

**CHRISTIAN SORENSEN DE ALMEIDA LIMA**

**DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO PARA MANEJO  
SUSTENTADO 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 obtenção do título de “Mestre”.

**Orientador**

Prof. JOSÉ ROBERTO S. SCOLFORO

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
1997**

**CHRISTIAN SORENSEN DE ALMEIDA LIMA**

**DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO PARA MANEJO  
SUSTENTADO 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 obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 14 de março de 1997

Prof. Ary Teixeira de Oliveira Filho

Prof. Sebastião do Amaral Machado

**Prof. José Roberto Soares Scolforo  
(Orientador)**

À Deus;

Aos meus pais Julio Cesar e Elisabeth, pelo amor,  
incentivo e apoio;

À minha avó Adília, por amor e carinho;

Aos meus irmãos pela amizade;

E em especial a Alexandra, pelo carinho, compreensão e  
força.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e à coordenadoria de Pós-Graduação;

Ao Departamento de Ciências Florestais pela oportunidade de realização do curso;

Ao PADCT/CIAMB/CNPQ, órgãos financiadores do projeto Manejo Sustentável do Cerrado;

À CAPES e FAPEMIG, pelas bolsas de estudo concedidas;

À empresa Mannesmann Florestal Ltda., pela oportunidade de realização de um trabalho em sua área e em especial aos seus funcionários, pelo apoio e dedicação;

Em especial ao prof. José Roberto S. Scolforo, pela amizade, pela dedicação extensiva e por me fornecer esta oportunidade única, acreditando nos meus esforços;

Ao prof. Ary Teixeira de Oliveira Filho, pela amizade, apoio e ajuda nas horas difíceis e, ao prof. Sebastião do Amaral Machado, pela dedicação e paciência;

Em especial aos engenheiros Sérgio Teixeira e Luís Fernando (Samurai) pela grande amizade, pela árdua ajuda, imprescindíveis à realização deste trabalho;

A amiga Fátima pelo carinho e ajuda;

Ao Prof. Marco Aurélio pela amizade adquirida e confecção dos slides.

Aos amigos Xandão, Adelson, Tiãozinho, Valter e Fredão, pelo apoio e ajuda, fornecidos nas atividades de campo e escritório;

As amigas Cibele, Adriana, Karem e Milena pelas boas risadas e pela ajuda fornecida;

Aos amigos Mucio, Marcílio, Samurai, Xandão, Jefferson e Danilão pelos bons e maus momentos passados neste período acadêmico.

Em especial a amiga e batalhadora Beatriz (Biá), pela dedicação, paciência e pelo seus feitos imprescindíveis para tornar realidade este trabalho.

A todos amigos do departamento que de alguma forma me ajudaram.

## RESUMO

LIMA, Christian Sorensen de Almeida. **Desenvolvimento de um modelo para manejo sustentado do cerrado**. Lavras: UFLA, 1997. 159p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal)\*

Foram realizados um levantamento fitossociológico do componente arbustivo-arbóreo e um levantamento dos solos de uma área contínua de cerrado, de propriedade da Empresa Mannesmann Florestal Ltda, localizada a 17° 02` S e 45° 50` W, numa altitude de cerca de 575m, no município de Brasilândia, Noroeste de Minas Gerais. O clima da região é do tipo Aw de Köppen. Os levantamentos preliminares tiveram por finalidade detectar possíveis estratos para a implementação de opções de manejo sustentado, utilizando o conceito de floresta balanceada de Meyer. Para o levantamento fitossociológico foi utilizado o método dos quadrantes, com pontos dispostos em 42 transectos, totalizando 1404 pontos distanciados entre si de 50m. Foram amostrados 5616 indivíduos distribuídos em 41 famílias 75 gêneros e 97 espécies. Para caracterização dos solos existentes, foi realizado um levantamento semi-detalhado dos solos da área onde foram encontrados os seguintes tipos: Cambissolo, Latossolo Vermelho-amarelo e Latossolo Vermelho-escuro. Uma vez caracterizados os solos, foi feita uma estratificação de toda a área por meio dos tipos encontrados, totalizando assim dez estratos, sendo estes: Cambissolo, quatro repetições de Latossolo Vermelho-amarelo e cinco repetições de Latossolo Vermelho-escuro. Os dados provenientes da análise fitossociológica da vegetação associado aos dados provenientes das análises, químicas e granulométricas, dos solos pertencentes aos dez estratos, permitiram a realização de análises multivariadas pelos métodos PCA (análise de componentes principais), DCA (análise de correspondência retificada) e CCA (análise de correspondência canônica). Comprovada a pouca variação da vegetação, não existindo assim diferenças significativas entre os dez estratos, foram implantados três blocos totalizando 30 ha (de 200 x 500m cada um deles), contendo dez tratamentos de 100 x 100m, em uma área cujo tipo de solo era o Latossolo Vermelho-escuro e a vegetação apresentava-se mais homogênea. Dentro de cada tratamento foi demarcada uma parcela de 1800m<sup>2</sup> (30x60m). Desta maneira para as 30 parcelas foram realizadas mensurações em todos indivíduos especificados. A partir dos dados obtidos foi possível a realização dos planos de manejo, baseados no conceito de floresta balanceada de Meyer. Os planos foram gerados por um programa

---

\*Orientador: José Roberto Soares Scolforo. Membros da Banca: Ary Teixeira de Oliveira Filho, Sebastião do Amaral Machado.

computacional denominado SISNAT. Foi determinada como restrição que somente as espécies que apresentassem densidade relativa maior ou igual a 1% participariam das propostas de manejo. Ainda para cada proposta foi determinado para todas as espécies presentes o seu padrão de distribuição espacial.

## ABSTRACTS

### DEVELOPMENT OF A MODEL FOR SUSTAINABLE MANAGEMENT OF CERRADO

A phytosociological survey of trees and shrubs as well as a soil survey were accomplished in a continuous area of cerrado, property of Empresa Mannesmann Florestal Ltda, located at 17°02'S and 45°50'W, at 575m of altitude, municipality of Brasilândia, at the northeast of Minas Gerais state. The region's climate is Köppen's Aw type. The preliminary surveys were aimed at detecting possible strata for the implementation of sustainable management options, utilizing Meyer's concepts of balanced forest. The phytosociological survey utilized the point-centred quarter method with points located in 42 transects, totalizing 1404 points with a distance of 50m among themselves. A total of 5616 individuals were sampled, distributed in 41 families, 75 genera and 97 species. For the characterization of the existent soils, a semi-detailed survey of the soil types was carried out and the following types were found: Cambisol, Red-yellow Ferralsol and Dark Red Ferralsol. Once specified the soils, it was made a stratification of the whole area, totalizing 10 strata, which were: Cambisol, four repetitions of Red-yellow Ferrasol and five repetitions of Dark Red Ferrasol. The resulting data of the phytosociological survey associated to those coming from the chemical and granulometric analyses from all ten strata, allowed carrying multivariate analyses through PCA (Principal Components Analysis), DCA (Detrending Correspondence Analysis) and CCA (Canonical Correspondence Analyses). These analysis indicated little variation for the vegetation, without any significant difference among the ten strata. Therefore, it was implanted three blocks totalizing 30 ha (200 x 500m each), including 10 treatments of 100 x 100m, in an area of Dark Red Ferrasol where the vegetation was more homogeneous. In each treatment it was delimited a plot of 1800 m<sup>2</sup> (30 x 60m). Therefore, for all 30 plots all specified individuals were measured. From the collected data it was possible to accomplish management plans, based on Meyer's concept of balanced forest. The plans were generated by a computer program named SISNAT. A restriction was determined that only the species that showed relative density larger or equal to 1% would be included on the management proposals. Even so, for each proposal the pattern of spacial distribution was determined for all species present.

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

Almeida Lima, Christian Sorensen de  
Desenvolvimento de um modelo para manejo sustentado  
do Cerrado / Christian Sorensen de Almeida Lima. --  
Lavras : UFLA, 1997. 159 p. : il.

Orientador: José Roberto Soares Scolforo  
Dissertação (Mestrado) - UFLA.  
Bibliografia.

1. Cerrado - Manejo sustentado. 2. Desenvolvimento.  
3. Vegetação - Característica. 4. Análise Multivariada.  
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD - 631.21953 - 634.92

## INTRODUÇÃO GERAL

A província do cerrado estende-se por todo Brasil central e para fora deste em determinadas “penínsulas”, ocupando uma área de aproximadamente 200 milhões de hectares. Apesar do pouco conhecimento sobre sua ecologia, devido à carência de estudos mais aprofundados, esta vasta área possui um patrimônio de riqueza incomensurável sob o aspecto biológico-ambiental. Associado a isto, a falta de uma fiscalização mais rígida por parte dos órgãos responsáveis têm provocado nas últimas quatro décadas, muito mais do que em toda sua existência, uma degradação de grandeza e velocidades desproporcionais. Estima-se que aproximadamente 37% de toda área do cerrado perdeu sua cobertura vegetal primitiva em detrimento da formação de pastagens, principal paisagem antrópica, correspondendo a 17,3% da proporção de desmatamento; culturas temporárias (6,7%), especialmente soja, milho e arroz; culturas perenes (1,6%), especialmente eucalipto, pinus, manga e café; represamentos (0,7%); áreas urbanas (0,5%); e áreas que foram degradadas e por fim abandonadas sem se preocuparem com nenhum tipo de conservação (10,4%) (Souza Dias, 1993).

Por estes números pode-se perceber, que sob o aspecto econômico, o que se tem feito é a busca do máximo de possibilidades para obtenção de lucro imediato, sem se preocupar com qualquer medida conservacionista que vise a manutenção do equilíbrio ecológico do bioma cerrado. Estes aspectos constituem a prova mais concreta da necessidade de se tomarem certas providências no sentido de despertar para uma maior racionalidade no tocante à utilização da vegetação do cerrado.

Estudos de composição florística e análise fitossociológica correlacionados com fatores ambientais, mais especificamente as propriedades

físicas e químicas dos solos, constituem forte ferramenta para se ter um conhecimento da distribuição de espécies e como estas se relacionam com o seus devidos ambientes. Aliado a isto, estudos sobre análise estrutural, fornecendo uma visão da estrutura da vegetação sob estudo, podem fornecer informações importantes sobre a origem, características ecológicas e sinecológicas, bem como a dinâmica e as tendências do futuro desenvolvimento das formações vegetais (Lamprecht, 1964). Estas informações são importantes para se propor novas técnicas silviculturais, bem como para se elaborar opções de implementação de projetos de manejo em áreas nativas, indo de encontro à necessidade de manter o equilíbrio ecológico do cerrado.

O presente trabalho tem como objetivo geral apresentar critérios para estratificação de áreas de vegetação de cerrado, a partir da interação entre características ambientais e características da vegetação existente na área sob estudo. Para as possíveis situações será apresentado um modelo para efetuar manejo florestal com rendimento sustentado.

## **2 – OBJETIVOS**

A fim de se obter um conhecimento mais aprofundado do referido recurso florestal, o presente trabalho apresenta os seguintes objetivos:

- 1) Analisar a estrutura horizontal, vertical e da regeneração natural dos tipos florestais em estudo.
- 2) Selecionar e/ou construir modelos volumétricos para os tipos florestais estudados e para as principais espécies detectadas no objetivo 01.
- 3) Avaliar e interpretar as alterações na estrutura diamétrica da floresta e de suas espécies, assim como o incremento periódico em diâmetro, o recrutamento e a mortalidade.
- 4) Modelar o recrutamento, a mortalidade e a evolução diamétrica para a floresta e a nível das principais espécies da área, detectadas no objetivo 01.

## **ESTADO DA ARTE**

### **Análise estrutural no cerrado**

Vários estudos envolvendo este tema têm sido realizados nas mais variadas regiões pertencentes ao bioma do cerrado. Dentre eles: Gibbs, Leitão Filho e Shepherd (1983), analisando a composição florística e estrutura da comunidade de uma área de cerrado, no estado de São Paulo; Oliveira-Filho e Martins (1991), realizando estudos comparativos, quanto a estrutura

comunitária e composição florística, entre cinco áreas de cerrado localizadas nas proximidades de Cuiabá-MT; Ratter et al. (1988), analisando uma área de cerrado no município de Angatuba-SP, quanto a sua florística e estrutura comunitária. Nascimento e Saddi (1992), analisando a estrutura e composição florística de uma área de cerrado em Cuiabá-MT; Guarim Neto, Guarim e Prance (1994), analisando a estrutura e composição florística de três áreas de cerrado em Cuiabá-MT; e etc.

Todos estes trabalhos constituem um acervo de importantes informações sujeitas à aplicações em manejo florestal, contudo tais informações podem passar despercebidas em função de uma gama extraordinária de dados fornecidos. Desta maneira faz-se necessário o uso mais intensificado de análises mais aprofundadas de vegetações sob estudo, objetivando maior praticidade no manuseio das inúmeras informações fornecidas.

Para Barros (1986). Citado por MARISCAL FLORES (1993), deve-se embasar as técnicas de manejo na análise de relações entre a vegetação e as variáveis ambientais, fundamentadas em métodos formais como suporte para a interpretação ecológica dos dados. Tais análises devem expressar informações sobre a estrutura dos povoamentos florestais, com base não só na produção volumétrica, mas principalmente no conhecimento de sua composição florística, uma vez que esta constitui os reflexos das diferentes interações dos fatores ambientais. Como expressão da estrutura da comunidade Barros (1986), ainda

em MARISCAL FLORES (1993), salienta suas freqüências, densidades e dominância, a distribuição diamétrica e espacial das espécies, aliados ao estabelecimento de correlações ou de associações, entre as espécies do povoamento.

### **Distribuição diamétrica**

De acordo com Flores Negrón e Lombardi (1990) citados por SILVA (1996), o estudo da distribuição diamétrica permite um maior conhecimento das características silviculturais das espécies quando aos seus hábitos de crescimento, regeneração, requerimentos de luz e/ou capacidade de sobrevivência com respeito a outras espécies.

Quando na exploração florestal se retiram as espécies que não estejam bem representadas nas classes diamétricas superiores e são raras na área, pode ocorrer extinção ou perda de variabilidade, o que não ocorre para as espécies bem representadas nas classes diamétricas e bem distribuídas no povoamento (YARED e SOUZA, 1993).

A quantificação da distribuição diamétrica é fundamental para o conhecimento da estrutura do estoque em crescimento e elemento fundamental para decisões de manejo florestal (HIGUCHI,1991), bem como, tem significado fitossociológico e informa sobre o estágio de desenvolvimento da floresta,

permitindo conhecer o desenvolvimento do diâmetro das espécies, visando o manejo silvicultural e o período de corte (RAMOS e GRA, 1991).

A representação das classes diamétricas nas florestas inequidistantes é de grande valor, pois além de oferecer suficiente informação da existência de uma contínua regeneração, é importante também no emprego de métodos silviculturais com fixação de diâmetro mínimo de corte (LEONIDAS VEGA, 1968).

### **Modelos de crescimento e produção**

Os modelos de crescimento e produção auxiliam os pesquisadores e manejadores florestais em muitos detalhes, como: prognosticar a produção futura da floresta ou de sua estrutura diamétrica, simular diferentes opções de exploração, além de possibilitar introspecções sobre a dinâmica do povoamento florestal como estimativas da colheita máxima sustentada, dentre outras.

Segundo Sanquetta (1995) e Scolforo (1994), modelo é uma representação física ou abstrata da forma ou função de entidades ou objetos reais, ou seja, é uma representação simplificada de algum aspecto da realidade, como por exemplo, equações matemáticas. Ainda conforme os autores, em qualquer caso, ele deve ser sempre constituído de acordo com os objetivos da modelagem. Desde os mais simples até os mais complexos e sofisticados, são de

grande utilidade no manejo de recursos florestais, e embora sejam uma representação imperfeita da realidade, podem ser melhorados pouco a pouco.

Para Vanclay (1994), um modelo de crescimento de um povoamento florestal é uma abstração da dinâmica natural de uma floresta e pode incorporar crescimento, mortalidade e outras mudanças na composição e estrutura da floresta. O uso comum do termo modelo de crescimento, geralmente refere-se a um sistema de equações, as quais podem prognosticar o crescimento e a produção de uma floresta sobre uma ampla variedade de condições. Assim, um modelo de crescimento pode compreender uma série de equações matemáticas, que necessariamente estão vinculadas a métodos consistentes. Em um sentido mais amplo, esta lógica pode ser adotada para curvas e tabelas de produção.

### **Componentes fundamentais do modelo de produção por classe diamétrica de uma floresta nativa**

Um detalhe importante sobre os modelos é que não se baseiam especificamente sobre o acréscimo dos indivíduos de uma floresta, estes necessitam da ordenação de alguns componentes de crescimento para que sejam efetivamente processados. A natureza dos diferentes componentes depende do tipo e uso da floresta. Em floresta mista, uma exigência óbvia é a identificação das espécies ou alguns grupos de espécies. Em modelos para locais intensivamente manejados, mortalidade e recrutamento podem, freqüentemente,

ser ignorados. Contudo, em muitas florestas nativas, aspectos importantes da dinâmica do povoamento devem ser considerados sobre a produção, De Graaf (1986); Silva (1989, 1990, 1993);(Vanclay, 1994).

No modelo de classe diamétrica, segundo Avery e Burkhart (1994), os componentes usualmente identificados são: incremento diamétrico, mortalidade e recrutamento ou ingresso.

### **Incremento diamétrico**

Incremento diamétrico foi considerado como o acréscimo na variável diâmetro de todas as árvores vivas ou cortadas, que são mensuradas no início do período de crescimento considerado.

As espécies arbóreas de florestas tropicais em clímax, geralmente crescem muito lentamente, embora tendo condições favoráveis de temperatura e precipitação. Portanto, tais espécies podem levar décadas para atingirem um tamanho ideal de corte (Lamprecht, 1990).

Em estudos realizados por Silva (1989, 1990, 1993), na Floresta Nacional de Tapajós, após a exploração, constatou que a média de incremento em diâmetro foi de 0,5 cm/ano para todas as árvores com DAP = 5 cm; observou também que o incremento variou de acordo com a espécie e o grau de tolerância à luz. As espécies pioneiras mostraram as mais altas taxas de crescimento, aproximadamente 1 cm/ano e a *Cecropia sciadophylla* e *Cecropia leucoma* apresentaram incrementos de 2,1 e 1,4 cm/ano, respectivamente. Certas

espécies clímax como, *Coussarea* spp, *Duguetia echinophora*, *Paussandra densiflora* e *Rinorea flavescens*, apresentaram valores de incremento em torno de 0,1 cm/ano. Após o corte, houve um aumento significativo nos seus valores, decorridos 3 - 4 anos, foram detectados um decréscimo no incremento diamétrico e uma tendência de estabilização. Outra observação importante com relação ao crescimento das árvores, foi a forte correlação encontrada entre o crescimento diamétrico e a quantidade de luz recebida pelas copas; árvores recebendo luz em toda a área superior da copa cresce 3 vezes mais do que aquelas recebendo somente luz pelas laterais ou luz difusa. Passados 13 anos, Silva et al. (1995), constataram que nesta floresta entre a primeira e segunda remedição, o incremento médio em diâmetro diminuiu de 0,4 para 0,2 cm/ano.

Incrementos na ordem de 0,8 cm/ano em áreas manejadas e 0,3 cm/ano em áreas não manejadas foram constatados na Floresta Amazônica, segundo Uhl et. al. (1992).

Estudando o potencial de produção sustentada em Paragominas-PA, na Amazônia oriental, Barreto, Uhl e Yared (1993), observaram que o crescimento diamétrico das árvores com valor comercial, após a exploração variou em função dos danos no fuste, na copa e da presença de cipós. Árvores dominadas por cipós e/ou com danos leves na copa cresceram em média 0,35 cm/ano, quase 2 vezes menos do que as árvores livres de danos e de cipós, que cresceram 0,6 cm/ano. Por outro lado, árvores gravemente danificadas cresceram 0,2 cm/ano.

Na Floresta Atlântica num período observado de 1980 à 1989, em geral, as taxas de incremento periódico médio anual em diâmetro, situam-se no intervalo de 3 a 4 mm/ano, em áreas não perturbadas. (Jesus, Souza e Garcia, 1992).

Estudando a dinâmica de crescimento em diâmetro, em uma área de Floresta Atlântica sem interferência, Souza et. al. (1993) e Araújo (1993), constataram que o incremento em diâmetro é menor nas menores classes diamétricas, aumentando com as classes diamétricas até um máximo incremento periódico médio de 0,701 cm/ano. A partir deste ponto, ocorre naturalmente uma estabilização e posteriormente o incremento diamétrico decresce. Comportamento similar a este foi observado por Silva (1989) na Floresta Nacional do Tapajós; Scolforo et al. (1996) e Scolforo, Pulz, Mello (1997) num fragmento de floresta semidecídua em Lavras-MG.

Felfili (1993 e 1995), após um período de 6 anos de avaliação em uma área de floresta de galeria no Distrito Federal, encontrou um incremento médio da ordem de 0,25 cm/ano para árvores com DAP = 10 cm, considerando 93 espécies.

Vale et al. (1994), buscando ilustrar de forma sintética a respeito dos diversos estudos de manejo florestal sustentado no mundo, constatou que na Malásia o incremento em diâmetro das espécies comerciais, sujeitas ao sistema de manejo seletivo, está entre 0,8 e 1 cm/ano. Na Indonésia, 1 cm/ano é o

incremento considerado para as 25 árvores/ha de valor comercial, deixadas para o próximo corte de acordo com o sistema de manejo considerado (seletivo).

### **Mortalidade**

A mortalidade é o número de árvores inicialmente mensuradas que morreram durante o período de crescimento e não são utilizadas. Podem ser incluído nesta categoria os troncos ocos, atacados ou sem valor comercial. Segundo Cunha-Neto (1994) a mortalidade pode ser classificada em duas categorias: regular e irregular. A mortalidade regular refere-se principalmente sobre a competição, supressão e o próprio envelhecimento da árvore. Por outro lado, a mortalidade irregular, ocorrendo com menos frequência, é provocada por fenômenos adversos como a incidência de pragas, doenças, fogo, vento, temperatura, enchente, seca além de outras causas sujeitas a acontecer irregularmente, ou seja, a mortalidade regular é previsível e a irregular não.

A mortalidade em florestas que sofrem intervenções, conforme Silva (1990 e 1993), é significativamente expressiva logo após a exploração e passado certo tempo, a tendência é estabilizar e retornar ao nível de uma floresta primária. Isto pode ser entendido pelo fato de que muitas árvores são mortas durante as operações de exploração, enquanto outras são severamente danificadas e morrem pouco tempo depois.

Segundo Vidal et. al. (1997), em uma típica operação de extração de toras, de forma desordenada, 26% de todas as árvores que existiam em um hectare antes da extração, são mortas ou danificadas.

No projeto de manejo florestal sustentado da floresta tropical úmida de terra-firme na região de Manaus, 10 anos após sua implantação pelo departamento de silvicultura tropical do INPA na estação ZF-2, Higuchi e Vieira (1990) constataram uma taxa de mortalidade de 9,18% nas parcelas testemunhas durante o período de 1980-85.

Em um período de 6 anos de observações após exploração na Floresta Nacional do Tapajós, Silva (1989, 1990, 1993) detectou que para o período observado, a taxa de mortalidade foi de 2,8% ao ano para todas as espécies; 1,8%; 2,2%; 3,1% e 4,7% para as espécies comerciais, espécies potenciais, espécies não comerciais e espécies pioneiras, respectivamente. Concluiu ainda que estas taxas estão acima dos valores médios apontados para florestas tropicais não perturbadas, que estão na faixa de 1 a 2% ao ano. Decorridos 13 anos, Silva et al. (1995), relataram que a mortalidade permaneceu relativamente constante em 2,5% ao ano.

