

**Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas
Departamento de Ecologia**

**CARACTERIZAÇÃO E MANEJO DA GRAMÍNEA
Melinis minutiflora P. Beauv. (CAPIM-GORDURA): UMA
ESPÉCIE INVASORA DO CERRADO**

Carlos Romero Martins

**Brasília
abril de 2006**

**Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas
Departamento de Ecologia**

**CARACTERIZAÇÃO E MANEJO DA GRAMÍNEA
Melinis minutiflora P. Beauv. (CAPIM-GORDURA): UMA
ESPÉCIE INVASORA DO CERRADO**

Carlos Romero Martins

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto de Biologia, Departamento de Ecologia da Universidade de Brasília, como requisito parcial a obtenção do título de Doutor em Ecologia.

**Brasília
abril de 2006**

Carlos Romero Martins

Caracterização e manejo da gramínea *Melinis minutiflora* P. Beauv.
(capim-gordura): uma espécie invasora do cerrado

Dissertação aprovada junto ao Programa de Pós Graduação em Ecologia da
Universidade de Brasília como requisito parcial para obtenção do título de
Doutor em Ecologia

Banca Examinadora:

Prof. John Du Vall Hay
Orientador – Unb

Profa. Heloisa Sinatora Miranda
Membro Titular – Unb

Profa. Vânia Regina Pivello
Membro Titular – USP

Prof. Laércio Leonel Leite
Membro Titular – UCB

Dra. Maria Lúcia Meirelles
Membro Titular – Embrapa/CPAC

Dra. Christiane Horowitz
Suplente - Ibama

Brasília, abril de 2006

Dedico esta Tese aos meus pais João Martins Neto e
Maria Elisabete Silva Martins (*in memoriam*)

AGRADECIMENTOS

Ao professor Jonh Du Vall Hay pela orientação e companheirismo.

Ao professor Ricardo Carmona pela co-orientação.

A Universidade de Brasília/Departamento de Ecologia pela oportunidade oferecida para realizar este curso.

Ao IBAMA pela minha liberação para participar do curso em regime de dedicação exclusiva, e pela autorização para os trabalhos de pesquisa no Parque Nacional de Brasília.

Aos professores Heloisa Miranda, Vânia Pivello, Laércio Leonel e as doutoras Lúcia Meirellis e Christiane Horowitz pela participação da banca examinadora e pelas contribuições à versão final.

Ao professor Dr. Lucio Vivaldi pelo apoio na definição do delineamento experimental e análise estatística.

A Monsanto do Brasil, WWF - Brasil (Código BRZ NT 614/2002), TNC do Brasil (Doação N°.020/03) e CI do Brasil, pelo apoio técnico e financeiro.

A EMBRAPA/CPAC pelo apoio na realização dos trabalhos com fungos micorrízicos, DNA do capim-gordura e análises do solo.

Aos professores Carol Proença, Regina Célia, Jimi Nakagima, aos doutores Dr. Valls, Tarciso Filgueiras, aos mestrados em Botânica Floriano, Vanessa e Luciano pela colaboração na identificação das espécies coletadas na área experimental.

Ao Dr. Fábio Faleiro pelo apoio na caracterização molecular do capim-gordura e a professora Dalva pelo apoio no estudo da anatomia do capim-gordura.

Ao doutorando Bruno Walter pela revisão na lista das espécies.

Aos professores Klink, Raimundo, Mercedes, Haridasan, Foloni, Pitelli e Trevisan pelo apoio e colaboração.

Ao Dr. Marcio Scaléa pela amizade e apoio nos trabalhos de campo referentes à aplicação do glifosato.

A minha esposa e meu filho pela compreensão ao longo deste trabalho.

Aos funcionários do IBAMA/Sede e Parque Nacional de Brasília, em especial a Augusta Rosa, Paulo César, Marcelo e Diana.

Aos colegas da Ecologia Salomão e Regina pela ajuda e colaboração ao longo do curso.

Aos funcionários Anastácio, Rocha, Gláucia, Fabiana, Bruno do Departamento de Ecologia, Nila do Departamento de Agronomia, José Aires e José do Carmo do Departamento de Botânica.

Aos integrantes do Clube de ultraleve de Brasília Sérgio e Roni pelo sobrevôo no Parque Nacional.

Ao Corpo de Bombeiros de Brasília pelo sobrevôo de helicóptero no Parque Nacional.

A todos que, direta e indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

| | |
|---|------|
| LISTA DAS FIGURAS | x |
| LISTA DAS TABELAS | xii |
| ANEXOS | xiii |
| RESUMO | xiv |
| ABSTRACT | xvi |
| INTRODUÇÃO | |
| Invasão biológica um problema global..... | 1 |
| Invasão biológica por gramíneas: iniciativas para o controle..... | 4 |
| HIPÓTESES | 8 |
| OBJETIVO GERAL | 8 |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 8 |
| MATERIAL E MÉTODOS | |
| Espécie estudada: <i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv. (capim-gordura)..... | 9 |
| Área de estudo: caracterização geral..... | 17 |
| Área experimental..... | 21 |
| Características moleculares..... | 24 |
| Estudos anatômicos..... | 25 |
| Fenologia reprodutiva..... | 26 |
| Densidade média de inflorescências..... | 26 |
| Produção de espiguetas..... | 26 |
| Viabilidade das sementes..... | 27 |
| Longevidade e ciclos de dormência das sementes..... | 27 |
| Dispersão das sementes..... | 28 |
| Efeito do fogo na viabilidade das sementes..... | 28 |
| Banco de sementes no solo..... | 29 |

| | |
|--|----|
| Emergência de plântulas em diferentes profundidades do solo..... | 30 |
| Estabelecimento de plântulas no campo..... | 30 |
| Técnicas de manejo para o controle do capim-gordura..... | 31 |
| Índice de cobertura do capim-gordura..... | 33 |
| Biomassa do estrato herbáceo e subarbuscivo..... | 33 |
| Biodegradação do herbicida no solo..... | 34 |
| Avaliação da dinâmica das espécies na área experimental..... | 35 |
| Levantamento das gramíneas exóticas no Parque Nacional de Brasília..... | 35 |
| Quantificação da distribuição do capim-gordura no Parque Nacional de Brasília..... | 36 |
| Análises estatísticas..... | 36 |

RESULTADOS E DISCUSSÃO

| | |
|--|-----|
| Características moleculares..... | 37 |
| Anatomia..... | 41 |
| Fenologia reprodutiva..... | 46 |
| Produção, qualidade e viabilidade das espiguetas..... | 51 |
| Dispersão de sementes..... | 55 |
| Banco de sementes..... | 58 |
| Viabilidade, longevidade e ciclos de dormência de sementes de capim-gordura..... | 62 |
| Efeito do fogo na viabilidade e dormência das sementes do capim-gordura..... | 67 |
| Emergência de plântulas em diferentes profundidades..... | 70 |
| Sobrevivência de plântulas do capim-gordura no campo..... | 73 |
| Técnicas de manejo para o controle do capim-gordura | 79 |
| Riqueza de espécies..... | 92 |
| Avaliação do comportamento do glifosato no solo..... | 95 |
| Gramíneas exóticas no Parque Nacional de Brasília..... | 102 |
| Distribuição do capim-gordura no Parque Nacional de Brasília..... | 105 |
| Conclusões..... | 110 |

| | |
|---------------------------------|-----|
| Referências Bibliográficas..... | 112 |
| Anexo 1..... | 132 |
| Anexo 2..... | 134 |

LISTAS DAS FIGURAS

| | |
|--|----|
| 1. Principais rotas do tráfico negreiro e difusão da gramínea <i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv. (capim-gordura) no continente americano..... | 13 |
| 2. Distribuição geográfica do capim-gordura no mundo..... | 15 |
| 3. Localização do Parque Nacional de Brasília..... | 18 |
| 4. Localização da área experimental no Parque Nacional de Brasília..... | 21 |
| 5. Vista aérea da área experimental no Parque Nacional de Brasília..... | 22 |
| 6. Vista parcial da área experimental no Parque Nacional de Brasília..... | 22 |
| 7. Áreas queimadas no Parque Nacional de Brasília no ano de 1987..... | 23 |
| 8. Delineamento Experimental..... | 32 |
| 9. Produtos de amplificação do DNA genômico da cultivar Roxo (1-3) e da cultivar Cabelo-de-negro (4-6) de capim gordura, de <i>Panicum maximum</i> (7) e <i>Stylosanthes guianensis</i> (8) | 38 |
| 10. Dispersão gráfica de 6 acessos de <i>Melinis minutiflora</i> da cultivar Roxo e da cultivar Cabelo-de-Negro, <i>Panicum maximum</i> e <i>Stylosanthes guianensis</i> com base na matriz de distâncias genéticas..... | 40 |
| 11. Análise de agrupamento de 6 acessos de <i>Melinis minutiflora</i> , <i>Panicum maximum</i> e <i>Stylosanthes guianensis</i> com base na matriz de distâncias genéticas..... | 40 |
| 12 a 19. Secções transversais da lâmina e bainha foliar de <i>Melinis minutiflora</i> cultivar Roxo e Cabelo-de-Negro..... | 44 |
| 20 a 25. Secções transversais do colmo e raíz <i>Melinis minutiflora</i> cultivar Roxo e Cabelo-de-Negro..... | 45 |
| 26. Dispersão de sementes do capim-gordura..... | 56 |
| 27. Dinâmica do bando de sementes do capim-gordura..... | 59 |
| 28. Viabilidade das sementes do capim-gordura..... | 53 |
| 29. Efeito do fogo na germinação das sementes da gramínea <i>Melinis minutiflora</i> cv. Cabelo-de-Negro e cv. Roxo enterradas em diferentes profundidades do solo..... | 68 |

| | |
|--|-----|
| 30. Emergência de plântulas em diferentes .profundidades do solo..... | 71 |
| 31. Estabelecimento e sobrevivência de plântulas de capim-gordura no campo..... | 74 |
| 32. Rebrotas do capim-gordura 12 dias após a aplicação localizada do herbicida glifosato..... | 80 |
| 33. Recuperação do índice de cobertura total e do capim-gordura nos tratamentos fogo/maio (FM), fogo/setembro (FS), após 23 e 19 meses da realização da queimada controlada..... | 82 |
| 34. Recuperação do índice de cobertura total e do capim-gordura nos tratamentos manejo integrado/maio (MIM), manejo integrado/setembro (MIS), após 23 e 19 meses da realização da queimada controlada..... | 82 |
| 35. Recuperação do índice de cobertura total e do capim-gordura nos tratamentos controle/maio (CM) e controle/setembro (CS), após 23 e 19 meses da realização da queimada controlada..... | 83 |
| 36. Recuperação da biomassa total e do capim-gordura nos tratamentos fogo/maio (FM) e fogo/setembro (FS), após 23 e 19 meses da realização da queimada controlada, respectivamente, Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal..... | 84 |
| 37. Recuperação da biomassa total e do capim-gordura nos tratamentos manejo integrado/maio (MIM) e manejo integrado/setembro (MIMFS), após 23 e 19 meses da realização da queimada controlada..... | 85 |
| 38. Recuperação da biomassa total e do capim-gordura nos tratamentos controle/maio (CM) controle/setembro (CS)..... | 85 |
| 39. Fluxo de germinação do capim-gordura nas áreas de clareiras..... | 89 |
| 40. Valores das concentrações do glifosato no solo..... | 96 |
| 41. Distribuição do capim-gordura no Parque Nacional de Brasília..... | 106 |
| 42. Colonização do capim-gordura ao longo das drenagens e áreas adjacentes..... | 107 |
| 43. Colonização do capim-gordura ao longo das estradas e áreas adjacentes..... | 107 |
| 44. Colonização do capim-gordura na nascente do córrego do Acampamento..... | 108 |
| 45. Colonização do capim-gordura nas clareiras da mata ciliar do córrego do Rego..... | 108 |
| 46. Colonização do capim-gordura em áreas de antigas cascalheiras..... | 109 |

RELAÇÃO DAS TABELAS

| | |
|---|-----|
| 1. Matriz de distâncias genéticas entre acessos de <i>Melinis minutiflora</i> (Mm), <i>Panicum maximum</i> (Pm) e <i>Stylosanthes guianensis</i> (Sg)..... | 39 |
| 2. Distâncias genéticas média dentro (diagonal) e entre acessos de <i>Melinis minutiflora</i> (Mm) cv. Roxo e cv. Cabelo-de-Negro, <i>Panicum maximum</i> (Pm) e <i>Stylosanthes guianensis</i> (Sg)..... | 39 |
| 3. Fenologia reprodutiva do capim-gordura e de 38 espécies de gramíneas nativas..... | 49 |
| 4. Características das espiguetas das cultivares Roxo e Cabelo-de-Negro do capim-gordura (<i>Melinis minutiflora</i>)..... | 52 |
| 5. Produção média de espiguetas (cheias e vazias) e estimativa da produção máxima (kg/ha) das cultivares Roxo e Cabelo-de-Negro do capim-gordura (<i>Melinis minutiflora</i>)..... | 54 |
| 6. Viabilidade e dormência de sementes das cultivares Roxo e Cabelo-de-Negro do capim-gordura (<i>Melinis minutiflora</i>) | 54 |
| 7. Monitoramento do processo germinativo das sementes de <i>Melinis minutiflora</i> cultivares Roxo e Cabelo-de-Negro..... | 65 |
| 8. Número de dias necessários para iniciar o processo de emergência das plântulas..... | 71 |
| 9. Dados da análise química dos substratos nos tratamentos cerrado nativo (maio e setembro), fogo (maio e setembro) e manejo integrado (maio e setembro)..... | 76 |
| 10. Número de esporos e espécies predominantes de fungos MA no solo com vegetação nativa (NAT) e no solo com predominância do capim-gordura..... | 78 |
| 11. Características das queimadas controladas e biomassa encontrada nos tratamentos fogo/maio (FM), fogo/setembro (FS), manejo integrado/maio (MIM) e manejo integrado/setembro (MIS)..... | 80 |
| 12. Biomassa de capim-gordura retirada nos tratamentos manejo integrado maio (MIM) e manejo integrado setembro (MIS)..... | 81 |
| 13. Lista das gramíneas exóticas do Parque Nacional de Brasília..... | 103 |

ANEXOS

| | |
|--|-----|
| 1. Licença para pesquisa..... | 133 |
| 2. Espécies da flora, em ordem de família, amostradas na área experimental no Parque Nacional de Brasília, Brasília, Distrito Federal..... | 134 |

RESUMO

A invasão biológica por espécies exóticas é considerada uma das principais ameaças para a conservação da biodiversidade em áreas protegidas. A gramínea africana *Melinis minutiflora* P. Beauv. (capim-gordura) apresenta ampla distribuição geográfica, podendo ser encontrada em regiões tropicais e subtropicais. Devido à sua agressividade, o capim-exótica gordura é considerado a gramínea que tem causado maior impacto sobre a flora do Parque Nacional de Brasília. Este estudo foi conduzido no Parque Nacional de Brasília, com as coletas de campo realizadas entre 1999 e 2005. Foram determinadas as principais características do capim-gordura e, testadas as técnicas do uso do fogo e manejo integrado (fogo + herbicida + arranquio manual) para o seu controle. Também, foi elaborada uma lista das gramíneas exóticas presentes no Parque Nacional. O capim-gordura está presente em várias áreas perfazendo um total de 4.563 ha dos 30.000 ha do Parque Nacional. A vegetação da área selecionada para implantação do experimento é classificada como Cerrado Ralo, e o capim-gordura recobre cerca de 50% do estrato rasteiro. Das quatro cultivares do capim-gordura citadas para ao Brasil somente as cultivares Roxo e Cabelo-de-Negro estão presentes nessa unidade de conservação. As cultivares estudadas apresentam variabilidade genética, porém as diferenças anatômicas encontradas não são suficientes para separá-las em espécies. O seu ciclo reprodutivo dura em torno de três meses, e a percentagem média de espiguetas férteis por inflorescência foi de 30% para a cultivar Cabelo-de-Negro e 29% para cultivar Roxo. A produção de sementes na área estudada foi de 74 kg/ha e 116 kg/ha para as cultivares Cabelo-de-Negro e Roxo, respectivamente. No Parque Nacional de Brasília, o vento não é provavelmente um importante fator de dispersão das sementes do capim-gordura. As sementes recém-colhidas apresentam alta viabilidade e alta dormência. Em condições de laboratório, são necessários cerca de 18 meses para ocorrer uma superação total da dormência das sementes do capim-gordura. Após seis anos de armazenamento, as cultivares Roxo e Cabelo-de-Negro apresentam uma germinação de 64 e 43%, respectivamente. Sementes enterradas até a profundidade de 3 cm não impede a emergência de plântulas do capim-gordura, entretanto a profundidade de 4 cm representa o limite de inibição em que as plântulas não conseguem emergir. Em condições de campo, a germinação das sementes ocorre entre dezembro e março, contudo o estresse hídrico que

ocorre no período seco, entre junho e outubro, não elimina totalmente as plântulas que se estabeleceram no período chuvoso. O fogo como instrumento de manejo não elimina as sementes presentes no banco de sementes. A realização de uma queimada controlada não foi suficiente para controlar o capim-gordura. O manejo integrado conseguiu reduzir o índice de cobertura do capim-gordura de 50% para menos de 0,6%, e a sua biomassa apresentou uma redução superior de 99%. Em decorrência do grande potencial de reinfestação do capim-gordura, recomenda-se monitorar por pelo menos três anos as áreas submetidas ao manejo integrado. Na área experimental registrou-se uma considerável riqueza florística (409 espécies) e a vegetação estudada apresenta alta resiliência. Os resultados das análises mostraram as concentrações de resíduos de glifosato no solo que são baixíssimas. Foram identificadas 28 espécies de gramíneas exóticas que representa 17,7% do total das gramíneas citadas para o Parque Nacional de Brasília. Para efetiva preservação da vegetação nativa, torna-se fundamental a elaboração de um programa de monitoramento e controle/erradicação de todas as espécies exóticas encontradas nessa unidade de conservação.

ABSTRACT

Biological invasion by exotic species is considered to be one of the principal threats to biodiversity conservation in protected areas. *Melinis minutiflora* P. Beauv. (molasses grass) an grass native to African has an ample geographic distribution and can be found in tropical and subtropical regions. Due to its aggressiveness, molasses grass is considered to be the exotic grass that has had the greatest impact on the flora of the National Park of Brasilia. This study was conducted in the National Park of Brasilia between 1999 and 2005. The principal characteristics of molasses grass were determined along with the use of fire and integrated control methods (fire + herbicide + hand removal). A list of the exotic grasses present in the National Park was also elaborated. Molasses grass is present in 4.563 of the 30.000 ha of the National Park, being found in different habitats. The vegetation of the area used in this study is classified as “Cerrado Ralo” and molasses grass covers approximately 50% of the ground layer. Of the four cultivars of molasses grass cited as present in Brazil only “Roxo” and “Cabelo de Negro” are present in this conservation unit. These cultivars have genetic variability, however the anatomical differences found between the two are not sufficient to separate them into different species. The reproductive cycle lasts approximately three months and about 30% of the inflorescences of the “Cabelo de Negro” cultivar have of fertile spikes while the number for the “Roxo” cultivar is about 29%. Seed production in the study area was 74 kg/ha and 116 kg/ha for the “Cabelo de Negro” and “Roxo” cultivars respectively. Wind is probably not an important seed dispersal agent in the National Park of Brasilia. Recently collected seeds of both cultivars of molasses grass have high viability and dormancy. Under laboratory conditions, about 18 months are required to completely overcome seed dormancy. Germination of the cultivars “Roxo” and “Cabelo de Negro” was 64 and 43% respectively after six months storage. Burial of seeds up to 3 cm deep does not impede seedling emergence, however a depth of 4 cm does inhibit emergence. Under field conditions, germination occurs from December to March however water stress during the dry season, from June to October, does not eliminate all of the recently established seedlings. As a management tool fire does not eliminate the seed bank and one controlled burn was not sufficient to control molasses grass. Integrated control methods reduced coverage of molasses grass from 50 to <0.6% and reduced its biomass by

over 99%. Due to the high regenerative capacity of molasses grass, a monitoring program of at least three years is necessary in the areas where integrated control is used. A considerable floristic richness (409 species) was recorded in the experimental area and the vegetation showed a high degree of resiliency. Residue analysis for Glyphosate showed very low levels in the soil. Twenty eight species of exotic grasses were identified in the National Park and this represents 17.7% of the total number of grasses cited for this conservation unit. For the effective preservation of the native vegetation in the National Park a monitoring and control/eradication program of all exotic species encountered in the Park is necessary.

INTRODUÇÃO

Invasão biológica um problema global

A atual escala de avanço das espécies invasoras, como também, a falta de políticas efetivas para sua prevenção e controle, tornam a invasão biológica, juntamente com as mudanças antrópicas nas paisagens naturais e as alterações na atmosfera, os maiores agentes das mudanças globais (Mack *et al.* 2000). O estabelecimento, naturalização e expansão das espécies invasoras são responsáveis por grandes mudanças na composição das espécies, estrutura das comunidades e nas principais funções dos ecossistemas naturais (Macdonald, 1988; Vitousek *et al.* 1997; D'Antonio & Meyerson, 2002; Martins *et al.* 2004; Panetta & Timmins, 2004).

A invasão de espécies exóticas representa um grave problema para o funcionamento dos ecossistemas naturais e ameaça a manutenção da diversidade biológica (Bossard *et al.* 2000). Os efeitos da invasão biológica podem ser em nível de: 1) indivíduo (ex: redução do crescimento ou reprodução); 2) tamanho da população, estrutura, composição genética (ex: extinção), e 3) composição da comunidade e estrutura, e processos do ecossistema (ex: ciclagem de nutrientes) (Byers *et al.* 2001).

A década de 90 foi marcada pelo grande interesse sobre a invasão biológica. A Convenção sobre a Diversidade Biológica - CDB, um dos resultados da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada na cidade do Rio de Janeiro em 1992, reflete a grandeza dessa preocupação. A Convenção, no Artigo 8 do capítulo Conservação *in situ*, estabelece que os países, na medida do possível, devem impedir a introdução e promover o controle ou a erradicação de espécies exóticas que ameaçam ecossistemas, habitats e espécies. A seguir, para assessorar a CDB, instituiu-se o Programa Global de Espécies Invasoras – GISP, para o qual os países signatários vêm aderindo.

No Brasil, a problemática da contaminação biológica é tratada no âmbito, sobretudo, do Ministério do Meio Ambiente – MMA. Assim, desde 2001, o MMA, por intermédio da Secretaria de Biodiversidade e Florestas, coordena uma série de eventos e estudos sobre o tema. Ao fim de 2005, promoveu o “I Simpósio Brasileiro sobre Espécies Exóticas Invasoras”. Recentemente, lançou uma publicação que detalha os subprojetos que desenvolvem estudos sobre espécies invasoras que afetam o ambiente terrestre, marinho e águas continentais (MMA, 2006).

A despeito do alerta mundial, ainda, são poucas as informações detalhadas sobre a caracterização biológica e ecológica das espécies invasoras, a dinâmica de populações, seu controle ou erradicação e recuperação das áreas invadidas em áreas protegidas (Klink, 1994; Morosoni & Klink, 1997; Freitas, 1999; Pivello *et al.* 1999a).

Os estudos pioneiros no continente americano com gramíneas africanas invasoras foram conduzidos por Baruch *et al.* (1985), Hughes *et al.* (1991), D’Antonio & Vitousek (1992), Klink (1994), Baruch (1996), Durigan (1998), Baruch & Bilbao (1999), Pivello *et al.* (1999-a, 1999-b), William & Baruch (2000), D’Antonio *et al.* (2001). As investigações sobre o processo de invasão de espécies exóticas e suas conseqüências em áreas protegidas são poucas, possivelmente porque o impacto é relativamente lento, em longo prazo, e pouco evidente nas fases de estabelecimento e dispersão (D’Antonio & Vitousek, 1992; Pivello *et al.* 1992a; Klink, 1994; Morosoni & Klink, 1997; Freitas, 1999; Martins *et al.* 2001).

O Brasil possui a maior biodiversidade do planeta, sendo considerado o mais rico entre os países detentores de megadiversidade (MMA, 1998). O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, ocupando aproximadamente, 1,8 milhões km² e compreende uma larga variedade de fisionomias savânicas que dominam o Centro-Oeste brasileiro. Sua flora é rica e possui mais de 6.600 taxas nativos, distribuídos em 170 famílias e 1.144 gêneros (Mendonça *et al.* 1998, UNESCO, 2002). Quarenta e quatro por cento da flora é endêmica e, nesse sentido, o Cerrado é a mais diversificada savana tropical do mundo (Klink & Machado, 2005).

O Cerrado é um dos “hotspots” mundiais de biodiversidade (Myers *et al.* 2000; Silva & Baetas, 2002). Apesar de sua importância ecológica, o Cerrado não tem recebido a devida importância nas políticas e práticas conservacionistas governamentais. Ao contrário, as políticas públicas têm estimulado o avanço da atividade agropecuária de modo que as taxas de desmatamento na região são superiores às da floresta Amazônica (Klink *et al.* 1995; Machado *et al.* 2004).

As gramíneas de origem africana *Andropogon gayanus* Kunth, *Brachiaria decumbens* Staf., *Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf., e *Melinis minutiflora* P. Beauv. foram introduzidas no território brasileiro acidentalmente ou para fins comerciais, e se espalharam por grandes extensões de ecossistemas naturais deslocando espécies nativas graças a sua agressividade e o grande poder competitivo (Eiten & Goodland, 1979; Baruch *et al.* 1985; Pivello *et al.* (1999a, 1999b). Por sua vez Morosini & Klink (1997) citam que a gramínea *Melinis minutiflora* foi introduzida no Brasil através de programas agropecuários e de substituição de pastagens. Por outro lado Filgueiras (1990) defende a teoria que sua introdução no país foi em decorrência de sua utilização como cama para os escravos, tendo sido introduzida ainda no período colonial.

Grandes investimentos realizados para formação de pastagens plantadas na região do Cerrado marcaram a década de setenta (Eiten & Goodland, 1979; Andrade, 1986). Neste período, iniciou-se um programa de substituição do capim-gordura por gramíneas mais produtivas, principalmente as espécies do gênero *Brachiaria* (*B. decumbens*, *B. humidicola*, *B. brizantha*). Nos últimos 35 anos, mais da metade da vegetação original do Cerrado já foi transformada em pastagens e culturas anuais. Atualmente, apenas 2,2% da área do Cerrado se encontra legalmente protegida, abaixo da média nacional de áreas protegidas, que é de 2,6% (Brasil, 1998; Machado *et al.* 2004).

O capim-gordura é uma invasora extremamente agressiva que compete com sucesso com a flora nativa. É capaz de invadir áreas naturais e de descaracterizar em poucos anos a fisionomia da vegetação original (Filgueiras, 1990). Na região do Cerrado, o capim-gordura é uma das principais espécies invasoras e, devido ao seu potencial invasor, tem se tornado um grande problema em Unidades de Conservação (Pivello *et al.* 1999a; 1999b). Apesar de

representar uma ameaça para os ecossistemas naturais, principalmente os ecossistemas de Cerrado, esta espécie ainda carece de estudos no Brasil (Freitas, 1999).

O Distrito Federal, com uma área de 5.814 km², preserva cerca de 47% de sua cobertura vegetal original. A vegetação natural é representada pelo Cerrado em seus diversos gradientes, sendo a fitofisionomia mais frequente o cerrado *stricto sensu*. Os principais remanescentes da vegetação do cerrado encontrados no Distrito Federal estão situados no Parque Nacional de Brasília (30.000 ha), Reserva Biológica de Águas Emendadas (10.400 ha), Estação Ecológica do IBGE (1.300 ha), Fazenda Água Limpa (2.660 ha) e Jardim Botânico de Brasília (4.518 ha) (UNESCO, 2002).

São citadas para o Distrito Federal 358 espécies de gramíneas sendo que, dessas, cerca de 26,8% são espécies exóticas (Filgueiras, 1991; FUNATURA/IBAMA, 1998; Proença *et al.* 2001; UNESCO, 2002; Martins, dados não publicados).

Invasão biológica por gramíneas: iniciativas para o controle

Segundo D'Antonio & Vitousek (1992), as invasões por gramíneas exóticas podem ser divididas em três categorias: 1) propagação de gramíneas exóticas em extensas áreas de vegetação nativa; 2) propagação de gramíneas em áreas de vegetação perturbada, e 3) longa persistência de gramíneas exóticas em áreas onde foram originalmente semeadas.

De acordo com D'Antonio & Vitousek (1992), devido à intensa produtividade do capim-gordura, que gera grande quantidade de biomassa combustível, especialmente no período seco, pode alterar o regime de fogo das áreas invadidas facilitando assim a ocorrência de grandes incêndios.

Estudos conduzidos por Hoffmann *et al.* (2004) mostraram que em áreas de transição entre o cerrado e uma mata de galeria, a dinâmica da vegetação é afetada pelo capim-gordura, pois onde essa gramínea estava presente o índice de área foliar total foi 37% maior do que nas áreas onde o capim-gordura estava ausente.

Avaliações sobre comportamento do fogo em áreas invadidas pelo capim-gordura no cerrado brasileiro são escassas. Entretanto, os poucos estudos assinalam informações importantes. Segundo Aires *et al.* (2005), em áreas de cerrado onde o estrato rasteiro possuía 14,7 t/ha (71% de gordura), ocorrem algumas mudanças nas características do fogo quando comparado com queimadas realizadas em áreas de cerrado nativo. O calor liberado por metro quadrado (24.362 kJ/m²) foi cerca de três vezes maior que o valor calculado para queimadas de campo sujo. As temperaturas máximas foram registradas a 1 cm de altura, variando entre 490 °C a 740 °C, o que contrasta com os valores máximos encontrados por Miranda *et al.* (1996), que registraram os valores máximos de temperatura a 60 cm de altura para queimadas de campo sujo (545 a 752 °C). A 1 cm de altura, à duração do pulso de calor, com temperatura acima de 60 °C, variou de 200 a 650 segundos, duas a seis vezes maior do que o apresentado por Miranda *et al.* (1993) para queimadas de Cerrado.

Conforme Usher *et al.* (1988) e Usher (1988), avaliar as conseqüências das invasões biológicas nas áreas naturais e os efeitos das medidas de controle pode fornecer um roteiro ideal para seu controle. Para Klink (1994), uma dificuldade adicional no controle das invasões por espécies exóticas é o desconhecimento dos fatores que levam estes organismos a serem mais bem sucedidos do que as espécies nativas.

De acordo com Bossard *et al.* (2000), os principais métodos utilizados para o controle de espécies exóticas invasoras são: controle físico (manual, mecânico, fogo controlado); controle biológico (pastejo com animais domésticos, fungos e outros microrganismos), e controle químico (uso de herbicidas). Ainda segundo os autores, as técnicas sugeridas apresentam vantagens e desvantagens e, conseqüentemente, para o controle das espécies invasoras é aconselhável a utilização de várias técnicas em conjunto.

O fogo tem sido usado como instrumento de manejo para controlar espécies exóticas (D'Antonio *et al.* 2001; Keeley, 2004), contudo a relação entre o fogo e invasão biológica é complexa (Mueller-Dombois, 2002). Existem claras evidências que muitas espécies invasoras exóticas podem ser favorecidas pelo fogo, porém existem também evidências que muitas espécies introduzidas podem ser controladas pelo fogo (D'Antonio, *et a*, 2000).

Os herbicidas são considerados uma ferramenta extremamente eficiente e podem matar ou inibir o crescimento das plantas (Bossard *et al.* 2000). A propriedade herbicida das moléculas do glifosato foi descoberta pela empresa Monsanto em 1970. A primeira formulação comercial foi lançada nos Estados Unidos em 1974 com o nome comercial de Round up. Hoje ela é utilizada em mais de 130 países, e é aplicada no controle de plantas daninhas nas áreas agrícolas, industriais, florestais, residenciais e ambientes aquáticos, de acordo com os registros obtidos em cada país.

O glifosato é uma das moléculas herbicidas mais estudadas no mundo. Em termos de segurança ambiental e saúde humana possui uma das maiores bases de dados a respeito de pesticidas (Williams *et al.* 2000; Giesy *et al.* 2000). Esses dados têm sido avaliados e reavaliados por inúmeros experimentos conduzidos ao longo de vários anos pelas principais agências regulatórias e instituições científicas (United States Environmental Protection Agency – US-EPA, 1993; European Commission - EC, 2002; Health Canada, 1991; World Health Organization - WHO, 1994), as quais concluíram que o glifosato não possui propriedades carcinogênicas, mutagênicas, teratogênicas ou que causem qualquer problema reprodutivo. Dados de laboratório e de campo indicaram baixa toxicidade e baixo risco para a vida selvagem na exposição direta do produto técnico e de suas formulações (US- EPA, 1993).

O glifosato tem grande capacidade de ser adsorvido pelas partículas de solo e permanecer inativo até sua completa degradação. A prova desse fato é a sua ampla utilização na operação de pré-plantio (manejo) no sistema de plantio direto, onde se faz a aplicação em um dia, e no dia seguinte pode-se plantar uma cultura sensível, como por exemplo o trigo. A principal rota de degradação do glifosato é através dos microrganismos presentes no solo e água (degradação que ocorre por processos aeróbicos e anaeróbicos) que o decompõem em compostos naturais. O glifosato é rapidamente degradado, sendo sua meia-vida (tempo médio necessário para que metade da quantidade aplicada do produto seja degradada) de 32 dias (Galli & Montezuma, 2005).

O glifosato é aplicado normalmente através de pulverizações, nesse caso, parte do produto é diretamente absorvida, ficando nas plantas daninhas, e parte é depositada no solo. A parte do produto que é retida nos tecidos vegetais contribui para reduzir sua disponibilidade no ambiente. Este produto, que ficou retido na planta, somente irá atingir o solo quando a matéria seca dessas plantas for decomposta pelos organismos heterotróficos do solo, podendo na maior parte das vezes não chegar ao solo mais como o herbicida aplicado, mas como um de seus subprodutos (ou metabólitos). Esse processo pode ser bastante lento, pois depende da relação Carbono/Nitrogênio, que no caso de algumas plantas presentes na área de aplicação pode ser alta (Galli & Montezuma, 2005).

O capim-gordura é uma invasora extremamente agressiva que compete com sucesso com a flora nativa. É capaz de invadir áreas naturais e de descaracterizar em poucos anos a fisionomia da vegetação original (Filgueiras, 1990). Na região do Cerrado o capim-gordura é uma das principais espécies invasoras e, devido ao seu potencial invasor, tem se tornado um grande problema em Unidades de Conservação (Pivello *et al.* 1999a;. 1999b). Apesar de representar uma ameaça para os ecossistemas naturais, principalmente os ecossistemas de cerrado, esta espécie ainda carece de estudos no Brasil (Freitas, 1999).

HIPÓTESES

Melinis minutiflora (capim-gordura) é uma espécie agressiva (alta produção de biomassa; alta produção de sementes por panícula; alta percentagem de sementes viáveis; alto índice de germinação de sementes) o que favorece seu estabelecimento, colonização e expansão sobre o cerrado nativo.

O uso de diferentes técnicas de manejo (fogo isolado ou fogo combinado com aplicação de herbicida e arranquio de plântulas) reduz o avanço do capim-gordura sobre o estrato rasteiro e possibilita a recuperação da diversidade biológica do cerrado.

