

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**ANÁLISE DE ATRIBUTOS DA VEGETAÇÃO E DO SOLO
EM CERRADO *SENSU STRICTO*, 20 ANOS APÓS
DISTÚRBIOS ANTRÓPICOS**

FERNANDA MONTEIRO DE MORAIS

ORIENTADOR: REGINALDO SÉRGIO PEREIRA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

BRASÍLIA/DF: JULHO – 2009

FICHA CATALOGRÁFICA

MORAIS, FERNANDA MONTEIRO

Análise de atributos da vegetação e do solo em cerrado *sensu stricto*, 20 anos após distúrbios antrópicos. 2009.

xiii, 99p., 210 x 297 mm (EFL/FT/UnB, Mestre, Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Florestal

1. Cerrado *sensu stricto*

2. Distúrbios antrópicos

3. Estrutura

4. Produção volumétrica

5. Caracterização do solo

6. Resistência do solo à penetração

I. EFL/FT/UnB

II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MORAIS, F. M. (2009). Análise de atributos da vegetação e do solo em cerrado *sensu stricto*, 20 anos após distúrbios antrópicos. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Publicação PPGEFL.DM-126/09, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 99p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Fernanda Monteiro de Moraes

TÍTULO: Análise de atributos da vegetação e do solo em cerrado *sensu stricto*, 20 anos após distúrbios antrópicos.

GRAU: Mestre

ANO: 2009

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Fernanda Monteiro de Moraes
QNJ 21 casa 33, Taguatinga Norte.
72140-210 Brasília – DF – Brasil.

AGRADECIMENTOS

A Deus e à Nossa Senhora por iluminarem meu caminho e minhas escolhas.

À Universidade de Brasília, principalmente ao Departamento de Engenharia Florestal pela oportunidade concedida para a realização do curso de Pós-graduação.

À Fazenda Água Limpa por permitir a realização da pesquisa.

Ao CNPq e ao DPP pela bolsa de mestrado e auxílios concedidos durante o curso.

Ao meu orientador e amigo Reginaldo Sérgio Pereira, que foi extremamente prestativo, me ajudando em cada etapa do trabalho, até mesmo sendo minha mão-de-obra pesada, que me deu dicas e conselhos essenciais para a finalização desta pesquisa.

À professora Alba Valéria Rezende pela amizade, pelo empréstimo de materiais para o campo, pela ajuda e sugestões durante a realização do trabalho.

Ao professor Mauro Eloi Nappo pelas valiosas sugestões e incentivo, pela ajuda com as coletas de solo e com as análises fitossociológicas e pelo empréstimo do trado.

Aos professores Ildeu Soares Martins e Cláudio Henrique Soares Del Menezzi pela ajuda nas análises estatísticas.

Ao professor Ailton Teixeira do Vale pelo auxílio com as análises dos dados de biomassa.

Aos professores José Roberto Rodrigues Pinto e Manoel Cláudio da Silva Júnior pela ajuda na identificação botânica.

Ao meu amigo e colega de curso Vitor Müller, responsável pelo viveiro florestal – FAL/UnB, que me ajudou o quanto pôde para que esse trabalho se concluísse.

Aos funcionários da Fazenda Água Limpa, principalmente Sr. Sebastião, Marconi, Sr. Geraldo e Zé que me ajudaram muito no campo; além do Zico, Jaquiel, Augusto, Jaime e Paulo que fizeram meus dias de campo mais divertidos. Sem vocês nada disso teria acontecido.

Aos amigos e futuros engenheiros florestais Raiane, Cadu, Fernando, Marianna e Pedro que me deram grande apoio nas coletas de campo e no laboratório.

Aos amigos Clarine, Rafael, Gean, Leiliane e Lilian pelo auxílio na coleta de dados e demarcação das parcelas.

Ao Cristiano pela ajuda no campo e ao Diógenes pela ajuda inesperada com o penetrômetro.

À Livia e, mais uma vez, à Clarine pela concessão dos dados para comparação.

Ao Fabiano, meu parceiro de mestrado e de orientador, pela ajuda no laboratório de solos.

À professora Izabel Cristina de Oliveira Campos pela ajuda com os ensaios de caracterização do solo e pela autorização para realizá-los no laboratório de geotecnia da UnB.

Aos técnicos do laboratório de geotecnia da UnB, principalmente ao Vanílson, que me salvou da espatulação e teve paciência para me ajudar e orientar nos ensaios físicos de solo.

Ao Robert, meu namorado e companheiro que eu amo e que me ajudou em todas as etapas do trabalho, estando sempre presente. Foi meu revisor, conselheiro e minha mão-de-obra barata e pesada. Me encorajou e me deu força nos momentos de desespero e stress, sempre vindo com um jeito de me fazer sorrir.

A todos meus colegas de curso de graduação e de mestrado que de alguma forma fizeram parte desta pesquisa.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Florestal da UnB pelo auxílio e paciência em me atender.

Às minhas grandes amigas do “mulherada da floresta” pelos momentos de descontração e risos durante nossas reuniões. Adoro vocês!

E, principalmente, à minha família pelo apoio, amor e compreensão durante toda minha caminhada.

Muito obrigada!

Dedicado à minha família,
principalmente meus pais e minha avó
que sempre me incentivaram; e ao
Robert, por preencher a minha vida.

RESUMO

ANÁLISE DE ATRIBUTOS DA VEGETAÇÃO E DO SOLO EM CERRADO *SENSU STRICTO*, 20 ANOS APÓS DISTÚRBIOS ANTRÓPICOS.

Autora: Fernanda Monteiro de Moraes

Orientador: Reginaldo Sérgio Pereira

Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais

Brasília, julho de 2009

Avaliaram-se as respostas do solo e da vegetação lenhosa arbórea-arbustiva em cerrado *sensu stricto* na Fazenda Água Limpa-UnB, quanto à estrutura da vegetação, produção volumétrica e atributos físicos do solo, cerca de 20 anos após ter sido submetida a corte raso e enriquecimento. Em 1988, dezoito parcelas de 20 x 50 m foram submetidas a seis tratamentos: desmatamento com lâmina e retirada da lenha; desmatamento com lâmina, retirada da lenha e duas gradagens; desmatamento com lâmina, retirada da lenha e fogo; corte com motosserra e retirada da lenha; corte com motosserra, retirada da lenha e fogo; e corte com motosserra, retirada da lenha, fogo, destoca com lâmina e duas gradagens. Em 1990 as parcelas foram submetidas a novos tratamentos com plantios de enriquecimento, envolvendo as espécies: *Aspidosperma olivaceum* M. Arg., *Calophyllum brasiliense* Camb., *Copaifera langsdorffii* Desf., *Cordia* sp. L., *Cryptocarya aschersoniana* Mez e *Dalbergia nigra* Fr. Allem. As parcelas foram avaliadas quanto à florística, à estrutura, à produção volumétrica para fins energéticos e aos atributos físicos do solo. Os tratamentos foram similares entre si e apresentaram alta diversidade florística. As espécies introduzidas com o plantio de enriquecimento não apresentaram bom desenvolvimento, não se destacando na estrutura da vegetação. Entretanto, os tratamentos submetidos ao plantio de enriquecimento apresentaram alta produção volumétrica. Não foram observadas diferenças significativas quanto aos parâmetros físicos do solo entre as profundidades de 0-20 cm e de 20-40 cm e entre os seis tratamentos avaliados. O solo na área foi classificado como muito argiloso e argiloso laterítico, pelos métodos do triângulo textural e MCT (Miniatura Compactada Tropical), respectivamente. A resistência à penetração do solo variou de forma irregular ao longo do perfil, não sendo possível associar este parâmetro com a produção em volume. As propriedades físicas do solo não foram responsáveis pelas diferenças encontradas no volume e nos parâmetros florísticos e fitossociológicos.

ABSTRACT

ANALYSIS OF ATTRIBUTES OF VEGETATION AND SOIL IN CERRADO *SENSU STRICTO*, 20 YEARS AFTER DISTURBANCES.

Author: Fernanda Monteiro de Moraes

Supervisor: Reginaldo Sérgio Pereira

Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais

Brasília, July of 2009

Were evaluated the responses of soil and vegetation in woody trees and shrubs in the cerrado *sensu stricto* in Fazenda Água Limpa-UnB, as to vegetation structure, volumetric production and soil physical properties, 20 years after having been subjected to clearcutting and enrichment. In 1988, eighteen plots of 20 x 50 m were subjected to six treatments with bulldozing and harvest of firewood; bulldozing, harvest of the firewood followed by two gradings; bulldozing, harvest of the firewood and burning; logging using chainsaw followed by harvesting the firewood; logging with chainsaw, harvest of the firewood followed by burning; and, logging with chainsaw, harvest of the firewood, burning, stump removal and two gradings. In 1990 the plots were subjected to new treatments with the enrichment planting involving six species: *Aspidosperma olivaceum* M. Arg., *Calophyllum brasiliense* Camb., *Copaifera langsdorffii* Desf. *Cordia* sp. L., *Cryptocarya aschersoniana* Mez, and *Dalbergia nigra* Fr. Allem. The parcels were evaluated for the floristics, structure, volumetric production for energy and physical attributes of soil. The treatments were similar and showed high floristic diversity. The introduced species by enrichment did not show good development, not standing out in the structure of vegetation. However, the treatments subjected to enrichment planting showed high volume production. There were no significant differences for physical parameters of soil between depths of 0-20 cm and 20-40 cm and between the six treatments. The soil in the area was classified as very clayey and lateritic clayed, by the methods of textural triangle and MCT (Tropical Compacted Miniature), respectively. The resistance of the soil to penetration varied irregularly along the profile, not being possible to associate this parameter with production in volume. The physical properties of soil were not responsible for the observed differences in volume and floristic and phytosociological parameters.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. OBJETIVOS	3
1.1.1. Geral	3
1.1.2. Específicos.....	3
1.2. HIPÓTESE.....	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. SAVANAS.....	3
2.2. O CERRADO	5
2.3. DISTÚRBIOS NA VEGETAÇÃO DO CERRADO.....	7
2.4. PLANTIOS DE ENRIQUECIMENTO	9
2.5. DESCRIÇÃO DAS ESPÉCIES	11
2.5.1. <i>Aspidosperma olivaceum</i> M. Arg.	11
2.5.2. <i>Calophyllum brasiliense</i> Camb.	11
2.5.3. <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.....	11
2.5.4. <i>Cordia</i> sp. L.....	12
2.5.5. <i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	13
2.5.6. <i>Dalbergia nigra</i> Fr. Allem.	13
2.6. INTERAÇÃO SOLO-PLANTA.....	13
2.6.1. Parâmetros físicos do solo	14
2.6.2. Resistência à penetração	20
2.6.3. Influência da compactação do solo no crescimento das plantas.....	22
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	24
3.2. CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO	25
3.3. SISTEMA DE AMOSTRAGEM.....	28
3.4. AMOSTRAGEM, CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO SOLO.....	28
3.4.1. Amostragem e coleta de amostras de solo.....	28
3.4.2. Caracterização física do solo	29
3.4.3. Classificação do solo	31
3.5. RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO	33
3.6. ANÁLISE DOS DADOS.....	35

3.6.1.	Parâmetros florísticos e fitossociológicos	35
3.6.2.	Avaliação da produção volumétrica	39
3.6.3.	Avaliação da resistência do solo à penetração.....	40
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1.	FLORÍSTICA	40
4.2.	ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO.....	56
4.3.	VOLUME	69
4.4.	CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO SOLO	76
4.5.	RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO	82
5.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	88
5.1	CONCLUSÕES	88
5.2	RECOMENDAÇÕES.....	89
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1. Espécies lenhosas com $Db \geq 5$ cm registradas na área de cerrado <i>sensu stricto</i> perturbada por desmatamento e enriquecimento.....	41
Tabela 4.2. Composição florística da vegetação lenhosa de cerrado <i>sensu stricto</i> submetida aos distúrbios por desmatamento e enriquecimento. (T1: desmatamento com lâmina e retirada da lenha; T2: desmatamento com lâmina, retirada da lenha e duas gradagens; T3: desmatamento com lâmina, retirada da lenha e fogo; T4: corte com motosserra e retirada da lenha; T5: corte com motosserra, retirada da lenha e fogo; e T6: corte com motosserra, retirada da lenha, fogo, destoca com lâmina e duas gradagens).....	48
Tabela 4.3. Índices de diversidade de Shannon (H') e de Uniformidade de Pielou (J) encontrados na área. (T1: desmatamento com lâmina e retirada da lenha; T2: desmatamento com lâmina, retirada da lenha e duas gradagens; T3: desmatamento com lâmina, retirada da lenha e fogo; T4: corte com motosserra e retirada da lenha; T5: corte com motosserra, retirada da lenha e fogo; e T6: corte com motosserra, retirada da lenha, fogo, destoca com lâmina e duas gradagens).....	50
Tabela 4.4. Espécies consideradas de baixa densidade nos tratamentos perturbados por desmatamento e enriquecimento e a porcentagem sobre o número total de espécies por tratamento.....	51
Tabela 4.5. Número de árvores mortas registradas na área perturbada por desmatamento e enriquecimento. (T1: desmatamento com lâmina e retirada da lenha; T2: desmatamento com lâmina, retirada da lenha e duas gradagens; T3: desmatamento com lâmina, retirada da lenha e fogo; T4: corte com motosserra e retirada da lenha; T5: corte com motosserra, retirada da lenha e fogo; e T6: corte com motosserra, retirada da lenha, fogo, destoca com lâmina e duas gradagens).....	55
Tabela 4.6. Índice de similaridade florística de Sørensen e Czekanowski obtidos para os tratamentos com enriquecimento.....	55
Tabela 4.7. Fitossociologia da área de cerrado <i>sensu stricto</i> (classificada por IVC) submetida ao Tratamento 1 (desmatamento com lâmina e retirada da lenha).....	60
Tabela 4.8. Fitossociologia da área de cerrado <i>sensu stricto</i> (classificada por IVC) submetida ao Tratamento 2 (desmatamento com lâmina, retirada da lenha e duas gradagens).....	61

Tabela 4.9. Fitossociologia da área de cerrado <i>sensu stricto</i> (classificada por IVC) submetida ao Tratamento 3 (desmatamento com lâmina, retirada da lenha e fogo).....	62
Tabela 4.10. Fitossociologia da área de cerrado <i>sensu stricto</i> (classificada por IVC) submetida ao Tratamento 4 (corte com motosserra e retirada da lenha).....	63
Tabela 4.11. Fitossociologia da área de cerrado <i>sensu stricto</i> (classificada por IVC) submetida ao Tratamento 5 (corte com motosserra, retirada da lenha e fogo).....	64
Tabela 4.12. Fitossociologia da área de cerrado <i>sensu stricto</i> (classificada por IVC) submetida ao Tratamento 6 (corte com motosserra, retirada da lenha, fogo, destoca com lâmina e duas gradagens).....	65
Tabela 4.13. Médias de diâmetro (Db) e de altura (H) das espécies implantadas e das seis espécies com maior valor de cobertura (IVC) com $Db \geq 5$ cm na área de cerrado <i>sensu stricto</i> submetida aos distúrbios.....	69
Tabela 4.14. Análise de variância para o volume, considerando blocos e tratamentos...	71
Tabela 4.15. Teste de Duncan ao nível de significância de 5% para o volume. (T1: desmatamento com lâmina e retirada da lenha; T2: desmatamento com lâmina, retirada da lenha e duas gradagens; T3: desmatamento com lâmina, retirada da lenha e fogo; T4: corte com motosserra e retirada da lenha; T5: corte com motosserra, retirada da lenha e fogo; e T6: corte com motosserra, retirada da lenha, fogo, destoca com lâmina e duas gradagens).....	72
Tabela 4.16. Distribuição granulométrica, limites de Atterberg, massa específica dos grãos e classificação dos solos segundo a metodologia MCT.....	77
Tabela 4.17. Parâmetros utilizados para a classificação MCT.....	80
Tabela 4.18. Teste de Tukey para a resistência à penetração do solo de acordo com as profundidades avaliadas.....	86

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Estados de consistência dos solos com o aumento da umidade.....	15
Figura 2.2. Curva de compactação de um solo.....	19
Figura 3.1. Mapa de solos da Fazenda Água Limpa - UnB.....	25
Figura 3.2. Mapa com a localização dos blocos submetidos às intervenções na FAL/UnB.....	26
Figura 3.3. Delineamento do experimento.....	27
Figura 3.4. Trado tipo holandês utilizado para coleta das amostras de solo.....	29
Figura 3.5. Etapas utilizadas na metodologia de classificação MCT. (a) amostra espatulada e o mini penetrômetro; (b) anéis de PVC com solo; (c) bolas entre 10 e 12 gramas; (d) secagem ao ar dos anéis e das bolas; e (e) saturação das amostras nos anéis.....	32
Figura 3.6. Triângulo textural para classificação de solos.....	33
Figura 3.7. Penetrômetro de impacto.....	34
Figura 4.1. Distribuição diamétrica da vegetação de cerrado <i>sensu stricto</i> submetida aos distúrbios por desmatamento e enriquecimento.....	57
Figura 4.2. Volume (m ³ /ha) por tratamento na área de cerrado <i>sensu stricto</i> submetida aos distúrbios.....	70
Figura 4.3. Biomassa seca em toneladas por hectare obtida para dezessete espécies na área de cerrado <i>sensu stricto</i> submetido a distúrbios.....	73
Figura 4.4. Biomassa seca em toneladas por hectare por tratamento.....	75
Figura 4.5. Curvas granulométricas. Em vermelho: amostra com defloculante e em azul amostra sem defloculante.....	78
Figura 4.6. Curvas de compactação do solo.....	80
Figura 4.7. Triângulo textural com os respectivos dados utilizados.....	81
Figura 4.8. Resistência à penetração do solo ao longo da profundidade.....	83
Figura 4.9. Volume em função da resistência do solo à penetração.....	87

1. INTRODUÇÃO

O Cerrado é o segundo maior bioma da América do Sul depois da Floresta Amazônica, ocupando cerca de 22% do território brasileiro. Sua flora conta com 12.356 espécies (MENDONÇA et al., 2008) que ocorrem em várias fitofisionomias. Dentre estas destaca-se o cerrado *sensu stricto*, considerada a vegetação típica do Cerrado, que abrange a maior parte do bioma.

A fitofisionomia cerrado *sensu stricto* é caracterizada por uma paisagem composta por um estrato herbáceo dominado principalmente por gramíneas e, um estrato arbóreo-arbustivo variando em cobertura de 10 a 60% (EITEN, 1972).

Apesar da alta diversidade registrada no bioma, grande parte de sua cobertura original já foi devastada, principalmente pela expansão da cultura agrícola e pastagens, crescimento urbano desordenado, queimadas e desmatamentos.

Além disto, contribuem ainda mais para a perda de biodiversidade os cortes ilegais de madeira nativa para fins energéticos e a exploração extrativista de subprodutos do Cerrado, como sementes, flores, frutos e cascas de algumas espécies com potencial medicinal ou artesanal.

Todos estes fatores causam impactos diretos ou indiretos na composição florística, estrutura e nos solos do Cerrado, sendo necessários estudos sobre a utilização racional da vegetação do bioma.

O uso de árvores do Cerrado mais comumente citado na literatura é a utilização da madeira para produção de lenha e carvão. Os plantios de enriquecimento podem incrementar esta produção, sem causar grandes distúrbios na vegetação nativa. Estes plantios consistem em aumentar a proporção de espécies comerciais por meio de plantações no povoamento original (LAMPRECHT, 1990; RIBEIRO et al., 2002) e deve ser utilizado em áreas perturbadas (SCOLFORO, 1998). Mas raros são os estudos com plantios de enriquecimento em áreas de savanas (DURIGAN et al., 2004).

Estudos florísticos e fitossociológicos são de extrema importância para avaliar a diversidade entre áreas de cerrado *sensu stricto* e podem ser utilizados para comparar áreas submetidas a diferentes distúrbios, incluindo-se os plantios de enriquecimento. Outros estudos para avaliar o estoque em volume de madeira e o impacto de diferentes distúrbios por corte, queima e plantio são também extremamente necessários para se propor planos de manejo para esta fitofisionomia, assim como trabalhos com análise temporal, que refletem o comportamento da vegetação do cerrado no decorrer do tempo.

Outro distúrbio pouco relatado para áreas de Cerrado, que não seja com fins agrícolas, é a compactação do solo causada pelo uso de máquinas. Fenner (2008) mencionou que algumas características do solo, como estrutura e granulometria, pouco se alteram a curto prazo, em áreas com florestas. Porém, grande parte dos estudos sobre compactação de solos é realizado em curtos períodos de tempo.

Além do conhecimento sobre o grau de compactação do solo, é necessário também relacionar este fator com o crescimento das árvores. Segundo Fenner (2008), não existe um consenso em relação aos efeitos da compactação do solo sobre o incremento da biomassa aérea. A grande maioria dos trabalhos realizados no Planalto Central relaciona a compactação do solo com o crescimento de culturas agrícolas, sendo ainda uma incógnita o comportamento das espécies nativas de cerrado frente a solos compactados.

Este trabalho justifica-se pelo fato de não haver subsídios para a comunidade interessada em utilizar áreas de cerrado *sensu stricto* para implantação de sistemas de manejo sustentado. Apesar de existirem estudos ecológicos básicos sobre o bioma, faltam subsídios quanto aos aspectos silviculturais e possíveis impactos na vegetação nativa, quando submetida a diferentes distúrbios. Assim, somente aplicando tratamentos silviculturais ao cerrado e analisando as reações da vegetação e do solo será possível extrair conclusões sobre a viabilidade do manejo em áreas de Cerrado.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Geral

Avaliar as respostas do solo e da vegetação lenhosa arbórea-arbustiva em cerrado *sensu stricto*, cerca de 20 anos após ter sido submetido a corte raso e a plantios de enriquecimento.

1.1.2. Específicos

- Avaliar a similaridade, estrutura e diversidade entre as áreas submetidas aos diferentes tratamentos;
- Determinar a produção volumétrica de madeira para fins energéticos do cerrado *sensu stricto* após vinte anos da ocorrência de distúrbios, avaliando áreas submetidas aos diferentes tratamentos; e
- Avaliar o nível de compactação do solo, através de sua resistência à penetração, após a implantação dos diferentes distúrbios e seus reflexos no volume das espécies arbóreas-arbustivas do cerrado *sensu stricto*.

1.2. HIPÓTESE

A escolha adequada do tipo de desmatamento acompanhada do plantio de enriquecimento proporciona aumento da produção volumétrica e redução da compactação dos solos de áreas de cerrado *sensu stricto*.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. SAVANAS

Savanas são ecossistemas caracterizados pela presença de uma camada contínua de vegetação herbácea e um dossel descontínuo de arbustos e árvores, sendo que a grande maioria se situa entre os trópicos de Câncer e Capricórnio, denominadas assim de savanas

tropicais (GOEDERT et al., 2008). Sarmiento (1984) mencionou que as savanas são um tipo de vegetação tropical com três características principais: dominância de herbáceas, sazonalidade climática e ocorrência de incêndios frequentes. Bourlière e Hadley (1983) citaram ainda que estas são sistemas dinâmicos, que têm uma estrutura relativamente simples quando comparadas com as florestas tropicais e formam uma zona de transição entre as florestas tropicais e os desertos.

As savanas tropicais cobrem entre 15 e 24,6 km² de toda a superfície terrestre na América do Sul, África e Ásia (SILVA; BATES, 2002). Goedert et al. (2008) afirmaram também que as savanas são encontradas em todos os continentes, com acentuada participação em mais de 30 países.

Segundo Sarmiento (1983), as savanas tropicais podem ser divididas em quatro grupos distintos: savana semi-sazonal, com baixas condições de estresse hídrico e baixos níveis de plantas com dormência ou adaptadas ao fogo; savana sazonal, caracterizada por uma alternância entre as estações seca (com a ocorrência natural do fogo) e úmida, sendo o tipo de savana mais bem distribuído, incluída nesta o cerrado brasileiro; savana hiper-sazonal, em que juntamente com uma estação seca bem definida e o estresse hídrico, há também um período de inundação durante a estação úmida que dão origem às savanas mal drenadas, como ocorre no pantanal; e a savana tipo estéreo, na qual não há uma estação seca bem definida, mas existe um excesso de água no solo durante a maior parte do ano, sendo este grupo não considerado como uma savana típica.

As savanas tropicais caracterizam-se pela ocorrência de grande variedade de tipos de solos. As savanas sobre solos bem drenados, com clima sazonal são consideradas por muitos como as mais comuns ou bem distribuídas e os solos das savanas do Brasil e do oeste africano são geralmente de estrutura mais frágil desagregando-se mais facilmente (MONTGOMERY; ASKEW, 1983).

Mistry (2000) comentou que muitos solos de savanas ocorrem em superfícies antigas e possuem baixos níveis de nutrientes, pois tais solos foram sujeitos a processos de formação por longos períodos de tempo. Essa limitada fertilidade dos solos faz com que haja maiores impactos nas savanas, podendo causar alterações irreversíveis no ambiente, além de sua capacidade suporte (YOUNG; SOLBRIG, 1993).

Os principais usos da terra nas savanas envolvem a colheita de madeira e o desmatamento para a introdução das culturas agrícolas. Além disso, há problemas como o uso do fogo para limpar áreas para pastagens e o uso cada vez mais intensivo de fertilizantes, pesticidas e sistemas de irrigação para agricultura (MISTRY, 2000).

As políticas e propostas inadequadas de desenvolvimento para as savanas foram decorrentes de uma ausência de avaliação ecológica voltadas para o desenvolvimento sustentável desse ecossistema. As consequências ecológicas se revelam lentamente em relação às práticas de uso da terra (YOUNG; SOLBRIG, 1993).

A maior, mais rica e possivelmente a mais ameaçada savana tropical no mundo é o Cerrado, uma grande região que ocupa o centro da América do Sul (SILVA; BATES, 2002).

2.2. O CERRADO

O Cerrado ocorre na região de clima tropical com precipitação média variando de 750 a 2000 mm/ano. A duração da estação seca é de aproximadamente cinco meses, durante os meses de maio e outubro (EITEN, 1993).

As fitofisionomias presentes na vegetação do bioma Cerrado englobam formações florestais (mata de galeria, mata ciliar, mata seca e cerradão), savânicas (cerrado *sensu stricto*, parque de cerrado, palmeiral e veredas) e campestres (campo sujo, campo rupestre e campo limpo). As formações florestais caracterizam-se pelo predomínio de espécies arbóreas formando um dossel que pode ser contínuo ou descontínuo. As formações savânicas são representadas por áreas com árvores e arbustos espalhados sobre um estrato gramíneo, sem a formação de um dossel contínuo. As formações campestres referem-se às áreas com predominância de espécies herbáceas e algumas arbustivas (RIBEIRO; WALTER, 1998).

O cerrado *sensu stricto* é o tipo fisionômico predominante do bioma e caracteriza-se por árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, geralmente com evidências de queimadas, apresentando também arbustos, subarbustos e ervas. As plantas lenhosas geralmente possuem casca com cortiça grossa e as folhas são

geralmente coriáceas, devido a adaptações às condições de seca (xeromorfismo). Esta fitofisionomia pode ser subdividida em cerrado denso, cerrado ralo, cerrado rupestre e cerrado típico, dependendo da cobertura do estrato arbóreo e das condições de sítio (RIBEIRO; WALTER, 1998).

As classes de solos mais comuns no bioma Cerrado são o latossolo, areia quartzosa e os solos litólicos, cobrindo aproximadamente 56%, 20% e 9% da região, respectivamente (HARIDASAN, 2007). O cerrado *sensu stricto*, campo cerrado e campo sujo se desenvolvem em latossolos, podzólico vermelho-amarelo álico, cambissolos distróficos e areias quartzosas (HARIDASAN, 1993). Estes solos correspondem aos: latossolos, argissolos, cambissolos e neossolos quartzarênicos na classificação proposta por Reatto e Martins (2005).

O domínio do bioma Cerrado ocupa 204 milhões de hectares dos quais pelo menos 127 milhões, ou seja, 62% do total acontecem em solos com boas perspectivas de mecanização agrícola (RIBEIRO et al., 2005). Os solos mais importantes do ponto de vista agrícola são os latossolos, os podzólicos eutróficos e a terra roxa estruturada similar (HARIDASAN, 1993), respectivamente: latossolos, argissolos e nitossolos vermelhos na classificação proposta por Reatto e Martins (2005). Os aspectos relacionados à necessidade de adubação e calagem estão restritos aos latossolos, pelo fato destes serem os solos de maior extensão em área e mais aptos à agricultura na região do Cerrado (HARIDASAN, 1993).

O parâmetro volumétrico de madeira para as áreas de Cerrado é pouco conhecido, mesmo reconhecendo a existência em várias regiões com vegetação nativa uma intensiva extração madeireira para fins energéticos, principalmente lenha e carvão vegetal (IMAÑA-ENCINAS et al., 2009).

Apesar da alta diversidade do Cerrado apenas 2,06% da área do bioma estão sob alguma forma de área de preservação, o que está distante da meta a ser atingida de 10% adotada pelo Governo brasileiro. Além disso, cerca de 20% das espécies ameaçadas não são protegidas pelas unidades de conservação existentes (ALHO, 2005).

2.3. DISTÚRBIOS NA VEGETAÇÃO DO CERRADO

De 1960 a 1980 as políticas governamentais estimularam o desenvolvimento da agricultura no centro do Brasil. Com isso, a perda de habitat, a poluição das águas e a erosão tornaram-se comuns na região (KLINK et al., 1993).

Em 2001 as perdas de área do Cerrado em relação à sua área original foram estimadas em 73,8%, remanescendo pouco mais de 25% da vegetação (UNESCO, 2002). Até 2002, estimava-se que a área desmatada do Cerrado correspondia a cerca de 55% da área original (MACHADO et al., 2004). Jepson (2005) afirmou que restam apenas 22% da cobertura original do Cerrado, ou seja, 1.783 milhões de km².

Em estudo recente, Sano et al. (2008) identificaram 80 milhões de hectares sob diferentes usos da terra do bioma Cerrado, o que corresponderia a 39,5% da área total do Cerrado. Segundo os autores, as duas classes mais representativas de uso da terra foram as pastagens cultivadas e as culturas agrícolas, que ocuparam 26,5 e 10,5% do Cerrado, respectivamente. Segundo estes mesmos autores a porção sul do bioma contribuiu com as áreas mais extensas de uso da terra enquanto a maior parte da vegetação natural localizou-se na porção norte.

As áreas de tensão ecológica, ou seja, as áreas na interface entre diferentes ecossistemas sujeitos ou não às pressões antrópicas, chegam a ser bastante expressivas e a inclusão ou não das mesmas muda radicalmente os valores, ou melhor, o tamanho do que poderia ser chamado de “Cerrado” (MACHADO et al., 2004).

O bioma tem sofrido significativos distúrbios antrópicos nas últimas três décadas (JEPSON, 2005). No oeste da Bahia, por exemplo, a área ocupada por cultivos cresceu de 640 hectares em 1980 para 300 mil hectares em 1990, como resultado da colonização que se seguiu à construção de uma rodovia (VERDÉSIO, 1993).

Um distúrbio pode causar ou não a mortalidade dos indivíduos e propiciar oportunidades para o estabelecimento de novos indivíduos da mesma ou de diferentes espécies (REZENDE, 2002).

De acordo com Rezende (2002) os tratamentos de corte com motosserra e desmatamento com lâmina são os tipos de atividades de corte de alto impacto, que são normalmente observados no Cerrado e que podem alterar profundamente a estrutura da vegetação. Juntamente com esses distúrbios enquadram-se: fogo, gradagem e retirada de lenha.

Dentre estes distúrbios, o efeito do fogo na vegetação do Cerrado é o mais estudado, como pode ser visto nos trabalhos de Castro e Kauffman (1998); Hoffmann (1999); Hoffmann e Solbrig (2003); Fiedler et al. (2004) e Santiago et al. (2005), dentre outros.

Os efeitos mais conhecidos do fogo sobre a vegetação são: a mortalidade de mudas e pequenas árvores; cicatrizes no tronco que facilitam a infestação por pragas e doenças; a derrubada de árvores enfraquecidas pela queima, através da ação do vento; a emissão de brotação, como uma reação pós-fogo; a quebra de dormência em sementes de algumas espécies favorecendo a regeneração; e a retirada de cobertura morta sobre o solo, favorecendo a regeneração de algumas espécies (SANT'ANNA et al., 2007).

De acordo com Eiten (1993) a densidade da camada lenhosa do Cerrado não depende do grau de pluviosidade, mas de fatores edáficos e modificações pelo fogo e corte, sendo que o fogo afeta principalmente a camada arbustiva da fisionomia.