Conforme Barreto, Uhl e Yared (1993) na Amazônia oriental-Paragominas-PA, em uma floresta explorada a mortalidade média anual entre as árvores com DAP = 20 cm foi de 2% durante dois anos.

Acompanhando a dinâmica de crescimento em uma área de floresta tropical na Costa Rica, Lieberman e Lieberman (1987), apontaram que a taxa anual de mortalidade foi de 2,03%.

Para a Floresta Atlântica a taxa foi de 1% ao ano, em uma área não perturbada, conforme Azevedo (1993), Azevedo, Souza e Jesus (1995). Já em uma floresta de galeria na região do Distrito Federal, a mortalidade média anual é da ordem de 3,5% (Felfili, 1993 e 1995).

Em um fragmento de floresta semidecídua, Oliveira-Filho, Mello e Scolforo (1997), detectaram taxa de 2,6% ao ano para um período de estudo de 5 anos.

Fazendo uma revisão sobre a prática de manejo florestal nas florestas tropicais, Vale et al. (1994), relataram que nas florestas do Suriname, após a exploração a vegetação remanescente sofre um aumento da taxa de mortalidade de 1,5 para 2% ao ano.

Taxas de mortalidade da ordem de 2 a 3% ao ano foram observadas por Condit, Hubbel e Foster (1995) para espécies de valor comercial no Panamá.

### **Recrutamento**

O recrutamento refere-se ao ingresso de árvores que atingiram a dimensão mínima para medição (por exemplo: 5 cm à 1,30 m de altura), por

ocasião das remedições periódicas que devem ser efetuadas na floresta sob avaliação.

Assim como a mortalidade, o recrutamento segundo Husch, Miller e Beers (1982) é de extrema importância em qualquer expressão de crescimento de um povoamento.

Silva (1989) reforça essa importância, destacando que em florestas tropicais, a quantidade e qualidade determinam a eficiência de um modelo de produção, uma vez que o recrutamento realimenta a floresta com mudas e pequenas árvores. É imprescindível que um número mínimo de árvores sobreviva e cresça ao tamanho de abate a cada ciclo de corte, para a produção florestal ser sustentada.

Para um período de estudo de 5 anos na Floresta Amazônica, foi detectado 3,72% de recrutamento de novas árvores para a primeira classe de DAP = 25 cm (Higuchi e Vieira, 1990).

Na Floresta Nacional do Tapajós, Silva (1993) observou que após 6 anos da exploração surgiram 32,7% mais indivíduos por hectare em relação ao número inicial, o que representa uma taxa anual de aproximadamente 5,4%. Após 13 anos da exploração, Silva et al. (1995), constataram um decréscimo da taxa de recrutamento para 2% ao ano.

Segundo Felfili (1993 e 1995), a taxa de recrutamento foi de 16% para o período de 1985 a 1991, correspondendo a 2,7% ao ano, em uma floresta de galeria no Distrito Federal.

Em uma área de Floresta Atlântica que sofreu corte raso, o recrutamento foi de 346,60 indivíduos/ha e em área sem interferência de 20,40 indivíduos/ha (Jesus, Souza, Garcia, 1992).

Segundo Oliveira-Filho, Mello e Scolforo (1997), em um fragmento de floresta semidecídua, foi observada uma taxa anual de recrutamento da ordem de 3% para um período de 5 anos. Ainda nesta área, Scolforo et al. (1996) verificaram que as espécies clímax exigentes de luz apresentaram recrutamento de 71,6 árvores/ha/ano; as clímax tolerantes à sombra 56,1 árvores/ha/ano e as pioneiras 6,9 árvores/ha/ano.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Caracterização da Áreas de Estudo e Fonte de Dados**

Neste estudo serão abordados 6 diferentes áreas. É importante realçar que as áreas sob estudo já tem implantadas nelas uma rede de parcelas permanentes, à exceção da área de Lambari. Por este motivo, parcela ora tem áreas diferentes, ora são contíguas ou não. De maneira alguma este fator levará a qualquer imprecisão nas estimativas. Os estudiosos em biometria florestal

sabem que é a falta de uma rede amostral representativa de diferentes situações o fator de impedimento de desenvolvimento de tecnologia. Neste caso específico temos áreas todas sob controle, o que levará a pesquisa ora proposta a bom termo.

Na área 1, dois fragmentos serão considerados. Um deles, é um remanescente de cerrado *sensu stricto* com 3,0 ha contando com 75 parcelas de 400 m<sup>2</sup>, as quais serão remedidas. O outro é um remanescente de uma mata semidecídua com 5,04 ha contando com 126 parcelas de 400 m<sup>2</sup>, as quais serão remedidas. A localização destes é no campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no município de Lavras, Estado de Minas Gerais, nas coordenadas 21°13'14''S e 44°57'50''W e a uma altitude média de 925 metros. O clima é do tipo Cwb de Köppen (mesotérmico com verões brandos e suaves e estiagem de inverno). A precipitação e a temperatura média anual é de 1493.2 mm e 19.3°C, respectivamente sendo que 66% dessa precipitação ocorre entre os meses de novembro e fevereiro (VILELA e RAMALHO, 1979).

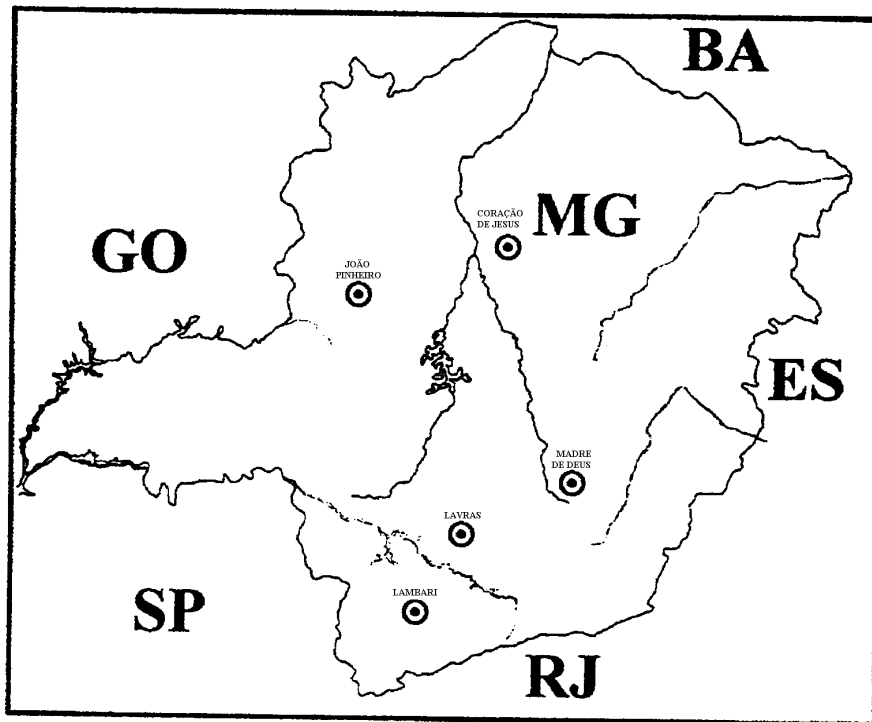
Na área 2, será utilizada uma mata semidecídua com 20 ha em Madre de Deus, em área de reserva permanente de proprietário rural do município. As características gerais desta área são similares às da área 1. Nesta área serão remedidas 60 parcelas contíguas de 400 m<sup>2</sup> cada uma.

Na área 3, será utilizada uma mata semidecídua com 300 ha em Lambari em área da EPAMIG, na qual será estabelecida uma rede amostral de 120 parcelas permanentes contíguas com dimensões de 20x20 m<sup>2</sup>.

Na área 4, será utilizada uma área de cerrado com 30 ha na fazenda Santa Cecília e outra com 30 ha na fazenda Brejão em área da Cia. Mineira de Metais e da Mannesmann no município de João Pinheiro, contando com 60 parcelas de 1800 m<sup>2</sup> cada. Estas parcelas representam diferentes tratamentos silviculturais em cerrado *sensu stricto* em solo mais arenoso.

Na área 5, será utilizada uma área de 30 ha de cerrado *sensu stricto* em Coração de Jesus em área pertencente ao Instituto Estadual de Florestas, contando com 30 parcelas representando diferentes tratamentos silviculturais no cerrado. A área mensurada de cada parcela é de 600 m<sup>2</sup>. Os solos predominantemente são os latossolos vermelho escuro.

Na figura abaixo é ilustrada a localização das áreas de estudo no Estado de Minas Gerais.



### **Análise da Estrutura da Vegetação**

Para a análise da vegetação, optou-se por estudos de sua estrutura, justificado quando se planeja realizar intervenções, procurando atingir os seguintes objetivos básicos (SCOLFORO, 1993 e 1997): manter compromisso da diversidade florística; compreender como as espécies florestais se relacionam em comunidade, assim como são importantes para a mesma; verificar a distribuição espacial das espécies envolvidas no estudo.

**Estrutura Horizontal :** Através desta é possível verificar a participação das diversas espécies na comunidade, suas relações entre si e quais os seus padrões

de distribuição espacial. Para a sua análise os índices utilizados são: Densidade absoluta e relativa; Dominância relativa e absoluta; Índice de valor de cobertura : Frequência absoluta e relativa; e o índice de valor de importância. De forma complementar será utilizado o índice de Morisita para melhor definir o padrão de distribuição espacial das espécies amostradas.

**Estrutura Vertical :** Através da análise da estrutura vertical pode-se obter indícios das espécies quanto a seu estágio sucessional e distinguir quais delas são aptas para comporem um povoamento dinâmico. O índice que caracteriza este elemento é a posição sociológica absoluta e relativa. Será também quantificado o índice de valor de importância econômico e ampliado.

**Regeneração Natural :** Este índice é obtido através da classe de tamanho e da regeneração natural relativa e permite inferir sobre como este importante componente da comunidade se comporta.

#### **Seleção dos modelos volumétricos**

Para cada tipo florestal considerado no estudo será selecionada uma equação volumétrica. Este mesmo procedimento será adotado para cada uma das espécies que através do estudo de análise estrutural se mostraram como as mais importantes em cada tipo florestal.

A cubagem rigorosa a ser utilizada para fins de viabilização do volume real será pelo método de Huber, até um diâmetro mínimo de galhos de 3cm com casca. Serão cubadas plantas com diâmetro superior a 5cm, à 30 cm de altura.

A definição do número de árvores cubadas será a partir de uma amostra piloto com árvores em cada classe diamétrica cuja amplitude será de 5cm. Cada classe diamétrica será considerada um estrato ou uma sub-população na qual se efetua o controle da variabilidade dos volumes. Então, a intensidade amostral definitiva será obtida após o recálculo até que a estabilização do número de árvores a ser cubada para cada classe seja alcançada, conforme procedimento adotado por SCOLFORO e FIGUEIREDO FILHO (1998).

Com as árvores cubadas rigorosamente será selecionado o modelo dentre os apresentados a seguir:

<b>Autor</b>	<b>Modelo</b>
Spurr	$V = \beta_0 + \beta_1 D^2 H$
Schumacher e Hall	$V = \beta_0 D^{\beta_1} H^{\beta_2}$
Honner	$V = \frac{D^2}{\beta_0 + \beta_1 \frac{1}{H}}$
Ogaya	$V = D^2 (\beta_0 + \beta_1 H)$
Stoate (australiana)	$V = \beta_0 + \beta_1 D^2 + \beta_2 D^2 H + \beta_3 H$
Naslund	$V = \beta_1 D^2 + \beta_2 D^2 H + \beta_3 D H^2 + \beta_4 H^2$
Takata	$V = D^2 H / (\beta_0 + \beta_1 D)$
Spurr (logarítmica)	$\text{Log } V = \beta_0 + \beta_1 \text{Log } (D^2 H)$
Meyer	$V = \beta_0 + \beta_1 D + \beta_2 D^2 + \beta_3 D H + \beta_4 D^2 H + \beta_5 H$

onde:

V = volume até 3 cm de diâmetro com cascanos galhos;

D = diâmetro a altura do peito;

H = altura total;

$\beta_{is}$  = parâmetros a serem estimados;

Log = logarítmo.

Os critérios para seleção da equação mais eficiente serão baseados no coeficiente de determinação ( $R^2$ ), erro padrão residual (Syx) e análise gráfica dos resíduos.

### **Quantificação do incremento periódico, do recrutamento e da mortalidade na floresta**

A dinâmica da floresta será analisada a partir do conhecimento do recrutamento, da mortalidade e do incremento periódico a nível de espécie, grupo ecológico e para a floresta toda. A quantificação do incremento periódico, recrutamento, mortalidade e frequência das árvores será calculada através do software “PRODNAT”, para uma amplitude de classe de 5 cm conforme ilustrado na Tabela 1.1.

O incremento periódico será obtido através da expressão:

$$IP_D = DAP2_i - DAP1_i$$

onde:

$IP_D$  = Incremento periódico em diâmetro;

$DAP1_i$  = Diâmetro tomado à 1,30 m de altura da  $i$ ésima árvore viva na 1<sup>a</sup> medição;

$DAP2_i$  = Diâmetro tomado à 1,30 m de altura da  $i$ ésima árvore viva na 2<sup>a</sup> medição;

$i = 1, 2, \dots, n.$

e o incremento periódico anual, por classe diamétrica, pela expressão:

$$IPM_D = \frac{\sum_{i=1}^n (DAP2_i - DAP1_i)}{N}$$

onde:

$IPM_D$  = Incremento periódico médio em diâmetro por classe;

$N$  = Número total de árvores em cada classe diamétrica;

$DAP1$ ,  $DAP2$ ,  $i$  = já definidos anteriormente.

Como recrutamento, serão consideradas todas as plantas que no segundo inventário passaram a compor a amostra, ou seja, atingiram o DAP mínimo de 5 cm.

A mortalidade também será obtida para o segundo inventário, através de sua contagem em cada classe diamétrica.

Para melhor interpretar e compreender como as plantas se desenvolvem na floresta, será realizada a interpretação a nível de tipo florestal e também para as espécies que se mostrarem em cada tipo florestal as mais importantes, através do estudo de análise estrutural.

### **Modelagem em floresta natural**

Neste item serão testados diferentes metodologias de efetuar prognose a nível de floresta nativa. Serão desenvolvidas tabelas de produção por tipo florestal e para as espécies mais importantes em cada um destes, detectadas a

partir dos estudos da análise estrutural. Para tal serão utilizados os métodos da matriz de transição, método de Wahlenberg no qual se reconhece a variação do incremento em diâmetro na classe diamétrica, e também o método de razão de movimentação dos diâmetros.

## **CAPÍTULO 1**

### **CORRELAÇÃO DOS PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS COM CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS PARA FINS DE ESTRATIFICAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA**

## 1.1 INTRODUÇÃO

A estratificação da vegetação do cerrado é o passo inicial para que um planejamento de seu uso, preservação ou conservação possa ser implementado.

A maioria dos métodos que possibilitam obter esta estratificação baseiam-se em características isoladas, tais como, tipologia da vegetação ou características físico-químicas do solo, ou altitude, ou ainda densidade das plantas por hectare, dentre outras.

Uma maneira eficaz de se efetuar esta estratificação é o conhecimento das possíveis causas que levem a determinados efeitos, o que pode ser obtido através da correlação entre variáveis ambientais e variáveis pertinentes às espécies. O presente capítulo abordará as possibilidades de interação das variáveis ambientais com variáveis relacionadas com a vegetação, através de métodos matemáticos, procurando explicar a formação de um gradiente fisionômico; caracterizar os tipos de solos existentes e suas respectivas propriedades químicas e granulométricas; e estimar os parâmetros fitossociológicos quantitativos que expressem a estrutura vertical e horizontal das tipologias de solo.

## 1.2 REFERENCIAL TEÓRICO

O cerrado constitui um gradiente vegetacional, apresentando variações na sua fisionomia que vão desde a formação campestre até a formação florestal. As principais causas deste gradiente são a fertilidade dos solos, a profundidade dos mesmos e sua saturação estacional. Um fator adicional de relevada importância, é que quanto maior a frequência de queimadas, maior a probabilidade da fisionomia tender a campestre. Modificações na fisionomia

podem ser causadas, também, pelo corte da vegetação, geralmente quando uma área é totalmente limpa, tornando-se campo de cultura ou área de pastoreio permanente e, desta forma, não voltando a ser cerrado (Eiten, 1993).

Analisando-se os dados de um determinado gradiente, tanto por métodos diretos, quanto por indiretos, deve-se partir do princípio de que a variação da vegetação em questão, quanto às espécies ali existentes e sua abundância, está intimamente relacionada com as variáveis ambientais. Para a análise direta de gradientes, utiliza-se inicialmente de medições a nível de campo das variáveis ambientais, procurando associá-las, posteriormente, às variáveis da vegetação. Para a análise indireta, feita de maneira oposta, a variância dos dados da vegetação é prioritariamente organizada e simplificada por um método de classificação ou ordenação, tornando-os compreensíveis, para posteriormente associá-los às variáveis ambientais (Gauch, 1982; Kent e Coker, 1992; Van Den Berg, 1995).

Brown et al. (1970), estudando as relações entre umidade do solo, topografia e tipos de vegetação numa área de cerrado no nordeste do Mato Grosso, utilizou a PCA (análise de componentes principais) para discriminar os tipos de vegetação ali existentes. Na ordenação empregou fatores edáficos e freáticos, permitindo, assim, limitar as vegetações ao respectivo ambiente.

Trabalhando no levantamento da vegetação dos cerrados no Triângulo Mineiro, Goodland (1971a) e o mesmo (1971b), evidenciou a existência de um gradiente florístico, juntamente ao gradiente fisionômico do cerrado “*sensu lato*”, onde se manifestava variação das associações, quando o ambiente ficava mais aberto. Foi o mesmo autor, quem iniciou nas análises de gradientes em cerrados, o uso da fitossociologia quantitativa, utilizando-se para tal, de gráficos para a análise direta, onde relacionou o valor de importância das espécies com as fisionomias. Utilizou, ainda, para análise indireta a PCA (análise de

componentes principais), como método de ordenação. Outro trabalho de relevada importância, utilizando análise direta, foi desenvolvido por Ratter et al. (1973), no sentido de interpretar a transição cerrado-floresta amazônica na Serra do Roncador (MT), onde foram relacionados a formação vegetal e os fatores edáficos existentes, posteriormente comparados e identificados com outras regiões no Mato Grosso, Goiás e Minas Gerais (Oliveira-Filho, 1984).

Estudando a composição florística e estrutura de uma área de cerrado pertencente à Reserva Biológica de Moji Guaçu, no estado de São Paulo, Gibbs, Leitão Filho e Shepherd (1983), utilizaram o método da PCA (análise de componentes principais), o qual resultou na clara separação de cerrado e campo cerrado, existindo uma transição entre as duas fisionomias e evidenciando também a existência de um gradiente florístico.

Oliveira-Filho (1984), em estudos florísticos e fitossociológicos de um cerrado na Chapada dos Guimarães, pela primeira vez utilizou o método de ordenação pelas médias recíprocas (RA), e comparou-o ao método da PCA. Apesar de não ser muito forte, concluiu haver a existência de um gradiente estrutural associado ao gradiente fisionômico, onde foram identificados dois fatores limitantes como condições ambientais associados aos gradientes em questão: saturação de água no solo com a elevação do nível do lençol freático no verão e a pedregosidade dos solos. Foi observado, também, um melhor desempenho da RA sobre a PCA, isto devido a uma menor influência exercida pelas parcelas anômalas, à não formação de condensações de pontos-parcelas redundantes, a uma discriminação mais clara dos gradientes e a um agrupamento de pontos afins mais nítidos.

Descrevendo as variações florísticas e fisionômicas, sob efeito de fatores ambientais, em uma transecção demarcada em um hectare de cerrado, no sul do estado do Mato Grosso, Oliveira-Filho et al. (1989), utilizaram a

classificação de solos, análise direta dos gradientes e o método de ordenação por meio de médias recíprocas, para evidenciar as variações ali presentes. Os autores concluíram que os efeitos das diferenças do regime de água dos solos e da declividade associada à rochiosidade estão relacionadas com as variações da vegetação e que, provavelmente, as flutuações sazonais do nível do lençol freático exercem certa influência nesta variação.

Oliveira-Filho e Martins (1991), comparando a composição florística e estrutura comunitária de cinco áreas de cerrado, próximas a Cuiabá (MT), utilizaram técnicas de ordenação polar e classificação hierárquica, onde para tal, usaram variáveis quantitativas da flora lenhosa e propriedades químicas e físicas do solo como variáveis ambientais.

Os estudos envolvendo análise multivariada, em áreas de cerrado, nos tem proporcionado conhecer as relações existentes entre as variáveis da vegetação e as variáveis ambientais nos fornecendo, assim, interpretações quanto à existência de um gradiente florístico e fisionômico. Estes poucos estudos, desenvolvidos por um pequeno grupo de pesquisadores fornecem valiosas informações para que se possa, a nível da vegetação existente, tentar promover um melhor manejo da mesma e por conseguinte um maior conhecimento destas técnicas aplicadas em um maior número de locais torna-se um fator de relevada importância.

## **1.2.1 Caracterização do cerrado**

### **1.2.1.1 Situação geográfica**

A área ocupada por Cerrados no Brasil é representada por algo entre 1.500.000 e 2.000.000 Km<sup>2</sup>, correspondendo a uma área entre 17,5 e 24% da

área total do país (Dubois, 1970; Ferri, 1980; Ferreira e Fonseca, 1986; Costa Neto, 1990).

A “província vegetacional” do cerrado encontra-se no Brasil Central, incluindo toda a parte sul do Mato Grosso, todo o estado de Goiás, Tocantins, Mato Grosso do Sul, oeste da Bahia, oeste de Minas Gerais e o Distrito Federal. Ainda estende-se para fora do Brasil central em “penínsulas”: para o norte, cobrindo o sul do Maranhão e o norte do Piauí, para o oeste atravessando uma faixa estreita em Rondônia, e para o sul cobrindo cerca de um quinto do estado de São Paulo, de forma disjunta. Também ocorre em certas partes do Nordeste, dentro da província da caatinga ou ao longo da borda entre a caatinga e a floresta atlântica, em pequenas áreas disjuntas (Eiten, 1993). Para fora do país, ocorrem ainda pequenas incursões no Paraguai e Bolívia (Oliveira-Filho e Ratter, 1995).

A área de cerrados pertencente ao Estado de Minas Gerais, com 30.8 milhões de hectares, corresponde a 53% da superfície do estado e 17% da superfície total de cerrado do país (Ferri, 1975; Costa Neto, 1990).

#### **1.2.1.2 Vegetação e fisionomia do cerrado**

Os trabalhos de fitossociologia em cerrado, sob aspecto descritivo, tiveram início com Veloso (1946, 1947, 1948a, 1948b), citado por Oliveira-Filho (1984), tentando descrever o cerrado em termos de clímax florístico. Para tal estudo, utilizou do clássico “Lagoa Santa” escrito por Warming em 1892 como base fundamental, sendo este trabalho considerado como uma das descrições mais completas sobre cerrado, com grande detalhamento na análise florística (Goodland, 1971a).

