto sensu* através do uso da matriz de transição. In: Estudo silvicultural e da viabilidade econômica do manejo da vegetação do cerrado.** Lavras: UFLA, 1999. Cap.3. 165 p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal)

Este estudo teve como principal objetivo avaliar a prognose do número de árvores e de área basal, por classe diamétrica, em diferentes níveis de intervenções do cerrado, para avaliar o ciclo de corte em futuras intervenções. Os dados para realização deste estudo foram obtidos em experimento situado no município de Coração de Jesus, norte do estado de Minas Gerais. Foram realizadas avaliações nos anos de 1986, 1996 e 1998 em 30 parcelas de 600m² instaladas em uma área de 30 ha, sujeita a 6 tratamentos, com 5 repetições cada. Estes consistiram em: retirada de 50%, 70%, 80%, 90% e 100% da área basal, além da testemunha. Foram obtidos o número de árvores e a área basal das plantas com circunferência à 1,30m de altura (CAP) maior ou igual a 15,7cm. Para viabilizar a prognose foi utilizado o método da matriz de transição, ou cadeia de Markov, e gerada a equação de produção $V/ha = 125,509270 \cdot (1 - e^{-0,051082 \cdot G})^{1,423304}$. Concluiu-se que: para a variável número de árvores, o ciclo de corte de 12 anos possibilita que sejam realizadas na população intervenções entre 50 e 100% de remoção da área basal; para a área basal esse ciclo diminui para 10 anos; das prognoses efetuadas até 2007 verificou-se que todos os níveis de intervenção superaram em pelo menos 50% o número de plantas mensurados em 1986; verificou-se que o ritmo de crescimento da vegetação remanescente após as diferentes intervenções é superior ao da vegetação que não sofre qualquer intervenção, mostrando que é viável intervir na vegetação do cerrado, eliminando-se a presença de animais domésticos e do fogo.

Palavras-chave: Manejo, prognose, cadeia de Markov, matriz de transição, floresta nativa, cerrado, ciclo de corte.

SUMMARY

MELLO, Anabel Aparecida de. Volume prognosis of the savanna "stricto sensu" through the transition matrix. In: Silvicultural study and economic viability of management of the savannah vegetation. UFLA, 1999. Cap.3. 164 p. (Dissertation - Msc in Forest Engineering)

The main objective of this study was to evaluate the prognosis of the number of trees and the basal area by diameter classes for different levels of intervention in the savannah, to evaluate the cutting cycle for future interventions. The data for accomplishment of this study were obtained in the Alavação farm, municipal district of Coração de Jesus, north of the state of Minas Gerais. Evaluations were accomplished in the years of 1986, 1996 and 1998 in 30 plots of 600m² installed in an area of 30 ha subjected to 6 treatments. These consisted on: remotion of 50%, 70%, 80%, 90% and 100% of the basal area, besides the control, with 5 repetitions each. The number of trees and basal area of all plants with circumference at 1,30m of height (CAP) larger or equal to 15,7 cm were recorded. For the feasibility of the prognosis the method of transition matrix (Markov chain) was utilized and the following production equation was generated: $V/ha = 125,509270 \cdot (1 - e^{-0,051082 \cdot G})^{1,423304}$. It was concluded that: for the variable number of trees, a 12 year cutting cycle made possible that interventions between 50 to 100% in basal area remotion be accomplished; for the basal area this cycle would diminish to 10 years; basing on the prognosis carried out it was verified that all levels of interventions surpassed in at least 50% the number of plants measured in 1986; it was verified that the growth rate of the remaining vegetation after the different interventions levels was superior when compared to the vegetation that had not suffered any intervention, showing that it is feasible to intervene on the savannah vegetation, eliminating the presence of domestic animals and fire.

Key word: Management, prognosis, chain of Markov, transition matrix, native forest, savannah, cutting cycle.

1 INTRODUÇÃO

O estado de Minas Gerais é um grande consumidor de carvão vegetal nos seus processos industriais, principalmente na siderurgia. Sua vegetação é muitas vezes explorada de maneira predatória para a retirada de lenha, para consumo próprio ou para sua transformação em carvão vegetal. Assim, a prática do manejo florestal sustentado é constantemente negligenciada.

De acordo com a legislação vigente no estado, a partir do ano de 1999 todos os produtos madeireiros devem ser oriundos de reflorestamento ou de vegetação nativa sob regime de manejo florestal. Este fato, aliado à melhor qualidade do carvão oriundo de reflorestamentos, propiciou uma diminuição gradativa de 14,27 milhões de mdc em 1982 para 4,33 milhões de mdc do carvão oriundo da vegetação nativa em 1998 (ABRACAVE, 1998).

Uma das alternativas viáveis de exploração da vegetação do cerrado seria a determinação do seu ciclo de corte, ou seja, um ciclo mínimo de espera para retorno a mesma área para uma nova intervenção, aliada a um mapeamento econômico das áreas com potencial para serem manejadas. Este ciclo mínimo de corte estaria condicionado ao retorno da área basal da população remanescente aos níveis desta mesma área basal antes de ocorrer a primeira intervenção.

Ainda para utilizar a vegetação nativa em bases sustentáveis, Thibau (1982), Durigan et al. (1993), Lima (1997), Scolforo (1997) e Scolforo, Lima e Oliveira Filho (1999) consideram que o uso sensato da vegetação nativa é uma importante opção para o setor energético e uma eficaz maneira de manter a cobertura florestal, propiciando proteção ambiental e do solo, a preservação da paisagem e, em muitos casos, o retorno econômico, sendo uma importante fonte de renda em regiões com baixa produtividade florestal e baixa capacidade de suporte para a pecuária.

Um eficiente método para auxiliar o planejamento de uma exploração sensata é promover a prognose da distribuição diamétrica das árvores que compõem a floresta, através de informações advindas de parcelas permanentes (Pulz,1998). De acordo com Scolforo (1998), dentre os modelos de classe de diâmetro, a matriz de transição, ou cadeia de Markov, se destaca como sendo um importante instrumento para viabilizar a prognose da produção, possibilitando, dentre outras informações, a definição do ciclo de corte, a avaliação econômica da ação de manejo, a manutenção ou não da biodiversidade florística.

A cadeia de Markov foi utilizada pela primeira vez num povoamento florestal por Usher em 1966 (*Pinus sylvestris*) e depois vários trabalhos utilizaram este método para florestas nativas: Bruner e Moser Jr. (1973); Buongiorno e Michie (1980); Lippe, Smiat e Glenn-Lewin (1985); Boychuk e Martell (1988); Valentine e Furnival (1989); Azevedo, Souza e Jesus (1995); Sanquetta et al. (1996 a); Sanquetta et al. (1996 b); Pulz (1998); Pulz et al. (1999), dentre outros. Mas para a vegetação de cerrado parece não haver trabalhos utilizando a cadeia de Markov para prognosticar a produção.

Com isso este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a prognose do número de árvores e de área basal, por classe diamétrica, em diferentes níveis de intervenções do cerrado, para avaliar o ciclo de corte em futuras intervenções.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição da área

A área de estudo está localizada na Fazenda Alvação, de propriedade da Reflorestadora do Alto Jequitinhonha (REFLORALJE), município de Coração de Jesus, estado de Minas Gerais. A vegetação local é de cerrado *stricto sensu*. A região possui relevo plano, com solo areno argiloso, clima tropical seco, temperatura média anual de 25°C, altitude de 800 metros e uma precipitação média anual de 820 mm (IEF, 1997)¹.

2.2 Base de dados

No ano de 1986, o Instituto Estadual de Florestas (IEF) instalou, na fazenda Alvação um experimento com 6 diferentes tratamentos, ou seja, retirada de 50, 70, 80, 90 e 100% da área basal total, além do estabelecimento de um tratamento como testemunha. A área ocupada pelo experimento foi de 30 hectares e os tratamentos foram distribuídos aleatoriamente em 5 blocos totalizando 30 talhões de 1 hectare cada um, conforme ilustrado na figura 3.1. Em cada talhão foi locada, no seu centro, uma parcela de 600 m² (20 x 30m). Antes de serem realizadas as intervenções foi feito um levantamento de cada parcela, obtendo-se a área basal total, o número de plantas e o nome regional das espécies. No entanto, o controle das árvores individuais foi perdido ao longo do tempo.

Em fevereiro de 1996 foi realizado um segundo inventário, onde mediram-se todas as plantas que possuíam circunferência à 30 cm de altura (CAS) $\geq 9,5$ cm, em cada parcela. As medidas obtidas foram: circunferência à

30 cm de altura (CAS) e a 1,30m de altura (CAP), com a utilização de fita métrica; altura do fuste e altura total com a utilização da vara telescópica. Todas as plantas medidas foram marcadas com placas de alumínio e pintadas com tinta vermelha à altura do CAS para facilitar futuras medições. Para cada indivíduo amostrado foi coletado o material botânico, sendo este numerado e herbarizado. A identificação taxonômica se realizou a partir de consultas à especialistas e visitas a herbários.

[†] Instituto Estadual de Florestas (IEF). Comunicação pessoal. 1997 (Montes Claros, MG, Brasil)

Um terceiro inventário foi realizado em junho de 1998. As árvores marcadas foram novamente medidas assim como as plantas foram recrutadas, ou seja aquelas que atingiram dimensão mínima para medição. Estas plantas foram plaqueteadas e pintadas. Para realização deste estudo considerou-se as árvores com $CAP \geq 15,7\text{cm}$. Foi também contabilizada a mortalidade e o recrutamento ocorrido entre os anos de 1996 e 1998, cujo período foi de 2 anos e 4 meses.

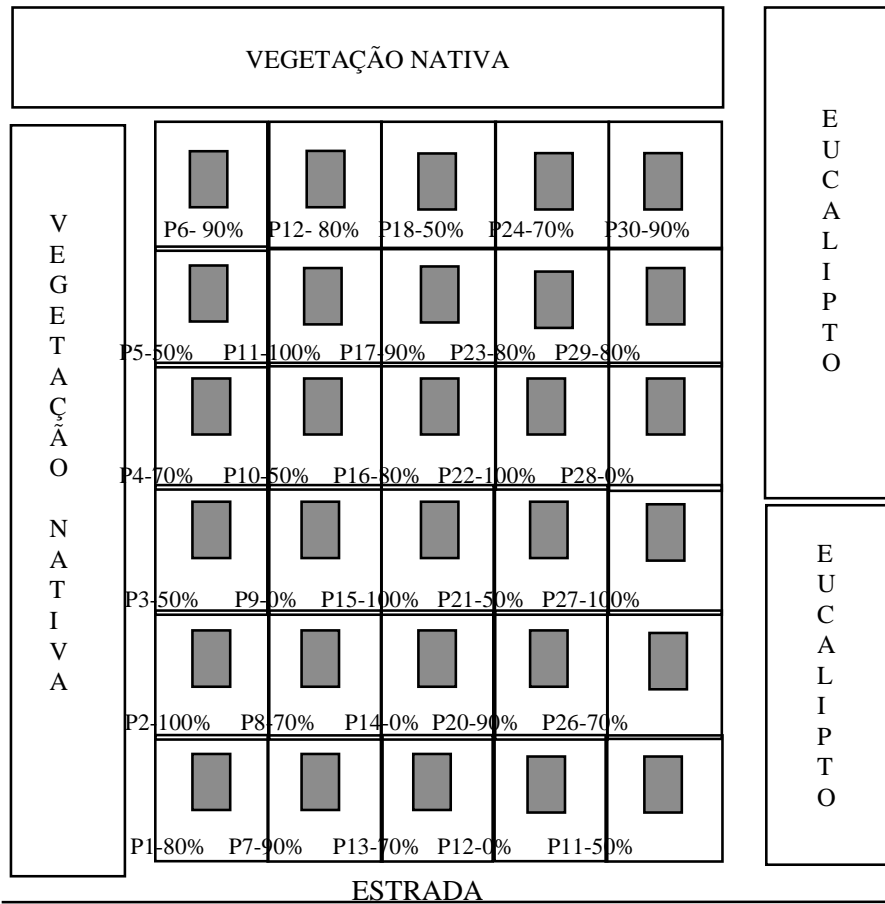


FIGURA 3.1. Croqui da área experimental

- Parcela de 600 m²;
- P1,P2,.....,P30 = Parcelas;
- 50,70,80,90,100 e 0 % = Níveis de intervenções.