OBJETIVO GERAL

O objetivo da tese consistiu em estudar as principais características competitivas da gramínea exótica *Melinis minutiflora* (capim-gordura) e avaliar o uso de diferentes técnicas de manejo como instrumento para o seu controle.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar se os dois tipos de *Melinis minutiflora* encontrados no Parque Nacional de Brasília (Roxo e Cabelo-de-Negro) são espécies distintas ou apenas cultivares.
- Descrever as principais características dos tipos de *Melinis minutiflora* (fenologia reprodutiva; qualidade, viabilidade, dormência e longevidade de sementes; emergência e estabelecimento de plântulas).
- Avaliar diferentes técnicas de controle de *Melinis minutiflora*.
- Avaliar as principais alterações que a presença de *Melinis minutiflora* causa na diversidade florística do cerrado nativo.
- Levantar as espécies de gramíneas exóticas existentes no Parque Nacional de Brasília.
- Atualizar o mapa de distribuição do capim-gordura no Parque Nacional de Brasília.

MATERIAL E MÉTODOS

Espécie estudada: *Melinis minutiflora* P. Beauv. (capim-gordura), classificação, origem e características botânicas e ecofisiológicas

Segundo Oliveira (1974), a espécie *Melinis minutiflora* P. Beauv é classificada de acordo com o “Sistema Engler”:

Divisão - Angiosperma
Classe - Monocotyledoneae
Orden - Graminales (Poales)
Família - Gramínea (Poaceae)
Sub-família - Panicoideae
Tribo - Melinideae
Gênero - *Melinis*

Quanto à classificação ao nível de espécie, a primeira foi de Palisot de Beauvois, em 1882, como *Melinis minutiflora*. De acordo com revisão elaborada por Oliveira (1974), à falta de divulgação dos trabalhos realizados na época, e à falta de regras uniformes de classificação e nomenclaturas são citados os seguintes sinônimos para esta espécie: *Suardia picta* Schrank (1819); *Tristegis glutinosa* Nees (1820); *Panicum minutiflorum* (P. Beauv.) (1825); *Panicum melinis* Trin (1834); *Muelenbergia brasiliensis* Steud (1854).

Segundo Parsons (1972), a primeira descrição científica de *Melinis minutiflora*, publicada em 1812, foi baseada em um exemplar coletado no Rio de Janeiro. O gênero *Melinis* contém cerca de 15 a 20 espécies (Bogdan, 1977), sendo que apenas *Melinis minutiflora* ocorre no território brasileiro. No leste da África, encontram-se espécies nativas que variam consideravelmente em relação ao hábito de crescimento, vigor e altura das plantas, pilosidade, grau de viscosidade, presença ou ausência de arista, época de floração e produtividade de sementes (Bogdan, 1977).

No Brasil, o capim-gordura é considerado uma espécie naturalizada¹ (Oliveira & Blumenschein, 1974; Saraiva *et al.* 1993) e é conhecida pelas seguintes denominações vulgares: capim-gordura; capim-meloso; capim-catingueiro; capim-melado; capim-gordo; capim-de-frei-luiz (Ministério da Agricultura, 1943; Oliveira, 1974; Lorenzi, 1991).

Existem diversas variedades cultivadas de capim-gordura no território brasileiro (Ministério da Agricultura, 1943; Bogdan, 1977; Aronovich & Rocha, 1985), sendo que as mais conhecidas são:

- capim-gordura “roxo” – pela grande capacidade de adaptação aos mais diversos tipos de solo, aliada à abundante produção de sementes férteis, esta variedade foi a mais difundida e cultivada no país. Tem porte decumbente, os colmos são finos e longos, geniculados, emitindo raízes na região dos nós em contato com o solo. Forma densa touceiras que atingem cerca de 80 cm de altura. A inflorescência é uma panícula de cor roxa, composta de espiguetas que possuem aristas alongadas;
- capim-gordura “cabelo-de-negro” – foi também bastante usado para formar pastagens. Tem menor porte, folhas enormes e encrespadas e entrenós mais curtos. É mais viscoso do que as outras variedades e mais resistente ao pisoteio;
- capim-gordura “branco” – de folhagem verde-clara, tem inflorescência mais pálidas e pelos curtos na região do colmo. As folhas largas são de qualidade inferior. É menos viscoso que as outras variedades e mais sensível ao frio. Não resiste ao pisoteio;
- capim-gordura “francano” – essa variedade, sendo muito semelhante ao capim-gordura roxo, apresenta maior vigor e desenvolvimento. As inflorescências são panículas grandes, arroxeadas, cujas espiguetas são providas de longas aristas. É originário da região de Franca, estado de São Paulo.

Apesar da literatura mencionar que são encontradas diferentes variedades de capim-

¹ Espécie exótica que se reproduz consistentemente e sustenta populações por mais de uma geração sem a intervenção humana (ou apesar de interferência humana); não é condição de invadir ecossistemas naturais semi-naturais ou artificiais (Mcnelly *et al.* 2001)

gordura no território brasileiro, oficialmente essas variedades não foram descritas segundo o código de nomenclatura botânica.

Variedade é definida como uma categoria botânica de planta sempre abaixo daquele de espécie: 1) em taxonomia vegetal, a variedade ocupa uma posição abaixo da categoria de subespécie, mas acima da categoria forma, e é sempre escrita em latim; 2) em melhoramento genético, a variedade é sinônimo de variedade cultivada ou de cultivar. Nomes de cultivares ou variedades criadas a partir de 1º de janeiro de 1959 devem ter um nome imaginário e devem ser bem diferentes de um nome botânico escrito em latim (Borém, 1998).

Baseado nessa definição, as variedades do capim-gordura Cabelo-de-Negro e Roxo estudadas neste trabalho serão chamadas de cultivares.

De acordo com revisões conduzidas por Bogdan (1977); Midityeri, (1983); Skerman & Rivers (1992), o capim-gordura apresenta as seguintes características gerais e adaptações ambientais.

Planta perene, herbácea, C₄, apresenta altura média entre 0,40 e 0,60 m, podendo chegar até a 1,6 m ou mais. Os colmos ascendentes são provenientes de uma base emaranhada e pouco ramificada, emitem raízes nos entrenós inferiores e tendem comumente a dobrar-se. Os pelos glandulares da folhagem exudam um óleo de cheiro característico.

Apresenta inflorescência do tipo panícula terminal (estreita) de 10 a 30 cm de comprimento, arroxeadas, ramificações curtas. É uma gramínea apomítica e sua floração ocorre entre 166 a 202 dias depois de semeadura, dependendo da variedade. As sementes apresentam alto poder de germinação e quase nenhuma dormência. Possui sementes muito pequenas, variando de 1,5 a 2,5 mm de comprimento. A cariopse tem 1,2 a 1,4 mm de comprimento (elíptica ou fusiforme). Produz grande quantidade de sementes (200-280 kg/ha), e em um quilograma ocorre cerca de 13 a 15 milhões de sementes. As sementes

apresentam cor arroxeada e, delas sobressai uma delicada arista na variedade roxo e, praticamente sem arista na variedade cabelo-de-negro.

A sua propagação pode ser feita tanto vegetativamente, através de estolões, como por meio de sementes, sendo que este último é o mais prático e o mais comumente usado. Em terrenos não mecanizáveis, a semeadura pode ser feita a lanço, sem prévio preparo do terreno, depois de se queimar a vegetação existente. Porém, sempre que for possível, convém arar e gradear o terreno e, depois da semeadura, passar um rolo ou cilindro. A densidade de plantio varia muito com a qualidade da semente. No Brasil, recomenda-se entre 20 a 25 kg/ha de sementes não beneficiadas (Bogdan, 1977).

Em relação a condições de armazenamento, sementes de capim-gordura acondicionadas em recipientes hermeticamente fechados e submetidas a uma temperatura de 0° a 5° C, mantiveram a sua viabilidade por tempo superior a cinco anos. Armazenadas em sacos de pano perderam completamente o poder de germinação ao fim desse tempo.

O capim-gordura é bastante palatável, mas quando comparado com outras forrageiras a sua produtividade é baixa, podendo alcançar entre 3 a 11 toneladas/ano de matéria seca. É utilizado principalmente para pastoreio e só raramente para corte, feno ou silagem. Essa forrageira quando cortada não apresenta boa brotação, o que dificulta a sua utilização em cortes sucessivos, para o fornecimento sob forma de feno ou verde.

Considerada uma espécie sensível ao fogo, vegeta em qualquer tipo de solo, mesmo de baixa fertilidade. Responde bem às adubações de fósforo e nitrogênio. Invasora extremamente agressiva que compete com sucesso com a flora nativa (Bogdan, 1977; Mitidieri, 1983; Filgueiras, 1990; Skerman & Rivers, 1992).

A África tropical é o centro de origem da gramínea *Melinis minutiflora* (capim-gordura), ficando o Brasil como um centro de desenvolvimento ou dispersão da espécie (Vello, 1975). Segundo o Ministério da Agricultura (1943) e Filgueiras (1990), sua introdução foi acidental no país, por ocasião do tráfico intenso de escravos, que ocorreu no período colonial. Por outro lado Parsons (1972), afirma que sua introdução é desconhecida

fato este que ocorreu há muito tempo atrás. Na Figura (1) são apresentadas as principais rotas do tráfico negreiro para o Brasil (Malheiro, 1976; Pinsky, 1988) e a difusão do capim-gordura no continente americano (Ministério da Agricultura, 1943; Parsons, 1972).

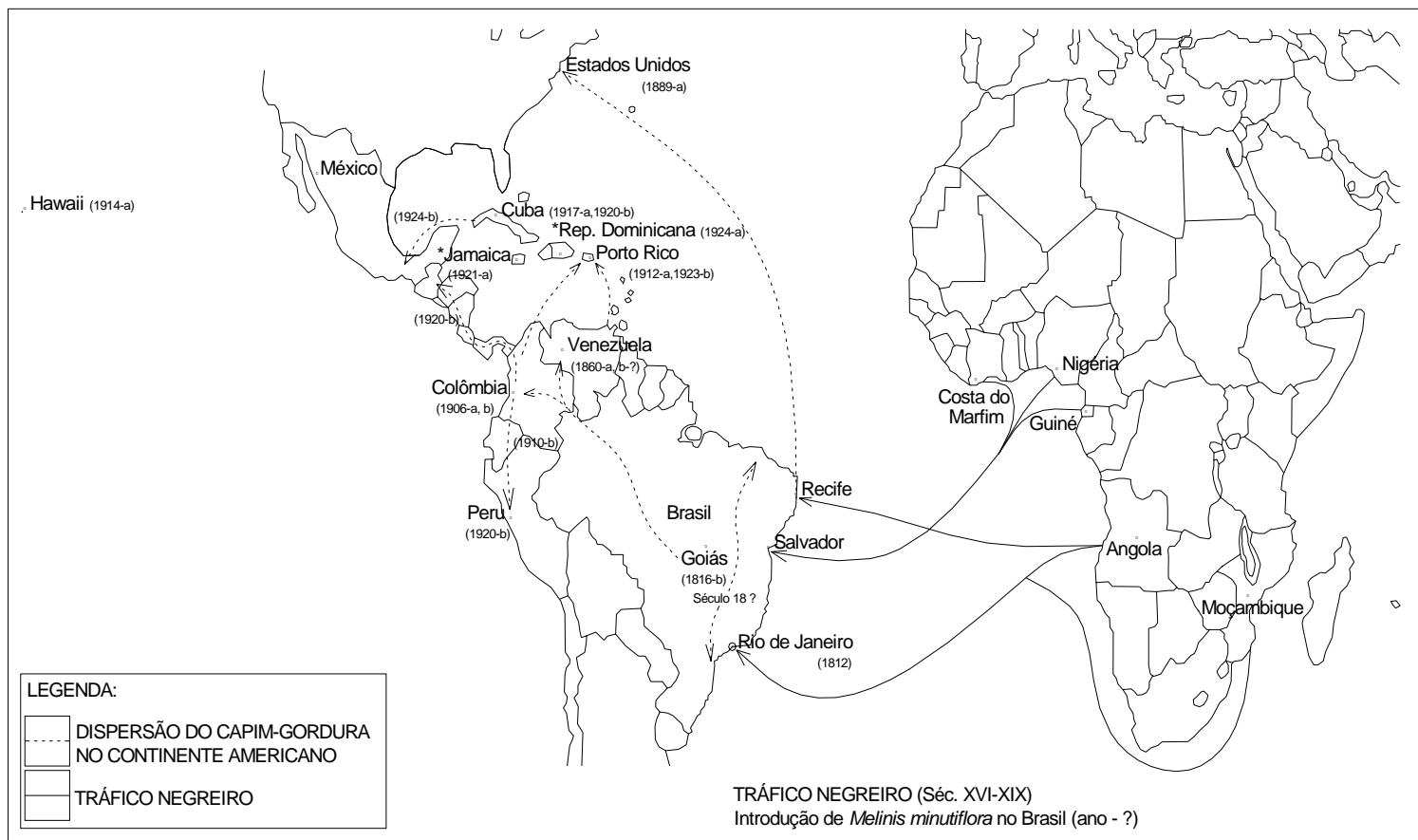


Figura 1. Principais rotas do tráfico negreiro e difusão da gramínea *Melinis minutiflora* P. Beauv. (capim-gordura) no continente americano

Fonte: Ministério da Agricultura, 1943: rota a, e Parson, 1970: rota b

O capim-gordura apresenta uma ampla distribuição geográfica, podendo ser encontrado em regiões tropicais e subtropicais, entre 30° de latitude norte e sul do equador. Atualmente o capim-gordura encontra-se amplamente distribuído em vários países da África, das Américas, Ásia e Oceania (Figura, 2). A sua ocorrência está mais limitada pelas

baixas temperaturas do que pela qualidade do solo. Desenvolve-se melhor em altitudes entre 200 e 2.300 m, com temperaturas entre 18° e 27°C. É pouco exigente em fertilidade, vegetando bem em solos ácidos, mas não tolera solos pesados e muito argilosos (Oliveira, 1974, Curado & Costa, 1980; Teixeira, 1984).



Figura 2. Distribuição geográfica do capim-gordura no mundo

Fonte: Ministério da Agricultura (1943); Oliveira (1974); Curado & Costa (1980); Teixeira (1984)

A pecuária no Brasil Central (São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Distrito Federal), durante aproximadamente 120 anos, dependeu essencialmente das gramíneas africanas capim-gordura e jaraguá (*Hyparrhenia rufa*) e, das pastagens nativas (Grossman, *et al.* 1965; Curado & Costa, 1980; Aronovich & Rocha, 1985; Andrade, 1986).

Na década de 40 dentre as forragens que formavam as pastagens naturais ou artificiais da região compreendida pelos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Espírito Santo, inegavelmente a mais conhecida e utilizada era a gramínea denominada capim-gordura (Ministério da Agricultura, 1943). Na década de 1960 existia no Brasil uma área de aproximadamente 123 milhões de hectares cobertos com pastagens. Desde total, cerca de 30 milhões de hectares eram utilizados para gado leiteiro, que tinha como principal gramínea forrageira o capim-gordura (Joviano & Costa, 1965; Teixeira, 1984).

Em decorrência do capim-gordura apresentar baixa capacidade de suporte (novilhos/ha: 0,98 e 1,08), pequena resistência ao fogo, não suportar bem pastoreio intensivo, praguejar com relativa facilidade e apresentar baixa produtividade, teve início na década de setenta um programa de substituição significativa dessa gramínea pelas gramíneas do gênero *Brachiaria*, *Panicum* e *Andropogon* (Curado & Costa, 1980; Mitidieri, 1983; Aronovich & Rocha, 1985; Filgueiras, 1990; Skerman & Rivers, 1992).

No final da década de 70 início de 80 o capim-gordura foi bastante utilizado nos trabalhos de recuperação de áreas degradadas resultantes das atividades de mineração, construção de estradas, hidroelétricas e barragens. Na metade da década de 80 ocorreu uma substituição progressiva do gordura pela gramínea *Brachiaria decumbens* e, hoje em dia, o capim-gordura é pouco usado nos trabalhos de recuperação de áreas degradadas no território brasileiro.

Atualmente as áreas remanescentes de pastagens de capim-gordura no país estão localizadas principalmente nas morrarias de Minas Gerais. Por sua vez, as populações não manejadas dessa gramínea estão localizadas em unidades de conservação (Parque Nacional

de Brasília - DF, Reserva Biológica de Águas Emendadas - DF, Parque Nacional das Emas - GO, Parque Nacional Serra da Canastra - MG, Parque Nacional Serra da Bocaina - RJ, Floresta Nacional de Ipanema - SP, entre outros), porém, poucas são as informações sobre o impacto da invasão biológica nessas áreas.

Área de estudo: caracterização geral

O Parque Nacional de Brasília, criado pelo Decreto nº 241, de 29 de novembro de 1961, possui uma área de aproximadamente de 30.000 hectares (Figura 3). Recentemente, a Lei nº 11.282, de 8 de março de 2006, ao redefinir a poligonal do Parque, acrescentou cerca de 11.000 hectares aos limites noroeste dessa Unidade de Conservação. A caracterização a seguir refere-se à área do Parque Nacional de Brasília considerada pelo Decreto 241/61.

De acordo com o Plano de Manejo do Parque – Revisão (FUNATURA/IBAMA, 1998), o clima no Distrito Federal é tropical (Köppen Aw). A precipitação média anual é da ordem de 1.600 mm, com uma concentração das chuvas em um período de 5 a 6 meses (novembro a abril) quando as médias mensais podem atingir totais acima de 300 mm. No outono, em particular no final de abril, fim do período chuvoso esses valores decrescem bastante mas, as médias desse mês não são inferiores a 125 mm. Durante o inverno (estação seca), as chuvas são praticamente inexistentes e as que ocorrem resultantes da ação de frentes polares que atingem as chapadas de Brasília, não são suficientes para modificar as condições de umidade que é bastante seca.

As médias mensais de temperatura são elevadas e a média anual é de 21° C, ambas oscilando pouco no decorrer do ano. Na primavera são registradas as temperaturas mais altas, em função da posição ortogonal do sol e da ausência de chuvas nesse período, o que faz com que no mês de outubro a média seja da ordem de 23° C. No verão, o aumento da precipitação ameniza a temperatura, que tem um pequeno declínio fazendo com que a média seja de 22° C. No outono, o deslocamento do sol para posição do equinócio e a intensa precipitação provocam um pequeno declínio nas médias mensais que alcançam valores da ordem de 21° C. Durante o inverno, o afastamento zenital do sol provoca acentuada queda na radiação e a ação das frentes polares induz a temperaturas mesotermiais

(inferiores a 18° C) que, atenuadas pelo fator altitude, fazem com que a temperatura do mês de julho seja sempre inferior a 18° C.

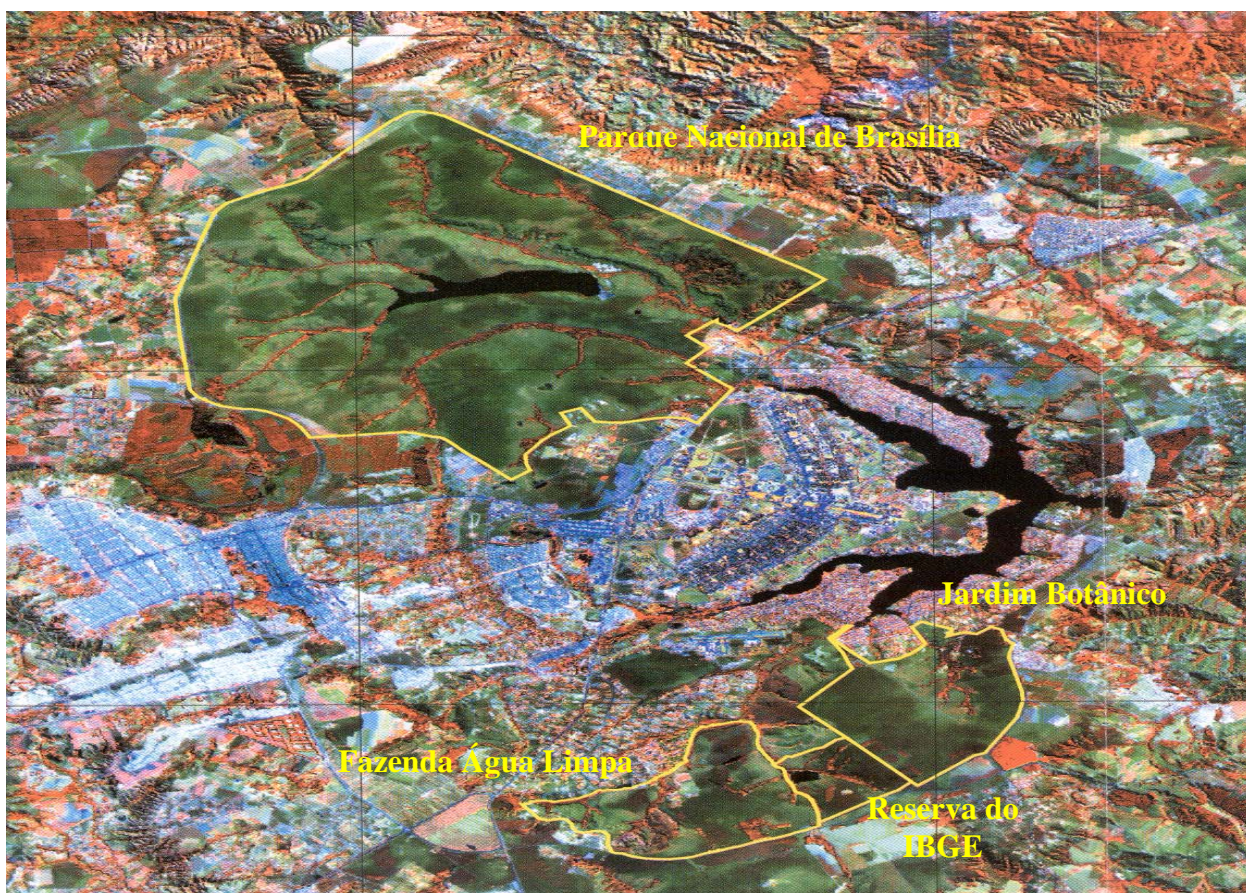


Figura 3. Localização do Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal
Fonte: UNESCO, 2002

O Distrito Federal apresenta um período seco de maio a outubro e um período chuvoso que se estende de novembro a abril. No auge do período seco, às vezes ocorrem dias com umidade relativa do ar inferior a 15%.

O Parque Nacional está localizado no Setor Oriental da Província Estrutural do Tocantins, mais especificamente, na porção Centro Sul de Dobramentos Brasília. A faixa de Dobramentos Brasília é composta por rochas do Grupo Canastra (Estádio Inferior),

Formação Paranoá (Estádio Intermediário) e pelas seqüências carbonatada e detrítica superior (em parte) do Grupo Bambuí (Estádio Superior).

Os principais tipos de solos existentes na área do Parque Nacional são: Latossolos, Cambissolos, Solos Hidromórficos, Laterita Hidromórfica e Areias Quartzosa. A sua drenagem é feita principalmente pelos ribeirões Torto e Bananal e seus afluentes e, secundariamente, por adutoras da Companhia de Águas e Esgotos de Brasília (CAESB). Os cursos de água presentes no Parque podem ser agrupados em duas Sub-bacias: Sub-bacia do Torto e Sub-bacia do Bananal.

São reconhecidos, no Parque Nacional, os seguintes tipos fisionômicos: Mata de Galeria Pantanosa, Mata de Galeria não Pantanosa, Cerrado Denso, Cerrado *sensu stricto*, Campo Sujo, Campo Limpo, Campo Úmido, Campo de Murunduns, Vereda, Campo Rupestre, além de áreas antropizadas.

A flora fanerogâmica do Parque Nacional é apenas parcialmente conhecida. Os dados disponíveis na literatura juntamente com os levantamentos de campo indicam a presença de 1.221 espécies distribuídas por 539 gêneros e 104 famílias (Filgueiras, 1991; FUNATURA/IBAMA, 1998; Proença et al. 2001; UNESCO, 2002). As famílias mais representadas são Gramineae (158 spp), Compositae (129 spp), Leguminosae (118 spp), Orchidaceae (82 spp), e Myrtaceae (52 spp). Grande riqueza de Graminae era esperada, pois a maior parte da área do Parque é coberta por vegetação campestre. Das 358 espécies de gramíneas citadas para o Distrito Federal (Filgueiras, 1991; FUNATURA/IBAMA, 1998; Proença et al. 2001; UNESCO, 2002) cerca de 44% são encontradas no Parque Nacional.

A série histórica de ocorrência de fogo no Parque, constituída a partir dos trabalhos de Horowitz (1996); Milano (1998) e Coelho (2002), indica que a maioria dos incêndios ocorre no período de junho a setembro com início, em geral, nas regiões limítrofes. Esses incêndios são de causa acidental ou criminosa. A época de ocorrência de incêndios causados por raio é de setembro a maio e a maior parte de ocorrências de origem antrópica é de junho a outubro. Os registros apontam que 30% dos focos combatidos foram causados

por descargas elétricas – raio. Há queimas pontuais, de combate fácil e imediato e outras que, difíceis de serem debeladas, se estendem por quilômetros e se prolongam por horas. Os grandes incêndios, com mais de 10 % de área da Unidade queimada, ocorreram em intervalos de 8 a 10 anos. Ao longo do período registrado, o somatório da área queimada totaliza quase 3 vezes o tamanho do Parque. A distribuição da área queimada não é homogênea e sabe-se de locais protegidos do fogo com mais de 20 anos.

De acordo como Plano de Manejo, o fato que mais chama atenção são as grandes populações de *Melinis minutiflora* (capim-gordura) e de *Pteridium oquilinum* (samambaião) ambas de difícil controle. O capim-gordura cobre áreas extensas e na época de floração (fim de abril e maio), enormes manchas vermelhas ou arroxeadas, causadas pelas touceiras desta espécie, podem ser vistas à distância. Sua grande agressividade vegetativa, a qual termina por impedir o crescimento de espécies nativas, a vasta produção de sementes viáveis e o crescimento rápido tornam essa espécie uma verdadeira ameaça à conservação dos ambientes campestre. Ressalta-se que a questão do capim-gordura foi mencionada no primeiro Plano de Manejo do Parque publicado em 1979 (Bensusan, 1997; Horowitz, 1992) e também em estudos anteriores.

Em 1991, o engenheiro florestal Paulo César Mendes Ramos percorreu as estradas do Parque e elaborou um mapa de distribuição do capim-gordura na área (Comunicação pessoal). A par do trabalho de Ramos, Bensusan (1997) estimou que a invasora ocorria em uma área de aproximadamente 3.000 hectares. Desse total, considerou que o capim-gordura dominava completamente a vegetação em cerca de 900 hectares. Corrêa (1995), em áreas degradadas do Parque, próximas a barragem Santa Maria, encontrou o capim gordura em duas das três áreas degradadas que estudou e assinalou-o como espécie dominante, com Índice de Valor de Importância (IVI) equivalente a 34,6%. Martins (1996) acompanhou a recuperação de uma antiga cascalheira no Parque e constatou que o capim-gordura predominou em todas as parcelas do experimento. Ao avançar, deprimiu 30 espécies nativas que colonizavam as parcelas. Costa (2002) aferiu a presença de capins invasores ao longo das estradas do Parque como indicador do estado de conservação das fisionomias do cerrado. A autora confirmou a infestação do capim-gordura que, em alta densidade, ocorre em 74% dos sítios amostrados.

Área experimental

A área experimental foi selecionada a partir de uma avaliação preliminar que considerou os seguintes aspectos: zoneamento do Parna de Brasília; facilidade de acesso, e predominância do capim-gordura.

Conforme assinala a Figura 4, a área experimental, com tamanho de 2.400 m² (40 m x 60 m), insere-se na Zona de Uso Especial e confronta-se com a Zona de Uso Intensivo do Parna Brasília. Dista cerca de 400 m da sede administrativa do Parque Nacional e cerca de 100 metros da Trilha do Cristal Água. Posiciona-se nas coordenadas 15°43'53.3" S e 47°55'35.4" W.

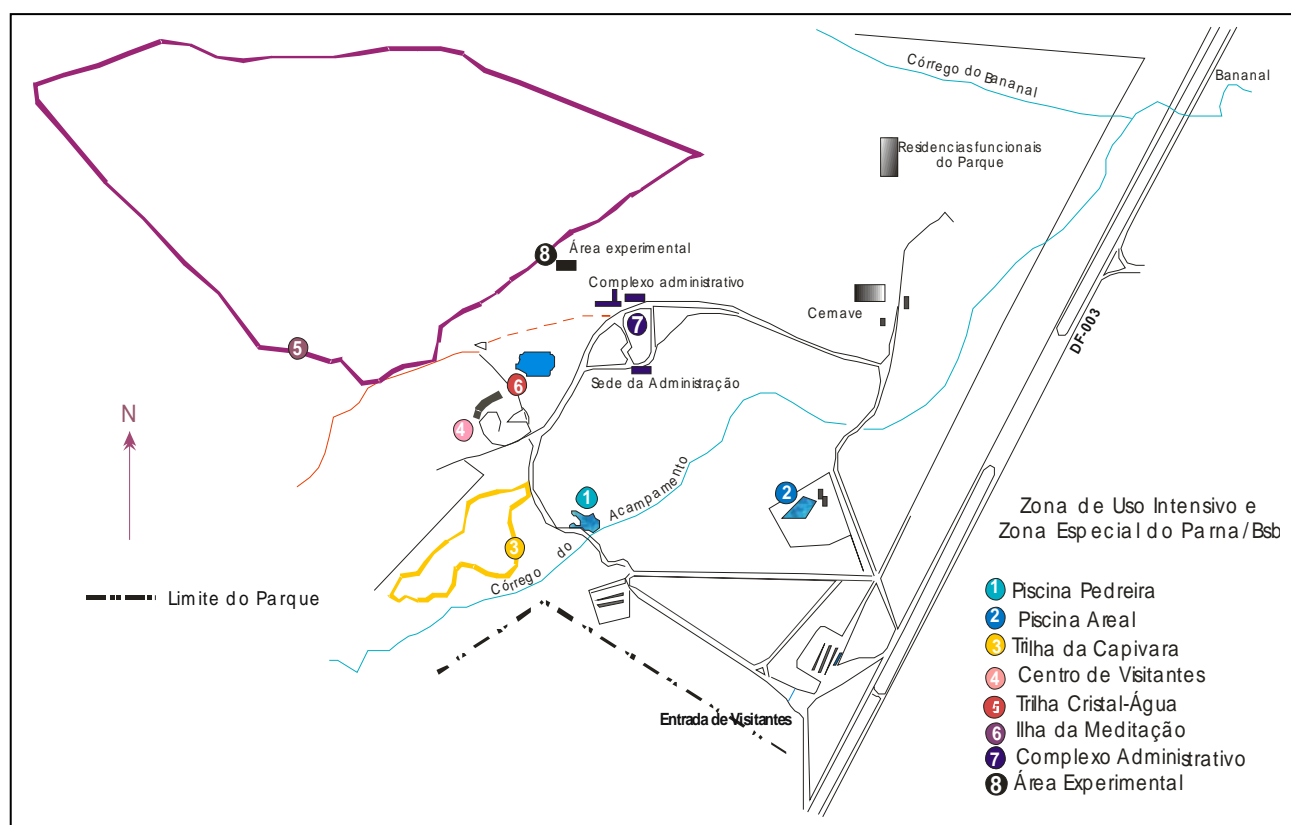


Figura 4. Localização da área experimental no Parque Nacional de Brasília

Fonte: Parque Nacional de Brasília

A vegetação da área é definida como Cerrado Ralo (Ribeiro & Walter, 1998) e, até meados da década de 1990, essa área era usada para o pastejo de cavalos (Figuras 5 e 6).



Figura 5. Vista aérea da área experimental no Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal (Foto: Elmo Monteiro da Silva).



Figura 6. Vista parcial da área experimental no Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal

Segundo Coelho (2002), que elaborou o histórico de regime de fogo no Parque, a última queimada na área experimental ocorreu no ano de 1987 (Figura 7).

As análises físicas e químicas do solo da área experimental foram conduzidas no Laboratório de Solos do Centro de Pesquisa Agropecuário dos Cerrados/EMBRAPA de acordo com a EMBRAPA (1979).

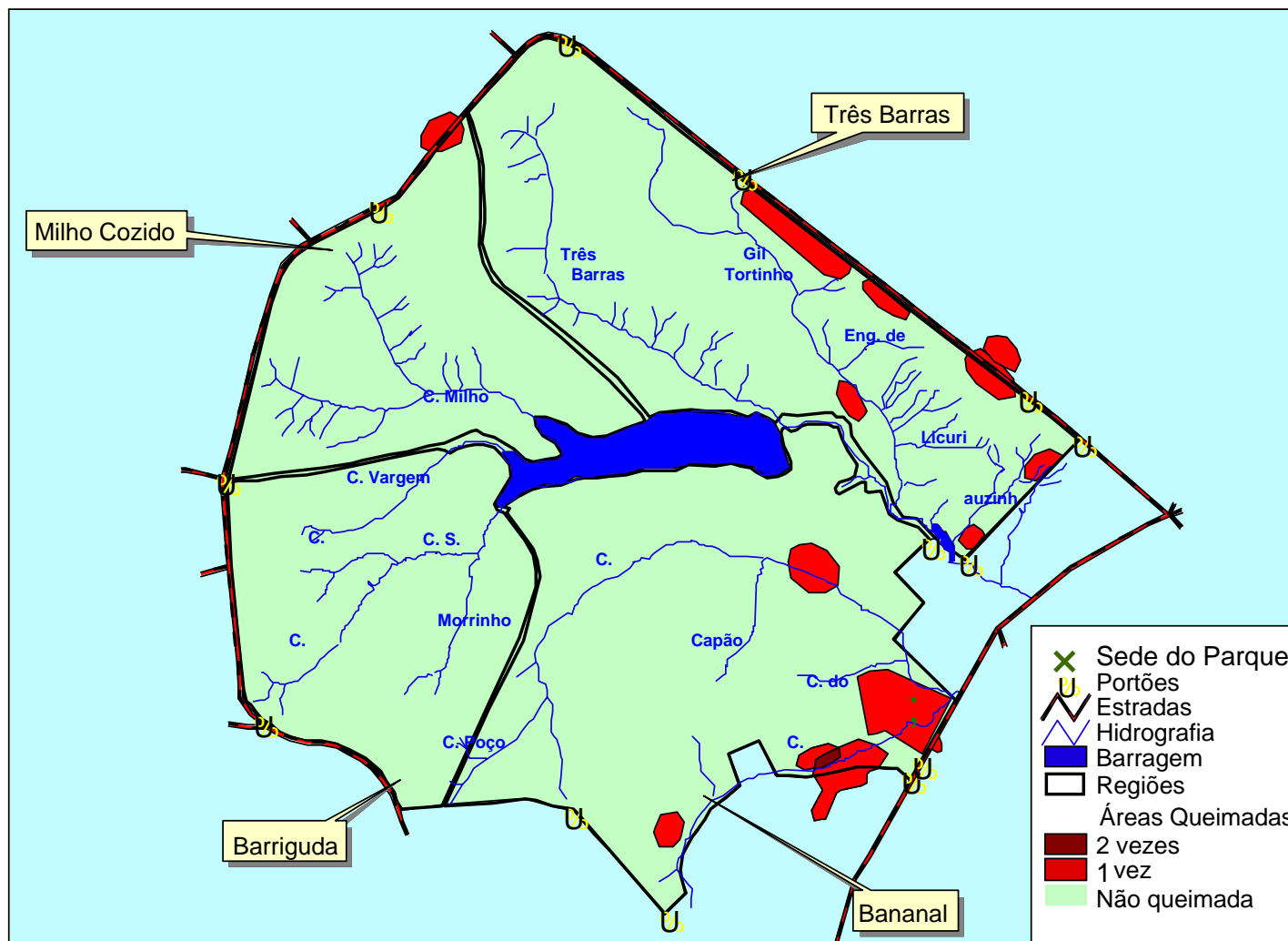


Figura 7. Áreas queimadas no Parque Nacional de Brasília no ano de 1987 (Coelho, 2002)

Características moleculares

Marcadores moleculares RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) foram obtidos para três acessos de cada cultivar de capim-gordura e para o capim colônia (*Panicum maximum*) e a leguminosa estilosantes (*Stylosanthes guianensis*) utilizados como *outgroup*.