Segundo Rizzini (1964), a flora do cerrado é dividida em dois distintos tipos de vegetação: a flora subarbusativa-arbusativa e a flora arbusativa-arbórea. A flora subarbusativa-arbusativa é originária do campo limpo, enquanto a arbusativa-arbórea é composta por espécies que se integram a outros tipos de vegetação, constituindo a flora acessória, e também pela flora peculiar, constituída de espécies típicas do cerrado (Rizzini, 1964).

Heringer et al. (1977), consideraram a flora herbáceo-subarbusativa do campo limpo muito rica, possuindo algo em torno de pelo menos 500 gêneros. Para a flora arbusativo-arbórea, predominante no cerradão, há um número bem menor de gêneros, cerca de 200, sendo que destes um número relevante pertence a outras comunidades.

O cerrado constitui um forte gradiente vegetacional, apresentando variações nas suas formas fisionômicas que vão desde a floresta (cerradão) até a campestre (campo cerrado ou o campo sujo) (Oliveira-Filho, 1984). Tal gradiente vegetacional abrange as mais variadas denominações, as quais se multiplicam à medida que são feitos mais estudos pelos pesquisadores. Buscando uniformizar o emprego de uma terminologia que pudesse integrar os vários trabalhos em diferentes áreas de uma mesma região, Ribeiro et al. (1983) elaboraram uma descrição com chave preliminar ilustrativa, para identificação dos tipos fisionômicos desta vegetação. A descrição para os principais tipos fisionômicos feita pelos autores foi a seguinte: mata de galeria, mata mesofítica, cerradão, cerrado (cerrado denso, cerrado típico, cerrado ralo, parque de cerrado e vegetação rupestre de altitude), campo sujo, campo limpo e vereda (Costa Neto, 1990).

Alguns autores seguem uma terminologia para classificar os trechos deste gradiente vegetacional da seguinte forma: cerrado como um todo (*sensu lato*), constituído pelo gradiente cerradão, cerrado *sensu stricto*, campo cerrado,

campo sujo e campo limpo, sendo que este último não é incluído no conceito de cerrado por alguns destes autores, como Ferri (Oliveira-Filho, 1984). Eiten (1993) adotou a mesma terminologia, ressaltando que os termos “campo sujo” e “campo limpo” são usados para outras vegetações. Por esta razão quando se referir a cerrado seria necessário dizer “campo limpo de cerrado” e “campo sujo de cerrado”.

Um fator que pode provocar erros de interpretação com relação aos gradientes do cerrado é o fogo. Sabe-se que a vegetação do cerrado é resistente ao fogo, mas esta pode alterar-se na medida em que as queimadas, de origem natural ou mesmo antrópica, são mais ou menos frequentes, ou seja, quanto mais o cerrado sofrer queimadas, mais este tenderia a fisionomia campestre (Oliveira-Filho, 1984). O fogo é um importante fator que influencia na densidade da vegetação (Furley e Ratter, 1988).

### **1.2.1.3 Clima**

A província vegetacional do cerrado é quase que na sua totalidade pertencente ao clima tropical, sendo que somente a sua borda sul, em altitudes moderadas no sudoeste do estado de São Paulo e em altitudes maiores (1000-1700 m) no sul de Minas Gerais, sofre geadas leves no inverno. A precipitação varia de 750 a 2000 mm/ano, caracterizando o clima como Aw de Köppen na maioria da região, e Cwa ao longo da borda sul mais fresca (Eiten, 1972; 1993).

Em sua grande maioria o cerrado possui características climáticas próprias, alterando-as à medida em que se aproxima das regiões Amazônica e da Caatinga. Dois parâmetros podem ser considerados como característicos do regime estacional da região do cerrado: a precipitação média anual oscilando entre 1200 e 1800 mm e a duração do período seco, de 5 a 6 meses. Verifica-se

uma distribuição de chuvas, em torno de 86% da superfície da região dos cerrados, da ordem de 1000 a 2000 mm. O déficit de pluviosidade, concentrado num período de 5 a 6 meses, abrange uma superfície correspondente a cerca de 67% da região dos cerrados (Adámoli et al., 1987).

A temperatura média anual situa-se entre 22° C, ao sul da região do cerrado, e 27° C ao norte. As menores temperaturas ocorrentes no sul, são devidas às elevadas altitudes com extremos entre 900 e 1200 m (Adámoli et al., 1987). A região dos cerrados com suas características tropicais promovem a existência de condições definidas de isoterma. As diferenças entre as temperaturas máximas e mínimas no conjunto da região dos cerrados oscilam entre 4 e 5° C, diminuindo progressivamente para o norte, até atingir valores na ordem de 1 a 2° C (Belém e Manaus). Estes valores de amplitude térmica, aumentam ao sul dos cerrados, por influência do clima subtropical, podendo chegar a mais de 10° C em Porto Alegre (Adámoli et al., 1987).

#### **1.2.1.4 Solos**

Os principais tipos de solos ocorrentes na região do cerrado são os Latossolos, que ocupam cerca de 56% da área total, Areias Quartzosas (20%), Lateritas Hidromórficas (10%), Litossolos (9%), e os Podzólicos em menores proporções (Lopes, 1984; Costa Neto, 1990).

A partir de dados do Mapa de Solos do Brasil (escala 1:5.000.000), publicado pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de solos da EMBRAPA, Adámoli et al., (1987) definiram as principais classes de solos, conforme mostrados na Tabela 1.1. Um detalhamento maior não foi possível devido à escala cartográfica empregada e à falta de maiores informações referentes à distribuição dos solos.

Os solos de cerrado são originados de quase todos os tipos de rochas, destacando-se entre elas, arenito, ardósia, folhelho, quartzo, quartzito, granito, xisto, mica-xisto e algumas formas de gnaiss, ou de matéria de solo depositado. Rochas básicas, como basalto, gnaiss de minerais escuros e calcários podem também sustentar o cerrado a partir de sua formação e com tempo necessário para que se tornem extremamente lixiviados e empobrecidos em nutrientes. A vegetação de cerrado de interflúvio ocorre geralmente sobre Latossolos vermelhos ou amarelos, variando de pouco a muito o conteúdo de argila. Mesmo apresentando alta proporção de argila, tais solos são por natureza bem drenados, porque a argila nestes solos ácidos é agregada em grãos do tamanho de areia. No caso das regiões mais secas, onde os solos são muito argilosos e secos (isto devido a serem circunneutros ou alcalinos), existe pouca permeabilidade, impedindo o armazenamento de água suficiente para as plantas no período de estiagem. Este fato ocorre porque a argila fica desfloculada e todos poros são preenchidos (Eiten,1993).

A pobreza em íons nutrientes, característica de solos que sustentam cerrados, é explicada pela ação do clima tropical e úmido, durante muito tempo nas partículas do solo. Este processo acarreta lixiviação e mudanças nos minerais de argila do tipo montmorilonita, que retêm bastante íons, para o tipo caulinita e sesquióxidos de ferro e alumínio, que retêm poucos íons (Eiten, 1993).

TABELA 1.1. Principais classes de solo do cerrado brasileiro.

Classes	SINONÍMIA		Superfície na região	
	FAO/UNESCO	Soil Taxonomy	(Km <sup>2</sup> )	(%)
Latossolos	Ferralsols	Oxisols	935.870	46,0
{Concrecionários	{ Acrisols	Ultisols	57.460	2,8
{Lateríticos	{Ferralsols			
Podzólicos	{ Acrisols	{ Ultisols	307.677	15,1
	{ Luvisols	{ Alfisols		
Terras roxas	Nitisols	Alfisols	34.231	1,7
Cambissolos	Cambisols	{Entisols	61.943	3,0
		{Inceptisols		
Litólicos	Lithosols	Entisols	148.134	7,3
Areias Quartzosas	Arenosols	Entisols	309.715	15,2
Lateritas Hidromórficas	Luvisols	Alfisols	122.664	6,0
	Gleysols	Inceptisols		
Gley	Gleysols	Inceptisols	40.752	2,0
Outros	_____	_____	19.154	0,9
Total			2.037.600	100,0

FONTE: EMBRAPA/SNLCS (1981)

Goodland e Ferri (1979), a respeito do “continuum” vegetacional do cerrado, disseram que existe um adensamento a partir de uma quase campina, até uma quase floresta, em função de um relacionamento íntimo com os níveis de nutrientes do solo. Anteriormente, trabalhos de Alvim e Araújo (1952) e Pavageau (1952), citados por Goodland (1971a), analisando e comparando solos de cerrado e de mata, já demonstravam claramente que o cerrado estava restrito principalmente aos solos mais pobres enquanto as matas aparecem nos solos mais ricos em nutrientes.

Discutindo sobre o xeromorfismo da vegetação do cerrado, o grupo de Ferri (1958), citado em Goodland (1971a), observou que apesar das características xeromórficas, as plantas do cerrado não sofriam grande falta d'água e que estas ocorriam em solos altamente lixiviados, com carência de nutrientes. Tais comentários reforçaram a hipótese dos solos serem os principais responsáveis pela determinação da vegetação e do gradiente fisionômico. Isto permitiu que fosse proposta por Arens (1958), citado em Goodland (1971a), a hipótese do “escleromorfismo oligotrófico”, que propunha que as limitações fisiológicas ao crescimento eram devidas à deficiência de nutrientes no solo, e que as estruturas morfo-anatômicas, até então consideradas xeromórficas, eram devidas à produção excessiva de carboidratos e gorduras e de seu acúmulo em relação à quantidade exigida para seu crescimento. Tais estruturas como cutículas e cascas grossas, camadas de cêra, nervuras muito desenvolvidas e produção de resinas eram consideradas características de oligotrofismo. Esta hipótese pode explicar as características xeromorfas presentes nas plantas, bem como a presença do cerrado e não mata em certos locais (Goodland, 1971a).

Contribuindo para a teoria, Goodland (1969), em Goodland (1971a), correlacionou estatisticamente a fisionomia do cerrado com o grau de oligotrofismo, constatando ser alta esta correlação, podendo inferir sobre o

aparecimento de campo sujo em solos mais pobres e cerradão em solos mais ricos, concluindo a possibilidade de haver juntamente com o gradiente fisionômico um gradiente oligotrófico.

Estudando a influência da umidade na distribuição de formações de vegetação na Serra do Roncador (MT), Askew et al. (1971), verificaram que as condições de umidade, medidas gravimetricamente e a nível de lençol freático por um período de onze meses, por si só não são suficientes para explicar o limite abrupto existente entre as formações vegetais.

Acrescentando à fertilidade dos solos, como causa da formação de um gradiente fisionômico, Eiten (1972;1993) também considerou como causas, a pouca profundidade do solos sobre a rocha mãe e a saturação estacional da camada superficial ou subsuperficial do solo.

### **1.2.2 Métodos de levantamento fitossociológico**

Os métodos de levantamento fitossociológico se classificam, de acordo com a natureza das unidades de amostragem, em duas categorias: o grupo de métodos com área fixa, podendo ter uma ou várias parcelas, e o grupo de métodos com área variável. Este último, baseia-se em medidas de distância e é também chamado método das distâncias (Martins, 1993).

O método das distâncias foi desenvolvido por Cottam e Curtis (1949) e se baseia na premissa de que deve existir uma relação inversa entre a densidade dos indivíduos por área e as distâncias entre eles, numa população de distribuição aleatória (Matteucci e Colma, 1982; Costa Neto, 1990; Martins, 1993). Existem cinco técnicas que podem ser utilizadas no método de distâncias: a do indivíduo mais próximo; a do vizinho mais próximo; a dos pares ao acaso, com ângulo de exclusão de 180°; dos quadrantes e a técnica das seis

árvores. A abordagem deste trabalho será sobre a técnica do método dos quadrantes, por ser esta a mais empregada nos levantamentos fitossociológicos.

### 1.2.2.1 Histórico do desenvolvimento do método de quadrantes

Interessado em saber sobre as possíveis alterações na vegetação, provocadas pelo aumento da população no Estado de Wisconsin, nos Estados Unidos, Cottam (1949) descreveu o método de pares ao acaso, utilizado na amostragem de indivíduos em uma floresta. Utilizou para seus estudos, dados levantados por agrimensores do U. S. Land Survey Service, entre 1833 e 1834, os únicos disponíveis na época. O método utilizado pelos agrimensores é descrito em Martins (1993): *“Para o levantamento das terras, os inventariadores do U. S. Land Survey Service dividiam a região em “townships”, unidades de área com 36 milhas quadradas. Cada “township” era dividida em 36 “sections”, unidades de uma milha quadrada. No ponto onde essas linhas se cruzavam, obtinha-se o “section corner”. Por sua vez, cada “section” podia ser dividida em quatro partes iguais, chamadas “quarter sections”. Os pontos onde estas linhas se cruzavam entre si e com as primeiras constituíam os “quarter section corners”. Os pontos que ficavam nos limites da “township” ou no limite com acidentes geográficos, como rios, lagos, vales, etc., eram chamados de “meanders corners”. Em cada ponto, “corner”, os agrimensores tomavam as árvores mais próximas, anotavam a espécie a que pertenciam e mediam o seu diâmetro, sua direção em relação ao ponto e sua distância até ele. O número de árvores medidas em cada ponto variava. Enquanto o levantamento de 1833 a 1834, no sudoeste de Wisconsin, tomava duas árvores por ponto, o de 1857 a 1859, no norte, tomava quatro árvores em cada “section corner” e duas em cada “quarter section corner” ou “meander*

*corner*” ”. De posse destes dados, relativos ao levantamento de 1833 a 1834, Cottam (1949), pôde estimar a frequência, a densidade e a dominância das espécies arbóreas levantadas.

O método dos pares ao acaso, onde é escolhida a árvore mais próxima a cada ponto, medindo-se a distância entre esta e a mais próxima, pressupõe que a distribuição espacial das árvores na realidade, desviaria aleatoriamente de uma distribuição espacial teórica, onde as árvores estariam igualmente equidistantes de todas suas vizinhas. Este método recebeu o nome de pares ao acaso, provavelmente devido aos inventariadores medirem um par de árvores a cada ponto. Para efeito comparativo com seus dados, Cottam (1949), teve que realizar correções nos dados dos agrimensores, uma vez que estes não mediam as distâncias entre as árvores e sim de cada ponto até as duas ou quatro árvores mais próximas (Martins, 1993).

#### **1.2.2.2 Princípio**

O método dos quadrantes consiste de um transecto, onde existem pontos com uma distância entre si predeterminada. Cada ponto na linha representa o centro de quatro quadrantes, determinados pela transversal, relativa a cada um deles, na linha do transecto. Para cada um dos quadrantes é medida a distância entre este e o indivíduo mais próximo, mensurando-o e registrando a espécie e área basal. Após medidas as quatro distâncias, obtêm-se a média geométrica ( $\bar{Q}$ ), sendo esta igual à raiz quadrada da área média ( $\bar{M}$ ), numa relação empírica, determinada por Cottam em 1953 (Martins, 1993).

### 1.2.2.3 Levantamentos em cerrados utilizando o método dos quadrantes

O primeiro a utilizar o método de quadrantes no Brasil foi Goodland (1969), citado Goodland e Ferri (1979), em vegetação de cerrado no Triângulo Mineiro. Trabalhando em 110 áreas, e em cada uma destas com 20 pontos amostrais, com distância aproximada de 20 passos, estimaram-se os parâmetros absolutos e relativos de densidade, frequência e dominância, os parâmetros de cobertura, além de levantar a flora das áreas estudadas.

Em um estudo mais aprofundado, visando estimar os parâmetros fitossociológicos, volume de madeira para cada espécie, produção de madeira para carvão, obter informações sobre o comportamento e necessidade das espécies mais importantes, etc., Heiseke (1976), utilizou o método de quadrantes em vegetação de cerrado na região central do Estado de Minas Gerais.

Furley, Ratter e Gifford (1988), em estudos de análise florística, fitossociológica e das propriedades dos solos, utilizaram o método de quadrantes descrito por Mueller-Dombois e Ellenberg (1974) em três tipologias diferentes: floresta semidecídua, cerradão e “cerrado”. Para cada uma das tipologias, os pontos foram lançados ao longo de um transecto, distanciados entre si de 15 m. Para a floresta e o cerradão foram mensurados os indivíduos com DAP (diâmetro à altura do peito = 1,30 m) superior a 20 cm de circunferência e para o “cerrado” os indivíduos com DAP superior a 10 cm.

Utilizando o método de quadrantes para estabelecer a zonação da vegetação de cerrado ao redor da Represa do Lobo, entre os municípios de Itirapina e Brotas, no Estado de São Paulo, Oliveira e Souza (1977), citado por Martins (1993), estimaram os parâmetros fitossociológicos, inferindo sobre sucessão e espécies mais importantes para cada zona. Oliveira et al. (1982),

aplicando o método de quadrantes numa área de 16 ha de cerrado no Parque Nacional de Brasília, analisaram a vegetação do ponto de vista quantitativo e qualitativo, e consideraram o método ideal para levantamentos de áreas arbustivas e arbóreas. Para sua análise utilizaram 40 pontos de amostragem equidistantes de 28 m. Ferracini, Ferlini e Cavassan (1983), citados em Cavassan (1990), utilizaram o método de quadrantes em uma área de cerrado no município de Bauru-SP, distribuindo os pontos equidistantes de 20 m, para amostrar indivíduos lenhosos com diâmetros iguais ou superior a 3 cm. Silva Júnior (1984), realizando estudos sobre florística, estrutura e parâmetros fitossociológicos na Estação Florestal de Experimentação de Paraopeba (EFLEX), utilizou o método de quadrantes para estabelecer equações de predição de crescimento para a vegetação de cerrado, em função de algumas características químicas e físicas do solo.

Procurando descrever em termos florísticos e quantitativos, áreas de cerrado, floresta e vegetação de campo, localizadas no Parque Nacional do Araguaia (TO), Ratter (1987) utilizou o método de pontos quadrantes, onde os pontos foram amostrados em transectos para as respectivas áreas, sendo a distância entre eles de 10m. Em outro estudo, em áreas de cerrado, cerrado e floresta decídua, no Pantanal e Corumbá (MT), Ratter et al. (1988), utilizou o mesmo método, para análise da vegetação, onde foram mensurados os arbustos e árvores, com circunferências iguais ou superiores a 10 cm e 30 cm, respectivamente.

O método de quadrantes foi utilizado por Pagano et al. (1989), citado em Cavassan (1990), para estudar a fitossociologia de áreas de cerrado pertencentes a APA de Corumbataí, onde, foram amostrados indivíduos lenhosos com fuste igual ou superior a 1,30m.

Costa Neto (1990), levantando subsídios técnicos para elaboração de um plano de manejo em áreas de cerrado, no município de Mirabela, MG, utilizou o método de quadrantes, concluindo não ser este o método mais adequado para coleta de dados, visando manejo de povoamentos naturais mistos.

Cavassan (1990), avaliando a eficiência dos métodos de quadrantes e parcelas, no Parque Ecológico Municipal de Bauru, SP (área de cerradão), demonstrou a melhor eficiência do método de parcelas para indicar densidade, e o de quadrantes apresentar igual eficiência ao método de parcelas, para indicar o número de espécies da área.

O método de quadrantes foi também utilizado por Oliveira-Filho e Martins (1991), em três de um número de cinco áreas de cerrado próximas a Cuiabá (MT) para realização de comparações entre a composição florística e estrutura comunitária das mesmas.

### **1.3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **1.3.1 Localização da área**

A área de estudo localiza-se na Fazenda Brejão, de propriedade da Manesmmann Florestal Ltda., município de Brasilândia, estado de Minas Gerais, nas coordenadas de 17° 02' de latitude Sul e 45° 50' de longitude Oeste e a uma altitude de 575m (Figura 1.1). A coleta de dados concentrou-se em uma área de aproximadamente 343 ha, compreendendo formação de cerrado senso stricto e manchas de campo cerrado. Situa-se na junção de dois ribeirões, limitando-se ao norte com o Ribeirão do Brejo e ao sul com o Ribeirão da Ponte de Pedra (Figuras 1.2 e 1.3).

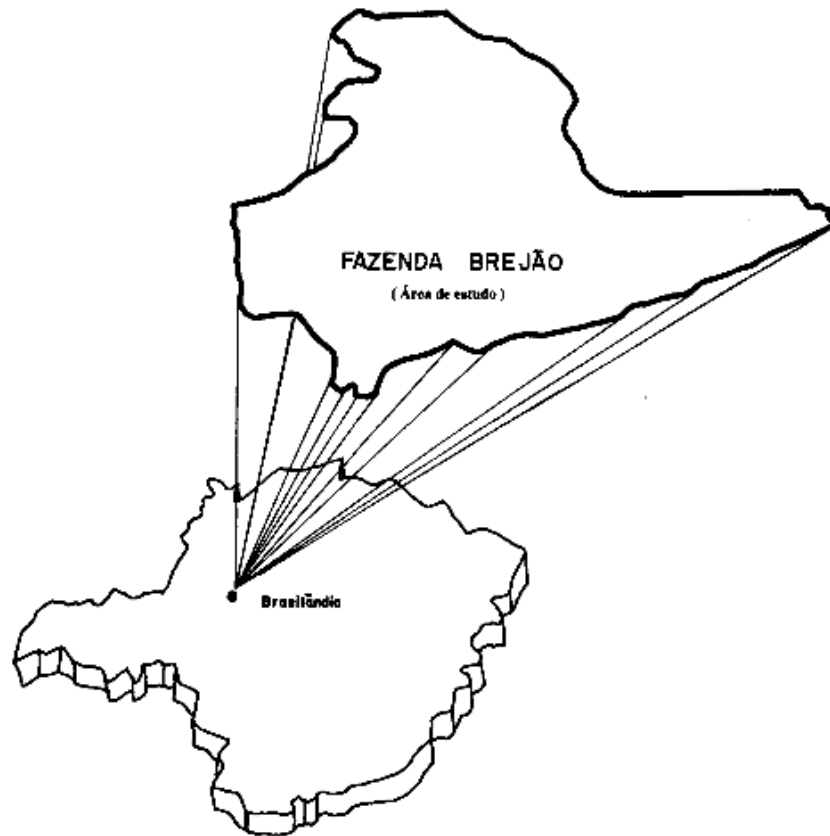


FIGURA 1.1. Localização da área de estudos na Fazenda Brejão, município de Brasilândia- MG. Lat: 17° 02' Sul, Long: 45° 50'Oeste e Alt: 575,00 m.

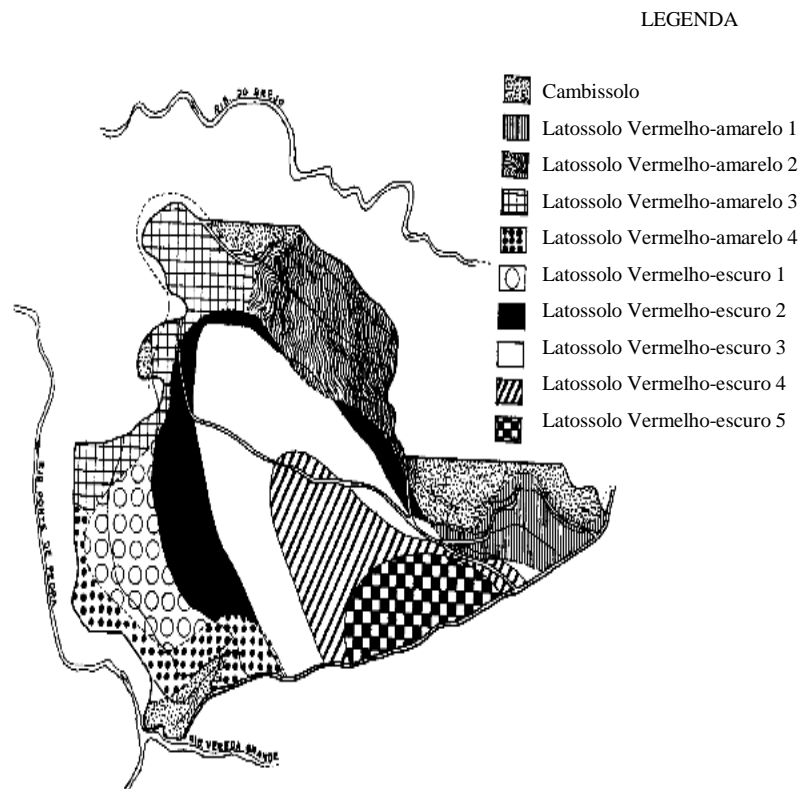


FIGURA 1.2. Mapa da área de estudos indicando a localização dos dez estratos, situada na Fazenda Brejão, município de Brasilândia- MG.