2.3 Desenvolvimento do modelo

A prognose deve ser feita através da estimativa da probabilidade de transição dos diâmetros entre classes diamétricas, a partir da matriz de probabilidade de produção (Scolforo,1998). A matriz assume que em uma determinada classe de diâmetro a árvore tem a probabilidade de movimentar-se de uma classe menor para uma maior conforme seu desenvolvimento. Estas tem ainda a probabilidade de morrer por causas naturais ou antrópicas e também existe a probabilidade de novas árvores ingressarem nas menores classes (Valentine e Furnival,1989 e Vanclay, 1994).

Segundo De Groot (1989), a cadeia de Markov pode assumir k estados: S_1, \dots, S_k , de tal modo que a probabilidade de transição de um estado S_i para um estado S_j seja p_{ij} (um número que só depende de S_i e S_j), para $i=1, \dots, k$ e $j=1, \dots, k$. Assim sendo a matriz de transição é uma matriz (P) quadrada de $k \times k$ com elementos p_{ij} .

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1k} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2k} \\ \vdots & & & \\ p_{k1} & p_{k2} & \dots & p_{kk} \end{bmatrix}$$

onde: $p_{ij} \geq 0$, e a soma das probabilidades de cada coluna deve ser igual a 1.

2.3.1 Obtenção das probabilidades de transição

Para este estudo, o modelo foi construído com base na estrutura diamétrica, mensurada em fevereiro de 1996 e junho de 1998. A vegetação do cerrado estudada foi agrupada em 15 estados. Os 14 primeiros representados pelas classes diamétricas que variaram de 5 a 35cm, com 2cm de intervalo e o

décimo quinto pela mortalidade. Como recrutamento considerou-se todas as árvores que atingiram o diâmetro mínimo de 5,0 cm, a 1,30m de altura, na segunda medição, em 1998. Esta variável foi representada pelo vetor coluna I_t ($i = 1, \dots, n; \Delta t =$ período de crescimento).

Através desses dados foi possível obter a probabilidade de transição do período, através da matriz G:

$$G = \begin{matrix} & \begin{matrix} i_1 \\ i_2 \\ i_3 \\ i_4 \\ i_5 \\ \vdots \\ i_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} a_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ b_2 & a_2 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ c_3 & b_3 & a_3 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & c_4 & b_4 & a_4 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & c_5 & b_5 & a_5 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & & \\ 0 & 0 & 0 & 0 & c_n & \dots & a_n \end{bmatrix} \\ \begin{matrix} m_1 \\ m_2 \\ m_3 \\ m_4 \\ m_5 \\ \dots \\ m_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \end{bmatrix} \end{matrix}$$

em que:

i_n = I-ésima classe de diâmetro;

a_i, b_i, c_i = são a probabilidade de uma árvore viva permanecer na mesma classe diamétrica (a_i), mudar para a classe diamétrica subsequente (b_i), ou ainda mudar duas classes (c_i). Estas probabilidades foram obtidas como:

a_i = Número de árvores vivas que permaneceram na I-ésima classe diamétrica no período de tempo ($\Delta t = t_1 - t_2$) / Número de árvores existentes na I-ésima classe diamétrica no tempo t_1 .

b_i = Número de árvores vivas que migraram da I-ésima classe diamétrica para a I-ésima classe diamétrica + 1 no período de tempo ($\Delta_t = t_1 - t_2$) / Número de árvores existentes na I-ésima classe diamétrica no tempo t_1 .

c_i = Número de árvores vivas que migraram da I-ésima classe diamétrica para a I-ésima classe diamétrica + 2 no período de tempo ($\Delta_t = t_1 - t_2$) / Número de árvores existentes na I-ésima classe diamétrica no tempo t_1 .

em que:

t_1 = início do período de crescimento considerado, neste caso fevereiro de 1996;

t_2 = fim do período de tempo considerado, neste caso junho de 1998;

Δ_t : intervalo de tempo entre o início e o fim do período de crescimento considerado ($t_1 - t_2$).

Seja para a_i, b_i, c_i , a condição é que a árvore continue viva e não seja colhida no intervalo de tempo considerado.

Deve-se considerar que em qualquer vegetação ocorrem mortalidade de árvores (m_i), assim como recrutamento ou ingresso (I_i), principalmente nas menores classes diamétricas. A probabilidade de ocorrência de mortalidade foi obtida como:

m_i = Número de árvores mortas na I-ésima classe diamétrica no período de tempo ($\Delta_t = t_1 - t_2$) / Número de árvores existentes na I-ésima classe diamétrica no tempo t_1 .

O recrutamento foi quantificado por ocasião da remedição, podendo ou não ser representado por algum modelo.

As informações mencionadas anteriormente foram obtidas através do software Sistema de Manejo de Floresta Nativa - SISNAT, desenvolvido pelo prof. José Roberto Scolforo do Departamento de Ciências Florestais da UFLA.

A projeção da estrutura da floresta pode ser obtida, de acordo com Buongiorno e Michie (1980), por:

$$Y_{t+\Delta t} = G \cdot Y_{it} + I_{it} \quad (1)$$

onde:

$Y_{t+\Delta t}$ = número de árvores projetadas

G = probabilidade de transição por classe diamétrica

Y_{it} = frequência da classe de diâmetro

I_{it} = recrutamento

A forma matricial para a expressão 1 é:

$$\begin{bmatrix} Y_{1t+\Delta t} \\ Y_{1t+\Delta t} \\ Y_{1t+\Delta t} \\ \\ \\ Y_{nt+\Delta t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ b_2 & a_2 & 0 & 0 & 0 & \dots 0 \\ c_3 & b_3 & a_3 & 0 & 0 & \dots 0 \\ 0 & c_4 & b_4 & a_4 & 0 & \dots 0 \\ 0 & 0 & c_5 & b_5 & a_5 & \dots 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \\ 0 & 0 & 0 & 0 & c_n & \dots a_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y_{1t} \\ Y_{2t} \\ Y_{3t} \\ \\ \\ Y_{nt} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{1t} \\ I_{2t} \\ I_{3t} \\ \\ \\ I_{nt} \end{bmatrix}$$

A projeção da estrutura da floresta foi efetuada para um período de 2 anos e 4 meses, 4 anos e 8 meses, 7 anos e 2 meses e 9 anos e 6 meses. Utilizou-se para obter a prognose de cada período as expressões:

$$Y_{4,\Delta t} = G^4 \cdot Y_0 + G^3 \cdot I + G^2 \cdot I + G \cdot I + I$$

$$Y_{3,\Delta t} = G^3 \cdot Y_0 + G^2 \cdot I + G \cdot I + I$$

$$Y_{2,\Delta t} = G^2 \cdot Y_0 + G \cdot I + I$$

$$Y_{1,\Delta t} = G \cdot Y_0 + I$$

Generalizando estas expressões elas assumem a forma:

$$Y_{n,\Delta t} = G^n \cdot Y_0 + \sum_{i=0}^{n-1} G^i \cdot I_{(n-1)}$$

em que:

$n = n$ períodos de prognose;

$Y_{t+\Delta t}$; G ; Y_{it} ; I_{it} = já definidos anteriormente.

Para obtenção dos volumes a partir do número de árvores prognosticado para a vegetação, adotou-se o seguinte critério: os resultados obtidos em número de árvores foram transformados em área basal através da fórmula

$[(\pi \cdot D^2)/40000 \times \text{número de árvores em cada classe diamétrica}]$, em que D = valor central da classe diamétrica. A partir daí utilizou-se os dados de área basal e volume, obtidos na região de cerrado *stricto sensu* em Brasilândia, para ajustar uma equação que estima o volume em função da área basal. O modelo utilizado foi o de Chapman e Richards expressa por $V = \beta_0 (1 - e^{-\beta_1 G})^{\beta_2}$, em que V = volume em m^3/ha ; G = área basal em m^2/ha ; β_{is} = parâmetros a serem estimados; e “e” = exponencial. Após gerada a equação esta foi utilizada para obter o volume em 1986, o volume para as medições realizadas em 1996 e 1998 e o volume das s prognoses de 2000, 2003, 2005 e 2007.

2.4 Estados absorventes da cadeia de Markov

A característica básica deste estado é quando a probabilidade de transição, de uma classe diamétrica para outra, é igual a zero. Existe somente

probabilidade das árvores permanecerem na mesma classe diamétrica, como a definição de a_i . Não ocorre passagem de árvores para a i -ésima classe + 1 ou +2, representado pelas probabilidades b_i e c_i .

Desta maneira as prognoses da estrutura diamétrica, das classes de diâmetro anteriores, não podem ultrapassar a classe que apresenta estado absorvente. Há então um acréscimo de árvores continuamente nesta classe. Este acréscimo será mais intenso à medida em que mais prognoses forem efetuadas, já que as árvores não mais saem desta classe.

A ocorrência deste estado compromete as prognoses das estruturas diamétricas da floresta e impedem também que o estado de equilíbrio seja detectado. Se este estado for detectado o estudo terá significado científico e didático, comprometendo o uso dos resultados para fins práticos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na tabela 3.1. é mostrada a frequência por classe diamétrica das árvores sujeitas a avaliação no período de fevereiro/1996 a junho/1998, para o tratamento em que houve 50% de remoção da área basal. Incluiu ainda o recrutamento, a mortalidade, as árvores que permaneceram na classe diamétrica, as que mudaram para 1 classe acima e as que migraram para 2 classes acima daquela em que foram enquadradas, por ocasião do inventário realizado em junho de 1998.

Com o auxílio da tabela 3.1. encontrou-se a matriz G de probabilidades iniciais, para o tratamento de 50%, conforme mostrado na tabela 3.2. Estes elementos podem ser interpretados como a probabilidade de uma árvore da classe de diâmetro 5 -7cm permanecer na mesma classe após 2 anos e 4 meses é de 0,8199 (número de árvores que permaneceram na classe/ número total de

árvores na classe); a probabilidade de uma árvore desta mesma classe crescer até a próxima classe (7 - 9cm) em 2 anos e 4 meses é 0,1706 (número de árvores que migraram 1 classe/ número total de árvores da classe); a probabilidade de uma árvore da classe 5 - 7cm crescer até a classe 9 - 11cm em 2 anos e 4 meses é 0 (número de árvores que migraram 2 classes de diâmetro/ número total de árvores da classe) e a probabilidade de ocorrer mortalidade nesta classe, para o período de 2 anos e 4 meses é de 0,0095 (número de árvores que morreram nesta classe/ número de árvores total da classe).

TABELA 3.1. Progressão de todas as plantas mensuradas, por classe de diâmetro, no período de fevereiro/1996 a junho/1998.

Classe Diamétrica	Árvores movimentando-se nas classe diamétricas			Mortalidad e	Total	Recrutamento
	0	1	2			
6	173	36	0	2	211	92
8	62	13	0	4	79	0
10	44	5	0	1	50	0
12	27	4	0	0	31	0
14	7	2	0	0	9	0
16	4	1	0	0	5	0
18	5	0	0	0	5	0
20	4	2	0	0	6	0
22	4	0	0	0	4	0
24	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0
28	1	0	0	0	1	0
30	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0

A matriz G da tabela 3.2. apresenta nas classes de valor central 22 e 28cm estado absorvente, ou seja, a probabilidade das árvores migrarem destas classes para as posteriores é 0. Este mesmo estado foi também observado, no Anexo A, para o tratamento de 70%, cujo estado absorvente foi detectado para as classes 20, 22 e 24cm; no tratamento de 80% o estado absorvente é encontrado apenas na classe de valor central 20cm; no tratamento de 90% para as classes de valor central 20, 28 e 34cm; no corte raso para as classes 20,28 e 30cm e na testemunha para as classes de valor central 18 e 20cm. Isto significa que uma vez atingidas estas classes de diâmetro, as árvores não mais saem dela, ocorrendo um acúmulo de árvores nestas. Embora isto não ocorra na prática pode ser usado para se ter uma indicação da dinâmica da floresta. Com a ocorrência de estados absorventes não é possível realizar a prognose a longo prazo para a vegetação em questão.

Segundo Bruner e Moser Jr. (1973) a predição do desenvolvimento e da dinâmica de florestas através da matriz de transição possui algumas restrições: o período de projeção só pode ser múltiplo daquele em que a matriz de probabilidade foi construída e assume probabilidades que dependem somente do estado presente da floresta, cujas transições se mantêm constantes ao longo do tempo, não expressando possíveis diferenças no padrão de crescimento das árvores.