Miranda e Sato (2005) relataram que os incêndios causados por raio ocorrem geralmente no período de transição entre a estação seca e a chuvosa, entretanto, com a ocupação do Cerrado para fins agropastoris o regime natural de queima tem sofrido alterações, com queimadas sendo realizadas durante a estação seca e com intervalos de queima de um a quatro anos. Estas alterações resultam em fisionomias mais abertas como consequência das altas taxas de mortalidade, alterações nas taxas de recrutamento e favorecimento da vegetação rasteira. As autoras também sugerem uma ampliação no número de espécies estudadas em resposta ao fogo.

Quanto ao desmatamento, Klink e Moreira (2002) mencionaram que: entre os anos de 1970 e 1975, o desmatamento médio no Cerrado foi de 40.000 km² por ano, o que representa 1,8 vezes a taxa de desmatamento da Amazônia durante o período 1978 – 1988.

Machado et al. (2004) afirmaram que as taxas mais recentes de desmatamento no bioma Cerrado variam entre 22.000 e 30.000km² por ano, superiores às da Amazônia.

Jepson (2005) mencionou que a vegetação do Cerrado pode ser mais resiliente aos impactos antrópicos do que as estimativas prevêem. Esta resiliência já foi relatada por Felfili et al. (2000) e Rezende et al. (2005), dentre outros autores.

Apesar do alto grau de resiliência do Cerrado, existem limites críticos de distúrbio além dos quais a vegetação não se recupera, mesmo após a remoção de tal distúrbio (REZENDE, 2002).

Rezende et al. (2005) constataram que mesmo após 11 anos de corte com motosserra em uma área de cerrado *sensu stricto* em Brasília (DF), a vegetação não consegue recuperar a área basal original, apesar da densidade ser próxima à encontrada originalmente. O mesmo período é insuficiente para a recuperação do potencial energético do Cerrado, que constitui seu principal uso econômico em larga escala (REZENDE, 2002).

2.4. PLANTIOS DE ENRIQUECIMENTO

De acordo com Paula et al. (1996) as ações silviculturais baseadas em enriquecimento com vistas a produção de madeira a longo prazo culminará necessariamente com a preservação de florestas e matas e, ainda, na preservação da fauna e dos mananciais hídricos.

Segundo Taylor (1969), o plantio de enriquecimento pode ser usado se for improvável que a regeneração natural possa ocorrer com probabilidade de sucesso, ou onde é necessário introduzir uma espécie que não ocorre originalmente, ou ainda, quando for necessário aumentar a concentração de uma espécie ou de algumas espécies. Lamprecht (1990) ressaltou que o enriquecimento pode ser aconselhável quando o número de indivíduos com valor comercial no povoamento é insuficiente ou totalmente inexistente (por exemplo, florestas exploradas).

Na Amazônia foram realizados diversos estudos sobre plantios de enriquecimento para fins produtivos (TANAKA; VIEIRA, 2006, PEÑA-CLAROS et al., 2007, SCHULZE,

2008, WEAVER, 1987¹, 1993² apud MONTAGNINI et al.,1997). Alguns destes autores afirmaram que a maior parte das falhas ocorridas nesses plantios pôde ser atribuída ao uso de espécies que não eram bem adaptadas a esse método ou ao uso de clareiras que não propiciaram condições de luminosidade satisfatórias à sobrevivência e ao crescimento das espécies.

No Cerrado poucos são os estudos de plantios de enriquecimento no bioma. Durigan et al. (2004) realizaram um trabalho sobre plantio de enriquecimento em linhas em área de cerradão, em Assis, São Paulo. Os autores utilizaram oito espécies para o plantio e citaram que muitos indivíduos foram atacados por formigas cortadeiras e as mudas de *Dalbergia nigra* foram em boa parte cortadas pela lebre européia, rebrotando na base e, assim, sofrendo redução da altura.

Além de danos causados por herbivoria, Durigan et al. (2004) relataram também que as mudas plantadas provavelmente sofreram competição por luz e água com a vegetação natural remanescente às margens da faixa de plantio e também com a rebrota do cerradão dentro das linhas, o que ocasionou um crescimento muito lento e baixa sobrevivência das árvores plantadas.

Melo et al. (2004) testaram cinco espécies arbóreas nativas para plantio em área de cerradão, comparando-as com *Pinus caribaea* var. *caribaea*. Os autores recomendaram a utilização da espécie exótica em locais que se deseje o eficaz recobrimento do terreno, devido aos bons resultados de crescimento em DAP, em altura e diâmetro de copa. Já para plantios para pronto restabelecimento da diversidade vegetal, as espécies *Anadenanthera falcata* e *Copaifera langsdorffii* teriam prioridade de utilização.

¹ WEAVER, P. L. Enrichment planting in tropical America. In: FIGUEROA COLÓN, J. C.; WADSWORTH, F. H.; BRANHAM, S. (ed.). **Management of the forests of Tropical America**: prospects and technologies. Rio Piedras: Inst. Trop. For., USDA, Forest Service and Univ. Puerto Rico, p. 258-278, 1987.

² WEAVER, P. L. Secondary forest management. In: PARROTTA, J. A.; KANASHIRO, M. (ed.). **Management and rehabilitation of degraded lands and secondary forests in Amazonia**. Proceedings of an international symposium, Santarém, Pará, Brazil. Rio Piedras and Paris: International Institute of Tropical Forestry, USDA, Forest Service and UNESCO, Man and the biosphere program, p. 117-128, 1993.

2.5. DESCRIÇÃO DAS ESPÉCIES

2.5.1. *Aspidosperma olivaceum* M. Arg.

Aspidosperma olivaceum é uma espécie classificada como secundária inicial no estágio sucessional (ALMEIDA et al., 2007). Segundo Lorenzi (2002) esta é uma espécie heliófita (necessita de muita luminosidade durante a fase inicial de crescimento) e é característica da floresta pluvial da encosta atlântica, mas ocorre também, em menor frequência, na floresta semidecídua de altitude. Paula et al. (1996) a consideraram como espécie amazônica, mas que também foi encontrada em matas ripárias no Centro-Oeste.

Sua madeira é utilizada na construção civil, para construção de vigas, caibros, ripas, tacos para assoalhos, confecção de peças torneadas, formas para calçados, cabos de ferramentas e também como dormentes, moirões, dentre outros usos (LORENZI, 2002).

2.5.2. *Calophyllum brasiliense* Camb.

Calophyllum brasiliense é uma espécie de ampla distribuição ocorrendo desde a Região Amazônica até o norte de Santa Catarina, principalmente na floresta pluvial atlântica. É uma planta heliófita, característica de solos úmidos e brejosos e possui ampla dispersão, apesar de descontínua (LORENZI, 2002).

Segundo Navarro (2007) esta espécie tem ampla distribuição tropical e vem sendo plantada comercialmente em diversos países da América Latina devido aos bons resultados de crescimento.

Sua madeira é própria para confecção de canoas, mastros de navios e vigas. É também utilizada na construção civil para obras internas, assoalhos, carpintaria e marcenaria, e foi considerada a primeira madeira de lei do país (LORENZI, 2002).

2.5.3. *Copaifera langsdorffii* Desf.

Segundo Lorenzi (2002) *Copaifera langsdorffii* pode ser caracterizada como decídua ou semidecídua, heliófila. É característica das formações de transição do Cerrado

para a Floresta Latifoliada Semidecídua. Segundo Ferreira et al. (2007) a espécie é caracterizada como climática tolerante à sombra, característica de formações maduras.

De acordo com Silva Júnior (2005) a espécie ocorre no cerrado *sensu stricto*, nas matas de galeria, matas secas e cerradões, mas são encontradas populações médias menores que uma árvore por hectare em cerrado *sensu stricto* do DF.

Sua madeira é indicada para a construção civil, como vigas, caibros, ripas, batente de portas e janelas, para a confecção de móveis e peças torneados, como cabos de ferramentas e de vassouras, para carrocerias, tábuas para assoalhos, lambris, dentre outros usos. Além disso, a espécie fornece o óleo da copaíba, bastante utilizado como fármaco (LORENZI, 2002).

2.5.4. *Cordia* sp. L.

Cordia é um dos gêneros mais importantes da família Boraginaceae, com cerca de 250 espécies. Entre as espécies de *Cordia* existentes na América Central e do Sul, e que são produtoras de madeira de alta qualidade, destacam-se *C. alliodora*, *C. goeldiana* e *C. trichotoma* (CARVALHO, 1988).

Nas Regiões Sul, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil, este é um dos gêneros de espécies nativas mais promissores para plantio. As espécies apresentam uma série de aspectos favoráveis, como rápido crescimento, boa forma, madeira de excelente qualidade, frutificação abundante, regeneração natural vigorosa e facilidade de produção de mudas (CARVALHO, 1988).

A madeira das diferentes espécies do gênero é utilizada principalmente para a confecção de móveis, para utilização interna, marcenaria e carpintaria e a árvore possui potencial paisagístico, por apresentar qualidades ornamentais (LORENZI, 2002).

2.5.5. *Cryptocarya aschersoniana* Mez

Cryptocarya aschersoniana é uma espécie perenifólia, heliófila, amplamente dispersa na mata pluvial atlântica e nos sub-bosques de pinhais. É encontrada freqüentemente ao longo de rios e planícies aluviais em solos úmidos (LORENZI, 2002).

A madeira pode ser utilizada para acabamentos internos, laminados, caixotaria, molduras, vigamentos, moirões, forros e ripas, dentre outros usos. Por seus frutos serem consumidos por várias espécies de animais, a espécie é apreciada para utilização em reflorestamentos (LORENZI, 2002).

2.5.6. *Dalbergia nigra* Fr. Allem.

Dalbergia nigra é uma espécie decídua, heliófila e característica da floresta pluvial da encosta atlântica. É encontrada tanto no interior da mata primária densa como nas formações secundárias e apresenta caráter pioneiro (LORENZI, 2002).

Sua madeira é própria para mobiliário de luxo e seu emprego na construção de pianos é conhecido mundialmente. É utilizada também na construção civil, como lambris, molduras, portas, rodapés, revestimento de móveis, dentre outros usos (LORENZI, 2002).

2.6. INTERAÇÃO SOLO-PLANTA

A relação de causa e consequência entre o solo e a vegetação é esperada por serem variáveis intimamente relacionadas. No entanto é sempre um desafio reconhecer os efeitos de um sobre o outro (RUGGIERO; PIVELLO, 2005).

O solo como um meio para o crescimento das plantas fornece o ambiente (nutrientes, ar e água) para a germinação e emergência de plântulas e para o desenvolvimento e funcionamento do seu sistema radicular. A captação de nutrientes do solo pela planta é limitada por uma carência ou por um excesso de água, por uma deficiência de oxigênio, ou pela inadequada proliferação de raízes que impede o crescimento da raiz principal. Com o decréscimo na aeração, a absorção normal de

nutrientes e água pela planta é afetada, assim como a atividade microbológica (BAVER et al., 1972).

Ruggiero e Pivello (2005) observaram que na profundidade de 0 a 5 cm em solo de Cerrado na região de São Paulo, a porcentagem de argila foi a variável que apresentou a maior importância na distinção entre as fisionomias florestais e savânicas, seguida pela quantidade de nutrientes no solo. No entanto, essa tendência não foi observada nas profundidades seguintes. As autoras concluíram que a relação entre fitofisionomias e classes de solo foi mais forte na superfície, deixando de ser significativa a partir de 40 cm.

Brown e Scott (1984)³ apud Timm et al. (2000) afirmaram que as condições que determinam o crescimento das raízes e sua forma de distribuição encontram-se nas características e propriedades do solo na zona radicular, como a densidade e a porosidade do solo, o movimento de água, os nutrientes, o pH e a presença de elementos tóxicos, dentre outros.

A relação da densidade real de um solo com as plantas pode ser considerada como indireta, pois os valores de densidade encontrados estão ligados à presença de certos componentes minerais ou orgânicos, os quais podem influenciar mais diretamente no comportamento das plantas (KIEHL, 1979).

2.6.1. Parâmetros físicos do solo

a) Granulometria de solos

O conhecimento da textura do solo é essencial nos estudos de classificação, morfologia e gênese (JORGE, 1985). A textura do solo diz respeito ao tamanho das partículas minerais. Refere-se, especificamente às proporções relativas dos diversos grupos (frações granulométricas) por tamanho, num determinado solo. Ou seja, a estrutura é o arranjo das partículas dentro das frações granulométricas ou agregados. (BUCKMAN; BRADY, 1976).

³ BROWN, D.A.; SCOTT, H. D. Dependence of crop growth and yield on root development and activity. In: BARBER, S.A.; BOULDIN, D.R. (ed.) **Roots and water influx, and plant growth**. Madison: Soil Science Society of America, p.101-136, 1984.

A análise granulométrica é a determinação das dimensões das partículas do solo e das proporções relativas em que elas se encontram e é representada, graficamente, pela curva granulométrica (CAPUTO, 1988). Segundo Jorge (1985) a análise granulométrica tem como finalidade quantificar a distribuição do tamanho de partículas numa amostra de solo determinando sua textura.

Para solos, cuja textura possui certa porcentagem de fração fina, não basta a granulometria para caracterizá-los, pois suas propriedades plásticas dependem do teor de umidade, além da forma das partículas e da sua composição química e mineralógica (CAPUTO, 1988).

b) Plasticidade dos solos

A fronteira convencional entre o estado líquido e o estado plástico dos solos foi chamada por Atterberg de limite de liquidez (LL) e sua obtenção foi padronizada por Casagrande (BUENO; VILAR, 1980).

A plasticidade consiste na maior ou menor capacidade dos solos serem moldados, sob certas condições de umidade, sem variação de volume. Esta é uma das propriedades mais importantes das argilas (CAPUTO, 1988). O teor de umidade que determina a fronteira entre o estado plástico e o estado semi-sólido é chamado de limite de plasticidade, ou LP (BUENO; VILAR, 1980), conforme observado na Figura 2.1., adaptada de Caputo (1988).

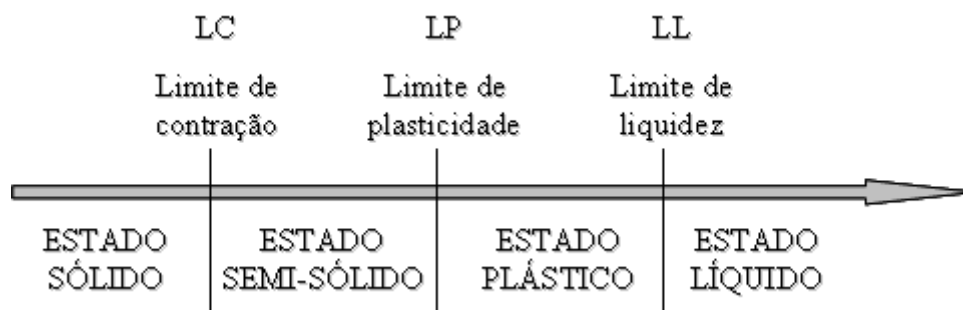


Figura 2.1. Estados de consistência dos solos com o aumento da umidade.

O índice de plasticidade (IP) é definido como a diferença entre o limite de liquidez e o de plasticidade. Tal índice mede a plasticidade do solo, e fisicamente representa a

quantidade de água que seria necessária acrescentar ao solo, para que este passe do estado plástico ao líquido (BUENO; VILAR, 1980).

O índice de plasticidade define a zona em que o terreno se acha no estado plástico e, por ser máximo para as argilas e mínimo para as areias, fornece um critério para se avaliar o caráter argiloso de um solo; assim, quanto maior o IP, mais plástico será o solo (CAPUTO, 1988).

Segundo Caputo (1988), uma pequena porcentagem de matéria orgânica eleva o valor do LP, sem elevar simultaneamente o do LL. Tais solos apresentam, pois, baixos valores de IP. Sabe-se, ainda, que as argilas são mais compressíveis quanto maior for o valor do IP.

c) Densidade ou massa específica dos solos

O peso do solo pode ser expresso em termos de densidade das partículas sólidas que o compõem (BUCKMAN; BRADY, 1976). A densidade real é a relação existente entre a massa de uma amostra de solo e o volume ocupado pelas suas partículas sólidas. Ela também é designada como densidade das partículas, peso do volume de sólidos, massa específica real e peso específico real (KIEHL, 1979).

A densidade real varia dentro de limites muito próximos, entre 2,4 a 2,9 g/cm³. Os solos desenvolvidos a partir de rochas ricas em minerais pesados atingem valores elevados e os que se desenvolveram a partir de arenitos apresentam valores mais baixos (JORGE, 1985).

Buckman e Brady (1976) mencionaram que os solos de superfície possuem geralmente densidades de partícula mais baixas que os subsolos, já que a matéria orgânica pesa muito menos que um mesmo volume de sólidos minerais.

Embora se observem diferenças consideráveis na densidade dos solos minerais específicos (BUCKMAN; BRADY, 1976) esta é invariável, independentemente da estrutura ou da compactação do solo (JORGE, 1985).

d) Compactação dos solos

O entendimento do comportamento dos solos, quando submetidos ao processo de compactação é de grande importância, principalmente para aspectos relacionados ao manejo (DIAS JÚNIOR; MIRANDA, 2000).

Segundo Bueno e Vilar (1980) a compactação é entendida como uma ação mecânica por meio da qual se impõe ao solo uma redução de seu índice de vazios. Ela se refere ao comportamento dinâmico de alterar a densidade de um solo, tornando-o compactado (FENNER, 2008).

A compactação visa transformar o solo natural em um material mais denso (aumento do seu peso específico). Como consequência, geralmente ocorre aumento da resistência ao cisalhamento, redução na compressibilidade, redução na permeabilidade, aumento da resistência à erosão (TRINDADE et al., 2008) e melhora na absorção de água, fazendo com que o solo se torne mais estável (CAPUTO, 1988).

Trindade et al. (2008) citaram que os principais fatores que influem no processo de compactação de um solo são o tipo de material, a natureza do esforço de compactação, a energia de compactação aplicada, a umidade da compactação e a espessura da camada a ser compactada.

A energia necessária para compactar o solo pode ser obtida de diversas fontes, como do impacto da chuva, do crescimento das raízes da planta, do tráfego de homens e animais, do peso da vegetação e até do próprio solo. Entretanto, as principais forças causadoras da compactação em solos florestais originam-se das máquinas utilizadas nas atividades de silvicultura e colheita da madeira (SEIXAS, 1999).

O peso do veículo, agindo sobre a superfície do solo, dá origem a uma força externa que causa uma reorganização das suas partículas, que passam a ocupar menor volume, características do fenômeno de compactação (JORGE, 1985).

Segundo Seixas (1999) a compactação do solo devido ao tráfego de máquinas e equipamentos florestais é influenciada por variáveis como: umidade e tipo de solo, pressão

de contato das máquinas, frequência de tráfego, presença de cobertura orgânica no solo, etc.

Alguns dos efeitos relacionados ao tráfego de máquinas podem ser citados: aumento nas taxas de erosão do solo, aumento na taxa de mortalidade de mudas após o plantio, qualidade e quantidade inferior da brotação, aumento da mortalidade das cepas, diminuição da produtividade e aumento nos custos de preparo do solo (FENNER, 2008).

Os ensaios de compactação encontram-se padronizados pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), por meio da norma técnica NBR 7.182/86 com a denominação “Solo – Ensaio de Compactação”, e pelo DNIT (Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes), através do método de ensaio DNER-ME 129/94 sob a designação “Solos – Compactação Utilizando Amostras Não Trabalhadas” (TRINDADE et al., 2008).

Para cada solo pode-se associar um conjunto de curvas de compactação relativas a diferentes níveis de energia e tipos de equipamentos utilizados. No Brasil, geralmente se adota a curva de compactação obtida no ensaio Proctor normal, realizado em laboratório, como base para a definição de parâmetros de execução e controle de compactação de solos no campo (TRINDADE et al., 2008).

Trindade et al. (2008) mencionaram que ao se aplicar certa energia de compactação a um solo (número de passadas de determinado equipamento no campo ou número de golpes de um soquete sobre o solo em um molde em laboratório), há uma relação entre seu peso específico seco e sua umidade. Essa relação pode ser apresentada na forma de uma curva de compactação do solo, como mostrado na Figura 2.2.

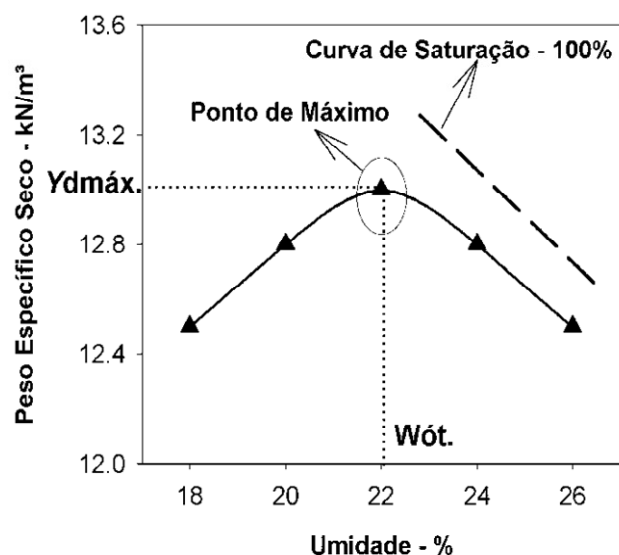


Figura 2.2. Curva de compactação de um solo.

A partir da Figura 2.2, observa-se um ramo ascendente, denominado de ramo seco, e um descendente, chamado de ramo úmido. Observa-se também que, para uma mesma energia aplicada, há certa umidade, denominada umidade ótima (W_{ot}), que conduz a outro parâmetro característico da curva de compactação, a peso específico aparente seco máximo ($\gamma_{dm\acute{a}x}$) (TRINDADE et al., 2008).

No ramo seco da curva, com baixo teor de umidade do solo, a água de seus vazios está sob o efeito capilar. As tensões de capilaridade tendem a aglutinar o solo mediante a coesão aparente entre suas partículas constituintes. Isto impede a sua desintegração e o movimento relativo de suas partículas para um novo rearranjo. Este efeito é reduzido à medida que se adiciona água ao solo, uma vez que ela destrói os benefícios da capilaridade, tornando este rearranjo de partículas mais fácil. No ramo úmido da curva, em que o teor de água é elevado, esta, em forma de água livre, absorve parte considerável da energia de compactação aplicada. Como a água é incompressível, parte desta energia é dissipada (BUENO; VILAR, 1980).

Caputo (1988) mencionou que como não é possível expulsar todo o ar existente nos vazios do solo, a curva de compactação não poderá nunca alcançar a curva de saturação, justificando-se, assim, a partir de $\gamma_{dm\acute{a}x}$, o ramo descendente.

As curvas de compactação de materiais granulares bem graduados possuem um máximo bem caracterizado e apresentam maior massa específica máxima e menor teor

ótimo de umidade do que os solos de granulometria uniforme ou argilosos, nos quais a curva não possui um máximo bem definido (BUENO; VILAR, 1980).

Pelo ensaio de Proctor conclui-se que há uma umidade ótima para compactar o solo, para cada energia de compactação (peso do rolo compressor e nº de passadas por camadas). A essa umidade corresponderá uma densidade máxima do solo atingida pela sua compactação (VARGAS, s/d).

2.6.2. Resistência à penetração

A resistência à penetração do solo pode ser medida pelo penetrômetro, que pode ser de impacto ou estático. No primeiro, mede-se a penetração através do número de impactos causados pela queda de um peso de curso constante. No segundo mede-se a penetração pelo esforço de kg/cm² utilizado para introduzi-lo ao solo, em que na extremidade superior há um dinamômetro para se proceder a leitura ou registrá-la em um gráfico - penetrógrafo (JORGE, 1985).

O penetrômetro estático foi desenvolvido para medir a resistência estática ou de ruptura, quando se aplica uma força ligeiramente superior à do meio, causando uma penetração em equilíbrio quase estático, correspondente a uma velocidade de penetração tendendo a zero (STOLF, 1991). O seu custo elevado devido ao dinamômetro e a dificuldade do operador forçar a penetração da haste de modo contínuo em certos solos compactados trazem algumas desvantagens quanto ao seu uso (JORGE, 1985).

Em contrapartida, o penetrômetro de impacto apresenta baixo custo e pode ser usado em solos de alta resistência (com baixa umidade e altos teores de argilas) e solos pedregosos (VAZ et al., 2002).

Stolf (1991) comparou o penetrômetro de impacto com um penetrômetro estático com mola dinamométrica e verificou que em solo argiloso, o penetrômetro de impacto apresentou valores superiores ao penetrômetro estático.

Beutler et al. (2007) comparando penetrômetros na avaliação da compactação de latossolos em São Paulo, concluíram que o penetrômetro de impacto determinou valores

superiores de resistência à penetração em solos compactados, porém o penetrômetro de anel dinamométrico também foi eficiente na caracterização da compactação. Segundo os autores ambos apresentaram altas correlações entre si, ou seja, com o aumento da compactação do solo, esses determinaram maiores valores.

O índice de cone é definido como a força necessária para empurrar o penetrômetro através de um incremento do solo dividido pela área transversal projetada pela ponta do penetrômetro. Tal índice varia diretamente com a densidade aparente e inversamente com a umidade do solo (JORGE, 1985). De acordo com Vaz et al. (2002) é importante que a umidade do solo seja medida, para posterior normalização dos dados de resistência, uma vez que esta diferença de umidade pode causar variações da resistência à penetração da ordem de 5 MPa.

Os resultados das avaliações com penetrômetros normalmente são expressos em kgf/cm que, quando mostrados em gráficos, dão uma idéia da intensidade da resistência do solo nas diferentes profundidades, ajudando a identificar camadas de solo revolvidas ou compactadas pelos diferentes sistemas de manejo do solo e de cultivo (TORRES; SARAIVA, 1999).

Embora o cone do penetrômetro seja, no geral, cerca de 50 vezes maior e penetre 25000 vezes mais rápido que a ponta da raiz das plantas, este equipamento serve de índice útil para avaliar a resistência do solo à penetração. Estas diferenças são mais acentuadas num solo argiloso, que possui maior coesão do que os solos arenosos (JORGE, 1985). Sabe-se também que os penetrômetros requerem mais força para penetrarem no solo, comparativamente às raízes (TORRES; SARAIVA, 1999).

Oliveira et al. (2007) avaliando a resistência do solo à penetração em áreas experimentais em Goiânia (GO) concluíram que a área sob mata ofereceu a menor resistência à penetração quando comparada a outros tratamentos incluindo áreas de pivô central e de touceiras de capim.

2.6.3. Influência da compactação do solo no crescimento das plantas

A compactação do solo determina, de certa maneira, as relações entre ar, água e temperatura, e estas influenciam a germinação, a brotação e a emergência das plantas, o crescimento radicular e, praticamente, todas as fases de seu desenvolvimento (CAMARGO; ALLEONI, 2006b).

De acordo com Fenner (2008) são poucos os estudos sobre compactação do solo decorrente do crescimento das raízes ou do peso das árvores. Para Seixas (1999), a compactação do solo afeta mais o crescimento volumétrico do tronco das árvores do que seu crescimento em altura.

Segundo Camargo e Alleoni (2006b) o tráfego de máquinas e implementos provoca alterações no arranjo das partículas do solo, o que diminui, geralmente, o volume ocupado por determinada massa de terra e o tamanho dos poros do solo que permitem livre circulação de ar e água, os macroporos. Como consequência, a aeração, temperatura e resistência mecânica à penetração do solo são modificados, afetando também a disponibilidade dos nutrientes para as plantas, as condições do solo para desenvolvimento de microrganismos e a região ocupada pelas raízes, a rizosfera.

A distribuição das raízes no perfil do solo se dá em função da profundidade e da espessura das camadas de solo compactadas e da resistência mecânica das raízes nestas camadas. As raízes mecânicas impedidas são mais curtas, mais finas e mais irregulares do que aquelas que se desenvolvem sob condições de baixa resistência do solo (BENNIE, 1991).

Pelo fato da compactação aumentar a resistência do solo e diminuir o número de macroporos, o comprimento das raízes torna-se reduzido. A taxa de alongamento típica das raízes (seu comprimento) é reduzida exponencialmente com o aumento da resistência do solo (medida pela resistência ao penetrômetro), mas existe um limite de resistência (q_c) a partir do qual a penetração das raízes efetivamente cessa (SEIXAS, 1999).

Jorge (1985) afirmou que pouco se pode fazer para revolver as áreas compactadas após o plantio de culturas agrícolas. O autor mencionou que com o plantio em linhas pode-

se afogar os primeiros 10 cm da camada compactada, mas abaixo desta, permanece uma camada compactada que impede o escoamento natural da água, o que favorece a erosão. Este problema é mais grave nos solos argilosos em comparação com os arenosos.

Com a compactação, a planta expande suas raízes laterais com diâmetros adequados para passar pelos poros, como mecanismo de defesa. Se o obstáculo for imposto às raízes laterais e principal, todo o sistema definhará. Se houver obstáculo apenas à raiz principal, proliferam-se as laterais, formando um sistema radicular muito denso e raso que, em condições de campo, dificilmente sobrevive a um período de seca. Assim, uma planta vivendo em solo com alta resistência sofrerá séria restrição ao crescimento quando o suprimento de água e nutrientes for escasso (CAMARGO; ALLEONI, 2006a)

Jorge (1985) relatou que o crescimento horizontal das raízes é uma das causas do tombamento de plantas herbáceas e mesmo de árvores grandes como o eucalipto, quando o obstáculo ocorre com relação à raiz principal. Também são encontradas plantas com raízes pequenas e bem engrossadas quando a compactação afeta as raízes laterais.

Seixas (1999) relatou, entretanto, que prever os efeitos da compactação do solo no crescimento no campo é um processo difícil devido às interações envolvidas. A maior resistência do solo pode ocasionar um sistema de raízes ocupando menor volume de solo, mas isto não significa necessariamente que o crescimento da planta será menor. O autor citou também que se a disponibilidade de água, ar e nutrientes for suficiente e o comprimento das raízes atender à planta, o seu crescimento não será prejudicado em virtude da restrição de espaço do sistema radicular. Entretanto, segundo o mesmo autor, após a realização de um desbaste, a redução no crescimento de árvores individuais parece ser função da porcentagem da zona de raízes compactada, dos danos causados a elas e da intensidade da compactação.

As relações entre o tráfego, os danos ao solo e os conseqüentes efeitos sobre a vegetação e o desenvolvimento das florestas nem sempre são evidentes. De modo geral, não é possível prever a reação do solo em decorrência do tráfego e nem as conseqüências dessa reação para as plantas (FENNER, 2008).

Como as propriedades dos solos brasileiros diante do tráfego de maquinários ainda são pouco conhecidas, e como não se sabe a reação das espécies florestais, ao longo do tempo, sobre solos compactados, Fenner (2008) recomendou que fossem intensificados os estudos relacionando o tráfego, as deformações físicas do solo e os efeitos sobre o crescimento das árvores. Esse conhecimento é importante para que medidas de prevenção ou correção da compactação possam ser adotadas com eficácia e economia, com o objetivo final de manutenção da sustentabilidade florestal (SEIXAS, 1999).

3. MATERIAL E MÉTODOS

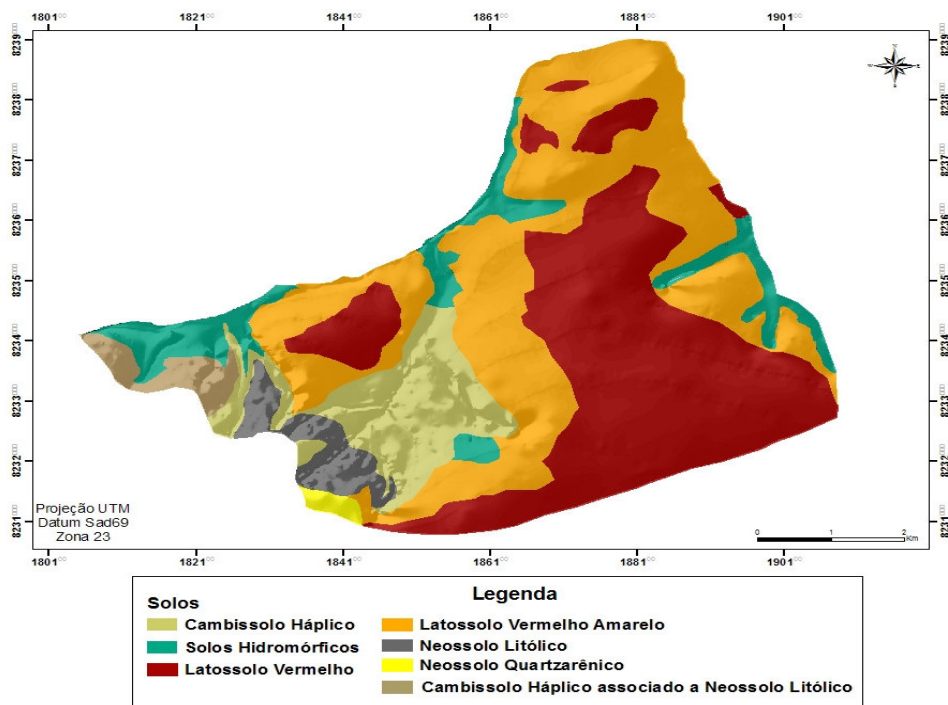
3.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O experimento foi conduzido em uma área de cerrado *sensu stricto* localizada na Fazenda Água Limpa (FAL), que é uma estação experimental da Universidade de Brasília e que está localizada entre as coordenadas 15°56' - 15°59' Sul e 47°55' - 47°58' WGr, a 1.100 m de altitude, no Distrito Federal.