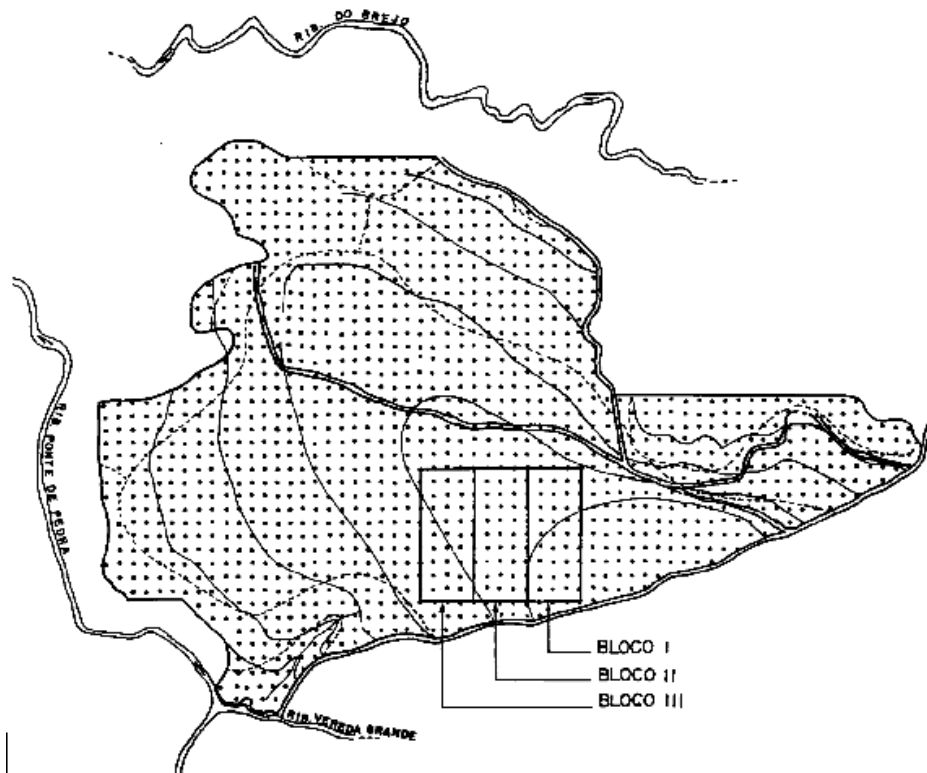


FIGURA 1.3. Mapa da área de estudos indicando a localização dos pontos quadrantes e dos blocos contendo os tratamentos, situada na Fazenda Brejão, município de Brasilândia- MG.

### 1.3.2 Características climáticas

O clima da região é do tipo Aw de Köppen, caracterizando clima tropical com inverno seco. A precipitação média anual é de 1441,5 mm, com umidade relativa média do ar de 70,1%; a temperatura média do ar é de 22,5°C, sendo que a média das temperaturas máximas é de 28,8°C e a média das temperaturas mínimas é de 16,5°C (Figura 1.4).

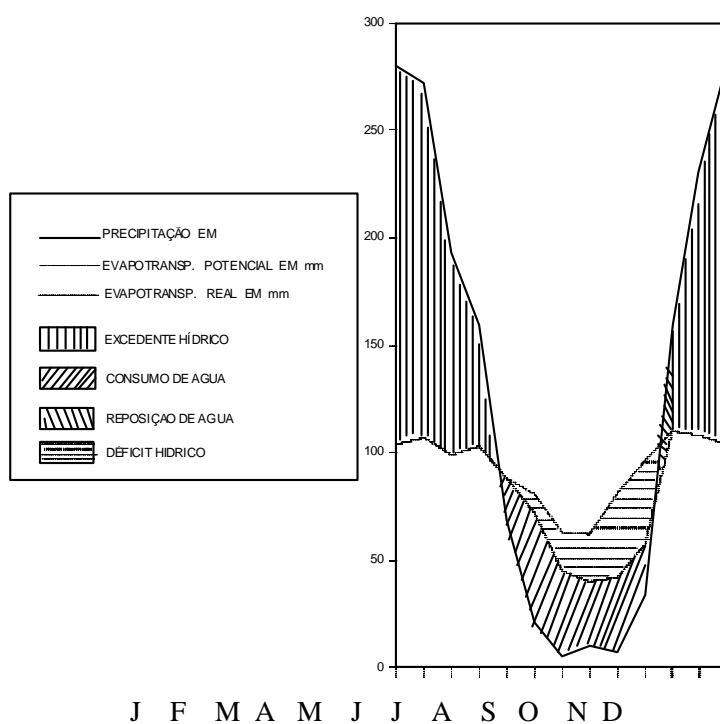


FIGURA 1.4. Balanço hídrico segundo o método de Thornthwaite-Mather (1957). Observações da Estação Climatológica de João Pinheiro-MG, período de 1961-1990. Lat: 17° 42', Long: 46° 10' e Alt: 760,36 m. Capacidade de armazenamento de água no solo de 300 mm.

### **1.3.3 Levantamento das variáveis ambientais**

#### **1.3.3.1 Características dos solos**

Para o estudo do solo sob a vegetação em questão, foram feitas observações em toda área, concluindo sobre a necessidade de abertura de quatro trincheiras, na tentativa de levantar os possíveis tipos de solo ali existentes. As trincheiras foram abertas a uma profundidade de aproximadamente 2 m, com auxílio de enxadões e cavadeiras, de onde foram retiradas amostras do perfil do solo. Posteriormente estas foram encaminhadas para o Laboratório de Fertilidade e Física de Solos da UFLA, onde foram analisadas. Para a análise utilizaram-se os procedimentos recomendados pela EMBRAPA (1979). Para mensuração do pH utilizou-se de um potenciômetro em uma suspensão de solo em água, 1:2,5. O fósforo e potássio foram extraídos pela solução de Melish ( $H_2SO_4$  0,025 N + HCl 0,05 N) e medidos por meio de fotômetro. Para extração do cálcio, magnésio e alumínio trocáveis utilizou-se uma solução de KCl 1 N, sendo a titulação do alumínio feita através de uma solução de Na OH 1 N e cálcio mais magnésio, titulados com solução de EDTA 0,025 N. A determinação do carbono orgânico foi feita pelo método de Tiurim, ao passo que a porcentagem de matéria orgânica foi determinada pela constante de Bremelen (1,724). O método densímetro de Bouyoucos foi usado para determinação da textura.

#### **1.3.4 Levantamento da vegetação arbustiva-árborea**

O levantamento se procedeu nos 343 ha, dividindo a área em linhas coordenadas, com distância entre elas de 50 m. As linhas coordenadas, ou transectos, foram dispostas no sentido Norte-Sul, facilitando sua localização, e o

caminhamento com auxílio de uma bússola. Para a marcação dos transectos utilizou-se de um teodolito, o qual proporcionou maior rendimento nos trabalhos de campo devido à pouca declividade do terreno. O método de quadrantes descrito por Cottam e Curtis (1956), foi aplicado para o levantamento da composição florística e dos parâmetros fitossociológicos. A distância entre os pontos nos transectos foi de 50 m, totalizando 1404 pontos na área sob estudo. A representação gráfica destes encontra-se na Figura 1.3. Para cada ponto foram determinados os quadrantes, seguindo o mesmo sentido dos transectos e respectivas transversais, sendo neles obtidos os seguintes dados: distância do ponto até o indivíduo mais próximo;  $CA_{30}$  (circunferência a 30 cm de altura do solo) igual ou superior a 9,5 cm medida com auxílio de uma fita métrica; alturas do fuste e total mensuradas com vara telescópica graduada de 5 em 5 cm. Todos os indivíduos que apresentassem o  $CA_{30}$  acima de 9,5 cm foram mensurados. Para o caso de existência de ramificações, bastou que apenas uma destas alcançasse o  $CA_{30}$  mínimo, para que as demais fossem também mensuradas, tanto em circunferência, quanto em altura. Posteriormente as medidas destas ramificações foram convertidas para medidas individuais, através da determinação da circunferência quadrática ( $Cg$ ), que é obtida pela fórmula:

$$Cg = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n CAS^2}{n}}$$

Para cada indivíduo amostrado foi coletado o material botânico, sendo este “endereçado” e herborizado para posterior identificação taxonômica. A identificação taxonômica das espécies se procedeu a partir de visitas a herbários, revisões de literatura e consultas a especialistas, uma vez que algumas espécies proporcionaram grande dificuldade de identificação. Posteriormente, todo o material botânico foi acomodado no Laboratório de Dendrologia do Departamento Ciências Florestais, aguardando devida

catalogação para inclusão no herbário do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras.

### **1.3.5 Suficiência na amostragem**

Existem maneiras de se obter uma amostragem suficiente, sendo algumas delas importantes para encontrar tamanho e forma ótimo de parcelas com áreas diferentes, como é o caso da curva espécie-amostra e da curva coeficiente de variação-amostra (Scolforo, 1993).

Para o presente estudo onde se utilizam pontos amostrais, pode-se utilizar de uma curva que expresse o aumento do número de espécies em relação ao aumento do número de pontos utilizados no levantamento (Martins, 1979). A utilização deste método pode levar a uma subjetividade, uma vez que o ponto em que a curva alcança o platô, ou seja, seu ponto de inflexão, é de difícil determinação e depende de critérios arbitrados. Uma outra forma de se obter suficiência na amostragem, e usada neste estudo, é através do procedimento REGRELRP (Regressão Linear Response Plateau), do Sistema para Análises Estatísticas - SAEG5, que possui a vantagem de minimizar o erro de estimação, através dos mínimos quadrados, retirando assim a subjetividade do procedimento anterior (Ferreira, 1988). *“Este procedimento ajusta uma função descontínua, formada por dois conjuntos de dados: um conjunto compõe o ramo ascendente da curva, e o outro reúne os dados de uma população com coeficiente igual a zero, isto é, um plateau”* (SAEG5).

### 1.3.6 Análise dos dados

Após a análise dos solos, foram detectadas diferentes classes de solo, constituídas por Cambissolo, Latossolo Vermelho-amarelo e Latossolo Vermelho-escuro. Estas classes de solo serviram como base para uma estratificação prévia da área de estudo, sendo esta composta por dez estratos, onde se definiram um estrato para Cambissolo, quatro para o Latossolo Vermelho-amarelo e cinco para o Latossolo Vermelho-escuro (Figura 1.3). As áreas de cada um dos estratos variaram em função de determinados critérios. Para o Cambissolo foi feita a soma das manchas, encontradas disjuntas na periferia da área. Para os Latossolos Vermelho-amarelo foram utilizados na escolha dos estratos os critérios de cotas altimétricas subdivididas. Esta divisão procura atender a necessidade de um número maior de amostras para realização das análises multivariadas. Os estratos pertencentes aos Latossolos Vermelho-escuros foram definidos em função apenas dos limites das cotas altimétricas. Para cada um dos estratos foram calculados os parâmetros fitossociológicos, utilizando os dados de cada ponto. Foi utilizado o “software” FITOPAC 2, de autoria de G. J. Shepherd (Universidade Estadual de Campinas), fornecendo por tipo de solo os seguintes parâmetros fitossociológicos:

- Diâmetros mínimo, médio e máximo para todas espécies  
(transformados a partir do  $CA_{30}$  pelo próprio programa);
- Diâmetro médio por espécie;
- Alturas mínima, média e máxima para todas espécies;
- Altura média por espécie;
- Área basal por hectare e total;
- Área basal por espécie;
- Número de indivíduos por espécie e por hectare;

- Distância média por espécie;
- Número de pontos para cada uma das espécies;
- Número de espécies;
- Número de famílias;
- Índice de Shannon-Wiener e equabilidade para espécies;
- Densidades, dominâncias e frequências absolutas por espécie;
- Densidades, dominâncias e frequências relativas por espécie;
- Índice de valor de importância por espécie;

#### **Parâmetros fitossociológicos segundo Muller-Dombois e Ellenberg (1974)**

**Densidade** - Densidade relativa é a proporção do número de indivíduos de uma determinada espécie em relação ao número total de indivíduos amostrados (densidade total), em porcentagem (Curtis e McIntosh, 1950).

$$DR_i (\%) = \frac{n_i}{N} * 100$$

em que,

$DR_i$  = Densidade relativa para a i-ésima espécie, em %;

$n_i$  = Número de indivíduos amostrados para a i-ésima espécie;

$N$  = Número total de indivíduos amostrados.

Densidade total por área (DTA) - Martins (1979) sugeriu que as distância individuais fossem normalizadas através de seus logaritmos naturais e que fosse calculada a média geométrica das distâncias.

$$DTA = \frac{1 \text{ ha}}{M}$$

em que:

DTA = Densidade total por área;

$\bar{M}$  = Área média ocupada por indivíduo =  $(D^2)$

D = Média geométrica das distâncias, obtidas por:

$$\ln G = \frac{1}{n} (\ln x_1 + \ln x_2 + \dots + \ln x_n)$$

em que:

$\ln G$  = Logaritmo natural da média geométrica;

n = Número de distâncias medidas;

$x_i$  = Valores das distâncias individuais.

Densidade por área proporcional (DA) - Esse parâmetro indica densidade por área para cada espécie amostrada, e foi calculado da maneira proposta por Mueller-Dombois e Elleberg (1974).

$$DA = \frac{n_i}{N} * DTA$$

em que:

DA = Densidade por área proporcional;

$n_i$  = Número de indivíduos amostrados da i-ésima espécie;

N = Número total de indivíduos amostrados;

DTA = Densidade total por área (calculada por 1 ha).

**Dominância** - Dominância absoluta é o somatório das área seccionais dos indivíduos de uma determinada espécie por unidade de área. Dominância relativa é a relação percentual entre a área basal de uma determinada espécie e a área basal total das espécies amostradas.

$$DoA_i = G_i / A$$

$$DoR_i = (DoA_i / DoAT) * 100$$

em que,

$DoA_i$  = Dominância absoluta para a i-ésima espécie, em  $m^2 / ha$ ;

$G_i$  = Área basal da i-ésima espécie, em  $m^2$ ;

$A$  = Área total amostrada (ha);

$DoR_i$  = Dominância relativa para a i-ésima espécie, em %;

$DoAT$  = Dominância total.

**Frequência** - Frequência absoluta é a relação percentual entre as unidades de amostragem com ocorrência de uma determinada espécie e o número total de unidades de amostragem. Frequência relativa é a relação percentual entre a frequência absoluta de uma determinada espécie e a soma das frequências absolutas de todas as espécies.

$$FA_i = (U_i / U_t) * 100$$

$$FR_i = (FA_i / FAT) * 100$$

em que,

$FA_i$  = Frequência absoluta da i-ésima espécie, dada em %;

$U_i$  = Número de unidades amostrais em que a i-ésima espécie ocorre;

$U_t$  = Número total de unidades amostrais;

$FR_i$  = Frequência relativa da i-ésima espécie, em %;

$FAT$  = Frequência total das espécies em percentagem.

**Índice de valor de importância (IVI)** - é representado pela soma dos valores relativos de densidade, dominância e frequência.

$$IVI_i = DR_i + DoR_i + FR_i$$

em que,

$IVI_i$  = Índice de valor de importância da i-ésima espécie;

$DR_i$ ,  $DoR_i$ ,  $FR_i$  = Valores relativos de densidade, dominância e frequência para a i-ésima espécie.

**Índice de diversidade de Shannon-Wiener (H')** - Expressa a diversidade de espécies das diferentes comunidades vegetais.

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i * \ln p_i$$

em que,

H' = Índice de Shannon-Wiener;

p<sub>i</sub> = Proporção do número de indivíduos da i-ésima espécie em relação ao total de indivíduos;

ln = Logaritmo neperiano;

s = Número de espécies amostradas.

**Equabilidade (J)** - São medidas que expressam o quanto certo conjunto de abundâncias se aproxima da diversidade máxima possível com o mesmo número de espécies e de indivíduos. Pode ser obtido para o índice de Shannon-Wiener, como se segue:

$$J = H' / \ln (s)$$

em que,

J = Equabilidade;

H' = índice de Shannon-Wiener;

ln = Logaritmo neperiano;

s = Número de espécies amostradas.

### **1.3.7 Análise multivariada dos estratos da vegetação**

Para se interpretarem as variações estruturais manifestadas por uma comunidade, utiliza-se da análise de gradientes, consistindo de um conjunto de métodos que estuda os padrões distribucionais das espécies. A análise de gradientes trabalha com três aspectos interligados: os fatores ambientais, as

populações de diferentes espécies e as características da comunidade (Whittaker, 1967). A análise multivariada é um instrumento que trabalha com bases matemáticas (matrizes), utilizando-se, simultaneamente, de muitas variáveis e é empregada para a análise de gradientes. A análise multivariada opera com três grandes conjuntos de métodos, os quais são, de acordo com Gauch (1982), a análise direta de gradientes, a ordenação e a classificação, sendo estas duas últimas métodos de análise indireta. A análise direta envolve um ou, no máximo, dois fatores ambientais que predominem, desde que sejam de fácil reconhecimento e mensuração. Os resultados deste tipo de análise são apresentados na forma de gráficos. A ordenação é um processo mais sofisticado, podendo atuar simultaneamente com um maior número de variáveis, evidenciando maior número de gradientes. Os resultados são na forma de um gráfico de duas ou, às vezes três dimensões. As técnicas de ordenação mais utilizadas na ecologia são, segundo Pielou (1977), citados em Oliveira-Filho (1984), médias ponderadas, ordenação polar (PO), análise de componentes principais (PCA), médias recíprocas (RA) e análise de correspondência retificada (DCA). Por último, a classificação atua agrupando frações dos dados já ordenados em classes de afinidade, utilizando para isto, segundo Gauch (1982), o arranjo em tabelas, evidenciando os agrupamentos naturais dos dados; a classificação não hierárquica, que agrupa parcelas ou espécies em classes; e a classificação hierárquica que agrupa dados em dendrogramas de correlações.

A técnica de análise de componentes principais (PCA), primeiro método da era de computadores, foi descrita por Karl Pierson em 1901, citado em Kent e Coker (1992). Embora, sendo usada primeiramente por Goodall (1954), ainda em Kent e Coker (1992), sob título errôneo de análise de fatores, a PCA tornou-se popular após a publicação de Orłóci em 1966. O método baseia-se na redução da matriz de dados brutos em componentes principais, sendo estes os eixos de

ordenação. As amostras originais recebem pontuações de acordo com seu peso em cada componente. A pontuação é escalonada como um coeficiente de correlação (-1 a 0 e 0 a +1), proporcional à importância no componente. As correlações entre as amostras são transformadas em vetores, projetados em um eixo, denominado de primeiro componente, ajustado para incluir a máxima variância. A partir deste, outros eixos são gerados ortogonalmente. Este método é recomendado para a ordenação de fatores ambientais, tendo como vantagem não envolver subjetividade no processamento dos dados e principais desvantagens em produzir o efeito-arco (ou efeito Guttman) com distorção do segundo eixo e a compressão de pontos nas extremidades do primeiro eixo em relação ao meio.

A análise de correspondência retificada (DCA) e o programa computacional DECORANA na linguagem FORTRAN, foram projetados por Hill (1979a) e Hill e Gauch (1980), citados em Kent e Coker (1992), na tentativa de solucionar dois problemas detectados na RA/CA: o efeito-arco, também detectado na PCA e a compressão de pontos nas extremidades do primeiro eixo em relação ao meio. O efeito-arco é corrigido por *detrending* ou retificação, ou seja, pela segmentação do primeiro eixo de ordenação e recálculo do segundo eixo para cada segmento. Os eixos são escalonados em unidades de desvio padrão médio de substituição (turnover) de espécies ao longo do gradiente (SD). Com relação ao segundo problema, esta dificuldade é superada em princípio por segmentar o eixo e expandir estes segmentos até o fim do eixo

Aos métodos anteriormente citados, foi acrescentada a CCA (análise de correspondência canônica), técnica mais recente e sofisticada. A CCA é um método de ordenação, muito expandido nos anos 90 por superar com grandes vantagens os métodos anteriores. O método exige que se tenha uma matriz de

variáveis ambientais para cada amostra e que se considere todas variáveis ecológicas de relevada importância. A CCA procura relacionar a distribuição das abundâncias das espécies com as variáveis ambientais, sintetizadas e plotadas em um gráfico com eixos de ordenação (eixos perpendiculares entre si). A CCA se difundiu por dois motivos principais: permite a ordenação conjunta das espécies, amostras e variáveis ambientais em um mesmo diagrama (*biplot*) e a realização do teste de Monte Carlo que é um teste de significância para as correlações entre variáveis relativa às espécies e variáveis ambientais (ter Braak 1986,1987; Kent e Coker, 1992; e Van Den Berg, 1995).

## **CAPÍTULO 2**

### **O DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO PARA MANEJO DO CERRADO**

## 2.1 INTRODUÇÃO

No Estado de Minas Gerais, com renomável importância no setor florestal, a área de cerrados com 30,8 milhões de hectares, corresponde a 53% da superfície do estado e 17% da superfície total de cerrado do País (Ferri, 1975; Costa Neto, 1990).

Em um levantamento preliminar, através de imagens de satélite, o IEF\* (1996) quantificou, utilizando o sistema de informações geográficas, a área de tipologias do cerrado para cada uma das regiões do estado. Tal levantamento englobou todos os municípios do estado localizados nas respectivas regiões. Para as regiões foram quantificadas a área por tipo de vegetação, área total de tipologias do cerrado e a sua porcentagem em relação a vegetação nativa presente. Comparando-se a cobertura de vegetação do cerrado levantada pelo IEF com a citada no parágrafo anterior, pode-se perceber que a área atual de 3.111.987,38 ha, está bastante aquém daquela quantificada a 21 anos atrás, ou seja correspondendo somente a 10,1%. Mesmo por se tratar de um levantamento preliminar, podendo ainda sofrer algumas modificações, os presentes dados sugerem um certo alarde com relação a realidade, visto que tornam-se mais do que necessárias tomar certas providências, em vários sentidos para tentar reverter este quadro.

Dentre as atividades ligadas ao setor florestal, a produção e consumo de carvão vegetal é muito utilizada nos diversos setores industriais do Estado de Minas Gerais. Este Estado é responsável pelo consumo de 26.513.000 m<sup>3</sup>, correspondendo a 80,34% do total de 33.000.000 m<sup>3</sup> de carvão consumidos no Brasil (ABRACAVE,1995).