Para fins de avaliação do ciclo de corte foram realizadas projeções em área basal para os anos de 2000, 2003, 2005 e 2007 utilizando-se a matriz de probabilidade inicial G, matriz quadrática, matriz cúbica e matriz à quarta potência de G, para todos os tratamentos considerados. Na tabela 3.3. está representada a matriz à quarta potência para o tratamento de 50%, sendo que sua interpretação é idêntica à da matriz de probabilidade inicial G. Os resultados das prognoses em número de árvores, volume e área basal são mostrados na

tabela 3.4. para os períodos de outubro de 2000, fevereiro de 2003, junho de 2005 e outubro de 2007. Nesta tabela pode-se verificar que para todos os tratamentos houve um acentuado aumento da área basal ao longo dos anos.

Na tabela 3.5. e 3.6. são apresentados, respectivamente, o número de árvores e a área basal da vegetação do cerrado, por ocasião do estabelecimento de experimento em 1986 e também a área basal e o número de árvores médio, obtido para cada tratamento no inventário realizado em 1996 e em 1998. É ainda apresentada uma síntese das prognoses do número de árvores e da área basal e os percentuais de acréscimos ocorridos em cada época de prognose.

Observando a tabela 3.5., que considera o número de árvores mensuráveis com circunferência $\geq 15,7\text{cm}$, pode-se observar que 10 anos após a instalação do experimento (1986) houve um acréscimo de 12,65% no número de plantas para a testemunha. Este acréscimo foi maior ainda para o tratamento em que foi realizado o corte raso, 25,56%, e também foi detectado para o nível em que ocorreu 70% de remoção da área basal. Pode-se então inferir que para estes níveis de intervenção e para esta variável, o ciclo de corte é de 10 anos. Se observado o desenvolvimento do número de árvores 12 anos após a instalação do experimento, pode-se verificar que para toda a amplitude de intervenção o número de árvores mensuráveis foi superior ao existente em 1986. Assim, silviculturalmente, este é o ciclo de corte.

No entanto, assim mesmo foram realizadas prognoses desta variável até 2007, para observar a tendência no desenvolvimento desta variável, conforme mostrado na figura 3.2. Esta prognose também é útil para que estudos de análise de investimento permitam inferir qual a rotação econômica ótima.

Ainda da figura 3.2. pode-se observar que os maiores acréscimos no número de plantas mensuráveis se deu no tratamento em que houve corte raso. Nos demais níveis de remoção este acréscimo foi semelhante, embora tenham sido crescente até a última idade em que a prognose foi executada.

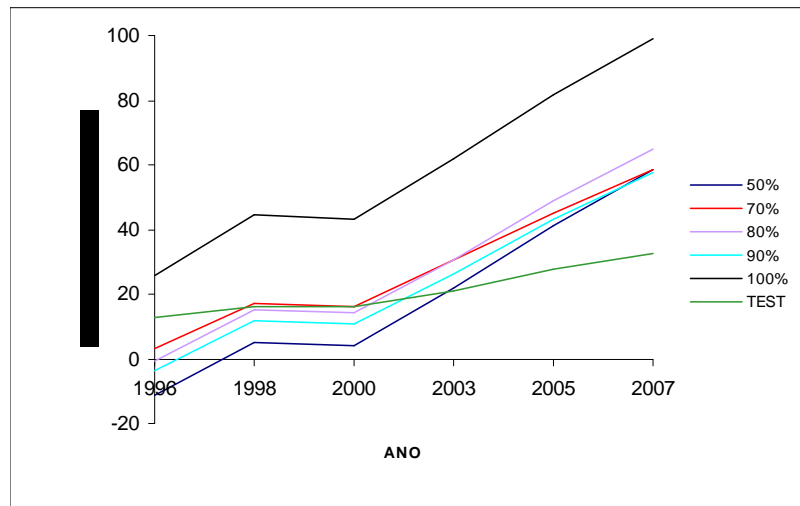


FIGURA 3.2. Tendência no acréscimo do número de plantas mensuráveis em relação a 1986 para todos os tratamentos.

Observando a tabela 3.6., que considera a área basal, pode-se constatar que houve no período de 10 anos (1986-1996) um acréscimo de 92,56% $[(12,94 - 6,72)/6,72] \cdot 100$ nesta variável para a testemunha, acréscimo este que chegou a 99,85% 12 anos após a instalação do experimento. Por outro lado, na Tabela 3.5 foi observado um acréscimo de 217(1933-1716) plantas mensuráveis no período 1986-1996. Isto implicou num aumento de área basal em torno de $0,61355\text{m}^2 [0,0000785398 \cdot (6)^2 \cdot 217]$. O restante $5,606\text{m}^2 [(12,94 - 6,72) - 0,61355]$ é pelo próprio crescimento das árvores da população. Assim, pode-se dizer que a vegetação estava em desenvolvimento, quando houve a instalação do experimento.

Em que pese este fato, para a área em questão foi constatado que 10 anos após a instalação do experimento, todos os tratamentos implantados apresentaram área basal superior à existente em 1986 entre 21,33% e 59,50%. Pode-se então definir o ciclo de corte de 10 anos para esta fisionomia de cerrado.

No entanto, mesmo assim, foram realizadas prognoses até 2007, haja visto que a rotação econômica pode superar a rotação silvicultural.

A população continuou crescendo até pelo menos 2007, idade da última prognose, quase que triplicando a produção em área basal no tratamento em que houve corte raso (194,38%). Nos tratamentos em que houve 50, 80 e 90% de remoção da área basal este acréscimo foi em torno de 2,3 a 2,5 vezes, sendo o dobro no tratamento em que houve retirada de 70% da área basal. Um fato relevante é que as áreas basais dos tratamentos silviculturais em 2007 já estão bastante próximos da testemunha, o que indica o grande poder de recuperação do cerrado quando após a intervenção existem cuidados mínimos com a vegetação, como por exemplo a ausência de animais e fogo.

A tabela 3.8. mostra o volume estimado para 1986, para os inventários realizados em 1996 e 1998 e também para as prognoses realizadas até 2007. A equação utilizada foi: $V = 125,509270 \cdot (1 - e^{-0,051082 \cdot G})^{1,423304}$. O coeficiente de determinação (R^2) e o erro padrão residual ($S_{y,x}$) foram respectivamente 86,6% e $\pm 2,89 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Conforme pode-se observar na Tabela 3.8 dez anos após a exploração da área todos os tratamentos já haviam superado o volume existente naquela ocasião em pelo menos 24,55%. A testemunha dobrou de volume neste período. Este fato novamente vem mostrar que por ocasião da instalação do experimento a área estava em desenvolvimento. No entanto, a recuperação do volume 10 anos após a intervenção realizada indica que o ciclo de corte de 10 anos é aquele a ser adotado nas fisionomias de cerrado da região do estudo, em solos com as mesmas características.

TABELA 3.8. Volume, em m³/ha, para todos os tratamentos, da primeira medição até a prognose para outubro de 2007.

ANO	VOLUME (m ³ /ha)					TEST
	50%	70%	80%	90%	100%	
1986	18,05	20,88	18,74	21,19	13,90	21,61
1996	28,38	31,78	23,34	26,59	24,53	44,53
%	57,23	52,20	24,55	25,48	76,47	106,06
1998	32,16	34,17	28,57	32,38	30,09	46,32
%	78,17	63,65	52,45	52,81	116,47	114,35
2000	32,95	33,54	29,07	33,32	30,35	47,00
%	82,55	60,63	55,12	57,24	118,35	117,49
2003	38,18	37,85	34,77	39,55	35,87	49,12
%	111,52	81,27	85,54	86,64	158,06	127,30
2005	44,43	42,47	41,59	47,27	42,08	51,69
%	146,15	103,40	121,93	123,08	202,73	139,19
2007	49,79	46,87	47,71	52,34	47,68	53,72
%	175,84	124,47	154,59	147,00	243,02	148,59

4 CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos para prognose e das observações realizadas nos anos de 1996 e 1998, pode-se concluir:

- O cerrado em estudo apresentava-se em desenvolvimento quando o experimento foi instalado, em 1986;

- Para a variável número de árvores, o ciclo de corte de 12 anos possibilita que sejam realizadas na população níveis de intervenção entre 50 e 100% de remoção da área basal;

- Para a variável área basal, o ciclo de corte de 10 anos possibilita que sejam realizados na população níveis de intervenção entre 50 e 100% de remoção da área basal;

- Das prognoses efetuadas verifica-se que todos os níveis de intervenção superaram em pelo menos 50% o número de plantas mensuradas em 1986. Para a testemunha este acréscimo foi de 32,75%. Este fato reforça a tese que a intervenção no cerrado seguida de cuidados, como a não presença de gado e fogo, pode ser benéfica para sua estrutura;

- Das prognoses efetuadas verifica-se que o ritmo de crescimento da vegetação remanescente após diferentes intervenções praticadas é muito superior as da vegetação que não sofre qualquer intervenção. Este ritmo, em ordem decrescente, foi maior para 100 e 50% de remoção da área basal, conforme observado em 2007. Este fato reforça a tese de que se eliminada a presença de animais domésticos e do fogo é viável ambientalmente intervir na vegetação do cerrado.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, C.P.; SOUZA, A.L.; JESUS, R.M. Um modelo de matriz de transição para prognose do crescimento de um povoamento natural remanescente não manejado de mata Atlântica. **Revista Árvore**, Viçosa, v.19, n.2, p. 187-199, abr./jun. 1995 a.

AZEVEDO, C.P.; SOUZA, A.L.; JESUS, R.M. Dinâmica da vegetação arbórea com DAP maior ou igual a 5,0cm: comparação entre grupos funcionais e ecofisiológicos na estação experimental de silvicultura tropical do INPA, Manaus-AM. **Revista Árvore**, Viçosa, v.20, n.3, p. 267-278, jul./set. 1995 b.

BRUNER, H.D.; MOSER Jr, J.W. A Markov chain approach to the prediction of diameter distributions in uneven-aged forest stands. **Canadian Journal of Forest Research**, Ontario, v.4, p. 409-417. 1973.

- BUONGIORNO, J.; MICHIE, B.R. A matrix model of uneved-aged forest management. **Forest Science**, Washington, v.26, n.4, p.609-625, Dec. 1980.
- BOYCHUK, D.; MARTELL, D.L. A Markov chain model for evaluating seasonal forest fire fighter requeriments. **Forest Science**, Bethesda,v. 34,n. 3, p. 647-661, Sept. 1988.
- DE GROOT, M.H. **Probability and statistics**. California: Addeeson-Wesley Publishing. 1989. 723 p.
- DURIGAN,G.;GARRIDO,L.M.A.G.;GARRIDO,M.A.O. Manejo silvicultural do cerrado em Assis - SP. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO,7; CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO,1, Curitiba, 1993. **Anais...** Curitiba: SBS/SBEF 1993. p. 374-377.
- FREITAS, J.V.; HIGUCHI, N. Projeções da distribuição diamétrica de uma floresta tropical úmida de terra firme pela cadeias de Markov. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO,7; CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO,1, Curitiba, 1993. **Anais...** Curitiba: SBS/SBEF 1993. p. 545-548.
- LIPPE, E.; SMIDT, J.T.; GLENN-LEWIN, D.C. Markov models and sucesion: a test from a heathland in the Netherlands. **Journal of Ecology**, London, v.73, n.3, p.775-791, Nov. 1985.
- MAGNUSSEN, S. A continuous-time Markov chain for early selections. **Forest Science**, Bethesda, v.39, n.4, p. 845-850, Nov. 1993.
- PULZ,F.A. **Estudo da dinâmica e a modelagem da estrutura diamétrica de uma floresta semedescídua montana na região de Lavras - MG**. Lavras, MG: UFLA, 1998. 156p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal)
- PULZ,F.A.; SCOLFORO,J.R.S.; OLIVEIRA, A.D.; MELLO, J.M.de; OLIVEIRA FILHO,A.T.de. Acuracidade da predição da distribuição diamétrica de uma floresta inequiânea com a matriz de transição. **Cerne**, Lavras, v.3, n.1, p. 77-96. 1999.
- SANQUETTA,C.R.; ANGELO,H.;BRENA,D.A.;MENDES,J.B. Predição da distribuição diamétrica, mortalidade e recrutamento de floresta natural com

- matriz Markoviana de potência. **Revista Floresta**, Curitiba, v.24, n. ½, p.23-26, jul. 1996 a.
- SANQUETTA,C.R.; ANGELO,H.;BRENA,D.A.;MENDES,J.B. Matriz de transição para simulação da dinâmica de florestas naturais sob diferentes intensidades de corte. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.6, n. 1, p.65-78, nov. 1996 b.
- SCOLFORO,J.R.S.; LIMA,J.T.; SILVA, S.T. Equações de biomassa e volume para cerrado *stricto sensu*. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO,7; CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO,1, Curitiba, 1993. **Anais...** Curitiba: SBS/SBEF 1993. p. 508-510.
- SCOLFORO,J.R.S. **Manejo florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 438 p.
- SCOLFORO,J.R.S.; LIMA, C.S. de A.; OLIVEIRA FILHO,A.T. de. Um modelo para manejo de florestas inequiâneas. **Cerne**, Lavras, v.3, n.2, p. 77-96. 1999.
- THIBAU,C.E. Florestas energéticas - produção sustentada de lenha para energia. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4, Belo Horizonte, 1982. **Anais...** Belo Horizonte: SBS/SBEF, 1982. p.517-522.
- USHER, M.B. A matrix model for forest management. **Biometrics**, Tucson, v.25, n.2, p. 309-315, June 1969.
- VALENTINE, H.T.;FURNIVAL, G.M. Projections with ingrowth by Markov chains. **Forest Science**, Bethesda, v.35, n.1, p.245-250, Mar. 1989.
- VANCLAY, J.K. **Modelling forest growth and yield: applications to mixed tropical forests**. Copenhagen: CAB International, 1994. 312p.