A FAL faz parte da Área de Proteção Ambiental - APA das Bacias do Gama e Cabeça do Veado e tem, no seu interior, a Área de Relevante Interesse Ecológico – ARIE Capetinga/Taquara, também denominada Estação Ecológica da Universidade de Brasília. Pertence à área Núcleo da Biosfera do Cerrado e limita-se ao norte com o Ribeirão do Gama e o Núcleo Rural da Vargem Bonita, ao sul com a BR 251, que liga Brasília a Unai/MG, ao leste com o Córrego Taquara e o IBGE, e ao oeste com a estrada de ferro e o Country Club de Brasília.

O clima da região é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, com temperatura máxima de 28,5 °C e mínima de 12 °C. A umidade relativa do ar entre maio e setembro fica abaixo de 70 %, com mínima ocorrendo em agosto, e média de 47%, podendo cair para 15% nos períodos mais secos. A precipitação média anual é de 1.600 mm, com pronunciada estação seca de junho a setembro.

Na Figura 3.1 encontram-se os solos típicos da Fazenda Água Limpa. O solo predominante na área de estudo é o Latossolo Vermelho Amarelo, pobre em nutrientes e com alto teor de alumínio.



Fonte: Lacerda et al. (2007).

Figura 3.1. Mapa de solos da Fazenda Água Limpa - UnB.

A vegetação predominante na FAL é o cerrado *sensu stricto*, que ocupa 1480 ha, mas existem, também, áreas cobertas por diversas fitofisionomias variando desde campo limpo até matas de galeria.

3.2. CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi instalado em 1988 e constitui-se de três blocos, distribuídos casualmente na área, de 41.472 m² cada (192 x 216 m), conforme a Figura 3.2. Os blocos foram subdivididos em seis faixas de 6.912 m² (32 x 216 m), que foram subdivididas posteriormente em três sub-faixas de 2.304 m² (32 x 72 m).

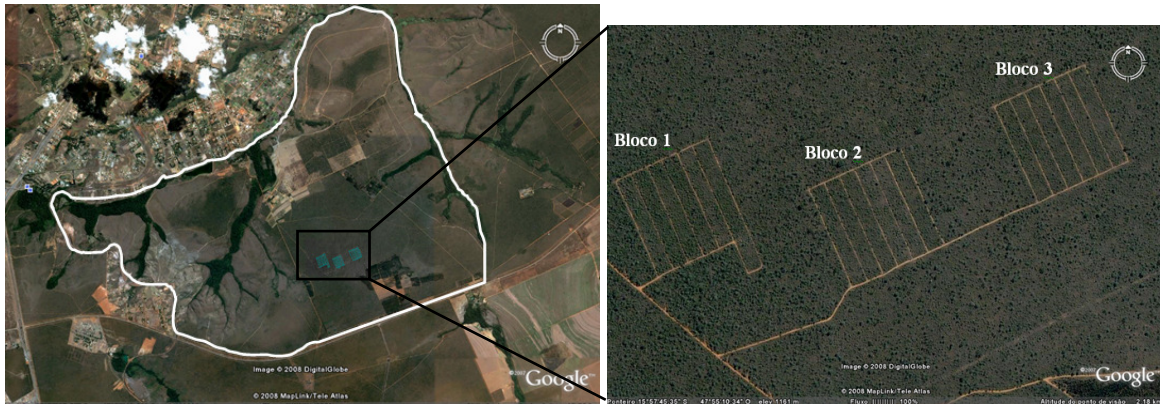
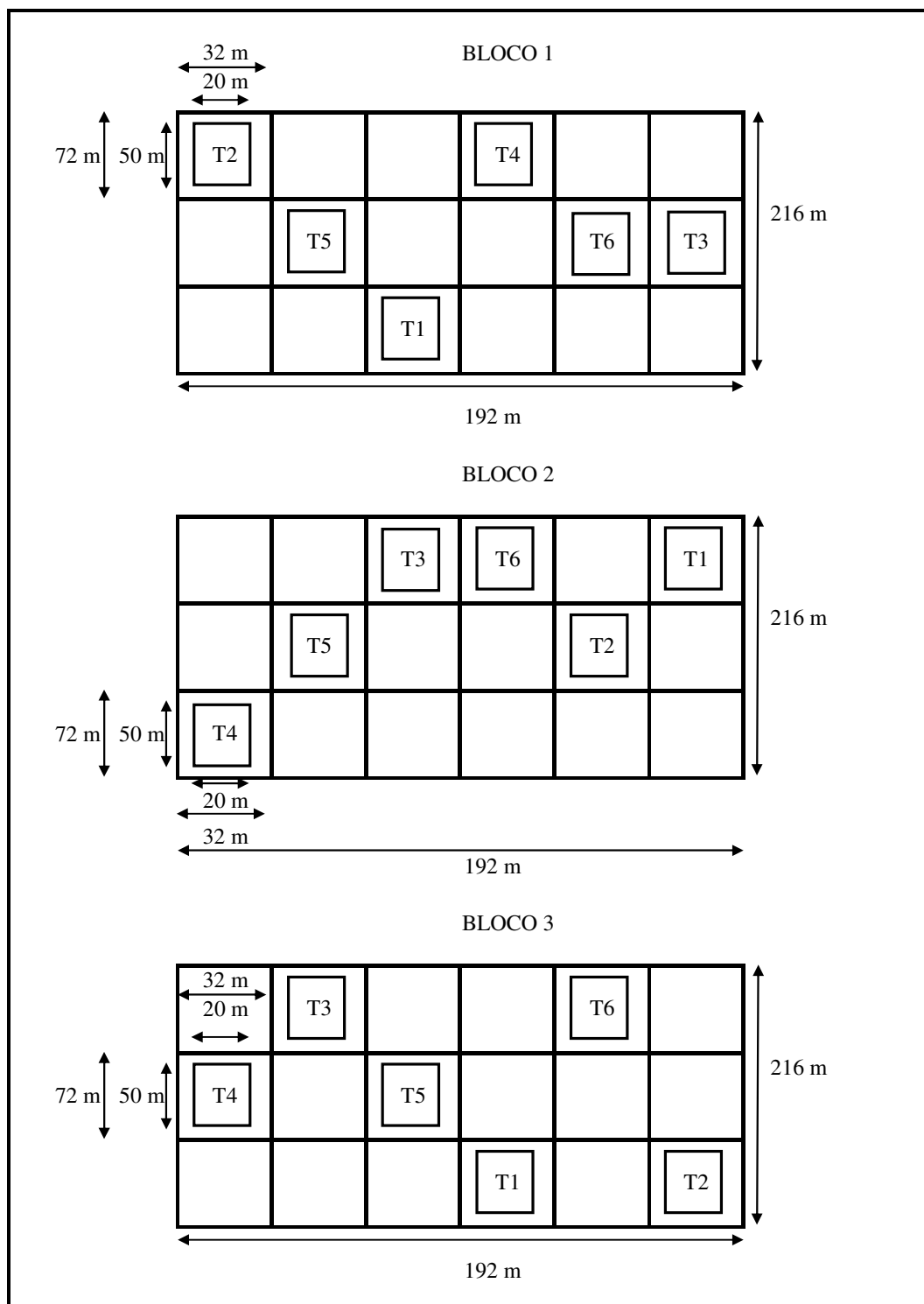


Figura 3.2. Mapa com a localização dos blocos submetidos às intervenções na FAL/UnB.

Ainda em 1988, cada bloco foi submetido a seis diferentes tratamentos, aplicados casualmente em cada uma das seis faixas de 32 x 216 m, pertencentes a cada bloco (Figura 3.3).



- T1 – Tratamento 1 – Desmatamento com lâmina e retirada da lenha;
T2 – Tratamento 2 – Desmatamento com lâmina, retirada da lenha e duas gradagens;
T3 – Tratamento 3 – Desmatamento com lâmina, retirada da lenha e fogo;
T4 – Tratamento 4 – Corte com motosserra e retirada da lenha;
T5 – Tratamento 5 – Corte com motosserra, retirada da lenha e fogo; e
T6 – Tratamento 6 – Corte com motosserra, retirada da lenha, fogo, destoca com lâmina e duas gradagens.

Figura 3.3. Delineamento do experimento.

O plantio de enriquecimento foi realizado no primeiro trimestre de 1990, sendo utilizadas seis espécies: *Dalbergia nigra* Fr. Allem. (jacarandá); *Calophyllum brasiliensis* Camb. (landim); *Copaifera langsdorffii* Desf. (copaíba); *Cordia* sp. L. (freijó); *Cryptocarya aschersoniana* Mez (louro precioso); e *Aspidosperma olivaceum* M. Arg. (guatambu). Foram plantados em média 68 indivíduos por parcela de 20 x 50 m, totalizando 1224 indivíduos nas dezoito parcelas.

3.3. SISTEMA DE AMOSTRAGEM

O estudo foi realizado em dezoito parcelas de 0,1 ha (20 x 50 m), utilizando-se do delineamento estatístico em blocos casualizados. A unidade amostral para avaliar cada um dos seis tratamentos foi de 3000 m².

Para tanto, em 2008, foram demarcadas parcelas de 20 x 50 m no centro de cada uma das dezoito sub-faixas de 32 x 72 m do estudo. Estas parcelas foram subdivididas em dez subparcelas de 10 x 10 m para melhor controle local. Todos os indivíduos com diâmetro tomado a 0,30 m acima do nível do solo igual ou superior a 5 cm, foram botanicamente identificados, etiquetados com plaquetas de alumínio e seus diâmetros e alturas registrados.

3.4. AMOSTRAGEM, CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO SOLO

3.4.1. Amostragem e coleta de amostras de solo

Para a coleta de solo foi utilizado um trado do tipo holandês, de 2" em aço inox, conforme ilustrado na Figura 3.4. Foram coletadas amostras compostas de solo em duas profundidades: 0-20 cm e 20-40 cm, em três pontos por parcela, um no início da parcela de 20 x 50 m à esquerda, outro no centro e o terceiro na última sub-parcela à direita, formando uma diagonal em cada parcela de 20 x 50 m, totalizando 54 pontos de coleta nas 18 parcelas.



Figura 3.4. Trado tipo holandês utilizado para coleta das amostras de solo.

Após a coleta das amostras, estas foram acondicionadas em sacos plásticos, que foram hermeticamente fechados e identificados, para posterior utilização nos ensaios de caracterização física.

Tomou-se o cuidado de não coletar solo em pontos com ocorrência de formigueiros ou cupinzeiros, e também em pontos de ocorrência de raízes de árvores. Ressalta-se a presença constante de formigueiros ao longo de toda a área de estudo.

3.4.2. Caracterização física do solo

Após a coleta, as amostras de solo foram secas ao ar por um período mínimo de 48 horas. Em seguida foram destorroadas e passadas na peneira de abertura nominal 4,8 mm. A caracterização física das amostras foi realizada no laboratório de geotecnia da UnB.

As amostras foram separadas por bloco e profundidade (0-20 cm e 20-40 cm) para a caracterização física. Os seguintes procedimentos e determinações foram realizados:

a) Preparação das amostras

As amostras de solo para os ensaios físicos foram preparadas de acordo com a norma NBR 6457: “Preparação de amostras de solo para ensaio normal de compactação e ensaios de caracterização – Método de ensaio” (ABNT, 1986a).

b) Granulometria

A análise granulométrica foi realizada de acordo com a norma NBR 7181: “Solo - Análise Granulométrica – Procedimento” (ABNT, 1984a).

c) Limites de Consistência

A determinação do limite de liquidez e de plasticidade do solo foi determinada de acordo com as normas NBR 6459: “Solo – Determinação do limite de liquidez” (ABNT, 1984b) e NBR 7180: “Solo – Determinação do limite de plasticidade” (ABNT, 1984c).

d) Massa específica dos sólidos

Para a determinação da massa específica dos grãos do solo foi utilizado o método do picnômetro, conforme descrito pela normalização NBR 6508: “Solo – Determinação da massa específica dos grãos” (ABNT, 1984d).

e) Compactação

O ensaio de compactação do solo foi realizado de acordo com a norma NBR 7182: “Solo – Ensaio de Compactação” (ABNT, 1986b).

Para este ensaio, a compactação do primeiro e do último ponto da curva foi processada, respectivamente, em uma umidade pelo menos 5% inferior e 3% superior à umidade ótima prevista para o solo, na energia de compactação referente ao ensaio Proctor Normal, distribuindo-se os outros pontos com variações na umidade da ordem de 3%. Após a compactação de cada corpo-de-prova, foi anotada a sua massa para a determinação

do peso específico aparente seco. Em seguida, os corpos-de-prova foram retirados do molde e, do seu centro, foi extraída uma amostra de solo para a determinação da umidade.

Para a obtenção das curvas de compactação, os valores da densidade do solo (Ds) e da umidade (U), obtidos através do ensaio de Proctor Normal, foram plotados nos eixos das ordenadas e das abscissas, respectivamente. No ponto de inflexão máxima da curva foram determinados os pares de valores ótimos de compactação.

3.4.3. Classificação do solo

Foi realizada em laboratório a identificação e descrição expedita (visual-táctil) de solos, denominada como metodologia MCT – Miniatura Compactada Tropical, proposta por Nogami e Villibor (1994). Nesta metodologia o solo pode ser classificado como laterítico e não laterítico (saprolítico), além da classificação quanto à plasticidade, se não plástico, pouco ou muito plástico e plástico.

Esta metodologia consiste em espatular uma quantidade de amostra de solo adicionando água destilada até homogeneização. Após homogeneização são moldados três anéis por amostra com a pasta obtida e estes são mantidos em posição vertical secos à sombra por no mínimo 12 horas. Decorrido este período, toma-se as medidas de cada anel e da amostra de solo dentro dos anéis, para se fazer a média da contração do solo. Após isso, os anéis com o solo são colocados em uma placa com água e coberta por papel filtro e é marcado o tempo levado para que a amostra esteja completamente saturada. Após 2 horas é utilizado um mini penetrômetro para avaliar a penetração da amostra de solo.

Paralelo à moldagem dos anéis, foram confeccionadas três pequenas bolas com a pasta de solo após espatulação. Estas foram pesadas em balança digital, com precisão de 0,01g, sendo que cada bola deveria pesar entre 10 e 12 g. Estas foram secas ao ar pelo mesmo período que as amostras nos anéis e após a secagem foram realizados testes tácteis para avaliar a resistência do solo. Na Figura 3.5 são ilustrados os procedimentos realizados.

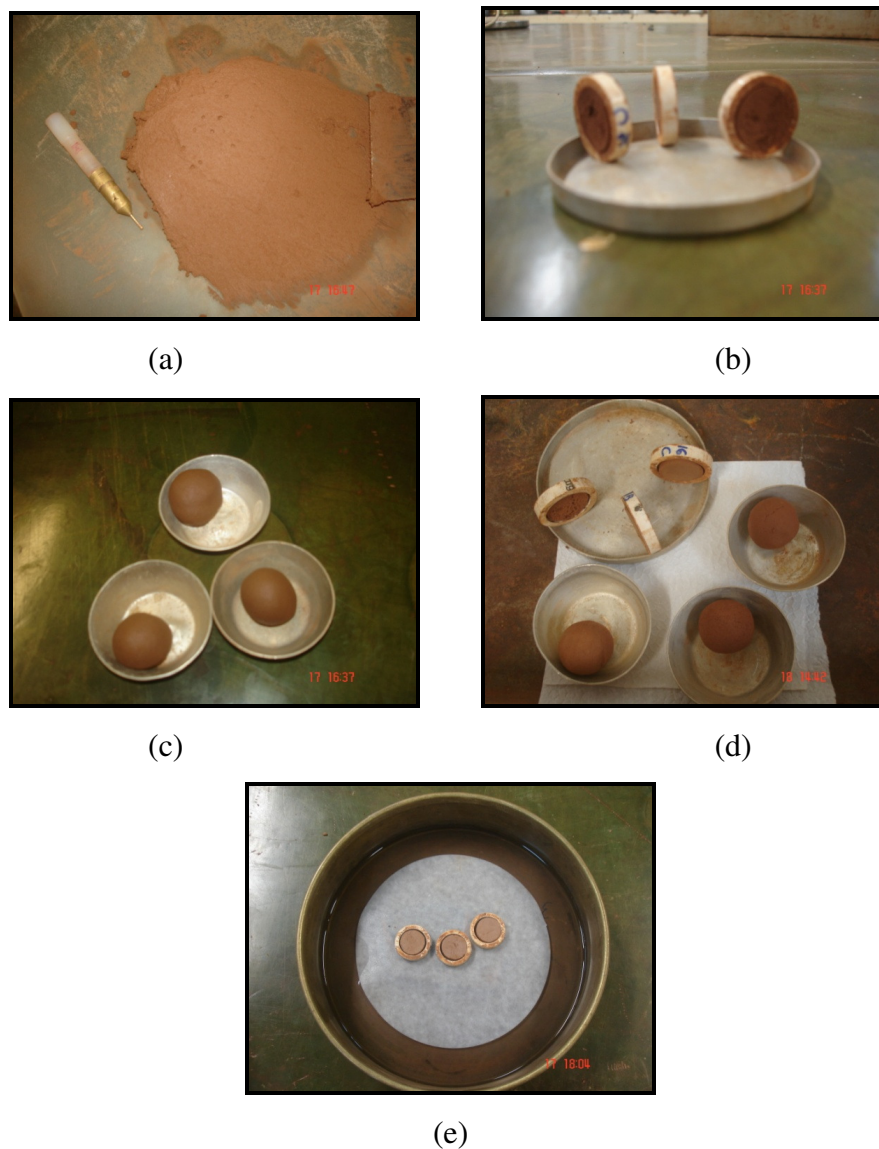
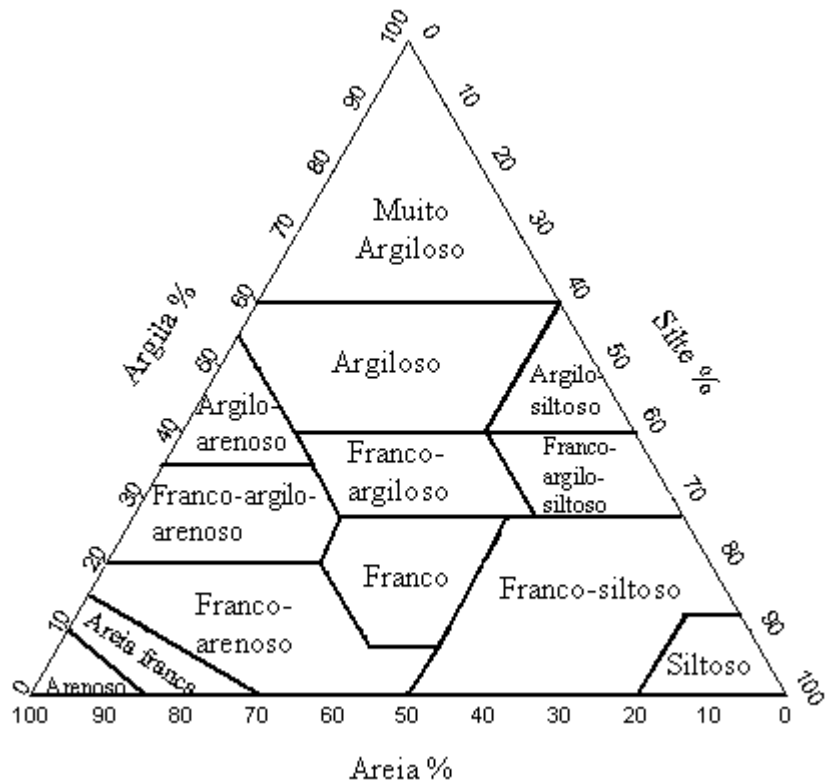


Figura 3.5. Etapas utilizadas na metodologia de classificação MCT. (a) amostra espatulada e o mini penetrômetro; (b) anéis de PVC com solo; (c) bolas entre 10 e 12 gramas; (d) secagem ao ar dos anéis e das bolas; e (e) saturação das amostras nos anéis.

O solo também foi classificado pelo método do triângulo textural proposto por Lemos e Silva (1996) (Figura 3.6), onde foi possível traçar as perpendiculares no triângulo, de acordo com a porcentagem obtida na análise granulométrica.



Fonte: Adaptado de Lemos e Santos (1996).

Figura 3.6. Triângulo textural para classificação de solos.

3.5. RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO

Para determinação da resistência do solo à penetração foi utilizado um penetrômetro de impacto, modelo IAA/Planalsucar, em que a massa de impacto de quatro quilos sofreu uma queda livre de 19,6 cm (Figura 3.7).

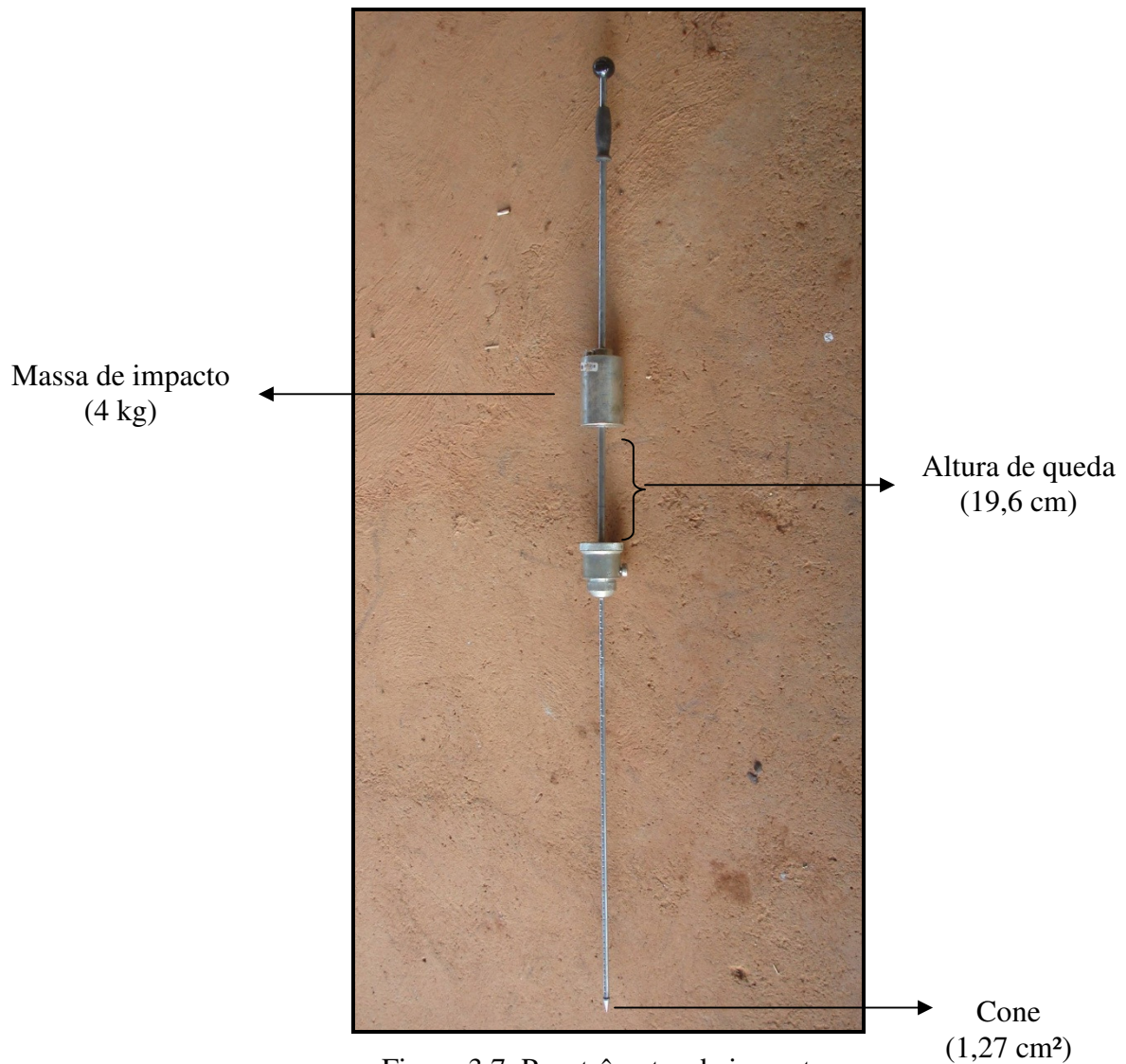


Figura 3.7. Penetrômetro de impacto.

Foram determinados valores em 180 pontos (10 pontos por parcela que sofreu distúrbios por desmatamento e enriquecimento) e analisados para as profundidades de 0 a 40 cm, fazendo-se as anotações a cada 5 cm.

Os resultados obtidos em impactos.dm^{-1} foram convertidos para resistência do solo à penetração, por meio da equação abaixo proposta por Stolf (1991), modificada para a altura de queda de 19,6 cm e área da ponteira de $1,27 \text{ cm}^2$:

$$RP(\text{kgf.cm}^{-2}) = 5,67 + 3,43N(\text{impactos.dm}^{-1})$$

em que,

RP = resistência do solo à penetração em kgf.cm^{-2} ;

N = número de impactos necessários para atingir 10 centímetros de profundidade no solo.

Os valores de RP em kgf.cm^{-2} foram convertidos para MPa, multiplicando-se o resultado obtido na equação de Stolf (1991) modificada pela constante 0,098. A partir dos valores médios para cada profundidade, foram traçadas as curvas de resistência à penetração do solo, utilizando-se o software Microsoft Excel 2003.

3.6. ANÁLISE DOS DADOS

3.6.1. Parâmetros florísticos e fitossociológicos

Os dados da vegetação, composição florística, estrutura da comunidade e espécies raras foram analisados com o uso do software Microsoft Excel 2003. Para a análise de similaridade florística entre os tratamentos foi utilizado o programa MVSP Versão 3.1.

Todos os dados foram processados e analisados separadamente por tratamento, para posterior comparação entre os mesmos. Também foi produzida uma lista de espécies encontradas na área.

A diversidade florística foi calculada pelo índice de Shannon, que se baseia no número de indivíduos por espécie e no número total de indivíduos amostrados.

O Índice de Shannon (H') é dado por:

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

em que,

S = número de espécies;

p_i = proporção de indivíduos ou abundância da i -ésima espécie expressa como uma proporção da cobertura total e é dada por $p_i = \frac{n_i}{N}$;

n_i = número de indivíduos amostrados da i -ésima espécie;

N = número total de indivíduos amostrados;

\ln = logaritmo na base n ($n = 2, 10$ ou e).

Esse índice expressa a riqueza florística de uma amostra ou comunidade e assume que todas as espécies estão representadas na amostra (KENT; COKER, 1992). Segundo Magurran (1988), o índice de Shannon varia de 0 a valores positivos, estando de modo geral entre 1,5 e 3,5, raramente ultrapassando 5,0.

Para representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes foi calculado o Índice de Uniformidade de Pielou (J), dado pela seguinte fórmula:

$$J = \frac{H'}{\ln S}$$

em que,

$\ln S$ = logaritmo natural na base n ($n = 2, 10$ ou e) do número de espécies.

Seu valor apresenta uma amplitude de 0 (uniformidade mínima) a 1 (uniformidade máxima). Assim, quanto maior seu valor, mais homogênea é a distribuição dos indivíduos dentro das espécies amostradas.

A estrutura horizontal da vegetação foi analisada através dos parâmetros fitossociológicos de densidade (ind. ha^{-1}), dominância (área basal $\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$), frequência (porcentagem da ocorrência de uma espécie nas parcelas), e o Índice de Valor de Cobertura (IVC) em porcentagem, conforme utilizado por Rezende (2002). Estes parâmetros revelam informações sobre a distribuição espacial das populações e sua participação no contexto da comunidade.

A densidade refere-se ao número de indivíduos de determinada espécie por unidade de área na comunidade amostrada. Ele é expresso nas formas absoluta e relativa, como se segue:

$$DA_i = \frac{n_i}{A} \quad \text{e} \quad DR_i = \frac{DA_i}{\sum_{i=1}^S DA_i} * 100$$

em que,

DA_i = densidade absoluta para a i -ésima espécie;

A = área amostrada, em hectare;

DR_i = densidade relativa para a i -ésima espécie;

A dominância expressa a área ocupada pelos indivíduos das espécies, a partir de suas áreas basais, estimadas com base no Db:

$$DoA_i = \frac{G_i}{A} \quad \text{e} \quad DoR_i = \frac{DoA_i}{\sum_{i=1}^s DoA_i} * 100$$

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/ha ;

DoR_i = dominância relativa da i -ésima espécie, em %.

A frequência representa como os indivíduos de determinada espécie estão distribuídos na área amostrada:

$$FA_i = \frac{n_i}{N} * 100 \quad \text{e} \quad FR_i = \frac{FA_i}{\sum_{i=1}^s FA_i} * 100$$

em que,

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

n_i = número de unidades amostrais em que a i -ésima espécie ocorre;

FR_i = frequência relativa da i -ésima espécie, em %.

O Índice de Valor de Cobertura (IVC) é dado pela soma dos parâmetros relativos de densidade e dominância por espécie, e informa a importância da espécie em termos de distribuição horizontal:

$$IVC_i = DR + DoR$$

Foram utilizados os índices de Sørensen (índice qualitativo que considera a presença e ausência de espécies) e de Czekanowski (índice quantitativo onde é considerada a abundância das espécies) para avaliar a similaridade florística entre os tratamentos.

O índice de Sørensen (SO) é dado por:

$$SO = \frac{2c}{a+b} \quad 0 \leq SO \leq 1$$

em que,

c = número de espécies comuns;

a = número de espécies na primeira unidade amostral;

b = número de espécies na segunda unidade amostral.

O índice de Czekanowski (SC) é dado por:

$$SC = \frac{2 \sum_{i=1}^S \min(X_i, Y_i)}{\sum_{i=1}^S X_i + \sum_{i=1}^S Y_i} \quad 0 \leq SC \leq 1$$

em que,

X_i e Y_i = abundâncias das espécies i ;

$\sum_{i=1}^S \min(X_i, Y_i)$ = soma das menores abundâncias das espécies i que ocorrem em

ambas as parcelas;

S = número de espécies.

Foi calculada a porcentagem de espécies de baixa densidade em relação ao número total de espécies, ou seja, aquelas em que foi encontrado apenas um indivíduo na comunidade (tratamento) amostrado:

$$ER\% = \frac{n_i}{N} * 100$$

em que,

$ER\%$ = espécies de baixa densidade;

n_i = número de espécies consideradas de baixa densidade;

N = número total de espécies encontradas.

Os indivíduos foram distribuídos em classes de diâmetro segundo a fórmula de Sturges, em cada tratamento. Os intervalos de classe (IC) foram calculados através da seguinte fórmula:

$$IC = \frac{A}{1 + 3,3 \log(n)}$$

em que,

A = amplitude;

n = número de indivíduos amostrados.

3.6.2. Avaliação da produção volumétrica

Foi utilizado o seguinte modelo para a determinação de volume em área de Cerrado, ajustado por Rezende (2002), em uma área adjacente ao presente estudo:

$$Vol = 0,000109.Db^2 + 0,0000451.Db^2 Ht$$

onde,

Vol = volume real em m³;

Db = diâmetro tomado a 0,30 m acima do nível do solo;

HT = altura total em m.

Foi utilizado o programa STATISTICA Versão 8.0 para realizar a análise de variância (ANOVA) e o teste de Duncan para avaliar se houve diferenças estatísticas entre os valores de volume encontrados por tratamento.

3.6.3. Avaliação da resistência do solo à penetração

Para avaliar a resistência do solo à penetração, foi utilizado o programa STATISTICA Versão 8.0 para realizar a análise de variância com os valores médios de resistência do solo transformados em MPa para cada profundidade amostrada, separados por tratamento. Posteriormente, foi efetuado o teste de Tukey para verificar diferenças estatísticas entre os valores de resistência do solo encontrados por tratamento e por bloco.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. FLORÍSTICA

Na Tabela 4.1 encontra-se a lista de espécies lenhosas arbóreas encontradas na área de cerrado *sensu stricto* avaliada, separadas por tratamento.

Tabela 4.1. Espécies lenhosas com Db \geq 5 cm registradas na área de cerrado *sensu stricto* perturbada por desmatamento e enriquecimento.