---

\* Instituto Estadual de Florestal, Regional Sul, Varginha - MG. (Não publicado, 1996)

No período de 1984 - 1994 houve uma acentuada queda no uso de carvão de espécies nativas, passando de 26.085.000 m<sup>3</sup> (82,58% de um total de 31.586.000 m<sup>3</sup>) para 15.180.000 m<sup>3</sup> (46% de um total de 33.000.000 m<sup>3</sup>). Em contrapartida o volume deste produto oriundo dos reflorestamentos saltou, no mesmo período, de 5.501.000 m<sup>3</sup> (17,42%) para 17.820.000 m<sup>3</sup> (54%) (ABRACAVE, 1995). Nos últimos anos com a utilização cada vez maior do coque, pelas siderúrgicas, estes valores relatados de consumo de carvão vegetal, tanto advindos de florestas nativas quanto de reflorestamentos, podem tender a estabilidade ou mesmo a decrescerem.

A prática do manejo florestal, utilizando-se o conceito de floresta balanceada, vem de encontro às necessidades dos pequenos produtores, possibilitando aumentar sua renda. Este tipo de manejo onde é analisada cada espécie em particular dentro de cada classe diamétrica, permite escolher os objetivos com que se quer trabalhar, que podem ser propriamente para a produção de lenha e carvão ou seguindo alternativas tais como: uso de determinadas espécies para serraria; no tratamento medicinal, na produção de frutas ou mesmo englobando todas estas atividades. O cerrado possui grande potencial para tais atividades.

O objetivo do presente trabalho é estimar os parâmetros quantitativos das espécies por classe diamétrica; estimar os parâmetros fitossociológicos quantitativos que expressem a estrutura horizontal e vertical; definir opções de manejo baseados no conceito de estrutura balanceada, distribuição espacial de espécies, parâmetros fitossociológicos e parâmetros quantitativos das espécies, de tal maneira a estimular a prática do manejo sustentado.

## **2.2 REFERENCIAL TEÓRICO**

De acordo com o IEF (1996), através de um levantamento preliminar, feito por imagens de satélite, o estado de Minas Gerais possui uma área de vegetação nativa de 9.141.542,91 ha, sendo que o correspondente em área de tipologia do cerrado é de 3.111.942,38 ha. Tal levantamento apresentou uma margem de erro em torno de 15%, devido a utilização das imagens de satélite (Tabela 2.1).

TABELA 2.1. Levantamento preliminar, por regiões, para o estado de Minas Gerais, abrangendo as áreas de vegetação nativa (ha), áreas de tipologia de cerrado (ha) e sua porcentagem em relação ao total de vegetação nativa.

Região	Nº Munic	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	M	N	O	P	Veget. Nativa	Tipologias do Cerrado	%
Centro Sul		5692,00	29,20	0,00	2260,30	116552,30	0,00	0,00	63217,00	10,50	9621,90	0,00	0,00	1450,20	67911,30	0,00	266744,70	72849,40	27,31
Zona da Mata	167	202120,50	0,00	0,00	3776,50	793191,90	20,20	152,90	326,80	47,70	301429,70	32,90	12,20	20055,40	52313,90	0,00	1373480,60	302010,20	22,00
Noroeste	12	309,76	1837,11	0,00	791,95	270,69	132,94	2732,44	10145,27	6200,53	4042,71	151,87	184,88	1022,52	3226,20	0,00	34023,79	23405,76	68,79
Nordeste	76	1381,93	340,94	0,00	11,36	9675,64	0,00	1148,27	8774,81	1376,47	126,54	5,87	482,18	139,42	1403,73	0,00	24867,16	11431,96	45,97
Norte	52	329,04	7367,75	0,00	944,20	3738,68	38,94	2127,55	23438,01	5833,93	5218,29	244,44	6223,78	1608,89	4461,06	0,00	61574,56	36901,16	59,93
Centro Oeste	84	8616,20	43917,90	11625,90	276049,60	15069,80	2203,70	229272,00	609829,60	60395,90	201148,40	3414,10	0,00	29117,70	138578,00	150788,70	1780027,50	1106263,70	62,15
Rio Doce	98	112289,10	0,00	0,00	1451,60	884384,90	0,00	3,80	13831,00	3,70	6231,00	706,50	0,00	40875,10	89508,50	0,00	1149285,20	20776,00	1,81
Triângulo	69	50803,30	5,80	110224,30	547056,50	101146,70	29403,30	148895,40	212868,20	35568,90	60625,00	132036,0	0,00	22769,10	0,00	654315,00	2105717,50	619396,80	29,42
Sul	174	311372,40	104,20	4255,10	525428,10	267843,30	31230,40	36097,80	199461,50	59029,00	584099,20	8989,50	0,00	88221,90	1227,80	228461,70	2345821,90	918907,40	39,17
Total																	9.141.542,91	3.111.942,38	

FONTE: IEF (1996).

A = Mata; B = Mata Seca; C = Mata de Encosta; D = Mata Ciliar; E = Capoeira; F = Cerradão; G = Cerrado com Mata de Galeria; H = Cerrado; I = Campo Cerrado com Mata de Galeria; J = Campo Cerrado; L = Vereda; M = Caatinga; N = Várzea; O = Campo Rupestre; P = Campo Natural com Mata de Galeria;

A província vegetacional do cerrado, assim como as demais províncias inseridas dentro do clima tropical, constituem as chamadas florestas tropicais apresentando como característica comum um grande número de espécies, muitas das quais, ainda desconhecidas. Esta diversidade de espécies aliada a carência de estudos têm até então dificultado a implementação de propostas de manejo adequadas às mesmas, visando alcançar um rendimento sustentado. O termo sustentado associa produção contínua com o compromisso de manter o recurso natural para as gerações vindouras.

Uma definição de manejo sustentado foi proposta por Osmaston (1968), como “o fornecimento regular e contínuo do produto desejado na plena capacidade”, distinguindo produtos tangíveis (produtos principais, como madeira para serraria, para energia; e produtos menores, como frutos, resinas, etc.) e intangíveis (compreendendo o aspecto estético, de proteção e de lazer), englobando, assim o que se denomina uso múltiplo. O mesmo autor salienta que a manutenção da fertilidade do sítio é que mantém a produção contínua de madeira ou de outros produtos e que estas não podem ser conservadas indefinidamente a menos que mantenham sua regularidade.

Alguns autores atentam que o modelo mais próximo de um suposto “manejo” é uma prática utilizada por madeireiros à qual envolve cortes seletivos em florestas nativas, acima de diâmetros previamente especificados. Este tipo de prática caracterizado por uma remoção puramente mecânica e exploratória apresenta uma evolução em relação as demais empregadas até a década de 70, mas não assume um compromisso com a sustentabilidade da floresta, visto que não há um controle da regeneração natural, existe uma subjetividade nos critérios de intervenção e ainda os indivíduos removidos são sempre os de melhor qualidade (Troup, 1966; Campos, Ribeiro e Couto, 1983; Saraiva, 1988; Scolforo, 1997).

O que se tem sugerido para o manejo de florestas naturais mistas é o uso desta prática de seleção associada a tratos silviculturais, operações de desbaste e abate o que permite manter a cobertura florestal contínua, ou seja, controlando o crescimento e o desenvolvimento de árvores em todas classes de diâmetro (Osmaston, 1968; Saraiva, 1988).

Este tipo de sistema silvicultural de seleção envolve uma grande habilidade do manejador, de modo que possam ser realizadas as devidas remoções dos indivíduos nos locais mais apropriados, proporcionando harmonia na reprodução e garantindo o equilíbrio do ecossistema. Com a exploração ordenada da floresta são obtidos resultados múltiplos na produção contínua dos produtos advindos desta, tais como benefícios sociais por empregar constantemente mão de obra, benefícios econômicos por manter uma produção contínua obtendo retorno constante e benefícios ecológicos por deixar a cobertura vegetal sem que exista problemas de ordem ambiental para a referida área (Hosokawa,1982).

Um dos problemas encontrados neste tipo de sistema silvicultural seria a inexistência de um meio quantitativo como base para realização dos cortes periódicos, uma vez que a decisão estaria nas mãos dos manejadores implicando em adoções de critérios pessoais. A adoção de intensidades de corte por classes de diâmetro soluciona este problema de subjetividade, procurando manter uma estrutura desejada de acordo com os objetivos do manejo (Campos, Ribeiro e Couto, 1983).

De acordo com Campos, Ribeiro e Couto (1983), Costa Neto (1990), Scolforo e Silva (1993), em povoamentos inequiâneos os indivíduos pertencentes as várias espécies se apresentam com os mais variados diâmetros, dispostos individualmente ou em grupos. Para que se possa obter uma estrutura

adequada têm que se levar em conta as características da floresta, sendo necessário para isto obedecer certas condições, tais como:

1 - uma área basal desejada a ser mantida, permitindo um crescimento e uma produção adequados;

2 - uma estrutura de povoamento, relacionada a distribuição dos diâmetros, permitindo a regeneração, o crescimento e o desenvolvimento de árvores de reposição para as devidas classes diamétricas;

3 - um diâmetro máximo desejado.

### 2.2.1 O Conceito de Floresta Balanceada

Conforme encontrado em Meyer et al. (1961), ao estudar as florestas manejadas sob sistema de seleção de Franche-Comté, o francês F. De Lioucourt, em 1898, comparou o número de árvores de sucessivas classes de diâmetro e determinou uma razão constante entre os indivíduos no povoamento que segue a expressão abaixo:

$$N_1/N_2 = N_2/N_3 = \dots = N_{n-1} / N_n = q$$

onde,  $N_1$  até  $N_n$ , correspondem ao número de árvores de sucessivas classes de diâmetro de 1 até a n-ésima classe e “q” é a razão entre as sucessivas classes de diâmetro, também chamado de “Quociente de De Lioucourt”.

No caso da estrutura do povoamento seguir esta razão constante, o número de árvores entre classes subsequentes poderá ser obtida da série geométrica que segue:

$$N_1 = q N_2 = q^2 N_3 = q^3 N_4 = \dots = q^{n-1} N_n$$

Meyer (1943), citado por Loetsch, Zohrer e Haller (1973), estudando distribuições de diâmetros em florestas manejadas pelo método de seleção, na Suíça, estabeleceu o conceito de floresta balanceada para povoamentos cuja

distribuição diamétrica se enquadra à progressão geométrica anterior. Este conceito caracteriza uma floresta onde o incremento corrente pode ser removido, anualmente ou em períodos, desta forma procurando manter ao mesmo tempo a estrutura e volume iniciais. Para que esta distribuição diamétrica, ou seja, os dados de diâmetro relacionados à frequência, seja balanceada é necessário que o gráfico confeccionado em papel logarítmico, resultante entre o número de árvores (no eixo das ordenadas) e o valor central da classe diamétrica correspondente (eixo das abcissas) resulte em uma reta.

De acordo com o mesmo autor, esta progressão pode seguir a três padrões distintos de comportamento:

- I. pode ser uma progressão geométrica uniforme - onde os logaritmos do número de árvores estão em uma linha reta, admitindo a existência de um balanceamento;

- II. pode ser uma progressão geométrica crescente - onde os logaritmos do número de árvores estão sobre uma curva, do tipo convexa, decrescendo de forma mais forte a medida que os diâmetros aumentam;

- III. ou pode ser uma progressão geométrica decrescente - onde os logaritmos do número de árvores estão da mesma forma que o padrão II, ou seja sobre uma curva, só que de maneira contrastante. Desta forma o decréscimo da curva é menor com o aumento dos diâmetros, apresentando-se de forma côncava. Este último padrão é menos comum de acontecer do que os anteriores, ocorrendo em espécies de floresta alta tropical.

Com seu estudo, Meyer em 1943, citado por Loetsch, Zohrer e Haller (1973), pôde caracterizar a estrutura da floresta em estudo e descrever matematicamente a forma de distribuição das árvores, baseando-se no DAP (diâmetro a 1.30 m do nível do solo), através da transformação da distribuição exponencial no modelo:

$$Y_i = \beta_0 e^{\beta_1 X_i}$$

em que,

$Y_i$  = Número de árvores da i-ésima classe de diâmetro;

$X_i$  = Valor central da i-ésima classe de diâmetro;

$e$  = Base do logaritmo natural;

$\beta_0, \beta_1$  = Parâmetros a serem estimados.

A função de densidade de Meyer é classificada em Modelo I e II, sendo o modelo I correspondente à expressão anterior, e o modelo do tipo II no modelo seguinte:

$$Y_i = \beta_0 e^{\beta_1 X_i^2}$$

em que,

$Y_i, X_i, e, \beta_0$  e  $\beta_1$  = Já foram definidos anteriormente.

Uma outra possibilidade de uso da função de densidade, em florestas a serem manejadas utilizando o número de árvores em função dos valores centrais de classe diamétricas está na forma linearizada do modelo I, como se segue :

$$\ln Y_i = \ln \beta_0 + \beta_1 X_i$$

### 2.2.2 Estudos empregando a distribuição diamétrica no Brasil

Campos, Ribeiro e Couto (1983) empregaram o método da distribuição de diâmetros para determinar experimentalmente a intensidade de corte em florestas mistas naturais submetidas ao sistema silvicultural de seleção.

Neste estudo a análise da distribuição dos diâmetros foi realizada baseada nos seguintes parâmetros: área basal remanescente, diâmetro máximo desejado e quociente de De Lioucourt, buscando eliminar a subjetividade do sistema de seleção.

Saraiva (1988) desenvolvendo um método de manejo em floresta natural mista, localizada na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, utilizou a análise de distribuição de diâmetros para descrever o povoamento em estudo. Concluiu que o método aplicado ofereceu uma orientação bastante precisa na determinação do número de árvores, volume ou área basal por hectare, a serem cortadas nas diferentes classes diamétricas, eliminando possíveis dúvidas quanto à tomadas de decisões, envolvidas no sistema de seleção.

Analisando a estrutura de uma vegetação de caatinga na Estação Florestal de Experimentação, no município de Açu-RN, Ferreira (1988), buscou subsídios básicos para uma proposta de manejo florestal, utilizando a distribuição diamétrica para propor métodos seletivos para este tipo de povoamento.

Costa Neto (1990) e Costa Neto et al. (1991), buscando subsídios técnicos para elaboração de um plano de manejo em áreas de cerrado localizadas no município de Mirabela- MG, utilizou o método de quadrantes como método de amostragem para analisar a distribuição diamétrica das áreas em estudo. Utilizou a função de Meyer para ajustar distribuição de frequência. Obteve conclusões semelhantes, com relação ao método de manejo utilizado, aos autores citados anteriormente, ou seja, oferecendo grandes auxílios na tomada de decisões tendo como base os parâmetros de área basal remanescente desejada, diâmetro máximo desejado e quociente de De Lioucourt.

Segundo Scolforo e Silva (1993), a inexistência de opções que viabilizem planos de manejo, que possibilitem o uso múltiplo do cerrado,

acarreta problemas como o uso indiscriminado de qualquer espécie para produção de carvão, desconsiderando usos alternativos mais nobres e também a devastação indiscriminada desta vegetação, com acentuada redução da diversidade e da cobertura florestal. Os mesmos, estudando a viabilização de diferentes intervenções em cerrado *sensu stricto* com o objetivo de aproveitamento sustentado do cerrado, em uma região do Nordeste de Minas Gerais, numa área de 3670 ha, ajustaram a função de distribuição de Meyer através de dados de estrutura diamétrica.

### **2.2.3 Análise estrutural**

Vários estudos envolvendo este tema têm sido realizados nas mais variadas regiões pertencentes ao bioma do cerrado. Dentre eles: Gibbs, Leitão Filho e Shepherd (1983), analisando a composição florística e estrutura da comunidade de uma área de cerrado, no estado de São Paulo; Oliveira-Filho e Martins (1991), realizando estudos comparativos, quanto a estrutura comunitária e composição florística, entre cinco áreas de cerrado localizadas nas proximidades de Cuiabá-MT; Ratter et al. (1988), analisando uma área de cerrado no município de Angatuba-SP, quanto a sua florística e estrutura comunitária. Nascimento e Saddi (1992), analisando a estrutura e composição florística de uma área de cerrado em Cuiabá-MT ; Guarim Neto, Guarim e Prance (1994), analisando a estrutura e composição florística de três áreas de cerrado em Cuiabá-MT; e etc..

Todos estes trabalhos constituem um acervo de importantes informações sujeitas à aplicações em manejo Florestal, contudo tais informações podem passar despercebidas em função de uma gama extraordinária de dados fornecidos. Desta maneira faz-se necessário o uso mais intensificado de análises

mais aprofundadas de vegetações sob estudo, objetivando maior praticidade no manuseio das inúmeras informações fornecidas.

Para Barros (1986), citado por Mariscal Flores (1993), deve-se embasar as técnicas de manejo na análise de relações entre a vegetação e as variáveis ambientais, fundamentadas em métodos formais como suporte para a interpretação ecológica dos dados. Tais análises devem expressar informações sobre a estrutura dos povoamentos florestais, com base não só na produção volumétrica, mas principalmente no conhecimento de sua composição florística, uma vez que esta constitui os reflexos das diferentes interações dos fatores ambientais. Como expressão da estrutura da comunidade Barros (1986), ainda em Mariscal Flores (1993), salienta os estudos das relações espécie-área, espécie-abundância, classificação das espécies segundo suas frequências, densidades e dominância, a distribuição diamétrica e espacial das espécies, aliados ao estabelecimento de correlações ou de associações, entre as espécies do povoamento.

#### **2.2.4 Distribuição espacial**

Uma das principais características da estrutura populacional das espécies é a maneira como os indivíduos arbóreos se distribuem espacialmente na floresta. A forma como os indivíduos de uma mesma espécie ocorrem em uma floresta é influenciada pelo comportamento ecológico dos agentes de fluxo gênico envolvidos, tais como a dispersão de pólen e de sementes (Martins Leão, 1990).

O conceito de dispersão, segundo Brower e Zar (1977), é a maneira como os indivíduos de uma determinada espécie são distribuídos em um habitat e ainda, afirmam que existe um padrão para essa não aleatoriedade na

vegetação. Os mesmos autores citam que distribuição de contágio é quando os indivíduos assumem a forma de uma agregação e quando esta distribuição é uniforme diz-se estar existindo uma regularidade.

Segundo Flemming e Heithaus (1981), citados por Martins Leão (1990), alguns fatores influenciam a distribuição espacial de indivíduos de uma determinada espécie em uma floresta, sendo a dispersão de sementes o fator determinante da distância que a semente atinge em relação a planta mãe, porém, os fatores de predação (Augspurger, 1983, citado por Martins Leão, 1990) e a exigência de habitat (Hubbel e Foster, 1986), citados ainda pela mesma autora, são de relevada importância para que esta semente possa germinar e se estabelecer.

Realizando estudos de distribuição espacial em espécies arbóreas na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém-Pará, Martins Leão (1990) utilizou dois tipos de “métodos de quadrados” para determinação do índice de agregação. Tais métodos baseiam-se em observações de campo, que consistem no cálculo do número de indivíduos em uma área com parcelas quadradas, sendo que os resultados podem, de acordo Payandeh (1970), ainda citado em Martins Leão (1990), ser fortemente influenciados pelo tamanho do quadrado utilizado na coleta de dados. A autora utilizou os índices de McGinnies e de Payandeh para determinação da agregação. O primeiro índice determina o grau de agregação das espécies usando uma relação entre a densidade observada e a densidade esperada, enquanto que o segundo índice utiliza a relação entre a variância e a média do número de árvores por quadrado.

Mariscal Flores (1993), utilizou o índice de McGinnies para determinação da estimativa do padrão de dispersão de espécies em um fragmento de Mata atlântica secundária no município de Viçosa-MG.

Mello (1995), utilizou o índice de dispersão de Morisita ( $I_d$ ) para determinar o grau de dispersão de algumas espécies de um remanescente de floresta estacional semidecídua montana no município de Lavras.

Para vegetação de cerrado, até o presente momento, não se tem citado em literatura a utilização de qualquer um destes índices para determinação do padrão de distribuição espacial de suas espécies. O conhecimento da distribuição espacial das espécies de uma floresta é de grande importância para o fornecimento de subsídios que, associado à análise estrutural e informações obtidas de uma estrutura balanceada, possibilitam empregar técnicas de manejo, exploração e até conservação de material genético.

## **2.3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.3.1 Descrição Geral da Área**

A área de estudo localiza-se na Fazenda Brejão, de propriedade da Manesmmann FI-EL Florestal, município de Brasilândia, estado de Minas Gerais, nas coordenadas de 17° 02' de latitude Sul e 45° 50' de longitude Oeste e à uma altitude de 575m. A coleta de dados concentrou-se em uma área de aproximadamente 343 ha, situada na junção de dois ribeirões, limitando-se ao norte com o Ribeirão do Brejo e ao sul com o Ribeirão da Ponte de Pedra. O clima da região é do tipo Aw de Köppen, caracterizando clima tropical com inverno seco. A precipitação média anual é de 1441,5 mm, com umidade relativa média do ar de 70,1%; a temperatura média do ar é de 22,5°C, sendo que a média das temperaturas máximas é de 28,8°C e a média das temperaturas mínimas é de 16,5°C. Os solos predominantes encontrados na área são do tipo Cambissolo, Latossolo Vermelho-amarelo e Latossolo Vermelho-escuro.

### 2.3.2 Obtenção e Descrição do Estrato

No capítulo 1 foram feitas considerações sobre a coleta de informações das características dendrométricas das plantas contidas nos 1404 pontos quadrantes; feita suas identificações botânicas; e coletadas informações físico-químicas em cinco pontos amostrais para cada um dos 10 estratos. Pode-se verificar através da associação destas características, fazendo-se uso da técnica de estatística multivariada que não houve correlação significativa das propriedades químicas e físicas do solo com as características relativa às espécies, demonstrando desta maneira não existir estratos diferentes. Foi escolhido então uma área de 30 ha cuja vegetação apresentasse maior homogeneidade possível quanto a sua fisionomia. Esta área esta situada em uma mancha de solo do tipo Latossolo Vermelho-escuro e a vegetação do tipo cerrado *sensu stricto*, apresenta-se um pouco mais adensada em relação à possíveis outras áreas, motivo pelo qual foi escolhida.

### 2.3.3 A Unidade Experimental

Comprovada a homogeneidade da área foram demarcados 30 ha (600 x 500 m), contendo três blocos com 200 m de largura e 500 m de comprimento. Cada um dos três blocos foi subdividido em dez tratamentos de 1 ha. Para cada tratamento foi demarcada, em seu interior, uma parcela de 1800m<sup>2</sup> (30 x 60 m) nas quais se procederá o monitoramento após a implantação dos mesmos. Os seguintes tratamentos foram utilizados: testemunha; corte raso; redução de 50, 60, 70 e 80% da área basal, mantendo para estas quatro situações, também uma redução de 20% no valor original do quociente de De Lioucourt; e redução de

50, 60, 70 e 80% na área basal, mantendo para estas quatro situações um acréscimo de 20% no valor do quociente de De Lioucourt. O acréscimo e decréscimo de 20% no quociente de De Lioucourt, foi em função de obter respectivamente, uma maior redução nos indivíduos das maiores classes diamétricas e maior redução nos indivíduos das menores classes diamétricas e ainda, fornecer bases de comparação para os futuros estudos de regeneração. O desenho experimental é ilustrado na Figura 2.1.

#### **2.3.4 Descrição do Inventário Quantitativo**

Após a instalação dos blocos casualizados em número de três, contendo cada um deles dez tratamentos, seguindo da alocação e demarcação das parcelas permanentes, prosseguiu-se a coleta de dados.