Amostras de DNA de cada acesso foram extraídas a partir de tecido foliar, utilizando a metodologia do CTAB (hexadecyltrimethylam monium bromide) (Faleiro *et al.* 2003a). Amostras de DNA de cada material genético foram amplificadas pela técnica de RAPD. As reações de amplificação foram feitas em um volume total de 13 uL, contendo Tris-HCl 10 mM (pH 8,3), KCl 50 mM, MgCl₂ 3 mM, 100 uM de cada um dos desoxiribonucleotídeos (dATP, dTTP, dGTP e dCTP), 0,4 uM de um *primer* (Operon Technologies Inc., Alameda, CA, EUA), uma da enzima *Taq* polimerase e, aproximadamente, 15 ng de DNA. Para obtenção dos marcadores RAPD foram utilizados 12 *primers* decâmeros: OPD-04, OPD-07, OPD-08, OPD-16, OPE-18, OPE-20, OPF-01, OPF-14, OPG-08, OPG-17, OPH-12 e OPH-16. As amplificações foram efetuadas em termociclador programado para 40 ciclos, cada um constituído pela seguinte seqüência: 15 segundos a 94 °C, 30 segundos a 35 °C e 90 segundos a 72 °C. Após os 40 ciclos, foi feita uma etapa de extensão final de seis minutos a 72 °C, e finalmente, a temperatura foi reduzida para 4 °C. Após a amplificação, foram adicionados, a cada amostra, 3 uL de uma mistura de azul de bromofenol (0,25%) e glicerol (60%) em água. Essas amostras foram aplicadas em gel de agarose (1,2%), corado com brometo de etídio, submerso em tampão TBE (Tris-Borato 90 mM, EDTA 1 mM). A separação eletroforética foi de, aproximadamente, quatro horas, a 90 volts. Ao término da corrida, os géis foram fotografados sob luz ultravioleta.

Os marcadores RAPD gerados foram convertidos em uma matriz de dados binários, a partir da qual foram estimadas distâncias entre os diferentes acessos, com base no complemento do coeficiente de similaridade de Nei & Li (1999), utilizando-se o Programa Genes (Cruz, 1997). A matriz de distâncias genéticas foi utilizada para realizar a análise de agrupamento por métodos hierárquicos utilizando como critério o método do UPGMA

(*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*) e dispersão gráfica baseada em escalas multidimensionais usando o método das coordenadas principais, com auxílio do Programa SAS (SAS Institute Inc., 1989) e do Programa Statistica (StatSoft Inc., 1999).

A caracterização molecular do capim-gordura foi realizada no mês de novembro de 2004, e as plântulas utilizadas foram produzidas no Laboratório de Sementes da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília. Estes estudos foram conduzidos em parceria com a Embrapa/CPAC - Laboratório de Genética e Biologia Molecular, com a colaboração do Dr. Fábio G. Faleiro.

Estudos anatômicos

O material foi fixado em FAA 70 (formol, ácido acético e álcool) (Johansen, 1940) e posteriormente armazenado em álcool 70% com gotas de glicerina.

As observações anatômicas foram realizadas nas lâminas foliares, bainhas foliares, colmo e raízes. As lâminas, bainhas foliares e colmo foram obtidos a partir do segundo nó, a partir da inflorescência. As raízes a partir de dois centímetros da inserção. Foram feitos cortes histológicos à mão livre na região mediana; os cortes foram clarificados com hipoclorito de sódio 20%. Após lavagem, o material foi corado e montado em resina sintética (Paiva *et al.* no prelo). Para coloração utilizou-se fucsina básica e azul de alcian ambas na concentração 1 % (Kraus *et al.* 1998).

Os cortes paradérmicos foram obtidos pela técnica de Ghouse & Yunus (1972), seguida de coloração com azul de metileno 1%, e posterior montagem em resina sintética.

As fotomicrografias foram obtidas com auxílio do fotomicroscópio Olympus BX 40.

O material utilizado para realização da anatomia do capim-gordura foi coletado no mês de junho de 2005. Os estudos foram conduzidos em parceria com o Laboratório de Anatomia do Departamento de Botânica – Universidade de Brasília, com a colaboração da Professora Dra. Dalva Ribeiro.

Fenologia reprodutiva do capim-gordura e das gramíneas nativas

Os estudos foram conduzidos de outubro de 2002 a setembro de 2005, por meio de observações semanais. Para realização desse trabalho percorria-se toda a área experimental e registrava-se o nome da espécie que se encontrava em período reprodutivo. Definiu-se como período reprodutivo o espaço compreendido entre o início da emissão das inflorescências até a dispersão total das sementes.

A classificação das espécies estudadas foi de acordo com algumas modificações inseridas na metodologia proposta por Almeida (1995). Com base no início da época de floração, as gramíneas foram classificadas em três grupos fenológicos distintos: grupo das precoces (emissão das inflorescências nos meses de outubro, novembro e dezembro); das intermediárias (emissão das inflorescências nos meses de janeiro e fevereiro) e das tardias (emissão das inflorescências nos meses de março, abril, maio e junho).

Densidade média de inflorescências

Para avaliação de densidade média de inflorescências do capim-gordura foram estabelecidos na área experimental, no mês de junho de 2002, 3 transectos de 100 m, distantes 20 m entre si. Em cada transecto foram realizadas 10 amostragens, distantes 10 m entre si. Para determinação da densidade de inflorescências usou-se um quadrado de 1 m². Todas as inflorescências foram cortadas manualmente, ensacadas e encaminhadas para o Laboratório de Sementes da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/Universidade de Brasília, para proceder a contagem.

Produção de espiguetas

Os levantamentos para definir a produção de espiguetas cheias e vazias foram conduzidos nos anos de 2001, 2002 e 2003. Conforme Chase & Sendusky (1991) espiguetas cheias e vazias são a unidade da inflorescência

No mês de junho, coletaram-se aleatoriamente 45 inflorescências de cada cultivar do capim-gordura. As inflorescências foram conduzidas para o Laboratório de Sementes da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/Universidade de Brasília e postas para secar em temperatura ambiente. Nos meses de setembro e outubro, procedeu-se a separação das espiguetas das inflorescências (trilha). Para separação das espiguetas cheias e vazias de cada inflorescência utilizou-se um assoprador da marca General Seed Blower. Após a separação, contou-se o número de espiguetas cheias e vazias sendo e, em seguida, determinou-se a sua massa.

Viabilidade das sementes

Os ensaios para avaliar a viabilidade² das sementes (espiguetas com cariótipo) foram realizados nos anos de 2001, 2002 e 2003. Estas avaliações foram estimadas por meio do teste de germinação na presença de luz fluorescente branca. Foram usadas placas de petri de poliestireno transparente forradas com duas folhas de papel filtro, como substrato de germinação, umedecidos com nitrato de potássio (5%) e temperatura alternada entre 20-30 °C (16-8 horas). A dormência foi avaliada mediante o teste de germinação na ausência de luz e temperatura constante de 20 °C e água. Para fins de ausência de luz, cada placa foi envolvida com duas folhas de papel alumínio. Neste caso, as placas foram seladas com fita adesiva para evitar o ressecamento, uma vez que o re-umidecimento poderia expô-las à luz. Todos os tratamentos constaram de quatro repetições de 100 “sementes cheias” (Ministério da Agricultura, 1992). Para monitorar o processo germinativo na presença de luz, as avaliações foram realizadas diariamente. Os testes no escuro foram avaliados uma única vez, coincidindo seu final com o término do experimento na presença de luz.

Longevidade e ciclos de dormência das sementes em condições de laboratório

Os estudos da longevidade e superação de dormência de sementes iniciaram-se no ano de 1999 e finalizaram-se no mês de outubro de 2005. Os ensaios para avaliar a germinação e a dormência foram de acordo com a metodologia usada na seção anterior.

² Viabilidade de um lote de sementes significa o potencial que esse lote apresenta em produzir plântulas normais

Dispersão das sementes

Os estudos para avaliar a dispersão das espiguetas foram realizados entre os anos de 2003 e 2005. No ano de 2003 os estudos foram conduzidos nos seguintes ambientes: a) cerrado nativo; b) alto índice de cobertura do solo com capim-gordura (> 98%); c) área em processo de recolonização após uma queimada controlada. Nos anos de 2004 e 2005, o estudo contemplou os seguintes ambientes: a) cerrado nativo; b) alto índice de cobertura do solo com capim-gordura (> 98%); c) área em processo de recolonização após uma queimada controlada e d) manejo integrado (área em processo de recolonização após uma queimada controlada + herbicida + arranquio). Utilizaram-se 4 bandejas plásticas (área de uma bandeja = 504 cm²) em cada uma das 4 repetições dos diferentes ambientes estudados, perfazendo-se um total de 16 bandejas. As bandejas foram distribuídas aleatoriamente no solo antes do início do período de floração. As coletas foram realizadas na primeira e última semana de julho e na primeira quinzena de setembro. Após cada coleta as espiguetas foram encaminhadas para o Laboratório de Sementes da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/Universidade de Brasília, para separação e contagem das espiguetas (cheias e vazias).

Efeito do fogo na viabilidade das sementes

Para a condução desse experimento um dia antes da queimada controlada, realizada em setembro de 2003, 6 cilindros de metal (diâmetro de 5 cm e profundidade de 8 cm) foram enterrados num *stand* com alto índice de cobertura de capim-gordura (> 98%). Lotes de 1000 sementes das cultivares do capim-gordura estudadas foram posicionados nas seguintes profundidades: a) superfície do solo; b) enterradas a 0,2 cm, e c) enterradas a 1,0 cm. Para evitar a contaminação das sementes com provável sementes existente no banco de sementes, procedeu-se à retirada de uma camada de 3 cm do solo dos respectivos cilindros. O substrato utilizado para preenchimento dos cilindros foi retirado do subsolo da área experimental.

Após a realização da queimada controlada, os cilindros foram recolhidos e encaminhados para o Laboratório de Sementes da Faculdade de Agronomia e Veterinária/Universidade de Brasília. Até o mês de outubro de 2003 os cilindros permaneceram em temperatura ambiente quando se procedeu a recuperação das sementes do solo. Nessa operação, foram utilizadas uma lupa, uma fonte de luz (80 watts), pinça e estilete. Os testes de germinação realizados seguiram a metodologia descrita na seção da viabilidade das sementes.

Banco de sementes no solo

A avaliação da dinâmica do banco de sementes no solo foi realizada nos seguintes tratamentos: 1) controle (maio e setembro), 2) fogo (maio e setembro) e 3) manejo integrado (maio e setembro). Este estudo teve início no mês de outubro de 2003 e se estendeu até abril de 2005, obedecendo à seguinte programação de coletas: outubro/03; abril/04; outubro/04 e abril/05.

Para a coleta das amostras de solo, utilizou-se um cilindro de ferro de 8,0 cm de diâmetro, e a profundidade avaliada foi de 0-5 cm. Coletaram-se aleatoriamente 4 amostras compostas (formada por quatro subamostras) em cada uma das 4 repetições dos diferentes tratamentos estudados, perfazendo-se um total de 16 amostras. Após as coletas, as amostras de solos foram conduzidas ao Laboratório de Sementes da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/Universidade de Brasília, onde foram secas ao ar, peneiradas (malha de 2,38 mm) e homogeneizadas. As amostras de solos foram divididas em quatro subamostras e, em seguida, selecionou-se aleatoriamente uma subamostra para a realização da separação de todas as espiguetas de capim-gordura. Após a separação das espiguetas cheias das vazias, através de um assoprador da marca General Seed Blower, procedeu-se os testes de germinação.

Emergência de plântulas em diferentes profundidades do solo

Para a condução desse estudo utilizaram-se recipientes plásticos de 30 ml, e o substrato usado foi o solo coletado na área experimental a uma profundidade de 15 cm (previamente esterilizada a 100° C por 48 horas). Por ocasião do preenchimento dos recipientes, as sementes posicionaram-se nas seguintes profundidades: superfície do substrato, 1, 2, 3 e 4 cm. Os tratamentos constaram de quatro repetições de 50 sementes.

Os ensaios de emergência das plântulas foram conduzidos na presença de luz com temperatura alternada entre 20°-30° C (16-8 horas). Para evitar a incidência lateral da luz no processo de germinação das sementes, os copos foram envolvidos com papel alumínio. Com vistas a manter o solo sempre úmido foram realizados furos na base dos recipientes e, em seguida, procedeu-se sua distribuição em bandejas plástica com dimensões de 28 x 18 x 8 cm de comprimento, largura e profundidade, respectivamente. Ao longo do experimento manteve-se uma lâmina d'água destilada de 2 cm. O acompanhamento da emergência das plântulas foi realizado diariamente e, após o seu registro, as plântulas foram removidas.

Estabelecimento de plântulas da gramínea *Melinis minutiflora* no campo: época e contribuição da micorriza arbuscular

As avaliações sobre a dinâmica de estabelecimento de plântulas de capim-gordura no campo foram conduzidas entre dezembro de 2003 e dezembro de 2004. O estudo contemplou os seguintes ambientes na área experimental: a) cerrado nativo; b) área submetida a uma queimada controlada em maio (antes da floração do capim-gordura) e c) área submetida a uma queimada controlada em setembro (após a floração do capim-gordura). Para realização desse estudo estabeleceram-se aleatoriamente quatro quadrados fixos de 25 x 25 cm em cada repetição dos diferentes ambientes, perfazendo um total de 16 avaliações por ambiente estudado. O número de plântulas estabelecido foi registrado nos seguintes meses: dezembro/03, janeiro/04, fevereiro/04, março/04 e dezembro/04.

Para as avaliações quantitativa e qualitativa de fungos micorrízicos arbusculares (MA) nativos foram coletadas aleatoriamente amostras de solo compostas, no mês de junho de 2003, nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm. A metodologia usada foi à técnica modificada de peneiramento úmido e decantação (Gerdemann & Nicolson, 1963) e centrifugação (Coolen, 1979). Este levantamento foi conduzido em parceria com a Embrapa/CPAC, com a colaboração da Dra. Jeanne Christine Claessen de Miranda.

Técnicas de manejo para o controle do capim-gordura

O delineamento experimental adotado foi de Blocos ao Acaso, com parcelas divididas, com quatro repetições, sendo os períodos das intervenções (maio e setembro) as parcelas, e os tratamentos (controle, fogo e manejo integrado), as subparcelas. As subparcelas apresentam as dimensões de 100 m² (10 m x 10 m), e possuíam uma bordadura de 0,5 m (Figura 8). Esta pesquisa foi autorizada pelo Ibama – Licença para pesquisa em Unidade de Conservação nº 102/2004, renovada em 2004 (anexo 1).

O tratamento fogo refere-se a realização de apenas uma queimada controlada (maio de 2003 antes da floração do capim-gordura e setembro de 2003 após a floração do capim-gordura). O tratamento manejo integrado consistiu de três fases: 1) realização de uma queimada controlada (maio de 2003 antes da floração do capim-gordura e setembro de 2003 após a floração do capim-gordura); 2) duas aplicações pontuais de herbicida (catação), uma no mês de janeiro de 2003 e outra no mês abril de 2003, sobre as plântulas e indivíduos de capim-gordura que rebrotaram, e 3) arranquio manual de plântulas e rebrotas do capim-gordura realizado entre janeiro e março de 2005.

Na fase 1 foram registrados os seguintes parâmetros: temperatura do ar (°C); umidade relativa (%) e velocidade do vento (m/s). Na fase 2 a concentração do glifosato usada foi de 0,5% em vol/vol. O Dr. Marcio Scaléa da empresa Monsanto do Brasil

coordenou a aplicação do glifosato. O herbicida é comercialmente conhecido como Roundup NA³ (sal de Isopropilamina de N-(fosfometil) glicina).

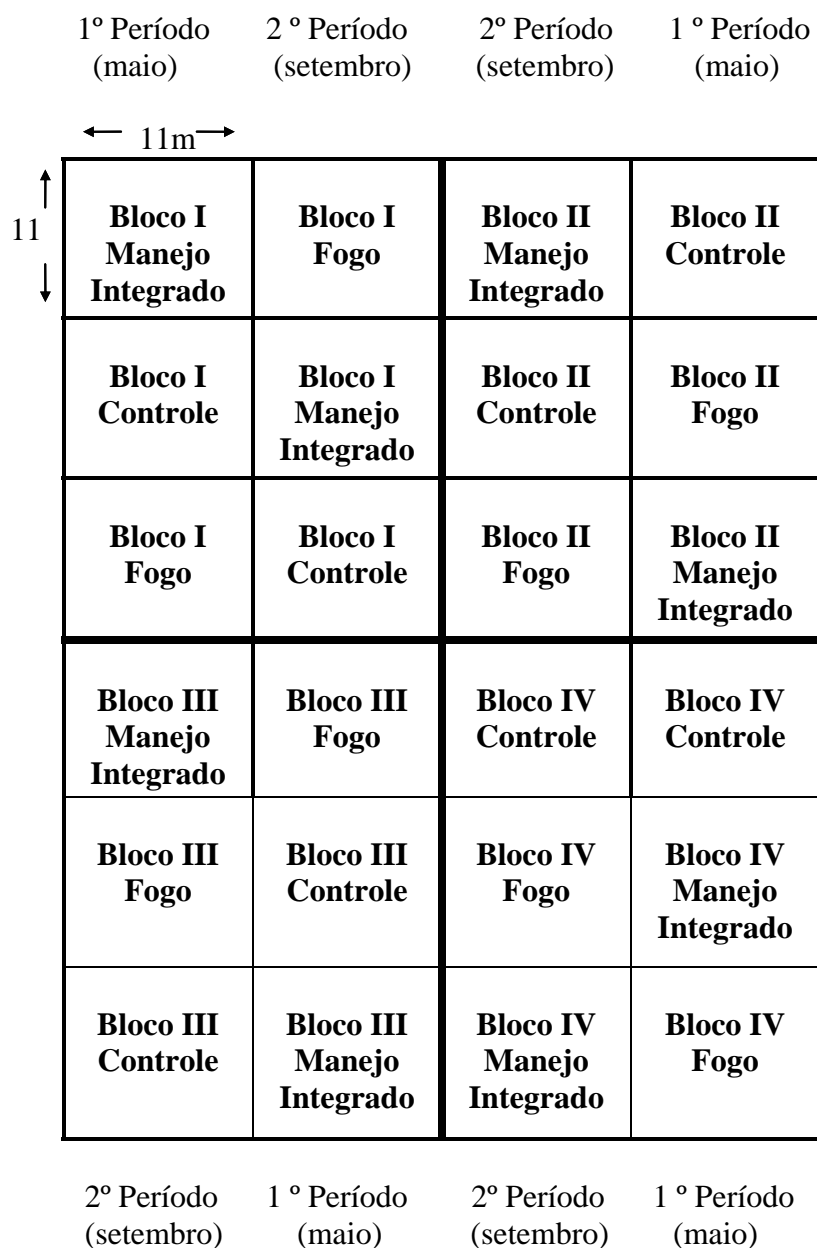


Figura 8. Delineamento experimental onde os períodos das intervenções (maio e setembro) são a parcelas, e os tratamentos (controle, fogo e manejo integrado) as subparcelas

³ No Brasil a linha Roundup® de herbicidas a base de glifosato da Monsanto encontra-se devidamente registrada no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA para fins não agrícolas

Trata-se de um herbicida sistêmico de aplicação em pós-emergência, e sua formulação é de concentrado solúvel (concentração do ingrediente ativo: 480 g/litro). Apresenta classificação toxicológica: IV – pouco tóxico, faixa verde. O pulverizador usado para aplicação do herbicida foi de Jacto Costal modelo PJH – 20 litros. A utilização do glifosato não implica em sugestão de uso de marca do produto.

Índice de cobertura total e do capim-gordura

Para a realização desse levantamento, três transectos de 10 m foram lançados aleatoriamente em cada repetição de cada tratamento avaliado. Em cada transecto foram lançados aleatoriamente cinco quadrados de 1 m² onde se avaliou visualmente a cobertura do capim-gordura. A cobertura alcançada pelo capim-gordura foi estudada entre dezembro/02 e abril 2005, obedecendo a seguinte programação: dezembro/02; fevereiro/03; abril/03; agosto/03; janeiro/04; abril/04 e abril/05.

Biomassa do estrato herbáceo e subarbusivo

Para a condução desse levantamento foram lançados aleatoriamente, em cada repetição de cada tratamento, dez quadrados de 0,25 m² (0,50 m x 0,50 m) e, em cada quadrado, coletou-se toda a biomassa aérea do estrato rasteiro. Posteriormente, o material coletado foi conduzido para o Laboratório de Ecologia para separação em dois componentes: a) gramíneas nativas + arbustos, e b) capim-gordura. Em seguida, todo material foi seco em estufa a 70° C, por 48 horas, para determinação do peso seco.

Os levantamentos para determinação da biomassa tiveram início no mês de dezembro de 2002 e se estenderam até abril de 2005, conforme a seguinte programação de coleta: dezembro/02; fevereiro/03; abril/03; agosto/03; janeiro/04; abril/04, e abril/05.

Biodegradação do herbicida no solo

Para estudar a eficácia do uso de herbicidas no controle do capim gordura, como uma das alternativas possíveis de manejo, além do manejo físico, procurou-se também, avaliar seu impacto. Para tanto, foi avaliado o comportamento do herbicida no solo. Assim foram conduzidos os seguintes tratamentos:

- duas aplicações do herbicida em uma área não queimada (H+H): a área experimental possuía 50 m² e o capim-gordura apresentava um índice de cobertura de mais 98% da área. O herbicida foi aplicado nos dias 30 de abril de 2003 e 15 de janeiro de 2004. Na primeira pulverização procurou-se utilizar a maior dosagem recomendada para o capim-gordura (concentração de 1% vol/vol na calda), o que configura a pior situação possível (Worst Case) quanto ao risco de resíduos do produto no meio ambiente. Na segunda pulverização a concentração utilizada foi 0,5% em vol/vol;
- uma aplicação do herbicida pós-fogo: para condução dessa avaliação foi utilizada uma faixa de 30 m² (1 x 30 m) das sub-parcelas de manejo integrado (MI). A aplicação do herbicida foi realizada no dia 15 de janeiro de 2004, 101 dias após a queimada controlada, e a pulverização foi realizada em toda a vegetação presente na faixa selecionada. Nessa aplicação, a concentração utilizada foi de 0,5% em vol/vol.
- controle: área não queimada e ausência de herbicida.

Para essa avaliação, foram coletadas aleatoriamente amostras compostas de solo (formada por 4 subamostras), retiradas entre 0-20 cm de profundidade. As amostras de solo nos tratamentos H+H e MI foram coletadas antes e após a aplicação do herbicida, como também 2, 4, 8, 16, 31 e 62 dias após a aplicação do herbicida. No tratamento controle, as coletas foram realizadas antes e após a aplicação do herbicida.

O método para a determinação de resíduos de glifosato em solo foi adaptado a partir de Miles & Moye (1988). O Prof. Dr. Luiz Roberto Trevissan da ESALQ/USP/Piracicaba colaborou com as análises dos resíduos de glifosato nas amostras de solo. Por sua vez, o

comportamento dos resíduos no solo (traços) parte experimental de campo, foi avaliado com a colaboração do Prof. Dr. Luiz Lonardoní Foloni, Professor Colaborador da FEAGI – UNICAMP.

Avaliação da dinâmica das espécies na área experimental

O estudo para o levantamento da dinâmica das espécies teve início em outubro de 2002 e se estendeu até outubro de 2005. O método adotado foi o do caminhamento (Filgueiras *et al.* 1992), que consiste em seguir transectos imaginários e caminhar por eles, anotando todas as espécies ocorrentes ao longo das linhas. São feitas tantas linhas quantas forem necessárias, com o objetivo de se anotar o maior número possível de espécies ocorrentes em cada tratamento (controle, fogo e, manejo integrado).

As avaliações de campo foram realizadas semanalmente, e os materiais coletados foram herborizados e depositados nos Herbários da Universidade de Brasília (UnB), Universidade de Uberlândia, Universidade de Feira de Santana, Instituto de Botânica de São de Paulo. As identificações foram feitas com auxílio de especialistas.

Aplicou-se o Índice de Coeficiente da Comunidade de Sorensen (Purdie, 1976) para comparar a similaridade florística, antes e após a aplicação dos tratamentos propostos para controlar o capim-gordura. Esse índice basea na presença e na ausência das espécies, e permitiu avaliar as mudanças ocorridas entres os tratamentos estudados.

Levantamento das gramíneas exóticas do Parque Nacional de Brasília

Este estudo foi realizado no período de outubro de 2003 a outubro de 2005. Para realização do levantamento das gramíneas exóticas foram contempladas duas metodologias, a saber: 1 - revisão da literatura, onde foram pesquisados dados já publicados sobre o Parque; 2 - trabalhos de campo que tiveram início no ano de 2002 e se estenderam até dezembro de 2005. Foram avaliadas as áreas do Parque abertas ao público (Zona de Uso Intensivo, Zonas de Uso Especial e Zona de Uso Extensivo), ao longo das estradas internas,

áreas de extração mineral abandonadas e em processo de colonização espontânea, área de extração mineral submetida a trabalhos de recuperação ambiental e cerrado nativo.

Quantificação da distribuição do capim-gordura no Parque Nacional de Brasília

O mapa com a distribuição do capim-gordura no Parque Nacional baseou-se no levantamento preliminar pelo Analista Ambiental do IBAMA Dr. Paulo César Mendes Ramos, realizado no ano de 1991. A quantificação da área onde o capim-gordura está presente foi realizada com a cooperação da Conservação Internacional do Brasil, a partir de um mapa de campo em meio digital. O mapa foi referenciado e projetado a partir dos limites do Parque, disponível em formato raster, utilizando o software ArcGis 8.3. As áreas indicadas no mapa como locais de presença do gordura foram digitalizadas e a quantificação das áreas foi feita a partir da extensão Xtools 2.1. Para conhecimento da distribuição do capim-gordura no Parque Nacional foram realizados dois sobrevôos de ultraleve (2003 e 2004) e um sobrevôo de helicóptero em 2004.

Análises estatísticas

Para as avaliações da recuperação do índice de cobertura total e do gordura, e da recuperação da biomassa total e do gordura foi realizado um teste t para comparações entre as médias do final com as médias antes do início do experimento. As comparações apresentam erro (b) experimental que se encontra na análise de variância. Para a viabilidade das sementes e concentrações dos resíduos de glifosato no solo foram realizadas análises de Regressão. Para avaliar a sobrevivência das plântulas de gordura no campo foi utilizado o Teste de proporção. Para a avaliação da altura das plântulas de gordura foi realizado um teste t. Para as demais avaliações foram realizados ANOVA, Kruskal-Wallis (H) com teste a posteriori de Tukey, Wilcoxon (U). Os programas utilizados foram Statistix 8 (Analytical Software 2003), SAS 1989, SAS 2001 e STATSOFT 1999.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características moleculares

Para a caracterização molecular das cultivares do capim-gordura foram obtidos e analisados um total de 212 marcadores moleculares RAPD para três acessos de cada cultivar do capim-gordura (Roxo e Cabelo-de-Negro), e um para cada variedade botânica de capim colônia e estilosantes utilizados como *outgroup*. A Figura 9 ilustra os produtos de amplificação do DNA genômico de cada material genético gerado pelo *primer* OPD 17.

As distâncias genéticas entre os acessos do capim-gordura variaram entre 0,056 a 0,264 (Tabela 1). Observa-se que as distâncias genéticas são menores entre os acessos da mesma cultivar (Tabela 1). A distância média entre os acessos da cultivar Roxo e da cultivar Cabelo-de-Negro foi de 0,081 e 0,109, respectivamente (Tabela 2). A distância média entre os acessos das duas cultivares foi de 0,224, a qual é muito inferior às distâncias genéticas médias entre acessos de diferentes espécies, que foram superiores a 0,800 (Tabela 2). Estes resultados evidenciam a proximidade genética entre acessos da mesma cultivar de capim-gordura. Tal proximidade pode ser explicada, em parte pela característica de apomixia da espécie (Curado e Costa, 1980; Skerman & Rivers, 1992). Ficou evidente também a maior distância entre acessos das duas cultivares de capim-gordura presentes no Parque Nacional de Brasília. Tal diferença genética corrobora com as diferentes características vegetativas e reprodutivas das duas cultivares estudadas no presente trabalho.

As análises de agrupamento dos acessos evidenciam a proximidade genética dos acessos de *Melinis minutiflora* (Figura 10) em relação a *Panicum maximum* e *Stylosanthes guianensis*. Dentro da espécie *Melinis minutiflora*, ficou evidente a formação de dois grupos, um contendo os acessos da cultivar Roxo e o outro contendo os acessos da cultivar Cabelo-de-Negro (Figura 11). Esta tendência de agrupamento de acessos da mesma cultivar foi também observada por Faleiro *et al.* (2003b) que estudaram diferentes acessos e variedades botânicas de *Stylosanthes guianensis*.

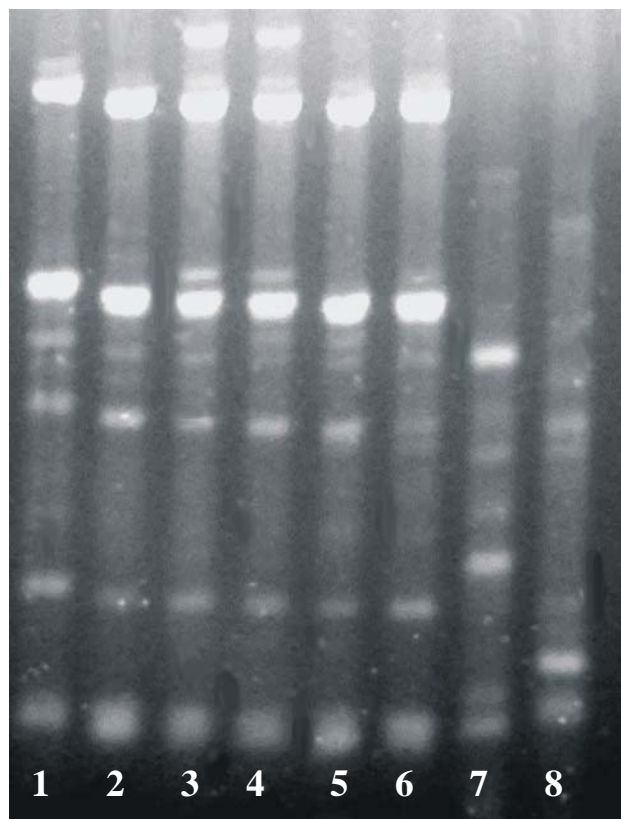


Figura 9. Produtos de amplificação do DNA genômico de três acessos da cultivar Roxo (1-3) e três da cultivares Cabelo-de-negro (4-6) de capim gordura, de *Panicum maximum* (7) e *Stylosanthes guianensis* (8) gerados pelo *primer* decâmero OPD-17

Tabela 1. Matriz de distâncias genéticas entre acessos de *Melinis minutiflora* (*Mm*), *Panicum maximum* (*Pm*) e *Stylosanthes guianensis* (*Sg*), calculada com base no complemento do coeficiente de similaridade de Nei & Li utilizando-se 212 marcadores RAPD

| Acessos | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1 <i>Mn</i> cv. Roxo P1 | 0 | | | | | | | |
| 2 <i>Mn</i> cv. Roxo P2 | 0,061 | 0 | | | | | | |
| 3 <i>Mn</i> cv. Roxo P3 | 0,084 | 0,098 | 0 | | | | | |
| 4 <i>Mn</i> cv. Cabelo de Negro P1 | 0,247 | 0,255 | 0,168 | 0 | | | | |
| 5 <i>Mn</i> cv. Cabelo de Negro P2 | 0,264 | 0,251 | 0,193 | 0,056 | 0 | | | |
| 6 <i>Mn</i> cv. Cabelo de Negro P3 | 0,258 | 0,233 | 0,151 | 0,152 | 0,119 | 0 | | |
| 7 <i>Pm</i> cv. Vencedor | 0,891 | 0,899 | 0,881 | 0,887 | 0,865 | 0,855 | 0 | |
| 8 <i>Sg</i> cv. Mineirão | 0,852 | 0,833 | 0,843 | 0,856 | 0,786 | 0,782 | 0,839 | 0 |

Tabela 2. Distâncias genéticas média dentro (diagonal) e entre acessos de *Melinis minutiflora* (*Mm*) cv. Roxo e cv. Cabelo-de-Negro, *Panicum maximum* (*Pm*) e *Stylosanthes guianensis* (*Sg*), calculadas com base no complemento do coeficiente de similaridade de Nei & Li utilizando-se 212 marcadores RAPD

| Acessos | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------------------|-------|-------|-------|---|
| 1 <i>Mn</i> cv. Roxo | 0,081 | | | |
| 2 <i>Mn</i> cv. Cabelo de Negro | 0,224 | 0,109 | | |
| 3 <i>Pm</i> cv. Vencedor | 0,890 | 0,869 | - | |
| 4 <i>Sg</i> cv. Mineirão | 0,843 | 0,808 | 0,839 | - |

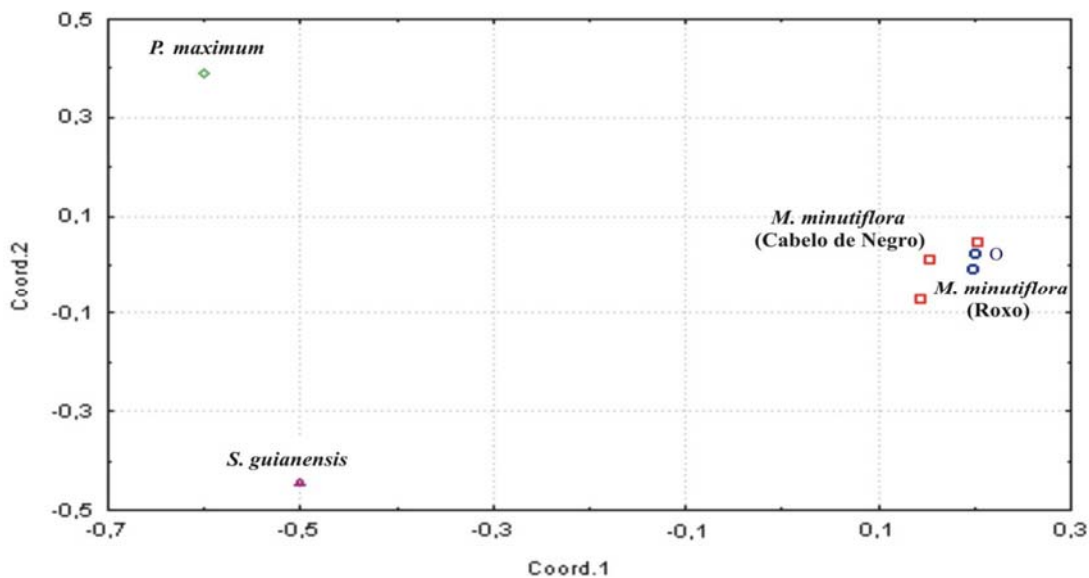


Figura 10. Dispersão gráfica de 6 acessos de *Melinis minutiflora* da cultivar Roxo (○) e da cultivar Cabelo-de-Negro (□), *Panicum maximum* e *Stylosanthes guianensis* com base na matriz de distâncias genéticas, calculadas com base em 212 marcadores RAPD

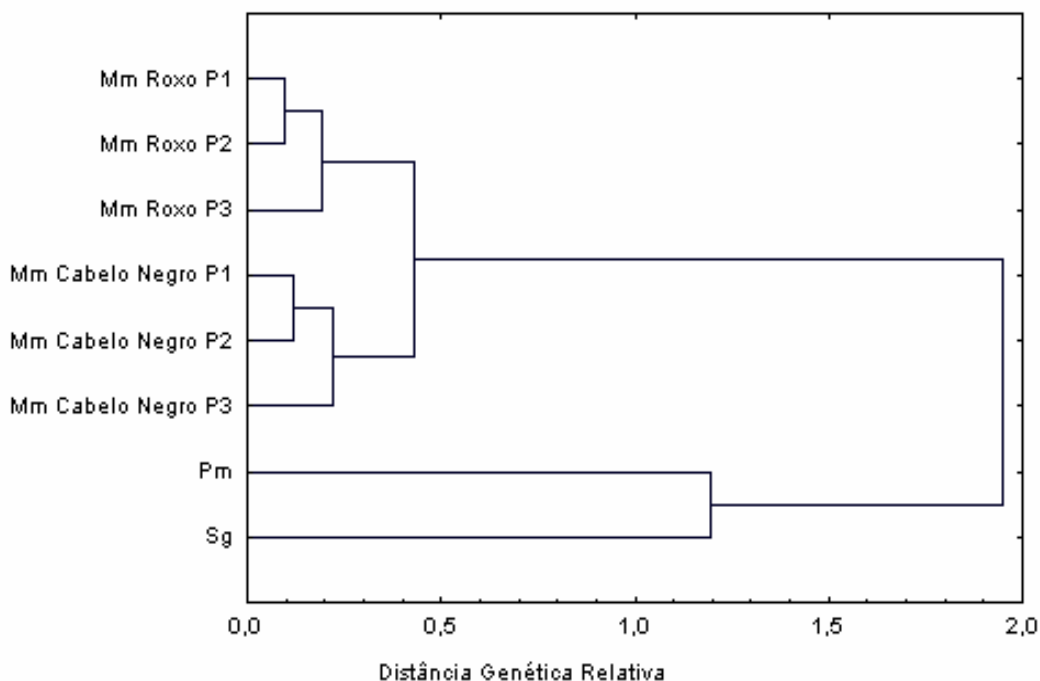


Figura 11. Análise de agrupamento de 6 acessos de *Melinis minutiflora*, *Panicum maximum* e *Stylosanthes guianensis* com base na matriz de distâncias genéticas, calculadas com base em 212 marcadores RAPD. O critério de agrupamento adotado foi baseado no método do UPGMA

Anatomia

Em ambas as cultivares de *Melinis minutiflora* estudadas a lâmina foliar é linear com leves ondulações na face abaxial, bordos simétricos e arredondados. A folha é anfiestomática com a epiderme constituída por células epidérmicas comuns, células silicificadas, células suberosas, estômatos, microtricomos, macrotricomos em almofada, ganchos, espinhos e células buliformes (apenas na face adaxial); essas células são recobertas por cutícula mais espessa na face abaxial (Figuras 12 a 19)

O mesófilo é homogêneo, constituído por células parenquimáticas dispostas radialmente com distância intervenal de duas células, configurando síndrome Kranz e metabolismo C₄; ocorrem cordões esclerenquimáticos somente na altura dos feixes vasculares de 1ª ordem em ambas as faces (Figuras 13 e 17)

Os feixes vasculares são de 1ª e de 2ª ordem apresentando duas bainhas de feixe. Nos feixes vasculares de 1ª ordem a bainha externa é incompleta constituída por células parenquimáticas arredondadas, conspícuas com paredes delgadas contendo cloroplastos dispostos centrífugamente e cristais prismáticos. As células da bainha interna são menores e possuem paredes espessas, sem conteúdo celular aparente; esses feixes apresentam extensões esclerenquimáticas para ambas as faces. As bainhas dos feixes de 2ª ordem são semelhantes às de 1ª ordem, entretanto, a bainha externa é completa. Entre dois feixes de primeira ordem encontra-se de cinco a seis feixes vasculares de 2ª ordem (Figuras 13 e 17).