Espécie	Família	Ocorrência					
		T1	T2	T3	T4	T5	T6
<i>Acosmium dasycarpum</i> (Vogel) Yakovlev	Fabaceae	*		*	*	*	*
<i>Aegiphila lhotzkiana</i> Cham.	Lamiaceae	*	*			*	*
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook.f.	Opiliaceae	*		*	*		
<i>Andira paniculata</i> Benth.	Fabaceae	*		*		*	
<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	Apocynaceae		*		*		*
<i>Aspidosperma olivaceum</i> M. Arg.	Apocynaceae		*				
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	Apocynaceae	*	*	*	*	*	*
<i>Banisteriopsis latifolia</i> (A.Juss.) B. Gates	Malpighiaceae			*		*	
<i>Blepharocalix salicifolius</i> (Humb., Bompl. & Kunth) O. Berg	Myrtaceae	*	*	*	*	*	*
<i>Bowdichia virgilioides</i> Humb., Bompl. & Kunth	Fabaceae	*					
<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul	Moraceae		*				
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	Malpighiaceae			*	*	*	
<i>Byrsonima pachyphylla</i> A.Juss.	Malpighiaceae	*	*	*	*	*	*
<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) L.C.Rich. ex A.Juss.	Malpighiaceae	*	*	*	*	*	*
<i>Calophyllum brasiliense</i> Camb.	Clusiaceae		*	*			*
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	Caryocaraceae	*	*	*	*	*	*
<i>Casearia sylvestris</i> Swartz	Salicaceae	*	*	*	*	*	*

Continua...

Cont. (Tabela 4.1)

Espécie	Família	Ocorrência					
		T1	T2	T3	T4	T5	T6
<i>Connarus suberosus</i> Planch.	Connaraceae	*	*	*	*	*	*
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Caesalpiniaceae	*	*	*	*		*
<i>Cordia</i> sp. L.	Boraginaceae		*				*
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	Lauraceae		*	*			*
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	Fabaceae	*	*	*	*	*	*
<i>Dalbergia nigra</i> Fr. Allem.	Fabaceae						*
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	Erythroxylaceae	*	*	*	*	*	*
<i>Erythroxylum suberosum</i> A.St.-Hil.	Erythroxylaceae	*	*	*	*	*	*
<i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart.	Erythroxylaceae	*	*	*	*	*	*
<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	Nyctaginaceae	*	*	*	*	*	*
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	Apocynaceae						*
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i> A.Juss.	Malpighiaceae	*	*	*	*	*	*
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	Caesalpiniaceae		*	*	*	*	*
<i>Kielmeyera coriacea</i> (Spreng.) Mart.	Clusiaceae	*	*	*	*	*	*
<i>Kielmeyera speciosa</i> A. St.-Hil.	Clusiaceae	*			*		
<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	Lythraceae	*			*		*
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	Fabaceae	*				*	

Continua...

Cont. (Tabela 4.1)

Espécie	Família	Ocorrência					
		T1	T2	T3	T4	T5	T6
<i>Machaerium opacum</i> Vogel	Fabaceae		*		*		*
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	Euphorbiaceae						*
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	Melastomataceae	*		*			*
<i>Miconia ferruginata</i> A.DC.	Melastomataceae	*	*	*	*	*	
<i>Miconia pohliana</i> Cogn.	Melastomataceae	*	*	*	*	*	*
<i>Mimosa clausenii</i> Benth.	Mimosaceae	*		*	*	*	*
<i>Plenckia populnea</i> Reissek	Celastraceae	*		*	*	*	*
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	Sapotaceae			*	*	*	*
<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	Sapotaceae	*					
<i>Psidium myrsinoides</i> Berg	Myrtaceae		*	*			*
<i>Psidium pohlianum</i> Berg	Myrtaceae			*			
<i>Pterodon pubescens</i> (Benth.) Benth.	Fabaceae	*		*	*	*	*
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Vochysiaceae	*	*	*	*	*	*
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	Vochysiaceae	*	*	*	*	*	*
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	Vochysiaceae	*	*	*	*	*	*
<i>Roupala montana</i> Aubl.	Proteaceae	*	*	*	*	*	*
<i>Rourea induta</i> Planch.	Connaraceae	*	*	*	*	*	*

Continua...

Cont. (Tabela 4.1)

Espécie	Família	Ocorrência					
		T1	T2	T3	T4	T5	T6
<i>Salacia crassifolia</i> (Mart. ex Schult.) G. Don	Celastraceae	*		*			
<i>Schefflera macrocarpa</i> (Cham. & Schltl.) Frodin	Araliaceae	*	*	*	*	*	*
<i>Sclerolobium paniculatum</i> Vogel var. <i>subvelutinum</i> Benth.	Caesalpiniaceae	*		*	*	*	*
<i>Solanum lycocarpum</i> A. St.-Hil.	Solanaceae		*				
<i>Strychnos pseudoquina</i> A. St.-Hil.	Loganiaceae			*			
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	Mimosaceae	*	*	*	*	*	*
<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	Styracaceae	*	*	*	*	*	*
<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.	Bignoniaceae	*	*		*	*	*
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltl.) K. Schum.	Rubiaceae					*	
<i>Vochysia elliptica</i> (Spreng.) Mart.	Vochysiaceae	*		*	*	*	*
<i>Vochysia rufa</i> (Spreng.) Mart.	Vochysiaceae			*			
<i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl	Vochysiaceae				*		

Em negrito: espécies implantadas.

T1 – Tratamento 1 – Desmatamento com lâmina e retirada da lenha; T2 – Tratamento 2 – Desmatamento com lâmina, retirada da lenha e duas gradagens; T3 – Tratamento 3 – Desmatamento com lâmina, retirada da lenha e fogo; T4 – Tratamento 4 – Corte com motosserra e retirada da lenha; T5 – Tratamento 5 – Corte com motosserra, retirada da lenha e fogo; e T6 – Tratamento 6 – Corte com motosserra, retirada da lenha, fogo, destoca com lâmina e duas gradagens.

A família Vochysiaceae destacou-se em todos os tratamentos por apresentar o maior número de espécies. Nos tratamentos 4 e 5 foram registradas 5 espécies desta família, seguida pelas famílias Caesalpiniaceae, Fabaceae e Malpighiaceae, com 4 espécies cada. No tratamento 1 a família Fabaceae destacou-se com o maior número de espécies (6), seguida pela família Vochysiaceae (4). No tratamento 6 a família Fabaceae também destacou-se com 5 espécies, seguida pelas famílias Vochysiaceae e Caesalpiniaceae com 4 espécies cada. No tratamento 3 duas famílias obtiveram o maior número de espécies: Malpighiaceae e Vochysiaceae com 5 espécies cada, seguidas pelas famílias Caesalpiniaceae e Fabaceae com 4 espécies cada. No tratamento 2 as famílias Vochysiaceae, Malpighiaceae, Erythroxylaceae, Clusiaceae e Apocynaceae apresentaram 3 espécies cada.

As espécies das famílias Leguminosae (englobando Fabaceae, Caesalpiniaceae e Mimosaceae) e Vochysiaceae destacam-se por apresentarem ampla ocorrência no bioma Cerrado e serem dominantes ao longo de sua área de ocorrência (UNESCO, 2002; FELFILI et al., 2007).

Observou-se também, que nos tratamentos submetidos a desmatamento e enriquecimento, foram encontradas 4 famílias (Opiliaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae e Solanaceae) que não ocorreram em nenhum dos tratamentos avaliados por Rezende (2002), isto sem incluir as famílias das espécies implantadas.

Foram encontradas 75 espécies nos tratamentos que sofreram distúrbios por desmatamento e enriquecimento. Este valor está dentro do intervalo entre 50 e 80 espécies geralmente encontradas em cerrado *sensu stricto* no DF (FELFILI; SILVA JÚNIOR, 1993).

Além das seis espécies implantadas, foram registradas também as espécies *Maprounea guianensis* e *Ocotea spixiana* que são encontradas geralmente em fisionomia de mata semidecídua (LORENZI, 2002). A espécie *Solanum lycocarpum*, também registrada na área, é de ampla distribuição no Brasil Central, mas ocorre principalmente em áreas degradadas (SILVA JÚNIOR, 2005). Segundo UNESCO (2002) as lobeiras (*Solanum* spp.), e também os carvoeiros (*Sclerolobium paniculatum*) e as mimosas

(*Mimosa* spp.) são as primeiras a surgirem em áreas em volta de estradas e terrenos desmatados por lâminas, e crescem rapidamente em relação às outras árvores.

Oliveira et al. (2006) avaliando uma área de cerrado *sensu stricto* em Minas Gerais submetida a corte raso e corte seletivo concluíram que qualquer uma das intervenções provocou alterações na composição florística da vegetação, com o ingresso de novas espécies, o que corrobora com o presente estudo.

Observa-se através da Tabela 4.1 que a espécie *Copaifera langsdorffii* só não ocorreu no Tratamento 5 (corte com motosserra, retirada da lenha e fogo). O restante das espécies implantadas ocorreu em menos de quatro tratamentos: *Cryptocarya aschersoniana* e *Calophyllum brasiliense* nos tratamentos T2, T3 e T6; *Cordia* sp. nos tratamentos T2 e T6; e *Aspidosperma olivaceum* e *Dalbergia nigra*, nos tratamentos T2 e T6, respectivamente.

Não houve nenhum tratamento em que foram encontradas todas as seis espécies implantadas. No tratamento 2 (desmatamento com lâmina, retirada da lenha e duas gradagens) e no tratamento 6 (corte com motosserra, retirada da lenha, fogo, destoca com lâmina e duas gradagens) foram encontradas 5 das 6 espécies, com a observação de que *Aspidosperma olivaceum* ocorreu no primeiro e não no segundo, e *Dalbergia nigra* ocorreu no segundo e não no primeiro. Das seis espécies, foram encontrados indivíduos apenas de *Copaifera langsdorffii* no tratamento 1 (desmatamento com lâmina e retirada da lenha) e no tratamento 4 (corte com motosserra e retirada da lenha). No tratamento 3 foram encontrados indivíduos das espécies *Calophyllum brasiliense*, *Copaifera langsdorffii* e *Cryptocarya aschersoniana*. No tratamento 5 (corte com motosserra, retirada da lenha e fogo) não foi registrado nenhum indivíduo das espécies implantadas com $Db \geq 5$ cm.

Os resultados apresentados no presente estudo não corroboram com outros trabalhos envolvendo as espécies em questão. Paiva e Poggiani (2000) estudando o crescimento de cinco espécies, dentre elas a *Aspidosperma olivaceum*, observaram que ao final de um ano de acompanhamento das mudas, a espécie apresentou um incremento médio em altura de 14,2 cm e de 0,5 mm em diâmetro, sendo considerado um crescimento intermediário se comparado com as outras espécies estudadas. Paula et al. (1996) avaliaram os parâmetros volumétricos e de biomassa de várias espécies em uma mata

ripária e verificaram que *Aspidosperma olivaceum* estava entre as espécies mais aptas a serem utilizadas para usos diversos, como para carvão vegetal.

Durigan e Silveira (1999) monitorando por 9 anos a recomposição de uma mata ciliar em Assis, São Paulo, identificaram que 50% das mudas de *Calophyllum brasiliense* sobreviveram. A espécie obteve um incremento médio anual de 0,45 m, sendo considerada uma das espécies que mais se destacou nos parâmetros sobrevivência, crescimento e cobertura. Segundo Navarro (2007) a implantação de povoamentos da espécie é economicamente viável.

Entretanto, Pinto et al. (2007), estudando a sobrevivência de espécies do bioma Cerrado registraram que *Cryptocarya aschersoniana* obteve a menor taxa de sobrevivência (3%) dentre as espécies de mata de galeria, em um período de 14 meses após plantio.

Siqueira e Silva (2002) concluíram que *Dalbergia nigra*, nos estádios iniciais do desenvolvimento, possui limitada tolerância à ambiente com baixa disponibilidade de água. De acordo com Galvão et al. (1979) esta é uma espécie potencial para cultivo puro na região amazônica, em áreas de latossolo amarelo e clima Ami, segundo a classificação de Köppen. Entretanto, os autores recomendaram estudos de técnicas silviculturais e de melhoramento genético visando melhorar a forma das árvores, pois estas apresentam forma de regular a ruim.

Da média de 68 indivíduos implantados por parcela, 1224 no total, foram encontrados apenas 56 em todos os tratamentos (contando como indivíduos apenas aqueles sem bifurcação), o que resulta em 3,1 indivíduos por parcela com diâmetro maior ou igual a 5 cm após 18 anos do plantio. Porém, foi observado na área que vários indivíduos das seis espécies estavam presentes, mas não atingiram o limite mínimo de inclusão de 5 cm de diâmetro.

No Tratamento 2, que envolveu desmatamento com lâmina, retirada da lenha e duas gradagens, foram encontradas também, cinco das seis espécies implantadas em 1990. Destaca-se que este foi o tratamento com o maior número de fustes e o menor valor de diversidade florística, conforme descrito nas Tabelas 4.2 e 4.3.

Tabela 4.2. Composição florística da vegetação lenhosa de cerrado *sensu stricto* submetida aos distúrbios por desmatamento e enriquecimento. (T1: desmatamento com lâmina e retirada da lenha; T2: desmatamento com lâmina, retirada da lenha e duas gradagens; T3: desmatamento com lâmina, retirada da lenha e fogo; T4: corte com motosserra e retirada da lenha; T5: corte com motosserra, retirada da lenha e fogo; e T6: corte com motosserra, retirada da lenha, fogo, destoca com lâmina e duas gradagens).

	Comuns*	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Nº de fustes**	-	790	905	876	853	804	897
Nº de indivíduos**	-	751	834	821	800	746	843
Nº de famílias	23	30	30	29	29	28	32
Nº de gêneros	26	44	40	46	42	42	47
Nº de espécies	31	52	48	56	52	49	55

* número de famílias, gêneros e espécies comuns aos 6 tratamentos.

** incluindo os indivíduos e fustes mortos.

Foram registradas em média de 30 famílias por tratamento, sendo que destas apenas sete não são comuns a todos os tratamentos. Felfili et al. (2007) encontraram valores próximos de famílias comuns (21) em cinco localidades amostradas na Chapada dos Veadeiros. Foram encontradas em média 52 espécies por tratamento, sendo que 31 são comuns a todos os seis tratamentos. Na área também foram registrados 58 gêneros, em que 26 são comuns aos tratamentos que envolveram corte e enriquecimento.

No tratamento 1, 60% das famílias registradas foram representadas por apenas uma espécie e esta tendência se manteve nos outros tratamentos: 53,3% no T2, 55,2% no T3, 58,6% no T4, 60,7% no T5 e 62,5% no T6. Em média 58,4% das famílias apresentaram apenas uma espécie, o que está próximo dos valores encontrados por outros estudos realizados em áreas de cerrado *sensu stricto* (ANDRADE et al., 2002; ASSUNÇÃO; FELFILI, 2004).

O tratamento 5 foi o que apresentou o menor número de indivíduos registrados, assim como o menor número de famílias. No tratamento 6 foram registrados o maior número de indivíduos e o maior número de famílias e de gêneros. O tratamento 3 foi o que apresentou a maior riqueza florística e o tratamento 2, como citado anteriormente, a menor. No tratamento 1 foi registrado o menor número de fustes.

Outro ponto que influenciou na baixa diversidade do tratamento 2 foi o grande número de indivíduos com múltiplos fustes. Isto diminui o valor da diversidade florística, visto que este parâmetro considera o número de indivíduos registrados e não o número de fustes.

Não foi observada, portanto, diferenças quanto à composição florística entre os tratamentos com lâmina e os com motosserra. O tratamento que envolveu lâmina e gradagem (T2) foi o que obteve os menores valores na composição florística e na diversidade, assim, pode-se inferir que os dois processos em conjunto são os que proporcionam maiores distúrbios na vegetação e predominância de poucas espécies, como *Myrsine guianensis*, visto que no outro tratamento com grade, mas com corte por motosserra (T6) foram observados os maiores valores na composição florística.

O tratamento 6 que envolveu mais processos (corte com motosserra, retirada da lenha, fogo, destoca com lâmina e duas gradagens) foi um dos tratamentos que apresentou o maior número de espécies, ao contrário do observado por Oliveira et al. (2006). Estes autores relataram que nos tratamentos com maior nível de intervenção, maiores foram os impactos no número de espécies. Scolforo et al. (2000), entretanto, avaliando o desenvolvimento do número de árvores e da área basal após dez anos da aplicação diferentes níveis de intervenções concluíram que dentre os tratamentos aplicados, o corte raso, que foi o tratamento mais drástico, foi o que apresentou o maior acréscimo percentual no número de árvores em relação ao ano de instalação do experimento.

Dentre os tratamentos desmatados e enriquecidos o tratamento 5 que envolveu corte com motosserra, retirada da lenha e fogo, foi o que apresentou o maior valor de diversidade florística e também o maior valor de uniformidade (Tabela 4.3).

O tratamento 2 possui vários indivíduos distribuídos em poucas espécies, o que contribuiu para que fosse encontrado o menor valor de diversidade florística. Isto também pode ser explicado pelo valor do Índice de Uniformidade ou de Equabilidade de Pielou (Tabela 4.3), que indicou que quase 60% dos indivíduos deste tratamento estão concentrados em apenas uma espécie (*Myrsine guianensis*).

Rocha e Rezende (2008) observaram também que o tratamento que envolveu desmatamento com lâmina, retirada da lenha e gradagem foi o tratamento com o menor valor de diversidade florística e de uniformidade dentre os tratamentos que envolveram corte da vegetação e abandono na mesma área de cerrado *sensu stricto*. Isto confirma que estes processos em conjunto são os que causam maiores distúrbios à vegetação de cerrado *sensu stricto*, pois reduz a riqueza de espécies e aumenta a densidade de algumas espécies adaptadas a estas condições de distúrbio em detrimento de outras, refletindo na redução da equabilidade entre as espécies.

Tabela 4.3. Índices de diversidade de Shannon (H') e de Uniformidade de Pielou (J) encontrados na área. (T1: desmatamento com lâmina e retirada da lenha; T2: desmatamento com lâmina, retirada da lenha e duas gradagens; T3: desmatamento com lâmina, retirada da lenha e fogo; T4: corte com motosserra e retirada da lenha; T5: corte com motosserra, retirada da lenha e fogo; e T6: corte com motosserra, retirada da lenha, fogo, destoca com lâmina e duas gradagens).

Tratamento	H'	J
T1	3,34	0,51
T2	2,98	0,44
T3	3,39	0,51
T4	3,37	0,51
T5	3,42	0,52
T6	3,21	0,48

Felfili et al. (2002) relataram que os índices de Shannon em áreas de cerrado *sensu stricto* situam-se entre 3,0 e 3,5 nats/indivíduo, o que é considerado elevado para ambientes tropicais. Os índices aqui encontrados estão dentro desta faixa, excetuando-se o tratamento 2. Em toda a APA Gama e Cabeça de Veado o Índice de Shannon encontrado foi de 3,615 nats/indivíduo, com uma equabilidade (Índice de Pielou) de 0,866 (FELFILI; SILVA JÚNIOR, 2005).

A equabilidade dos tratamentos avaliados foi inferior aos dados encontrados por outros autores para áreas naturais de cerrado, como: 0,82 (LÍBANO; FELFILI, 2006) e 0,81 (FELFILI et al., 2004).

O maior valor de diversidade florística foi encontrado no tratamento 5 (corte com motosserra, retirada da lenha, fogo e enriquecimento). Este tratamento, juntamente com o tratamento 2, apresentaram número de espécies semelhantes, porém com valores contrários de diversidade e equabilidade (2,98 e 0,44 no T2 e 3,42 e 0,52 no T5).

A distribuição dos indivíduos nas espécies foi uma das menores no tratamento 6, que foi um dos tratamentos com maior riqueza florística. Este padrão também foi observado em algumas áreas de cerrado *sensu stricto* por Felfili et al. (2004).

As espécies consideradas de baixa densidade, ou seja, aquelas que apresentaram apenas 1 indivíduo registrado com $Db \geq 5$ cm por tratamento, são apresentadas na Tabela 4.4, com as respectivas porcentagens destas sobre o número total de espécies encontradas por tratamento.

Tabela 4.4. Espécies consideradas de baixa densidade nos tratamentos perturbados por desmatamento e enriquecimento e a porcentagem sobre o número total de espécies por tratamento.

Espécies de baixa densidade	Tratamentos em que as espécies de baixa densidade ocorreram					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<i>Acosmium dasycarpum</i>	*					
<i>Aegiphila lhotzkiana</i>	*	*			*	
<i>Agonandra brasiliensis</i>	*		*			
<i>Aspidosperma macrocarpon</i>		*		*		
<i>Aspidosperma olivaceum</i>		*				
<i>Aspidosperma tomentosum</i>						*
<i>Brosimum gaudichaudii</i>		*				
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>			*	*		
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	*					
<i>Calophyllum brasiliense</i>		*				
<i>Copaifera langsdorffii</i>			*			
<i>Casearia sylvestris</i>	*				*	
<i>Cordia sp.</i>						*

Continua...

Cont. (Tabela 4.4)

Espécies de baixa densidade	Tratamentos em que as espécies de baixa densidade ocorreram					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<i>Dalbergia nigra</i>						*
<i>Dimorphandra mollis</i>			*	*		
<i>Erythroxylum tortuosum</i>		*				*
<i>Guapira noxia</i>				*		
<i>Hancornia speciosa</i>						*
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i>	*	*	*		*	*
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>			*			
<i>Machaerium acutifolium</i>					*	
<i>Maprounea guianensis</i>						*
<i>Miconia albicans</i>	*					*
<i>Mimosa clausenii</i>	*		*	*		
<i>Neea theifera</i>			*			
<i>Palicourea rigida</i>				*		
<i>Plenckia populnea</i>				*	*	
<i>Psidium myrsinoides</i>			*			

em negrito: espécies implantadas.

T1: desmatamento com lâmina e retirada da lenha; T2: desmatamento com lâmina, retirada da lenha e duas gradagens; T3: desmatamento com lâmina, retirada da lenha e fogo; T4: corte com motosserra e retirada da lenha; T5: corte com motosserra, retirada da lenha e fogo; e T6: corte com motosserra, retirada da lenha, fogo, destoca com lâmina e duas gradagens.

Em média foi encontrado um valor de 19,5% de espécies de baixa densidade por tratamento. O tratamento 3 foi o que apresentou a maior porcentagem destas espécies, sendo seu valor superior em duas vezes o tratamento 6, que apresentou a menor porcentagem e em quase duas vezes o tratamento 4, com o segundo menor valor de espécies de baixa densidade.

Nas dezoito parcelas amostradas foram consideradas de baixa densidade um total de 38 espécies, incluindo-se as espécies implantadas. Felfili et al. (2002) citaram que em 1

ha de cerrado geralmente são encontradas de 10 a 20 espécies mais abundantes e cerca de 50 raras.

A espécie *Heteropterys byrsonimifolia*, apesar de ter ocorrido em todos os tratamentos, só não foi considerada de baixa densidade no tratamento 5. Nunes et al. (2002) mencionaram que esta espécie possui abundância, frequência e dominância muito pouco pronunciadas em sete áreas de cerrado *sensu stricto* amostradas, o que corrobora com o presente estudo.

Observa-se pela Tabela 4.4 que das seis espécies implantadas, cinco foram consideradas de baixa densidade em três tratamentos. No tratamento 2 no qual ocorreu cinco das seis espécies implantadas, observa-se que duas destas estão entre as espécies consideradas de baixa densidade (*Aspidosperma olivaceum* e *Calophyllum brasiliense*). O mesmo ocorreu com duas espécies (*Cordia* sp. e *Dalbergia nigra*) no tratamento 6, em que também foram registradas cinco das seis espécies implantadas. *Copaifera langsdorffii* também foi considerada uma espécie de baixa densidade no tratamento 3, em que ocorreram apenas três das seis espécies implantadas. Apenas *Cryptocarya aschersoniana*, das espécies que foram implantadas, não foi incluída em nenhum tratamento na listagem destas espécies.

Os dois incêndios acidentais que ocorreram na área (um em 1989, um ano após a implantação dos tratamentos por desmatamento; e o outro em 1994, quatro anos após o plantio de enriquecimento) podem ter influenciado no estabelecimento e no desenvolvimento das mudas das espécies implantadas. Muitas destas mudas podem ter morrido por serem espécies mais comumente encontradas em matas, sendo intolerantes à passagem de fogo e não possuírem estruturas próprias de proteção, comumente presentes em espécies de cerrado *sensu stricto*.

Outro ponto que pode ter influenciado no baixo número de indivíduos encontrados das espécies implantadas foi o não acompanhamento dessas mudas ao longo dos anos. Sabe-se que todos os plantios efetuados, seja com fins de enriquecimento ou de revegetação e recuperação de uma área, devem, dentre outros cuidados, serem monitorados continuamente para que o projeto seja bem sucedido.

Outro fator que pode ser considerado e que não se tem registros é a procedência e a qualidade das mudas que foram levadas ao campo. Estas podem ter sido levadas com raízes enoveladas, indicando uma idade avançada para serem plantadas ou até mesmo com pragas ou um desenvolvimento inferior do esperado.

Além de todos esses fatores, foi detectada na área de estudo alta ocorrência de formigueiros e cupinzeiros. Paiva e Poggiani (2000) identificaram baixa taxa de mortalidade das mudas de cinco espécies, dentre elas *Aspidosperma olivaceum*, apesar de que, em algumas parcelas com a espécie, alguns indivíduos foram atacados por formigas saúvas (*Atta* spp). A herbivoria pode, também, ter influenciado negativamente no desenvolvimento das mudas no presente estudo.

Foram registradas na área 196 árvores mortas, o que representa 3,82% em relação ao número de fustes totais. Este resultado corrobora com Felfili et al. (2007) que encontraram uma porcentagem de indivíduos mortos em cerrado *sensu stricto* na Chapada dos Veadeiros variando de 3,5% a 8,36%. A média foi de 33 árvores mortas encontradas por tratamento e 65 mortas por bloco. Observa-se também que no Bloco 2 foi registrada a menor quantidade de fustes mortos que nos Blocos 1 e 3 (Tabela 4.5).

O Tratamento 3 foi o que apresentou o maior número de fustes mortos registrados, devido principalmente ao alto valor encontrado no Bloco 3, e o Tratamento 5 foi o que apresentou o menor valor de fustes mortos. Isto evidencia que o desmatamento com lâmina ocasionou uma maior mortalidade de árvores que o desmatamento por motosserra, visto que esta é a única diferença entre os distúrbios aplicados nestes dois tratamentos, que envolveu também a retirada da lenha e fogo.

Tabela 4.5. Número de árvores mortas registradas na área perturbada por desmatamento e enriquecimento. (T1: desmatamento com lâmina e retirada da lenha; T2: desmatamento com lâmina, retirada da lenha e duas gradagens; T3: desmatamento com lâmina, retirada da lenha e fogo; T4: corte com motosserra e retirada da lenha; T5: corte com motosserra, retirada da lenha e fogo; e T6: corte com motosserra, retirada da lenha, fogo, destoca com lâmina e duas gradagens).

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Total de árvores mortas
Bloco 1	19	13	9	7	10	10	68
Bloco 2	7	4	14	7	9	8	49
Bloco 3	10	13	23	16	7	10	79
Total	36	30	46	30	26	28	196

Na Tabela 4.6 são apresentados os valores obtidos de similaridade florística por Sørensen e Czekanowski entre os seis tratamentos.

Tabela 4.6. Índice de similaridade florística de Sørensen e Czekanowski obtidos para os tratamentos com enriquecimento.

Sørensen	Czekanowski					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
T1	—	0,55	0,73	0,74	0,75	0,57
T2	0,74	—	0,58	0,62	0,60	0,72
T3	0,83	0,75	—	0,73	0,76	0,65
T4	0,87	0,78	0,85	—	0,78	0,69
T5	0,85	0,74	0,86	0,87	—	0,63
T6	0,80	0,82	0,83	0,86	0,83	—

Valores em negrito correspondem ao Índice de Czekanowski.

T1 – Tratamento 1 – Desmatamento com lâmina e retirada da lenha;

T2 – Tratamento 2 – Desmatamento com lâmina, retirada da lenha e duas gradagens;

T3 – Tratamento 3 – Desmatamento com lâmina, retirada da lenha e fogo;

T4 – Tratamento 4 – Corte com motosserra e retirada da lenha;

T5 – Tratamento 5 – Corte com motosserra, retirada da lenha e fogo; e

T6 – Tratamento 6 – Corte com motosserra, retirada da lenha, fogo, destoca com lâmina e duas gradagens.

Segundo Kent e Coker (1992) uma similaridade maior que 0,5 é considerada alta. Observa-se então, que foi encontrada alta similaridade entre as áreas, pelos dois métodos

utilizados, visto que o índice de Sørensen variou de 0,74 a 0,87 e o índice de Czekanowski de 0,55 a 0,78.

Os valores obtidos pelo índice de Czekanowski, que se baseia na importância ecológica do número de indivíduos por espécie, mostraram menor similaridade que os valores obtidos pelo índice de Sørensen, que se baseia na ausência e presença de espécies. Isto também foi observado por Resende (2002), que trabalhou na mesma área de cerrado *sensu stricto*, mas que foi abandonada para regeneração natural. Líbano e Felfili (2006) também confirmaram que os menores valores de similaridade são encontrados com dados quantitativos.

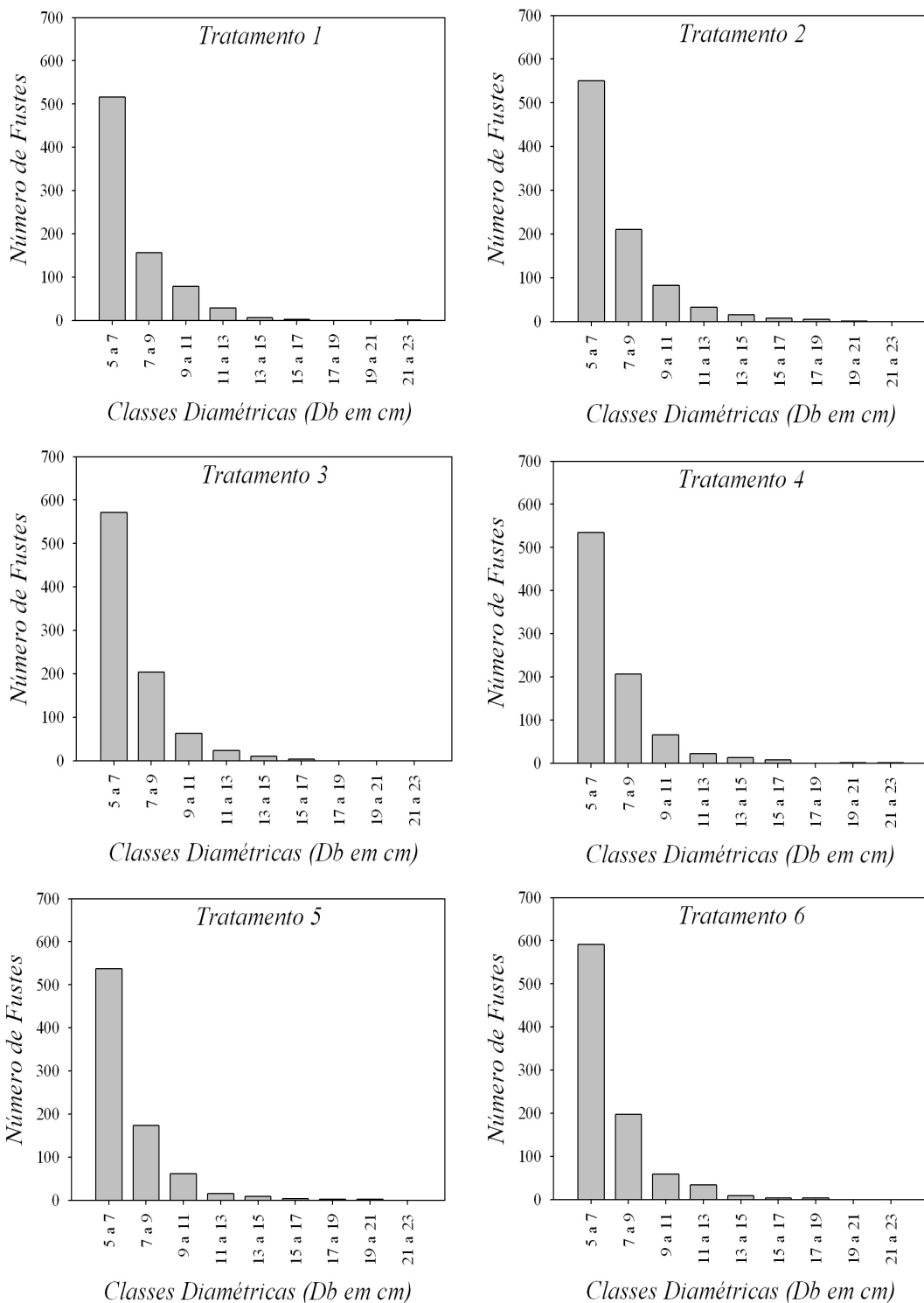
As maiores similaridades encontradas pelos dois índices (Sørensen e Czekanowski) foram entre o tratamento 5 (corte com motosserra, retirada da lenha e fogo) e o tratamento 4 (corte com motosserra, retirada da lenha e enriquecimento).