CAPÍTULO 4

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA REGENERAÇÃO DA VEGETAÇÃO DE CERRADO, SOB DIFERENTES REGIMES DE MANEJO, NA REGIÃO NORTE DE MINAS GERAIS

RESUMO

MELLO, Anabel Aparecida de. **Avaliação econômica da regeneração da vegetação de cerrado, sob diferentes regimes de manejo, na região norte de Minas Gerais. In: Estudo silvicultural e da viabilidade econômica do manejo da vegetação do cerrado.** Lavras: UFLA, 1999. Cap.4. 165 p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal)

Os objetivos principais deste estudo foram avaliar a viabilidade econômica de manejar a vegetação nativa do cerrado submetida a seis diferentes níveis de intervenção, levando em conta alterações nos parâmetros: taxa de desconto, valor da terra, nível de produtividade, custo de produção e preço da madeira; comparar em termos econômicos duas opções para uso de terras originalmente ocupadas com vegetação de cerrado: produção de madeira (lenha) para energia manejando a vegetação do cerrado e retirada da vegetação para plantio de eucalipto. Os dados para realização deste estudo foram obtidos em experimento situado no município de Coração de Jesus, norte do estado de Minas Gerais. Foram realizadas avaliações nos anos de 1986, 1996 e 1998 em 30 parcelas de 600m² instaladas em uma área de 30 ha, sujeita a 6 tratamentos, com 5 repetições cada. Estes consistiram em: retirada de 50%, 70%, 80%, 90% e 100% da área basal, além da testemunha. Foram obtidos o número de árvores e a área basal das plantas com circunferência à 1,30m de altura (CAP) maior ou igual a 15,7cm. Através destes dados obteve-se o volume para os anos de 1986, 1996, 1998 e as prognoses para 2000, 2003, 2005 e 2007. O método de avaliação econômica usado foi o Valor Presente Líquido (VPL), considerando um horizonte de planejamento infinito. Concluiu-se que o ciclo de corte ótimo econômico para a vegetação de cerrado analisada neste estudo é de 10 anos, sendo o melhor regime de manejo a retirada de 90% da área basal; todos os outros regimes de manejo foram viáveis economicamente, exceto aquele em que se retira 50% da área basal. O custo da terra é significativo na formação do custo de produção da vegetação do cerrado, sugerindo que planos de manejo desta vegetação podem ser mais lucrativos se forem implantados em regiões onde o preço da terra é baixo; variações na taxa de desconto, na produtividade, nos custos de produção e no preço da madeira também afetaram de maneira significativa a viabilidade econômica dos regimes de manejo. Do ponto de vista econômico, investir no plantio de eucalipto em regiões de cerrado visando produzir madeira para energia só é mais interessante que manejar a vegetação do cerrado se a produtividade do eucalipto for maior do que 45st/ha.ano.

Palavras-chave: Análise econômica, floresta nativa, cerrado, ciclo de corte.

SUMMARY

MELLO, Anabel Aparecida de. Economic evaluation of savannah regeneration under different management regimes, in the northern region of Minas Gerais. In: Silvicultural study and economic viability of management of the savannah vegetation. UFLA, 1999. Cap.3. 164 p. (Dissertation - Msc in Forest Engineering)

The main objectives of this study were to evaluate the economic viability of managing of the native savannah vegetation submitted to six different intervention levels, considering changes in the parameters: discount rate, land expected value, productivity level, production cost and price of the wood and to compare in economic terms, two options of land use covered originally with savannah vegetation: wood production (firewood) for energy managing the savannah vegetation and cleaning the vegetation for eucalyptus plantation. The data for accomplishment of this study were obtained in the Alvação farm, municipal district of Coração de Jesus, north of the State of Minas Gerais. Evaluations were accomplished in the years of 1986, 1996 and 1998 in 30 plots of 600m² installed in an area of 30 ha subjected to 6 treatments. These consisted on: remotion of 50%, 70%, 80%, 90% and 100% of the basal area, besides the control, with 5 repetitions each. The number of trees and the basal area of the plants with circumference at 1,30m of height (CAP) larger or equal to 15,7cm were obtained. Through these data they were obtained the volumes for the years of 1986, 1996, 1998 and the prognosis for 2000, 2003, 2005 and 2007. The used method of economic evaluation was the Net Present Value (VPL), considering an infinit horizon of planning. It was concluded that the optimum economic cycle for the vegetation of savannah analyzed in this study was of 10 years, being the best management regime the remotion of 90% of basal area; all the other management regimes were economically viable, except that one in which 50% of the basal area was removed. The cost of the land is significant in the formation of production cost of the savannah vegetation, suggesting that management plans of this vegetation can be more profitable if they are implanted in areas where the price of the land is low; variations in the discount rate, in the productivity, in the production costs and in the price of the wood also affected in a significant way the economic viability of the management regimes. From the economic point of view, to invest in eucalyptus plantation in areas of savannah aiming to produce wood for energy is only more interesting than to manage the savannah vegetation if the productivity of the eucalyptus goes larger than 45st/ha.ano.

Key words: Economic analysis, savannah, native forest, cutting cycle.

1 INTRODUÇÃO

Desde a criação da política de incentivos fiscais a atividade florestal nas áreas de cerrado tem sido bastante intensa, e tem como maior objetivo atender a demanda de carvão vegetal do país (26 milhões de m³), e principalmente do estado de Minas Gerais (19,5 milhões de m³). As áreas exploradas constituem-se de vegetação nativa e/ou plantio de *Eucalyptus* (ABRACAVE, 1998).

Foi a partir do início da década de 70, de acordo com Cabral (1990), com a certeza do esgotamento das reservas de petróleo, que procurou-se intensificar o uso de outras fontes tradicionais de energia, tais como: o carvão mineral, o gás natural e a madeira. No Brasil passou-se a considerar a madeira como fonte energética nos mais diversos setores industriais.

A exploração da vegetação nativa, para a produção de carvão vegetal, não é acompanhada pela reposição da vegetação. O estado de Minas Gerais possui longa tradição no uso de carvão vegetal na siderurgia e uma grande parte da demanda (30%) ainda é atendida através da exploração irracional do cerrado (ABRACAVE, 1998).

De acordo com Rezende, Vale e Minette (1986), os mais de 1,5 milhões de hectares de *Eucalyptus* spp plantados em Minas Gerais apresentavam-se, à época, com produtividade aquém do esperado, devido à baixa fertilidade do solo, as técnicas de plantio usadas e as espécies plantadas. Sendo assim, em muitas regiões, os plantios de eucalipto não são economicamente viáveis tornando-se mais fácil explorar o cerrado, onde não há custos de implantação, de mudas e de fertilizantes. Mas isso não significa que a produção de carvão via cerrado seja mais econômica do que a produção via eucalipto, pois o rendimento em carvão por estere de lenha é mais baixo para o cerrado e os custos de

exploração e manuseio são mais altos devido a heterogeneidade das espécies; desuniformidade de diâmetros; forma do fuste; condições de trabalho na área; altura média das árvores e distribuição das árvores na área. Atualmente esta situação foi, em parte, revertida. Os plantios de eucalipto apresentam produtividades maiores e custos de implantação menores. Torna-se necessário então a realização de novos estudos da viabilidade econômica dos plantios de eucalipto e de manejo da vegetação do cerrado.

Há poucos estudos que tratam da economicidade de se produzir madeira (lenha) para carvão usando a vegetação do cerrado e, também, que estabeleça uma comparação desta opção com aquela em que a madeira para carvão advém de plantios de eucalipto. Nesta linha de pesquisa pode-se citar os trabalhos de Rezende, Vale e Minette (1986) e Leite (1998).

Os objetivos principais deste estudo são: avaliar a viabilidade econômica de manejar a vegetação nativa do cerrado, com base em diferentes níveis de intervenção, levando em conta alterações nos parâmetros taxa de desconto, valor da terra, nível de produtividade, custo de produção e preço da madeira; comparar em termos econômicos duas opções para uso de terras originalmente ocupadas com vegetação de cerrado: produção de madeira (lenha) para energia manejando a vegetação do cerrado e retirada da vegetação para o plantio de eucalipto.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição da área

A área de estudo está localizada na Fazenda Alvação, de propriedade da Reflorestadora do Alto Jequitinhonha (REFLORALJE), município de Coração de Jesus, estado de Minas Gerais. A vegetação local é de cerrado *stricto sensu*. A região possui relevo plano, com solo areno argiloso, clima tropical seco,

temperatura média anual de 25°C, altitude de 800 metros e uma precipitação média anual de 820 mm (IEF,1997)¹.

2.2 Base de dados

No ano de 1986, o Instituto Estadual de Florestas (IEF) instalou, na fazenda Alvação um experimento com 6 diferentes tratamentos, ou seja, retirada de 50, 70, 80, 90 e 100% da área basal total, além do estabelecimento de um tratamento como testemunha. A área ocupada pelo experimento foi de 30 hectares e os tratamentos foram distribuídos aleatoriamente em 5 blocos totalizando 30 talhões de 1 hectare cada um, conforme ilustrado na figura 4.1. Em cada talhão foi locada, no seu centro, uma parcela de 600 m² (20 x 30m). Antes de serem realizadas as intervenções foi feito um levantamento de cada parcela, obtendo-se a área basal total, o número de plantas e o nome regional das espécies. No entanto, o controle das árvores individuais foi perdido ao longo do tempo.

Em fevereiro de 1996 foi realizado um segundo inventário, onde ¹ mediram-se todas as plantas que possuíam circunferência à altura do solo - 30 cm (CAS) \geq 9,5 cm, em cada parcela. As medidas obtidas foram:

circunferência à

Instituto Estadual de Florestas (IEF). Comunicação pessoal. 1997 (Montes Claros, MG, Brasil)

altura do solo - 30cm (CAS) e a 1,30m de altura (CAP), com a utilização de fita métrica; altura do fuste e altura total com a utilização da vara telescópica. Todas as plantas medidas foram marcadas com placas de alumínio e pintadas com tinta vermelha à altura do CAS para facilitar futuras medições. Para cada indivíduo amostrado foi coletado o material botânico, sendo este numerado e herbarizado.

A identificação taxonômica se realizou a partir de consultas à especialistas e visitas a herbários.

Um terceiro inventário foi realizado em junho de 1998. As árvores marcadas foram novamente medidas, assim como as plantas foram recrutadas, ou seja aquelas que atingiram dimensão mínima para medição. Estas plantas foram plaqueteadas e pintadas.