As seguintes medidas foram tomadas:

- . Circunferência a Altura de 30 cm do Solo ( $CA_{30}$ );
- . Circunferência a Altura do Peito (CAP) e onde não foi alcançada tal altura, mediu-se a circunferência a altura do fuste, ou seja, circunferência à altura onde apresenta ramificação de maior porte. Para tal procedimento utilizou-se de uma fita métrica comum, de comprimento igual a 1,5m com precisão de 1mm. Todos os locais onde foram tomadas as medidas de circunferência foram marcados, por uma tarja, com tinta.
- . Altura do fuste e altura total, utilizando-se da fita métrica para menores alturas e de uma vara telescópica graduada de 5 em 5 cm para as maiores alturas.

Ainda foram coletadas excisas dos indivíduos cujas espécies eram desconhecidas, pela equipe de campo, para posterior identificação.

## 2.4 RESULTADOS

TABELA 2.2. Inventário quantitativo para as repetições dos dez tratamentos . Volume com casca ( $m^3/ha$ ) -  $V_{cc}$ ; peso seco total (ton/ha) - Ps; número de árvores por hectare - N; área basal ( $m^2/ha$ ) - G; média das alturas (m) -  $\bar{H}$ ; média das circunferências (cm) -  $\bar{C}$ ; circunferência média quadrática (cm) - Cg.

Trat.	Parc.	$V_{cc}$	Ps	N	G	$\bar{H}$	$\bar{C}$	Cg
B50N	1	30,61	21,54	927,78	9,13	4,39	31,45	35,16
	2	24,36	17,64	1077,78	8,22	3,92	28,56	30,97
	3	25,05	17,57	766,67	7,70	4,20	31,43	35,52
B60N	1	18,52	13,05	527,78	5,91	4,12	33,75	37,50
	2	43,18	29,77	844,44	10,93	5,22	35,73	40,34
	3	23,14	16,75	1038,89	7,73	4,07	28,06	30,58
B70N	1	30,27	21,08	838,89	8,68	4,34	31,91	36,06
	2	32,80	22,93	894,44	9,79	4,24	32,97	37,09
	3	44,70	31,31	1205,56	11,92	4,81	31,35	35,25
B80N	1	35,23	24,06	1055,56	9,94	3,99	28,82	34,40
	2	43,36	30,57	1294,44	11,52	4,67	29,84	33,44
	3	34,14	23,73	783,33	9,81	4,63	35,30	39,67
	1	45,09	30,83	1033,33	12,48	4,55	34,08	38,97

B50q	2	24,46	17,27	788,89	7,46	4,26	30,63	34,48
	3	38,56	26,55	705,56	9,29	5,41	36,27	40,67
B60q	1	28,55	20,21	950,00	8,70	4,10	30,27	33,92
	2	26,67	19,04	877,78	7,99	4,40	30,70	33,83
	3	27,19	19,37	1022,22	8,13	4,10	28,31	31,62
B70q	1	38,76	26,25	894,44	10,86	4,29	33,73	39,06
	2	32,15	22,47	783,33	8,34	4,73	32,68	36,58
	3	32,24	22,45	966,67	9,11	4,35	30,11	34,42
B80q	1	28,97	20,32	933,33	8,42	4,26	29,97	33,67
	2	29,34	20,62	1027,78	8,52	4,02	28,53	32,28
	3	30,40	20,89	655,56	8,62	4,77	35,90	40,65
BT	1	20,30	14,90	1077,78	7,61	3,75	27,56	29,79
	2	31,16	21,18	666,67	8,38	4,60	34,04	39,74
	3	24,96	17,65	794,44	7,52	4,49	31,08	34,48
BCR	1	38,05	25,36	950,00	9,76	4,38	31,02	35,93
	2	35,02	24,21	938,89	9,98	4,34	31,51	36,54
	3	31,17	21,40	661,11	8,23	5,02	34,66	39,57

---

TABELA 2.3. Porcentagem de espécies para as classes, volumétricas e diamétricas, e número de indivíduos por hectare pertencentes a cada um dos dez tratamentos.

Classes de Tratamentos		volume (m <sup>3</sup> / ha)			Valor central das classes de diâmetro (cm)									
		0,0918	1,5938		7,0	11,0	15,0	19,0	23,0	27,0	31,0	35,0	39,0	43,0
B50 N	Nº ind / ha	53,68	338,90	500,00	533,33	188,89	103,70	40,74	11,11	9,26	5,56	0,00	0,00	0,00
	% de esp,	40,00	42,86	17,14	82,86	71,43	37,14	31,43	14,29	8,57	5,71	0,00	0,00	0,00
B60 N	Nº ind / ha	42,58	303,69	442,59	433,33	181,48	87,04	48,15	16,67	14,81	7,41	0,00	0,00	0,00
	% de esp,	29,73	54,05	16,22	81,08	56,76	35,14	29,73	16,22	18,92	8,11	0,00	0,00	0,00
B70 N	Nº ind / ha	38,88	533,35	379,63	522,22	229,63	105,55	44,45	25,93	9,26	11,11	3,70	0,00	0,00
	% de esp,	31,71	56,10	12,19	75,61	65,85	41,46	36,59	14,63	9,76	9,76	4,89	0,00	0,00
B80 N	Nº ind / ha	40,73	472,23	494,44	620,37	192,6	83,33	51,85	25,93	24,07	7,41	0,00	0,00	1,85
	% de esp,	29,41	58,82	11,77	82,35	67,65	44,12	35,29	20,59	20,59	5,88	0,00	0,00	2,94
B50 q	Nº ind / ha	33,33	433,32	351,85	427,78	177,78	107,41	57,41	29,63	7,41	1,85	7,41	0,00	1,85
	% de esp,	24,32	59,46	16,22	89,19	64,86	43,24	35,14	27,03	10,81	2,70	8,11	0,00	2,70
B60 q	Nº ind / ha	46,27	474,09	407,41	590,74	164,81	92,59	48,15	20,37	11,11	0,00	0,00	0,00	0,00
	% de esp,	37,50	46,87	15,63	87,50	59,38	37,50	31,25	21,88	12,50	0,00	0,00	0,00	0,00
B70 q	Nº ind / ha	20,35	412,96	425,92	490,74	194,44	77,78	48,14	20,37	20,37	1,85	1,85	1,85	1,85
	% de esp,	26,47	58,82	14,71	85,29	61,76	38,24	35,29	17,65	26,47	2,94	2,94	2,94	2,94
B80 q	Nº ind / ha	35,16	494,44	320,38	505,55	487,03	81,48	40,74	11,11	9,26	9,26	3,70	1,85	0,00
	% de esp,	32,50	52,50	15,00	77,50	60,00	45,00	32,50	15,00	10,00	10,00	5,00	2,50	0,00
BT	Nº ind / ha	64,80	483,35	275,92	496,29	187,03	75,93	38,89	14,82	5,56	3,70	0,00	1,85	0,00
	% de esp,	41,67	47,22	11,11	80,56	52,78	36,11	25,00	13,89	8,33	5,56	0,00	2,78	0,00
BCR	Nº ind / ha	40,72	396,29	388,88	474,07	192,59	57,40	46,30	29,63	14,81	7,41	3,70	0,00	0,00
	% de esp,	30,56	52,78	16,66	83,33	55,56	30,56	19,44	19,44	11,11	11,11	2,77	0,00	0,00

quadrática, o maior e o menor valor foram encontrados nas mesmas parcelas e tratamentos citados para a média das circunferências, sendo estes valores respectivamente, 40,67 cm e 29,79 cm.

Na Tabela 2.3 pode-se observar que quanto a classes de volume, o maior número de indivíduos concentra-se nas classes superiores a  $0,0918 \text{ m}^3/\text{ha}$ , ou seja este grande número de indivíduos foram os contribuintes para os maiores valores de volume por hectare. É verificado então, o maior número de indivíduos pertencente ao tratamento B70N (533,35 ind./ha), na classe intermediária de volume, e o menor no tratamento B70q, pertencente a primeira classe de volume, com um número de 20,35 ind./ha. A percentagem de espécies que contribuiram para obtenção do volume foi sempre menor na maior classe, onde o tratamento BT foi o que apresentou menor valor de percentagem (11,11%). O maior número de espécies contribuintes para obtenção do volume por hectare, foi verificado nos tratamentos B80N e B70q, ambos com uma percentagem de 58,82 do total de espécies amostradas nos respectivos tratamentos. Quanto as classes de diâmetro, os maiores números de indivíduos por hectare foram encontrados, como se esperava, nas menores classes, sendo estes decrescentes a medida que estas aumentavam. Consequentemente, o mesmo fato ocorreu para a percentagem de espécies.

Como se pode observar na Tabela 2.4, para um mesmo procedimento de amostragem e mesma metodologia na mensuração dos dados, houve uma discrepância quanto aos parâmetros proporcionado pelos inventários.

TABELA 2.4. Estimativas dos parâmetros da variável volume para os dez tratamentos.

Parâmetros	B50N	B60N	B70N	B80N	B50q	B60q	B70q	B80q	BT	BCR
Variância dos Volumes (m <sup>6</sup> )	0,38	5,57	1,92	0,82	3,60	0,03	0,47	0,02	0,96	0,39
Desvio Padrão dos Volumes (m <sup>3</sup> )	0,62	2,36	1,39	0,91	1,90	0,17	0,68	0,13	0,98	0,62
Média dos Volumes (m <sup>3</sup> )	4,80	5,09	6,47	6,76	6,49	4,94	6,19	5,32	4,59	6,25
Coefficiente de Variação (%)	12,85	46,37	21,45	13,41	29,26	3,52	11,02	2,52	21,39	9,93
Erro Padrão da Média (m <sup>3</sup> )	0,36	1,36	0,80	0,52	1,10	0,10	0,39	0,08	0,57	0,36
Erro do Inventário (m <sup>3</sup> )	0,71	2,73	1,60	1,05	2,19	0,20	0,79	0,15	1,13	0,72
Erro do Inventário (%)	14,83	53,54	24,77	15,49	33,79	4,06	12,73	2,91	24,69	11,47

### **2.4.3 Estrutura da vegetação**

#### **2.4.3.1 Composição florística**

Foram encontradas 33 famílias com 64 espécies no levantamento da composição florística, para os 10 tratamentos. A família que apresentou maior número de espécies foi a Leguminosae, com 14 espécies. Comparando com o levantamento por pontos quadrantes, os tratamentos apresentaram seis famílias e 35 espécies a menos, porém as espécies *Duguetia furfuracea* e *Pseudobombax longiflorum* só foram encontradas nestes. A relação das famílias com suas respectivas espécies arbustivas-arbóreas, autores e formas de vida para os 10 tratamentos são mostradas na Tabela 2.5.

A exemplo do que foi feito no item anterior, mostrou-se apenas os resultados referentes aos parâmetros fitossociológicos levantados nos tratamentos 50N e 50q. No Apêndice A se encontram as Tabelas 3A e 4A com a análise horizontal e vertical dos respectivos tratamentos.

TABELA 2.5. Relação das famílias com suas respectivas espécies arbustivas-arbóreas autores e forma de vida (porte), amostradas nos 10 tratamentos pertencentes a área de estudo na Fazenda Brejão, município de Brasilândia, Minas Gerais.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	AUTOR	PORTE
ANACARDIACEAE	<i>Astronium fraxinifolium</i>	Schot.	árvore
ANNONACEAE	<i>Annona coriacea</i>	Mart.	árvore
ANNONACEAE	<i>Annona crassifolia</i>	Mart.	árvore
ANNONACEAE	<i>Duguetia furfuracea</i>	(St.Hil.) Benth. & Hook.	árvore
APOCYNACEAE	<i>Aspidosperma macrocarpum</i>		Mart. árvore
APOCYNACEAE	<i>Aspidosperma subincanum</i>	Mart.	árvore
APOCYNACEAE	<i>Hancornia speciosa</i>	Gomez	árvore
ARALIACEAE	<i>Schefflera macrocarpa</i>	(Cham. & Schl.) D.Frodin	árvore
BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia aurea</i>	Benth. & Hook	árvore
BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia ochracea</i>	(Cham.) Standl.	árvore
BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia serratifolia</i>	(Vahl.) Nichols.	árvore
BOMBACACEAE	<i>Eriotheca gracilipes</i>	K. (Schum.) A. Robyns	árvore
BOMBACACEAE	<i>Pseudobombax longiflorum</i>		(Mart. & Zucc.) A. Robyns
			árvore
CARYOCARACEAE	<i>Caryocar brasiliense</i>	(St. Hill.) Camb.	árvore

COMBRETACEAE	<i>Terminalia argentea</i>	Mart. & Zucc	árvore
COMPOSITAE	<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	(Lees.) Baker	árvore
CONNARACEAE	<i>Connarus suberosus</i>	Planch.	arbusto
DILLENACEAE	<i>Curatella americana</i>	L.	árvore
DILLENACEAE	<i>Davilla elliptica</i>	St. Hill.	árvore
EBENACEAE	<i>Diospyros coccolobifolia</i>	Mart.	árvore
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum ambiguum</i>	St. Hill.	arbusto
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum suberosum</i>	St. Hill.	arbusto
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum tortuosum</i>	Mart.	arbusto
FLACOURTIACEAE	<i>Casearia sylvestris</i>	Sw. (Camb.) Eichl	arbusto
GUTTIFERAE	<i>Kielmeyera coriacea</i>	(Spr.) Mart.	árvore
HIPPOCRATEACEAE	<i>Salacia crassifolia</i>	(Mart.) G.Don	arbusto

---

 Continua...

TABELA 2.5. Continuação

FAMÍLIA	ESPÉCIE	AUTOR	PORTE
LEGUMINOSAE CAES.	<i>Bauhinia pulchella</i>	Benth.	arbusto
LEGUMINOSAE CAES.	<i>Dimorphandra mollis</i>	Benth.	árvore
LEGUMINOSAE CAES.	<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	Mart. ex Hayne	árvore
LEGUMINOSAE CAES.	<i>Senna ovalifolia</i>	Irwin & Barneby	arbusto
LEGUMINOSAE CAES.	<i>Sclerolobium paniculatum</i>	Benth.	árvore
LEGUMINOSAE FAB.	<i>Acosmium dasycarpum</i>	(Vog.) Yakovl.	árvore
LEGUMINOSAE FAB.	<i>Acosmium subelegans</i>	Vog.	árvore
LEGUMINOSAE FAB.	<i>Andira vermifuga</i>	Mart. ex Benth.	árvore
LEGUMINOSAE FAB.	<i>Bowdichia virgilioides</i>	H.B.K.	árvore
LEGUMINOSAE FAB.	<i>Machaerium acutifolium</i>	Vog.	árvore
LEGUMINOSAE FAB.	<i>Machaerium tortum</i>	Vog.	árvore
LEGUMINOSAE FAB.	<i>Pterodon emarginatus</i>	Vog.	árvore
LEGUMINOSAE MIM.	<i>Stripnodendron adstringens</i>		(Mart.) Cov. árvore
LEGUMINOSAE MIM.	<i>Enterolobium gummiferum</i>	(Mart.) Macbr.	árvore
LOGANIACEAE	<i>Strychnos pseudo-quina</i>	St. Hill.	árvore
LYTHRACEAE	<i>Lafoensia pacari</i>	St. Hill.	árvore
MALPIGHIACEAE	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	Kunth.	árvore
MALPIGHIACEAE	<i>Byrsonima sericea</i>	DC.	árvore

MALPIGHIACEAE	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	(L.) Rich. ex A.L. Juss.	árvore
MYRTACEAE	<i>Eugenia dysenterica</i>	DC.	árvore
NYCTAGINACEAE	<i>Guapira noxia</i>	(Netto) Lundel	árvore
NYCTAGINACEAE	<i>Neea theifera</i>	Oerst.	árvore
OCHNACEAE	<i>Ouratea hexasperma</i>	(St. Hill.) Baill.	árvore
OPILIACEAE	<i>Agonandra brasiliensis</i>	Miers.	árvore
PALMAE	<i>Syagrus flexuosa</i>	(Mart.) Becc.	arbusto
RUBIACEAE	<i>Alibertia edulis</i>	(L.C.Rich.) A.C. Rich ex DC.	árvore
RUBIACEAE	<i>Palicourea rigida</i>	H.B.K.	arbusto
RUBIACEAE	<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
SAPOTACEAE	<i>Pouteria torta</i>	(Mart.) Radlk.	árvore
SIMAROUBACEAE	<i>Simarouba versicolor</i>	St. Hill.	árvore

---

 Continua...

TABELA 2.5. Continuação

FAMÍLIA	ESPÉCIE	AUTOR	PORTE
SOLANACEAE	<i>Solanum lycocarpum</i>	St. Hill.	árvore
VERBENACEAE	<i>Aegiphila lhotzkiana</i>	Cham.	árvore
VOCHYSIACEAE	<i>Qualea grandiflora</i>	Mart.	árvore
VOCHYSIACEAE	<i>Qualea parviflora</i>	Mart.	árvore
VOCHYSIACEAE	<i>Salvertia convallariodora</i>	St. Hill	árvore
VOCHYSIACEAE	<i>Vochysia rufa</i>	Mart.	árvore

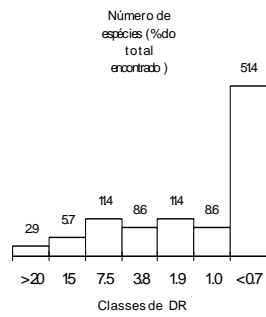
Subfamílias de Leguminosae: CAES = Caesalpinioideae, FAB = Faboideae, MIM = Mimosoideae

#### **2.4.3.2 Densidade relativa**

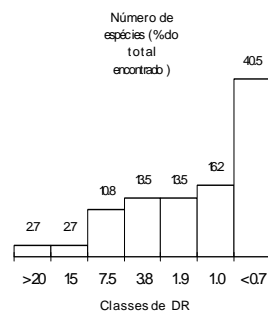
A porcentagem do número de espécies por classes de densidade relativa é apresentada na Tabela 2.6 e mostrada com maior clareza na Figura 2.2.

TABELA 2.6. Classes de densidade relativa e a porcentagem do número de espécies em relação ao total encontrado, para cada um dos 10 tratamentos.

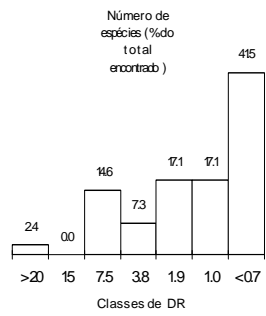
Classes	B50N	B60N	B70N	B80N	B50q	B60q	B70q	B80q	BT	BCR
de	%									
DR (%)										
> 20	2,9	2,7	2,4	2,9	0,0	0,0	2,9	2,5	2,8	0,0
10   20	5,7	2,7	0,0	2,9	5,4	3,1	2,9	2,5	5,6	5,6
5   10	11,4	10,8	14,6	8,8	10,8	25,0	14,7	10,0	8,3	11,1
2,5   5	8,6	13,5	7,3	17,6	10,8	9,4	14,7	12,5	11,1	11,1
1,25   2,5	11,4	13,5	17,1	11,8	24,3	9,4	11,8	15,0	11,1	16,7
0,625   1,25	8,6	16,2	17,1	17,6	24,3	15,6	11,8	17,5	25,0	19,4
≤ 0,625	51,4	40,5	41,5	38,2	24,3	37,5	41,2	40,0	36,1	36,1



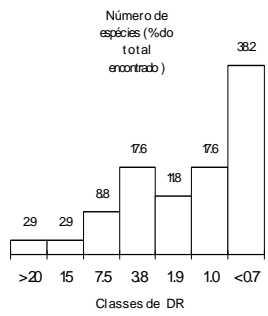
( a )



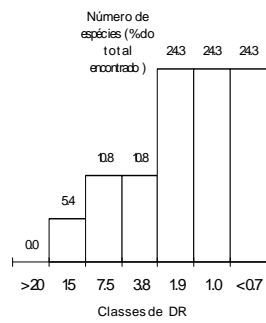
( b )



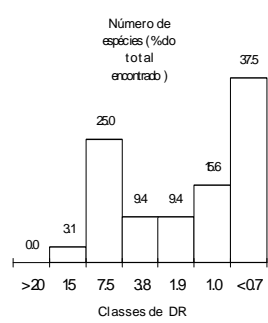
( c )



( d )



( e )



( f )

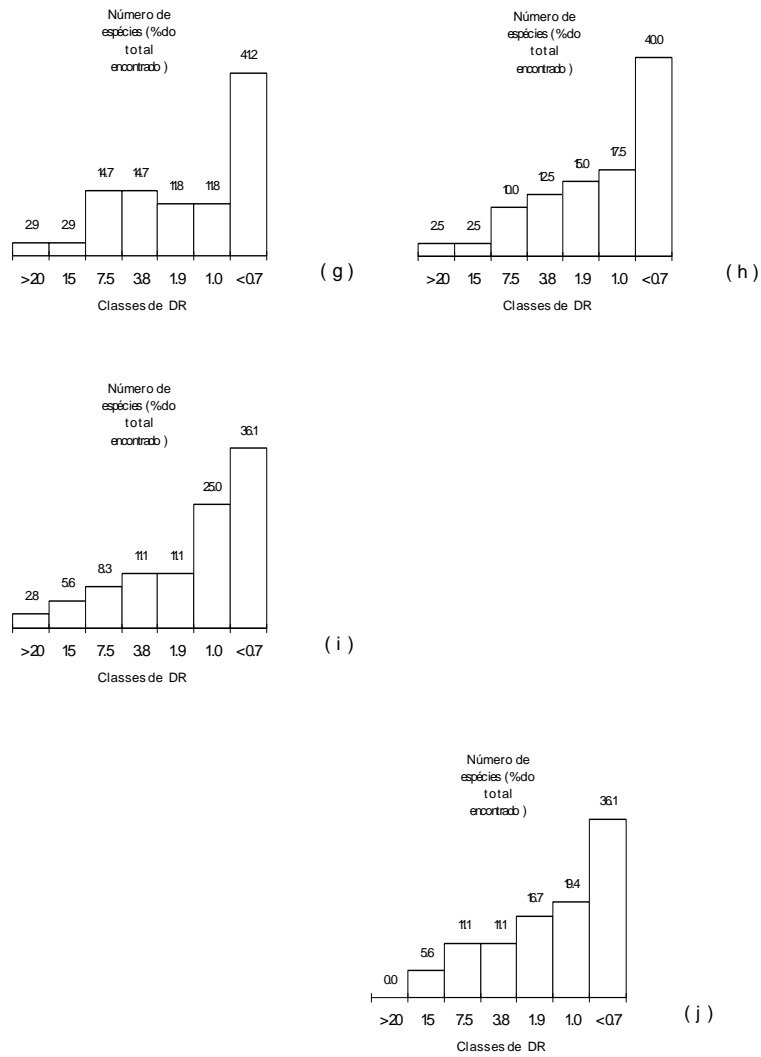


FIGURA 2.2. Porcentagem de ocorrência de classes de densidade relativa para os 10 tratamentos: B50N (a), B60N (b), B70N (c), B80N (d), B50q (e), B60q (f), B70q (g), B80q (h), Testemunha (i) e Corte raso (j).

### **2.4.3.3 Diversidade florística**

O número de espécies e número de indivíduos por espécie para cada tratamento, com seus respectivos índices de equabilidade e de diversidade de Shannon-Wiener, são mostrados na Tabela 2.7. Como se observa através da equabilidade, o tratamento 50q (0,832) foi o que apresentou maior diversidade florística e o tratamento 80N (0,760) a menor. Apesar disso os valores não sofreram grandes variações e podem ser considerados elevados para este tipo de vegetação. Os demais tratamentos variaram entre estes limites, ou seja de 0,764 (70q) a 0,808 (60q).

TABELA 2.7. Número de espécies, número de indivíduos por espécie, Equabilidade e índices de Shannon-Wiener para cada um dos tratamentos.