De modo geral percebe-se que a área é altamente similar entre si e que não foi detectada diferença entre os tratamentos que envolveram corte por motosserra e os que envolveram lâmina. Isto pode ter sido ocasionado pelo tempo muito longo (20 anos) após a implantação dos tratamentos, visto que era esperado ocorrerem diferenças na florística devido ao tipo de corte, se com motosserra ou com lâmina.

4.2. ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO

A Figura 4.1 apresenta as distribuições diamétricas de cada tratamento analisado. Observa-se que, para todos os tratamentos, mesmo após o plantio de enriquecimento, foi observada a tendência de “J invertido”, típica de formações naturais.

No tratamento 1 a variação de diâmetros foi de 5 cm a 22,9 cm. Das 52 espécies registradas, 20 ficaram restritas à primeira classe diamétrica, dentre elas, quase todas as espécies consideradas de baixa densidade, exceto *Pouteria torta*, e a espécie implantada *Copaifera langsdorffii*. Também foi observado que nenhuma espécie ocorreu em todas as classes de diâmetro neste tratamento, indicando descontinuidade na distribuição, o que está de acordo com as observações de Felfili e Silva Júnior (1988) que mencionaram que a falta de indivíduos em algumas classes diamétricas deve-se a distúrbios que ocorreram na área.



Tratamento 1: desmatamento com lâmina e retirada da lenha; Tratamento 2: desmatamento com lâmina, retirada da lenha e duas gradagens; Tratamento 3: desmatamento com lâmina, retirada da lenha e fogo; Tratamento 4: corte com motosserra e retirada da lenha; Tratamento 5: corte com motosserra, retirada da lenha e fogo; e Tratamento 6: corte com motosserra, retirada da lenha, fogo, destoca com lâmina e duas gradagens.

Figura 4.1. Distribuição diamétrica da vegetação de cerrado *sensu stricto* submetida aos distúrbios por desmatamento e enriquecimento.

O tratamento 2 apresentou uma amplitude de diâmetros de 5 cm a 20 cm, sendo o maior diâmetro pertencente a um indivíduo da espécie *Eriotheca pubescens*, que foi a única que ocorreu em todas as classes diamétricas. Das 48 espécies registradas, 16 ficaram restritas à primeira classe. Das 5 espécies implantadas e registradas neste tratamento, 3 (*Aspidosperma olivaceum*, *Calophyllum brasiliense* e *Cordia* sp.) ficaram restritas à primeira classe diamétrica, assim como a maioria das espécies de baixa densidade, exceto *Heteropterys byrsonimifolia* e *Ocotea spixiana*.

No tratamento 3 a variação de diâmetros foi de 5 cm a 16,6 cm. As espécies *Sclerolobium paniculatum* e *Stryphnodendron adstringens* foram as únicas a apresentarem indivíduos distribuídos em todas as classes diamétricas. Das 56 espécies registradas, 23 ficaram restritas à primeira classe, e como nos outros dois tratamentos, a maioria das espécies de baixa densidade encontram-se dentre elas, exceto *Copaifera langsdorffii*, *Psidium pohlianum*, *Pterodon pubescens* e *Strychnos pseudoquina*. Dentre as 3 espécies implantadas e registradas neste tratamento, apenas *Cryptocarya aschersoniana* encontra-se entre as 23 espécies restritas à primeira classe.

Para o tratamento 4 foi encontrada uma variação de diâmetros entre 5 cm e 22,6 cm. Não foi registrada nenhuma espécie com indivíduos distribuídos em todas as classes diamétricas. Das 52 espécies registradas, apenas 11 ficaram restritas à primeira classe e *Aspidosperma macrocarpon*, *Dimorphandra mollis* e *Guapira noxia* foram as únicas espécies consideradas de baixa densidade que não ocorreram nesta primeira classe de diâmetros.

O tratamento 5 apresentou uma amplitude de diâmetros de 5 cm a 20,5 cm, sendo o maior diâmetro pertencente a um indivíduo da espécie *Sclerolobium paniculatum*, que foi a única que ocorreu em todas as classes diamétricas. Das 49 espécies registradas neste tratamento, 14 restringiram-se à primeira classe diamétrica. Dentre as espécies de baixa densidade, apenas *Heteropterys byrsonimifolia* não foi encontrada nesta primeira classe.

No tratamento 6 a variação de diâmetros foi de 5 cm a 17,5 cm. Das 55 espécies registradas, 14 ficaram restritas à primeira classe diamétrica, dentre elas, quase todas as espécies consideradas de baixa densidade, exceto *Heteropterys byrsonimifolia*, e a espécie

implantada *Cordia* sp. Não houve nenhuma espécie com ocorrência de indivíduos em todas as classes diamétricas.

Dentre 31 espécies comuns aos seis tratamentos, apenas duas (*Aspidosperma tomentosum* e *Casearia sylvestris*) restringiram-se à primeira classe diamétrica. Estas duas espécies, portanto, estão ingressando no sistema e podem ser extintas na área caso não consigam se estabelecer e avançar para as classes posteriores.

As espécies *Byrsonima coccolobifolia*, *Miconia albicans*, *Psidium myrsinoides*, *Salacia crassifolia* e *Tabebuia ochracea* não ocorreram em todos os tratamentos, mas nos tratamentos em que ocorreram ficaram restritas apenas à primeira classe diamétrica. Isto indica que estas espécies estão entrando no sistema, e que podem ou não se estabelecer, dependendo das condições ambientais às quais elas estarão submetidas futuramente.

Não foi encontrada em nenhum dos seis tratamentos, nenhuma espécie ocorrendo apenas na última classe diamétrica. Ou seja, nenhuma espécie está prestes a sair do sistema, pois possui regenerantes nas classes anteriores.

As tabelas 4.7 a 4.12 apresentam os dados do levantamento fitossociológico da área de cerrado *sensu stricto* submetida aos seis tratamentos.

Tabela 4.7. Fitossociologia da área de cerrado *sensu stricto* (classificada por IVC) submetida ao Tratamento 1 (desmatamento com lâmina e retirada da lenha).

Espécie	Família	Densidade		Frequência		Dominância		IVC
		N/ha	%	FA	%	m ² /ha	%	
<i>Miconia pohliana</i>	Melastomataceae	193,33	8,11	100,00	2,73	1,23	12,13	20,25
<i>Caryocar brasiliense</i>	Caryocaraceae	146,67	6,15	100,00	2,73	0,75	7,43	13,59
<i>Qualea parviflora</i>	Vochysiaceae	176,67	7,41	100,00	2,73	0,58	5,71	13,12
<i>Kielmeyera coriacea</i>	Clusiaceae	186,67	7,83	100,00	2,73	0,51	5,08	12,91
<i>Qualea grandiflora</i>	Vochysiaceae	146,67	6,15	100,00	2,73	0,68	6,67	12,82
<i>Schefflera macrocarpa</i>	Araliaceae	106,67	4,48	100,00	2,73	0,60	5,89	10,37
<i>Styrax ferrugineus</i>	Styracaceae	70,00	2,94	100,00	2,73	0,62	6,09	9,02
<i>Roupala montana</i>	Proteaceae	120,00	5,03	100,00	2,73	0,34	3,39	8,42
<i>Eremanthus glomerulatus</i>	Asteraceae	103,33	4,34	100,00	2,73	0,40	3,95	8,28
<i>Davilla elliptica</i>	Dilleniaceae	116,67	4,90	100,00	2,73	0,34	3,37	8,26
<i>Blepharocalix salicifolius</i>	Myrtaceae	90,00	3,78	100,00	2,73	0,44	4,36	8,14
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	Mimosaceae	73,33	3,08	100,00	2,73	0,45	4,45	7,52
<i>Dalbergia miscolobium</i>	Fabaceae	103,33	4,34	100,00	2,73	0,31	3,09	7,42
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	Asteraceae	83,33	3,50	100,00	2,73	0,34	3,33	6,82
<i>Machaerium acutifolium</i>	Fabaceae	76,67	3,22	100,00	2,73	0,33	3,30	6,52
<i>Byrsonima pachyphylla</i>	Malpighiaceae	70,00	2,94	100,00	2,73	0,20	1,94	4,88
<i>Miconia ferruginata</i>	Melastomataceae	50,00	2,10	66,67	1,82	0,22	2,12	4,22
<i>Qualea multiflora</i>	Vochysiaceae	56,67	2,38	100,00	2,73	0,18	1,77	4,15
<i>Myrsine guianensis</i>	Myrsinaceae	40,00	1,68	100,00	2,73	0,16	1,54	3,22
<i>Andira paniculata</i>	Fabaceae	40,00	1,68	33,33	0,91	0,14	1,42	3,09
<i>Erythroxylum suberosum</i>	Erythroxylaceae	43,33	1,82	66,67	1,82	0,12	1,23	3,05
<i>Vochysia elliptica</i>	Vochysiaceae	33,33	1,40	100,00	2,73	0,12	1,17	2,56
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	Caesalpiniaceae	13,33	0,56	66,67	1,82	0,17	1,64	2,20
<i>Eriotheca pubescens</i>	Malvaceae	13,33	0,56	66,67	1,82	0,15	1,52	2,08
<i>Bowdichia virgilioides</i>	Fabaceae	16,67	0,70	66,67	1,82	0,13	1,28	1,98
<i>Rourea induta</i>	Connaraceae	26,67	1,12	100,00	2,73	0,07	0,71	1,83
<i>Palicourea rigida</i>	Rubiaceae	20,00	0,84	66,67	1,82	0,06	0,57	1,41
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Caesalpiniaceae	20,00	0,84	100,00	2,73	0,05	0,53	1,37
<i>Erythroxylum deciduum</i>	Erythroxylaceae	13,33	0,56	100,00	2,73	0,03	0,31	0,87
<i>Guapira noxia</i>	Nyctaginaceae	10,00	0,42	33,33	0,91	0,04	0,40	0,81
<i>Enterolobium gummiferum</i>	Mimosaceae	6,67	0,28	66,67	1,82	0,05	0,50	0,78
<i>Ouratea hexasperma</i>	Ochnaceae	10,00	0,42	100,00	2,73	0,03	0,26	0,68
<i>Connarus suberosus</i>	Connaraceae	10,00	0,42	66,67	1,82	0,03	0,25	0,67
<i>Diospyros burchellii</i>	Ebenaceae	10,00	0,42	33,33	0,91	0,02	0,23	0,65
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	Apocynaceae	10,00	0,42	66,67	1,82	0,02	0,20	0,62
<i>Pterodon pubescens</i>	Fabaceae	6,67	0,28	66,67	1,82	0,03	0,33	0,61
<i>Lafoesia pacari</i>	Lythraceae	6,67	0,28	33,33	0,91	0,03	0,28	0,56
<i>Neea theifera</i>	Nyctaginaceae	6,67	0,28	33,33	0,91	0,02	0,17	0,45
<i>Plenckia populnea</i>	Celastraceae	6,67	0,28	66,67	1,82	0,02	0,15	0,43
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	Erythroxylaceae	6,67	0,28	33,33	0,91	0,01	0,15	0,42
<i>Kielmeyera speciosa</i>	Clusiaceae	6,67	0,28	66,67	1,82	0,01	0,14	0,42
<i>Pouteria torta</i>	Sapotaceae	3,33	0,14	33,33	0,91	0,02	0,19	0,33
<i>Agonandra brasiliensis</i>	Opiliaceae	3,33	0,14	33,33	0,91	0,01	0,15	0,29
<i>Salacia crassifolia</i>	Celastraceae	3,33	0,14	33,33	0,91	0,01	0,09	0,23
<i>Aegiphila lhotzkiana</i>	Verbenaceae	3,33	0,14	33,33	0,91	0,01	0,08	0,22
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	Malpighiaceae	3,33	0,14	33,33	0,91	0,01	0,08	0,22
<i>Acosmium dasycarpum</i>	Fabaceae	3,33	0,14	33,33	0,91	0,01	0,07	0,21
<i>Miconia albicans</i>	Melastomataceae	3,33	0,14	33,33	0,91	0,01	0,07	0,21
<i>Mimosa clausenii</i>	Mimosaceae	3,33	0,14	33,33	0,91	0,01	0,07	0,21
<i>Casearia sylvestris</i>	Salicaceae	3,33	0,14	33,33	0,91	0,01	0,06	0,20
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i>	Malpighiaceae	3,33	0,14	33,33	0,91	0,01	0,06	0,20
<i>Tabebuia ochracea</i>	Bignoniaceae	3,33	0,14	33,33	0,91	0,01	0,06	0,20
Total		2383,33	100	3666,667	100	10,14	100	200

Tabela 4.8. Fitossociologia da área de cerrado *sensu stricto* (classificada por IVC) submetida ao Tratamento 2 (desmatamento com lâmina, retirada da lenha e duas gradagens).

Espécie	Família	Densidade		Frequência		Dominância		IVC
		N/ha	%	FA	%	m ² /ha	%	%
<i>Myrsine guianensis</i>	Myrsinaceae	640,00	23,79	100,00	2,86	2,47	19,15	42,94
<i>Kielmeyera coriacea</i>	Clusiaceae	300,00	11,15	100,00	2,86	1,04	8,10	19,25
<i>Eriotheca pubescens</i>	Malvaceae	123,33	4,58	66,67	1,90	1,35	10,50	15,09
<i>Roupala montana</i>	Proteaceae	196,67	7,31	100,00	2,86	0,60	4,69	12,00
<i>Dalbergia miscolobium</i>	Fabaceae	166,67	6,20	100,00	2,86	0,53	4,09	10,29
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	Asteraceae	136,67	5,08	100,00	2,86	0,63	4,89	9,97
<i>Schefflera macrocarpa</i>	Araliaceae	93,33	3,47	100,00	2,86	0,81	6,28	9,75
<i>Miconia pohliana</i>	Melastomataceae	86,67	3,22	100,00	2,86	0,76	5,90	9,13
<i>Caryocar brasiliense</i>	Caryocaraceae	96,67	3,59	100,00	2,86	0,60	4,68	8,27
<i>Qualea grandiflora</i>	Vochysiaceae	96,67	3,59	100,00	2,86	0,57	4,41	8,00
<i>Ouratea hexasperma</i>	Ochnaceae	90,00	3,35	100,00	2,86	0,24	1,90	5,24
<i>Byrsonima pachyphylla</i>	Malpighiaceae	63,33	2,35	100,00	2,86	0,25	1,94	4,29
<i>Enterolobium gummiferum</i>	Mimosaceae	30,00	1,12	100,00	2,86	0,37	2,91	4,02
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Fabaceae	43,33	1,61	100,00	2,86	0,24	1,88	3,50
<i>Ocotea spixiana</i>	Lauraceae	3,33	0,12	33,33	0,95	0,42	3,27	3,40
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	Myrtaceae	40,00	1,49	33,33	0,95	0,24	1,89	3,38
<i>Erythroxylum suberosum</i>	Erythroxylaceae	50,00	1,86	100,00	2,86	0,14	1,07	2,93
<i>Qualea multiflora</i>	Vochysiaceae	36,67	1,36	100,00	2,86	0,12	0,92	2,29
<i>Styrax ferrugineus</i>	Styracaceae	13,33	0,50	100,00	2,86	0,18	1,43	1,93
<i>Rourea induta</i>	Connaraceae	33,33	1,24	100,00	2,86	0,08	0,65	1,89
<i>Palicourea rigida</i>	Rubiaceae	30,00	1,12	100,00	2,86	0,09	0,73	1,85
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	Mimosaceae	20,00	0,74	100,00	2,86	0,13	0,97	1,72
<i>Davilla elliptica</i>	Dilleniaceae	26,67	0,99	100,00	2,86	0,09	0,69	1,69
<i>Diospyros burchellii</i>	Ebenaceae	26,67	0,99	33,33	0,95	0,08	0,66	1,65
<i>Guapira noxia</i>	Nyctaginaceae	23,33	0,87	66,67	1,90	0,10	0,76	1,63
<i>Qualea parviflora</i>	Vochysiaceae	23,33	0,87	66,67	1,90	0,10	0,75	1,61
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	Caesalpinaceae	23,33	0,87	100,00	2,86	0,07	0,57	1,44
<i>Eremanthus glomerulatus</i>	Asteraceae	20,00	0,74	100,00	2,86	0,08	0,60	1,35
<i>Miconia ferruginata</i>	Melastomataceae	16,67	0,62	66,67	1,90	0,09	0,67	1,29
<i>Connarus suberosus</i>	Connaraceae	23,33	0,87	66,67	1,90	0,05	0,41	1,27
<i>Cryptocarya ascheroniana</i>	Lauraceae	13,33	0,50	33,33	0,95	0,06	0,45	0,95
<i>Erythroxylum deciduum</i>	Erythroxylaceae	13,33	0,50	66,67	1,90	0,05	0,36	0,85
<i>Casearia sylvestris</i>	Salicaceae	13,33	0,50	66,67	1,90	0,03	0,24	0,73
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	Malpighiaceae	10,00	0,37	100,00	2,86	0,03	0,26	0,63
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	Apocynaceae	6,67	0,25	66,67	1,90	0,02	0,15	0,40
<i>Tabebuia ochracea</i>	Bignoniaceae	6,67	0,25	66,67	1,90	0,02	0,13	0,38
<i>Psidium myrsinoides</i>	Myrtaceae	6,67	0,25	33,33	0,95	0,02	0,12	0,37
<i>Neea theifera</i>	Nyctaginaceae	6,67	0,25	66,67	1,90	0,02	0,12	0,36
<i>Machaerium opacum</i>	Fabaceae	6,67	0,25	33,33	0,95	0,01	0,11	0,36
<i>Cordia</i> sp.	Boraginaceae	6,67	0,25	66,67	1,90	0,01	0,10	0,35
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i>	Malpighiaceae	3,33	0,12	33,33	0,95	0,02	0,14	0,27
<i>Aegiphila lhotzkiana</i>	Verbenaceae	3,33	0,12	33,33	0,95	0,01	0,07	0,20
<i>Brosimum gaudichaudii</i>	Moraceae	3,33	0,12	33,33	0,95	0,01	0,07	0,20
<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	Apocynaceae	3,33	0,12	33,33	0,95	0,01	0,06	0,19
<i>Solanum lycocarpum</i>	Solanaceae	3,33	0,12	33,33	0,95	0,01	0,06	0,19
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	Erythroxylaceae	3,33	0,12	33,33	0,95	0,01	0,06	0,18
<i>Aspidosperma olivaceum</i>	Apocynaceae	3,33	0,12	33,33	0,95	0,01	0,05	0,17
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Clusiaceae	3,33	0,12	33,33	0,95	0,01	0,05	0,17
Total		2690	100	3500	100	12,89	100	200

Tabela 4.9. Fitossociologia da área de cerrado *sensu stricto* (classificada por IVC) submetida ao Tratamento 3 (desmatamento com lâmina, retirada da lenha e fogo).

Espécie	Família	Densidade		Frequência		Dominância		IVC
		N/ha	%	FA	%	m ² /ha	%	%
<i>Kielmeyera coriacea</i>	Clusiaceae	250,00	9,65	100,00	2,52	0,72	5,93	15,58
<i>Miconia pohliana</i>	Melastomataceae	166,67	6,44	100,00	2,52	0,96	7,98	14,41
<i>Schefflera macrocarpa</i>	Araliaceae	46,67	1,80	100,00	2,52	1,49	12,33	14,13
<i>Qualea parviflora</i>	Vochysiaceae	196,67	7,59	100,00	2,52	0,68	5,64	13,24
<i>Qualea grandiflora</i>	Vochysiaceae	166,67	6,44	100,00	2,52	0,75	6,17	12,61
<i>Roupala montana</i>	Proteaceae	186,67	7,21	100,00	2,52	0,54	4,46	11,67
<i>Eremanthus glomerulatus</i>	Asteraceae	140,00	5,41	100,00	2,52	0,65	5,42	10,82
<i>Davilla elliptica</i>	Dilleniaceae	143,33	5,53	100,00	2,52	0,48	3,97	9,51
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	Asteraceae	103,33	3,99	100,00	2,52	0,58	4,84	8,83
<i>Caryocar brasiliense</i>	Caryocaraceae	90,00	3,47	100,00	2,52	0,51	4,24	7,71
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	Caesalpiniaceae	53,33	2,06	100,00	2,52	0,59	4,92	6,98
<i>Dalbergia miscolobium</i>	Fabaceae	106,67	4,12	100,00	2,52	0,34	2,86	6,97
<i>Eriotheca pubescens</i>	Malvaceae	43,33	1,67	100,00	2,52	0,46	3,81	5,48
<i>Diospyros burchellii</i>	Ebenaceae	83,33	3,22	100,00	2,52	0,23	1,94	5,16
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	Mimosaceae	46,67	1,80	100,00	2,52	0,37	3,08	4,88
<i>Erythroxylum suberosum</i>	Erythroxylaceae	76,67	2,96	100,00	2,52	0,22	1,80	4,76
<i>Styrax ferrugineus</i>	Styracaceae	50,00	1,93	100,00	2,52	0,28	2,32	4,25
<i>Erythroxylum deciduum</i>	Erythroxylaceae	56,67	2,19	100,00	2,52	0,14	1,14	3,33
<i>Byrsonima pachyphylla</i>	Malpighiaceae	46,67	1,80	100,00	2,52	0,14	1,12	2,92
<i>Casearia sylvestris</i>	Salicaceae	50,00	1,93	66,67	1,68	0,12	0,97	2,90
<i>Enterolobium gummiferum</i>	Mimosaceae	26,67	1,03	100,00	2,52	0,22	1,82	2,85
<i>Guapira noxia</i>	Nyctaginaceae	36,67	1,42	100,00	2,52	0,16	1,31	2,72
<i>Connarus suberosus</i>	Connaraceae	43,33	1,67	100,00	2,52	0,12	1,02	2,69
<i>Miconia ferruginata</i>	Melastomataceae	36,67	1,42	66,67	1,68	0,13	1,08	2,50
<i>Ouratea hexasperma</i>	Ochnaceae	43,33	1,67	100,00	2,52	0,10	0,80	2,47
<i>Myrsine guianensis</i>	Myrsinaceae	40,00	1,54	100,00	2,52	0,09	0,77	2,32
<i>Qualea multiflora</i>	Vochysiaceae	33,33	1,29	66,67	1,68	0,10	0,80	2,09
<i>Acosmium dasycarpum</i>	Fabaceae	26,67	1,03	100,00	2,52	0,13	1,04	2,07
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	Malpighiaceae	30,00	1,16	100,00	2,52	0,10	0,84	2,00
<i>Pterodon pubescens</i>	Fabaceae	13,33	0,51	33,33	0,84	0,09	0,73	1,24
<i>Pouteria ramiflora</i>	Sapotaceae	13,33	0,51	100,00	2,52	0,08	0,70	1,22
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	Myrtaceae	6,67	0,26	33,33	0,84	0,10	0,83	1,08
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Guttiferae	13,33	0,51	66,67	1,68	0,04	0,37	0,88
<i>Banisteriopsis latifolia</i>	Malpighiaceae	10,00	0,39	33,33	0,84	0,04	0,34	0,72
<i>Vochysia elliptica</i>	Vochysiaceae	10,00	0,39	33,33	0,84	0,03	0,22	0,61
<i>Rourea induta</i>	Connaraceae	10,00	0,39	66,67	1,68	0,02	0,19	0,57
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	Apocynaceae	10,00	0,39	66,67	1,68	0,02	0,17	0,56
<i>Andira paniculata</i>	Fabaceae	6,67	0,26	33,33	0,84	0,03	0,21	0,47
<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	Lauraceae	6,67	0,26	33,33	0,84	0,02	0,16	0,42
<i>Plenckia populnea</i>	Celastraceae	6,67	0,26	33,33	0,84	0,02	0,14	0,40
<i>Palicourea rigida</i>	Rubiaceae	6,67	0,26	66,67	1,68	0,02	0,14	0,40
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	Erythroxylaceae	6,67	0,26	66,67	1,68	0,01	0,12	0,37
<i>Miconia albicans</i>	Melastomataceae	6,67	0,26	66,67	1,68	0,01	0,12	0,37
<i>Strychnos pseudoquina</i>	Loganiaceae	3,33	0,13	33,33	0,84	0,03	0,21	0,34
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Caesalpiniaceae	3,33	0,13	33,33	0,84	0,02	0,14	0,27
<i>Psidium pohlianum</i>	Myrtaceae	3,33	0,13	33,33	0,84	0,01	0,11	0,23
<i>Psidium myrsinoides</i>	Myrtaceae	3,33	0,13	33,33	0,84	0,01	0,09	0,22
<i>Salacia crassifolia</i>	Celastraceae	3,33	0,13	33,33	0,84	0,01	0,09	0,22
<i>Agonandra brasiliensis</i>	Opiliaceae	3,33	0,13	33,33	0,84	0,01	0,08	0,21
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	Caesalpiniaceae	3,33	0,13	33,33	0,84	0,01	0,08	0,21
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i>	Malpighiaceae	3,33	0,13	33,33	0,84	0,01	0,07	0,20
<i>Dimorphandra mollis</i>	Caesalpiniaceae	3,33	0,13	33,33	0,84	0,01	0,07	0,20
<i>Vochysia rufa</i>	Vochysiaceae	3,33	0,13	33,33	0,84	0,01	0,06	0,19
<i>Mimosa clausenii</i>	Mimosaceae	3,33	0,13	33,33	0,84	0,01	0,06	0,19
<i>Neea theifera</i>	Nyctaginaceae	3,33	0,13	33,33	0,84	0,01	0,06	0,19
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	Malpighiaceae	3,33	0,13	33,33	0,84	0,01	0,05	0,18
Total		2590	100	3966,67	100	12,07	100	200

Tabela 4.10. Fitossociologia da área de cerrado *sensu stricto* (classificada por IVC) submetida ao Tratamento 4 (corte com motosserra e retirada da lenha).

Espécie	Família	Densidade		Frequência		Dominância		IVC
		N/ha	%	FA	%	m ² /ha	%	
<i>Miconia pohliana</i>	Melastomataceae	286,67	11,17	100,00	2,70	1,55	13,60	24,77
<i>Caryocar brasiliense</i>	Caryocaraceae	143,33	5,58	100,00	2,70	0,86	7,56	13,14
<i>Qualea grandiflora</i>	Vochysiaceae	126,67	4,94	100,00	2,70	0,74	6,54	11,47
<i>Myrsine guianensis</i>	Myrsinaceae	173,33	6,75	100,00	2,70	0,42	3,70	10,45
<i>Qualea parviflora</i>	Vochysiaceae	150,00	5,84	100,00	2,70	0,48	4,18	10,03
<i>Kielmeyera coriacea</i>	Clusiaceae	156,67	6,10	100,00	2,70	0,42	3,73	9,83
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	Caesalpiniaceae	70,00	2,73	100,00	2,70	0,78	6,89	9,62
<i>Roupala montana</i>	Proteaceae	153,33	5,97	100,00	2,70	0,40	3,53	9,50
<i>Dalbergia miscolobium</i>	Fabaceae	120,00	4,68	100,00	2,70	0,44	3,85	8,53
<i>Schefflera macrocarpa</i>	Araliaceae	106,67	4,16	100,00	2,70	0,50	4,36	8,51
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	Asteraceae	76,67	2,99	100,00	2,70	0,43	3,78	6,77
<i>Eremanthus glomerulatus</i>	Asteraceae	90,00	3,51	100,00	2,70	0,36	3,18	6,69
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	Mimosaceae	76,67	2,99	100,00	2,70	0,40	3,56	6,55
<i>Ouratea hexasperma</i>	Ochnaceae	86,67	3,38	100,00	2,70	0,29	2,59	5,97
<i>Enterolobium gummiferum</i>	Mimosaceae	46,67	1,82	66,67	1,80	0,35	3,12	4,93
<i>Eriotheca pubescens</i>	Malvaceae	23,33	0,91	66,67	1,80	0,42	3,67	4,58
<i>Erythroxylum suberosum</i>	Erythroxylaceae	70,00	2,73	100,00	2,70	0,21	1,81	4,53
<i>Connarus suberosus</i>	Connaraceae	60,00	2,34	100,00	2,70	0,20	1,73	4,07
<i>Byrsonima pachyphylla</i>	Malpighiaceae	56,67	2,21	100,00	2,70	0,18	1,61	3,82
<i>Davilla elliptica</i>	Dilleniaceae	53,33	2,08	100,00	2,70	0,16	1,41	3,49
<i>Pouteria ramiflora</i>	Sapotaceae	33,33	1,30	100,00	2,70	0,18	1,55	2,85
<i>Erythroxylum deciduum</i>	Erythroxylaceae	43,33	1,69	100,00	2,70	0,10	0,86	2,55
<i>Blepharocalix salicifolius</i>	Myrtaceae	23,33	0,91	100,00	2,70	0,17	1,48	2,39
<i>Vochysia elliptica</i>	Vochysiaceae	30,00	1,17	66,67	1,80	0,10	0,88	2,04
<i>Qualea multiflora</i>	Vochysiaceae	30,00	1,17	100,00	2,70	0,08	0,73	1,90
<i>Miconia ferruginata</i>	Melastomataceae	16,67	0,65	100,00	2,70	0,14	1,21	1,86
<i>Vochysia thyrsoidea</i>	Vochysiaceae	10,00	0,39	33,33	0,90	0,16	1,42	1,81
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	Caesalpiniaceae	26,67	1,04	66,67	1,80	0,09	0,76	1,80
<i>Styrax ferrugineus</i>	Styracaceae	20,00	0,78	100,00	2,70	0,12	1,02	1,80
<i>Diospyros burchellii</i>	Ebenaceae	20,00	0,78	100,00	2,70	0,07	0,60	1,37
<i>Pterodon pubescens</i>	Fabaceae	16,67	0,65	66,67	1,80	0,07	0,61	1,26
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	Malpighiaceae	20,00	0,78	66,67	1,80	0,05	0,47	1,25
<i>Machaerium opacum</i>	Fabaceae	16,67	0,65	66,67	1,80	0,05	0,43	1,07
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	Erythroxylaceae	16,67	0,65	33,33	0,90	0,05	0,42	1,07
<i>Neea theifera</i>	Nyctaginaceae	13,33	0,52	33,33	0,90	0,03	0,30	0,82
<i>Rourea induta</i>	Connaraceae	13,33	0,52	33,33	0,90	0,03	0,30	0,82
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i>	Malpighiaceae	10,00	0,39	33,33	0,90	0,03	0,29	0,68
<i>Acosmium dasycarpum</i>	Fabaceae	10,00	0,39	33,33	0,90	0,03	0,24	0,63
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	Apocynaceae	10,00	0,39	66,67	1,80	0,03	0,23	0,62
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Caesalpiniaceae	6,67	0,26	33,33	0,90	0,03	0,22	0,48
<i>Agonandra brasiliensis</i>	Opiliaceae	6,67	0,26	33,33	0,90	0,02	0,21	0,47
<i>Kielmeyera speciosa</i>	Clusiaceae	6,67	0,26	66,67	1,80	0,02	0,19	0,45
<i>Lafoensia pacari</i>	Lythraceae	6,67	0,26	33,33	0,90	0,02	0,17	0,43
<i>Casearia sylvestris</i>	Salicaceae	6,67	0,26	33,33	0,90	0,01	0,12	0,38
<i>Dimorphandra mollis</i>	Caesalpiniaceae	3,33	0,13	33,33	0,90	0,02	0,21	0,34
<i>Guapira noxia</i>	Nyctaginaceae	3,33	0,13	33,33	0,90	0,02	0,17	0,30
<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	Apocynaceae	3,33	0,13	33,33	0,90	0,02	0,15	0,28
<i>Mimosa clausenii</i>	Mimosaceae	3,33	0,13	33,33	0,90	0,01	0,10	0,23
<i>Palicourea rigida</i>	Rubiaceae	3,33	0,13	33,33	0,90	0,01	0,09	0,22
<i>Tabebuia ochracea</i>	Bignoniaceae	3,33	0,13	33,33	0,90	0,01	0,08	0,21
<i>Plenckia populnea</i>	Celastraceae	3,33	0,13	33,33	0,90	0,01	0,07	0,20
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	Malpighiaceae	3,33	0,13	33,33	0,90	0,01	0,06	0,19
Total		2566,67	100	3700	100	11,37	100	200

Tabela 4.11. Fitossociologia da área de cerrado *sensu stricto* (classificada por IVC) submetida ao Tratamento 5 (corte com motosserra, retirada da lenha e fogo).