Para fins deste estudo impôs-se a restrição de utilizar todas as plantas com $CAP \geq 15,7$ cm, já que é esta a dimensão mínima possível de corte admitida pela resolução 048 de 1997, que regulamenta planos de manejo florestal no estado de Minas Gerais.

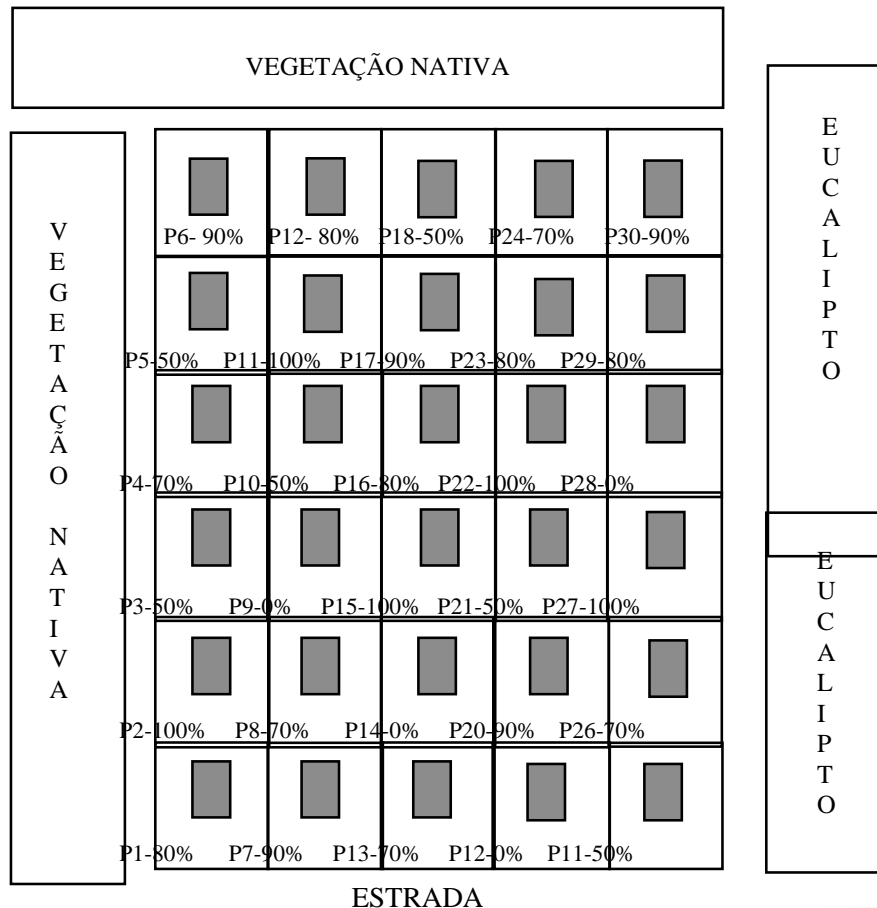


FIGURA 4.1. Croqui da área experimental

- Parcela de 600 m²;
- P1,P2,.....,P30 = Parcelas;
- 50,70,80,90,100 e 0 % = Níveis de intervenções.

Estas informações foram usadas como base para estimar o volume nos anos de 1996 e 1998 e desenvolver um modelo de prognose que permitiu estimar os volumes para os diversos tratamentos e ciclos de corte (Tabela 4.1.)

TABELA 4.1: Volume remanescente e retirado (st/ha) dos tratamentos no ano em que houve a intervenção (1986), nas épocas em que foram realizados os inventários (1996 e 1998) e nos anos para os quais foram feitas as prognoses (2000, 2003, 2005 e 2007).

ANO	50%		70%		80%		90%		100%	
	REM	RET	REM	RET	REM	RET	REM	RET	REM	RET
1986	19,86	19,86	13,78	32,16	8,25	32,98	4,66	41,96	0,00	30,58
1996	31,22	31,22	20,98	48,94	10,27	41,08	5,85	52,65	0,00	53,96
1998	35,78	35,78	22,55	52,62	12,57	50,29	7,12	64,12	0,00	66,20
2000	36,24	36,24	22,14	51,65	12,79	51,16	7,33	65,97	0,00	66,78
2003	42,00	42,00	24,98	58,29	15,30	61,19	8,70	78,31	0,00	78,92
2005	48,87	48,87	28,03	65,40	18,30	73,19	10,40	93,60	0,00	92,58
2007	54,77	54,77	30,93	72,18	20,99	83,98	11,51	103,63	0,00	104,90

2.3 Estrutura de custos e preço da madeira (lenha)

Os custos de produção de lenha de vegetação do cerrado considerados neste estudo estão na Tabela 4.2. Não foi considerado, no caso da exploração do cerrado, custo de implantação (após o corte da vegetação considera-se que haverá regeneração natural), custo de combate à formiga, custo de capina ou de qualquer outro trato cultural.

TABELA 4.2. Custos de produção de madeira da vegetação do cerrado para lenha, incluindo taxas e impostos.

Ítem de Custo	Ano de Ocorrência	Valor (US\$/ha)
- Elaboração do projeto e topografia (US\$/ha)	ano 0	3.86
- Construção de estradas e aceiros (US\$/ha)	ano 0	9.78
- Conservação de estradas e aceiros (US\$/ha)	anos de corte	1.95
- Corte (US\$/st)	anos de corte	0.94
- Extração (baldeio) (US\$/st)	anos de corte	0.75
- Carregamento (US\$/st)	anos de corte	0.62
- Impostos e taxas, inclusive taxa florestal (US\$/st)	anos de corte	2.13
- Custo anual da terra (US\$/ha)	anualmente	(50.00 x i)

Fonte: Companhia Mineira de Metais (CMM), Grupo Votorantim.

Os custos de produção de madeira de eucalipto para energia (lenha) usados neste estudo estão na tabela 4.3. Considerou-se um ciclo de 3 cortes (7, 14 e 21 anos) e que a produção volumétrica de madeira para a primeira e segunda talhadas correspondem a 90 e 80% da produção obtida no alto fuste, respectivamente.

Como custo da terra considerou-se o custo de oportunidade de uso do fator à taxa real de juros adotada na análise econômica. Foram considerados preços de venda da lenha iguais a US\$ 5.70/st e US\$ 8.13 para a madeira de vegetação de cerrado e de eucalipto, respectivamente. Estes preços são para lenha colocada no caminhão, incluindo os gastos com impostos e taxas, inclusive a taxa florestal.

TABELA 4.3. Custos de produção de madeira de eucalipto para energia (lenha), incluindo taxas e impostos

Ítems de custo	Ano de Ocorrência	Valor (US\$/ha)
- Infra-estrutura	ano 0	33.10
- Preparo do terreno	ano 0	302.66
- Plantio e replantio	ano 0	254.38
- Combate às formigas	ano 0	23.44
- Capina	ano 1	84.23
- Capina / Roçada	ano 2	38.33
- Capina / Roçada	ano 3	38.33
- Condução de brotação	1º ano após o corte	129.51
- Condução de brotação	2º ano após o corte	25.70
- Colheita (US\$/st)	anos de corte	1.88
- Carregamento (US\$/st)	anos de corte	0.62
- Impostos e taxas, inclusive taxa florestal (US\$/st)	anos de corte	2.09
- Reforma	final do ciclo	208.00
- Combate às formigas	anualmente	9.34
- Conservação de estradas e aceiros	anualmente	1.78
- Custo da terra	anualmente	50.00 x i

Fonte: Companhia Mineira de Metais (CMM), Grupo Votorantim

2.4 Análise Econômica

Com base nos dados de custos de produção de madeira da tabela 4.2., nos volumes da tabela 4.1. e usando um preço de venda da madeira igual a US\$ 5.70/st procedeu-se a análise econômica dos diferentes regimes de manejo da vegetação do cerrado que consistiu em determinar qual o tratamento mais viável economicamente, e em que ciclo de corte. Para isto utilizou-se o método do

VPL, considerando um horizonte de planejamento infinito, permitindo que os tratamentos com diferentes ciclos de corte pudessem ser comparados.

Segundo Rezende e Oliveira (1999) a fórmula para calcular o VPL no horizonte infinito é:

$$VPL_{\infty} = \frac{VPL(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

onde:

VPL_{∞} = VPL calculado considerando a replicação do tratamento para um horizonte infinito

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

R_j = receitas que ocorrem no ano j ;

C_j = custos que ocorrem no ano j ;

i = taxa anual de desconto

n = duração do ciclo de corte em anos.

O VPL calculado levando em conta um horizonte infinito foi usado também para verificar a viabilidade econômica de plantar eucalipto em áreas de cerrado visando a produção de madeira para energia e para comparar esta opção de uso da terra com a opção de manejar a vegetação do cerrado.

2.5 Análise de Sensibilidade

Para os regimes de manejo da vegetação do cerrado realizou-se uma análise de sensibilidade do VPL às variações no custo da terra, nos índices de produtividade, nos custos de produção de madeira, no preço da madeira e nas taxas de desconto, para estabelecer a influência destes fatores na viabilidade econômica dos tratamentos.

Para a terra consideraram-se 3 níveis de custo, ou seja, zero, US\$ 50.00 e US\$ 100.00 por hectare.

Foram simulados os efeitos de aumentos de até 21% nos preços da madeira e de até 30% na produtividade da vegetação dos diversos tratamentos e ciclos de corte, assim como os efeitos de redução de até 30% nos custos de produção de madeira em relação aos níveis de custos originais.

Considerou-se taxas reais de desconto de 6, 8, 10, 12 e 14% ao ano, no cálculo do VPL. Estas taxas foram escolhidas por abrangerem os níveis mais usados pelo setor florestal.

Para o plantio de eucalipto foram simulados diversos níveis de produtividade de madeira para lenha, três níveis de custo para a terra (zero, US\$50.00 e US\$100.00 por hectare) e cinco taxas de desconto (6, 8, 10, 12 e 14% ao ano).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Viabilidade econômica dos regimes de manejo da vegetação do cerrado

3.1.1 Avaliação econômica dos tratamentos

A tabela 4.4. mostra que, adotando-se as produtividades encontradas pelos inventários realizados em 1996 e 1998 (ciclos de corte de 10 e 12 anos, respectivamente) e pelas prognoses para os anos de 2000, 2003, 2005 e 2007 (ciclos de corte de 14, 17, 19 e 21 anos, respectivamente), taxa de desconto de 10% ao ano, os tratamentos foram viáveis economicamente (apresentam VPL positivo) independente do ciclo de corte adotado, com exceção do tratamento de 50%, em todos os ciclos e o de 70% para os ciclos de 19 e 21 anos. Por exemplo, no tratamento em que houve retirada de 50% da área basal, o VPL varia de

US\$ -8.25, quando o ciclo de corte é de 10 anos, a US\$ -21.93, quando o ciclo de corte é de 21 anos.

TABELA 4.4. Valor Presente Líquido por tratamento para diversos ciclos de corte, considerando taxa de desconto igual a 10% ao ano.

CICLO DE CORTE	VPL (US\$/ha) / TRATAMENTO				
	50%	70%	80%	90%	100%
10	-8.25	21.26	16.08	36.54	23.24
12	-11.77	13.65	13.31	32.77	19.66
14	-16.48	5.95	6.77	24.75	10.78
17	-19.71	0.86	2.79	20.48	5.28
19	-20.70	-1.13	1.82	19.42	3.57
21	-21.93	-3.01	0.35	15.53	1.44

Para todos os tratamentos houve diminuição no valor do VPL à medida que o ciclo de corte aumentou. No tratamento 90%, que apresentou o maior lucro, o VPL passa de US\$ 36.54, se o ciclo de corte for de 10 anos, para US\$ 15.53 para um ciclo de 21 anos.

A retirada de 50% da área basal foi o tratamento mais inviável (VPL de US\$ -21.93 no ciclo de 21 anos). Isto provavelmente está associado ao menor volume de madeira retirado neste tratamento, conforme mostrou a tabela 4.1.

Pode-se então inferir que o ciclo econômico ótimo para este estudo é de 10 anos e que a melhor maneira de manejar esta vegetação seria com a retirada de 90% da área basal. Deve-se ressaltar que neste estudo não foram analisados ciclos mais curtos que 10 anos, o que limita as inferências sobre eles.