Tratamentos	Núm. de espécies	Núm. de indivíduos	Equabilidade	Índice de Shannon-Wiener
50N	35	1005	0,779	2,771
60N	37	899	0,775	2,799
70N	41	1074	0,777	2,887
80N	34	1188	0,760	2,681
50q	37	931	0,832	3,004
60q	32	981	0,808	2,799
70q	34	951	0,764	2,695
80q	40	879	0,788	2,907
T	36	908	0,776	2,782
CR	36	984	0,801	2,871

## **2.4.4 Utilização da Função de Meyer para o Manejo Florestal**

### **2.4.4.1 Avaliação da estrutura diamétrica**

As Tabelas 5A e 6A, presentes no Apêndice A, mostram para os tratamentos referentes a testemunha e corte raso, dentro de cada uma das classes diamétricas, a estrutura original com frequências, observada e esperada, sendo esta última estimada pelo modelo de Meyer. Ainda fornece informações do inventário quantitativo e os quocientes de De Lioucourt. Na Figura 2.3 estas estruturas são melhor visualizadas.

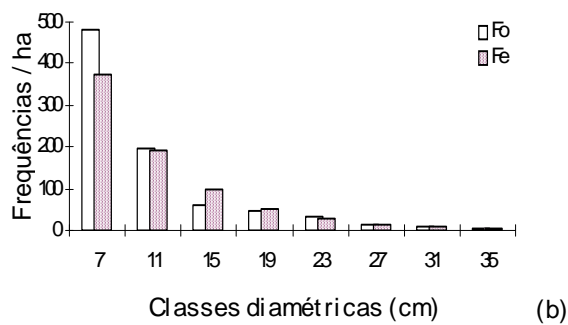
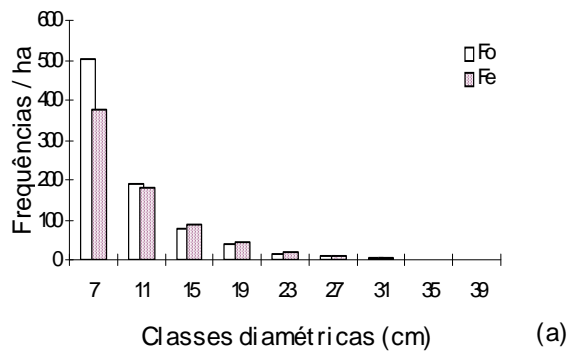
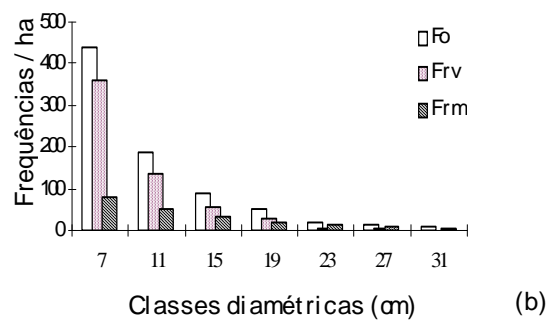
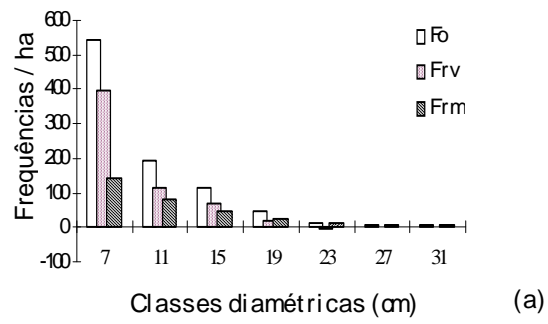


FIGURA 2.3. Estrutura original com frequências, observada e esperada, estimadas por ha e por classe diamétrica para os tratamentos referentes a testemunha (a) e corte raso (b).

Ainda no Apêndice A as Tabelas 7A1, 8A1, 9A1 e 10A1 se referem as estruturas , original e balanceada de uma área de cerrado *senso stricto*, proveniente das parcelas correspondentes aos tratamentos 50N, 60N, 70N e 80N, onde foram retirados 20% do quociente de De Lioucourt e 50% da área

basal. Nas Tabelas 11A1, 12A1, 13A1 e 14A1, há uma mudança quanto ao quociente de De Lioucourt, tendo este um acréscimo de 20%. As estruturas balanceadas se apresentam com frequências esperadas e volumes esperados para o povoamento remanescente e frequências e volumes a serem removidos. Ainda mostra informações quanto ao inventário quantitativo para as classes diamétricas e o novo quociente de De Lioucourt. Estas estruturas são demonstradas nas Figuras 2.4 e 2.5.

Baseado nas estruturas removidas, o programa SISNAT, gera um plano de manejo por espécie nas respectivas classes diamétricas e ainda fornece os padrões de distribuição espacial para cada uma delas. As Tabelas 7A2, 8A2, 9A2 e 10A2 referentes a estes planos de manejo são mostradas, no Apêndice A, para os tratamentos em que ocorre redução do quociente de De Lioucourt, assim como as Tabelas 11A2, 12A2, 13A2 e 14A2, para os tratamentos em que ocorrem acréscimo no quociente de De Lioucourt.



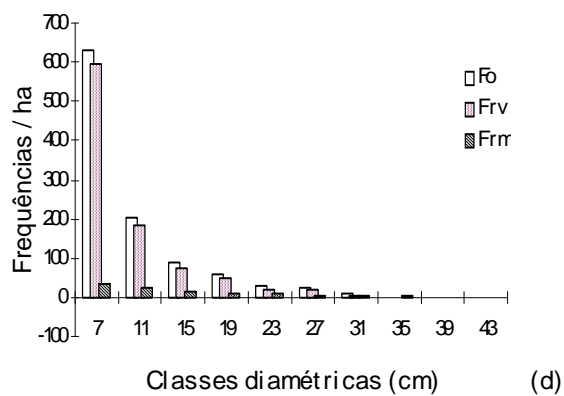
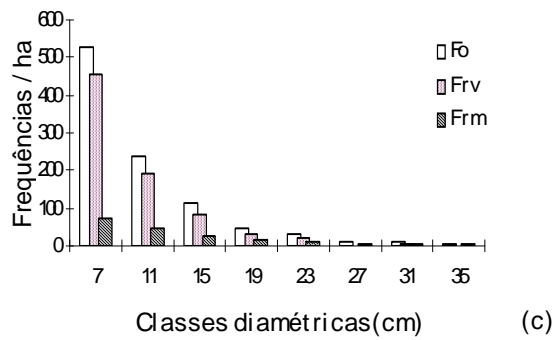
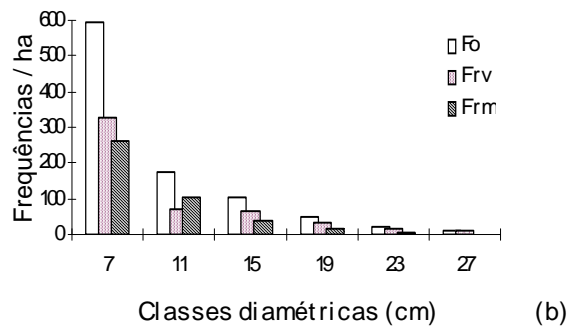
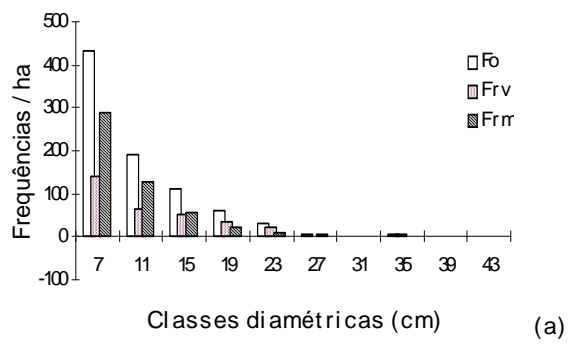


FIGURA 2.4. Estrutura original com a respectiva frequência e estrutura balanceada, apresentando as frequências removidas e remanescentes para os tratamentos 50N (a) , 60N (b) , 70N (c) e 80N (d); onde foram retirados 20% do quociente de De Lioucourt e respectivamente:50%, 60%, 70% e 80% da área basal.



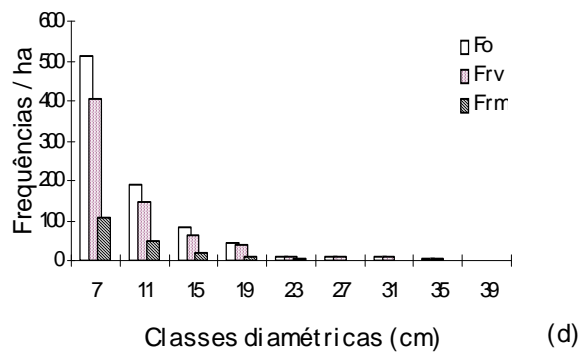
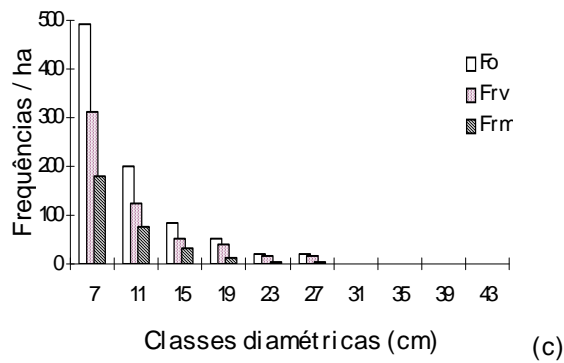


FIGURA 2.5. Estrutura original com a respectiva frequência e estrutura balanceada, apresentando as frequências removidas e remanescentes para os tratamentos 50q (a) , 60q (b) , 70q (c) e 80q (d); onde foram acrescidos 20% do quociente de De Lioucourt e retirados, respectivamente:50%, 60%, 70% e 80% da área basal.

## 2.5 DISCUSSÃO

### 2.5.1 Procedimento de amostragem e Inventário quantitativo

Inventários florestais realizados em vegetação de cerrado, na região de Jaíba e no município de Pedra Azul no Norte do estado de Minas Gerais, citado em Scolforo (1994), propiciaram para a região de Jaíba, em um levantamento realizado em 50 parcelas de 1000 m<sup>2</sup>, um volume médio do fuste de 24,116 m<sup>3</sup>/ha e um volume médio dos galhos de 19,564 m<sup>3</sup>/ha, totalizando um volume médio de 43,680 m<sup>3</sup>/ha. O número de indivíduos encontrados, em tal levantamento, foi de 672,84 ind./ha. No levantamento realizado em Pedra Azul, onde foram utilizadas 35 parcelas de 1000 m<sup>2</sup>, o volume médio encontrado para o fuste foi de 71,365 m<sup>3</sup>/ha e para galhos foi de 77,169 m<sup>3</sup>/ha, totalizando 148,534 m<sup>3</sup>/ha. Neste levantamento foram encontrados 1406,0 indivíduos por ha. Para ambos levantamentos foi utilizado um diâmetro mínimo de 5,0 cm. Em outro levantamento realizado no alto/médio Jequitinhonha, Nordeste de Minas Gerais, por Scolforo e Silva (1993), utilizando o conceito de floresta balanceada de Meyer como opção para intervenções em cerrado *sensu stricto*, foram encontrados, para um número de 53 parcelas de 600 m<sup>2</sup>, um volume médio por hectare de 29,560 m<sup>3</sup> para uma frequência observada de 836,17 ind./ha, utilizando-se um limite mínimo de 5,0 cm de diâmetro. Goodland (1971), caracterizando as categorias de cerrado do Triângulo Mineiro, obteve os seguintes resultados médios quanto ao número de árvores por ha, para um diâmetro mínimo de 3,0 cm: campo sujo (849 ind./ha), campo cerrado (1408 ind./ha), cerrado (2253 ind./ha) e cerradão (3215 ind./ha). Silberbauer-Gottsberger, Eiten (1983) analisando a fitossociologia de um hectare de cerrado, em Botucatu-SP, encontraram para um diâmetro mínimo de 3,0 cm um número

de 4195 indivíduos por hectare. Oliveira-Filho (1984), realizando estudos de um cerrado na Chapada dos Guimarães - MT, quantificou para um hectare, um número de 1943 indivíduos para um diâmetro mínimo de 3,0 cm ao nível do solo. Ratter et al. (1988), em estudos realizados em Angatuba-SP, encontraram para a vegetação, de campo cerrado variando para cerrado propriamente dito, um número médio de 4040 ind./ha e para cerradão um número de 7840 ind./ha, para um diâmetro mínimo de 3,0 cm. Vários outros levantamentos foram realizados em regiões de cerrado, fornecendo informações quanto ao número de indivíduos por ha, porém poucos forneceram informações quanto a variável volume.

O volume médio por hectare (média dos volumes encontrados na Tabela 2.1) apresentado para cada um dos tratamentos foi sempre inferior aos encontrados na região de Jaíba e município de Pedra Azul, porém apresentou-se próximo e superior em alguns tratamentos, quando comparado com o levantamento de Jequitinhonha. A média dos volumes obtida para os tratamentos foram em ordem decrescente: B80N (37,57 m<sup>3</sup>/ha); B50q (34,38 m<sup>3</sup>/ha); BCR (34,74 m<sup>3</sup>/ha); B70q (34,38 m<sup>3</sup>/ha); B70N (31,53 m<sup>3</sup>/ha); B80q (29,57 m<sup>3</sup>/ha); B60N (28,28 m<sup>3</sup>/ha); B60q (27,63 m<sup>3</sup>/ha); B50N(26,67 m<sup>3</sup>/ha); e BT (25,47 m<sup>3</sup>/ha). Para um diâmetro mínimo de 5,0 cm, os tratamentos apresentaram as seguintes médias, do número de indivíduos por hectare, em ordem decrescente, obtidas através dos dados das parcelas encontradas na Tabela 2.1: B80N (1044,44 ind./ha); B70N (979,63 ind./ha); B60q (950,00 ind./ha); B50N (924,07 ind./ha); B70q (881,48 ind./ha); B80q 872,22 ind./ha); BCR (850,00 ind./ha) ; BT (846,30 ind./ha); B50q (842,59 ind./ha); e B60N (803,70 ind./ha).

A homogeneidade dentro de cada bloco não foi a esperada, visto que, as parcelas pertencentes aos respectivos blocos, apresentaram variações relevantes

quanto a número de indivíduos, altura média e circunferência média, implicando consequentemente em variações nos volumes. Os resultados apresentados na Tabela 2.2 mostraram que as maiores variações em volume se deram nos tratamentos, seguidos em ordem crescente de cv % : Testemunha (21,39%), 70N (21,45%), 50q (29,26%) e 60N (46,37%). No caso da testemunha os valores baixos de circunferência e altura, presentes na parcela 1, contribuíram para abaixar suas respectivas médias, sendo o número de indivíduos, apesar de ser o mais elevado em relação as outras duas parcelas, insuficientes para obtenção de um maior valor de volume. A parcela 2 apresentou maior volume decorrente das maiores médias de circunferência e altura, sendo o baixo número de indivíduos insignificante na obtenção deste valor.

No tratamento 70N o que contribuiu para uma maior variação, foi a parcela 3 que apesar de possuir a menor circunferência média, obteve os maiores valores de altura média e número de árvores, elevando assim seu valor de volume o que contrastou aos demais. No tratamento 50q , a parcela 1 apresentou valores , entre as demais, intermediários de circunferência e altura média porém seu número elevado de indivíduos foi o fator relevante para obtenção de um maior valor de volume. O tratamento que apresentou maior coeficiente de variação foi o 60N, explicado por um baixo valor de volume na parcela 1. Este valor foi decorrente de um número muito baixo de indivíduos, mesmo estes apresentando valores intermediários de circunferência e altura média. O valor elevado do volume na parcela 2 foi determinado pelos maiores valores de circunferência e alturas médias.

Os menores coeficientes de variação foram obtidos em ordem decrescente para os tratamentos 60q (3,52%) e 80q (2,52%). Para ambos tratamentos os volumes não variaram muito, ficando próximos um dos outros. No caso do tratamento 60q , as médias de alturas foram iguais para duas das

parcelas (1 e 3). Os valores de circunferência média estiveram próximos, porém o número de indivíduos da parcela 2 foi o mais baixo encontrado, sendo assim o responsável pelo menor valor de volume. No tratamento 80q o baixo número de indivíduos, na parcela 3 foi compensado pelos maiores valores de circunferência e altura média, tornando o volume maior, mas próximo dos demais. Como se pode observar os valores necessários à obtenção dos volumes são interdependentes, ou seja, é relativo as variações quanto ao número de indivíduos, circunferência média e altura média.

Dentro de cada tratamento ocorreu predominância de um certo número de espécies, apresentando grande contribuição para o número total de indivíduos por hectare e volume por hectare. Para o tratamento B50N as espécies que apresentaram maiores números de indivíduos, e respectivos valores de volume foram *Qualea parviflora* (181,48 ind./ha; 6,93 m<sup>3</sup>/ha), *Lafoensia pacari* (92,59 ind./ha; 1,82 m<sup>3</sup>/ha), *Pouteria ramiflora* (90,74 ind./ha; 2,81 m<sup>3</sup>/ha); *Kielmeyera coriacea* (81,48 ind./ha; 0,86 m<sup>3</sup>/ha); e *Byrsonima coccolobifolia* (59,26 ind./ha; 2,66 m<sup>3</sup>/ha). *Pouteria ramiflora* apresentou maior valor de volume do que *Lafoensia pacari* por apresentar maior número de indivíduos na terceira e quarta classe diamétrica, respectivamente 20,37 e 5,56 ind./ha contra 11,11 e 3,7 ind./ha (valores centrais = 15,0 e 19,0 cm). O mesmo aconteceu com a *Byrsonima coccolobifolia* em relação a *Pouteria ramiflora*, apesar de na quarta classe apresentarem mesmo valor (20,37 e 3,7 contra 11,11 e 3,7 ind./ha) (Tabela 1A do apêndice A). As espécies que menor número de indivíduos, com seus valores de volume, apareceram foram: *Alibertia edulis*, *Erythroxylum tortuosum* e *Syagrus flexuosa*, todas com apenas 1,85 ind./ha e 0,01 m<sup>3</sup>/ha. No tratamento B60N as espécies com maiores números de indivíduos com seus valores de volume foram: *Qualea parviflora* (181,48 ind./ha; 7,06 m<sup>3</sup>/ha); *Eugenia dysenterica* (87,04 ind./ha; 2,05 m<sup>3</sup>/ha); *Qualea grandiflora* (77,78

ind./ha; 2,34 m<sup>3</sup>/ha); *Kielmeyera coriacea* (57,41 ind./ha; 0,79 m<sup>3</sup>/ha); e *Pouteria ramiflora* (51,85 ind./ha; 3,19m<sup>3</sup>/ha). as espécies que apresentaram os menores números de indivíduos por hectare com seus volumes foram: *Byrsonima verbascifolia*, *Curatella americana*, *Tabebuia ochracea*, todas com apenas 1,85 ind./ha e volumes iguais a 0,01 m<sup>3</sup>/ha. No tratamento B70N, *Qualea parviflora* (231,48 ind./ha; 9,76 m<sup>3</sup>/ha), *Pouteria ramiflora* (92,59 ind./ha; 4,40 m<sup>3</sup>/ha) e *Eugenia dysenterica* (64,81ind./ha; 1,53 m<sup>3</sup>/ha) foram as espécies que apresentaram maior número de indivíduos por ha, com seus respectivos valores de volume. As espécies *Casearia sylvestris*, *Duguetia furfuracea* e *Neea theifera* apresentaram somente 1,85 ind./ha com valores de 0,01 m<sup>3</sup>/ha. No tratamento B80N foram as mesmas espécies ocorridas no tratamento anterior, com exceção de *Eugenia dysenterica*, sendo esta substituída por *Kielmeyera coriacea* que obtiveram o maior número de indivíduos por ha, respectivamente 233,33 ind./ha e 8,14 m<sup>3</sup>/ha; 175,93 ind./ha e 8,94 m<sup>3</sup>/ha; e 88,89 ind./ha e 1,08 m<sup>3</sup>/ha). As espécies *Alibertia edulis*, *Casearia sylvestris*, *Dimorphandra mollis* e *Machaerium acutifolium* apresentaram os mesmos menores valores das espécies antes citadas. Para o tratamento B50q as seguintes espécies apresentaram maior número de indivíduos por hectare, com seus respectivos volumes: *Qualea parviflora* (144,44 ind./ha; 8,47 m<sup>3</sup>/ha); *Pouteria ramiflora* (90,74 ind./ha; 5,25 m<sup>3</sup>/ha); *Eugenia dysenterica* (66,67 ind./ha; 1,91 m<sup>3</sup>/ha); *Kielmeyera coriacea* (61,11 ind./ha; 0,72 m<sup>3</sup>/ha) e *Qualea grandiflora* (53,70 ind./ha; 1,36 m<sup>3</sup>/ha). A *Qualea grandiflora* apresentou maior volume por ha do que a *Kielmeyera coriacea*, por apresentar indivíduos na terceira, quarta e quinta classe de diâmetro (Tabela 2A do apêndice A). *Andira vermifuga*, *Casearia sylvestris* e *Connarus suberosus* apresentaram os mesmos menores valores das espécies citadas nos tratamentos anteriores. Para os demais tratamentos sempre apareceram as mesmas espécies citadas, quanto ao maior

número de indivíduos, alterando-se somente o volume. A estas, pode-se acrescentar a espécie *Davilla elliptica* no tratamento B60q com um número de indivíduos igual a 79,93 ind./ha, porém com pouca contribuição no volume (0,70 m<sup>3</sup>/ha), devido a apresentar indivíduos somente nas duas primeiras classes de diâmetro (valor central de 7,0 e 11,0 cm). Dentre as espécies com menor número de indivíduos por hectare, pode acrescentar às já citadas *Diospyros coccolobifolia*, *Ouratea hexasperma*, *Stryphnodendron adstringens*, *Palicourea rigida*, *Tocoyena formosa*, *Senna ovalifolia*, *Pouteria torta*, todas com os mesmos valores anteriormente apresentados.

## 2.5.2 Análise da vegetação

### 2.5.2.1 Composição florística

A família que apresentou mais espécies foi a Leguminosae com um número de 14 espécies. A família Vochysiaceae ficou em segundo lugar com um número de quatro espécies. As famílias Annonaceae, Apocynaceae, Bignoniaceae, Erythroxylaceae, Malpighiaceae e Rubiaceae contribuíram cada uma com três espécies. As demais contribuíram com duas ou somente uma espécie. Apesar da família Leguminosae apresentar maior número de espécies, não foi a que apresentou maior número de indivíduos por espécie, ficando este título para a família Vochysiaceae. Em relação ao levantamento utilizando pontos quadrantes, o levantamento das parcelas apresentou um menor número de espécies por família. As espécies *Duguetia furfuracea* (B70N) e *Pseudobombax longiflorum* (B50N, B60N, B70N) estiveram presentes somente no levantamento de parcelas, assim como: *Myracrodruon urundeuva*, *Tapirira guianensis*, *Xylopia aromatica*, *Xylopia sericea*, *Aspidosperma tomentosum*, *Cybistax antisiphilitica*, *Eriotheca pubescens*, *Bauhinia rufa*, *Copaifera*

*langsdorffii*, *Eremanthus incanus*, *Vernonia diffusa*, *Rourea induta*, *Davilla sp*, *Erythroxylum citrifolium*, *Sebastiania brasiliensis*, *Dalbergia miscolobium*, *Dipteryx alata*, dentre outras, estiveram presentes somente no levantamento por pontos quadrantes.