Na lâmina foliar, a cultivar Cabelo-de-Negro difere da cultivar Roxo na maior espessura da cutícula, maior quantidade de feixes vasculares de 2ª ordem entre os feixes vasculares de 1ª ordem (5 a 7), as células da bainha parenquimáticas são maiores, mais arredondadas e em maior quantidade, células buliformes maiores.

A bainha assemelha-se à lâmina foliar na maioria das características já descritas anteriormente. Difere, entretanto, nos seguintes aspectos: forma involuta com ondulações na face abaxial, ausência de células buliformes. Microtricomos, macrotricomos e tricomas são encontrados apenas na face abaxial, os estômatos são raros na face abaxial e a cutícula é mais espessa (Figura 15). A bainha difere ainda da lâmina foliar no mesófilo que tende a

heterogêneo formado por parênquima clorofiliano e de preenchimento. Ocorrem até cinco camadas de parênquima clorofiliano cujas células possuem formato isodiamétrico de paredes espessadas e mostra-se interrompido pelas extensões da bainha. Na região dos feixes vasculares, essas células estão dispostas radialmente. As células do parênquima de preenchimento são maiores com paredes levemente espessadas, possuindo forma e tamanho variado e presença de espaços intercelulares com distância intervenal a partir de 3 células. As fibras também diferem, notam-se pequenos cordões de fibras somente na altura dos feixes vasculares, sendo constituída geralmente de uma a duas camadas celulares e na face abaxial dispõe-se em calotas cujas paredes celulares são mais espessas e lumem reduzido (Figura 24). Os feixes vasculares são de primeira ordem e de segunda ordem com formato circular, estruturalmente semelhantes aos presentes na lâmina foliar.

Na bainha foliar da cultivar Cabelo-de-Negro ocorre menor espessura do mesofilo e maior esclerificação (Figura 16).

O colmo em secção transversal é cilíndrico (Figura 20). A epiderme é uniestratificada, formada por células epidérmicas comuns, espinhos e células silicificadas cobertas por uma cutícula levemente espessa. Subjacente à epiderme, ocorrem 1 a 2 camadas de parênquima clorofiliano interrompido por fibras, segue-se um anel esclerenquimático com até 7 camadas onde estão imersos pequenos traços foliares. Os demais feixes vasculares de 1ª ordem estão dispostos em dois cilindros no tecido parenquimático. A medula é fistulosa (Figura 20).

No colmo da cultivar Cabelo-de-Negro nota-se menor diâmetro e menor quantidade de feixes vasculares (Figura 23).

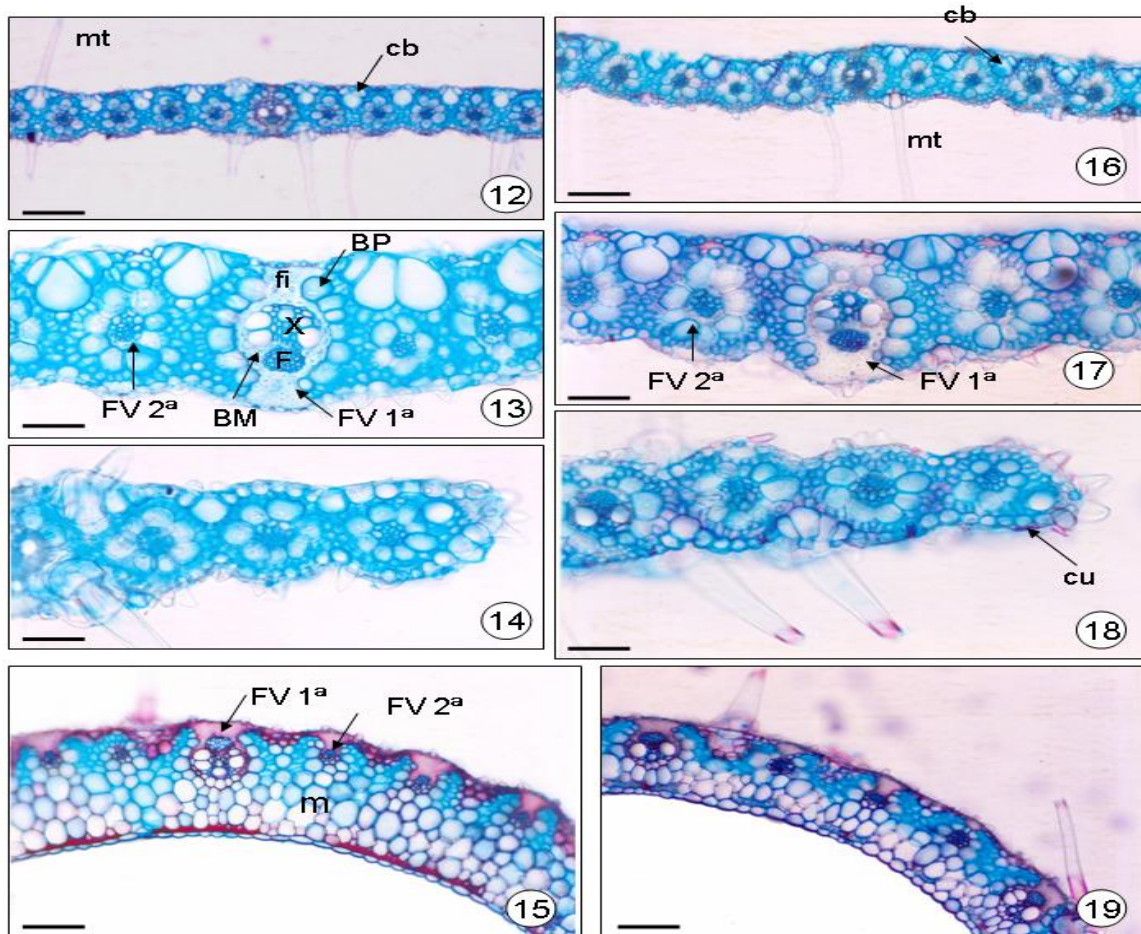
A raiz em corte transversal apresenta epiderme uniestratificada de células retangulares com paredes delgadas e longos pêlos radiculares (Figuras 21 e 22). Nota-se provavelmente a presença de fungos micorrízicos arbusculares nesta região. O córtex externo é constituído pela exoderme, única camada de células retangulares com paredes periclinais espessadas. O córtex interno é formado por células parenquimáticas retangulares com até seis camadas. As células endodérmicas apresentam forma retangular maior do que as células epidérmicas comuns com espessamento apenas na parede periclinal interna. O

periciclo é lignificado com três camadas de células com forma hexagonal. A raiz é poliarca e o metaxilema está disposto formando um anel contendo de 9 a 12 oito unidades. O floema encontra-se alternado com o xilema, e a cada metaxilema encontram-se dois arcos de floema; nota-se o elemento de tubo crivado com suas células companheiras (Figura 22). O xilema e floema estão envolvidos por células parenquimáticas de paredes densamente espessadas; estas células na região medular são maiores e as paredes são mais delgadas sem espaços intercelulares.

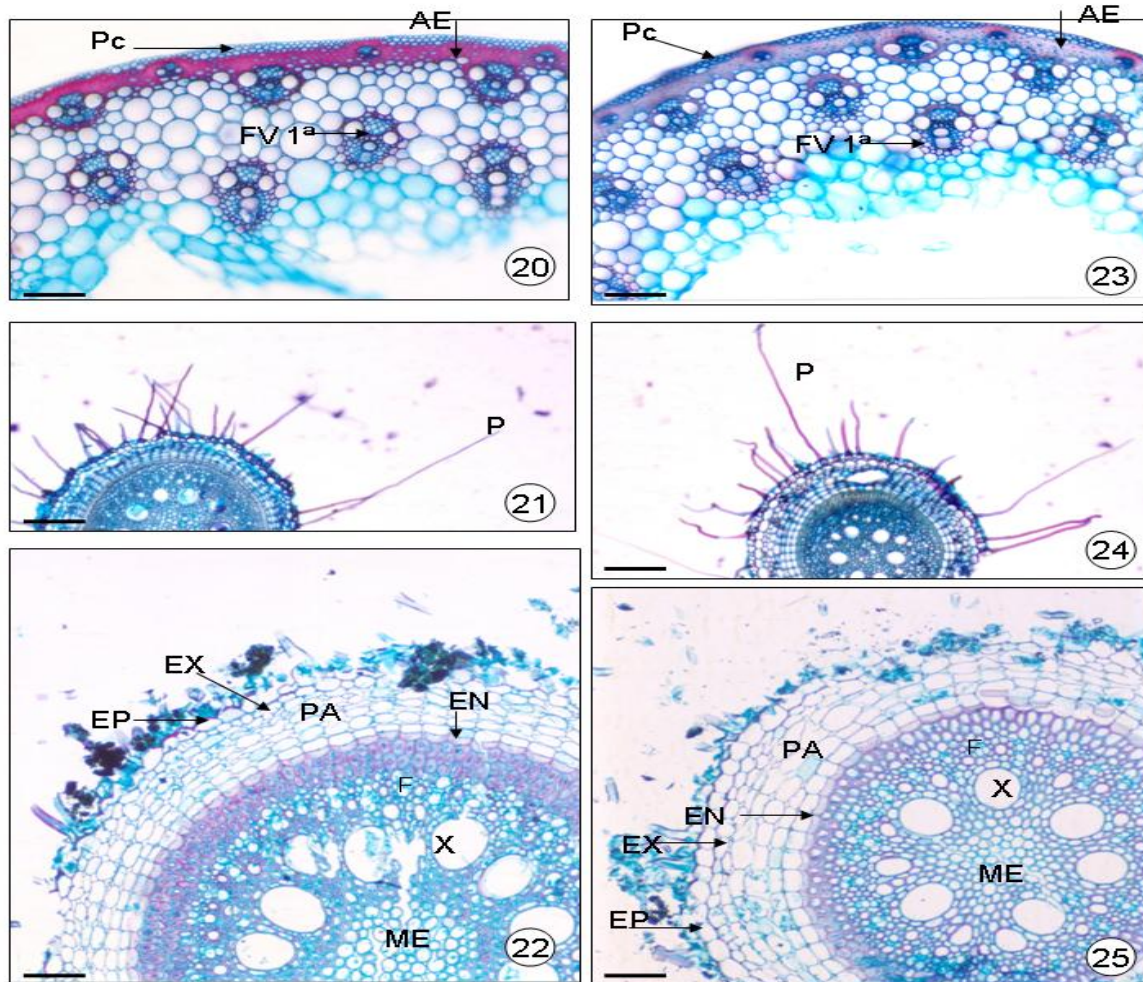
Na raiz da cultivar Cabelo-de-Negro, ocorre menor número de camadas do córtex interno, menor número de arcos de metaxilema e conseqüentemente menor diâmetro total da raiz (Figuras 24 e 25).

As cultivares apresentam uma série de caracteres anatômicos em comum merecendo destaque: folhas anfiestomáticas; feixes vasculares de 1ª e de 2ª ordem com duas bainhas; mesofilo homogêneo com clorênquima radiado próximo aos feixes vasculares; células buliformes em leque; células silicificadas retangulares; microtricomias; espinho; ganchos; e macrotricomias em almofada (Figuras 12, 13, 16 e 17).

Na lâmina foliar, a cultivar Cabelo-de-Negro difere da cultivar Roxo na maior espessura da cutícula, maior quantidade de feixes vasculares de 2ª ordem entre os feixes vasculares de 1ª ordem (4 a 7), as células da bainha parenquimáticas são maiores, mais arredondadas e em maior quantidade, células buliformes maiores. Na bainha foliar da cultivar Cabelo-de-negro ocorre menor espessura do mesofilo e maior esclerificação. No colmo da cultivar Cabelo-de-Negro nota-se menor diâmetro e menor quantidade de feixes vasculares. Na raiz, menor número de camadas do córtex interno, menor número de arcos de metaxilema (6-7) e conseqüentemente menor diâmetro total da raiz. Essas diferenças encontradas não são suficientes para separar espécies. Com essas diferenças anatômicas da cultivar Cabelo-de-Negro se conjectura que seja mais adaptado a ambientes secos, e apresenta-se mais resistente ao pastejo e corte, haja vista a maior quantidade de estruturas esclerificadas e menor diâmetro da maioria dos órgãos analisados. O resultado encontrado é corroborado por Bogdan (1977) e Curado & Costa (1980), que relatam que a cultivar Cabelo-de-Negro é mais resistente ao pisoteio que a cultivar Roxo.



Figuras 12-19. Secções transversais da lâmina e bainha foliar. Figuras 12-15. *Melinis minutiflora* cv. Roxo. Fig. 12 – A folha é linear com leves ondulações; notam-se células buliformes em leque (CB); macrotricomas (MT). Barra=500µm Fig. 13 – Detalhe da nervura central com feixes vasculares de 1^a e 2^a ordens. Observam-se xilema (X); floema (F); bainha parenquimática (BP); bainha mestomática lignificada (BM); fibras (fi). Barra=200 µm Fig. 14 – Visão geral do bordo. Barra=200µm Fig. 15 – Aspecto geral da bainha foliar com mesofilo homogêneo; feixes vasculares de 1^a e 2^a ordem; macrotricomas e estômatos. Barra=100 µm. Figuras 16-19. *Melinis minutiflora* cv. Cabelo-de-Negro. Nota-se nesta cultivar maior espessura da cutícula (cu), maior quantidade de feixes vasculares, menor espessura do mesofilo (M) e maior quantidade de fibras (esclerificação)



Figuras 20-25. Secções transversais do colmo e raiz. Figuras 20-22. *Melinis minutiflora* cv. Roxo. Fig. 20 – Observa-se parênquima clorofiliano (PC); anel esclerenquimático (AE); feixes vasculares de 1ª ordem e medula fistulosa. Barra=500µm Fig. 21 – Detalhe da raiz nota-se epiderme com longos pêlos absorventes (P); Barra=100µm. Fig. 22 – Detalhe da epiderme (EP) exoderme (EX); parênquima (PA); endoderme (EN); xilema (X); floema (F) e medula parenquimática (ME). Barra=500µm. Figuras 23-25. *Melinis minutiflora* cv. Cabelo-de-Negro. Nota-se menor diâmetro e menor quantidade de feixes vasculares no colmo. Na raiz menor quantidade de camadas (córteç-C), arcos de metaxilema e diâmetro total

Fenologia reprodutiva

O acompanhamento de três ciclos reprodutivos consecutivos (2002/2003, 2003/2004 e 2004/2005) de 38 espécies de gramíneas mostrou que as mesmas não florescem ao mesmo tempo, ou seja, há um escalonamento da fenologia reprodutiva (Tabela 3).

Entre as espécies estudadas, 8 foram classificadas no grupo das precoces. Estas espécies apresentaram um ciclo que variou de 19 dias a 7 meses. Neste grupo, o início da emissão das inflorescências ocorreu entre outubro, novembro e dezembro e a dispersão das sementes finalizou-se entre janeiro e junho.

No grupo das intermediárias foram identificadas 14 espécies, que apresentaram um ciclo reprodutivo que variou de 57 dias a 9 meses. Neste grupo, o início da emissão das inflorescências ocorreu entre janeiro e fevereiro e o encerramento da dispersão dos propágulos reprodutivos deu-se entre abril e novembro.

O terceiro grupo estudado, as tardias, apresentou o montante de 16 espécies. As espécies deste grupo apresentaram um ciclo reprodutivo que variou de 59 dias a 6 meses. Neste grupo, o início do período de floração ocorreu praticamente entre os meses de março e abril, exceto para as gramíneas *Melinis minutiflora*, que iniciou sua floração em maio, enquanto a espécie *Paspalum polyphyllum* foi marcada pelo início de sua floração no mês de julho. O encerramento da dispersão dos propágulos reprodutivos ocorreu entre maio e setembro.

Pelas observações de campo constata-se que, para a maioria das espécies nativas monitoradas, o desprendimento das sementes coincide praticamente com o final do período chuvoso e início do período seco da região do cerrado (março a maio). Este período pode ser considerado como o pico reprodutivo da comunidade de gramíneas estudadas.

O ciclo reprodutivo do capim-gordura (cultivar Roxo e cultivar Cabelo-de-Negro) apresenta uma duração de 3 meses. O início do período reprodutivo concentra-se na primeira quinzena de maio, término do período chuvoso. A cultivar Cabelo-de-Negro emite suas inflorescências cerca de 5 a 10 dias após o início da emissão das inflorescências da

cultivar Roxo. Com relação ao final da dispersão dos propágulos reprodutivos, ambas as variedades finalizam seu ciclo reprodutivo na segunda quinzena do mês de agosto, que é considerado um dos meses mais seco do ano na região do cerrado brasileiro.

De uma forma geral, essa gramínea apresenta um ciclo reprodutivo mais curto que as gramíneas nativas do cerrado (Almeida, 1995; Martins & Leite, 1997). Segundo Mailet & Lopes-Garcia (2000), a maioria das espécies exóticas invasoras tendem a apresentar um período reprodutivo bem menor que as espécies nativas.

No Parque Nacional de Brasília merece destaque o comportamento do capim-gordura cultivar Roxo. Essa cultivar apresenta um período reprodutivo precoce, com uma duração média de 45 dias que se inicia no mês de dezembro e finaliza-se no mês de janeiro. Avaliações conduzidas em dezembro de 2004 mostraram que: 1) a emissão das inflorescências é de forma bastante esparsa (0,5 inflorescência/m²); 2) ocorre uma produção média de sementes/inflorescência baixa (218 sementes); 3) o número de sementes viáveis é baixíssimo (0,5%); 4) as sementes apresentam uma viabilidade pós-colheita de 61% e uma dormência de 100%.

Segundo o Ministério da Agricultura (1943), a floração do capim-gordura no Rio de Janeiro inicia-se no mês de maio e a sua frutificação ocorre em junho, havendo contudo uma segunda floração e frutificação em agosto, setembro e até em outubro. De acordo com Freitas (2000), na região de Santa Rita do Passa Quatro/SP, a emissão das inflorescências do capim-gordura ocorre na primeira quinzena de maio com término do seu ciclo reprodutivo no início do mês de novembro.

Os padrões fenológicos ora encontrados assemelha-se com os observados por Almeida (1995) e Martins & Leite (1997). O primeiro autor avaliou a influência do fogo sobre a fenologia de 29 espécies de gramíneas perenes em uma área de campo cerrado no Distrito Federal. Os segundos autores avaliaram a fenologia reprodutiva de 48 gramíneas colonizadoras de áreas degradadas pela extração de cascalho no Distrito Federal.

Para Almeida (1995), as espécies que compõem cada grupo fenológico devem possuir características morfofisiológicas semelhantes, que as capacitam de maximizar os

recursos disponíveis em cada etapa do desenvolvimento. Ainda, segundo a autora, a hipótese do escalonamento dos grupos fenológicos das gramíneas das savanas como consequência da competição por polinizadores parece pouco provável, já que as gramíneas das savanas são polinizadas pelo vento.

Felipe & Apolo (1983) relatam que as sementes de um grande número de espécies pioneiras apresentam dormência. Deste modo, é sugerem que o tempo em que suas sementes permanecem na inflorescência e/ou no solo, entre março e setembro (período seco), é o suficiente para promover a quebra da dormência primária. Deste modo, as sementes férteis estarão aptas para germinarem com o início do período chuvoso (outubro).

Esta hipótese é corroborada por Rocha Filho & Silva (1988), que estudando a germinação das sementes da espécie de gramínea do cerrado *Schizachyrium tenerum*, constataram que as sementes recém-coletadas apresentavam dormência até o terceiro mês de armazenamento (germinação de 40%). Após o quinto mês de armazenamento, em virtude da quebra da dormência primária, o índice de germinação dobrou (80%).

Em síntese, quanto à fenologia reprodutiva, os resultados indicam que as espécies de gramíneas nativas estudadas apresentam um escalonamento na fenologia reprodutiva; a maioria das espécies dispersam suas sementes no período que coincide praticamente com o final do período chuvoso e início do período seco; as informações sobre a fenologia reprodutiva dessas espécies possibilita definir um calendário anual de coleta de sementes e propicia um melhor aproveitamento das mesmas para o enriquecimento das áreas submetidas a um projeto que visa o controle das espécies exóticas invasoras na região dos cerrados.

Tabela 3. Fenologia reprodutiva de 38 espécies de gramíneas estudadas durante três ciclos reprodutivos no período de outubro de 2003 a outubro de 2005, no Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal

| Ciclo/Espécie Mês | Chuva | | | | | | | Seca | | | | | Chuva | |
|---------------------------------|-------|---|---|---|---|---|---|------|---|---|---|---|-------|---|
| | O | N | D | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N |
| PRECOCES | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Andropogon leucostachyus</i> | | | — | — | — | — | — | | | | | | | |
| <i>Digitaria neesiana</i> | | | — | — | | | | | | | | | | |
| <i>Echinolaena inflexa</i> | | | | — | — | — | — | | | | | | | |
| <i>Ichinanthus camporum</i> | | | | — | — | — | — | | | | | | | |
| <i>Leptocoriphium lanatum</i> | — | — | — | — | — | — | — | | | | | | | |
| <i>Paspalum erianthum</i> | | — | — | — | — | — | — | | | | | | | |
| <i>Paspalum pilosum</i> | | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | |
| <i>Thrasya glaziovii</i> | | | — | — | — | — | — | | | | | | | |
| INTERMEDIÁRIAS | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Agenium peptocladum</i> | | | | | | — | — | — | — | — | — | — | | |
| <i>Andropogon bicornis</i> | | | | | — | — | — | | | | | | | |
| <i>Aristida setifolia</i> | | | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | |
| <i>Digitaria filiformes</i> | | | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | |
| <i>Panicum peladoense</i> | | | | | — | — | — | | | | | | | |
| <i>Panicum olyroides</i> | | | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | |
| var. <i>olyroides</i> | | | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | |
| <i>Panicum olyroides</i> | | | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | |
| var. <i>hirsutum</i> | | | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | |
| <i>Paspalum gardnerianum</i> | | | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| <i>Paspalum paniculatum</i> | | | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | |
| <i>Paspalum plicatulum</i> | | | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | |
| <i>Paspalum rojasii</i> | | | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | |
| <i>Setaria parviflora</i> | | | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | |

Tabela 3 - Continuação

| Ciclo/Espécie Mês | Chuva | | | | | | Seca | | | | | Chuva | | |
|---|-------|---|---|---|---|---|------|---|---|---|---|-------|---|---|
| | O | N | D | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N |
| <i>Schyzachirium sanguineum</i> | | | | — | — | — | — | — | — | — | | | | |
| <i>Thrasya petrosa</i> | | | | | — | — | | | | | | | | |
| TARDIAS | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Aristida gibbosa</i> | | | | | | | — | — | — | — | | | | |
| <i>Aristida recurvata</i> | | | | | | | — | — | — | — | — | | | |
| <i>Eragrostis rufencens</i> | | | | | | | | — | — | — | | | | |
| <i>Hyparrhenia bracteata</i> | | | | | | | | — | — | — | | | | |
| <i>Melinis minutiflora</i> cv. Roxo * | | | — | — | | | | | — | — | — | | | |
| <i>Melinis minutiflora</i> cv. Cabelo-de-Negro * | | | | | | | | | — | — | — | | | |
| <i>Paspalum burchellii</i> | | | | | | | — | — | — | — | — | | | |
| <i>Paspalum claviferifum</i> | | | | | | | | — | — | — | | | | |
| <i>Paspalum limbatum</i> | | | | | | | | — | — | — | | | | |
| <i>Paspalum polyphyllum</i> | | | | | | | | | | | — | — | | |
| <i>Paspalum stellatum</i> | | | | | | | | — | — | — | — | | | |
| <i>Paspalum trichostomum</i> | | | | | | | | — | — | — | — | | | |
| <i>Schyzachirium hirtiflorum</i> | | | | | | | | — | — | — | — | | | |
| <i>Schyzachirium tenerum</i> | | | | | | | | — | — | — | — | | | |
| <i>Sorghastrum minarum</i> | | | | | | | | — | — | — | | | | |
| <i>Thragpogon spicatus</i> | | | | | | | | — | — | — | | | | |

NOTA: * Gramínea exótica

Produção, qualidade e viabilidade das espiguetas

O número médio de inflorescência/m² foi de 97 e 115 para as cultivares Roxo e Cabelo-de-Negro, respectivamente. O número médio de espiguetas por inflorescência foi de 1572 ± 849 para cultivar Roxo e 970 ± 493 para cultivar Cabelo-de-Negro 456 ± 91. O número médio de sementes cheias por inflorescência foi de 456 ± 91 para cultivar Roxo e de 313 ± 117 para cultivar Cabelo-de-Negro. Nas áreas onde o capim-gordura forma *stand* monoespecífico o número médio de inflorescências/m² passou para 111 na cultivar Roxo, e para 158 na cultivar Cabelo-de-Negro.

A percentagem média de espiguetas cheias nos três anos na cultivar Roxo foi de 29% enquanto na cultivar Cabelo-de-Negro alcançou 30% (Tabela 4). A comparação entre anos para cada cultivar mostrou uma diferença significativa, sendo que a cultivar Roxo apresentou no ano de 2001 maior percentagem de sementes cheias (H= 22,17; p < 0,01) e para a cultivar Cabelo-de-Negro o ano 2003 teve a percentagem de sementes cheias maior (H = 19,35, p < 0,01).

Carmona *et al.* (1999) mostraram que as sementes das gramíneas nativas do cerrado apresentam uma variação bastante acentuada no que se refere à ocorrência de esterilidade de sementes, variando de 5,2 a 80,3% (em número). Vários fatores podem ser os fatores condicionar a ocorrência de esterilidade de sementes em gramíneas, entre esses os aspectos genéticos e fatores ambientais. Entretanto, a causa deste fenômeno não está devidamente elucidada, por isso há necessidade de mais pesquisas nessa área (Maschieto, 1981; Carmona *et al.* 1999).

O número médio de espiguetas cheias/m² na cultivar Roxo foi de 43.000, enquanto a cultivar Cabelo-de-Negro produziu 34.000, também estes valores não são significativamente diferentes (U = 6,0; p = 0,66). A cultivar Roxo apresentou um maior número de espiguetas cheias/m² nos anos de 2001 e 2002, porém, no ano de 2003 a cultivar Cabelo-de-Negro apresentou uma discreta superioridade quando comparado com a cultivar Roxo (Tabela 4). As variações na produção de espiguetas cheias/m² sugerem que existem diferenças no comportamento entre as variedades ao longo dos anos estudados.

Tabela 4. Características das espiguetas das cultivares Roxo e Cabelo-de-Negro do capim-gordura (*Melinis minutiflora*), coletadas no Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal, nos anos 2001, 2002 e 2003

| Variedades/ Características | Período de avaliação | <i>Melinis minutiflora</i> (cv. Roxo) | <i>Melinis minutiflora</i> (cv. Cabelo-de-Negro) |
|---|-------------------------|--|---|
| Espiguetas cheias (%) | 2001 | 35 ± 9 | 25 ± 17 |
| | 2002 | 23 ± 10 | 28 ± 10 |
| | 2003 | 28 ± 14 | 37 ± 10 |
| | Média | 29 ± 11 | 30 ± 12 |
| Nº de espiguetas cheias/m ² | 2001 | 48.277 | 24.277 |
| | 2002 | 31.546 | 26.877 |
| | 2003 | 51.007 | 52.421 |
| | Média | 43.610 | 34.525 |
| Massa 1000 espiguetas cheias (g) | 2001 | 0,120 ± 0,002 | 0,100 ± 0,002 |
| | 2002 | 0,110 ± 0,002 | 0,090 ± 0,002 |
| | 2003 | 0,110 ± 0,001 | 0,110 ± 0,001 |
| | Média | 0,113 ± 0,002 | 0,100 ± 0,002 |

A cultivar Roxo apresentou um peso médio de mil espiguetas cheias de 0,12 g para os anos de 2001, 2002 e 2003 enquanto, a cultivar Cabelo-de-Negro variou entre 0,09 e 0,11 g (Tabela 4). Não há diferença significativa na massa dos lotes de 1000 espiguetas cheias da cultivar Roxo entre anos ($F_{2,132} = 1,53$; $p = 0,22$) mas para a cultivar Cabelo-de-Negro, há uma diferença significativa ($F_{2,132} = 5,31$; $p = 0,006$), sendo as sementes coletadas o ano 2002 diferem das coletadas no ano 2003. Além de serem consideradas muito pequenas (1,5 a 2,5 mm) e bastante leves, as sementes do capim-gordura são providas de apêndices (aristas), o que facilita sua disseminação através dos pêlos dos animais e pelo vento (Aronivich & Rocha, 1985; Skerman & Rivers, 1992).

Comparando o peso das espiguetas cheias do capim-gordura com o peso de 20 gramíneas pioneiras colonizadoras de áreas degradadas do cerrado estudadas por Carmona *et al.* (1999), observa-se que as sementes do capim-gordura apresentam um peso inferior que as gramíneas nativas do cerrado. Segundo Mailet & Lopes-Garcia (2000), a maioria das espécies exóticas invasoras possuem sementes menores que as espécies nativas.

A produção média de espiguetas (cheias e vazias) foi de 116 kg/ha para cultivar Roxo enquanto na cultivar Cabelo-de-Negro foi de 74 kg/ha, valores estatisticamente diferentes ($H = 3,86$; $p = 0,05$). Nas áreas onde o capim-gordura forma *stand* monoespecífico, estima-se que a produção de espiguetas da cultivar Roxo alcance 132 kg/ha, enquanto a cultivar Cabelo-de-Negro 106 kg/ha (Tabela 5), entretanto estes valores não são significativamente diferentes ($H = 2,33$; $p = 0,13$).

Os resultados da produção de espiguetas mostraram um excelente desempenho de ambas as cultivares, pois trata-se de uma colonização espontânea quando comparado com áreas de pastagens cultivadas, onde a produção média varia de 200 kg/ha (Mitidieri, 1983) a 280 kg/ha (Bogdan, 1977; Skerman & Rivers, 1992).

Em condições de laboratório, as sementes recém-colhidas de ambas as variedades do capim-gordura apresentam alta viabilidade e alta dormência (Tabela 6).