Espécie	Família	Densidade		Frequência		Dominância		IVC
		N/ha	%	FA	%	m ² /ha	%	
<i>Miconia pohliana</i>	Melastomataceae	176,67	7,34	100,00	2,68	1,01	9,87	17,21
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	Caesalpinaceae	103,33	4,29	100,00	2,68	1,20	11,73	16,02
<i>Kielmeyera coriacea</i>	Clusiaceae	183,33	7,62	100,00	2,68	0,52	5,02	12,64
<i>Eriotheca pubescens</i>	Malvaceae	130,00	5,40	100,00	2,68	0,68	6,62	12,02
<i>Schefflera macrocarpa</i>	Araliaceae	130,00	5,40	66,67	1,79	0,57	5,56	10,96
<i>Roupala montana</i>	Proteaceae	140,00	5,82	100,00	2,68	0,44	4,26	10,07
<i>Qualea parviflora</i>	Vochysiaceae	133,33	5,54	100,00	2,68	0,43	4,19	9,73
<i>Qualea grandiflora</i>	Vochysiaceae	110,00	4,57	100,00	2,68	0,39	3,84	8,41
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	Mimosaceae	93,33	3,88	100,00	2,68	0,45	4,36	8,24
<i>Dalbergia miscolobium</i>	Fabaceae	103,33	4,29	100,00	2,68	0,38	3,70	7,99
<i>Davilla elliptica</i>	Dilleniaceae	106,67	4,43	100,00	2,68	0,34	3,28	7,71
<i>Eremanthus glomerulatus</i>	Asteraceae	76,67	3,19	100,00	2,68	0,31	2,97	6,16
<i>Caryocar brasiliense</i>	Caryocaraceae	66,67	2,77	100,00	2,68	0,34	3,30	6,07
<i>Ouratea hexasperma</i>	Ochnaceae	80,00	3,32	100,00	2,68	0,24	2,38	5,70
<i>Blepharocalix salicifolius</i>	Myrtaceae	60,00	2,49	66,67	1,79	0,29	2,87	5,36
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	Asteraceae	63,33	2,63	100,00	2,68	0,26	2,54	5,17
<i>Erythroxylum suberosum</i>	Erythroxylaceae	73,33	3,05	100,00	2,68	0,21	2,02	5,07
<i>Erythroxylum deciduum</i>	Erythroxylaceae	66,67	2,77	100,00	2,68	0,17	1,63	4,40
<i>Byrsonima pachyphylla</i>	Malpighiaceae	46,67	1,94	100,00	2,68	0,13	1,31	3,25
<i>Miconia ferruginata</i>	Melastomataceae	30,00	1,25	100,00	2,68	0,20	1,94	3,19
<i>Myrsine guianensis</i>	Myrsinaceae	46,67	1,94	100,00	2,68	0,11	1,05	2,98
<i>Pterodon pubescens</i>	Fabaceae	30,00	1,25	66,67	1,79	0,18	1,73	2,98
<i>Pouteria ramiflora</i>	Sapotaceae	30,00	1,25	66,67	1,79	0,17	1,70	2,95
<i>Styrax ferrugineus</i>	Styracaceae	26,67	1,11	100,00	2,68	0,15	1,47	2,58
<i>Enterolobium gummiferum</i>	Mimosaceae	13,33	0,55	66,67	1,79	0,18	1,73	2,29
<i>Guapira noxia</i>	Nyctaginaceae	23,33	0,97	100,00	2,68	0,10	0,93	1,90
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	Malpighiaceae	23,33	0,97	100,00	2,68	0,08	0,73	1,70
<i>Qualea multiflora</i>	Vochysiaceae	23,33	0,97	66,67	1,79	0,07	0,72	1,69
<i>Vochysia elliptica</i>	Vochysiaceae	20,00	0,83	66,67	1,79	0,07	0,71	1,54
<i>Connarus suberosus</i>	Connaraceae	20,00	0,83	100,00	2,68	0,06	0,57	1,40
<i>Andira paniculata</i>	Verbenaceae	16,67	0,69	66,67	1,79	0,06	0,57	1,26
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	Caesalpinaceae	16,67	0,69	66,67	1,79	0,05	0,52	1,21
<i>Palicourea rigida</i>	Rubiaceae	16,67	0,69	100,00	2,68	0,05	0,47	1,16
<i>Mimosa claussenii</i>	Mimosaceae	16,67	0,69	66,67	1,79	0,04	0,41	1,10
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	Malpighiaceae	16,67	0,69	66,67	1,79	0,04	0,37	1,06
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	Apocynaceae	13,33	0,55	66,67	1,79	0,04	0,35	0,90
<i>Acosmium dasycarpum</i>	Fabaceae	13,33	0,55	33,33	0,89	0,03	0,32	0,88
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	Erythroxylaceae	13,33	0,55	66,67	1,79	0,03	0,30	0,85
<i>Dimorphandra mollis</i>	Caesalpinaceae	6,67	0,28	66,67	1,79	0,06	0,54	0,82
<i>Diospyros burchellii</i>	Ebenaceae	10,00	0,42	33,33	0,89	0,03	0,26	0,68
<i>Rourea induta</i>	Connaraceae	10,00	0,42	66,67	1,79	0,02	0,23	0,65
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i>	Malpighiaceae	3,33	0,14	33,33	0,89	0,03	0,27	0,41
<i>Banisteriopsis latifolia</i>	Malpighiaceae	3,33	0,14	33,33	0,89	0,02	0,17	0,31
<i>Machaerium acutifolium</i>	Fabaceae	3,33	0,14	33,33	0,89	0,01	0,11	0,25
<i>Casearia sylvestris</i>	Salicaceae	3,33	0,14	33,33	0,89	0,01	0,10	0,24
<i>Tabebuia ochracea</i>	Bignoniaceae	3,33	0,14	33,33	0,89	0,01	0,09	0,23
<i>Aegiphila lhotzkiana</i>	Verbenaceae	3,33	0,14	33,33	0,89	0,01	0,07	0,21
<i>Tocoyena formosa</i>	Rubiaceae	3,33	0,14	33,33	0,89	0,01	0,07	0,20
<i>Plenckia populnea</i>	Celastraceae	3,33	0,14	33,33	0,89	0,01	0,06	0,20
Total		2406,67	100	3733,33	100	10,26	100	200

Tabela 4.12. Fitossociologia da área de cerrado *sensu stricto* (classificada por IVC) submetida ao Tratamento 6 (corte com motosserra, retirada da lenha, fogo, destoca com lâmina e duas gradagens).

Espécie	Família	Densidade		Frequência		Dominância		IVC
		N/ha	%	FA	%	m ² /ha	%	
<i>Myrsine guianensis</i>	Myrsinaceae	486,67	17,87	100,00	2,56	1,45	12,52	30,39
<i>Miconia pohliana</i>	Melastomataceae	250,00	9,18	100,00	2,56	1,79	15,44	24,62
<i>Kielmeyera coriacea</i>	Clusiaceae	273,33	10,04	100,00	2,56	1,01	8,69	18,73
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	Asteraceae	160,00	5,88	100,00	2,56	0,61	5,25	11,12
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	Mimosaceae	120,00	4,41	100,00	2,56	0,77	6,68	11,09
<i>Qualea grandiflora</i>	Vochysiaceae	100,00	3,67	100,00	2,56	0,49	4,24	7,91
<i>Ouratea hexasperma</i>	Ochnaceae	116,67	4,28	100,00	2,56	0,32	2,75	7,03
<i>Qualea parviflora</i>	Vochysiaceae	100,00	3,67	100,00	2,56	0,36	3,08	6,76
<i>Dalbergia miscolobium</i>	Fabaceae	100,00	3,67	100,00	2,56	0,30	2,61	6,28
<i>Erythroxylum suberosum</i>	Erythroxylaceae	86,67	3,18	100,00	2,56	0,25	2,17	5,35
<i>Caryocar brasiliense</i>	Caryocaraceae	50,00	1,84	100,00	2,56	0,37	3,17	5,00
<i>Roupala montana</i>	Proteaceae	80,00	2,94	100,00	2,56	0,21	1,78	4,72
<i>Machaerium opacum</i>	Fabaceae	66,67	2,45	33,33	0,85	0,22	1,86	4,31
<i>Eriotheca pubescens</i>	Malvaceae	20,00	0,73	100,00	2,56	0,37	3,22	3,96
<i>Eremanthus glomerulatus</i>	Asteraceae	43,33	1,59	66,67	1,71	0,25	2,15	3,74
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Caesalpiniaceae	40,00	1,47	100,00	2,56	0,24	2,08	3,55
<i>Schefflera macrocarpa</i>	Araliaceae	33,33	1,22	66,67	1,71	0,24	2,06	3,28
<i>Diospyros burchellii</i>	Ebenaceae	50,00	1,84	33,33	0,85	0,13	1,12	2,96
<i>Davilla elliptica</i>	Dilleniaceae	43,33	1,59	100,00	2,56	0,15	1,26	2,86
<i>Styrax ferrugineus</i>	Styracaceae	30,00	1,10	100,00	2,56	0,20	1,72	2,82
<i>Erythroxylum decidium</i>	Erythroxylaceae	43,33	1,59	100,00	2,56	0,13	1,11	2,70
<i>Acosmium dasycarpum</i>	Fabaceae	43,33	1,59	66,67	1,71	0,11	0,96	2,55
<i>Enterolobium gummiferum</i>	Mimosaceae	26,67	0,98	100,00	2,56	0,17	1,50	2,48
<i>Connarus suberosus</i>	Connaraceae	40,00	1,47	100,00	2,56	0,12	1,00	2,46
<i>Qualea multiflora</i>	Vochysiaceae	36,67	1,35	100,00	2,56	0,11	0,93	2,28
<i>Palicourea rigida</i>	Rubiaceae	30,00	1,10	100,00	2,56	0,08	0,73	1,83
<i>Guapira noxia</i>	Nyctaginaceae	20,00	0,73	100,00	2,56	0,09	0,77	1,50
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	Caesalpiniaceae	10,00	0,37	33,33	0,85	0,12	1,07	1,43
<i>Rourea induta</i>	Connaraceae	23,33	0,86	66,67	1,71	0,06	0,49	1,35
<i>Pouteria ramiflora</i>	Sapotaceae	16,67	0,61	66,67	1,71	0,08	0,72	1,34
<i>Pterodon pubescens</i>	Fabaceae	16,67	0,61	66,67	1,71	0,08	0,68	1,29
<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	Lauraceae	13,33	0,49	33,33	0,85	0,07	0,64	1,13
<i>Dimorphandra mollis</i>	Caesalpiniaceae	6,67	0,24	33,33	0,85	0,10	0,82	1,06
<i>Aegiphila lhotzkiana</i>	Verbenaceae	10,00	0,37	33,33	0,85	0,07	0,58	0,95
<i>Byrsonima pachyphylla</i>	Malpighiaceae	13,33	0,49	66,67	1,71	0,05	0,44	0,93
<i>Blepharocalix salicifolius</i>	Myrtaceae	6,67	0,24	33,33	0,85	0,07	0,62	0,86
<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	Apocynaceae	10,00	0,37	66,67	1,71	0,04	0,31	0,68
<i>Vochysia elliptica</i>	Vochysiaceae	10,00	0,37	33,33	0,85	0,03	0,30	0,67
<i>Plenckia populnea</i>	Celastraceae	10,00	0,37	100,00	2,56	0,03	0,25	0,62
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	Caesalpiniaceae	10,00	0,37	66,67	1,71	0,03	0,25	0,61
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	Malpighiaceae	10,00	0,37	66,67	1,71	0,02	0,19	0,56
<i>Mimosa clausenii</i>	Melastomataceae	6,67	0,24	66,67	1,71	0,03	0,22	0,46
<i>Lafoensia pacari</i>	Lythraceae	6,67	0,24	33,33	0,85	0,02	0,21	0,46
<i>Tabebuia ochracea</i>	Bignoniaceae	6,67	0,24	66,67	1,71	0,02	0,18	0,43
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Clusiaceae	6,67	0,24	66,67	1,71	0,02	0,14	0,38
<i>Casearia sylvestris</i>	Salicaceae	6,67	0,24	33,33	0,85	0,02	0,13	0,38
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i>	Malpighiaceae	3,33	0,12	33,33	0,85	0,03	0,25	0,37
<i>Psidium myrsinoides</i>	Myrtaceae	6,67	0,24	33,33	0,85	0,01	0,12	0,37
<i>Cordia</i> sp.	Boraginaceae	3,33	0,12	33,33	0,85	0,02	0,15	0,27
<i>Maprounea guianensis</i>	Euphorbiaceae	3,33	0,12	33,33	0,85	0,01	0,09	0,21
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	Apocynaceae	3,33	0,12	33,33	0,85	0,01	0,07	0,19
<i>Dalbergia nigra</i>	Fabaceae	3,33	0,12	33,33	0,85	0,01	0,06	0,18
<i>Hancornia speciosa</i>	Apocynaceae	3,33	0,12	33,33	0,85	0,01	0,06	0,18
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	Erythroxylaceae	3,33	0,12	33,33	0,85	0,01	0,06	0,18
<i>Miconia albicans</i>	Melastomataceae	3,33	0,12	33,33	0,85	0,01	0,06	0,18
Total		2723,33	100	3900	100	11,59	100	200

O tratamento 6 que envolveu corte com motosserra, retirada da lenha, fogo, destoca com lâmina e gradagem foi o que apresentou maior densidade (2723,33 indivíduos/ha),

seguido pelo tratamento 2 (desmatamento com lâmina, retirada da lenha e gradagem) com 2690 indivíduos/ha e pelos tratamentos 3 (desmatamento com lâmina, retirada da lenha e fogo com 2590 indivíduos/ha), 4 (corte com motosserra e retirada da lenha com 2566,67 indivíduos/ha), 5 (corte com motosserra, retirada da lenha e fogo com 2406,67 indivíduos/ha) e 1 (desmatamento com lâmina e retirada da lenha com 2383,33 indivíduos/ha).

Entretanto, a maior área basal foi registrada no tratamento 2 (12,89 m²/ha), seguida pelo tratamento 3 com 12,07 m²/ha e pelos tratamentos 6 com 11,59 m²/ha, 4 com 11,37 m²/ha, 5 com 10,26 m²/ha e 1 com 10,14 m²/ha. Portanto, os tratamentos 2, 6 e 3 destacaram-se como os que apresentaram o maior número de indivíduos e maior área basal. Assim, os tratamentos que envolveram gradagem (T2 e T6) favoreceram o aumento no número de indivíduos na área.

As dez espécies com maiores valores de densidade relativa representaram 58,74%, 72,12%, 59,85%, 58,7%, 54,71% e 65,85% da densidade total, respectivamente nos tratamentos 1, 2, 3, 4, 5 e 6. Dentre estas, *Dalbergia miscolobium*, *Qualea grandiflora* e *Kielmeyera coriacea* destacaram-se em todos os seis tratamentos. *Miconia pohliana* e *Qualea parviflora* também se destacaram, ficando entre as dez primeiras em densidade relativa em cinco tratamentos.

Quanto à área basal, as dez primeiras espécies representaram 61,76%, 72,69%, 61,93%, 58,17%, 59,14% e 65,05% da área basal total. As espécies *Kielmeyera coriacea*, *Miconia pohliana* e *Qualea grandiflora* situaram-se entre as dez primeiras nos seis tratamentos, enquanto *Caryocar brasiliense*, *Qualea parviflora* e *Schefflera macrocarpa* também se destacaram entre cinco tratamentos.

As espécies *Miconia pohliana*, *Qualea grandiflora* e *Kielmeyera coriacea* estiveram presentes em todos os seis tratamentos entre as 10 espécies com o maior valor de cobertura (IVC). As espécies *Schefflera macrocarpa*, *Roupala montana* e *Qualea parviflora* também tiveram posição de destaque no índice de cobertura em cinco tratamentos, assim como as espécies *Caryocar brasiliense* e *Dalbergia miscolobium* que se destacaram entre as 10 com maior IVC em quatro tratamentos. Com exceção de *Schefflera macrocarpa* e *Qualea parviflora*, que ocorreram em duas parcelas nos tratamentos 5 e 6, e

no 2, respectivamente, todas estas espécies ocorreram em todas as dezoito parcelas inventariadas. Destas, *Miconia pohliana*, *Kielmeyera coriacea*, *Roupala montana*, *Qualea parviflora*, *Dalbergia miscolobium* foram relatadas por Medeiros et al. (2007) como dentre as espécies de maior importância ecológica nos estratos de regeneração e adulto em cerrado *sensu stricto* na Fazenda Água Limpa, o que indica que essas espécies possuem populações auto-regenerativas e adaptadas à área.

Rezende (2002), avaliando a mesma área submetida aos mesmos tratamentos, mas abandonada para regeneração natural, mencionou que as espécies *Blepharocalix salicifolius*, *Eremanthus glomerulatus*, *Eriotheca pubescens*, *Miconia pohliana* e *Piptocarpha rotundifolia* se destacaram na área em 2000 por apresentarem maior índice de valor de cobertura em pelo menos um tratamento. Destas, apenas *Miconia pohliana* destacou-se nesse parâmetro em mais de um tratamento no presente estudo.

A espécie *Miconia pohliana* ocupou a primeira posição em IVC em três tratamentos (1, 4 e 5), a segunda nos tratamentos 3 e 6 e ficando em oitava no tratamento 2. Esta também se destacou entre as espécies com maiores valores de dominância relativa em todos os seis tratamentos, ocupando a primeira posição nos tratamentos 1, 4 e 6.

Kielmeyera coriacea ocupou a primeira posição em IVC no tratamento 3, mas também se destacou nos outros tratamentos, ocupando no máximo a sexta posição neste parâmetro. Esta espécie se situou entre as três com maior valor de densidade relativa em todos os seis tratamentos.

A espécie *Myrsine guianensis* obteve os maiores valores de densidade relativa nos tratamentos 2 e 6 e o maior valor de área basal relativa no tratamento 2 e o segundo no tratamento 6, resultando na primeira posição em IVC nestes tratamentos. Esta espécie também obteve alto valor de cobertura no tratamento 4, ficando na quarta posição, devido principalmente à sua alta densidade relativa. Apesar de seu destaque nos parâmetros fitossociológicos, esta espécie foi classificada por Nunes et al. (2002) como muito pouco abundante, muito pouco dominante e pouco freqüente em áreas de cerrado *sensu stricto*.

Os grupos de espécies com baixos valores de IVC foi praticamente o mesmo, sem grandes variações nos diferentes tratamentos, ao contrário do observado por Felfili et al.

(2007). Isso demonstra similaridades florísticas e sugere condições ambientais semelhantes em cada tratamento avaliado.

Os indivíduos mortos foram representativos na comunidade amostrada. Estes, quando incluídos nos cálculos da estrutura da vegetação, ocuparam a décima primeira posição entre as espécies de maior área basal (dominância absoluta) e a nona posição entre as espécies de maior densidade. Incluindo-se estes indivíduos, houve um aumento em média de 3,77% e 4,07%, na área basal e na densidade, respectivamente.

Os tratamentos 3 e 1 obtiveram os maiores aumentos nos valores de densidade e área basal quando incluídos os indivíduos mortos na estrutura da vegetação, devido ao maior número de registros destes indivíduos nestas áreas.

Rezende (2002) observou que o sistema de exploração que envolve corte com lâmina propiciou uma maior riqueza florística, pelo aumento da densidade de indivíduos na área. No presente estudo só foi possível observar um aumento na densidade, nos tratamentos que envolveram lâmina (somente T3 e T1), apenas quando incluídos os indivíduos mortos, mas quanto à riqueza não houve diferença entre esses tratamentos e o T6 e o T4 que envolveram corte com motosserra.

As seis espécies implantadas não ocuparam posições de destaque quanto ao IVC, à área basal, à densidade ou mesmo à frequência em nenhum dos seis tratamentos avaliados.

Comparando-se as espécies implantadas com as seis espécies que obtiveram o maior índice de valor de cobertura (IVC) na área total amostrada (Tabela 4.13), observa-se que não houve diferenças entre as médias de diâmetros e de alturas entre os dois grupos. Porém, os menores valores de altura e de diâmetro estão no primeiro grupo (das espécies implantadas). Vale ressaltar que para a determinação do IVC são consideradas a densidade e a área basal dos indivíduos de cada espécie, o que fez com que o segundo grupo se destacasse neste parâmetro pela alta densidade e dominância de indivíduos.

Tabela 4.13. Médias de diâmetro (Db) e de altura (H) das espécies implantadas e das seis espécies com maior valor de cobertura (IVC) com Db \geq 5 cm na área de cerrado *sensu stricto* submetida aos distúrbios.

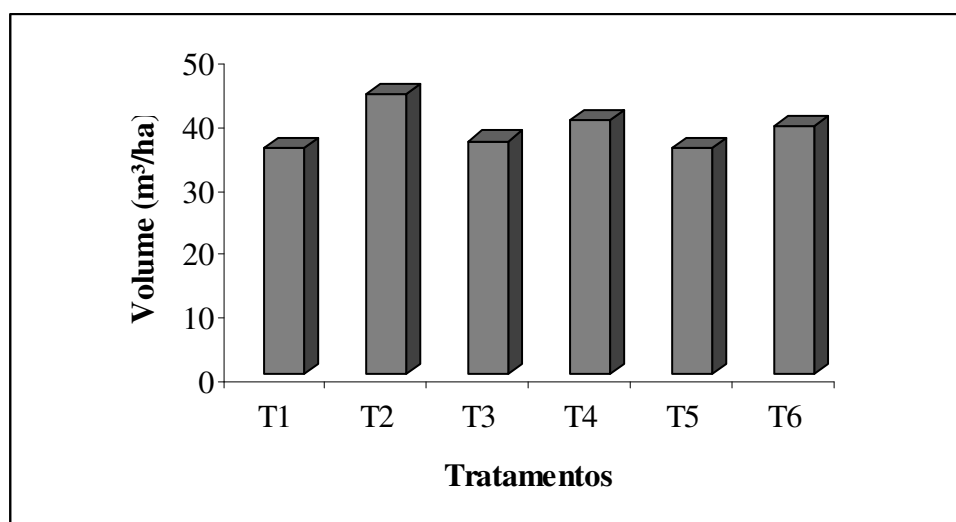
Espécies implantadas	Média de Db	Média de H
<i>Aspidosperma olivaceum</i> *	5,0	4,3
<i>Calophyllum brasiliense</i>	5,9	3,3
<i>Copaifera langsdorffii</i>	7,4	3,9
<i>Cordia</i> sp.	6,1	1,9
<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	6,6	3,3
<i>Dalbergia nigra</i> *	5,2	1,8
Média	6,0	3,1
Espécies com maior valor de IVC	Média de Db	Média de H
<i>Miconia pohliana</i>	7,8	3,2
<i>Myrsine guianensis</i>	6,2	2,6
<i>Kielmeyera coriacea</i>	6,2	2,8
<i>Qualea grandiflora</i>	7,4	3,3
<i>Schefflera macrocarpa</i>	8,0	4,4
<i>Roupala montana</i>	6,0	2,3
Média	6,9	3,1

* espécie com apenas 1 indivíduo registrado na área com Db \geq 5 cm.

4.3. VOLUME

Na Figura 4.2 são apresentados os volumes obtidos por tratamento na área de cerrado *sensu stricto* submetida aos distúrbios.

Observa-se que o tratamento 2 que envolveu desmatamento com lâmina, retirada da lenha e gradagem foi o que apresentou a maior produção volumétrica, superando em 9,60% o volume encontrado para o tratamento 4, que obteve o segundo maior valor. O T2 superou em 19,31% o menor volume encontrado, pertencente ao tratamento 1 (desmatamento com lâmina e retirada da lenha).



T1: desmatamento com lâmina e retirada da lenha; T2: desmatamento com lâmina, retirada da lenha e duas gradagens; T3: desmatamento com lâmina, retirada da lenha e fogo; T4: corte com motosserra e retirada da lenha; T5: corte com motosserra, retirada da lenha e fogo; e T6: corte com motosserra, retirada da lenha, fogo, destoca com lâmina e duas gradagens.

Figura 4.2. Volume (m³/ha) por tratamento na área de cerrado *sensu stricto* submetida aos distúrbios.

A partir dos dados concedidos por Rocha e Rezende (2008), foi possível obter o volume na mesma área de cerrado *sensu stricto*, que foi submetida aos mesmos tratamentos, mas abandonada para se avaliar a regeneração natural da vegetação. Este variou de 28,35 a 35,60 m³/ha. Observa-se, portanto, que os tratamentos que envolveram plantio de enriquecimento (variação do volume de 35,60 a 44,12 m³/ha) foram os que apresentaram valores superiores em produção volumétrica quando comparados aos tratamentos que foram apenas desmatados (ROCHA; REZENDE, 2008). Entretanto, vale ressaltar que as espécies utilizadas no plantio de enriquecimento obtiveram baixa densidade, portanto, a superioridade do volume na área enriquecida é devido às espécies nativas e não às seis espécies implantadas.

Os tratamentos submetidos a desmatamento e enriquecimento obtiveram em média um valor de volume de 38,46 m³/ha e os tratamentos submetidos a desmatamento e abandono, 30,26 m³/ha. Ou seja, em média os tratamentos enriquecidos obtiveram um volume superior em 8 m³/ha, o que pode ser considerado expressivo em áreas de cerrado *sensu stricto*.

A média de volume de 38,46 m³/ha obtida no presente estudo é superior à encontrada por Rezende et al. (2006), que registraram para a mesma área de cerrado *sensu stricto*, abandonada para regeneração natural, um valor igual a 25,10 m³/ha. Imaña-Encinas et al. (2009) encontraram um valor bem inferior pela cubagem rigorosa das árvores e arbustos em cerrado *sensu stricto* em Planaltina de Goiás de 16,18 m³/ha de madeira. Entretanto, o valor encontrado é inferior ao registrado por Felfili (2008) que inventariou, dentre outras áreas, 1 ha de cerrado *sensu stricto* na Área de Proteção Ambiental Gama e Cabeça de Veado, encontrando um valor de volume de 39,47 m³/ha. Com os dados concedidos por Borges (2009) foi possível obter o volume de 40,31 m³/ha em uma área de cerrado *sensu stricto* protegida de distúrbios.

Assim, observa-se que as áreas de cerrado *sensu stricto*, quando protegidas de distúrbios, apresentam maior valor de produção volumétrica que áreas perturbadas por desmatamento. Observa-se também, que mesmo após ser feito o plantio de enriquecimento, de modo geral, a vegetação não é capaz de superar o volume encontrado em áreas naturais.

Após a realização da análise de variância (Tabela 4.14), foi verificado pelo teste de Tukey que houve diferença significativa entre alguns valores de volume encontrados por tratamento (Tabela 4.15). Observa-se também que não foi observada diferença significativa entre os blocos avaliados, sendo, portanto, considerados iguais quando utilizada a variável volume.

Tabela 4.14. Análise de variância para o volume, considerando blocos e tratamentos.

FV	GL	SQ	QM	F	Signif.
Bloco	2	357,6	178,8	1,329	0,267386
Tratamento	5	1617,9	323,6	2,405*	0,038759
Resíduo	172	23138,8	134,5		
Total	179	25114,3	636,9		

* significativo ao nível de 5%

Tabela 4.15. Teste de Duncan ao nível de significância de 5% para o volume. (T1: desmatamento com lâmina e retirada da lenha; T2: desmatamento com lâmina, retirada da lenha e duas gradagens; T3: desmatamento com lâmina, retirada da lenha e fogo; T4: corte com motosserra e retirada da lenha; T5: corte com motosserra, retirada da lenha e fogo; e T6: corte com motosserra, retirada da lenha, fogo, destoca com lâmina e duas gradagens).

Tratamentos	Médias	
T2	44,12	a
T4	39,88	a b
T6	38,96	a b
T3	36,61	b
T5	35,62	b
T1	35,60	b

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5% de significância.

Observa-se que o tratamento 2, que obteve o maior valor de volume, diferiu estatisticamente dos outros tratamentos que também envolveram desmatamento com lâmina (T1 e T3), além de ter diferido do tratamento 5, que envolveu corte com motosserra, retirada da lenha e fogo. Entretanto, o tratamento 2 não diferiu estatisticamente dos outros dois tratamentos que envolveram corte com motosserra (T4 e T6).

Era esperado que os tratamentos que envolveram desmatamento com lâmina fossem iguais estatisticamente entre si, mas que diferissem estatisticamente dos tratamentos que envolveram motosserra, o que não foi observado no presente estudo. Isto se deve ao fato do tempo de avaliação após a ocorrência das perturbações ter sido muito longo (20 anos). Com isso, a falta de monitoramento logo após a ocorrência dos distúrbios influenciou no resultado obtido.

Para avaliar a produção volumétrica para fins energéticos, o volume foi transformado para biomassa seca, de acordo com os resultados obtidos por Vale (2000). Segundo o autor, dezessete espécies foram responsáveis por 83% da produção de biomassa seca por árvore e por 93% da produção de biomassa seca por hectare. Assim, foi calculada a biomassa para estas dezessete espécies, visto que não existiam estudos sobre todas as espécies registradas no presente trabalho. A biomassa seca em toneladas por hectare obtida para as espécies em questão está apresentada na Figura 4.3.

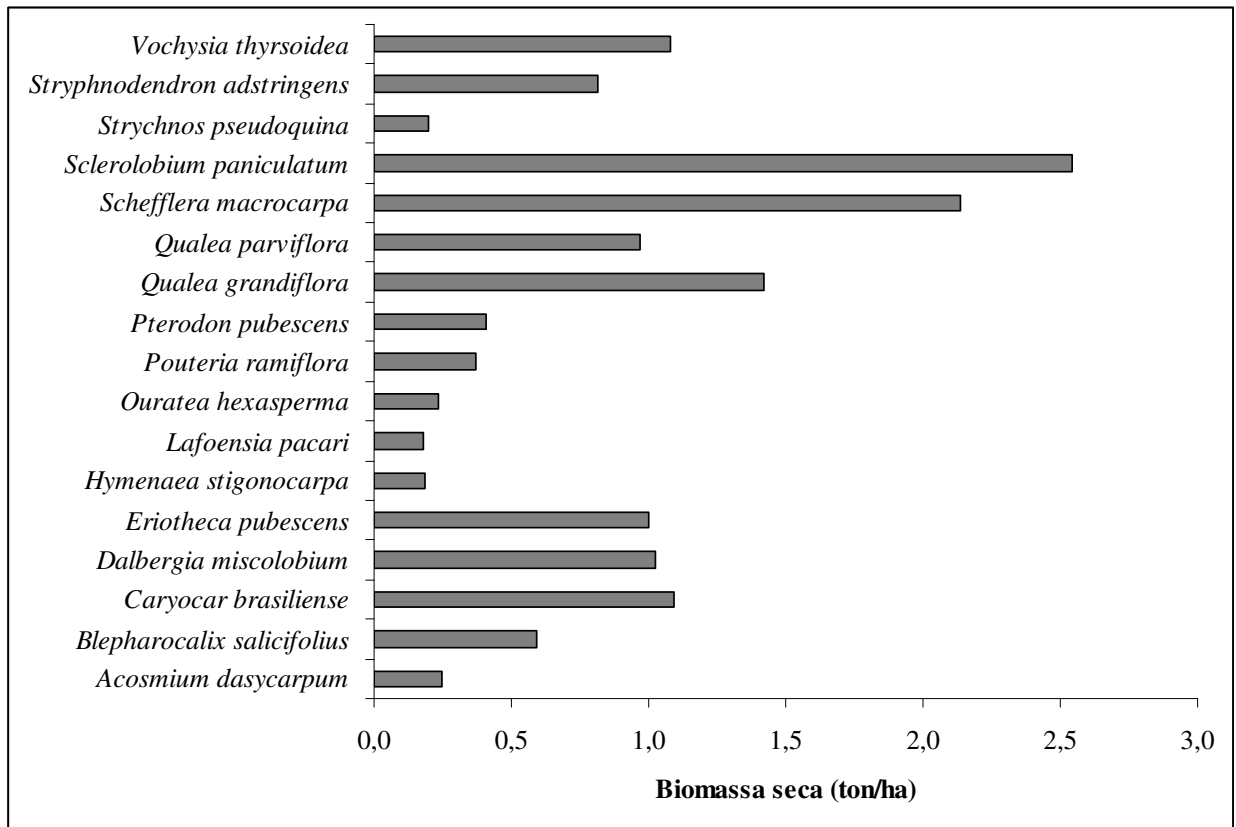


Figura 4.3. Biomassa seca em toneladas por hectare obtida para dezessete espécies na área de cerrado *sensu stricto* submetido a distúrbios.

A produção média foi de 0,85 ton/espécie e de 14,49 ton/ha. A produção média por hectare encontrada no presente estudo corrobora com os dados obtidos por Vale (2000), que mencionou também que esta é considerada baixa quando comparada a outros ecossistemas florestais.

Silva (1990) encontrou para a mesma área de cerrado *sensu stricto*, desmatada e abandonada para regeneração natural, uma produção de 17,29 ton/ha, considerando a massa seca de tronco e ramos, valor ligeiramente superior ao encontrado no presente trabalho.

Foi observada uma variação na biomassa seca de 0,18 ton/ha com a espécie *Lafoensia pacari* a 2,54 ton/ha obtida para a espécie *Sclerolobium paniculatum*.