Quanto a frequência as espécies *Aegiphila lhotzkiana* (50q), *Andira vermifuga* (50q), *Duguetia furfuracea* (70N), *Guapira noxia* (60N), *Hancornia speciosa* (60q), *Machaerium acutifolium* (80N), *Pterodon emarginatus* (60N), *Simarouba versicolor* (60q), *Strycnus pseudoquina* (70N), *Tabebuia ochracea* (60N) e *Tabebuia serratifolia* (70N) ocorreram somente em apenas uma das parcelas dos respectivos tratamentos. Outras espécies ocorreram com apenas um indivíduo, mas foram encontradas em mais de um tratamento. Martins (1993), considerou como espécies raras as que apresentaram somente um indivíduo, sendo possível determinar sua porcentagem em relação ao número total de espécies encontradas. No presente estudo estas 11 espécies somente apareceram nos citados tratamentos podendo de certa forma considerá-las ainda mais raras e sua porcentagem em relação as demais foi de 17,46%. A espécie *Solanum lycocarpum* ocorreu apenas no tratamento 50q, porém em duas parcelas. As demais espécies apresentaram frequências em uma, duas ou três parcelas, mas sempre aparecendo em mais de um tratamento. As espécies *Pouteria ramiflora*, *Qualea grandiflora* e *Qualea parviflora* apresentaram frequências em todas as parcelas de todos os 10 tratamentos.

#### **2.5.2.2 Densidade relativa**

As maiores porcentagens se encontraram na classe  $\leq 0,625\%$ , onde o tratamento 50N, sobressaiu aos demais com 51,4% do número de espécies, e o tratamento 50q com a menor porcentagem de 24,3%. Na classe de 0,625 a

1,25% , os tratamentos pertencentes a testemunha e 50q obtiveram as maiores porcentagens do número de espécies, respectivamente 25,0% e 24, 3%, e o tratamento 50N a menor porcentagem de 8,6%. Agrupando-se as classes acima de 1,25% até 20%, as porcentagens variaram de 36,1% para o tratamento da testemunha a 51,3% para o tratamento 50q , sendo os valores intermediários não muito distantes um dos outros. O tratamento 70N não apresentou espécies no intervalo de 10 a 20%. Nas classes acima de 20%, os tratamentos 50q , 60q e o do corte raso não apresentaram espécies e os demais apresentaram porcentagens muito baixas. As espécies: *Aegiphila lhotzkiana* (50q), *Andira vermifuga* (50q), *Duguetia furfuracea* (70N), *Guapira noxia* (60N), *Hancornia speciosa* (60q), *Machaerium acutifolium* (80N), *Pterodon emarginatus* (60N), *Simarouba versicolor* (60q), *Strycnus pseudoquina* (70N), *Tabebuia ochracea* (60N) e *Tabebuia serratifolia* (70N) apareceram, nos respectivos tratamentos com apenas um indivíduo e densidades relativas sempre abaixo de 1,0%. Outras espécies como *Aspidosperma macrocarpum*, *Astronium fraxinifolium*, *Byrsonima verbascifolia*, *Dimorphandra mollis*, *Alibertia edullis*, *Machaerium opacum*, *Syagrus flexuosa*, *Terminalia argentea*, *Senna ovalifolia*, *Salacia crassiflora*, *Casearia sylvestris*, *Tocoyena formosa*, *Caryocar brasiliense*, *Pseudobombax longiflorum* dentre outras, apresentaram densidades relativas sempre abaixo de 1,25% e 1,0%, onde tais espécies nem sempre apareceram em todos tratamentos, mas em pelo menos um deles. Espécies como *Erythroxylum suberosum*, *Vochysia rufa*, *Lafoensia pacari*, *Davilla elliptica*, *Kielmeyera coriacea*, *Eugenia dysenterica*, *Pouteria ramiflora*, dentre outras, apareceram na classe “agrupada” de 1,25 a 20% , em todos tratamentos, alternando nas classes intermediárias desta, onde as quatro últimas espécies figuraram em classes mais superiores. Somente a espécie *Qualea parviflora* apresentou densidade relativa superior a 20% na grande maioria dos tratamentos, sendo que

50q, 60q , e corte raso apesar de não ultrapassar os 20% ficaram no topo da classe agrupada. Na realidade, algo em torno de 40,5% variando até 58,3% das espécies, considerando cada um dos tratamentos, não poderiam compor os planos de manejo, visto que a restrição da densidade relativa  $\geq 1\%$ , não foi cumprida. A porcentagem de espécies que não poderiam compor os planos de manejo foram para os tratamentos as seguintes, em ordem decrescente: BT (58,3%); B60N (56,8%); B70N (56,1%); B80q (55,0%); B50N (54,3%); B80N (50,0%); B60q (46,8%); B70q (44,1%); BCR (41,6%); e B50q (40,5%).

### **2.5.3 Avaliação da estrutura diamétrica**

Na caracterização das estruturas diamétricas de todos os tratamentos, observou-se que a distribuição do número de árvores por classes diamétricas apresentou uma tendência nitidamente hiperbólica, descrevendo o chamado J invertido. Este tipo de distribuição, mostrou que o número de indivíduos decresceu a medida em que aumentou o diâmetro. Segundo Finol (1964), esta distribuição diamétrica pode garantir a existência e sobrevivência por tempo indefinido de uma associação florestal, pois os indivíduos pertencentes as mais variadas espécies mudam de classes diamétricas a medida em que crescem. Em todos os 10 tratamentos, os maiores números de indivíduos se encontraram nas menores classes diamétricas. Os autores ainda salientam, que em se tratando de vegetação de cerrado deve-se considerar que algumas espécies apresentam como padrão genético, possuem porte baixo e por consequência menores diâmetros.

Com relação as estruturas balanceadas, os tratamentos intitulados “N”, cuja mudança no valor do “q” de De Lioucourt foi uma redução de 20% , como era de se esperar, apresentaram maiores reduções nas frequências de indivíduos pertencentes as menores classes e conseqüentemente, menores reduções nas

classes diamétricas mais elevadas. Estas reduções nos quatro tratamentos, para a primeira classe diamétrica, foram de 43,08% (B50N), 44,68% (B60N), 46,90% (B70N) e 57,18% (B80N); e para a última classe diamétrica as reduções foram proporcionalmente menores. As reduções para a última classe foram de 0,076% (B50N), 0,25% (B60N), 0,098% (B70N) e 0,089% (B80N). Deve-se ressaltar que esta mudança do “q” de De Lioucourt foi considerada para um mesmo  $D_{máx.}$  e para reduções de 50, 60, 70 e 80% na área basal, de acordo com o respectivo tratamento.

No tratamento 50N, a estrutura removida apresentou déficit de árvores na classe de 21 a 25 cm de diâmetro. Este déficit foi originado em função da classe original não apresentar indivíduos suficientes, para promover a remoção determinada pelo balanceamento. É aconselhável não realizar a remoção definida para a classe anterior, fazendo-se portanto, uma menor remoção no sentido de garantir a passagem de indivíduos para a classe deficitária. Nas últimas duas classes a remoção foi quase que inexpressiva, pois não chegou sequer a um indivíduo por ha.

No Plano de manejo gerado pelo SISNAT, as espécies que maior número de indivíduos foram removidos foram na seguinte ordem decrescente: *Qualea parviflora*, *Lafoensia pacari*, *Pouteria ramiflora*, *Kielmeyera coriacea*, *Qualea grandiflora*, *Erythroxylum suberosum*. Das seis, somente *Kielmeyera coriacea*, *Pouteria ramiflora* e apresentaram padrão de distribuição espacial aleatório, sendo o restante do tipo agregado. Na realidade o padrão de distribuição agregado se sobressaiu ao aleatório levando-se em conta todas as espécies observadas no presente tratamento.

No tratamento 60N não houve problemas com relação a déficits nas classes diamétricas, porém a remoção na classe superior proporcionalmente foi mais elevada. As espécies que apresentaram maior remoção de indivíduos foram

em ordem decrescente: *Qualea parviflora*, *Eugenia dysenterica*, *Qualea grandiflora*, *Kiameyera coriacea*, *Erythroxylum suberosum* e *Davilla elliptica*. *Eugenia dysenterica* apresentou padrão de distribuição do tipo aleatório e *Davilla elliptica* padrão do tipo agregado.

O tratamento 70N apresentou na classe diamétrica de 29 a 33 cm um maior valor no número de indivíduos na estrutura removida, comparando-o à estrutura remanescente. Esta remoção necessita de cuidados na tomada de decisão. Pode ser feita de duas maneiras, uma proporcionando uma maior entrada de indivíduos na última classe do povoamento remanescente, ou seja diminuindo o valor de indivíduos na classe a ser removido. A outra maneira é bastante relativa, pois a quantidade de indivíduos a serem removidos, nesta ou na classe superior, deve flutuar de acordo com o mercado, procurando preços acessíveis para o produto de acordo com o objetivo do manejo, que foi proposto inicialmente.

As espécies cujos indivíduos sofreram maior remoção foram em ordem decrescente: *Qualea parviflora*, *Eugenia dysenterica*, *Davilla elliptica*, *Kiameyera coriacea*, *Qualea grandiflora* e *Erythroxylum suberosum*.

No tratamento 80N ocorreu o aparecimento de classes superiores deficitárias, devido a não presença de indivíduos na estrutura original, suficientes para promover a remoção desejada pelo balanceamento. Deve-se procurar a retirada de um menor número de indivíduos na classe anterior ou até mesmo não promover tal remoção. As espécies que apresentaram maior número de indivíduos retirados nas classes diamétricas foram em ordem decrescente: *Qualea parviflora*, *Pouteria ramiflora*, *Kiameyera coriacea*, *Eugenia dysenterica*, *Erythroxylum suberosum* e *Vochysia rufa*. A espécie *Vochysia rufa* apresentou padrão de distribuição espacial do tipo aleatório.

Pode-se observar que a maioria das espécies que figuraram na listagem das mais retiradas, alternaram nos quatro tratamentos. Isto ocorreu devido a estas mesmas espécies apresentarem as maiores densidades relativas. Como sempre a espécie *Qualea parviflora* esteve no topo desta listagem.

Uma curiosidade ocorrida, foi com respeito as espécies *Qualea grandiflora* e *Qualea parviflora* apresentarem os dois tipos de padrão de distribuição. Esta distorção ocorrida nos estudos dos tratamentos se deu pelo fato destes serem compostos por apenas três repetições gerando 2 graus de liberdade. Como o valor de qui-quadrado aumenta com o número de graus de liberdade, espécies que tenderiam a apresentar padrão de distribuição agregado passam a apresentar padrão de distribuição aleatório. Como se trata de um experimento, esta distorção não é repassada para a realidade porque um inventário para fins de manejo, não constará apenas de três parcelas.

Para os tratamentos intitulados “q”, onde o valor do quociente de De Lioucourt foi acrescido de 20%, também ocorreu o esperado, ou seja, menores reduções nas frequências de indivíduos pertencentes as menores classes e por consequência, maiores reduções nas classes diamétricas mais elevadas. As reduções para os quatro tratamentos, na primeira classe diamétrica foram de 16,88% (B50q), 34,68% (B60q), 35,39% (B70q) e 46,23% (B80q). Apesar, de somente o tratamento B50q apresentar a frequência esperada maior do que a frequência removida, não quer dizer que a redução nos outros três tratamentos não tenha sido menor nas menores classes de diâmetro. Esta redução se for comparada com os tratamentos intitulados “N”, mostram-se frente a estes, inferiores proporcionalmente. As reduções para os quatro tratamentos nas classes de maior diâmetro foram de 0,20% (B50q), 0,93% (B60q), 0,20% (B70q) e 0,20% (B80q). Neste caso as reduções aparentam ser baixas, visto que, a porcentagem foi tomada em relação a frequência original total, mas na

realidade não o é porque dentro desta classe diamétrica praticamente não restou indivíduos remanescentes, por apresentar baixa frequência original, com exceção do tratamento B60q.

A estrutura removida do tratamento 50q apresentou déficit de indivíduos nas classes de 31 e 39 cm de diâmetro. Este déficit foi proporcionado pela falta de indivíduos nestas classes na estrutura original, não atendendo assim as necessidades do balanceamento. Da mesma forma que os tratamentos em que ocorreram déficit, não se aconselha realizar remoções nas classes anteriores, visando garantir a entrada de indivíduos nestas classes deficitárias.

Segundo o plano de manejo gerado pelo SISNAT as espécies que maior número de indivíduos apresentaram remoção foram em ordem decrescente: *Qualea parviflora*, *Pouteria ramiflora*, *Eugenia dysenterica*, *Qualea grandiflora*, *Kielmeyera coriacea* e *Erythroxylum suberosum*.

A estrutura balanceada do tratamento 60q pode ser considerada uma boa opção de manejo, visto que foram retirados indivíduos em todas as classes sem problemas com déficits e sem comprometer a estrutura original. O não comprometimento implica na remoção de indivíduos em todas as classes diamétricas, mas garantindo a sustentabilidade, com um número razoável de indivíduos remanescentes nas respectivas classes. As espécies que mais indivíduos foram removidos no tratamento 60q foram em ordem decrescente: *Qualea parviflora*, *Pouteria ramiflora*, *Eugenia dysenterica*, *Kielmeyera coriacea*, *Davilla elliptica* e *Lafoensia pacari*.

No tratamento 70q, assim como no anterior, não houve problemas com déficit de indivíduos, mas apresentou nas classes diamétricas superiores baixo número de indivíduos na estrutura original comprometendo assim a retirada destes nestas classes. Estas remoções implicam em não deixar indivíduos para os posteriores ciclos, uma vez que suas frequências remanescentes são muito

baixas, quase que nulas, aconselhando-se assim, não promover estas remoções. As espécies com maior número de indivíduos removidos foram: *Qualea parviflora*, *Pouteria ramiflora*, *Kielmeyera coriacea*, *Eugenia dysenterica*, *Davilla elliptica* e *Lafoensia pacari*.

Da mesma maneira que o tratamento anterior, as estruturas remanescentes das classes diamétricas superiores apresentaram valores ínfimos de frequência, não aconselhando a realização de remoções nestas classes. As espécies que sofreram maiores remoções de indivíduos foram as seguintes em ordem decrescente: *Qualea parviflora*, *Kielmeyera coriacea*, *Pouteria ramiflora*, *Eugenia dysenterica*, *Lafoensia pacari* e *Qualea grandiflora*. Com exceção do tratamento 60q, os outros três não apresentaram a espécie *Erythroxylum suberosum* que tanto figurou nos tratamentos “N”, sendo esta substituída pela espécie *Lafoensia pacari*. A espécie *Vochysia rufa* apresentou com remoções de seus indivíduos em todos os tratamentos “q”, mas não figurando entre as mais removidas. Estas espécies que estiveram sempre na relação das mais removidas apresentaram altos valores de densidade relativa, justificando por este motivo suas presenças como mais removidas.

Da mesma forma que nos tratamentos “N”, ocorreu nos tratamentos “q”, distorções quanto ao tipo de padrão espacial de distribuição acarretado pelo baixo número de graus de liberdade como foi já citado anteriormente.

### **2.5.3.1 O Sistema SISNAT**

O sistema SISNAT apresentou, conforme dito antes, de fácil operacionalização, atendendo as necessidades para elaboração de planos de manejo sustentado para o tipo de vegetação em estudo. O mesmo pode ser aplicado, visando o mesmo objetivo, para qualquer tipo de vegetação, desde que

se cumpra as exigências para a elaboração do banco de dados. Este pode ser aplicado a um grande número de parcelas, eliminando assim a distorção quanto aos graus de liberdade, no fornecimento dos padrões de distribuição espacial.

## **2.6. CONCLUSÃO**

Não se obteve a homogeneidade esperada dentro dos blocos, explicado por relevantes variações quanto ao número de indivíduos por hectare, altura média e circunferência média, implicando consequentemente em variações de volume por hectare.

As espécies que apresentaram maiores densidades relativas por tratamentos foram: *Qualea parviflora*, *Pouteria ramiflora*, *Eugenia dysenterica*, *Kielmeyera coriacea*, *Lafoensia pacari*, *Davilla elliptica*, *Vochysia rufa*, dentre outras. Também foi considerada relevante a porcentagem de espécies que não poderiam compor os planos de manejo, devido a restrição de 1% quanto a densidade relativa, sendo que estas variaram de 40,5% a 58,3%.

O conceito de floresta balanceada de Meyer, utilizado como base para elaboração dos planos de manejo sustentado, proporcionou ser uma ferramenta de grande utilidade, visto que pode-se conduzir o manejo de uma determinada floresta de acordo com os objetivos requeridos pelo manejador. Para isto basta promover alterações quanto ao valor do quociente de De Lioucourt, área basal remanescente desejada e diâmetro máximo desejado.

A estrutura balanceada do tratamento 60q foi a que apresentou a melhor opção de manejo, visto que foram retirados indivíduos em todas as classes diamétricas sem problemas com déficit de árvores e sem comprometer a estrutura original.

Ocorreu uma distorção com relação aos tipos de padrão de distribuição espacial, determinados pelo Índice de Morisita, sendo esta explicada pelo pequeno número de graus de liberdade, gerados pelas repetições dos tratamentos

O programa computacional SISNAT, desenvolvido para gerar os planos de manejo, com base no conceito de floresta balanceada de Meyer, mostrou-se eficiente na confecção destes, proporcionando maior rapidez e precisão nos resultados.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FLORESTAS RENOVÁVEIS. **Anuário estatístico** Belo Horizonte, 1995. 18 p.
- BROWER, J.E.; ZAR, J.H. **Field & laboratory methods for general ecology**. 2.ed. Dubuque: Wm. C. Brown Publishers, 1977. 226p.
- CAMPOS, J.C.C.; RIBEIRO, J.C.; COUTO, L. Emprego da distribuição diamétrica na determinação da intensidade de corte em matas naturais submetidas ao sistema de seleção. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 7, n. 2, p. 110-122, 1983.
- COSTA NETO, F. **Subsídios técnicos para um plano de manejo sustentado em áreas de cerrado**. Viçosa - MG:UFV, 1990. 142 p. (Tese - Mestrado em Ciência Florestal).
- COSTA NETO, F.; COUTO, L.; RAMALHO, R.S.; GOMES, J.M. Subsídios técnicos para um plano de manejo sustentado em áreas de cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa - MG, v.15, n.3, p.241-256. set./dez. 1991.
- FERREIRA, R.L.C. **Análise estrutural da vegetação da Estação Florestal da Experimentação de Açú-RN, como subsídio básico para o manejo florestal**. Viçosa -MG: UFV, 1988. 91p. (Tese - Mestrado em Ciência Florestal)
- FERRI, M.G. Os cerrados de Minas Gerais. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 27 n. 11 p. 1217-1220, 1975.
- FINOL, H. Estudio silvicultural de algunas espécies comerciales en el Bosque Universitario "El Caimital", Estado Barinas. **Revista Forestal Venezolana**, Merida, v.12 n.10-11 p.17-63, 1964.
- GIBBS, P. E.; LEITÃO FILHO, H.F.; SHEPHERD, G. Floristic composition and Community Structure in an Area of Cerrado in SE Brazil. **Flora**, Jena, v. 173 p. 433-449, 1983.
- GOODLAND, R. A physiognomic analysis of the "cerrado" vegetation of central Brazil. **Journal of Ecology**, Oxford, v.59, p. 411-419, 1971.

- GUARIN NETO, G.; GUARIN, V.L.M.S.; PRANCE, G.T. Structure and floristic composition of the trees of an area of cerrado near Cuiabá, Mato Grosso, Brazil. **Kew Bulletin**, Reading, v. 49, n.3, p.499-510, 1994.
- HOSOKAWA, R.T. Manejo sustentado de florestas naturais - aspectos econômicos, ecológicos e sociais. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 1, Campos do Jordão, 1982. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1982. Parte 3. p. 1465-1472.
- HUSCH, B.; MILLER, C.I.; BEERS, T.W. **Forest mensuration**.3.ed. New York: John Wiley & Sons, 1982. 397p.
- LOETSCH, F.; ZÖHRER, F.; HALLER, K.E. **Forest Inventory**. München: Verlagsgessellschaft, 1973. 2 v. 436p.
- MARISCAL FLORES, E.J. **Potencial produtivo e alternativas de manejo sustentável de um fragmento de mata atlântica secundária, município de Viçosa, Minas Gerais**. Viçosa - MG: UFV, 1993. 165p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).
- MARTINS, F.R. **Estrutura de uma floresta mesófila**. 2. ed. Campinas: UNICAMP, 1993. 246p.
- MARTINS LEÃO, N.V. **Disseminação de sementes e distribuição espacial de espécies arbóreas na Florestal Nacional do Tapajós, Santarém - Pará**. Piracicaba: ESALQ, 1990. 129p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).
- MELLO, J.M. de **Análise comparativa de procedimentos amostrais em um remanescente de floresta nativa no município de Lavras (MG)**. Lavras: UFLA, 1995. 88p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).
- MEYER, H. A.; RECKNAGEL, A. B.; STEVENSON, D.D.; BARTOO, R.A. **Forest management**. 2. ed. New York: The Ronald Pess, 1961. 282p.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: Wiley and Sons, 1974.
- NASCIMENTO, M.T.; SADDI, N. Structure and floristic composition in an area of cerrado in Cuiabá-MT, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.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: Universidade Estadual de Campinas, 1984. 133p. Dissertação - Mestrado em Ecologia).
- OLIVEIRA-FILHO, A.T.; MARTINS, F.R. A comparative study of five cerrado areas in Southern Mato Grosso, Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, Cambridge. v.48, n.3, p.307-332, 1991.
- OSMASTON, F.C. **The management of forests.** London: George Allen and Unwin. 1968. 384p.
- RATTER, J.A.; LEITÃO FILHO, H. F.; ARGENT, G.; GIBBS, P.E.; SEMIR, J.; SHEPHERD, G.; TAMASHIRO, J. Floristic composition and community structure of a Southern cerrado area in Brazil. **Royal Botanic Garden Edinburgh. Notes**, Cambridge, v.45, n.1, p. 137-151. 1988.
- SARAIVA, C.L.M. **Desenvolvimento de um método de manejo de mata natural, pela utilização da distribuição de diâmetro.** Viçosa - MG: UFV, 1988. 105p. (Tese -Mestrado em Ciência Florestal)
- SCOLFORO, J.R.S. **Mensuração florestal: módulo 3.relações quantitativas em volume, peso e a relação hipsométrica.** Lavras: ESAL/FAEPE, 1993. 292 p.
- SCOLFORO, J.R.S. **Modelos para expressar o crescimento e a produção florestal: parte 1.** Lavras: ESAL/FAEPE, 1994. 188p.
- SCOLFORO, J.R.S. **Manejo florestal.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 438p.
- SCOLFORO, J.R.S.;LIMA, J.T.; SILVA, S.T. da Equações de biomassa e volume para cerrado sensu stricto. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1, e CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, Curitiba, 1993. **Anais...** Curitiba: SBS-SBEF, 1993. p.508-510.
- SCOLFORO, J.R.S.; SILVA, S.T. da O conceito de “floresta balanceada de Meyer” como opção para intervenção em cerrado sensu stricto. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1, e CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, Curitiba, 1993. **Anais...** Curitiba: SBS-SBEF, 1993. p.378-381.

SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I.S.; EITEN, G. Fitossociologia de uma hectare de cerrado. **Brasil Florestal**, n. 54 p. 55-70, 1983.

TROUP, R.S. **Silvicultural systems**. 2. ed. Oxford: Clarendon Press, 1966. 216p.