Para as duas cultivares não houve diferença na viabilidade entre anos, exceto para dormência na cultivar Cabelo-de-Negro que mostrou uma diferença significativa ($F_{2,9} = 9,75$; $p = 0,006$), sendo os anos 2001 e 2003 os responsáveis pela diferença. Toda a comparação entre a viabilidade e dormência na mesma cultivar no mesmo ano, foram significativas exceto para a cultivar Cabelo-de-Negro em 2003 (Tabela 6). Entretanto nas comparações entre cultivares para viabilidade ou germinação, todas foram não significativas exceto para dormência no ano de 2003.

O potencial de uma espécie se tornar invasora é o resultado da combinação dos atributos da planta, das propriedades ecológicas do ambiente, dos distúrbios naturais ou das práticas de manejo o qual o ambiente é submetido. O conhecimento da biologia de uma espécie invasora é a base para a implementação das estratégias apropriadas para seu manejo (MacIntyre *et al.* 1995; Bhowmick, 1997).

Tabela 5. Produção total de espiguetas (cheias e vazias) e estimativa da produção máxima (kg/ha) das cultivares Roxo e Cabelo-de-Negro do capim-gordura (*Melinis minutiflora*), no Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal, nos anos 2001, 2002 e 2003

| Variedades/ Produção média * | Período de avaliação | <i>Melinis minutiflora</i> (cv. Roxo) | <i>Melinis minutiflora</i> (cv. Cabelo-de-Negro) |
|---|-------------------------|--|---|
| Espiguetas (kg/ha) | 2001 | 122 | 68 |
| | 2002 | 100 | 61 |
| | 2003 | 127 | 94 |
| | Média | 116 ± 14 | 74 ± 17 |
| Variedades/Produção estimada máxima ** | Período de avaliação | <i>Melinis minutiflora</i> (cv. Roxo) | <i>Melinis minutiflora</i> (cv. Cabelo-de-Negro) |
| Espiguetas (kg/ha) | 2001 | 138 | 93 |
| | 2002 | 115 | 98 |
| | 2003 | 144 | 127 |
| | Média | 132 ± 15 | 106 ± 18 |

NOTAS: * A produção média foi calculada com base no número de 97 panículas/m² para cv. Roxo e 115 panículas/m² para cv. Cabelo-de-negro

** A produção estimada máxima foi calculada baseado no número de 111 panículas/m² (n= 18) para cv. Roxo e 158 panículas/m² (n=4) para cv. Cabelo-de-Negro

Tabela 6. Viabilidade e dormência ⁽¹⁾ de sementes das cultivares Roxo e Cabelo-de-Negro do capim-gordura (*Melinis minutiflora*), colhidas no Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal, nos anos de 2001, 2002 e 2003 ⁽²⁾

| Avaliações | <i>Melinis minutiflora</i> cv. Roxo | | | <i>Melinis minutiflora</i> cv. Cabelo-de-Negro | | |
|--------------------|--|------|------|---|-------|------|
| | 2001 | 2002 | 2003 | 2001 | 2002 | 2003 |
| Viabilidade (%) | 94 a | 89 a | 93 a | 97 a | 91 a | 97 a |
| Dormência (%) | 67 b | 64 b | 61 b | 66 b | 64 ab | 89 a |

NOTAS: (1) Viabilidade (estimada pelo teste de germinação na presença de luz, nitrato de potássio e temperatura alternada de 20°-30 °C 16-8 horas) e dormência (estimada pela diferença da viabilidade e germinação no ambiente escuro com temperatura constante de 20 °C)

(2) Para cada cultivar, médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de t

Dispersão de sementes

O início do processo de dispersão das sementes do capim-gordura leva de 30 a 40 dias após a emissão das inflorescências. De acordo com Andrade (1983) e Garcia *et al.* (1989), o estágio em que as panículas adquirem a tonalidade marron-café evidencia a maturidade das sementes do capim-gordura.

O processo de dispersão do capim-gordura concentrou-se no mês de julho de 2003, quando se observou que 100% das sementes cheias nas áreas recém-queimadas já tinham sido dispersadas. Nos *stands* com vegetação nativa, a dispersão chegou a 86% e, nos *stands* com alto índice de cobertura de capim-gordura ocorreu 88% da dispersão das sementes neste tratamento.

As avaliações de campo mostraram que entre os anos estudados não há diferenças na chuva de sementes nas áreas cerrado nativo, alto índice de capim-gordura e manejo integrado ($H = 4,6$; $p = 0,0970$; $H = 4,9$; $p = 0,0837$, $H = 7,5$; $p = 0,0053$) respectivamente. Entretanto na área fogo há diferenças entre anos ($H = 7,5$; $p = 0,0200$), sendo o ano de 2003 com um valor diferente de 2005 (Figura 26). O resultado encontrado no tratamento fogo está diretamente relacionado ao processo de recolonização do capim-gordura, o que tem refletido num aumento progressivo da presença dessa gramínea na área.

O padrão de dispersão das sementes observado neste estudo difere do comportamento do capim-gordura encontrado no estado de São de Paulo, onde a produção e a dispersão das sementes ocorrem ao longo dos meses de setembro, outubro e novembro (Freitas, 1999).

As sementes do capim-gordura são consideradas muito pequenas (1,5 a 2,5 mm), bastante leves e apresentam apêndices (aristas), o que facilita sua disseminação através dos pêlos dos animais e pelo vento (Aronivich & Rocha, 1985; e Skerman & Rivers, 1992). De acordo com Lloret *et al.* (2004), espécies com estruturas que favorecem a dispersão pelo vento e animal apresentam um maior sucesso no processo de colonização tanto local como regional.

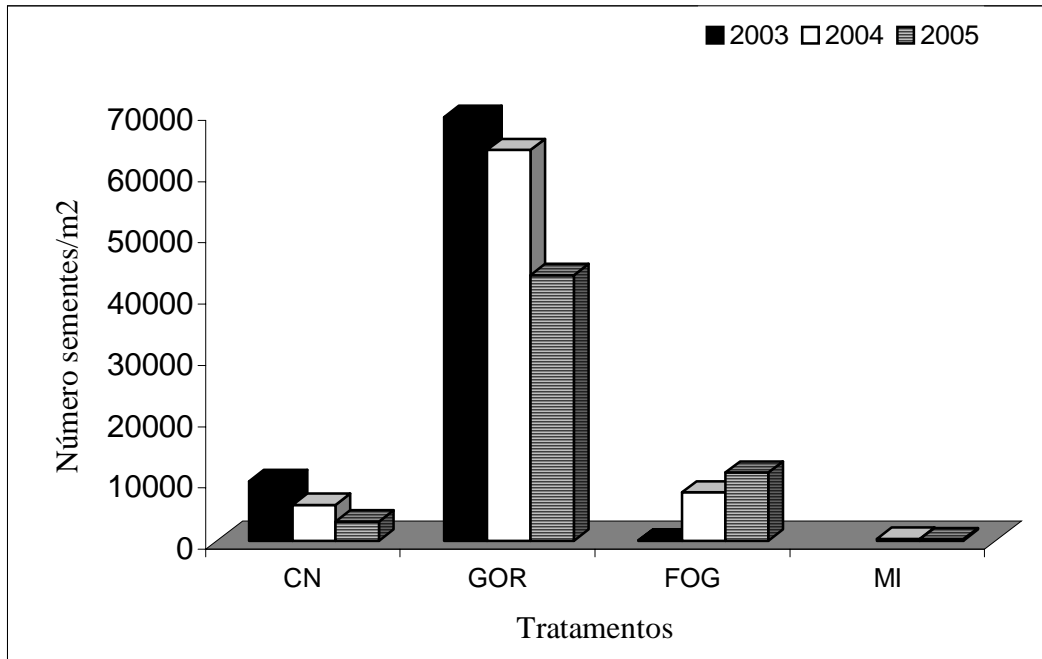


Figura 26. Dispersão de sementes do capim-gordura ao longo de três anos nos ambientes cerrado nativo (CN), alta infestação de capim-gordura (GOR), área após uma queimada controlada (FOG) e manejo integrado (MI), no Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal

Entretanto no Parque Nacional de Brasília, os levantamentos de campo mostram que o vento não é provavelmente um fator importante para sua dispersão. Esta afirmação está baseada no fato que no ambiente recém-queimado (áreas adjacentes com cobertura do gordura ~ 33%), metade das bandejas não possuía sementes durante pelo menos um período de coleta e, em duas bandejas não foi encontrada nenhuma semente ao longo de toda avaliação de campo. Por outro lado, a chuva de sementes no ambiente com alta densidade de capim-gordura apresentou uma significativa deposição de sementes dessa gramínea. Esta observação é corroborada por Mas-Saura & Lloret (2005), que menciona que sementes dispersadas a uma distância 0,5 m deve-se provavelmente a queda pela gravidade.

Um fator importante que pode estar contribuindo com a baixa dispersão de sementes pelo vento na área experimental, é a distribuição das espécies nativas no campo que pode ser considerada como um mosaico de vegetação, tanto na sua composição quanto na sua estrutura. Essa característica marcante pode funcionar como um quebra-vento que neste caso, dificulta a dispersão das sementes a longa distância pelo vento. A vegetação

encontrada na área experimental é classificada como Cerrado Ralo (Ribeiro & Walter, 1998) e, nessa fisionomia encontram-se as seguintes espécies arbóreas: *Byrsonima coccolobifolia*; *Caryocar brasiliense*; *Dimorphandra mollis*, *Tabebuia aurea*; *Tibouchina stenocarpa* etc. Entre as espécies arbustivas destacam-se: *Baccharis dracunculifolia*; *Miconia albicans*; *Vernonia aurea* e *Syagrus flexuosa*.

No Brasil, inexistiu estudo sobre a dispersão de sementes de espécies de gramíneas exóticas invasoras em ambientes naturais. Pesquisa realizada por Saura-Mas & Lloret (2005), em áreas úmidas do Mediterrâneo, mostrou que a dispersão das sementes da gramínea invasora *Cortaderia selloana* pelo vento ocorre entre 1 e 20 m. Contudo, os autores citam que o efeito do vento diminui com o aumento da distância, tendo em vista que as sementes apresentam uma perda na sua habilidade de permanecer no ar.

Para Thill & Malloy-Smith (1977), a dispersão de sementes a longas distâncias está associada com o processo de invasão primária e subsequente colonização por espécies invasoras. Por outro lado, a dispersão de propágulos a uma curta distância, frequentemente afeta a distribuição local e o padrão de densidade das espécies nativas ou das espécies invasoras.

A taxa de expansão de uma espécie é função da reprodução e de sua capacidade de dispersão. Aquelas que apresentam rápida reprodução e fácil dispersão expandem-se mais facilmente. Fatores como precocidade do período reprodutivo, fecundidade e frequência dos distúrbios, são importantes no processo de dispersão das espécies (McNeely *et al.* 2004).

O sucesso de uma espécie invasora está baseado na sua capacidade de colonizar extensas regiões geográficas, sobreviver em diferentes condições ambientais, e formar um componente dominante no ambiente em que ela se encontra em expansão (Thompson, 1991). No Parque Nacional, o capim-gordura forma stands monoespecíficos e se encontra amplamente distribuído ao longo das estradas, áreas de cerrado aberto, próximo às drenagens e em áreas degradadas em processo de recuperação.

Banco de sementes

O estudo da dinâmica do banco de sementes, realizado em outubro de 2003, mostrou que no mesmo ano da realização das queimadas controladas não existe diferença no número de sementes no solo quando se compara os mesmos tratamentos em duas diferentes épocas de avaliação: controle/maio e controle/setembro ($U = 12,0$; $p = 0,3429$); fogo/maio e fogo/setembro ($U = 13,0$; $p = 0,1714$), e manejo integrado/maio e manejo integrado/setembro ($U = 8,50$; $p = 1,000$). As avaliações realizadas entre tratamentos no mesmo período mostraram que não existe diferença no número de sementes nos tratamentos controle/maio, fogo/maio e manejo integrado/maio ($H = 5,39$; $p = 0,0675$), e controle/setembro, fogo/setembro e manejo integrado/setembro ($H = 3,99$; $p = 0,1360$) (Figura 27).

No mês de maio de 2004, também não houve diferença no número de sementes no solo quando se compara os mesmos tratamentos em duas diferentes épocas de avaliação: controle/maio e controle/setembro ($U = 11,0$; $p = 0,4857$), fogo/maio e fogo/setembro ($U = 10,0$; $p = 1,000$) e, manejo integrado/maio e manejo integrado/setembro ($U = 8,50$; $p = 1,000$). Por sua vez, o número de sementes entre tratamentos no mesmo período mostrou uma diferença entre controle/maio, fogo/maio e manejo integrado/maio ($H = 7,54$; $p = 0,0230$), enquanto as sementes encontradas nos tratamentos controle/setembro, fogo/setembro e manejo integrado/setembro não apresentaram diferença entre si ($H = 2,39$; $p = 0,3017$) (Figura 27).

No mês de outubro de 2004, o estoque de sementes no solo mostrou o mesmo padrão das avaliações anteriores e não foi constatado diferença entre os tratamentos: controle/maio e controle/setembro ($U = 9,00$; $p = 0,857$); fogo/maio e fogo/setembro ($U = 10,0$; $p = 10,657$), e manejo integrado/maio e manejo integrado/setembro ($U = 9,0$; $p = 0,825$). Por sua vez, o número de sementes entre tratamentos no mesmo período mostrou uma diferença entre os tratamentos controle/maio, fogo/maio e manejo integrado/maio ($H = 6,15$; $p = 0,0463$), como também, entre os tratamentos controle/setembro, fogo/setembro e manejo integrado/setembro ($H = 6,39$; $p = 0,0199$) (Figura 27). A diferença ocorre em

função da diferença entre os tratamentos controle/maio e manejo integrado/maio e controle/setembro e manejo integrado/setembro, respectivamente (Figura 27).

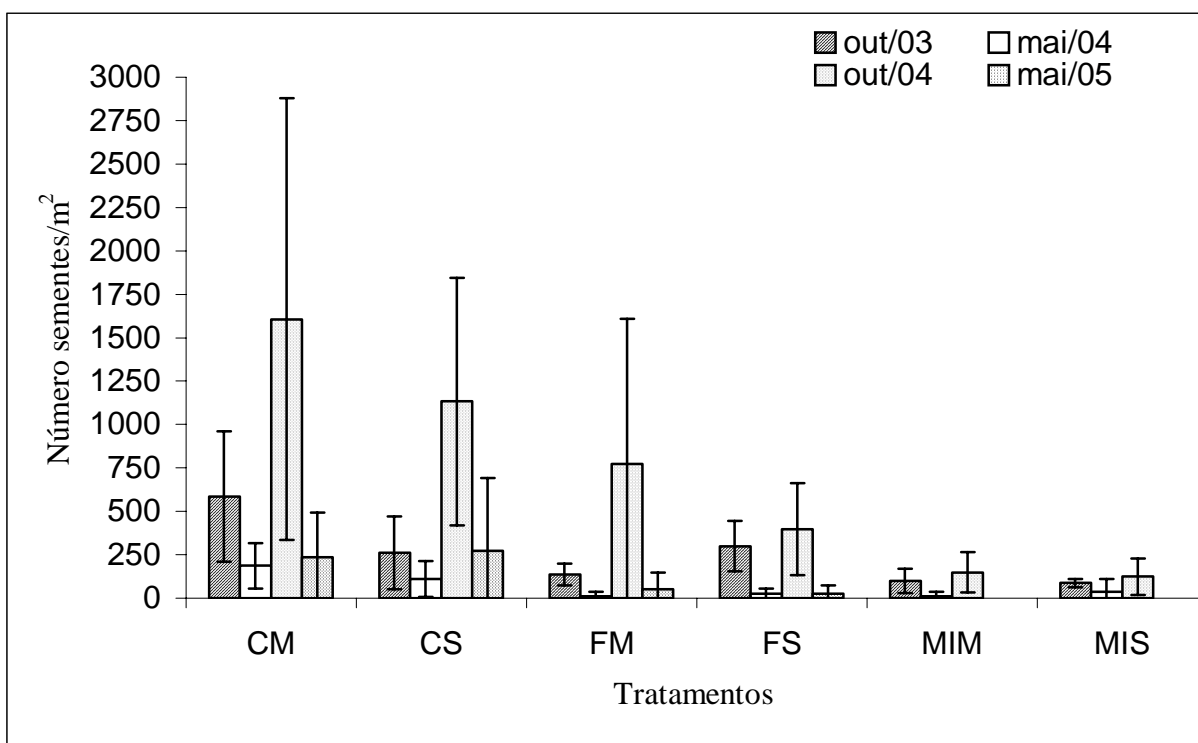


Figura 27. Dinâmica do banco de sementes do capim-gordura ao longo de quatro avaliações nos tratamentos controle/maio (CM), controle/setembro (CS), fogo/maio (FM), fogo/setembro (FS) manejo integrado/maio (MIM) e manejo integrado/setembro (MIS), no Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal

No mês de maio de 2005, os dados de campo mostraram que nos tratamentos manejo integrado/maio e manejo integrado/setembro não foram encontradas sementes no solo. Para os demais tratamentos, as sementes presentes no solo nos dois períodos de avaliação não diferem entre os tratamentos controle/maio e controle/setembro ($U = 8,50$; $p = 0,971$), fogo/maio e fogo/setembro ($U = 8,50$; $p = 1,000$). Por sua vez, o número de sementes entre tratamentos no mesmo período mostrou que não existe diferença entre os tratamentos controle/maio, fogo/maio ($U = 12,50$; $p = 0,2570$), como também, entre os tratamentos controle/setembro, fogo/setembro ($U = 12,50$; $p = 0,3710$) (Figura 27).

Os dados de campo mostraram que a eliminação da biomassa do estrato rasteiro pelo fogo, realizado em maio de 2003, previne a produção de sementes mas não afeta diretamente o estoque de sementes no solo estando disponível no mês de outubro de 2003, início do período chuvoso, 136 ± 62 sementes viáveis/m² no tratamento fogo/maio, e 99 ± 70 sementes viáveis/m² no tratamento manejo integrado/maio. Com relação à queimada controlada realizada em setembro de 2003, o fogo também não eliminou as sementes presentes no solo, tendo em vista que foram levantadas 299 ± 146 sementes viáveis/m² no tratamento fogo/setembro, e 87 ± 25 sementes viáveis/m² no tratamento manejo integrado/setembro (Figura 27).

Dezenove meses após o início do processo de recuperação da vegetação do estrato rasteiro, o índice de cobertura nos tratamentos fogo/maio e fogo/setembro alcançou 94% (26% de gordura) e 90% (22% de gordura), respectivamente. Nesse período, a dinâmica do banco de sementes mostrou que o processo de recolonização do capim-gordura, aliado a uma possível entrada de sementes oriundas do entorno das áreas estudadas, contribuiu para a ocorrência 50 ± 99 sementes viáveis/m² no solo no tratamento fogo/maio, e de 25 ± 50 sementes viáveis/m² no tratamento fogo/setembro.

Por outro lado, a recuperação da vegetação do estrato no tratamento manejo integrado/maio alcançou 80% (0,11% de gordura), e 65% (0,23% de gordura) no tratamento manejo integrado/setembro. No mesmo período foram registrados em ambos os tratamentos, uma depleção total do estoque de sementes viáveis encontradas no banco de sementes.

As avaliações de campo mostraram que a dinâmica do banco de sementes do capim-gordura, nos tratamentos estudados, apresentou uma variação tanto espacial quanto sazonal ao longo do período de avaliação.

Prever quais espécies podem ser controladas pelo fogo requer informações sobre o ciclo de vida, temperatura letal, dispersão e longevidade das sementes. A longevidade das sementes é um fator crítico quando se avalia a eficiência do fogo no controle das espécies invasoras. A falta de conhecimento sobre a longevidade das sementes pode gerar

informações contraditórias sobre as técnicas de manejo das espécies invasoras (Brooks & Pyke, 2001).

O banco de sementes pode ser formado por sementes alóctomas (originárias de outros locais) e/ou autóctomas (sementes das espécies do local) (Almeida-Cortez, 2004). No caso do capim-gordura conforme já discutido anteriormente, a dispersão de suas sementes ocorre predominantemente sob ou muito próximo às áreas onde essa gramínea encontra-se estabelecida.

Baseado nos dados obtidos pode-se inferir que 1) independentemente das épocas de queimadas controladas, o fogo não mata as sementes de capim-gordura presentes no banco de sementes; 2) a dinâmica do banco de sementes nos tratamentos estudados apresentou uma variação tanto espacial quanto sazonal ao longo do período de avaliação; 3) se for mantido o baixo índice de cobertura do capim-gordura conforme obtido nos tratamentos manejo integrado (maio e setembro), são necessários em pelo menos 19 meses para ocorrer uma depleção total das sementes de capim-gordura no solo, e 4) o banco de sementes do capim-gordura, nas condições estudadas, é caracterizado como transitório.

Viabilidade, longevidade e ciclos de dormência de sementes de capim-gordura

As espiguetas cheias (sementes) recém-colhidas de ambas as cultivares apresentaram germinação bastante baixa (cv. Roxo = 12%, e cv. Cabelo-de-Negro = 6%) em temperatura constante (20° C) e ausência de luz. A exposição das sementes à luz, ao nitrato de potássio e a temperatura alternada (20°-30° C), elevou a germinação da cv. Roxo e cv. Cabelo-de-Negro para 95% e 94%, respectivamente (Figura 28).

Os resultados mostram que as condições de temperatura alternada com luz e nitrato de potássio foram eficientes na estimativa da viabilidade das sementes do capim-gordura. A temperatura constante sob presença de água e ausência de luz, mostrou ciclos de dormência em sementes dessa gramínea.

Neste trabalho, observa-se, que em condições de laboratório, as sementes recém-colhidas de ambas as cultivares de capim-gordura apresentam alta viabilidade e alta dormência. Os resultados encontrados podem ser visualizados na Figura 28, e as equações de regressões quadráticas ajustadas para o índice de germinação no ambiente luz e escuro em função dos diferentes períodos de armazenamento das sementes mostraram os seguintes valores de:

- *Melinis minutiflora* cv. Cabelo-de-Negro germinação no ambiente escuro $r^2 = 0,77$, $cv = 21,70$ e germinação = $15,61334 + 0,13951 \text{ dias} - 0,00006055 \text{ dias}^2$;
- *Melinis minutiflora* cv. Cabelo-de-Negro germinação no ambiente luz $r^2 = 0,9046$, $cv = 5,42$ e germinação = $94,13058 + 0,01139 \text{ dias} - 0,00001493 \text{ dias}^2$;
- *Melinis minutiflora* cv. Roxo germinação no ambiente escuro $r^2 = 0,66$, $cv = 8,2$ e germinação = $91,50972 + 0,00776 \text{ dias} - 0,00000973 \text{ dias}^2$;
- *Melinis minutiflora* cv. Roxo germinação no ambiente luz $r^2 = 0,82$ $cv = 19,75$ e germinação = $8,12653 + 0,0000592 \text{ dias} - 0,00000973 \text{ dias}^2$.

A dormência das sementes é documentada para um grande número de espécies tropicais, e o mecanismo de inibição da germinação parecer ser uma importante estratégia de sobrevivência, que favorece a persistência do banco de sementes (Benvenuti, *et al.*

2001; Williams, 2003). Durante o período de armazenamento das sementes de ambas as cultivares, observou-se uma superação da dormência. Após 18 meses, as sementes não apresentaram dormência quando testadas a 20° C, em água e no escuro. Com relação ao comportamento da dormência das sementes, não há praticamente, diferença entre as duas cultivares ao longo do tempo (Figura 28).

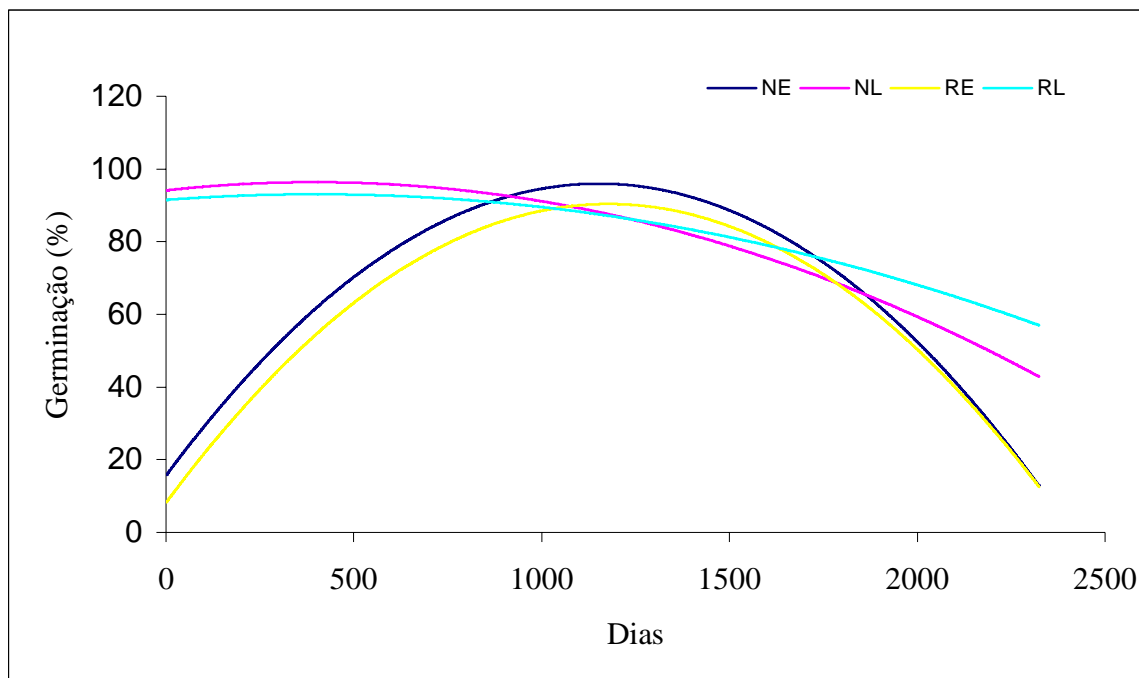


Figura 28. Germinação das sementes de *Melinis minutiflora* cultivar Cabelo-de-Negro no escuro (NE) e na luz (NL), e cultivar Roxo no escuro (RE) e na luz (RL), ao longo do período de 6 anos. As sementes foram colhidas no ano 1999, Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal

No tocante à longevidade, também foi constatado que existe um comportamento similar entre as cultivares estudadas. Após 38 meses, a viabilidade das sementes das duas cultivares praticamente manteve-se inalterada permanecendo acima de 88% em condições de armazenamento em laboratório. Em seguida, teve início uma discreta e regular queda na viabilidade, chegando a 35% e 66% nas cultivares Cabelo-de-Negro e Roxo, respectivamente no mês de outubro de 2005 (Figura 28).

Estudos conduzidos por Andrade (1983) mostrou que no sexto mês de armazenamento, sementes do capim-gordura submetidas a temperaturas alternadas de 30° C, por 16 horas, com luz e água, e a 20° C, por 8 horas, na ausência de luz, alcançaram uma germinação máxima de 79% e, após nove meses de armazenamento, as sementes apresentaram um declínio da germinação. Freitas (1999) relata que sementes de capim-gordura tanto recém-colhidas como armazenadas por seis meses, submetidas a uma temperatura constante de 35° C, por 16 horas, com luz e água, e a 15° C, por 8 horas na ausência de luz, apresentaram uma germinação média de 81% e 85%, respectivamente.

Os diferentes valores de germinação citados mostram que existe uma grande faixa de temperatura em que as sementes de capim-gordura são capazes de germinar. Neste caso, pode-se especular que essa habilidade favoreça o processo de estabelecimento dessa gramínea em diferentes ambientes no território brasileiro.

Comparando os resultados encontrados neste estudo com os dados apresentados por Carmona *et al.* (1998), pode-se observar que a germinação das sementes do capim-gordura supera a germinação de muitas gramíneas nativas da região do Cerrado, que apresentaram uma variação na percentagem de germinação entre 2% e 97%. Segundo os autores, a grande variabilidade encontrada pode ser explicada principalmente pela diferença de dormência entre as sementes das espécies estudadas.

Avaliações conduzidas com gramíneas africanas cultivadas no Brasil revelam que a porcentagem de germinação das espécies *Andropogon gayanus* e *Brachiaria decumbens* é inferior a do capim-gordura. A espécie *Andropogon gayanus* apresenta uma variação na germinação de 57%, 61% e 70%. Por sua vez, a porcentagem de sementes germinadas na espécie *Brachiaria decumbens* varia de 29% a 85% (Conde & Garcia, 1985; Eira, 1893; Klink, 1996; Sader *et al.* 1991).

Os ensaios de germinação das cultivares de capim-gordura estudadas, ao longo do período de agosto de 1999 a outubro de 2005, mostraram que o processo germinativo inicia exatamente 3 dias após a montagem do experimento e dura entre 4 e 12 dias. Quanto ao tempo médio de germinação, as duas cultivares de capim-gordura tiveram uma germinação considerada muito rápida, variando em média de 4 a 5 dias (Tabela 7). Este comportamento é típico de espécies que são definidas como invasoras (López-García & Maillet, 2005).

Tabela 7. Monitoramento do processo germinativo* das sementes de *Melinis minutiflora* cultivares Roxo e Cabelo-de-Negro. Sementes coletadas no ano de 1999 no Parque Nacional de Brasília, DF

| Cultivares | Período de armazenamento (dias) | Germinação (dias) | | |
|---|---------------------------------|-------------------|-----|--------|
| | | Início | Fim | TMG** |
| <i>Melinis minutiflora</i> Roxo | 71 | 3 | 15 | 5,2 |
| | 102 | 3 | 12 | 3,9 |
| | 132 | 3 | 9 | 4,1 |
| | 164 | 3 | 8 | 3,6 |
| | 193 | 3 | 7 | 4,0 |
| | 224 | 3 | 7 | 3,85,0 |
| <i>Melinis minutiflora</i> Cabelo-de-Negro | 71 | 3 | 11 | 5,0 |
| | 102 | 3 | 10 | 3,7 |
| | 132 | 3 | 9 | 3,7 |
| | 164 | 3 | 8 | 3,6 |
| | 193 | 3 | 7 | 3,8 |
| | 224 | 3 | 7 | 3,9 |

NOTAS: * Os períodos início e fim referem-se ao número de dias após montagem dos testes e TMG (tempo médio de germinação) é expresso em dias

$$** \text{TMG} = \frac{\sum (T \cdot N)}{\sum N}, \text{ onde } N \text{ é o número de sementes que germinaram e } T \text{ é o número de dias}$$

De acordo com Borghetti & Ferreira (2004), a germinação rápida e uniforme é característica de espécies cuja estratégia é se estabelecer no ambiente o mais rápido possível ou quando oportuno, aproveitando condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento do novo indivíduo. Essa situação pode ser criada, por exemplo, com a formação de clareiras ou ocorrência de chuvas. Em contrapartida, a germinação rápida pode ser imprópria ou não-estratégica ao estabelecimento de uma espécie, por exemplo, germinar em resposta a chuva errática e isolada durante a estação seca. As sementes germinadas poderiam perecer na continuidade da seca (Borghetti & Ferreira, 2004).

As gramíneas nativas do cerrado apresentam um processo germinativo bastante desuniforme, variando de 3 a 13 dias para o início da germinação, e de 6 a 53 dias para o tempo médio de germinação (Martins, 1996; Carmona *et al.* 1998). Caso as gramíneas nativas apresentem esta característica, não se deve considerá-la um fator negativo. Ao contrário, a seleção natural dessas gramíneas deve ter ocorrido no sentido de favorecer aquelas que produzem sementes com diferentes graus de dormência, cuja a sua dormência seja superada em diferentes momentos. Desse modo garante-se a possibilidade de produzir uma nova planta tão logo as condições do meio sejam favoráveis (Zaidan & Barbedo, 2004).

Efeito do fogo na viabilidade e dormência das sementes do capim-gordura

Os ensaios de germinação na luz mostraram que para a cultivar Cabelo-de-Negro existe diferença entre profundidades, ($H = 11,74$; $p = 0,0083$), sendo que a profundidade 0,2 cm difere do controle. Com relação à superação da dormência existe diferença entre as profundidades estudadas, sendo que a 0,2 cm difere da profundidade controle ($H = 14,14$; $p = 0,0027$) (Figura 29).

Para a cultivar Roxo, ocorre diferença entre profundidades ($H = 13,19$; $p = 0,004$), sendo que a profundidade 0,2 cm difere do valor encontrado no tratamento controle. Também, constatou-se que existe diferença entre a superação da dormência nas profundidades estudadas, sendo que a 0,2 cm difere das profundidades controle e 1 cm ($H = 14,15$; $p = 0,0027$) (Figura 29).

É provável que o fluxo e a duração do calor no solo na camada 0,2 cm afetam o comportamento da viabilidade e da dormência das sementes de ambas as cultivares do capim-gordura estudadas, isto porque, aumento de temperatura do solo maiores que 10 °C só ocorrem nos 1,5 cm superficiais do solo, independente da quantidade de material queimado (Cass *et al.* 1984; Savage, 1980).

Estudo conduzido por Castro-Neves (2000) mostrou que a 1 cm acima da superfície do solo, a temperatura máxima registrada no campo sujo nativo foi cerca de 124° C mais baixo do que a temperatura máxima de 642 °C registrado para área com ocorrência de capim-gordura. Na profundidade de 1 cm a temperatura do solo foi de 52.8 °C. Este resultado está de acordo com Miranda *et al.* (2004), porém, apresenta uma grande diferença do valor encontrado por César (1980) que registrou uma temperatura de 260 °C a 1 cm de profundidade em uma queimada realizada em uma área de campo sujo.

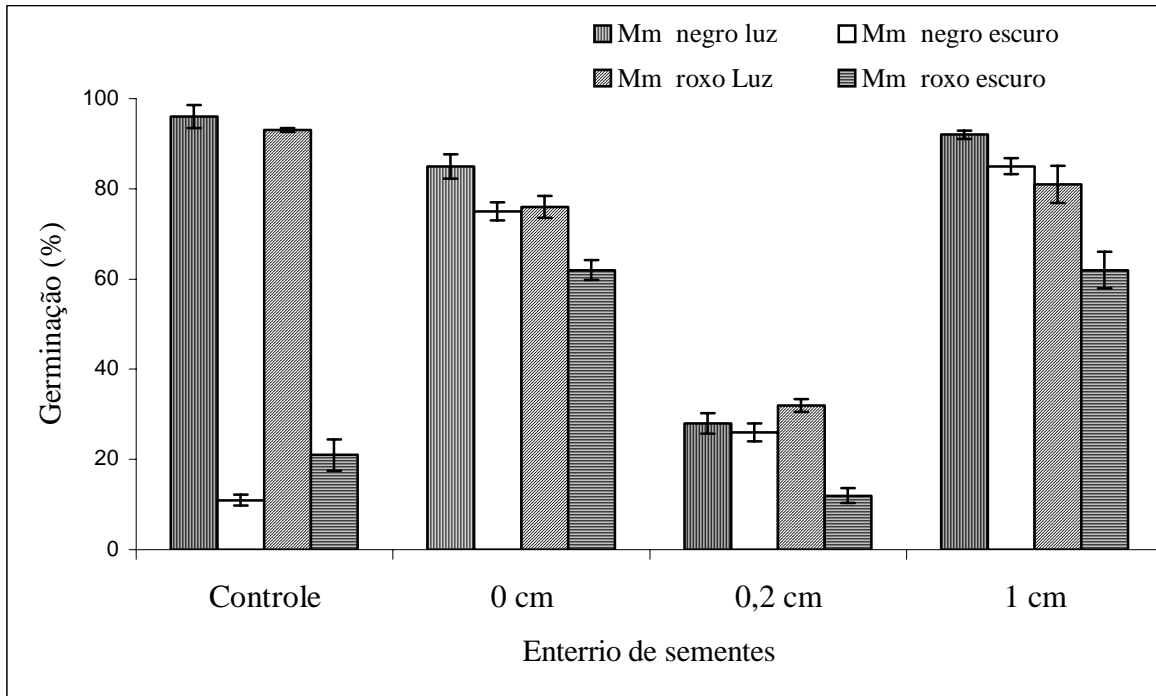


Figura 29. Efeito do fogo na germinação das sementes da gramínea *Melinis minutiflora* cultivar Cabelo-de-Negro (Mm negro) e cultivar Roxo (M roxo) enterradas em diferentes profundidades do solo. As sementes foram colhidas no ano 2003, Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal

A maioria das invasões biológicas em comunidades de plantas nativas resulta de uma espécie introduzida que é favorecida pelos distúrbios recentes no ambiente. O fogo é considerado um fator de distúrbio, e sua ausência, ou longos intervalos entre sua ocorrência, ajudará a manter a estabilidade das comunidades nativas. Existe uma interação direta entre fogo, invasão biológica e espécies nativas (Christensen & Burrows, 1986).