Observa-se que as espécies *Sclerolobium paniculatum*, *Schefflera macrocarpa* e *Qualea grandiflora* destacaram-se na área, apresentando os maiores valores de biomassa

seca. A espécie *Sclerolobium paniculatum* obteve uma biomassa superior em aproximadamente 0,4 ton/ha em relação à *Schefflera macrocarpa*, segunda espécie de maior biomassa seca. Por outro lado, das dezessete espécies analisadas, sete apresentaram biomassa inferior à meia tonelada/ha: *Strychnos pseudoquina*, *Lafoensia pacari*, *Acosmium dasycarpum*, *Hymenaea stigonocarpa*, *Pterodon pubescens*, *Pouteria ramiflora* e *Ouratea hexasperma*. Destas, apenas *Ouratea hexasperma* possui densidade básica inferior a 0,7 g/cm³, o que influenciou em sua baixa produção, visto que é uma espécie que ocorreu em todas as parcelas.

Além de *Ouratea hexasperma*, as espécies *Qualea grandiflora*, *Dalbergia miscolobium*, *Caryocar brasiliense* e *Stryphnodendron adstringens* ocorreram em todas as parcelas. *Qualea parviflora* ocorreu em dezessete parcelas, *Schefflera macrocarpa*, em dezesseis e *Eriotheca pubescens*, em quinze. *Sclerolobium paniculatum* e *Blepharocalix salicifolius* ocorreram em doze parcelas. *Hymenaea stigonocarpa* e *Pouteria ramiflora* ocorreram em dez parcelas. *Pterodon pubescens* ocorreu em nove parcelas e *Acosmium dasycarpum*, em oito. *Lafoensia pacari* ocorreu em apenas três parcelas e *Vochysia thyrsoidea* e *Strychnos pseudoquina* ocorreram somente em uma parcela dentre as dezoito amostradas.

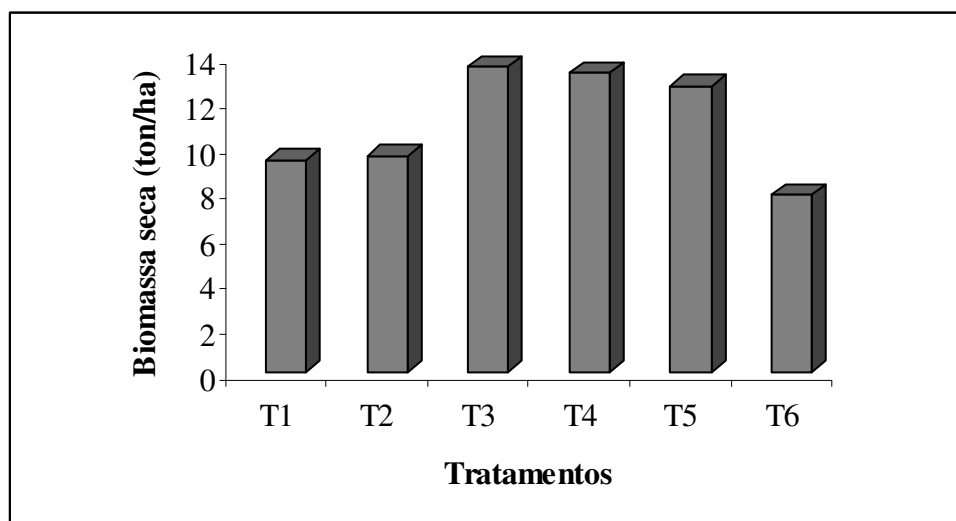
Vale (2000) ressaltou que para a escolha de espécies para produção de biomassa energética deve-se considerar, além da produção em biomassa seca, a principal variável envolvida, a alta densidade básica, o alto poder calorífico e o alto teor de carbono fixo. Entretanto, algumas espécies podem ter uma boa produção, mas possuindo poucos indivíduos por hectare. Com isso, o autor mencionou que as espécies *Pterodon pubescens*, *Dalbergia miscolobium* e *Sclerolobium paniculatum* são as ideais para utilização para energia.

Nunes et al. (2002) mencionaram que *Pterodon pubescens* e *Sclerolobium paniculatum* são muito pouco abundantes e pouco freqüentes em áreas de cerrado *sensu stricto*. Apesar disso, *Sclerolobium paniculatum* foi classificada como dominante nestas áreas, ao contrário de *Pterodon pubescens*, classificada como muito pouco dominante. *Dalbergia miscolobium* foi considerada pelos autores como pouco abundante e dominante, mas muito freqüente em cerrado *sensu stricto*.

Observa-se na Figura 4.4 que no tratamento 3 (desmatamento com lâmina, retirada da lenha e fogo) foi obtida a maior produção em biomassa seca (13,52 ton/ha). O tratamento 4, que envolveu corte com motosserra e retirada da lenha também apresentou valores de biomassa seca próximos ao T3, com 13,26 ton/ha.

Com os dados concedidos por Rocha e Rezende (2008), obteve-se um intervalo de biomassa seca variando de 4,73 a 11,33 ton/ha, em uma área de cerrado *sensu stricto* submetida aos mesmos tratamentos do presente estudo e abandonada. No presente trabalho foi verificado um intervalo de 7,86 a 13,52 ton/ha de biomassa seca, sendo superior aos valores de Rocha e Rezende (2008).

Através dos dados concedidos por Borges (2009) obteve-se um valor de biomassa de 17,0 ton/ha em uma área de cerrado *sensu stricto* sem distúrbios. Observa-se que a área sem distúrbios foi superior em biomassa seca em quase 4 ton/ha em relação à área submetida à desmatamento e plantio de enriquecimento. Isto se deve ao fato de que nas áreas naturais há indivíduos com altura e diâmetro superiores aos indivíduos de áreas perturbadas, além de que se tem, também, maior área basal em áreas conservadas.



T1: desmatamento com lâmina e retirada da lenha; T2: desmatamento com lâmina, retirada da lenha e duas gradagens; T3: desmatamento com lâmina, retirada da lenha e fogo; T4: corte com motosserra e retirada da lenha; T5: corte com motosserra, retirada da lenha e fogo; e T6: corte com motosserra, retirada da lenha, fogo, destoca com lâmina e duas gradagens.

Figura 4.4. Biomassa seca em toneladas por hectare por tratamento.

Apesar da superioridade em biomassa da área amostrada por Borges (2009), foi observado que nesta não foi encontrado o maior número de árvores das três espécies ideais para fins energéticos propostas por Vale (2000).

Foram encontradas mais árvores das espécies *Sclerobium paniculatum* e *Pterodon pubescens* no tratamento 5, que obteve o terceiro maior valor de biomassa seca. Árvores da espécie *Dalbergia miscolobium* ocorreram em maior número no tratamento 2, no qual não houve registros de nenhum indivíduo das outras duas espécies.

Verificou-se que *Sclerobium paniculatum*, uma das três espécies indicadas ideais para energia por Vale (2000), possuiu indivíduos ocorrendo na última classe diamétrica na maioria dos tratamentos que envolveram enriquecimento, além de possuir indivíduos bem distribuídos nas classes anteriores.

O tratamento 6, que envolveu corte com motosserra, retirada da lenha, fogo, destoca com lâmina e duas gradagens apresentou o menor valor de biomassa seca. Isto se deve ao fato de que neste tratamento foram envolvidos mais processos, o que provavelmente influenciou o desenvolvimento das árvores, diminuindo a biomassa.

4.4. CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO SOLO

A Tabela 4.16 apresenta os resultados obtidos no ensaio granulométrico, os valores dos limites de Atterberg (limites de liquidez e de plasticidade), a massa específica dos grãos e a classificação de cada amostra de solo segundo a metodologia MCT.

A porcentagem de argila variou de 60,6 a 66,2% na profundidade de 0-20 cm e de 69 a 72% na profundidade 20-40 cm. Os menores valores foram obtidos mais próximos à superfície, ao contrário da porcentagem de areia, que diminuiu com o aumento da profundidade, variando de 18,5 a 23,9% na profundidade de 0-20 cm e de 14,5 a 15,8% entre 20 e 40 cm de profundidade.

A porcentagem de silte também diminuiu com o aumento da profundidade nos Blocos 1 e 3. Somente no Bloco 2 esta tendência se inverteu. Na profundidade de 0-20 cm, a porcentagem de silte variou de 15,1 a 15,8% e de 12,2 a 16,2% entre 20 e 40 cm.

Os limites de liquidez (LL) e de plasticidade (LP) foram relativamente altos, variando de 52,7 a 59,6% e de 34,7 a 38%, respectivamente. O limite de plasticidade foi ligeiramente maior quanto mais próximo da superfície do solo. Estes valores refletiram no alto valor do Índice de Plasticidade (IP), que variou de 17,6 a 22%. Segundo Caputo (1988) os solos com um índice de plasticidade maior que 15% são considerados altamente plásticos, e, mais precisamente, os solos do presente estudo podem ser classificados como argilas inorgânicas de alta plasticidade de acordo com os valores de LL e LP.

Observa-se também que nas amostras de solo de 0-20 cm a massa específica dos grãos (γ_s) foi ligeiramente menor que as mesmas amostras na profundidade 20-40 cm. Entretanto, estes valores estão abaixo do encontrado para solos no Brasil, possuindo minerais leves (KIEHL, 1979). Costa (2004), porém, mencionou que nos solos minerais a densidade real situa-se em torno de 2,65, mas pode ser inferior a isto no caso de horizontes com teor de matéria orgânica relativamente alto, dado que a matéria orgânica possui densidade real menor que as partículas minerais.

Tabela 4.16. Distribuição granulométrica, limites de Atterberg, massa específica dos grãos e classificação dos solos segundo a metodologia MCT.

Propriedades analisadas	Designação das amostras					
	Bloco1		Bloco 2		Bloco 3	
	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm
Argila ($\Phi \leq 0,002$ mm)	65,7	70,8	60,6	69	66,2	72
Silte ($0,002 < \Phi \leq 0,06$ mm)	15,8	13,4	15,5	16,2	15,1	12,2
Areia ($0,06 < \Phi \leq 2$ mm)	18,5	15,8	23,9	14,5	18,6	15,8
LL (%)	59,6	53,7	56	56,2	55,2	52,7
LP (%)	37,6	36	38	35	36,4	34,7
IP (%)	22	17,6	18	21,2	18,8	18
γ_s (g/cm ³)	2,66	2,69	2,62	2,64	2,61	2,66
Classificação MCT	LG'	LG'	LG'	LG'	LG'	LG'

Na Figura 4.5 são apresentadas as curvas obtidas para cada amostra de solo com e sem defloculante nos ensaios de granulometria.

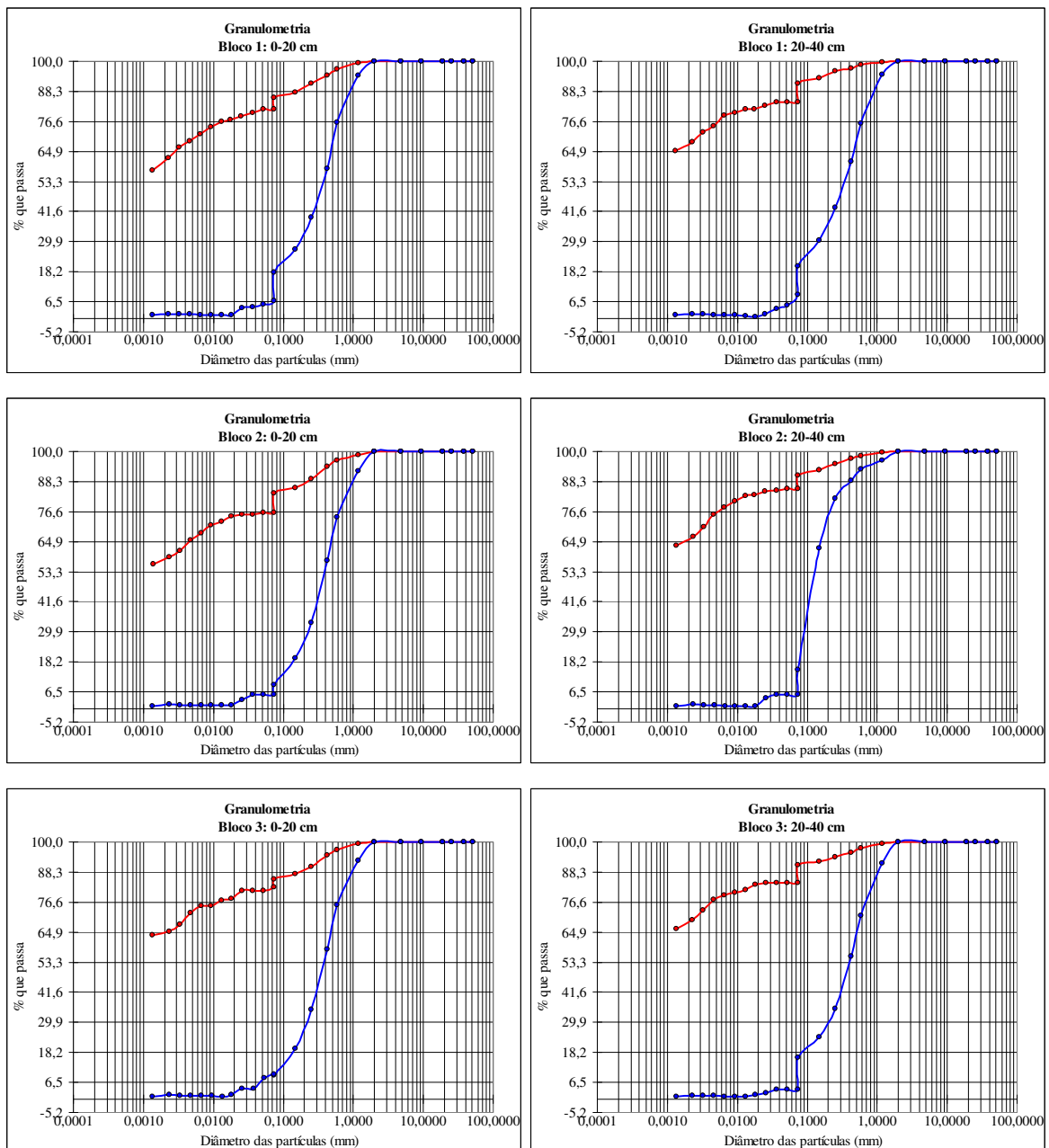


Figura 4.5. Curvas granulométricas. Em vermelho: amostra com defloculante e em azul amostra sem defloculante.

Observa-se a similaridade das amostras de solo quanto à granulometria, pois todas as curvas com e sem defloculante (dispersor) obtiveram comportamentos semelhantes.

Através das curvas granulométricas pôde-se avaliar a capacidade do solo em desagregar-se mais facilmente ou não. Assim, quando as curvas sem e com defloculante estão próximas, o solo tem menor grau de desagregação de suas partículas. Isto não foi observado nas amostras de solo avaliadas, significando que o solo sob cerrado *sensu stricto* submetido aos distúrbios possui alta facilidade de desagregação ou alta erodibilidade.

Haridasan (1993) afirmou que os latossolos são de estrutura muito forte, pouco granular em quase todo o perfil e comportam-se como solos de textura mais grossa. Entretanto, estes são altamente susceptíveis à erosão após desmatamento.

As características de compactação do solo nas profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm são ilustradas na Figura 4.6. Nessa figura observa-se que ambas as curvas das amostras de solo não se assemelham a uma parábola perfeita, como seria esperado para solos com fração argila predominante. A presença de areia e principalmente silte, não permitiram curvas com máximos bem definidos.

O teor de umidade ótima ($W_{ót.}$) foi de 32,5% na curva de compactação na profundidade de 20-40 cm e de 34,5% na curva de 0-20 cm. Esses valores encontram-se dentro do intervalo (30 a 40% de umidade) citado por Trindade et al. (2008) na energia normal de compactação. O peso específico seco máximo ($\gamma_{dmáx.}$) foi de 12,1 kN/m³ na curva de 0-20 cm e de 12,65 kN/m³ na curva de 20-40 cm, um pouco inferior ao valor médio de $\gamma_{dmáx.}$ (13 kN/m³) citado por Trindade et al. (2008). Verifica-se que os parâmetros ótimos de compactação ($W_{ót.}$ e $\gamma_{dmáx.}$), indicam altos conteúdos de água, dada a predominância de minerais finos.

O peso específico seco foi ligeiramente superior na curva de compactação de 20-40 cm, entretanto as duas curvas são muito semelhantes, com valores de umidade ótima e de peso específico máximo próximos entre si. Assim, o solo foi caracterizado com o mesmo comportamento em função da curva de compactação, independente das profundidades avaliadas.

Observa-se também, no ramo úmido, que mesmo com a adição de 6% de água, as curvas se estabilizaram, não alterando significativamente a compactação do solo. Este comportamento da curva pode ter sido influenciado principalmente pelo silte, visto que as curvas de materiais siltosos são mais planas.

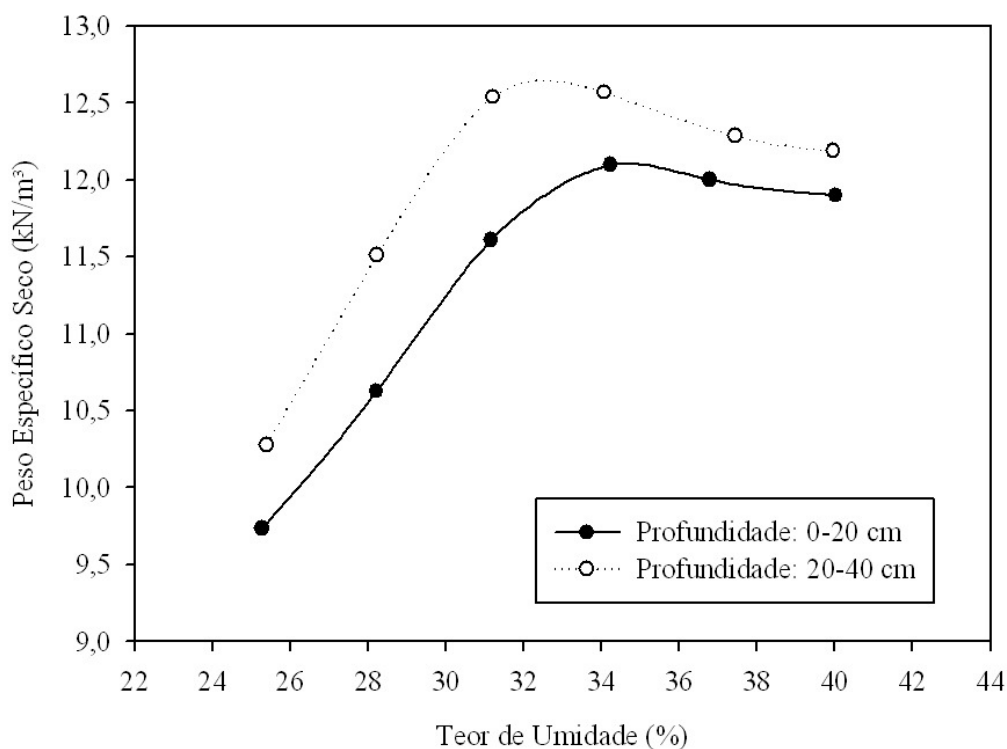


Figura 4.6. Curvas de compactação do solo.

Através da aplicação da metodologia MCT todas as amostras de solo foram caracterizadas como altamente plásticas, pela facilidade de se curvar e remoldar os cilindros, e com comportamento argiloso laterítico (LG'), pela alta contração observada (Tabela 4.17).

Tabela 4.17. Parâmetros utilizados para a classificação MCT.

Designação das amostras	Contração (ct)	Índice c'	Classificação MCT
Bloco 1	0-20 cm	1,7	1,86
	20-40 cm	2,48	2,19
Bloco 2	0-20 cm	2,62	2,24
	20-40 cm	2,47	2,19
Bloco 3	0-20 cm	2,55	2,21
	20-40 cm	2,68	2,26

A Figura 4.7 apresenta o resultado obtido com a classificação do solo pelo método do triângulo textural.

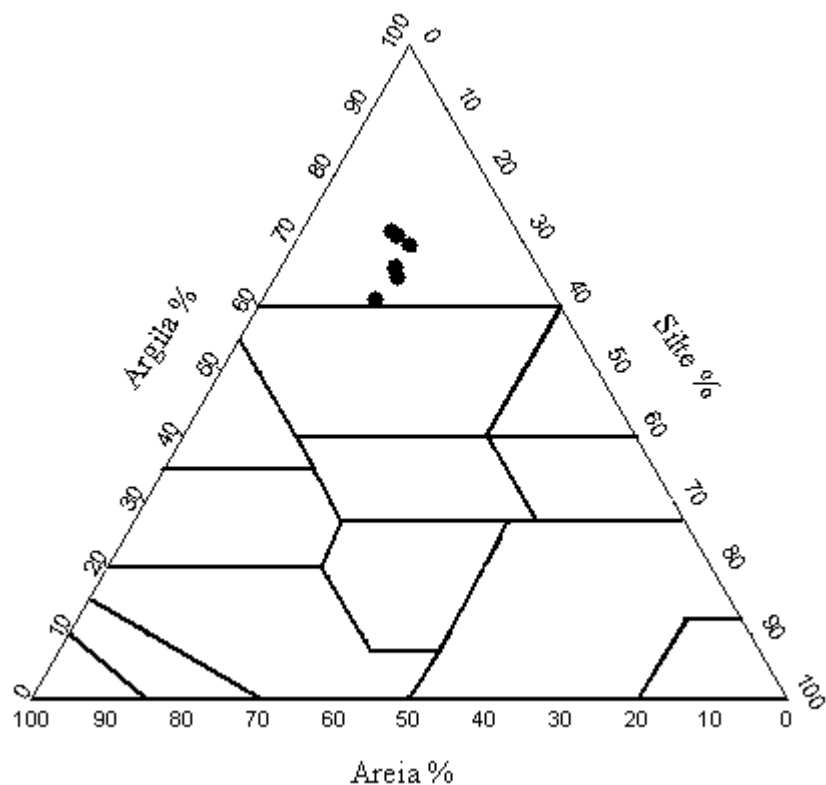


Figura 4.7. Triângulo textural com os respectivos dados utilizados.

Observa-se que todas as amostras foram caracterizadas como muito argilosas, pelo método do triângulo textural, sem distinção entre os blocos e as profundidades analisadas. Portanto, não houve diferença entre as profundidades e entre os blocos do experimento, tanto pelo método MCT quanto pelo método do triângulo textural.

Isto já era esperado para os parâmetros físicos, visto que outros autores constataram que não houve diferenças no solo quanto à análise química. Silva (1990), avaliando quimicamente o solo da área de cerrado *sensu stricto* submetido a desmatamento e abandono, concluiu que há uma uniformidade na disponibilidade de nutrientes entre as parcelas, não havendo grandes variações entre estas. Borgatto (1994) também avaliou a mesma área desmatada e abandonada e confirmou que as análises químicas não diferiram significativamente entre as parcelas desmatadas com trator de lâmina ou cortadas com motosserra, com e sem queima, o que também confirma a uniformidade na baixa disponibilidade de nutrientes na área.

4.5. RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO

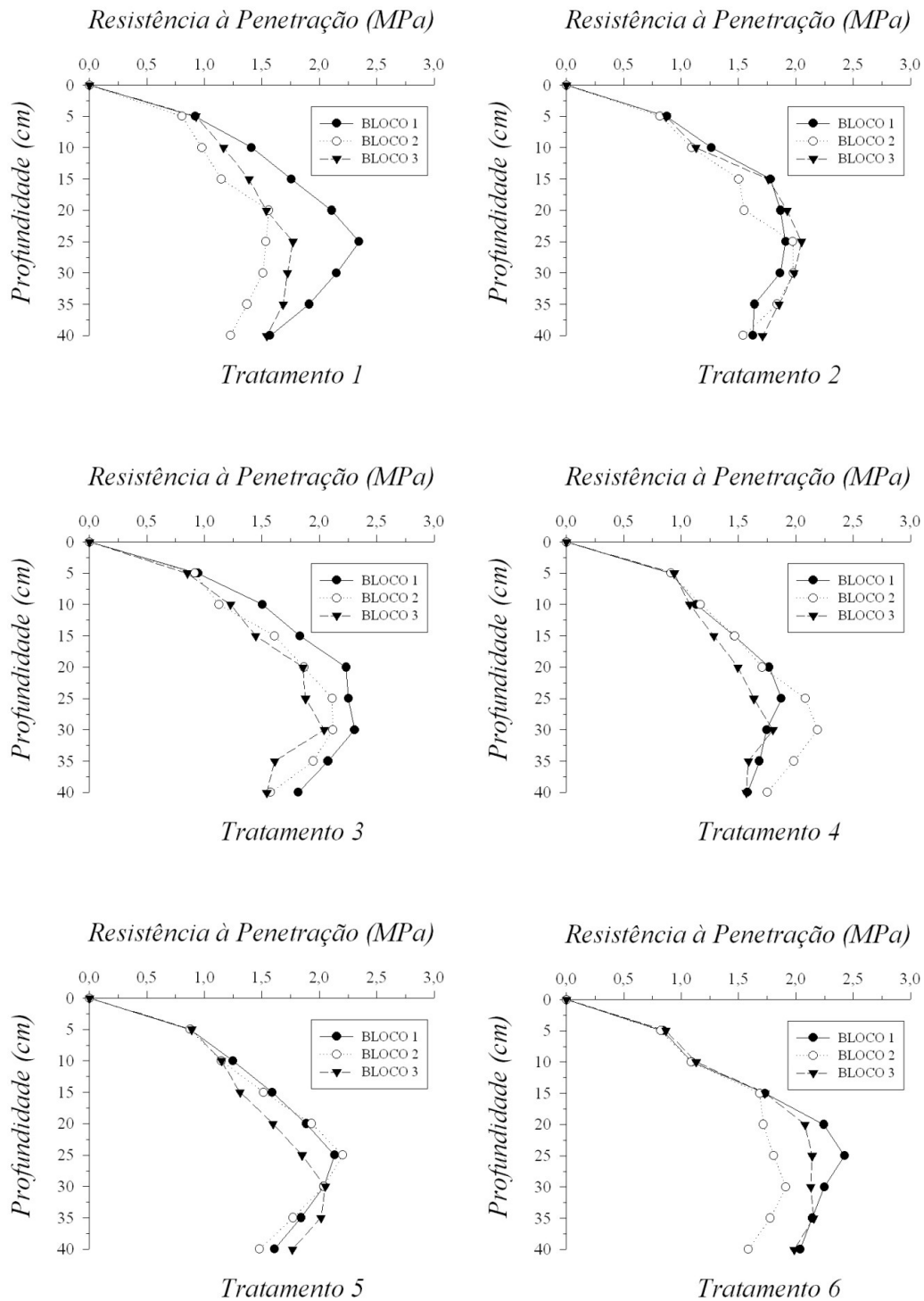
Na Figura 4.8 são apresentadas as resistências do solo à penetração ao longo da profundidade nos seis tratamentos avaliados.

A resistência do solo à penetração (RP) variou de 0,81 MPa no bloco 2, tratamento 1 a 2,42 MPa no mesmo bloco no tratamento 6. Observa-se que em nenhum dos tratamentos houve uma RP maior que 3,0 MPa, valor considerado limitante ao desenvolvimento de espécies florestais (ZOU et al., 2000). Pinheiro (2008) avaliando a resistência à penetração em Cambissolo no Cerrado também observou valores menores que 3,0 MPa de resistência do solo. Entretanto, da profundidade de 15-20 cm até a profundidade de 30-35 cm, observa-se valores superiores a 2,0 MPa, considerado por Beutler e Centurion (2003) como críticos para a produção de grãos.

Observa-se também uma tendência do aumento da resistência à penetração a partir de 15 cm de profundidade. Segundo Leite et al. (1992) as camadas abaixo de 15 cm geralmente correspondem aos horizontes denominados A (0-15 cm) e B (abaixo de 50 cm), nos latossolos. As grandes diferenças entre essas camadas são na estrutura do solo e nos teores da matéria orgânica e cátions bivalentes. Resck (2005) também relatou que a resistência à penetração aumenta com a profundidade no Cerrado.

No tratamento 1, a curva de resistência à penetração no bloco 1 apresentou maiores valores de resistência quando comparado aos outros dois blocos. No tratamento 4, a curva de resistência do bloco 2 apresentou maiores valores que nos blocos 1 e 3 a partir de 25 cm de profundidade. Mas, de modo geral, as curvas de resistência do solo em cada um dos seis tratamentos foram muito semelhantes entre os três blocos.

Não foi observada, entretanto, diferenças entre os tratamentos que envolveram corte com motosserra e desmatamento com lâmina, como era esperado. Todas as curvas de resistência à penetração foram muito semelhantes nos seis tratamentos.



- Tratamento 1 – Desmatamento com lâmina e retirada da lenha;
- Tratamento 2 – Desmatamento com lâmina, retirada da lenha e duas gradagens;
- Tratamento 3 – Desmatamento com lâmina, retirada da lenha e fogo;
- Tratamento 4 – Corte com motosserra e retirada da lenha;
- Tratamento 5 – Corte com motosserra, retirada da lenha e fogo; e
- Tratamento 6 – Corte com motosserra, retirada da lenha, fogo, destoca com lâmina e duas gradagens.

Figura 4.8. Resistência à penetração do solo ao longo da profundidade.

Na Tabela 4.18 são apresentadas as médias obtidas e suas diferenças estatísticas para a resistência à penetração entre blocos e entre tratamentos.

Observa-se que, para a primeira profundidade (de 0-5 cm), os blocos, assim como os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si.

Para a profundidade logo abaixo (5-10 cm), observa-se que o bloco 1 obteve um valor médio de resistência à penetração, diferindo estatisticamente dos outros dois blocos. Entretanto, os tratamentos não diferiram entre si nesta profundidade.

O bloco 1 também obteve a maior média, diferindo estatisticamente dos outros blocos na profundidade de 10 a 15 cm. Os tratamentos que envolveram grade (T2 e T6) não diferiram estatisticamente entre si, juntamente com o tratamento 3, que envolveu desmatamento com lâmina, retirada da lenha e fogo. Este e o tratamento 2 (desmatamento com lâmina) também não diferiram estatisticamente do tratamento 5, que envolveu corte com motosserra, retirada da lenha e fogo. O tratamento 3, juntamente com os tratamentos 5, 1 e 4 não diferiram estatisticamente entre si. Os tratamentos 1 (lâmina), 4 e 5 (motosserra) diferiram do tratamento 6 (corte com motosserra, retirada da lenha, fogo, destoca com lâmina e gradagem), que obteve o maior valor médio. Assim, não foi observada, para esta profundidade a tendência esperada que os tratamentos com lâmina obtivessem os maiores valores de resistência à penetração que os tratamentos que envolveram corte com motosserra.

Para a profundidade de 15 a 20 cm foi observado que o bloco 1 continuou com o maior valor médio de resistência à penetração, diferindo dos demais blocos. Os tratamentos 4, 1 e 5 continuaram não diferindo estatisticamente entre si, juntamente com o tratamento 2. Os tratamentos 6 (motosserra) e 3 (lâmina) diferiram estatisticamente do tratamento 4 (motosserra), entretanto, não diferiram dos demais. O tratamento 6, nesta profundidade, continuou com o maior valor médio de resistência à penetração. Os tratamentos 2 e 6 que envolveram grade, não diferiram estatisticamente entre si, mas não observada a diferenciação quanto à resistência à penetração dos tratamentos que envolveram lâmina dos que envolveram motosserra.

Na profundidade de 20 a 25 cm também foi observado que o bloco 1 obteve a maior média dos valores de resistência, diferenciando-se dos demais. Já para os tratamentos não foi verificada diferença estatística entre eles.

Para a profundidade logo abaixo (25-30 cm) não houve diferenças significativas entre os blocos. Entretanto, o tratamento 1 diferenciou-se estatisticamente dos tratamentos 5, 6 e 3, mas não dos tratamentos 4 e 2. Entre os tratamentos 4, 2, 5 e 6 não houve diferenças significativas, porém, o tratamento 4 diferenciou-se estatisticamente do tratamento 3. Não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos que envolveram motosserra (T4, T5 e T6). Entre os tratamentos que envolveram corte com lâmina, os tratamentos 2 e 6, no qual ambos utilizaram grade, não diferiram entre si, assim como os tratamentos 2 e 1. Nesta camada de solo, o tratamento 3 obteve o maior valor médio, superando o tratamento 6, que obtinha o maior valor nas camadas anteriores.

Na profundidade de 30 a 35 cm, observa-se que não houve diferenças significativas entre os blocos avaliados. Os tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5 não diferiram estatisticamente entre si. Observa-se também que os tratamentos 5 e 3 também não diferiram do tratamento 6, que voltou a ser o tratamento com o maior valor médio de resistência à penetração. Nesta camada os tratamentos que envolveram desmatamento com lâmina não diferiram entre si. Entre os tratamentos que envolveram corte com motosserra, o T4 não diferiu do T5, que, por sua vez, não diferiu do T6. Já os tratamentos que envolveram grade foram estatisticamente diferentes entre si nesta camada do solo.