De acordo com a portaria n° 054, de 25 de agosto de 1997, o Instituto Estadual de Florestas só aprova novos planos de manejo após a recuperação de 100% da área basal. De acordo com o capítulo três dessa dissertação, a recuperação da área basal ocorreu também aos 10 anos, o que permite inferir

que, para este estudo o ciclo ótimo econômico coincidiu com a recuperação de 100% da área basal, permitindo que a vegetação possa ser explorada legalmente.

3.1.2 Efeito da taxa de desconto sobre a viabilidade econômica

Os resultados da Tabela 4.5. mostram que o tratamento de 50% foi inviável economicamente, para as taxas de 10,12 e 14% a.a., em todos os ciclos estudados. Já para a taxa de 8% ele foi viável no ciclo de 10 anos e para a taxa de 6% a.a. nos ciclos de 10,12 e 14 anos. Nos tratamentos de 70, 80 e 100% o VPL torna-se negativo para os ciclos de 17, 19 e 21 anos a uma taxa de 12% a.a. e nos mesmos tratamentos torna-se negativo a uma taxa de 14% a.a. para os ciclos de 14, 17, 19 e 21 anos.

Para um mesmo ciclo de corte, à medida que a taxa de desconto aumenta, o VPL decresce. Por exemplo, no tratamento de 50% e ciclo de corte igual a 21 anos (maior prejuízo entre todas as situações analisadas), o VPL passa de US\$ -4.07, quando a taxa é de 6%, para US\$ -27.97 se a taxa sobe para 14% ao ano, o que implica em um aumento de 587,22% no valor do prejuízo. Este efeito era de se esperar, uma vez que altas taxas de desconto tendem a inviabilizar investimentos a longo prazo, como é o caso de investimentos no setor florestal.

TABELA 4.5. Valor Presente Líquido (VPL), por tratamento e ciclo de corte para diferentes taxas de desconto.

TRATA MEN TO	TAXA DE DESCONTO	VPL (US\$)					
		CICLO DE CORTE (anos)					
		10	12	14	17	19	21
50%	6	16.53	11.45	3.21	-1.65	-2.47	-4.07
	8	0.91	-3.25	-9.31	-13.21	-14.21	-15.65
	10	-8.25	-11.77	-16.48	-19.71	-20.70	-21.93
	12	-14.18	-17.23	-21.02	-23.70	-24.62	-25.65
	14	-18.28	-20.96	-24.05	-26.31	-27.12	-27.97
70%	6	60.26	47.91	34.11	25.97	23.31	20.57
	8	35.67	26.23	16.21	9.89	7.57	5.29
	10	21.26	13.65	5.95	0.86	-1.13	-3.01
	12	11.92	5.59	0.52	-4.70	-6.38	-7.92
	14	5.46	0.10	-4.86	-8.33	-9.74	-10.98
80%	6	48.77	46.04	34.65	29.17	29.19	27.79
	8	28.16	25.33	16.93	12.27	11.56	10.01
	10	16.08	13.31	6.77	2.79	1.82	0.35
	12	8.25	5.61	0.35	-3.05	-4.06	-5.37
	14	2.84	0.36	-3.95	-6.85	-7.81	-8.93
90%	6	78.51	74.57	60.77	53.22	58.86	49.43
	8	52.05	48.12	37.88	31.58	34.09	27.46
	10	36.54	32.77	24.75	19.42	20.41	15.53
	12	26.49	22.94	16.47	11.94	12.14	8.47
	14	19.54	16.24	10.91	7.07	6.86	4.07
100%	6	66.26	62.82	47.24	39.34	38.23	35.76
	8	39.14	35.51	24.06	17.52	15.91	13.52
	10	23.24	19.66	10.78	5.28	3.57	1.44
	12	12.93	9.51	2.39	-2.26	-3.88	-5.70
	14	5.81	2.59	-3.23	-7.18	-8.63	-10.16

Price (1973), Heliwell (1974), Manning (1977) e Foster (1979) sugerem que no setor florestal sejam usadas taxas reais de desconto inferiores às aquelas usadas por outros setores da economia, uma vez que os projetos florestais são de longa duração, o que faz com que sua viabilidade econômica seja muito sensível a variações na taxa de desconto.

3.1.3 Efeito do preço da terra sobre a viabilidade econômica

O preço da terra afeta bastante o VPL dos tratamentos, conforme mostra a tabela 4.6. No tratamento em que foi realizado corte raso, considerando um ciclo de corte de 10 anos, o VPL passa de US\$ 73.24, se o preço da terra for igual a zero para US\$ -26.76 se o preço for de US\$ 100,00/ha, ou seja, o prejuízo aumenta cerca de 373,69%.

Para o preço da terra igual a zero todos os tratamentos foram viáveis economicamente, para todos os ciclos de corte. Já para o preço da terra igual a US\$ 100,00/ha todos os tratamentos apresentaram-se inviáveis economicamente.

De acordo com Silva, Lima Júnior e Rezende (1997), o custo de oportunidade da terra pode ser entendido como o retorno que poderia ser obtido caso os investimentos em terra fossem aplicados em outra alternativa. Para este estudo pode-se dizer que o custo de oportunidade existe devido ao fato de que a área pertence a uma empresa de reflorestamento, isto é, ela poderia estar utilizando esta área, ou os valores em dinheiro, para outros fins, como por exemplo, plantio de eucalipto ou aplicação financeira, respectivamente.

Já para áreas onde não se faria uso da terra para outros fins o custo de oportunidade é inexistente. Como os investimentos em terra para a área florestal são muito altos este custo é muito importante na avaliação econômica da empresa florestal.

TABELA 4.6. Valor Presente Líquido (VPL), por tratamento e ciclo de corte para taxa de desconto de 10% a.a. e três níveis de preço da terra.

TRATA MEN TO	PREÇO DA TERRA	VPL (US\$)					
		CICLO DE CORTE (anos)					
		10	12	14	17	19	21
50%	0	41.75	38.23	33.52	30.29	29.30	28.07
	50	-8.25	-11.77	-16.48	-19.71	-20.70	-21.93
	100	-58.25	-61.77	-66.48	-69.71	-70.70	-71.93
70%	0	71.26	63.65	55.95	50.86	48.87	46.99
	50	21.26	13.65	5.95	0.86	-1.13	-3.01
	100	-28.74	-36.35	-44.05	-49.14	-51.13	-53.01
80%	0	66.08	63.31	56.77	52.79	51.82	50.35
	50	16.08	13.31	6.77	2.79	1.82	0.35
	100	-33.92	-36.69	-43.23	-47.21	-48.18	-49.65
90%	0	86.54	82.77	74.75	69.42	70.41	65.53
	50	36.54	32.77	24.75	19.42	20.41	15.53
	100	-13.46	-17.23	-25.25	-30.58	-29.59	-34.47
100%	0	73.24	69.66	60.78	55.28	53.57	51.44
	50	23.24	19.66	10.78	5.28	3.57	1.44
	100	-26.76	-30.34	-29.22	-44.72	-46.43	-48.56

3.1.4 Efeito da produtividade sobre a viabilidade econômica

A tabela 4.7. mostra as simulações de aumentos percentuais na produtividade de madeira da vegetação do cerrado para todos os tratamentos e ciclos de corte, em relação às produtividades encontradas nos inventários aos 10 e 12 anos (1996 e 1998) e pelas prognoses para 14, 17, 19 e 21 anos (2000, 2003, 2005 e 2007). Como era esperado, aumentando-se a produtividade dos tratamentos o VPL aumenta. O tratamento 50% passa a ter VPL positivo no ciclo de corte de 10 anos quando há aumento de 20% ou mais na produtividade enquanto que no ciclo de 12 anos é necessário um aumento de 30% na produtividade para que o VPL fique positivo. Em todas as outras situações o VPL deste tratamento é negativo.

TABELA 4.7. Valor Presente Líquido (VPL), por tratamento e ciclo de corte considerando taxa de desconto de 10% e vários níveis de aumento na produtividade de madeira para energia (lenha).

TRATA MEN TO	AUMENTO NA PRODUTIVIDADE	VPL (US\$)					
		CICLO DE CORTE (anos)					
		10	12	14	17	19	21
50%	0%	-8.25	-11.27	-16.48	-19.71	-20.70	-21.93
	10%	-3.28	-7.16	-12.35	-15.90	-16.99	-18.35
	20%	1.69	-2.55	-8.22	-12.09	-13.29	-14.77
	30%	6.67	2.06	-4.08	-8.28	-9.58	-11.19
70%	0%	21.26	13.65	5.95	0.86	-1.13	-3.01
	10%	29.18	20.80	12.33	6.72	4.53	2.46
	20%	37.10	27.95	18.71	12.58	10.20	7.94
	30%	45.02	35.10	25.09	18.45	15.86	13.41
80%	0%	16.08	13.31	6.77	2.79	1.82	0.35
	10%	23.48	20.42	13.23	8.85	7.78	6.16
	20%	30.89	27.54	19.69	14.90	13.74	11.96
	30%	38.29	34.66	26.15	20.96	19.70	17.77
90%	0%	36.54	32.77	24.75	19.42	20.41	15.53
	10%	45.99	41.83	33.01	27.15	28.22	22.86
	20%	55.44	50.90	41.27	34.87	36.04	30.18
	30%	64.89	59.96	49.53	42.59	43.86	37.51
100%	0%	23.24	19.66	10.78	5.28	3.57	1.44
	10%	31.36	27.41	17.64	11.58	9.71	7.36
	20%	39.48	35.16	24.50	17.89	15.84	13.28
	30%	47.60	42.92	31.36	24.19	21.97	19.20

Segundo Rezende, Vale e Minette (1986), investimentos no manejo do cerrado, visando aumentar a produtividade, poderiam ser mais compensadores do que investir no plantio de eucalipto. Contudo, deve-se considerar que na época em que este estudo foi realizado a situação era diferente da atual. O custo de implantação de povoamentos de eucalipto caiu de mais de US\$ 1,000.00/ha, à época, para menos de US\$ 600.00/ha, atualmente. A produtividade destes povoamentos subiu de mais ou menos 20 st/ha.ano para 35-40 st/ha.ano e o custo de produção de carvão de eucalipto, em consequência, caiu de US\$ 21.00/m³ para mais ou menos US\$ 11.00/m³.

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

Reduzindo-se os custos de produção de madeira em até 10% com relação aos custos originais (Tabela 4.8.) é possível fazer com que todos os tratamentos sejam lucrativos, com exceção do tratamento 50%, para os ciclos de corte de 17, 19 e 21 anos. Por exemplo, neste tratamento uma queda de 10% nos custos

faz com que, no ciclo de corte de 10 anos, o VPL passe de US\$ -8.25 para

US\$ 15.06.

TABELA 4.8. Valor Presente Líquido (VPL), por tratamento e ciclo de corte para taxa de desconto de 10% a.a. e vários níveis de redução nos custos de produção.

TRATA MEN TO	REDUÇÃO DOS CUSTOS (%)	VPL (US\$/ha)					
		CICLO DE CORTE (anos)					
		10	12	14	17	19	21
50%	0	-8.25	-11.27	-16.48	-19.71	-20.70	-21.93
	10	15.06	10.26	3.87	-0.51	-1.86	-3.54
	20	38.37	32.30	24.22	18.69	16.97	14.85
	30	61.69	54.33	44.57	37.88	35.81	33.24
70%	0	21.26	13.65	5.95	0.86	-1.13	-3.01
	10	54.97	44.64	34.21	27.30	24.60	22.05
	20	88.68	75.63	62.47	53.74	50.33	47.11
	30	122.39	106.62	90.73	80.18	76.06	72.17
80%	0	16.08	13.31	6.77	2.79	1.82	0.35
	10	47.96	44.18	35.31	29.91	28.59	26.59
	20	79.85	75.05	63.86	57.03	55.36	52.83
	30	111.73	105.92	92.40	84.16	82.14	79.08
90%	0	36.54	32.77	24.75	19.42	20.41	15.53
	10	75.64	70.50	59.64	52.41	52.71	47.12
	20	114.73	108.23	94.52	85.39	85.02	78.72
	30	153.82	145.96	129.40	118.38	117.32	110.31
100%	0	23.24	19.66	10.78	5.28	3.57	1.44
	10	57.64	52.77	40.74	33.27	30.96	28.07
	20	92.05	85.88	70.70	61.27	58.35	54.70
	30	126.46	118.99	100.66	89.27	85.74	81.33

3.1.6 Efeito do preço da madeira sobre a viabilidade econômica

De acordo com os resultados apresentados na tabela 4.9. pode-se observar que aumentos no preço da madeira proporcionam um aumento no valor do VPL dos tratamentos, em todos os ciclos de corte. No tratamento de 90% e ciclo de corte de 10 anos, se o preço da madeira aumentar de US\$ 5.70 para US\$ 6.00/st o VPL passará de US\$ 36.54 para US\$ 59.04. Já no tratamento 50% o VPL torna-se positivo, em todos os ciclos de corte, quando o preço da madeira aumenta para US\$ 6.60/st.