Queimada prescrita consistem em um instrumento de controle para espécies invasoras como também para o manejo de espécies nativas em áreas protegidas. Existem evidencias que muitas espécies exóticas invasoras podem ser favorecidas pelo fogo, como também, existem evidencias que muitas espécies introduzidas podem ser controladas pelo fogo (Lessica, 1999; D' Antonio, 2000; Bossard & Randall, 2000).

Um importante aspecto do efeito do fogo é o aumento da temperatura do solo e sua influência na taxa de germinação de sementes (Tothill, 1968). De acordo com Williams *et al.* (2003), a exposição a uma temperatura entre 80 e 100 °C pode quebrar a dormência das sementes de várias leguminosas que ocorrem nas savanas australiana, mas temperaturas maiores do que 100-120 °C são letais para as sementes dessas espécies.

Ao estudar o efeito do fogo sobre a germinação de sementes, Tix & Charvat (2000) mostraram que as sementes da espécie *Ambrosia artemissifolia* são tolerantes ao fogo e, enquanto que, a espécie *Coniza canadensis* apresenta sementes sensíveis ao fogo. D'Antonio (2000) e D'Antonio *et al.* (2000) observaram que, no Hawaii o fogo elimina o capim-gordura e sua regeneração ocorre através da germinação das sementes existentes no banco de sementes.

As espécies do cerrado têm alta capacidade de recuperação após o fogo e que este pode não só ser um distúrbio comum a esta vegetação como também um importante mecanismo para manter sua diversidade (Castro-Neves, 2000). A reprodução do capim-gordura ocorre tanto por sementes como vegetativamente através de estolões (Lorenzi, 1991). Espécies que se reproduzem por sementes são mais dependentes das condições climáticas para produção de sementes, e apresentam requerimentos específicos para germinação das sementes (Caturla *et al.* 2000).

O capim-gordura é uma importante espécie invasora nas Américas do Sul e Central e na Austrália (D'Antonio & Vitousek, 1992; Filgueiras, 1998; Pivello *et al.* 1999a). Entender a sua biologia é muito importante para seu controle, particularmente, quando o fogo é usado como instrumento para seu manejo. Na área de estudo, o restabelecimento do capim-gordura pós-fogo ocorreu tanto vegetativamente quanto pelo estabelecimento de plântulas. Os ensaios de germinação das sementes pós-fogo, em condições de laboratório, mostraram que o fogo não foi eficiente para matar as sementes de capim-gordura situadas na superfície do solo. Por outro lado, as sementes enterradas a 0,2 cm apresentaram uma redução na viabilidade, como também, ocorreu uma superação total na dormência. Com relação às sementes situadas na profundidade de 1 cm, o fogo não causou nenhuma alteração na viabilidade e na dormência quando comparadas com as situadas na superfície do solo.

Emergência de plântulas em diferentes profundidades do solo

Os ensaios realizados em condições de laboratório mostraram que a emergência de plântulas decresce com o aumento da profundidade de enterrio das sementes (Figura 30). Em ambas as cultivares os valores encontrados diferem entre as profundidades estudadas (cv. Roxo $H = 16,85$; $p < 0,0001$ e cv. Cabelo-de-Negro $H = 17,72$; $p < 0,0001$). Para as duas cultivares, a profundidade de enterrio a 4 cm representa o limite de inibição, abaixo dessa posição as plântulas não conseguiram emergir.

A máxima emergência de plântulas foi registrada na superfície do solo (cv. Roxo = 83% e cv. Cabelo-de-Negro = 85%). Comparando o comportamento entre as duas cultivares, pode-se observar que não existe diferença nas profundidades 0 cm ($U = 9,0$; $p = 0,857$), 2 cm ($U = 6,4$; $p = 0,0571$) e 3 cm ($U = 4,9$; $p = 0,714$) (Figura 30). Por sua vez, na profundidade 1 cm, a cultivar Cabelo-de-Negro apresentou praticamente o dobro da emergência de plântulas que a cultivar Roxo, e os valores registrados diferem entre as cultivares ($U = 6,5$; $p = 0,0286$).

O tempo necessário para iniciar o processo de emergência das plântulas foi semelhante nas profundidades 0 e 1 cm para ambas as cultivares. Nas profundidades 2 e 3 cm a cultivar Cabelo-de-Negro apresentou um atraso de 1 dia quando comparado com a cultivar Roxo.

O aumento da profundidade de enterrio não refletiu num padrão regular do tempo médio de emergência (TME). Na cultivar Roxo houve, um acréscimo e um subsequente decréscimo nos valores encontrados. Por sua vez, na cultivar Cabelo-de-Negro, as duas primeiras e as duas últimas avaliações apresentaram o mesmo valor, sendo que foi registrado um aumento no TME com o aumento do enterrio das sementes (Tabela 8).

Para a maioria das espécies invasoras a profundidade ótima para a emergência de plântulas é menor que 2 cm. O limite máximo de profundidade em que a emergência pode ocorrer é frequentemente menor que 6 cm (Mohler & Golford, 1997).

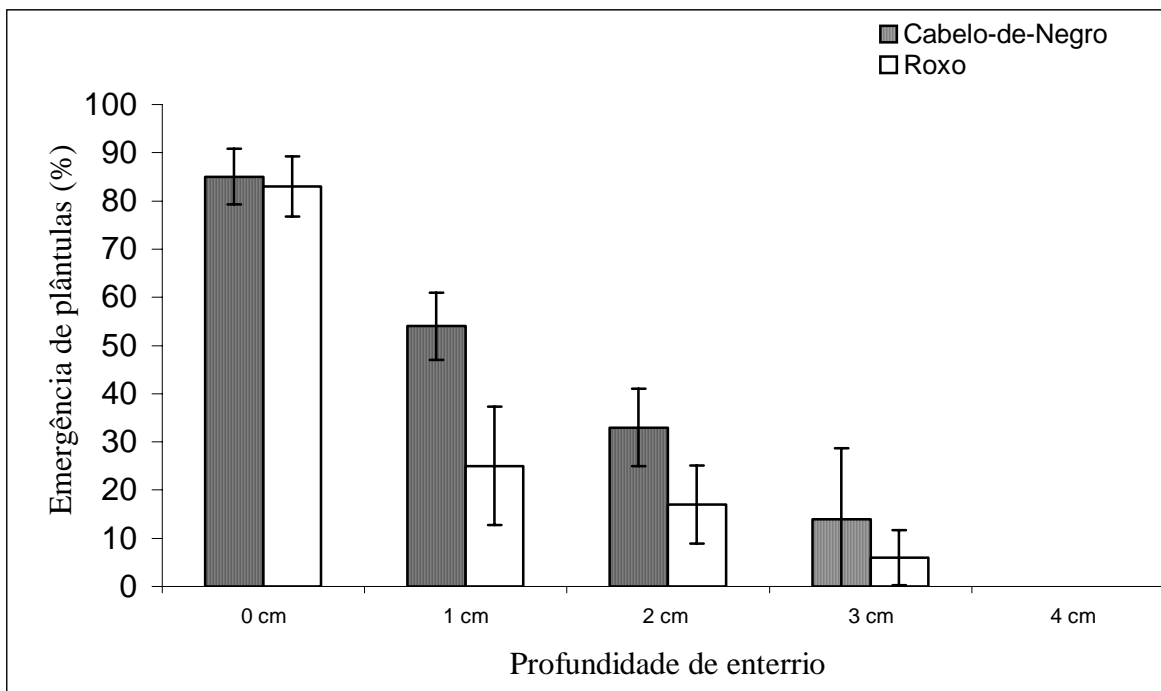


Figura 30. Emergência de plântulas de *Melinis minutiflora* cultivares Cabelo-de-Negro e Roxo nas diferentes profundidades de enterrio de suas sementes. Sementes coletadas no ano de 2003, Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal

Tabela 8. Número de dias necessários para iniciar o processo de emergência das plântulas após montagem do experimento e TME * (tempo médio de emergência) expresso em dias. Sementes coletadas no ano de 2003, Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal

| Variedades/ emergência plântulas | Profundidade (cm) | <i>Melinis minutiflora</i> (var. roxo) | <i>Melinis minutiflora</i> (var. cabelo-de-negro) |
|-------------------------------------|----------------------|---|--|
| Início (dias) | 0 | 4 | 4 |
| | 1 | 5 | 5 |
| | 2 | 7 | 8 |
| | 3 | 7 | 8 |
| | 4 | - | - |
| TME (dias) | 0 | 8.9 | 7.6 |
| | 1 | 9.1 | 7.4 |
| | 2 | 6.8 | 10.7 |
| | 3 | 5.1 | 10.5 |
| | 4 | - | - |

NOTA: * TME = $\frac{\sum (T \cdot N)}{\sum N}$, onde N é plântulas que emergiram e T é o número de dias

Há certa dificuldade em comparar estudos sobre a emergência das espécies em diferentes profundidades devido à diferença na dormência das sementes, das condições particulares da temperatura e umidade e, sobretudo, as diferenças entre as características dos solos usados (Benvenuti *et al.* 2001). Mesmo considerando as observações de Benvenuti *et al.* (2001), os resultados deste estudo sobre emergência de plântulas são consistentes com os resultados encontrados por Cardina & Sparrow (1992). Mohler & Golford (1999) mostraram que a inibição da emergência de plântulas aumenta proporcionalmente com o aumento da profundidade de enterrio das sementes. No tocante ao TME, os resultados obtidos diferem dos valores encontrados por Bevenuti *et al* (2001). Esses autores, ao estudar 22 espécies invasoras, mostraram que a cada 2 cm de enterrio registrou-se um aumento significativo no TME.

O aumento da profundidade no enterrio das sementes pode dificultar a emergência das plântulas ou pode induzir a dormência das sementes. Contudo, já é bastante conhecido que a influência da luz, temperatura, conteúdo de água no solo e diferentes graus de compactação do solo são fatores que limitam a germinação das sementes em diferentes profundidades do solo (Benvenuti *et al.* 2001).

A posição das sementes no solo quando as condições para emergência são favoráveis parece ser um importante fator para a dinâmica da população do capim-gordura. A permanência das sementes na superfície contribui com um acréscimo significativo de plântulas de ambas as variedades estudadas, quando comparado com as demais profundidades de enterrio.

Baseado nos valores obtidos neste estudo observa-se que ambas as cultivares de capim-gordura apresentam um comportamento similar. Por isso, neste caso, é esperado que os requerimentos necessários para emergência de plântulas das cultivares estudadas não sejam diferentes no campo.

Estabelecimento da gramínea *Melinis minutiflora*: época e contribuição da micorriza arbuscular

O pulso inicial de emergência das plântulas de capim-gordura ocorreu no mês de dezembro de 2003, dois meses após o início do período chuvoso (Figura 31). Nesse período, a densidade de indivíduos/m² foi superior no ambiente fogo/setembro, e o processo de emergência de plântulas se estendeu até março de 2004, o que se refletiu numa heterogeneidade no tamanho dos indivíduos estabelecidos.

No mês de abril de 2004, final do período chuvoso, a dinâmica de colonização do capim-gordura mostrou que o maior número de indivíduos/m² foram encontrados no tratamento fogo/setembro (98), seguido por fogo/maio (71) e ambiente natural (31). O declínio registrado no número de plântulas nos ambientes estudados é uma decorrência da competição intra e interespecífica, da baixa fertilidade do solo e dos veranicos que ocorreram ao longo do período chuvoso. As avaliações de campo mostram que no ambiente natural o sombreamento resultante da densa camada do substrato rasteiro afeta de certa forma a sobrevivência do capim-gordura, porém, não foi suficiente, para impedir o estabelecimento desta gramínea nas áreas estudadas.

Entre junho e setembro de 2004 foi registrado apenas 0,5 mm/chuva no mês de julho (dados cedidos pelo INMET – Instituto Nacional de Meteorologia). No mês de dezembro de 2004, dois meses após o início do período chuvoso, foram registrados 29, 57 e 73 indivíduos/m² nos tratamentos ambiente natural, fogo/maio e fogo/setembro, respectivamente, o que representa uma sobrevivência de 6%, 21% e 5%, em relação ao número de indivíduos encontrados no início do experimento em dezembro de 2003 (Figura 31).

Comparando o sucesso do estabelecimento de plântulas entre os tratamentos estudados, no mês de dezembro de 2004, pode-se constatar que há diferença entre o cerrado nativo e fogo/setembro ($Z = 0,94$; $p = 0,2908$). Por sua vez, não existe diferença entre cerrado nativo e fogo/maio ($Z = 5,77$; $p < 0,0001$) e entre fogo/maio e fogo/setembro ($Z = 8,94$; $p < 0,0001$).

Com relação ao desenvolvimento das plântulas, não houve diferença no tamanho entre os tratamentos fogo/maio ($n = 60$, altura = $2,98 \pm 0,28$ cm) e fogo/setembro ($n = 60$, altura $2,70 \pm 0,75$ cm), que por sua vez diferem do tratamento controle ($n = 60$, altura $1,18 \pm 0,35$ cm) ($F_{2,37} = 39,7$; $p = 0,0527$).

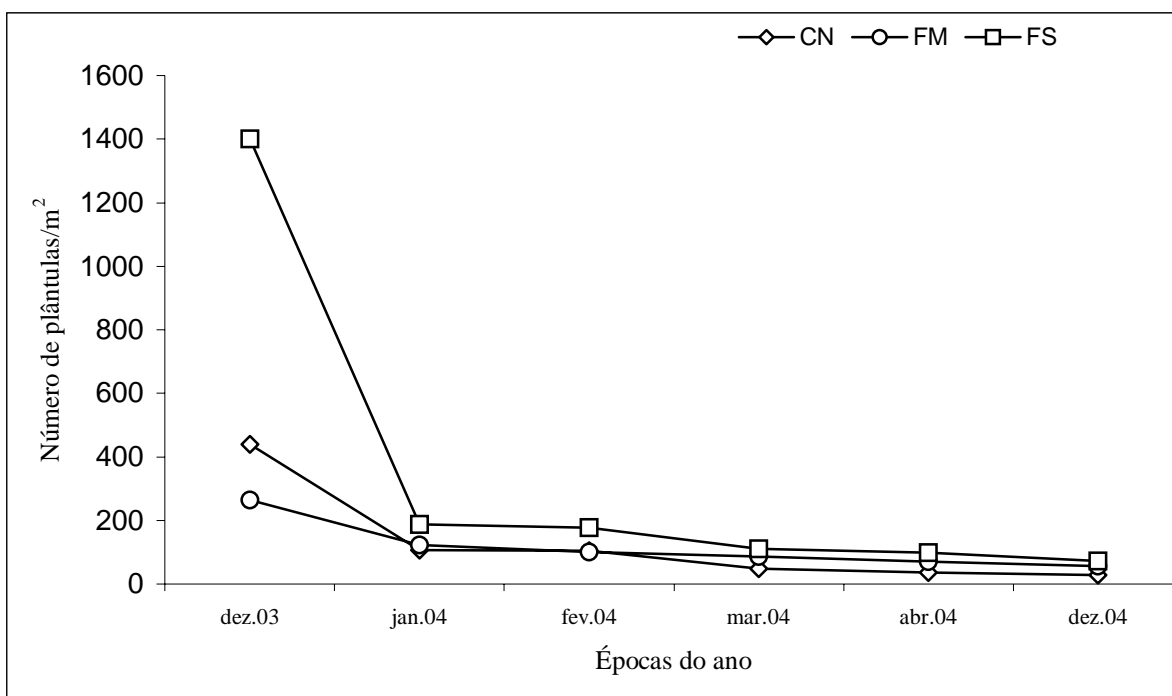


Figura 31. Estabelecimento de plântulas do capim-gordura, entre o mês de dezembro de 2003 a dezembro de 2004, nos ambientes cerrado nativo (CN), área submetida a uma queimada controlada em maio (FM) e área submetida a uma queimada controlada em setembro (FS), Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal

De acordo com D'Antonio *et al.* (2001), em áreas não queimadas no Hawaii a falta de luz e o estresse hídrico foram responsáveis pela morte de todas as plântulas após cinco meses do seu estabelecimento. Esse resultado difere do encontrado no Parque Nacional de Brasília, onde várias plântulas de capim-gordura conseguiram se estabelecer em ambiente sombreado e submetidas a um período de quatro meses de estresse hídrico.

Estudos conduzidos Baruch *et al.* (1989) e Aduan (1998) mostraram que no período chuvoso as gramíneas introduzidas apresentam uma taxa de crescimento maior que as nativas. Este comportamento, provavelmente, relaciona-se a uma maior capacidade fotossintética e a uma maior alocação de sub-produtos da fotossíntese para a constituição de novas folhas.

Hughes & Vitousek (1993) mostraram que, no Hawaii a densa camada de folhas e ramos formados pelo capim-gordura funciona como uma barreira que além de dificultar a chegada das sementes das espécies nativas ao solo dificulta a sua germinação e o recrutamento das plântulas.

Na área experimental foram registradas várias plântulas de gramíneas e dicotiledôneas nativas do cerrado sob a biomassa do capim-gordura. Entretanto, avaliações sobre os processos envolvidos no estabelecimento e sobrevivência destes indivíduos não fizeram parte desta tese.

O fogo como instrumento de manejo para controlar invasoras ocorre em diferentes ecossistemas do mundo (Milberg & Lamont, 1995; D'Antonio, 2000; Paynter *et al.* 2000; D'Antonio *et al.* 2001; Wilson, 2002; Keeley, 2004). Segundo Collins *et al.* (1995), além de remover a camada de serapilheira e aumentar a incidência de luz, o fogo aumenta a mineralização de nutrientes.

No cerrado, a contribuição do fogo para incorporação de macronutrientes ao solo é considerada baixa, uma vez que as queimadas ocorrem na estação seca e a lixiviação dos nutrientes das cinzas ocorre com as primeiras chuvas (Miranda *et al.* 2004). De acordo com a análise química das amostras coletadas no mês de novembro de 2003, o solo na área experimental é ácido e apresenta baixa disponibilidade de fósforo (Tabela 9). Os valores encontrados estão dentro da faixa para Latossolo Vermelho do Distrito Federal (Haridasan, 1993; Salomão, 2004).

O capim-gordura é uma forrageira adaptada a solos ácidos e de baixa fertilidade (Carvalho *et al.* 1988; Gomide, 1994). Entretanto, o crescimento dessa gramínea pode ser prejudicado pela deficiência de alguns elementos essenciais, como o fósforo (Carvalho *et al.* 1988) e, portanto, responde bem à adubação fosfatada, principalmente na fase de estabelecimento (Carvalho *et al.* 1988). Além do fósforo, o nitrogênio também é um

elemento de grande importância para o seu crescimento, tanto na fase de estabelecimento como na fase de produção (Ramos *et al.* 1979; Carvalho *et al.* 1985; Carvalho *et al.* 1988).

Tabela 9. Dados da análise química dos substratos (0-10 cm) nos tratamentos cerrado nativo maio (CNM), cerrado nativo setembro (CNS), fogo maio (FM), fogo setembro (FS), manejo integrado/maio(MIM) e manejo integrado/setembro (MIS), no Parque Nacional d Brasília, Distrito Federal

| Substrato | pH H ₂ O (1:2,5) | Al -----me/100cc----- | Ca+Mg | P -----mg/l----- | K | MO % |
|-----------|--------------------------------|--------------------------|-------|---------------------|------|---------|
| CNM | 5,3 | 0,1 | 1,8 | 1,4 | 56,5 | 4,4 |
| CNS | 5,3 | 0,1 | 1,7 | 1,2 | 54,2 | 4,1 |
| FM | 5,4 | 0,1 | 1,6 | 1,2 | 57,7 | 4,2 |
| FS | 5,4 | 0,1 | 2,1 | 1,3 | 64,7 | 4,7 |
| MIM | 5,4 | 0,1 | 1,8 | 1,0 | 64,5 | 4,3 |
| MIS | 5,4 | 0,1 | 2,1 | 1,4 | 64,0 | 4,2 |

De acordo com Richardson *et al.* (2000) o estabelecimento das espécies invasoras pode ser beneficiado pela simbiose com fungos micorrízicos arbusculares (MA) nativos. Por sua vez Allen & Allen (1984) e Heijden *at al.* (1998) sugerem que os fungos MA nativos podem interferir na composição, competição e sucessão das comunidades vegetais.

Um estudo conduzido no cerrado por Thomazini-Casagrande (1974), relata que a associação simbiótica de fungos micorrízicos MA com o capim-gordura é flutuante em função da umidade do solo. Segundo a autora, raízes coletadas no período chuvoso registraram evidências da simbiose, contudo, no período seco, não foi observada a presença de fungos MA.

D'Antonio & Schuur (dados não publicados, apud Richardson *et al.* 2000) relatam também que o capim-gordura apresenta associação simbiótica facultativa com os fungos MA em solos do Hawaii, onde esta espécie é uma invasora agressiva. A associação facultativa dos fungos MA com plantas forrageiras é mencionada por Howeler *et al.* (1987) e Miranda *et al.* (2005), que avaliaram o comportamento dos fungos MA em áreas agrícolas

submetidas a diferentes tipos de manejos. Bever (2002) cita igualmente, que a relação planta fungo MA pode ser específica, podendo resultar numa alteração da densidade de inóculo e da ocorrência de espécies específicas desses fungos no solo.

Segundo Miranda & Miranda (1997), os fungos endomicorrízicos do tipo arbuscular ocorrem naturalmente na maioria dos solos de Cerrado, sendo usual a presença simultânea de várias espécies em uma única área ou rizosfera.

A par dos dados, pode-se observar que o número de esporos no solo varia em função da profundidade, sendo maior na camada superficial de 0-5 cm, em ambos os ambientes, com gramíneas nativas e alta densidade de capim-gordura (Tabela 10).

O comportamento dos fungos MA encontrados no ambiente vegetação nativa são semelhantes aos encontrados por Miranda *et al.* (2005), exceto para o gênero *Acaulospora* no ambiente capim-gordura que supera quase três vezes o número de esporos, na camada de 0-5 cm, no ambiente vegetação nativa. Em função dos dados apresentados na literatura (Howeler *et al.* 1987; Heijden *et al.* 1998; Miranda *et al.* 2005), é possível inferir que na área com capim-gordura espécies de *Acaulospora* sp estejam-se multiplicando, beneficiando assim o estabelecimento e o crescimento dessa gramínea.

Em função dos dados obtidos, sugere-se, portanto, que o capim-gordura esteja sendo beneficiado pela associação simbiótica com os fungos MA nativos do solo de cerrado, aliando-se a característica do sistema radicular bem distribuído e sua capacidade de tolerar solos ácidos e de baixa fertilidade (Carvalho & Saraiva, 1987; Saraiva *et al.* 1993), o estabelecimento e expansão dessa gramínea são favorecidos em detrimento da vegetação nativa.

Mesmo apresentando um tamanho relativamente pequeno (< 5 cm), muitos indivíduos encontrados nos tratamentos fogo/maio e fogo/setembro floresceram no mês de maio de 2004. Por outro lado, nenhuma plântula estabelecida no tratamento controle conseguiu florescer.

Tabela 10. Número de esporos e espécies predominantes de fungos MA¹ no solo com vegetação nativa (NAT) e no solo com predominância do capim-gordura (GORD), no Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal

| Amostras ² | Nº esporo (50g) | L sp. | A sp. | G sp. | C sp. |
|-----------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| NAT (0-5 cm) | 21 | 9 | 4 | 1 | 7 |
| NAT (5-10 cm) | 13 | 8 | 3 | 0 | 2 |
| NAT (10-20 cm) | 3 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| GORD (0-5 cm) | 28 | 11 | 11 | 1 | 5 |
| GORD (5-10 cm) | 11 | 6 | 4 | 0 | 1 |
| GORD (10-20 cm) | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |

NOTAS: 1 - Espécies de fungos MA presentes: Lsp = *Glomus clarum*, Asp = *Acaulospera* sp, Gsp = *Gigaspora margarita*, Csp = *Scutelospora* sp

2 - Coleta de solo realizado no mês de junho de 2003

Em decorrência da presença de várias plântulas/m² nos tratamentos fogo/maio (queimada antes da floração do gordura) e fogo/setembro (queimada após floração do gordura) constata-se que a realização de uma queimada controlada não foi suficiente para evitar o estabelecimento do capim-gordura.

O comportamento do capim-gordura em áreas invadidas no Parque Nacional de Brasília mostrou que essa gramínea apresenta grande plasticidade e uma resposta diferente da que se encontrada em outras regiões porque consegue sobreviver em condições de pleno sol (fogo/maio e fogo/setembro) e em ambiente sombreado (vegetação nativa).

Técnicas de manejo para o controle do capim-gordura

As queimadas controladas foram realizadas por volta das 14h30 h nos dias 5 e 6 de maio de 2003 (antes da floração do capim-gordura) nos tratamentos fogo/maio e manejo integrado/maio, e 2 e 3 de setembro de 2003 (após a floração do capim-gordura) nos tratamentos fogo/setembro e manejo integrado/setembro.

Após a passagem da frente de fogo, consumiu-se cerca de 97% do combustível nos tratamentos fogo/maio e manejo integrado/maio, e aproximadamente 100% do combustível presente nos tratamentos fogo/setembro e manejo integrado/setembro. Características das condições climática e da biomassa da área são apresentados na Tabela 11.

No mês de janeiro de 2004, cerca de dois meses após o início da estação chuvosa, iniciou-se a segunda fase do manejo integrado (maio e setembro). As pulverizações do herbicida Roundup NA foram realizadas nos dias 15 de janeiro de 2004, entre 8h30 e 11h30, e 30 de abril de 2004, entre 14h00 e 16h30.

A pulverização foi de forma localizada (catação) apenas nas touceiras que rebrotaram e nas plântulas de capim-gordura que se estabeleceram pela germinação das sementes existentes no banco de sementes. Os primeiros sintomas visuais do efeito do herbicida ocorreram entre 7 e 15 DAT (dias após tratamento), iniciando-se por uma clorose que se acentuou com o tempo, levando a planta a se prostrar, amarelando e secando (Figura 32).

Para condução da segunda fase do manejo integrado foi gasto 0,81 litro Roundup/ha. A pulverização de um hectare leva em média 7 horas, e são necessários três homens.

A terceira fase do manejo integrado (maio e setembro) teve início em janeiro de 2005 e, os trabalhos de arranquio manual das plântulas de capim-gordura se estenderam até março de 2005. Para a localização das plântulas, arranquio, ensacamento e retirada da biomassa da área são necessários três homens/ha, e essa atividade leva em média um período de 8 horas. A Tabela 12 apresenta os valores da biomassa mensal e total de capim-gordura retirado em cada tratamento.

Tabela 11. Características climáticas e da biomassa encontrada nos tratamentos fogo/maio (FM), fogo/setembro (FS), manejo integrado/maio (MIM) e manejo integrado/setembro (MIS), Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal

| Queimadas | | Temperatura Ambiente (°C) | Umidade Relativa (%) | Velocidade do Vento (m/s) | Biomassa (t/ha) |
|-----------|-------------------------------|---------------------------|----------------------|---------------------------|-----------------|
| FM | 14:30h 5 e 6 maio 2003 | 29.4 | 44.2 | 0.8 | 8.9 |
| MIM | 14:30h 5 e 6 maio 2003 | 28.6 | 48.5 | 1.1 | 8.0 |
| FS | 14:30h 2 e 3 setembro 2003 | 31.9 | 29.2 | 1.7 | 8.4 |
| MIS | 14:30h 2 e 3 setembro 2003 | 30.6 | 30.7 | 1.3 | 6.7 |



Figura 32. Capim-gordura 12 dias após a aplicação localizada do herbicida glifosato

Tabela 12 – Biomassa de capim-gordura retirada nos tratamentos manejo integrado maio (MIM) e manejo integrado setembro (MIS), ao longo de três meses, no Parque Nacional de Brasília.

| Tratamentos | Biomassa de capim-gordura retirada (kg/ha) | | | |
|-------------|--|-------------------|---------------|-------|
| | Mês de coleta | | | |
| | Janeiro de 2004 | Fevereiro de 2004 | Março de 2004 | Total |
| MIM | 66,1 | 9,9 | 10,9 | 86,9 |
| MIS | 45,7 | 7,9 | 10,7 | 64,3 |

Neste trabalho a biomassa aérea herbácea (estrato rasteiro) incluiu as gramíneas, herbáceas e lenhosas que apresentavam ramos com até 1 cm de diâmetro e altura similar do estrato graminoso. Na área experimental, o índice de cobertura inicial do estrato rasteiro, registrado em dezembro de 2002, ficou entre 92% e 94,5%, enquanto a contribuição média do capim-gordura variou entre 42% e 68%. A biomassa total registrada ficou entre 6,7 e 8,9 t/ha, no entanto a contribuição do capim-gordura variou de 4,6 t/ha a 5,9 t/ha.

Em abril de 2005, 23 e 19 meses após a implantação das técnicas que visaram o controle do capim-gordura, a dinâmica de recuperação da vegetação mostrou que os valores do índice de cobertura total nos tratamentos fogo/maio e fogo/setembro não apresentaram diferença significativa dos valores encontrados antes da intervenção na área ($\alpha = 0,05$; 12 gl) (Figura 33). Nos tratamentos manejo integrado/maio e manejo integrado/setembro, a cobertura total não conseguiu retornar aos valores originais, e a recuperação alcançou os percentuais de 80,3% e 64,6%, respectivamente (Figura 34). Estes resultados diferem significativamente dos valores registrados antes do início do experimento ($\alpha = 0,05$; 12 gl). Nos tratamentos controle/maio e controle/setembro a cobertura total do estrato rasteiro manteve-se inalterada (Figura 35).

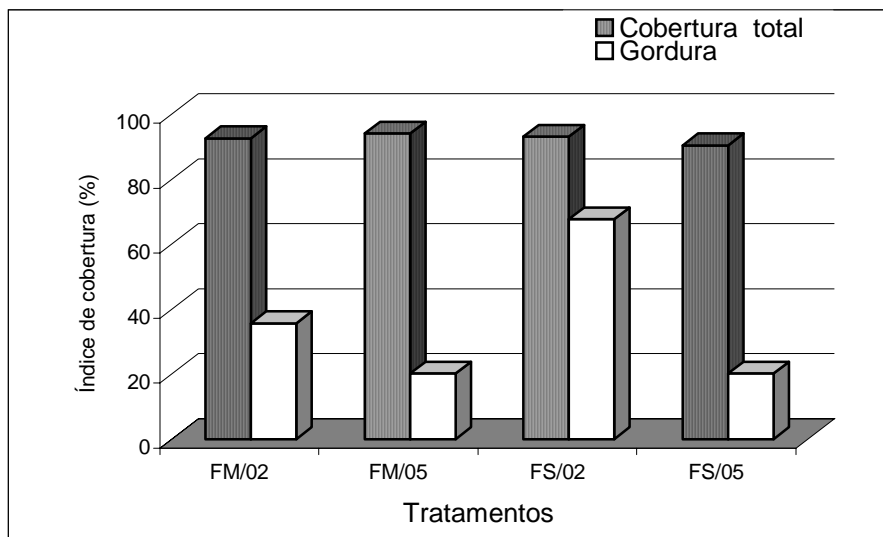


Figura 33. Recuperação do índice de cobertura total e do capim-gordura nos tratamentos fogo/maio (FM), fogo/setembro (FS), após 23 e 19 meses da realização da queimada controlada, respectivamente, Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal

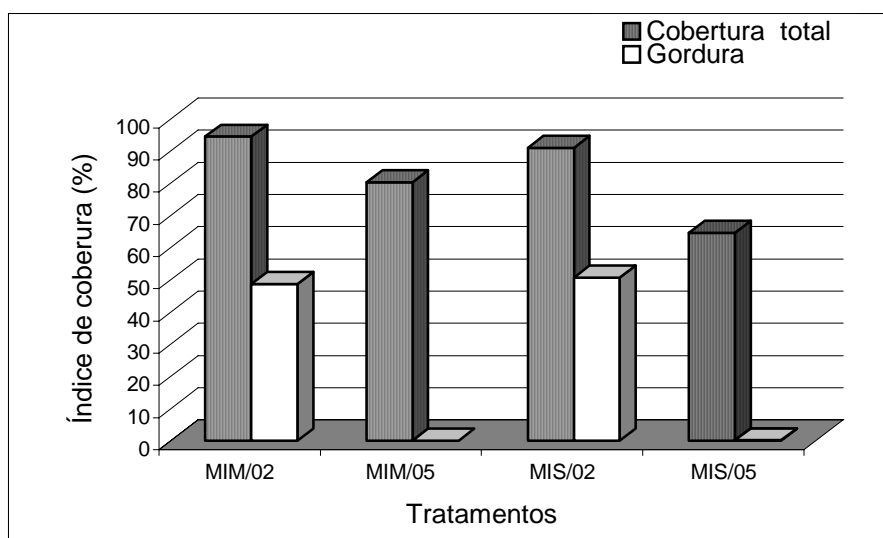


Figura 34. Recuperação do índice de cobertura total e do capim-gordura nos tratamentos manejo integrado/maio (MIM), manejo integrado/setembro (MIS), após 23 e 19 meses da realização da queimada controlada, respectivamente, Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal

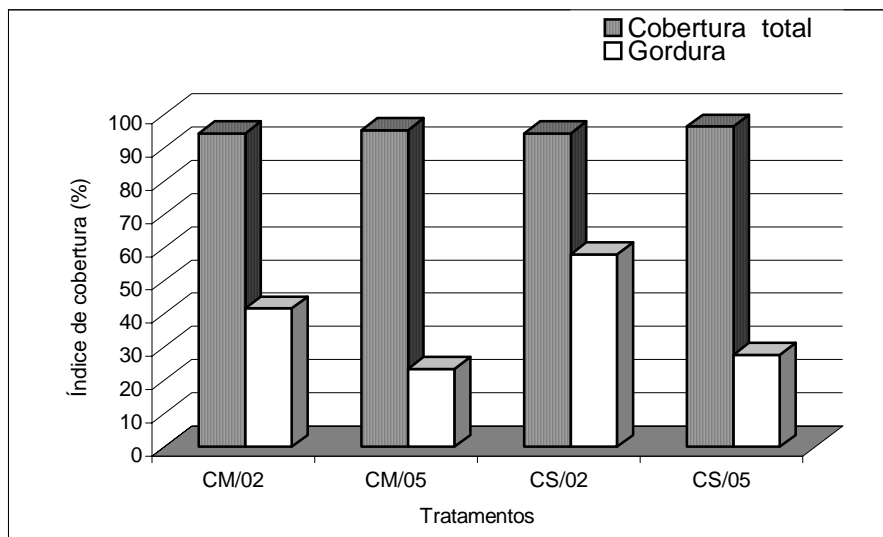


Figura 35. Recuperação do índice de cobertura total e do capim-gordura nos tratamentos controle/maio (CM) e controle/setembro (CS), após 23 e 19 meses da realização da queimada controlada, respectivamente, Parque Nacional d Brasília, Distrito Federal

No mesmo período, a recuperação do índice de cobertura do capim-gordura no tratamento fogo/maio foi de 78,6%, e este resultado não difere significativamente do valor encontrado antes do experimento, enquanto a recuperação do capim-gordura no tratamento fogo/setembro alcançou 31,7% e difere do valor encontrado antes do experimento ($\alpha = 0,05$; 12 gl) (Figura 33). Por sua vez, nos tratamentos, manejo integrado/maio e manejo integrado/setembro a recuperação do índice de cobertura do capim-gordura alcançou 0,21% e 0,55%, respectivamente. Esses valores diferem significativamente dos valores registrados antes da intervenção na área ($\alpha = 0,05$; 12 gl). (Figura 34). Nos tratamentos controle/maio e controle/setembro, a presença do capim-gordura apresentou uma retração natural em torno de 50%, e os valores alcançados diferem significativamente do índice de cobertura levantado antes do início do experimento ($\alpha = 0,05$; 12 gl) (Figura 35).