Tabela 4.18. Teste de Tukey para a resistência à penetração do solo de acordo com as profundidades avaliadas.

	Profundidade (cm)															
	0-5		5-10		10-15		15-20		20-25		25-30		30-35		35-40	
	Resistência à penetração (Mpa)															
Bloco 1	0,896	a	1,276	b	1,692	b	2,018	b	2,157	b	2,060	a	1,882	a	1,707	b
Bloco 2	0,858	a	1,101	a	1,488	a	1,723	a	1,953	a	1,959	a	1,781	a	1,526	a
Bloco 3	0,891	a	1,146	a	1,487	a	1,749	a	1,888	a	1,955	a	1,818	a	1,686	b
T1	0,884	a	1,186	a	1,430	a	1,736	ab	1,885	a	1,794	a	1,656	a	1,447	a
T2	0,854	a	1,162	a	1,681	bc	1,781	ab	1,979	a	1,942	abc	1,777	a	1,626	ab
T3	0,904	a	1,286	a	1,630	abc	1,986	b	2,082	a	2,156	c	1,878	ab	1,646	b
T4	0,921	a	1,125	a	1,406	a	1,657	a	1,863	a	1,912	ab	1,751	a	1,632	ab
T5	0,881	a	1,181	a	1,472	ab	1,806	ab	2,062	a	2,044	bc	1,875	ab	1,619	ab
T6	0,845	a	1,104	a	1,716	c	2,014	b	2,125	a	2,098	bc	2,025	b	1,868	c

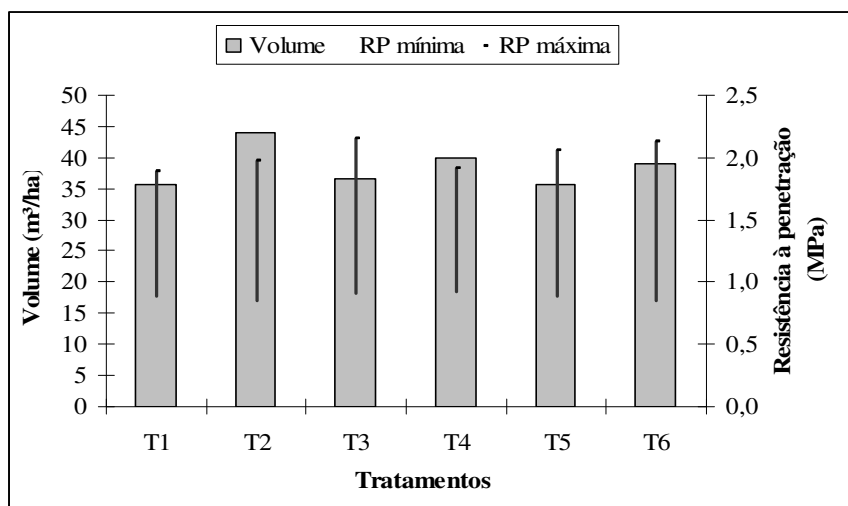
Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente ao nível de 5% de significância.

T1: desmatamento com lâmina e retirada da lenha; T2: desmatamento com lâmina, retirada da lenha e duas gradagens; T3: desmatamento com lâmina, retirada da lenha e fogo; T4: corte com motosserra e retirada da lenha; T5: corte com motosserra, retirada da lenha e fogo; e T6: corte com motosserra, retirada da lenha, fogo, destoca com lâmina e duas gradagens.

Na última camada de solo avaliada (de 35 a 40 cm) observa-se que o bloco 2 obteve o menor valor médio de resistência à penetração, diferenciando-se dos demais blocos. O tratamento 6, que envolveu o maior número de processos (corte com motosserra, retirada da lenha, fogo, destoca com lâmina e gradagem) obteve o maior valor de resistência à penetração, diferenciando-se de todos os demais tratamentos. Os tratamentos 1 e 2 (desmatamento com lâmina) e 4 e 5 (corte com motosserra) não diferiram estatisticamente entre si, assim como os tratamentos 2 e 3 (lâmina) e 4 e 5 (motosserra).

Observa-se que não foi estabelecido nenhum padrão entre o volume e a resistência do solo à penetração (Figura 4.9), ou seja, a resistência do solo à penetração não influenciou a produção em volume.

Portanto, as diferenças encontradas na produção volumétrica não são explicadas pelas características físicas do solo, visto que este foi caracterizado como o mesmo tipo em todos os tratamentos aplicados. Apesar das diferenças existentes entre os tratamentos quanto à resistência à penetração, não foram observadas as mesmas diferenças quanto ao volume.



T1: desmatamento com lâmina e retirada da lenha; T2: desmatamento com lâmina, retirada da lenha e duas gradagens; T3: desmatamento com lâmina, retirada da lenha e fogo; T4: corte com motosserra e retirada da lenha; T5: corte com motosserra, retirada da lenha e fogo; e T6: corte com motosserra, retirada da lenha, fogo, destoca com lâmina e duas gradagens.

Figura 4.9. Volume em função da resistência do solo à penetração.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 CONCLUSÕES

A análise e a discussão dos resultados permitiram estabelecer as seguintes conclusões para a área de cerrado *sensu stricto* da Fazenda Água Limpa submetida aos tratamentos:

- A comunidade vegetal apresentou alta diversidade florística e alta similaridade entre os seis tratamentos, além de revelar capacidade regenerativa, pois todos os tratamentos apresentaram estrutura do tipo “J invertido”.

- A implantação das espécies *Dalbergia nigra* Fr. Allem., *Calophyllum brasiliensis* Camb., *Copaifera langsdorffii* Desf., *Cordia* sp. L., *Cryptocarya aschersoniana* Mez, e *Aspidosperma olivaceum* M. Arg. pode ter proporcionado o ingresso de novas espécies, inclusive espécies que ocorrem predominantemente em áreas de mata.

- Dentre os tratamentos submetidos a enriquecimento, aqueles que envolveram gradagem favoreceram o aumento no número de indivíduos na área.

- De modo geral, o tratamento que envolveu lâmina e gradagem foi o que proporcionou maiores distúrbios na vegetação de cerrado *sensu stricto*.

- O plantio de enriquecimento favoreceu a produção volumétrica. Entretanto, esta não superou a produção em volume em áreas naturais de cerrado *sensu stricto*.

- A resistência do solo à penetração variou de forma inconsistente ao longo do perfil, não sendo possível distinguir dentre os tratamentos que envolveram corte com motosserra e desmatamento com lâmina, qual obteve valores maiores de resistência.

- Não foi observada uma relação entre a resistência do solo à penetração e o volume das árvores obtido em cada tratamento avaliado. Assim, as propriedades físicas do solo não foram responsáveis pelas diferenças encontradas no volume e nos parâmetros

florísticos e fitossociológicos, dado que este foi caracterizado como o mesmo em todos os tratamentos submetidos aos diferentes distúrbios.

- A falta de monitoramento na área após a implantação dos tratamentos influenciou significativamente os resultados obtidos.

5.2 RECOMENDAÇÕES

Mais estudos devem ser realizados na área de cerrado *sensu stricto* da Fazenda Água Limpa submetida aos tratamentos, pois as parcelas instaladas neste trabalho são de caráter permanente, devendo ser monitoradas continuamente.

Recomendam-se também análises de caracterização (da vegetação e do solo) e compactação do solo antes e logo após a implantação de outros tratamentos silviculturais em áreas de Cerrado, visando comparar mais precisamente os efeitos destes tratamentos. Estas, devem ser monitoradas de forma contínua para se ter resultados a longo prazo dos efeitos destes tratamentos na vegetação do bioma.

Recomenda-se ainda que sejam realizados estudos sobre biomassa seca de outras espécies ocorrentes no bioma Cerrado, visto que no presente trabalho só foi possível utilizar dados de biomassa de dezessete espécies de setenta e cinco registradas na área.

São indicados outros estudos com relação ao crescimento das espécies introduzidas pelo plantio de enriquecimento neste trabalho, avaliando sua taxa de sobrevivência e mortalidade em áreas de Cerrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALHO, C. J. R. Desafios para a conservação do Cerrado, em face das atuais tendências de uso e ocupação. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. (Org.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p. 368-381, 2005.
- ALMEIDA, T. I. R.; JULIANI, C.; MANTOVANI, W; PÉREZ-AGUILAR, A. Comunidades florestais como indicadores geobotânicos: o caso da mineralização aurífera do Grupo Serra do Itaberaba, Guarulhos, São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**. v. 37, n. 1, p. 37-49, 2007.
- ANDRADE, L. A.Z; FELFILI, J. M.; VIOLATTI, L. Fitossociologia de uma área de cerrado denso na RECOR-IBGE, Brasília-DF. **Acta Botânica Brasílica**. v. 16, n. 2, p. 225-240, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Solo - Análise Granulométrica - Procedimento**. Rio de Janeiro, ABNT, 1984a. 13 p., NBR 7181.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Solo - Determinação do Limite de Liquidez**. Rio de Janeiro, ABNT, 1984b. 6 p., NBR 6459.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Solo - Determinação do Limite de Plasticidade**. Rio de Janeiro, ABNT, 1984c. 3 p., NBR 7180.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Solo – Determinação da massa específica dos grãos**. Rio de Janeiro, ABNT, 1984d. 6 p. NBR 6508.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Preparação de amostras de solo para ensaio normal de compactação e ensaios de caracterização – Método de ensaio**. Rio de Janeiro, ABNT, 1986a. 4 p., NBR 6457.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Solo - Ensaio de Compactação**. Rio de Janeiro, ABNT, 1986b. 10 p., NBR 7182.
- ASSUNÇÃO, S. L.; FELFILI, J. M. Fitossociologia de um fragmento de cerrado *sensu stricto* na APA do Paranoá, DF, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**. v. 18, n. 4, p. 903-909. 2004.
- BAVER, L. D.; GARDNER, W. H.; GARDNER, W. R. **Soil physics**. 4^a ed. New York: John Wiley & Sons. 498 p., 1972.
- BENNIE, A. T. P. Growth and mechanical impedance. In: WAISEL, Y.; ESHEL, A.; KAFKAFI, U. (ed.). **Plant roots: the hidden half**. New York: Marcel Dekker. P. 393-414, 1991.
- BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F. Efeito do conteúdo de água e da compactação do solo na produção de soja. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, v. 38, n. 7, p. 849-856, 2003.

- BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; SILVA, A. P. Comparação de penetrômetros na avaliação da compactação de latossolos. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal: São Paulo, v.27, n.1, p.146-151, 2007.
- BORGATTO, D. F. **Estado nutricional da regeneração de espécies arbóreas de um cerrado submetido a corte e queima**. Brasília, DF, 1994. 104f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília.
- BORGES, L. M. **Amostragem aleatória de ramos como técnica para quantificar a produção de frutos *Caryocar brasiliense* camp. (Caryocaraceae)**. Brasília, DF, 2009. 147 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)- Universidade de Brasília.
- BOURLIÈRE, F.; HADLEY, M. Present-day savannas: an overview. In: BOURLIÈRE, F. **Tropical savannas**. Amsterdam: Elsevier, p. 1-17, 1983.
- BUCKMAN, H. O.; BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. 4ª ed., Rio de Janeiro: Freitas Barros, 594 p., 1976.
- BUENO, B. S.; VILAR, O. M. **Mecânica dos solos**. Viçosa: UFV, 131 p., 1980.
- CAMARGO de, O. A.; ALLEONI, L.R.F. **Efeito da compactação no crescimento de plantas**. 2006a. Artigo em Hypertexto. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/C5/Index.htm>. Acesso em: 08/10/2008.
- CAMARGO de, O. A.; Alleoni, L.R.F. **Conceitos gerais de compactação do solo**. 2006b. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/CompSolo/Comp1.htm>>. Acesso em: 08/10/2008.
- CAPUTO, H. P. **Mecânica dos solos e suas aplicações - Fundamentos**. v. 1, 6ª ed., 234 p., 1988.
- CARVALHO, P. E. R. Louro-pardo. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 17, p.63-66, 1988.
- CASTRO, E. A.; KAUFFMAN, J. B. Ecosystem structure in the Brazilian Cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root mass and consumption by fire. **Journal of Tropical Ecology**. v.14, p. 263–283, 1998.
- COSTA, J. B. **Caracterização e constituição do solo**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. 7º ed., 527 p., 2004.
- DIAS JÚNIOR, M. de S.; MIRANDA, E. E. V. de. Comportamento da curva de compactação de cinco solos da região de Lavras (MG). **Ciência Agrotécnica**. Lavras, v. 24, n. 2, p.337-346, 2000.
- DURIGAN, G.; CONTIERI, W. A.; MELO, A. C. G. de; KAWABATA, M. Plantio de enriquecimento em linhas em área de cerradão, Assis, SP. In: VILAS BOAS, O.; DURIGAN, G. (Org.). **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no Oeste Paulista**: resultados da cooperação Brasil/Japão. 1 ed. São Paulo: Páginas & Letras, 2004, v. 1, p. 409-418.

- DURIGAN, G; SILVEIRA, E. R. Recomposição da mata ciliar em domínio de cerrado, Assis, SP. **Scientia Forestalis**. n. 56, p. 135-144, 1999.
- EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **The Botanical Review**. v. 38, n.2, 1972.
- EITEN, G. Vegetação do cerrado. In: NOVAES-PINTO, M. (Ed.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. 2ª edição. Brasília: Ed. Universidade de Brasília, p. 17-73, 1993.
- FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. Distribuição dos diâmetros numa faixa de cerrado na Fazenda Água Limpa (FAL) em Brasília-DF. **Acta Botânica Brasílica**, v.2, n.1-2, p.85-104, 1988.
- FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. A comparative study of cerrado (*sensu stricto*) vegetation in central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**. v. 9, n. 3, p. 277-289, 1993.
- FELFILI, J. M.; REZENDE, A. V.; SILVA JÚNIOR, M. C.; SILVA, M. A. Changes in the floristic composition of cerrado *sensu stricto* in Brazil over a nine-year period. **Journal of Tropical Ecology**. v. 16, p. 579-590, 2000.
- FELFILI, J. M.; FAGG, C. W.; SILVA, J. C. S.; OLIVEIRA, E. C. L.; RODRIGUES PINTO, J. R.; SILVA JÚNIOR, M. C.; RAMOS, K. M. O. **Plantas da APA Gama e Cabeça de Veado: espécies, ecossistemas e recuperação**. Brasília: UnB, 52 p., 2002.
- FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C.; SEVILHA, A. C.; FAGG, C. W.; WALTER, B. M. T.; NOGUEIRA, P. E.; RESENDE, A. V. Diversity, floristic and structural patterns of cerrado vegetation in Central Brazil. **Plant Ecology**. v. 175, n. 1, p. 37-46, 2004.
- FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. Diversidade alfa e beta no cerrado *sensu stricto*, Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais e Bahia. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. (Org.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p. 142-154, 2005.
- FELFILI, J. M.; REZENDE, A. V.; SILVA JÚNIOR, M. C.; SILVA, P. E. N. WALTER, B. M. T.; IMAÑA-ENCINAS, J.; SILVA, M. A. Fitossociologia da vegetação arbórea. In: FELFILI, J. M.; REZENDE, A. V.; SILVA JÚNIOR, M. C.(org.). **Biogeografia do bioma Cerrado: vegetação e solos da Chapada dos Veadeiros**. Brasília: UnB, p. 45-96, 2007.
- FELFILI, M. C. **Proposição de critérios florísticos, estruturais e de produção para o manejo do cerrado *sensu stricto* do Brasil Central**. Brasília, DF, 2008. 147f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília.
- FENNER, P. T. Compactação do solo. In: MACHADO, C. C. (Ed.). **Colheita Florestal**. 2ª Ed. Viçosa: UFV, 2008, p. 388-409.
- FERREIRA, W. C.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FARI, J. M. R. Avaliação do crescimento do estrato arbóreo de área degradada revegetada à margem do Rio Grande, na Usina Hidrelétrica de Camargos, MG. **Revista Árvore**. v.31, n.1, p.177-185, 2007.

- FIEDLER, N. C.; AZEVEDO, I. N. C.; REZENDE, A. V.; MEDEIROS, M. B.; VENTUROILI, F. Efeito de incêndios florestais na estrutura e composição florística de uma área de cerrado *sensu stricto* na Fazenda Água Limpa-DF. **Revista Árvore**. Viçosa/MG: SIF. v. 28, p. 129-138, 2004.
- GALVÃO, A. P. M.; FERREIRA, C. A.; TEIXEIRA, L. B. Observações sobre o comportamento do Jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra* Fr. Allem.) em povoamento puro na Amazônia. **IPEF**. n.19, p.47-59, 1979.
- GOEDERT, W. J.; WAGNER, E.; BARCELLOS, A. O. Savanas tropicais: dimensão, histórico e perspectivas. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. (Ed.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina/DF: Embrapa Cerrados. p. 49-77, 2008.
- HARIDASAN, M. Solos do Distrito Federal. In: NOVAES-PINTO, M. (Ed.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. 2ª edição. Brasília: Ed. Universidade de Brasília, p. 321-344, 1993.
- HARIDASAN, M. Solos. In: FELFILI, J. M.; REZENDE, A. V.; SILVA JÚNIOR, M. C. (Org.). **Biogeografia do Bioma Cerrado: vegetação e solos da Chapada dos Veadeiros**. Brasília: Ed. Universidade de Brasília, p. 27-43, 2007.
- HOFFMANN, W. A. Fire and population dynamics of woody plants in a neotropical savanna: matrix model projections. **Ecology**. v. 80, n. 4, p. 1354-1369, 1999.
- HOFFMANN, W. A.; SOLBRIG, O. T. The role of topkill in the differential response of savanna woody species to fire. **Forest Ecology and Management**. v. 180, p. 273-286, 2003.
- IMAÑA-ENCINAS, J.; SANTANA, O. A.; PAULA, J. E.; IMAÑA, C. R. Equações de volume de madeira para o cerrado de Planaltina de Goiás. **Floresta**. Curitiba – PR, v. 39, n. 1, p. 107-116, 2009.
- JEPSON, W. A disappearing biome? Reconsidering land-cover change in the Brazilian savanna. **The Geographical Journal**. v. 171, n. 2, p. 99-111, 2005.
- JORGE, J. A. **Física e manejo dos solos tropicais**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 328 p., 1985.
- KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description and analysis: a practical approach**. Chichester, UK. John Willey. 1992.
- KIEHL, E. J. **Manual de edafologia: relações solo-planta**. São Paulo: Ceres, 262 p., 1979.
- KLINK, C. A.; MOREIRA, A. G.; SOLBRIG, O. T. Ecological impact of agricultural development in the Brazilian Cerrados. In: YOUNG, M. D.; SOLBRIG, O. T. (ed.). **The world's savannas: economic driving forces, ecological constraints and policy options for sustainable land use**. Man and the biosphere series, Paris: UNESCO, v. 12, p. 259-282, 1993.

- KLINK, C.A.; MOREIRA, A.G.. Past and current human occupation and land-use. In: OLIVEIRA, P.S.; MARQUIS, R.J. (eds.). **The Cerrado of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna**. Columbia University Press, New York. p. 69-88, 2002
- LACERDA, M. P. C.; BARBOSA, I. O.; CAMPOS, P. M.; PAPA, R. A. Utilização de sensoriamento remoto para o estabelecimento de relações entre vegetação nativa e classes de solos em mapeamento pedológico, Distrito Federal. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** Florianópolis – SC, p. 3991-3996, 2007.
- LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos Trópicos: Ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Zusammenarbeit (GTZ). Eschborn, 1990.
- LEITE, L. L., MARTIN, C. R.; HARIDASAN, M. Propriedades físico-hídricas do solo de uma cascalheira e de áreas adjacentes com vegetação nativa de campo sujo e cerrado no Parque Nacional de Brasília. In: Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas. **Anais...** p. 392-399, 1992.
- LEMOS, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Campinas: SBCS, 83p., 1996.
- LÍBANO, A. M.; FELFILI, J. M. Mudanças temporais na composição florística e na diversidade de um cerrado *sensu stricto* do Brasil Central em um período de 18 anos (1985-2003). **Acta Botânica Brasílica**. v. 20, n. 4, p. 927-936, 2006.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum. 4ª edição, v. 1 e 2, 2002.
- MACHADO, R. B.; NETO, M. B. R.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K.; STEININGER, M. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Relatório Técnico. Brasília: Conservação Internacional, 2004. 26 p.
- MAGURRAN, A.E. **Ecological diversity and it's measurement**. London: Croom Helm, 1988. 179p
- MELO, A. C. G. de; VILAS BÔAS, O.; NAKATA, H. Teste de espécies arbóreas para plantio em área de cerrado. In: Vilas Boas, O.; Durigan, G. (Org.). **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no Oeste Paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão**. 1 ed. São Paulo: Páginas & Letras, 2004, v. 1, p. 305-314.
- MEDEIROS, M. M.; FELFILI, J. M.; LÍBANO, A. M. Comparação florístico-estrutural dos estratos de regeneração e adulto em cerrado *sensu stricto* no Brasil Central. **Cerne**. v. 13, n. 3, p. 291-298, 2007.
- MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E.; FAGG, C. W. Flora vascular do Bioma Cerrado – Checklist com 12.356 espécies. In: SANO, S. M.;

- ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (ed.). **Cerrado: ecologia e flora**. Planaltina: Embrapa Cerrados, p. 421-1279, v. 2, 2008.
- MIRANDA, H. S.; SATO, M. N. Efeitos do fogo na vegetação lenhosa do Cerrado. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. (Org.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p. 94-105, 2005.
- MISTRY, J. **World savannas: ecology and human use**. London: Prentice Hall, 344 p., 2000.
- MONTAGNINI, F.; EIBL, B.; GRANCE, L.; MAIOCCO, D.; NOZZI, D. Enrichment planting in overexploited subtropical forests of the Paranaense region of Misiones, Argentina. **Forest Ecology and Management**. v. 99, p. 237-246, 1997.
- MONTGOMERY, R. F.; ASKEW, G. P. Soils of tropical savannas. In: BOURLIÈRE, F. **Tropical savannas**. Amsterdam: Elsevier, p. 63-78, 1983.
- NAVARRO, E. C. Viabilidade econômica do *Calophyllum brasiliense* (Guanandi). **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**. Ano V, n. 9, 2007.
- NOGAMI, J. S.; VILLIBOR, D. F. Identificação expedita dos grupos da classificação MCT para solos tropicais. In: X Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações. **Anais...** Foz do Iguaçu – PR, v. 4, p. 1293-1300, 1994.
- NUNES, R. V.; SILVA JÚNIOR, M. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T. Intervalos de classe para abundância, dominância e frequência do componente lenhoso do cerrado sentido restrito no Distrito Federal. **Revista Árvore**. v. 26, n. 2, p. 173-182, 2002.
- OLIVEIRA, M. C.; SCOLFORO, J. R. S.; MELLO, J. M.; OLIVEIRA, A. D.; ACERBI JÚNIOR, F. W. Avaliação de diferentes níveis de intervenção na florística, diversidade e similaridade de uma área de cerrado *sensu stricto*. **Cerne**. v. 12, n. 4, p. 342-349, 2006.
- OLIVEIRA, G. C.; SEVERIANO, E. C.; MELLO, C. R. Dinâmica da resistência à penetração de um latossolo vermelho da Microrregião de Goiânia, GO. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.3, p.265–270, 2007.
- PAIVA, A. V.; POGGIANI, F. Crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas plantadas no sub-bosque de um fragmento florestal. **Scientia Forestalis**. n. 57, p. 141-151, 2000.
- PAULA, J. E.; IMAÑA-ENCINAS, J.; PEREIRA, B. A. S. Parâmetros volumétricos e da biomassa da mata ripária do Córrego dos Macacos. **Revista Cerne**. v. 2, n. 2, p. 21-28, 1996.
- PEÑA-CLAROS, M.; BOOT, R. G. A.; DORADO-LORA, J.; ZONTA, A. Enrichment planning of *Bertholletia excelsa* in secondary forest in the Bolivian Amazon: effect of cutting line width on survival, growth and crown traits. **Forest Ecology and Management**. v. 161, p. 159-168, 2002.

- PINHEIRO, C. Q. Avaliação da recuperação da cascalheira do Aeroporto Internacional de Brasília Juscelino Kubitschek: aspectos edáficos, florísticos e ecológicos. Brasília, DF, 2008. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília.
- PINTO, J. R.; CORREIA, C. R.; FAGG, C. W.; FELFILI, J. M. Sobrevivência de espécies vegetais nativas do cerrado, implantadas segundo o modelo mdr-cerrado para recuperação de áreas degradadas. In: VIII Congresso de Ecologia do Brasil. **Anais...** Caxambu – MG, 2007.
- REATTO, A.; MARTINS, E. S. Classes de solo em relação aos controles da paisagem do bioma Cerrado. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. (Org.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005, p. 48-59.
- RESCK, B. S. **Efeito de sistemas de manejo na dinâmica da água e no grau de compactação do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego Taquara, Distrito Federal.** Brasília, DF, 2005. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade de Brasília.
- REZENDE, A.V. **Diversidade, estrutura, dinâmica e prognose do crescimento de um cerrado *sensu stricto* submetido a diferentes distúrbios por desmatamento.** Curitiba, PR, 2002. 243f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná.
- REZENDE, A. V.; SANQUETTA, C. R.; FIGUEIREDO FILHO, A. Efeito do desmatamento no estabelecimento de espécies lenhosas em um cerrado *sensu stricto*. **Floresta.** Curitiba – PR, v.35, n. 1, 2005.
- REZENDE, A. V.; VALE, A. T.; SANQUETTA, C. R.; FIGUEIREDO FILHO, A.; FELFILI, J. M. Comparação de modelos matemáticos para estimativa do volume, biomassa e estoque de carbono da vegetação lenhosa de um cerrado *sensu stricto* em Brasília, DF. **Scientia Forestalis.** n. 71, p. 65-76, 2006.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (ed.). **Cerrado: ambiente e flora.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 1998. p. 87-166.
- RIBEIRO, J. F.; BRIDGEWATER, S.; RATTER, J. A.; SOUSA-SILVA, J. C. Ocupação do bioma Cerrado e conservação da sua diversidade vegetal. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. (Org.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005, p. 384-399..
- RIBEIRO, N.; SITOIE, A. A.; GUEDES, B.,S.; STAISS, C. **Manual de Silvicultura Tropical.** Universidade Eduardo Mondlane, Departamento de Engenharia Florestal. Maputo. 2002.
- ROCHA, C. C. C.; REZENDE, A. V. **Análise da mudança na estrutura e florística de um cerrado *sensu stricto* 20 anos após ter sido submetido a intervenções silviculturais.** Brasília: DF, 2008. (Relatório de Iniciação Científica).

- RUGGIERO, P. G. C.; PIVELLO, V. R. O solo e a comunidade vegetal. In: PIVELLO, V. R.; VARANDA, E. M. (Ed.). **O cerrado Pé-de-Gigante: ecologia e conservação** – Parque Estadual de Vassununga. São Paulo: SMA, p. 117-132, 2005.
- SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 43, n.1, p.153-156, 2008.
- SANT'ANNA, C. M.; FIEDLER, N. C.; MINETTE, L. J. **Controle de incêndios florestais**. Alegre/ES: os autores, 2007, 152 p.
- SANTIAGO, J.; SILVA JÚNIOR, M. C.; LIMA, L. C. Fitossociologia da regeneração arbórea na Mata de Galeria do Pitoco (IBGE-DF), seis anos após fogo acidental. **Scientia Forestalis**, n. 67, p.64-77, 2005.
- SARMIENTO, G. The savannas of Tropical America. In: BOURLIÈRE, F. **Tropical savannas**. Amsterdam: Elsevier, p. 245-288, 1983.
- SARMIENTO, G. **The ecology of Neotropical Savannas**. Cambridge: Harvard University. 235 p., 1984.
- SCOLFORO, J. R. S. **Manejo Florestal**. Textos Acadêmicos. UFLA. Lavras. FAEPE. 1998.
- SCOLFORO, J. R. S.; MELLO, J. M.; OLIVEIRA, A. D.; MELLO, A. A.; FERREIRA, D. F. Avaliação de diferentes níveis de intervenção no desenvolvimento da área basal e número de árvores de uma área de cerrado *stricto sensu*. **Cerne**. v. 6, n. 2, p. 25-34, 2000.
- SCHULZE, M. Technical and financial analysis of enrichment planting in logging gaps as a potential component of forest management in the eastern Amazon. **Forest Ecology and Management**. v. 255, p. 866–879, 2008.
- SEIXAS, F. Avaliação da compactação de solos e sua influência na produtividade e qualidade da floresta. In: MACHADO, C. C.; SOUZA, A. P. de; COUTO, L.; MINETTI, L. J. (Eds). **4º Simpósio brasileiro sobre colheita e transporte florestal**. Viçosa: SIF, 1999, p. 14-35.
- SILVA, F. C. **Compartilhamento de nutrientes em diferentes componentes da biomassa aérea em espécies arbóreas de um cerrado**. Brasília, DF, 1990. 80f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília.
- SILVA, J. M. C.; BATES, J. M. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: a tropical savanna hotspot. **Bio Science**. V. 52, n. 3, p. 225-233, 2002.
- SILVA JÚNIOR, M. C. **100 árvores do cerrado: guia de campo**. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado. 218 p., 2005.

- SIQUEIRA, M. C. N.; SILVA, D. M. . Efeitos do estresse hídrico em plantas de jacarandá (*Dalbergia nigra* Fr. Allem). In: V Simpósio Nacional sobre Recuperação de Área Degradadas: Água e Biodiversidade, 2002, Belo Horizonte/MG. **Anais...** Belo Horizonte/MG : Editora Folha de Viçosa Ltda, v. 1. p. 358-360, 2002.
- STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. V. 15, n. 3, p. 229-235, 1991.
- TANAKA, A.; VIEIRA, G. Autoecologia das espécies florestais em regime de plantio de enriquecimento em linha na floresta primária da Amazônia Central. **Acta Amazônica**. v. 36, n. 2, p. 193-204, 2006.
- TAYLOR, C.J. **Introdução à silvicultura tropical**. São Paulo-SP: Edgard Blücher Ltda, 1969. 114 p.
- TIMM, L. C.; FANTE JÚNIOR, L.; BARBOSA, E. P.; REICHARDT, K.; BACCHI, O. O. S. Interação solo-planta avaliada por modelagem estatística de espaço de estados. **Scientia Agricola**, v.57, n.4, p.751-760, 2000.
- TORRES, E.; SARAIVA, O. F. **Camadas de impedimento mecânico do solo em sistemas agrícolas com a soja**. Londrina: EMBRAPA Soja, 58 p., 1999.
- TRINDADE, T. P. da; CARVALHO, C. A. B. de; LIMA, D. C. de; BARBOSA, P. S. de A.; CARVALHO SILVA, C. H. de; MACHADO, C. C. **Compactação dos solos: fundamentos teóricos e práticos**. Viçosa: UFV, 2008. 95 p.
- UNESCO. **Vegetação do Distrito Federal: tempo e espaço – uma avaliação multitemporal da perda de cobertura vegetal no DF e da diversidade florística da Reserva da Biosfera do Cerrado – fase 1**. 80 p. 2002.
- VALE, A. T; **Caracterização da biomassa lenhosa de um cerrado *sensu stricto* da região de Brasília para uso energético**. Botucatu, SP, 2000. 125 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – UNESP.
- VARGAS, M. **Introdução à mecânica dos solos**. s/d. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <<http://www.geocities.com/Athens/Oracle/1759/Solo.htm>>. Acesso em: 02/11/2008.
- VAZ, C. M. P.; PRIMAVESI, O.; PATRIZZI, V. C.; IOSSI, M. F. Influência da umidade na resistência do solo medida com penetrômetro de impacto. **Comunicado Técnico**. v. 51, São Carlos – São Paulo: EMBRAPA Instrumentação Agropecuária, 5 p., 2002.
- VERDÉSIO, J. J. Perspectivas ambientais. In: NOVAES-PINTO, M. (Ed.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. 2ª edição. Brasília: Ed. Universidade de Brasília, p. 585-605, 1993.
- YOUNG, M. D.; SOLBRIG, O. T. Providing an environmentally sustainable, economically profitable and socially equitable future for the world's savannas. In: YOUNG, M. D.; SOLBRIG, O. T. (ed.). **The world's savannas: economic driving**

forces, ecological constraints and policy options for sustainable land use. Man and the biosphere series, Paris: UNESCO, v. 12, p. 321-344, 1993.

ZOU, C.; SANDS, R.; BUCHAN, G.; HUDSON, I. Least limiting water range: a potential indicator of physical quality of forest soils. **Australian Journal of Soil Research**. V. 38, p. 947-958, 2000.