TABELA 4.9. Valor Presente Líquido (VPL), por tratamento e ciclo de corte para diferentes preços da madeira.

TRATA MEN TO	PREÇO DA MADEIRA (US\$/st)	VPL (US\$/ha)					
		CICLO DE CORTE (anos)					
		10	12	14	17	19	21
50%	5.70	-8.25	-11.27	-16.48	-19.71	-20.70	-21.93
	6.00	3.59	-0.80	-6.64	-10.64	-11.87	-13.41
	6.30	15.42	10.18	3.20	-1.57	-3.05	-4.88
	6.60	27.26	21.16	13.05	7.49	2.77	3.64
60%	6.90	39.09	32.14	22.89	16.56	14.60	12.17
	5.70	21.26	13.65	5.95	0.86	-1.13	-3.01
	6.00	40.12	30.68	21.14	14.82	12.35	10.02
	6.30	58.98	47.41	36.33	28.78	25.84	23.05
70%	6.60	77.84	64.73	51.51	42.74	39.32	36.08
	6.90	96.70	81.77	66.70	56.70	52.80	49.12
	5.70	16.08	13.31	6.77	2.79	1.82	0.35
	6.00	33.71	30.26	22.15	17.21	16.01	14.18
80%	6.30	51.33	47.20	37.53	31.63	30.19	28.01
	6.60	68.96	64.15	52.91	46.05	44.38	41.84
	6.90	86.59	81.10	68.29	60.48	58.57	55.67
	5.70	36.54	32.77	24.75	19.42	20.41	15.53
90%	6.00	59.04	54.35	44.41	37.81	38.48	32.98
	6.30	81.54	75.94	64.08	56.19	56.56	50.42
	6.60	104.04	97.52	83.74	74.57	74.63	67.87
	6.90	126.54	119.10	103.40	92.95	92.71	85.31
100%	5.70	23.24	19.66	10.78	5.28	3.57	1.44
	6.00	42.57	38.12	27.11	20.29	18.18	15.53
	6.30	61.90	56.58	43.45	35.30	32.78	29.62
	6.60	81.23	75.04	59.78	50.31	47.38	43.71
	6.90	100.56	93.50	76.12	65.33	61.99	57.81

3.1.7 Efeito combinado de mudanças na taxa de desconto com mudanças no preço da terra

A tabela 4.10. mostra a mudança ocorrida no VPL dos tratamentos quando ocorre variação na taxa de desconto e no preço da terra, conjuntamente. Verifica-se que em todos os tratamentos, quando concilia-se taxas de desconto de 12 ou 14% a.a. com preço da terra de US\$ 100.00, o valor de VPL é negativo mostrando a inviabilidade dessas combinações.

Pode-se observar que aumentos na taxa de desconto conjuntamente com aumentos no preço da terra diminuem bastante o VPL. Por exemplo, o tratamento 90% no ciclo de corte de 10 anos, a uma taxa de 6% ao ano e preço da terra igual a zero tem um VPL de US\$ 128.51. Se a taxa de juros subir para 14% ao ano e o preço da terra for de US\$ 100.00/ha, o VPL passa para US\$-30.46, o que representa uma queda de US\$ 158.97 no VPL em termos absolutos.

3.1.8 Efeito combinado de aumentos na produtividade com redução nos custos

Pelos valores de VPL encontrados na tabela 4.11. pode-se considerar que aumentos na produtividade associados com reduções nos custos constituem uma ótima ferramenta para viabilizar ou aumentar a lucratividade de projetos florestais. Por exemplo, é possível fazer com que o tratamento 50% torne-se uma alternativa viável economicamente em todos os ciclos de corte combinando-se aumentos de 10% na produtividade com reduções de 10% nos custos. Já no caso do tratamento 90% esta mesma combinação promove uma elevação de 143% no VPL, em relação aos níveis originais de custo e produtividade.

TABELA 4.10. Valor Presente Líquido (VPL), por tratamento e ciclo de corte para diversas taxas de desconto e níveis de preços da terra.

TRATA MEN TO	TAXA (% a.a.)	PREÇO DA TERRA (US\$/ha)	VPL (US\$/ha)						
			CICLO DE CORTE (anos)						
			10	12	14	17	19	21	
50%	6	0	66.53	61.45	53.21	48.35	47.53	45.93	
		50	16.53	11.45	3.21	-1.65	-2.47	-4.07	
		100	-33.47	-38.55	-46.79	-51.65	-52.47	-54.07	
	8	0	50.91	46.75	40.69	36.79	35.79	34.35	
		50	0.91	-3.25	-9.31	-13.21	-14.21	-15.65	
		100	-49.09	-53.25	-59.31	-63.21	-64.21	-65.65	
	10	0	41.75	38.23	33.52	30.29	29.30	28.07	
		50	-8.25	-11.77	-16.48	-19.71	-20.70	-21.93	
		100	-58.25	-61.77	-66.48	-69.71	-70.70	-71.93	
	12	0	35.82	32.77	28.98	26.30	25.38	24.35	
		50	-14.48	-17.23	-21.02	-23.70	-24.62	-25.65	
		100	-64.18	-67.23	-71.02	-	-74.62	-75.65	
						73.070			
	14	0	31.72	29.04	25.95	23.69	22.88	22.03	
		50	-18.28	-20.96	-24.05	-26.31	-27.12	-27.97	
		100	-68.28	-70.96	-74.05	-76.31	-77.12	-77.97	
	70%	6	0	110.26	97.91	84.11	75.97	73.31	70.57
			50	60.26	47.91	34.11	25.97	23.31	20.57
			100	10.26	-2.09	-15.89	-24.03	-26.69	-29.43
		8	0	85.67	76.23	66.21	59.89	57.57	55.29
			50	35.67	26.23	16.21	9.89	7.57	5.29
			100	-14.33	-23.77	-33.79	-40.11	-42.43	-44.71
		10	0	71.26	63.65	55.95	50.86	48.87	46.99
			50	21.26	13.65	5.95	0.86	-1.13	-3.01
100			-28.74	-36.35	-44.05	-49.14	-51.13	-53.01	
12		0	61.92	55.59	49.48	45.30	43.62	42.08	
		50	11.92	5.59	0.52	-4.70	-6.38	-7.92	
		100	-38.04	-44.41	-50.52	-54.70	-56.38	-57.92	
14		0	55.46	50.10	45.14	41.67	40.26	39.02	
		50	5.46	0.10	-4.96	-8.33	-9.74	-10.98	
		100	-44.54	-49.90	-54.86	-58.33	-59.74	-60.98	
80%		6	0	98.77	96.04	84.65	79.17	79.19	77.79
			50	48.77	46.04	34.65	29.17	29.19	27.79
			100	-1.23	-3.96	-15.35	-20.83	-20.81	-22.21
		8	0	78.16	75.33	66.93	62.27	61.56	60.01
			50	28.16	25.33	16.93	12.27	11.56	10.01
			100	-21.84	-24.67	-37.07	-37.73	-38.44	-39.99
		10	0	66.08	63.31	56.77	52.79	51.82	50.35
			50	16.08	13.31	6.77	2.79	1.82	0.35
			100	-33.92	-36.69	-43.23	-47.21	-48.18	-49.65
	12	0	58.25	55.61	50.35	46.95	45.94	44.63	
		50	8.25	5.61	0.35	-3.05	-4.06	-5.37	
		100	-41.75	-44.39	-49.65	-53.05	-54.06	-55.37	
	14	0		52.84	50.36	46.05	43.15	42.19	41.07

50	2.84	0.36	-3.95	-6.85	-7.81	-8.93
100	-47.16	-49.64	-53.95	-56.85	-57.81	-59.93

TABELA 4.10. Continuação.

TRATA MEN TO	TAXA (% a.a.)	PREÇO DA TERRA (US\$/ha)	VPL (US\$/ha)						
			CICLO DE CORTE (anos)						
			10	12	14	17	19	21	
90%	6	0	128.51	124.57	110.77	103.22	108.86	99.43	
		50	78.51	74.57	60.77	53.22	58.86	49.43	
		100	28.51	24.57	10.77	3.22	8.86	-0.57	
	8	0	102.05	98.12	87.88	81.58	84.09	77.46	
		50	52.05	48.12	37.88	31.58	34.09	27.46	
		100	2.05	-1.88	-12.12	-18.42	-15.91	-22.54	
	10	0	86.54	82.77	74.75	69.42	70.41	65.53	
		50	36.54	32.77	24.75	19.42	20.41	15.53	
		100	-13.46	-17.23	-25.25	-30.58	-29.59	-34.47	
	12	0	76.49	72.94	66.47	61.94	62.14	58.47	
		50	26.49	22.94	16.47	11.94	12.14	8.47	
		100	-23.51	-27.06	-33.53	-38.06	-37.86	-41.53	
	14	0	69.54	66.24	60.91	57.07	56.86	54.07	
		50	19.54	16.24	10.91	7.07	6.86	4.07	
		100	-30.46	-33.76	-39.09	-42.93	-43.14	-45.93	
	100%	6	0	116.26	112.82	97.24	89.34	88.23	85.76
			50	66.26	62.82	47.24	39.34	38.23	35.76
			100	16.26	12.82	-2.76	-10.66	-11.77	-14.24
8		0	89.14	85.51	74.06	67.52	65.91	63.52	
		50	39.14	35.51	24.06	17.52	15.91	13.52	
		100	-10.86	-14.49	-25.94	-37.48	-34.09	-36.48	
10		0	73.24	69.66	60.78	55.28	53.57	51.44	
		50	23.24	19.66	10.78	5.28	3.57	1.44	
		100	-26.76	-30.34	-29.22	-44.72	-46.43	-48.56	
12		0	62.93	59.51	52.39	47.74	46.12	44.30	
		50	12.93	9.51	2.39	-2.26	-3.88	-5.70	
		100	-37.07	-40.49	-47.61	-52.26	-53.88	-55.70	
14		0	55.81	52.59	46.77	42.82	41.37	39.84	
		50	5.81	2.59	-3.23	-7.18	-8.63	-10.16	
		100	-44.19	-47.41	-53.23	-57.18	-58.63	-60.16	

TABELA 4.11. Valor Presente Líquido (VPL), por tratamento e ciclo de corte considerando diversos níveis de aumento na produtividade e de redução nos custos.