A recuperação da biomassa total nos tratamentos fogo/maio e fogo/setembro, e manejo integrado/maio e manejo integrado/setembro, foi em torno de 60% e 45%, respectivamente. Os valores obtidos mostram que a biomassa não retornou aos valores originais registrados antes do início do experimento, e estas diferenças são consideradas significativas ($\alpha = 0,05$, 12 gl) (Figuras 36 e 37) . Nos tratamentos controle/maio e controle/setembro, a biomassa total apresentou uma redução natural de 13% e 17%,

respectivamente, e estas diferenças são consideradas significativas ($\alpha = 0.05$, 12 gl) quando se compara com os valores registrados antes da condução do experimento ($\alpha = 0.05$, 12 gl). (Figura 38).

No mesmo período, a recuperação da biomassa do capim-gordura nos tratamentos fogo/maio, fogo/setembro, manejo integrado/maio e manejo integrado/setembro alcançou 32%, 20,4%, 0,46% e 0,36% respectivamente. Os valores encontrados diferem significativamente dos valores encontrados antes da intervenção na área ($\alpha = 0.05$, 12 gl) (Figuras 36 e 37). Nos tratamentos controle/maio e controle/setembro a biomassa do capim-gordura apresentou uma queda natural de 53.8% e 47.7%, respectivamente. Esta diferença é considerada significativa ($\alpha = 0.05$, 12 gl) quando comparado com os valores encontrados antes da intervenção na área (Figura 38).

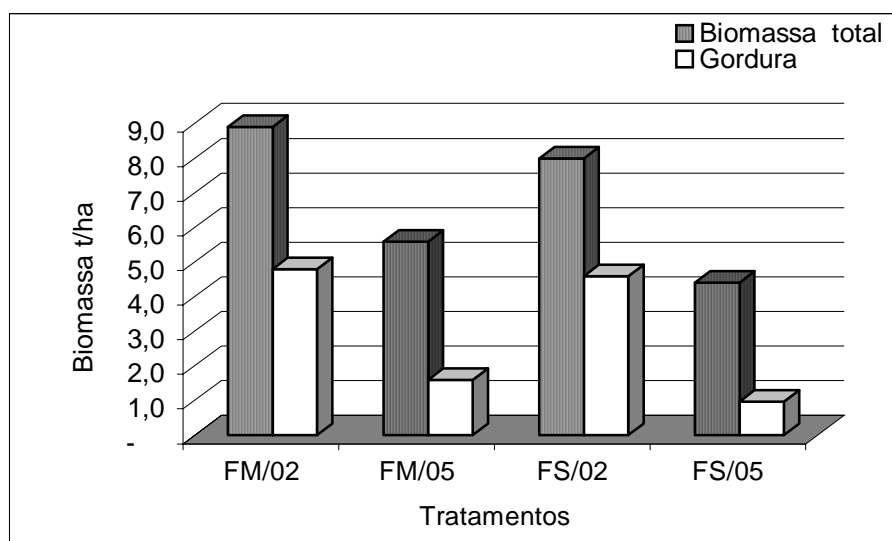


Figura 36. Recuperação da biomassa total e do capim-gordura nos tratamentos fogo/maio (FM) e fogo/setembro (FS), após 23 e 19 meses da realização da queimada controlada, respectivamente, Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal

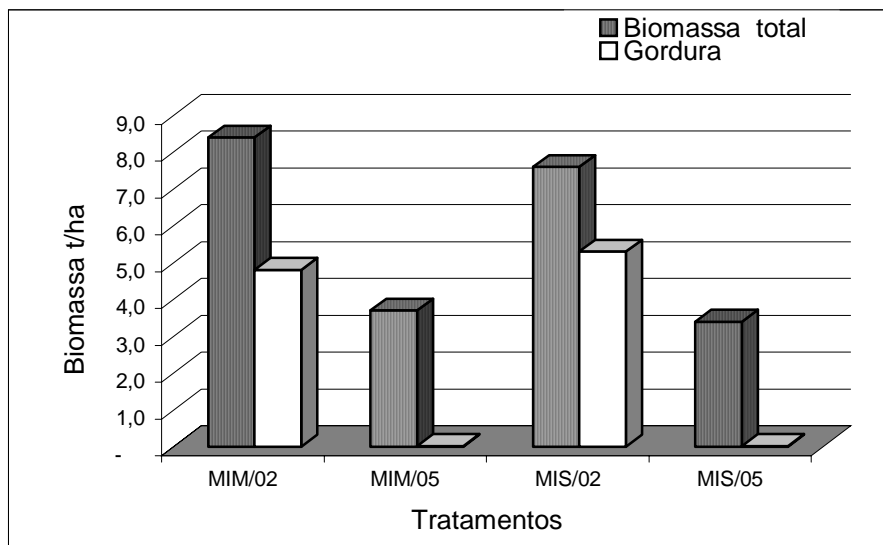


Figura 37. Recuperação da biomassa total e do capim-gordura nos tratamentos manejo integrado/maio (MIM) e manejo integrado/setembro (MIMFS), após 23 e 19 meses da realização da queimada controlada, respectivamente, Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal

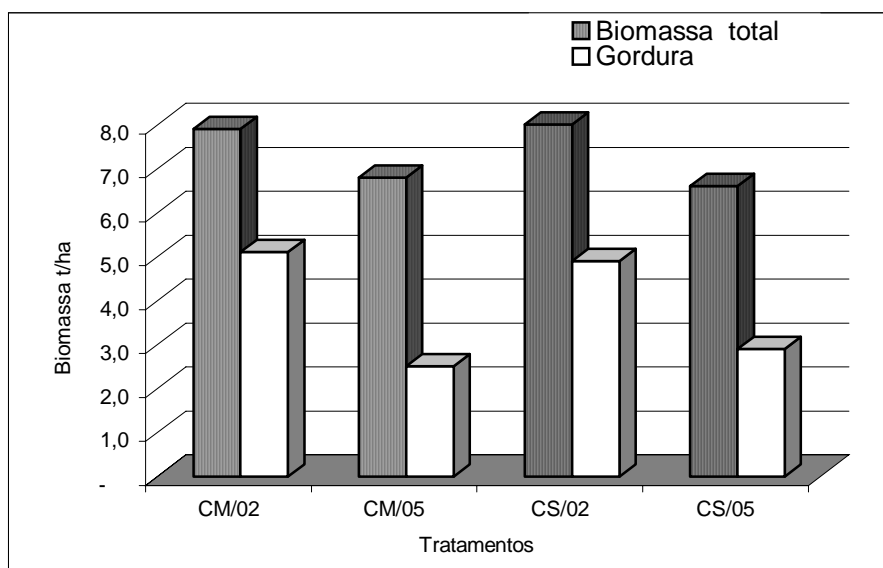


Figura 38. Recuperação da biomassa total e do capim-gordura nos tratamentos controle/maio (CM) controle/setembro (CS), após 23 e 19 meses da realização da queimada controlada, respectivamente, Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal

A dinâmica da população do capim-gordura nos tratamentos controle (maio e setembro) mostrou que o comportamento apresentado não está bem claro. Aparentemente não foi detectado nenhuma doença ou ataque de pragas que poderia ter contribuído com a redução na biomassa nas populações de capim-gordura nas áreas estudadas. Pode-se especular que, o avanço e o recuo dessa gramínea pode ser considerado um evento normal ao longo do tempo e espaço. Neste caso, faz-se necessário uma avaliação mais criteriosa e de longo prazo, para uma melhor interpretação da dinâmica do capim-gordura nas áreas em processo de invasão.

Segundo Byers *et al.* (2001), algumas espécies apresentam uma dinâmica de população complexa ao longo do processo de invasão, exibindo no início da colonização uma ascensão considerada alta e, em seguida, diminuem sua presença caminhando para um equilíbrio. Este comportamento pode estar relacionado ao ataque de pragas ou à ocorrência de doenças. Porém, torna-se fundamental conhecer as causas e os limites do avanço e da retração das espécies invasoras.

Avaliando as mudanças no comportamento do estrato rasteiro, onde o capim-gordura apresenta altas infestações (> 98%) e protegida contra o fogo por 16 anos, constatou-se que a biomassa existente variou entre 14,1 a 21,4 t/ha na cultivar Roxo, e entre 12,1 a 16,6 t/ha na cultivar Cabelo-de-Negro (n = 10). Os valores encontrados mostram que o capim-gordura apresentou uma superioridade na produção de biomassa que variou entre 104% a 114% para cultivar Roxo, e de 75% a 66% para cultivar Cabelo-de-Negro, quando comparado com a biomassa total formada pelo estrato rasteiro das espécies nativas do Cerrado. De acordo com Miranda *et al.* (2004), dependendo da forma fisionômica considerada de Cerrado e do período de proteção contra o fogo, a biomassa do estrato rasteiro pode variar entre 6,9 a 10 t/ha.

A dinâmica da biomassa registrada nas áreas invadidas pelo capim-gordura está em conformidade com Brooks *et al.* (2001). Esses autores relatam que as invasões biológicas podem mudar as propriedades extrínsecas da biomassa nas áreas invadidas. Resultado semelhante foi encontrado por Rossiter *et al.* (2003), que constataram que a gramínea africana *Andropogon gayanus* foi responsável pelo aumento significativo da biomassa do estrato rasteiro nas áreas de savanas australianas onde essa gramínea se tornou invasora.

Estudos conduzidos por Curado & Costa (1980) e Mitidieri (1983) mostraram que em áreas de pastagens cultivadas, dependendo do manejo aplicado (correção do solo, adubação, diferentes épocas de corte), a produção de matéria seca do capim-gordura pode variar entre 4,0 t/ha/ano e 13,3 t/ha/ano. Os valores da biomassa registrados no Parque Nacional de Brasília mostram que, as duas cultivares do capim-gordura encontram-se bem adaptadas às condições ambientais da região.

De acordo Filgueiras (1990), o capim-gordura é uma invasora extremamente agressiva que compete com sucesso com a flora nativa, sendo capaz de invadir áreas naturais e de descaracterizar em poucos anos a fisionomia da vegetação original.

Como resultado da formação de manchas com alta densidade de capim-gordura, é possível constatar uma mudança na vegetação do estrato rasteiro na área estudada. Esse padrão de colonização está acarretando uma modificação na frequência e abundância das espécies nativas, o que pode refletir numa perda de biodiversidade. De acordo com D'Antonio (2000), nos ecossistemas onde o fogo é parte integrante das diferentes formas de distúrbios, as espécies invasoras frequentemente mudam a composição ou a distribuição vertical da biomassa formada, neste caso, tende a aumentar a ocorrência das queimadas mais intensas.

O processo de recrutamento de plântulas juntamente com alta taxa de crescimento vegetativo dos indivíduos que rebrotaram mostraram uma franca recuperação e expansão do capim-gordura nos tratamentos fogo/maio e fogo/setembro.

Entre os anos de 2004 e 2005, o número de inflorescências/ha no tratamento fogo/maio passou de 3.233 para 6.294, e no tratamento fogo/setembro passou 1.785 para 4.290. Baseado na crescente recuperação do capim-gordura é esperado que, em um ou dois anos essa gramínea retomará a produção de sementes que ocorria antes da realização da queimada controlada.

Diante da ocorrência do capim-gordura nos tratamentos fogo (maio e setembro), os resultados obtidos estão de acordo com Filgueiras (1990) e Martins *et al.* (2001), que citam que o fogo não elimina o capim-gordura. Por outro lado, resultados contrários são citados por Bogdan (1977), Curado & Costa (1980), Aronovich & Rocha (1985) e D'Antonio *et al.*

(2004), que relatam que o capim-gordura não é resistente ao fogo podendo ser eliminado pelas queimadas.

A aplicação do glifosato apresentou uma eficiência total na remoção tanto das touceiras que rebrotaram, quanto das plântulas de capim-gordura que se estabeleceram nos tratamentos de manejo integrado (maio e setembro). A baixa presença dessa gramínea nas áreas submetidas à pulverização do herbicida pode ser explicada por dois fatores, a saber: 1) algumas touceiras que rebrotaram e plântulas que se localizavam sob a vegetação nativa não foram detectadas no momento da aplicação do herbicida; 2) devido ao estoque de sementes viáveis encontradas no banco de sementes, muitas plântulas de capim-gordura se estabeleceram após a aplicação do glifosato.

O monitoramento da dinâmica da recuperação do capim-gordura mostrou que o número de inflorescência/ha no tratamento manejo integrado/maio apresentou um decréscimo passando de 53 no ano de 2003 para 28 no ano de 2004, enquanto que no tratamento manejo integrado/setembro ocorreu um acréscimo passando de 17 para 38.

Em decorrência da redução da cobertura vegetal, nos tratamentos manejo integrado/maio e manejo integrado/setembro, foram criados vários espaços desprovidos de vegetação no estrato rasteiro. Essas áreas apresentaram tamanho e formatos variados e, foram chamadas de clareiras. A dinâmica da recuperação do estrato rasteiro mostrou que no período chuvoso ocorreram vários fluxos de germinação de sementes nas clareiras, principalmente do capim-gordura (Figura 39).

Como resultado de uma maior incidência de luz que ocorre nas clareiras, as plântulas de capim-gordura foram beneficiadas e apresentaram uma superioridade no seu processo de estabelecimento e expansão, quando comparado com os indivíduos existentes nas áreas onde a vegetação nativa conseguiu se estabelecer. Segundo Freitas (1999), a propagação vegetativa ocorre constantemente ao longo do ano, e representa uma importante estratégia regenerativa para o capim-gordura.

Devido à capacidade apresentada pelo capim-gordura para reinfestar às áreas desprovidas de cobertura vegetal nos tratamentos manejo integrado/maio e manejo integrado/setembro, recomenda-se que seja executado um monitoramento de longo prazo para evitar o restabelecimento dessa gramínea, e seja elaborado um plano de revegetação da

das clareiras formadas nesses tratamentos.



Figura 39. Fluxo de germinação do capim-gordura nas áreas de clareiras

Projetos de recuperação devem ser monitorados por vários anos para garantir que os resultados esperados sejam alcançados, ou para verificar a necessidade de novas intervenções (D'Antonio *et al.* 2000). Tendo em vista que a longevidade das sementes do capim-gordura no banco de sementes dura 19 meses, como também, a viabilidade de suas sementes é pouca afetada pelo fogo, sugere-se que o monitoramento proposto seja realizado mensalmente, ao longo do período chuvoso, com duração mínima de três anos.

Com a implantação do programa de monitoramento, espera-se assegurar que qualquer indivíduo de capim-gordura que consiga se estabelecer seja imediatamente erradicado, evitando-se assim a produção e dispersão de suas sementes que poderá contribuir para uma possível reinfestação e expansão dessa gramínea.

Para a revegetação das áreas de clareiras deverá ser contemplado o semeio de um “coquetel de sementes”, que será formado por vários propágulos reprodutivos de gramíneas, herbáceas e arbustivas nativas do cerrado. Mesmo apresentando uma flora

bastante rica que possui 6.671 taxas nativos, distribuídos em 170 famílias e 1.144 gêneros (Mendonça *et al.* 1998), trabalhos de recuperação utilizando espécies nativas são escassos na região do Cerrado.

O emprego das gramíneas nativas é corroborado por Chase & Sendulsk (1991), que citam que nos trabalhos de recuperação da vegetação as gramíneas são de importância vital, e é reforçado por Carmona *et al.* (1999) e Martins *et al.* (2001), que relatam o grande potencial apresentado pelas gramíneas e arbustos nativos do cerrado nos trabalhos de recuperação de áreas degradadas.

Castro & Kauffmann (1998) mencionam que a biomassa das gramíneas representa 72% da biomassa aérea total no campo limpo, 45% no campo sujo e cerca de 8% no cerrado *sensu stricto* e cerrado denso. Por sua vez Filgueiras (2002), cita que as gramíneas representam de 91% a 95% da biomassa aérea total em campo limpo e campo sujo, enquanto no campo cerrado e cerrado *sensu stricto* as comunidades de gramíneas representam 27%. Assim sendo, mostra-se a necessidade e o grande potencial que as gramíneas nativas do Cerrado apresentam para serem utilizadas como ferramenta de colonização das áreas desprovidas de vegetação.

Com a implementação da atividade de revegetação, espera-se acelerar o processo de colonização das clareiras e, conseqüentemente, com a queda no estabelecimento do capim-gordura haverá uma diminuição tanto na aplicação do herbicida, quanto nos trabalhos de arranquio das plântulas dessa gramínea que eventualmente consigam se estabelecer.

Para obtenção das sementes das gramíneas nativas, deverão ser usadas os dados obtidos no estudo da fenologia reprodutiva das gramíneas nativas encontradas na área experimental. De acordo com o calendário reprodutivo elaborado é possível coletar, entre os meses de dezembro e agosto, as sementes de várias espécies encontradas no Parque Nacional de Brasília. Sugere-se que o esforço de coleta seja realizado principalmente entre os meses de março e maio, considerado o pico reprodutivo das gramíneas nessa Unidade de Conservação.

Trabalhos que tratam sobre fenologia reprodutiva, que informam o período ideal para coleta de sementes das espécies herbáceas e arbustivas, ainda são pouco disponíveis do Cerrado brasileiro (Munhoz, 2003; Batalha & Martins, 2004). Observações de campo

mostraram que esta atividade pode ser conduzida entre janeiro e julho, contudo foi possível identificar que em qualquer época do ano, várias espécies encontravam-se em estágio de floração e outras em plena frutificação. Para uma melhor definição do calendário de coleta das sementes, torna-se prioridade a realização de levantamentos mais detalhados sobre a fenologia reprodutiva dessas espécies na área do Parque Nacional de Brasília.

O semeio do “coquetel de sementes” deverá ser realizado cerca de um mês após o início do período chuvoso. Outro ponto fundamental no trabalho de revegetação é a necessidade de aumentar a diversidade das espécies que serão semeadas. Para essa atividade, recomenda-se que seja coletado o maior número de sementes das espécies que comporão o “coquetel de sementes”, conforme recomendado por Martins *et al.* (1998).

De uma perspectiva de recuperação ambiental, a realização de apenas uma queimada controlada não se configurou como um tratamento efetivo no controle do capim-gordura nos tratamentos fogo (maio e setembro). Por outro lado, nos tratamentos manejo integrado (maio e setembro) a presença do capim-gordura foi reduzida para menos de 0,5%. Neste estudo ficou evidente que, a persistência do capim-gordura é atribuída tanto ao seu restabelecimento vegetativo quanto ao seu recrutamento através de sementes do banco de sementes.

O capim-gordura atualmente está presente em cerca de 15% do Parque Nacional de Brasília. Diante da gravidade do problema, torna-se urgente que o Parque elabore um programa de recuperação de longo prazo para as áreas invadidas pelo capim-gordura.

Riqueza de espécies na área experimental

Na área experimental, foram registradas 409 espécies, distribuídas em 208 gêneros e 65 famílias (Anexo 2). As famílias mais representativas foram Compositae (69 espécies), Gramineae (55 espécies), Leguminosae (52 espécies), Malpigiaceae (20 espécies), Myrtaceae (20 espécies) e Labiatae (15 espécies). Essas famílias concentram 56,5 % do total das espécies coletadas. Das 409 espécies registradas, 28 (6,8%) não foram citadas na lista das espécies elaborada para o Distrito Federal por Proença *et al.* (2002).

Nos tratamentos estudados foram encontrados os seguintes números de espécies: Controle/maio (261 espécies); Controle/setembro (247 espécies); Fogo/maio (264 espécies); Fogo/setembro (277 espécies); Manejo integrado/ maio (272 espécies) e Manejo integrado/setembro (314 espécies). De acordo com o índice de similaridade de Sorensen, as áreas dos tratamentos estudados se mostraram semelhantes entre si quanto à similaridade florística ($I_c = 0,72$ a $0,92$).

Do total das espécies listadas 13 (3,2%) foram encontradas em todas as parcelas estudadas, enquanto que 61 (14,8%) foram encontradas em apenas uma parcela. Das espécies levantadas 29 (7%) são listadas como exóticas para o cerrado segundo Filgueiras & Pereira (1990). Entre as gramíneas exóticas *Melinis minutiflora* encontra-se em 100% das parcelas estudadas. As espécies *Andropogon gayanus* e *Hyparrhenia rufa* apresentam focos iniciais de colonização e apresentam uma frequência de 58% e 45%, respectivamente (Anexo 1). O componente herbáceo-subarbustivo apresentou uma superioridade no número de espécies (~70%) quando comparado com as espécies de hábito arbustivo-arbóreo. Esse comportamento deve-se principalmente a contribuição das espécies do estrato rasteiro encontradas nas famílias Graminae, Compositae e Leguminosae.

O Cerrado abriga um vasto patrimônio genético de espécies endêmicas, resultando em uma flora bastante rica, complexa e diversificada. Contudo estudos recentes demonstram que a riqueza florística do cerrado pode superar, em muito, os valores citados para esse ecossistema (FUNATURA/IBAMA, 1988; Mendonça *et al.* 1998).

Os resultados obtidos mostram a existência de uma considerável riqueza florística na área estudada (40 X 60 m), quando comparado com as 1.223 espécies listadas para o Parque Nacional de Brasília (30.000 ha) (FUNATURA/IBAMA, 1998; Mendonça *et al.* 1998; UNESCO, 2002; Martins *et al.* não publicado). O levantamento realizado nesta tese reforça a constatação da FUNATURA/IBAMA (1998) e Proença *et al.* (2002), que relatam que a flora fanerogâmica do Parque é apenas parcialmente conhecida.

Entre as gramíneas exóticas presentes no Parque Nacional de Brasília o fato que mais chama atenção é a grande população de capim-gordura. Essa gramínea cobre áreas extensas do Parque e devido a sua grande agressividade vegetativa, a qual termina por impedir o crescimento de espécies nativas, a vasta produção de sementes viáveis e o crescimento rápido tornam essa espécie uma verdadeira ameaça à conservação dos ambientes campestres (FUNATURA/IBAMA, 1998; Costa, 2002).

A exclusão do fogo por longos períodos contribui para uma diminuição no número de espécies do estrato rasteiro em áreas do cerrado (Eiten & Sambuichi, 1996). Nos tratamentos controle/maio e controle/setembro, que não queimam desde 1987 (Coelho, 2002) a riqueza de espécies é expressiva. Contudo, o processo de estabelecimento do capim-gordura e conseqüentemente um adensamento na sua biomassa dificulta o crescimento da vegetação de menor porte e causa uma diminuição na sua densidade.

Com relação às espécies herbáceas-subarborescentes que apresentam baixa frequência na área estudada, o avanço do capim-gordura poderá afetar a perpetuação dessas espécies e pode causar de certo modo a extinção local de algumas espécies nativas do cerrado.

Nos tratamentos fogo/maio, fogo/setembro, manejo integrado/maio e manejo integrado/setembro, a queima controlada exerceu um papel importante como instrumento de poda. Favoreceu o aparecimento de muitas espécies herbáceas-arborescentes que se encontravam sob a biomassa acumulada do capim-gordura. Nesses tratamentos houve estímulo da produção de flores e de frutos, fato não visto em vários exemplares das mesmas espécies encontradas nos tratamentos controle/maio e controle/setembro. Entre as espécies que floresceram pós-fogo destacam-se: *Baccharis humilis*, *Vernonia herbacea* (Compositae); *Acalypha claussinii* (Euphorbiaceae); *Elionurus muticus*, *Leptochoryphium lanatum*, *Paspalum erianthum* (Graminae); *Marsypianthus montana* (Labiatae); *Clitoria*

guianensis (Leguminosae); *Tetrapterys ambigua* (Malpigiaceae); *Waltheria communis* (Sterculiaceae). Este comportamento corrobora César (1986) que encontrou um comportamento semelhante aos observados neste estudo.

Devido ao retorno progressivo do capim-gordura nos tratamentos fogo/maio e fogo/setembro, é esperado que num prazo de 3 ou 4 anos haja uma diminuição na densidade das espécies nativas, podendo comprometer assim a preservação da diversidade biológica encontradas nessas áreas.

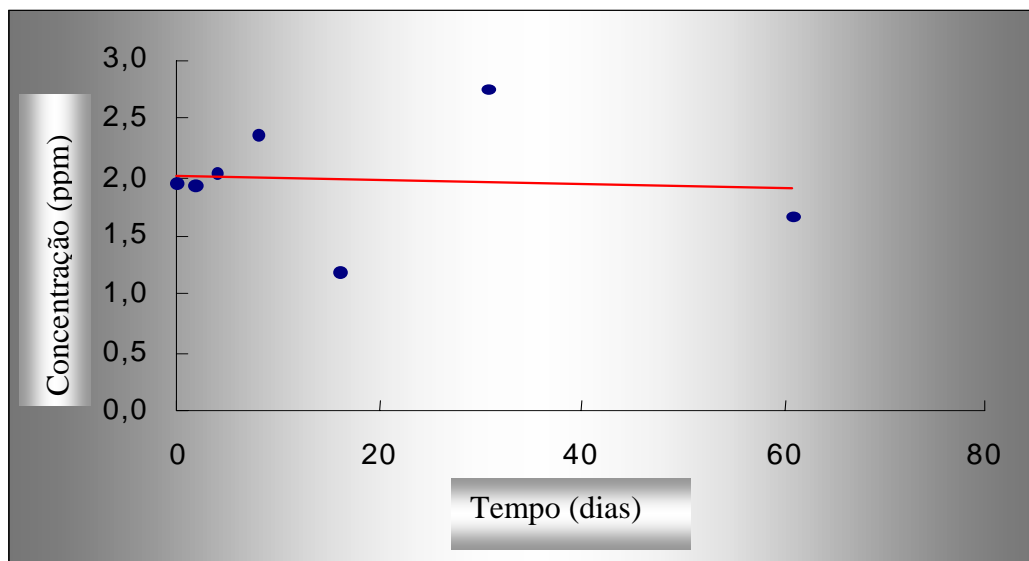
Os resultados mostram que nas condições estudadas (área com uma cobertura do capim-gordura ~50%) o cerrado apresentou resiliência, e a riqueza florística após a realização da queima controlada é expressiva. A vegetação encontrada na área apresentou uma grande capacidade de restabelecimento tanto vegetativo quanto reprodutivo (germinação de sementes). Devido ao potencial de recolonização via vegetativa e por sementes apresentado pelo capim-gordura pós-fogo, recomenda-se à realização de novas intervenções como instrumento de manejo para garantir a manutenção da diversidade biológica dessa área.

Avaliação do comportamento do glifosato no solo

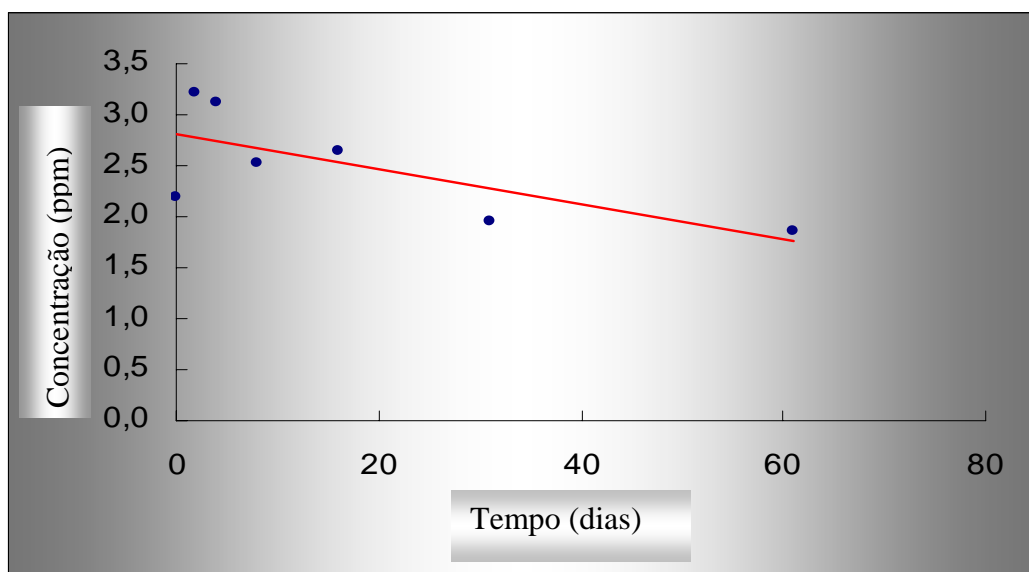
As amostras de solo coletadas entre 0-20 cm de profundidade, antes e após a aplicação do glifosato, mostraram que: no tratamento controle não foram encontrados resíduos de glifosato e que nos tratamentos com duas aplicações do glifosato (H+H) e com manejo integrado (MI) foram detectados resíduos ou traços do herbicida aplicado (Figura 40 a e b). A análise de regressão dos dados mostrou os valores de $r^2 = 0,01$ e $Y = 0,0018 \text{ data} + 2,01863$ para o tratamento H+H, e $r^2 = 0,49$ e $Y = 0,017 \text{ data} + 2,801439$ para o tratamento MI.

As duas aplicações de glifosato na área com o tratamento H+H e uma na área MI, ocorreram respectivamente, nas doses de 12,0 e 6,0 l/ha, ou 4,32 e 2,16 kg/ha de equivalente ácido. As doses significam, em termos de concentração e de volume utilizados 432 e 216 ppm, respectivamente. Os valores das concentrações encontrados no dia zero, antes e após a realização da segunda aplicação, estão na faixa de 1,0 a 3,0 ppm para o tratamento H+H. Isto significa que entre 99,84% e 99,53% do produto que atingiu diretamente o solo durante a aplicação, foi rapidamente degradado. O mesmo pode ser visto para o tratamento MI, onde os valores encontrados estão dentro da faixa de 3,5 a 1,5 ppm. Isto significa que entre 98,37 e 99,30% do produto que atingiu diretamente o solo durante a aplicação, também foi rapidamente degradado. Os resultados encontrados concordam com Newton *et al.* (1984).

Pode-se supor que no tratamento H+H, o herbicida ficou retido na grande biomassa do capim-gordura presente no momento da aplicação. Apenas uma parte muito pequena conseguiu alcançar o solo e originou os dados de resíduo obtidos na análise do solo. Por outro lado, no tratamento MI, cuja cobertura vegetal foi submetida a uma queimada controlada antes da aplicação do glifosato, o produto teve oportunidade de alcançar o solo de maneira mais direta o que originou os valores de resíduos maiores. Em ambos os casos, todavia, os valores são muito baixos.



(a)



(b)

Figura 40. Os valores das concentrações (ppm) do glifosato obtidas através de análises cromatográficas, em função do tempo (dias), estão representadas nos gráficos apresentados, respectivamente a) duas aplicações de glifosato (H+H) e b) manejo integrado (MI)

Estes resultados também concordam com os obtidos por Araújo *et al.* (2003), Prata *et al.* (2000, 2003) e Prata (2002), cujos valores de meia vida foram de 8 a 12 dias em solos brasileiros e de até 32 dias em outros países (Giesy *et al.* 2000). Os dados obtidos demonstraram ainda que, os valores de resíduos encontrados, situam na faixa de 3,22 ppm para o tratamento H+H, após a aplicação, que foi reduzido para 1,86 aos 60 DAT (dias após o tratamento), e de 2,18 ppm após a aplicação, para o tratamento MI, que foi reduzido para 1,67 ppm, aos 60 DAT. Estes valores são extremamente baixos, ficando próximo dos limites máximo de resíduos, estabelecidos pela ANVISA (Portaria nº 10), para os produtos agrícolas destinados ao consumo humano.

A degradação do glifosato no solo é muito rápida. É realizada por grande variedade de microrganismos que usam o produto como fonte de energia e fósforo, por meio de duas rotas catabólicas, produzindo o ácido aminometil fosfônico (AMPA) como o principal metabólito, e sarcosina como metabólito intermediário na rota alternativa (Dick & Quinn, 1995).

Estudos em solos brasileiros, Argissolo Vermelho-Amarelo de textura média, mostraram que a meia-vida do glifosato foi de 8 a 9 dias sem influência do histórico de uso do produto na área. Observa-se o mesmo comportamento em Latossolo Argiloso, com histórico de 11 anos de aplicação do produto, no qual a meia vida foi de 12 dias no solo, sem aplicação prévia de glifosato (22 dias no mesmo local),. Ainda que a meia-vida tenha mostrado pequena variabilidade no solo com o histórico de aplicação do produto, a persistência do glifosato nas condições de solos tropicais em geral é muito curta (Araújo *et al.* 2003).

Em condições de campo, a inativação do glifosato poderá ser ainda mais rápida, pois surgem fatores que não são controlados, como: i) maior atividade microbiana, o que acarreta aceleração da degradação; ii) maiores concentrações de cátions metálicos, principalmente o Ca^{+2} proveniente de calagens e das fertilizações, os quais formam complexos com o glifosato; iii) maior instabilidade da umidade do solo nas camadas superficiais, que normalmente concentra as moléculas na superfície externa dos colóides e, assim, acelera o processo de adsorção na matriz coloidal do solo; e vi) maior variação

da temperatura do solo (Prata, 2002).

Vários trabalhos de pesquisas procuraram analisar a mobilidade da molécula de glifosato no solo. Tucker (1977), visando estudar a absorção do glifosato pelas raízes de mudas de cítricos, aplicou o produto em três diferentes momentos, dentro de um período de 18 meses, nas doses de 3,3; 6,6 e 13,5 kg/ha de equivalente ácido de glifosato, em vasos com capacidade de 19 litros. O autor cita que não observou qualquer sintoma de fitotoxicidade que se caracteriza pelo desenvolvimento de folhas anormais ou redução no desenvolvimento das mudas.