Tratamento	Aumento na Produtividade (%)	Redução nos Custos (%)	VPL (US\$/ha)					
			Ciclo de corte (anos)					
			10	12	14	17	19	21
50%	0	0	-8.25	-11.27	-16.48	-19.71	-20.70	-21.93
		10	15.06	10.26	3.87	-0.51	-1.86	-3.54
		20	38.37	32.30	24.22	18.69	16.97	14.85
		30	61.69	54.33	44.57	37.88	35.81	33.24
	10	0	-3.28	-7.16	-12.35	-15.90	-16.99	-18.35
		10	21.79	16.50	9.46	4.64	3.15	1.30
		20	46.85	40.16	31.27	25.18	23.29	20.95
		30	71.91	63.81	53.08	45.71	43.43	40.61
	20	0	1.69	-2.55	-8.22	-12.09	-13.29	-14.77
		10	28.51	22.73	15.05	9.79	8.16	6.14
		20	55.32	48.01	38.32	31.67	29.61	27.06
		30	82.14	73.30	61.58	53.55	51.05	47.97
30	0	6.67	2.06	-4.08	-8.28	-9.58	-11.19	
	10	35.23	28.97	20.64	14.94	13.17	10.98	
	20	63.80	55.87	45.37	38.16	35.93	33.16	
	30	92.36	82.78	70.09	61.38	58.68	55.34	
70%	0	0	21.26	13.65	5.95	0.86	-1.13	-3.01
		10	54.97	44.64	34.21	27.30	24.60	22.05
		20	88.68	75.63	62.47	53.74	50.33	47.11
		30	122.39	106.62	90.73	80.18	76.06	72.17
	10	0	29.18	20.80	12.33	6.72	4.53	2.46
		10	65.68	54.31	42.84	35.23	32.26	29.45
		20	102.18	87.82	73.35	63.73	59.99	56.44
		30	138.68	121.34	103.85	92.24	87.71	83.43
	20	0	37.10	27.95	18.71	12.58	10.20	7.94
		10	76.39	63.98	51.47	43.16	39.92	36.86
		20	115.69	100.02	84.22	73.73	69.64	65.77
		30	154.98	136.05	116.98	104.30	99.36	94.69
30	0	45.02	35.10	25.09	18.45	15.86	13.41	
	10	87.11	73.66	60.09	51.09	47.58	44.26	
	20	129.19	112.21	95.09	83.72	79.29	75.10	
	30	171.27	150.77	130.10	116.36	111.01	105.95	
80%	0	0	16.08	13.31	6.77	2.79	1.82	0.35
		10	47.96	44.18	35.31	29.91	28.59	26.59
		20	79.85	75.05	63.86	57.03	55.36	52.83
		30	111.73	105.92	92.40	84.16	82.14	79.08
	10	0	23.48	20.42	13.23	8.85	7.78	6.16
		10	57.97	53.81	44.05	38.10	36.65	34.45
		20	92.47	87.19	74.87	67.36	65.52	62.74
		30	126.96	120.57	105.69	96.62	94.39	91.03
	20	0	30.89	27.54	19.69	14.90	13.74	11.96
		10	67.99	63.43	52.78	46.29	44.71	42.30
		20	105.09	99.32	85.88	77.69	75.68	72.64
		30	142.19	135.21	118.98	109.08	106.65	102.98
30	0	38.29	34.66	26.15	20.96	19.70	17.77	
	10	78.00	73.06	61.52	54.49	52.77	50.16	
	20	117.71	111.46	96.90	88.01	85.84	82.54	
	30	157.42	149.86	132.27	121.54	118.91	114.92	

TABELA 4.11. Continuação

Tratamento	Aumento na Produtividade (%)	Redução nos Custos (%)	VPL (US\$/ha)						
			Ciclo de Corte (anos)						
			10	12	14	17	19	21	
90%	0	0	36.54	32.77	24.75	19.42	20.41	15.53	
		10	75.64	70.50	59.64	52.41	52.71	47.12	
		20	114.73	108.23	94.52	85.39	85.02	78.72	
		30	153.82	145.96	129.40	118.38	117.32	110.31	
	10	0	45.99	41.83	33.01	27.15	28.22	22.86	
		10	88.81	82.76	70.80	62.85	63.18	57.03	
		20	130.84	123.69	108.60	98.55	98.14	91.21	
		30	173.26	164.61	146.39	134.26	133.10	125.38	
	20	0	55.44	50.90	41.27	34.87	36.04	30.18	
		10	101.19	95.02	81.97	73.29	73.65	66.94	
		20	146.95	139.14	122.68	111.72	111.26	103.70	
		30	192.70	183.26	163.38	150.14	148.87	140.46	
	30	0	64.89	59.96	49.53	42.59	43.86	37.51	
		10	113.97	107.28	93.14	83.73	84.12	76.85	
		20	163.06	154.59	136.75	124.88	124.38	116.19	
		30	212.14	201.91	180.37	166.07	164.65	155.53	
	100%	0	0	23.24	19.66	10.78	5.28	3.57	1.44
			10	57.64	52.77	40.74	33.27	30.96	28.07
			20	92.05	85.88	70.70	61.27	58.35	54.70
			30	126.46	118.99	100.66	89.27	85.74	81.33
10		0	31.36	27.41	17.64	11.58	9.71	7.36	
		10	68.62	63.25	50.02	41.80	39.26	36.07	
		20	105.89	99.10	82.39	72.02	68.81	64.79	
		30	143.16	134.94	114.77	102.24	98.36	93.50	
20		0	39.48	35.16	24.50	17.89	15.84	13.28	
		10	79.60	73.74	59.29	50.33	47.55	44.08	
		20	119.73	112.31	94.09	82.77	79.26	74.88	
		30	159.86	150.89	128.88	115.21	110.97	105.68	
30		0	47.60	42.92	31.36	24.19	21.97	19.20	
		10	90.58	84.23	68.27	58.86	55.85	52.08	
		20	133.57	125.53	105.79	93.52	89.72	84.97	
		30	176.56	166.84	143.00	128.18	123.59	117.85	

3.2 Viabilidade econômica do plantio de eucalipto em regiões de cerrado

A Tabela 4.12. mostra que, com base nos custos e nos preços da madeira adotados neste estudo e considerando preço da terra igual a US\$ 50.00 e taxa de desconto de 10 % a.a. o plantio de eucalipto em áreas de cerrado só é uma opção viável economicamente se a produtividade da floresta for de pelo menos 45st/ha.ano (VPL igual a US\$12.06) o que demonstra a importância de melhorar a produtividade dos plantios. Plantios com produtividades iguais a

30st/ha.ano só são lucrativos se a taxa de desconto for de 6% a.a. e o custo da terra for zero.

Segundo Novais, Barros e Costa (1996), 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.

Berger (1983) estudou a rentabilidade dos reflorestamentos em função da produtividade e preço da terra, concluindo que acréscimos de 40% na produtividade podem originar aumentos de até 150% na renda do empreendimento e que, para um dado preço da madeira e taxa de desconto, o aumento na renda do empreendimento é mais que proporcional ao acréscimo da produtividade.

A taxa de desconto afeta bastante a lucratividade do investimento no plantio de eucalipto e este efeito é maior à medida em que a produtividade cresce. Por exemplo, considerando preço da terra igual a US\$50.00/ha, para produtividade de 30st/ha.ano, o VPL passa de US\$ 43.88 para US\$ -175.13 (variação de US\$ 219.01 em termos absolutos) quando a taxa sobe de 6% para 8% a.a. Já se a produtividade for igual a 55st/ha.ano, considerando as mesmas condições de mudanças na taxa, a variação no VPL será de US\$ 547.79 (cai de US\$ 1,113.49 para US\$ 585.70).

TABELA 4.12. Valor Presente Líquido (VPL) para o plantio de eucalipto em área de cerrado considerando diversos níveis de produtividade, taxas de desconto e preços da terra.

Incremento Médio Anual (IMA) (st/ha.ano)*	Preço da terra (US\$/ha)	VPL (US\$/ha) / Taxa de Desconto (%)				
		6%	8%	10%	12%	14%
30	0	43.88	-175.13	-306.79	-394.52	-456.91
	50	-6.12	-225.13	-356.79	-444.52	-506.91
	100	-56.12	-275.13	-406.79	-494.52	-556.91
35	0	271.80	-12.96	-183.84	-297.50	-378.24
	50	221.80	-62.96	-233.84	-345.50	-428.24
	100	171.80	-112.96	-283.84	-395.50	-478.24
40	0	499.72	149.20	-60.89	-200.49	-299.57
	50	449.72	99.20	-110.89	-250.49	-349.57
	100	399.72	49.20	-160.89	-300.49	-399.57
45	0	727.65	311.37	62.06	-103.47	-220.90
	50	677.65	261.37	12.06	-153.47	-270.90
	100	627.65	211.37	-37.94	-203.47	-320.90
50	0	955.57	473.53	185.02	-6.45	-142.22
	50	905.57	423.53	135.02	-56.45	-192.22
	100	855.57	373.53	85.02	-106.45	-242.22
55	0	1,183.49	635.70	307.97	90.47	-63.55
	50	1,133.49	585.70	257.97	40.57	-113.55
	100	1,083.49	535.70	207.97	-9.43	-163.55

* Refere-se ao IMA do 1^o corte (alto fuste). Para o IMA da 1^a e 2^a talhadia considerou-se quedas de 10 e 20% em relação ao IMA do alto fuste, respectivamente.

Para taxas de desconto iguais ou maiores que 14% ao ano não se obtém lucro mesmo que o plantio de eucalipto atinja produtividade de 55st/ha.ano e que se considere custo de oportunidade zero para o fator terra.

Considerando-se os dados da tabela 4.12., referentes à taxa de desconto de 10% a.a. e preço da terra igual a US\$ 50.00, com os dados da tabela 4.4. pode-se inferir que o investimento em plantio de eucalipto só é mais interessante, do ponto de vista econômico, que o manejo da vegetação do cerrado para níveis altos de produtividade do eucalipto. Por exemplo, para uma produtividade de 45st/ha.ano, o VPL do plantio de eucalipto é igual a US\$ 12.06, mas no ciclo de corte de 10 anos todos os tratamentos apresentam VPL maior que este, exceto o tratamento 50% cujo VPL é negativo (US\$ -8.25). Já se a produtividade do plantio de eucalipto subir para 50st/ha.ano o VPL passa a ser de US\$ 135.02 e esta atividade torna-se mais viável economicamente que todos os tratamentos, uma vez que o tratamento 90%, que tem o melhor desempenho, tem um VPL de apenas US\$ 36.54.

4 CONCLUSÕES

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

- A exploração da vegetação do cerrado visando produzir madeira para lenha é viável economicamente, para os níveis de intervenção 70, 80, 90 e 100% de retirada de área basal;
- Dos ciclos de corte estudados o melhor é o de 10 anos e a melhor maneira de manejar a vegetação é retirando-se 90% da área basal;
- Aumentos na taxa de desconto afetam de forma mais significativa o VPL de ciclos mais longos;

- Pequenos aumentos no preço da madeira da vegetação do cerrado causam grandes alterações na lucratividade dos regimes de manejo;

- O custo da terra é significativo na produção de lenha da vegetação do cerrado, sugerindo que os planos de manejo desta vegetação podem ser mais viáveis economicamente se forem implementados em regiões onde o preço da terra é baixo;

- Aumentos na produtividade de madeira da vegetação do cerrado associados a reduções nos custos de produção podem fazer com que o manejo da vegetação do cerrado se torne uma atividade altamente lucrativa;

- Do ponto de vista econômico, investir no plantio de eucalipto em região de cerrado visando produzir madeira para energia (lenha) só é mais interessante que manejar a vegetação de cerrado se a produtividade do eucalipto for alta.

5 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABRACAWE - Informativo da Associação Brasileira de Florestas Renováveis. Ano VII, n.23, jan - mar/98.

BERGER, R. Preço máximo de terras para reflorestamento - sua importância na viabilidade de empreendimentos florestais. Piracicaba, **IPEF**, n.23, p. 11-30, 1983.

CABRAL,C.E.C. **Desenvolvimento de um sistema computacional para simular e comparar economicamente alternativas de manejo de plantações florestais**. Viçosa, MG: UFV, 1990. 108p. (Dissertação - Mestrado em Ciências Florestais).

FOSTER, B.B. Multiple discount rate for discounting forestry investments. **Forestry Chronicle**, v.55, n.1,p.17-20, 1979.

HELIWELL, O.R. Discounts rate in land use planning. **Forest Science**, v.47, n.2, p.147-52, 1974.

- LEITE, A.P. **Avaliação silvicultural e econômica da vegetação do cerrado e eucalipto submetida a diferentes regimes de manejo na região noroeste de MG.** Lavras, MG: UFLA, 1998. 99 p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal)
- 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.
- NOVAIS, R.F. de; BARROS, N.F. de; COSTA, L.M. Aspectos nutricionais e ambientais do eucalipto. **Silvicultura**, São Paulo, n.68, p. 10-17, set/out 1996.
- PRICE, C. To future-whith indifference or concern? **Journal of Agricultural Economics**, v.25,n.1,p.393-398, 1973.
- REZENDE, J.L.P.; OLIVEIRA, A.D. **Avaliação econômica de projetos florestais.** Lavras, MG: UFLA/FAEPE, 120 p., 1999.
- REZENDE,J.L.P.;VALE,A.B.;MINETTE,L. **Estudo comparativo da produção de carvão da madeira da vegetação nativa e de Eucalyptus spp.** Viçosa: SIF/IBDF (relatório), 1986. 45p.
- SILVA,M.L.;LIMA JÚNIOR,V.B.;REZENDE,J.L.P. **Custo da terra.** UFV: Viçosa, MG, 1997. 19p. (Mimeografado)