Estudos mostram que a adsorção do glifosato no solo ocorre em duas fases. A primeira praticamente instantânea contribui para retenção de mais de 90% do total aplicado, e a segunda um pouco mais lenta. Todavia, a fase lenta foi quantificada por Prata *et al.* (2004) em aproximadamente 10 minutos, tanto no solo sob plantio direto como sob plantio convencional.

Os mecanismos de adsorção do glifosato são bem conhecidos e correlacionados com a capacidade dos solos em adsorver íons de fosfatos, e também com as concentrações de determinados cátions como: Zn^{+2} , Mn^{+2} , Cu^{+2} , Fe^{+2} , Fe^{+3} , Al^{+3} e Ca^{+2} . Prata *et al.* (2000) mostraram que a adsorção do glifosato foi extremamente elevada em solos com diferentes atributos mineralógicos e teores contrastantes de matéria orgânica, classificados como Nitossolo Vermelho Eutroférico (NVet), Latossolo Amarelo Ácrico (Law) e Gleissolo (G). Esse estudo mostrou ainda alta taxa de retenção do glifosato, mesmo após a eliminação da matéria orgânica num solo com baixa capacidade de adsorção de fosfato. Esse fato é mais uma evidência de que a molécula apresenta vários mecanismos de ligação aos solos tropicais, podendo tanto ligar-se à fração oxídica do solo como ser adsorvida eletrostaticamente aos minerais de argila e à matéria orgânica, ou mesmo pela formação de pontes de hidrogênio com a própria matéria orgânica do solo (Prata & Lavorenti, 2002).

Além destes fatos, é importante mencionar que a superfície do solo apresenta variações de umidade, que ocorrem com extrema variabilidade nos primeiros milímetros do perfil do solo. Faixa ou horizonte, que recebem o glifosato após a aplicação, as quais

variam do “encharcado” ao “seco” num intervalo muito rápido de tempo, o que acelera a adsorção do glifosato.

Com relação à sua solubilidade em água, o glifosato é um herbicida altamente solúvel, apresentando valor de 11.600 ppm a 25°C (Vencil, 2002). Experimentos que avaliaram a estabilidade da molécula indicaram que o glifosato é: estável em água com pH 3, 5, 6 e 9, a uma temperatura de 35°C; estável à fotodegradação em pH 5, 7 e 9, em solução tampão sob luz natural, e meia-vida por hidrólise maior que 35 dias (Kollman & Segawa, 1995).

Estudos de Bronstad & Friestad (1985) também indicaram pequena propensão à decomposição por hidrólise para o glifosato. Estudos conduzidos por Kirkwood (1979) em Manitoba, Canadá, mostraram que a perda do glifosato na água ocorreu através da adsorção a sedimentos e a degradação microbiana. Ghassemi *et al.* (1981) concluíram que a taxa de degradação em água é geralmente menor porque existem menos microrganismos nesse ambiente, que na maioria dos solos. Estudos conduzidos em um ecossistema florestal (Feng *et al.* 1990; Goldsborough *et al.* 1993) mostraram que o glifosato dissipou-se rapidamente na água de lagoas com muitos sedimentos suspensos, com a meia-vida variando entre 1,5 a 11,2 dias.

Outro estudo, conduzido em Oregon, EUA, também em ambiente florestal, por Newton *et al.* (1984), analisou a presença do produto aplicado diretamente sobre áreas a serem amostradas. Os autores observaram que os níveis mais altos de resíduo encontrados foram os do dia da aplicação, em que os valores no solo foram de 0,07 ppm, e na água do riacho, de 0,27 ppm. No quarto dia após o tratamento esse nível caiu abaixo do limite de detecção do método (0,025 ppm). Os dados de meia-vida do produto encontrados no ambiente foram de 9 dias nas folhagens das árvores, 12 dias em arbustos; 14 dias nas plantas daninhas e 10 dias nas folhas que se encontravam sobre o solo em processo de decomposição. O aumento da atividade microbológica do solo com a aplicação do glifosato tem sido observado em vários trabalhos (Liu *et al.* 1991; Pipke *et al.* 1987), constatando que muitos microrganismos utilizam a molécula do glifosato como fonte de fósforo, quando da ausência deste no meio.

Araújo (2002) avaliou a biodegradação do glifosato em dois tipos de solos (Podzólico Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho) durante 32 dias e observou o aumento da atividade microbiana após a aplicação da dose de 2,16 mg de e.a./kg de solo. Os fungos e actinomicetos apresentaram aumento de população, enquanto as bactérias permaneceram em número constante durante todo período de incubação.

Giesy *et al.* (2000) concluíram que o glifosato utilizado nas doses recomendadas não causa danos sobre a microbiologia do solo. Jansen (1999) analisou o impacto do uso de herbicidas em plantio direto e concluiu que os herbicidas agem basicamente sobre processos fisiológicos existentes apenas em plantas. Por isso, geralmente representam menor risco para os seres humanos e para a fauna silvestre, quando comparados com os inseticidas. Outra conclusão foi que diferentes herbicidas e doses aplicadas nas áreas de plantio direto têm menor efeito negativo sobre os componentes biológicos do solo que o preparo mecânico.

A rápida taxa de biodegradação ou degradação depende da população de microorganismos ativos e do nível de biodisponibilidade do pesticida (Shelton, 1992). Para Singh & Sethunathan (1992), o fator que governa a biodegradação é a biodisponibilidade do agrotóxico na solução do solo. As características do solo que podem influenciar na atividade dos microorganismos são teor argila e de matéria orgânica e o pH e a umidade do solo. Para o glifosato, algumas destas características influenciam a atividade dos microorganismos.

Dzantor & Felsolt (1990) sugerem que o entendimento completo da interação do solo com fatores microbiológicos e físico-químicos dos produtos fitossanitários é crucial para explicar o fenômeno de aceleração da biodegradação.

Os fatores climáticos que interferem na dominância da molécula do pesticida são a temperatura, a radiação solar, a chuva e o vento. O fator chuva depende da sua intensidade e frequência após a aplicação do produto fitossanitário, podendo ocasionar a lavagem da planta alvo, diminuindo sua eficácia no controle de pragas e, em função disso, ser encaminhado para outro compartimento. Tal fato foi observado por Tejada & Magallona (1985). A chuva pode atuar na reentrada do produto fitossanitário presente na

atmosfera para os demais compartimentos solo e água. A condição climática como natureza, quantidade e frequência da precipitação pode estar relacionada à persistência do pesticida no ambiente (Achik & Schiavon, 1989).

Não existe legislação brasileira que defina limites máximos de resíduos para qualquer pesticida em solos. Entretanto, a legislação estabelece normas e critérios para a realização de testes preliminares para a avaliação ecotoxicológica de pesticidas.

Os resultados das análises de estudos de amostras de resíduos realizadas no Brasil, para as culturas nas quais está registrado, atendendo exigências da ANVISA, segundo metodologia validada internacionalmente, apresentaram valores de glifosato abaixo do nível de quantificação do método analítico-laboratorial. Tais resultados estão em conformidade com o limite máximo de resíduo de glifosato estabelecido pelo Ministério da Saúde na respectiva monografia do produto, que é 0,2 mg/kg para cítricos e de 1,0 mg/kg para café, o que demonstra que o produto não foi absorvido e translocado pelas plantas dessas culturas, nas doses utilizadas nos experimentos (Portaria 10-ANVISA; ILSI, 2002).

Os experimentos conduzidos no Parque Nacional mostraram que os valores das concentrações de resíduos de glifosato no solo, nas condições estudadas, são extremamente baixas indicando que apenas uma fração da parte aplicada atingiu diretamente o solo, e assim foram detectadas pelas análises realizadas nos laboratórios especializados.

Gramíneas exóticas no Parque Nacional de Brasília

Até o presente momento são citadas para o Parque Nacional 130 gramíneas nativas (Martins *et al.* - dados não publicados), e nesta tese foram levantadas 28 espécies de gramíneas exóticas, que representa 17,7 % do total das gramíneas do Parque (Tabela 13). Do total das gramíneas exóticas, 17 espécies não haviam sido citadas na revisão do seu Plano de Manejo (FUNATURA/IBAMA, 1998). Entre as espécies encontradas no Parque predominam as de origem do continente africano (61 %), sendo que as demais espécies são oriundas da Ásia, Oceania, Europa e América do Sul.

As espécies *Bambusa vulgaris*, *Cymbopogon citratus*, *Cynodon dactylon* e *Dendrocolanus giganteus* formam pequenas populações, e mesmo apresentando baixa densidade, deverão ser eliminadas imediatamente. A espécie *Arundo donax* encontra-se restrita a duas touceiras, em uma antiga área de extração de cascalho, localizada próximo ao Centro de Visitantes. Neste caso, está gramínea deverá ser imediatamente erradicada tendo em vista que se trata de uma espécie bastante agressiva e que apresenta um grande potencial invasor (Bossard *et al.* 2000; Milton, 2004).

Por sua vez, as espécies *Andropogon gayanus*, *Brachiaria decumbens*, *Hyparrhenia rufa*, *Melinis minutiflora* cv Roxo e cv Cabelo-de-Negro e *Rhynchelytrum repens* apresentam populações estabelecidas no cerrado nativo. Devido ao comportamento agressivo apresentado por essas gramíneas, deve-se implementar em caráter de urgência um programa que contemple o controle das mesmas.

Para as demais gramíneas invasoras, torna-se fundamental a realização de um diagnóstico do processo de expansão e das conseqüentes mudanças causadas nas áreas onde essas espécies são encontradas. Baseado nessas informações, será possível estabelecer estratégias de manejo diferenciadas, cujo objetivo é evitar o avanço dessas invasoras para as áreas de cerrado nativo. A médio e longo prazo faz-se necessário a implementação um programa de controle dessas gramíneas.

Tabela 13. Lista das gramíneas exóticas do Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal, região de sua ocorrência natural e local de coleta (APU = área aberta ao público, MID = área minerada degradada com colonização espontânea, MIR = área minerada submetida a um projeto de recuperação*, EST = ao longo das estradas e CEN = cerrado nativo)

| Espécies | Ocorrência natural | APU | MID | MIR | EST | CEN |
|--|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| <i>Andropogon fastigiatus</i> Sw. | África ¹ | - | - | x | x | x |
| <i>Andropogon gayanus</i> Kunth | África ¹ | x | x | x | x | x |
| <i>Arundo donax</i> L. | Europa/Mediterrâneo ² | - | x | - | - | - |
| <i>Brachiaria brizantha</i> (Hochst. ex A. Rich. | África ¹ | - | - | - | x | - |
| <i>Brachiaria decumbens</i> StapfD. Webster | África ¹ | x | x | x | x | x |
| <i>Brachiaria plantaginea</i> (Link) Hitcc. | África ⁵ | x | - | - | - | - |
| <i>Bambusa vulgaris</i> Schrad. ex J.C. Wendl. | Ásia ³ | x | - | - | - | - |
| <i>Chloris pycnothrix</i> Trin | África ¹ | x | - | x | - | - |
| <i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf. | África e Ásia ⁴ | x | - | - | - | - |
| <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. | África ¹ | x | - | - | - | - |
| <i>Dendrocolamus giganteus</i> Wall. ex Munro | Ásia ² | x | - | - | - | - |
| <i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koeler | Cosmopolita tropical ⁵ | x | - | x | - | - |
| <i>Digitaria violascens</i> Link | Ásia e Oceania ⁵ | x | - | - | x | - |
| <i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn. | África ¹ | x | - | x | - | - |
| <i>Eragrostis amabilis</i> (L.) Wight & Arn ex Nees | Velho mundo ⁶ | x | - | x | x | - |
| <i>Eragrostis pilosa</i> (L.) P. Beauv. | Eurásia ⁶ | - | - | x | x | - |
| <i>Eragrostis tenuifolia</i> (A. Rich.) Hochst. ex Steud | África tropical e Ásia ⁶ | x | - | x | x | - |
| <i>Hyparrhenia rufa</i> (Nees) Staf | África ¹ | x | x | x | x | x |
| <i>Melinis minutiflora</i> P. Peauv (cv. Roxo e cv. Cabelo-de-Negro) | África ¹ | x | x | x | x | x |
| <i>Microchloa indica</i> Hackel. | África ¹ | x | - | - | x | - |
| <i>Panicum maximum</i> L. | África ¹ | x | - | - | x | - |
| <i>Paspalum urvillei</i> Steud. | Uruguai e Argentina ⁷ | x | - | - | x | - |
| <i>Pennisetum pedicellatum</i> Trin. | África ¹ | - | - | x | - | - |
| <i>Pennisetum polystachion</i> (L.) Schult. | África ¹ | x | - | - | x | x |
| <i>Penisetum purpureum</i> Schumach. | África ¹ | - | - | x | x | - |
| <i>Phyllostachys bambusoides</i> Sielbod & Zucc. | Ásia ³ | - | - | - | - | x |

Continuação Tabela 13

| | | | | | | |
|---|---------------------------------|---|---|---|---|---|
| <i>Rhynchelytrum repens</i> (Wild.) C.E. HubbZizka | África ¹ | x | - | x | x | x |
| <i>Sporobolus indicus</i> (L.) R. Br. | Tropical americana ⁸ | x | - | x | x | - |

FONTES: 1 Filgueiras, 1990; 2 –Bossard et al. 2000; 3 – Lessard & Chouinard, 1980.; 4 – Clayton, 1972; 5 Pohl, 1980; 6 Boechat, & Longhi-Wagner, 2003; 7-Skerman & Riveros; 8- Clayton, 1965

* Convênio IBAMA/FUB nº 31/91

Entre as gramíneas exóticas invasoras no Parque Nacional, o fato que mais chama atenção são as grandes populações de *Melinis minutiflora* (capim-gordura) (FUNATURA/IBAMA, 1998). Seu grande crescimento vegetativo aliado a uma vasta produção de sementes viáveis, torna esta espécie uma verdadeira ameaça à conservação dos ambientes campestres naturais (FUNATURA/IBAMA, 1998; Filgueiras, 1990; Martins *et al.* 2004). Para as espécies *Andropogon gayanus*, *Brachiaria decumbens* e *Hyparrhenia rufa*, até o presente momento, não se conhece o total das áreas do parque colonizadas por essas gramíneas.

De acordo com Macdonald *et al.* (1986), o levantamento das espécies exóticas em uma área protegida pode mostrar sua susceptibilidade à invasão. O levantamento realizado no Parque Nacional de Brasília mostra que o número de gramíneas exóticas é elevado, embora não reflita diretamente a área ocupada por cada espécie. A presente situação de invasão é grave e, possivelmente seja ainda mais alarmante, se integrada com os dados de outras famílias botânicas.

Diversas técnicas de manejo para controlar espécies invasoras têm sido usadas em vários países, cujo sucesso baseia-se na adoção de um manejo integrado que contempla o controle biológico, químico e mecânico. No entanto, qualquer estratégia dependerá do conhecimento das espécies invasoras a controlar.

Para efetiva preservação da vegetação nativa do Parque Nacional de Brasília, torna-se fundamental a realização de um levantamento de todas as espécies exóticas (monocotiledôneas e dicotiledôneas), como também, a elaboração de um programa de monitoramento e de controle/erradicação para as diferentes espécies exóticas encontradas nessa unidade de conservação.

Distribuição do capim-gordura no Parque Nacional de Brasília

O levantamento da ocorrência do capim-gordura mostrou que esta espécie ocorre em cerca de 15,2% dos 30.000 hectares do Parque Nacional de Brasília. O capim-gordura predomina em 1.019 ha e ocorre em 3.554 ha sem excluir a vegetação (Figura 41).

O estudo “Vegetação e Flora do Parque Nacional de Brasília” (FUNATURA/IBAMA, 1998), que subsidiou a elaboração do Plano de Manejo do Parque, considera *Melinis minutiflora* (capim-gordura) a gramínea que causa o maior impacto sobre a flora dessa Unidade de Conservação devido a sua grande agressividade.

Sabe-se que o capim-gordura está presente na área do Parque mesmo antes de sua criação no início da década de 60. Essa gramínea era cultivada como forrageira para o gado leiteiro nas fazendas desapropriadas. Atualmente, observa-se que o capim-gordura encontra-se amplamente distribuído nas áreas próximas às drenagens (invasões em áreas naturais) e ao longo das estradas (invasões em áreas antropizadas) (Figuras 42 e 43). Por outro lado, também é possível encontrar pequenas populações do capim-gordura em áreas encharcadas (nascentes do córrego do Acampamento), em clareiras nas bordas e no interior das matas ciliares (Mata no córrego do Rego), e em antigas áreas de mineração (cascalheiras) (Figuras 44, 45 e 46).

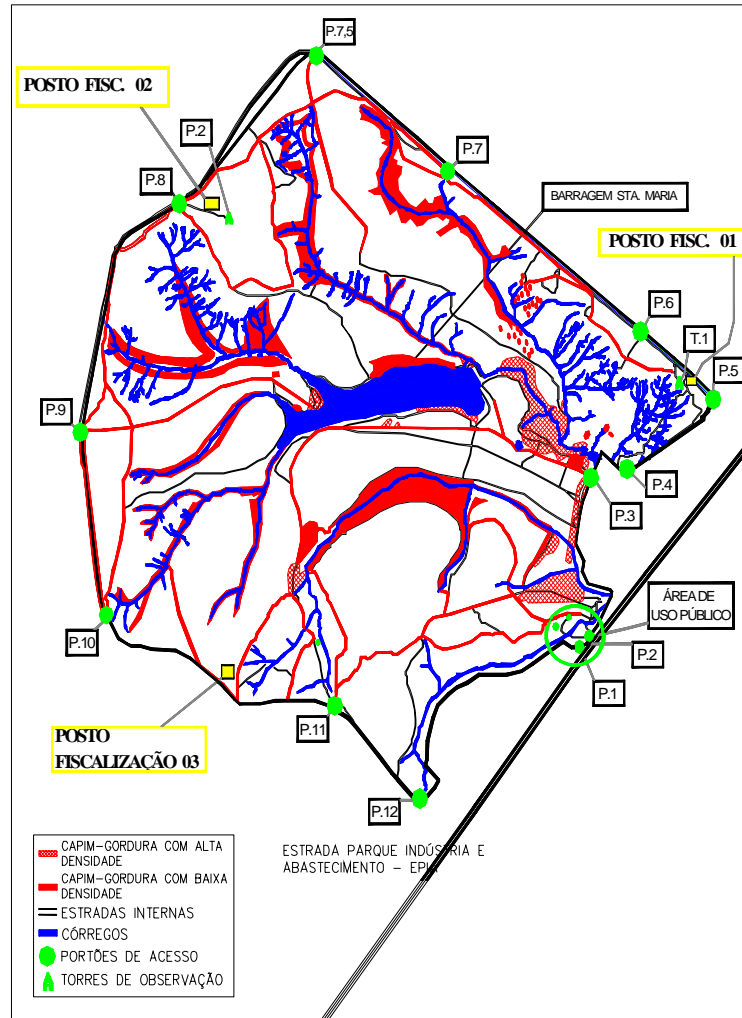


Figura 41. Distribuição do capim-gordura no Parque Nacional de Brasília

Fonte: Parque Nacional de Brasília

Nota: Levantamento baseado no levantamento realizado por Paulo César Mendes Ramos (1991)

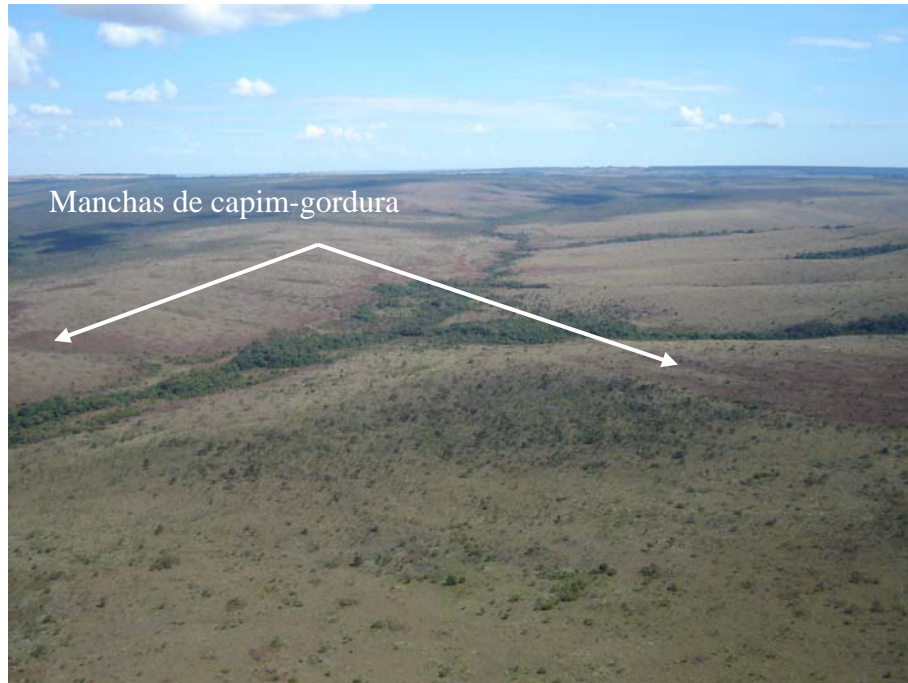


Figura 42. Colonização do capim-gordura ao longo das drenagens e áreas adjacentes no Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal



Figura 43. Colonização do capim-gordura ao longo das estradas e áreas adjacentes no Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal



Figura 44. Colonização do capim-gordura na nascente do córrego do Acampamento no Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal



Figura 45. Colonização do capim-gordura nas clareiras da mata ciliar do córrego do Rego, no Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal



Figura 46. Colonização do capim-gordura em áreas de antigas cascalheiras, no Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal

CONCLUSÕES

- 1) As características moleculares com base em marcadores RAPD evidenciaram a variabilidade genética entre acessos das cultivares Roxo e Cabelo-de-Negro da gramínea *Melinis minutiflora* (capim-gordura) presentes no Parque Nacional de Brasília.
- 2) As diferenças anatômicas encontradas entre as cultivares Roxo e Cabelo-de-Negro do capim-gordura não são suficientes para separá-las em espécies. Devido a cultivar Cabelo-de-Negro apresentar maior quantidade de estruturas esclerificadas e menor diâmetro da maioria dos órgãos analisados, se conjectura que seja mais adapta a ambientes secos e apresenta-se mais resistente ao pastejo e corte.
- 3) O ciclo reprodutivo do capim-gordura no Parque Nacional de Brasília dura em torno de três meses. O início do período reprodutivo concentra-se na primeira quinzena de maio, término do período chuvoso, e estende-se até a segunda quinzena de agosto, auge da seca na região do cerrado brasileiro. Para a maioria das gramíneas nativas o desprendimento das sementes ocorre no final do período chuvoso e início do período seco.
- 4) A percentagem média de espiguetas cheias foi de 29% para cultivar Roxo e de 30% para cultivar Cabelo-de-Negro. A produção total de espiguetas (cheias + vazias) na área estudada é de 116 kg/ha e 74,3 kg/ha para cultivar Roxo e Cabelo-de-Negro, respectivamente. A alta produção de espiguetas demonstra o excelente desempenho dessas cultivares considerando que a colonização é espontânea.
- 5) Em condições de laboratório as sementes recém-colhidas de ambas as cultivares apresentam alta viabilidade e alta dormência. São necessários três dias para as sementes começarem a germinar e o processo germinativo dura entre quatro e doze dias. São necessários 18 meses para registrar a superação total da dormência das sementes do capim-gordura. Após seis anos de armazenamento as sementes das cultivares Roxo e Cabelo-de-Negro apresentaram uma viabilidade de 66 e 34%, respectivamente.
- 6) O processo de dispersão das sementes do capim-gordura ocorre entre 30 e 40 dias após a emissão das inflorescências. Provavelmente o vento não é um fator importante para a dispersão das sementes do capim-gordura no Parque Nacional de Brasília.

7) O fogo não elimina as sementes do capim-gordura presentes no banco de sementes. Nas áreas onde o índice de cobertura do capim-gordura foi reduzido para menos de 0,5% são necessários pelos menos 19 meses para ocorrer uma depleção total das sementes do capim-gordura presentes no banco de sementes.

8) Os ensaios de emergência das plântulas mostraram que a germinação decresce com o aumento da profundidade de enterrio das sementes. Para as cultivares Roxo e Cabelo-de-Negro a profundidade de 4 cm representa o limite de inibição em que as plântulas situadas nesta posição não conseguiram emergir. A permanência das sementes na superfície do solo contribui com um acréscimo significativo de plântulas de ambas as cultivares, quando comparado com as demais profundidades de enterrio (1, 2 e 3 cm).

9) O pulso inicial de emergência das plântulas de capim-gordura no campo ocorreu no mês de dezembro, e o processo de germinação das sementes se estendeu até o mês de março. O declínio registrado no número de plântulas nos ambientes estudados (fogo/maio, fogo/setembro e ambiente natural) é uma decorrência da competição intra e interespecífica, da baixa fertilidade do solo e dos veranicos que ocorreram ao longo do período chuvoso. No ambiente natural o sombreamento resultante da densa camada do substrato rasteiro afeta de certa forma a sobrevivência do capim-gordura, porém, não foi suficiente, para impedir o estabelecimento desta gramínea. O estabelecimento e a expansão do capim-gordura são beneficiados pela associação simbiótica com fungos micorrízicos arbusculares (MA) em detrimento da vegetação nativa do estrato rasteiro.

10) De uma perspectiva de recuperação ambiental, a realização de apenas uma queimada controlada não se configura como um instrumento efetivo de controle do capim-gordura. As técnicas de manejo integrado/maio e manejo integrado/setembro conseguiram reduzir para menos de 0,5% a presença do capim-gordura após 17 meses do início do experimento. No mesmo período, a recuperação do índice de cobertura total da vegetação do estrato rasteiro foi de 80,3% e 64,6%, respectivamente, enquanto a biomassa total do estrato rasteiro foi de 3,7 t/ha para o tratamento manejo integrado/maio e 3,5 t/ha para manejo integrado/setembro.

11) Nas condições estudadas os valores das concentrações de resíduos de glifosato no solo são extremamente baixas, indicando que apenas uma fração da parte aplicada atingiu diretamente o solo.

12) A vegetação do estrato rasteiro apresentou grande capacidade de restabelecimento tanto vegetativo quanto reprodutivo. Na área experimental a riqueza florística é expressiva sendo encontrada 409 espécies.

13) Foram identificadas 28 espécies de gramíneas exóticas no Parque Nacional de Brasília, que representa 17,7% do total das gramíneas até o presente citadas para essa unidade de conservação. Entre as espécies encontradas no Parque predominam as de origem do continente africano (61 %), sendo que as demais espécies são oriundas da Ásia, Eurásia, Oceania, Europa e do continente Americano.

14) O capim-gordura está amplamente distribuído no Parque Nacional de Brasília. Esta gramínea ocorre em 4.510 ha o que representa 15% dos 30.000 ha dessa unidade de conservação (área do parque referente ao Decreto nº 241/61). O capim-gordura predomina em 1.019 ha e ocorre em 3.554 ha sem excluir a vegetação nativa;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aduan, R. E. Relações hídricas de duas gramíneas nativas e uma introduzida no cerrado e sua conexão com as conseqüências da substituição do estrato herbáceo. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, 1998.
- Achik, J.; Schiavon, M. Carbofuran transfer and persistence in drained agricultural soils related to their structure and adsorption properties. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, New York, 18: p.83-92, 1989.
- Aires, F.S.; Barros, T.G.B.; Silva, S.B.; Sá, A.C.G.; Sato, M.N.; Andrade, S.M.A.; Miranda, H.S. Queimada em área de Cerrado invadido por capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.) no Parque Nacional de Brasília, Brasília,DF. Anais do VII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu, MG, 20 a 25 de novembro, 2005, meio digital.
- Allen, E.B.; Allen, M.F. Competition between plants of different successional stages: mycorrhizae as regulators. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa 62: p. 2625-2629, 1984.
- Almeida, S.P. Grupos fenológicos de comunidades de gramíneas perenes de um campo cerrado no Distrito Federal, Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília 30 (8): p. 1007-1073, 1995.
- Almeida-Cortez, J.S. Dispersão e banco de sementes. Germinação: do básico ao aplicado. Alfredo Gui Ferreira & Fabian Borghetti (orgs.). Porto Alegre: Artmed p. 225-235. 2004.
- Analytical Software. Statistix 8.0 Analytical software, Tallahassee, 396p, 2003.
- Andrade, R.V. Épocas de colheita, produção e qualidades de sementes de capim-gordura. *Revista Brasileira de Sementes*. Brasília 5 (2), p. 9-22, 1983.
- Andrade, R.P. Pastagens na região dos Cerrados. Anais do 8º Simpósio sobre manejo de pastagens: FEALQ, p. 455-479, 1986.
- Araújo, A.S.F. Biodegradação, extração e análise de glifosato em dois tipos de solos. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

- Araújo, A.S.F.; Montero, R.T.R.; Abarkeli, R.B. Effects of glyphosate on the microbial activity of two Brazilian soils. *Chemosphere* 52: p. 799-804, 2003.
- Aronovich, S.; Rocha, G.L. Gramíneas e leguminosas forrageiras de importância no Brasil Central Pecuário. *Inf. Agropec. Belo Horizonte*, 11 (132): p. 3-13, dezembro 1985.
- Baruch, Z.; Ludlow, M.M.; Davis, R. Photosynthetic responses of native and introduced C₄ grasses from Venezuelan savannas. *Oecologia* 67: p. 388-393, 1985.
- Baruch, Z.; Hernández, A.B.; Montilla, M.G. Dinâmica del crecimiento, fenología y repartición de biomasa gramíneas nativas e introducidas de una sabana neotropical. *Ecotropicos* 2: p. 1-13, 1989.
- Baruch, Z.; Bilbao, B. Effects of fire and defoliation on the life history of native and invader C₄ grasses in a Neotropical savanna. *Oecologia* 119: p. 510-520, 1999.
- Batalha, M. A.; Martins, F.R. Reproductive phenology of the cerrado plant community in Ema National Park (central Brazil). *Australian Journal of Botany* 52: p. 149-161, 2004.
- Bensunsan, N. R. Modelos conceituais e indicadores de efetividade na conservação da biodiversidade: um estudo de caso do Parque Nacional de Brasília. Tese de Mestrado: Universidade de Brasília, 1997
- Benvenuti, S.; Macchia, M.; Miele, S. Quantitative analysis of emergence of seedlings from buried weed seeds with increasing soil depth. *Weed Science* 49: p. 528-535, 2001.
- Bever, J.D. Host-specificity of AM fungal populations growth rates can generate feedback on plant growth. *Plant and Soil* 244: p. 281-290, 2002.
- Bhowmik, P.C. Weed biology: importance to weed management. *Weed Science* 45, p. 349-356, 1977.
- Boechat, S.C.; Longhi-Wagner, H.M. 2003. O gênero *Eragrostis* (Poaceae) no Brasil. *IHERINGIA, Sér. Bot.*, Porto Alegre, 55: p. 123-169, junho 2003.
- Bogdan, A.V. Tropical pasture and folder plants. New York, Longman, 475p, 1977.
- Borém, A. Pequeno glossário de termos agrônômicos. Viçosa, 169p, 1998.

- Borghetti, F.; Ferreira, A.G. Germinação: do básico ao aplicado. Alfredo Gui Ferreira & Fabian Borghetti (orgs.). Porto Alegre: Artmed, 323p. 2004.
- Bossard, C.C.; Randall, J.M.; Hoshovsky, M., C. (eds). Invasive plants of California's wildlands. University of California Press, Berkeley, California, USA. 360p, 2000.
- Bronstad, J.O.; Friestad, H.O. The herbicide glyphosate, 2005p. Londres: Butterworth, 1985.
- Brooks, M.L.; Pyke, D.A. Invasive plants and fire in the desert of North America. *In*: K.E.M. Galley and T.P. Wilson (eds.). Proceedings of the Invasive Species Workshop: the Role of Fire in the Control and Spread of Invasive Species. Fire Conference 2000: the First National Congress on Fire Ecology, Prevention, and Management Miscellaneous Publication N° 11, Tall Timbers Research Station, Tallahassee, Fl. p. 1-14, 2001.
- Byers, J.E.; Reichard, S.; Randall, J.M.; Parkers, I.M.; Smith, C.S.; Lonsdale, W.M.; Atkinson, I.A.E.; Seasatedt, T.R.; Williamson, M.; Chornesky, E.; Hayes, D. Directing research to reduce the impacts of nonindigenous species. *Conservation Biology* 16 (3):, p. 630-640, June 2001.
- Cardina, J.; Sparrow, D.H.; McCoy, E.L. Spatial relationships between seedbank and seedling populations of Common Lambsquarters (*Chenopodium album*) and annual grasses. *Weed Science*. 44: p. 298-308, 1996.
- Carmona, R.; Martins, C.R.; Fávero, A.P. Fatores que afetam a germinação de sementes de gramíneas nativas do cerrado. *Revista Brasileira de Sementes*. 20 (1): p. 16-22, 1998.
- Carmona, R.; Martins, C.R.; Fávero, A.P. Características de sementes de gramíneas nativas do cerrado. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília 34: p. 1067-1074, junho 1999.
- Carvalho, M.M.; Oliveira, F.T.T.; Saraiva, O.F.; Martins, C.E. Fatores nutricionais limitantes ao crescimento de forrageiras tropicais em dois solos da Zona da Mata, MG. 1. Latossolo Vermelho-Amarelo. *Pesq. agrop. bras.*, Brasília 20 (5): p. 519-528, 1985.
- Carvalho, M.M.; Saraiva, O.F. Resposta do capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.) a aplicação de nitrogênio, em regime de cortes. *Rev. Soc. Bras. Zoot.* 16 (5): p. 442-454, 1987.

- Carvalho, M.M.; Botrel, M.A.; Martins, C.E. Recuperando pastagens em áreas de morro e em solos ácidos. Balde Branco, p. 22-24, 1988.
- Cass, A.; Savage, M.J.; Walls, F.M. The effect of fire in soil and microclimate. *In: Ecological Effects of fire South Africa Ecosystems*. P. de V. Booyesen & N.M. Tainton (eds.). Springer-Verlag, Berlin, 1984.
- Castro, E.A.; Kauffmann, J.B. Ecosystem structure in the Brazilian Cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root biomass and consumption by fire. *Journal of tropical ecology* 14: p. 263-282, 1998.
- Castro-Neves, B.M.; Miranda, H.S. Efeitos do fogo no regime térmico do solo de um campo sujo de cerrado. *In: Impactos de Queimadas em Áreas de Cerrado e Restinga*. H.S. Miranda, C.H. Saito & B.F.Dias (orgs.), 1996.
- Castro-Neves, B.M. Comportamento de queimadas, temperaturas do solo e recuperação da biomassa aérea em campo sujo nativo e em capim-gordura (*Melinis minutiflora*). Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, 2000.
- Caturla, R.N.; Raventós, J.; Guàrdia, R.; Vellejo, V.R. Early post-fire regeneration dynamics of *Brachypodium retusum* Pers. (Beauv.) in old fields of the Valencia region (eastern Spain). *Acta Oecologica* 21 (1): p. 1-12, 2000.
- César, H. Efeito da queimada e corte sobre a vegetação de um campo sujo na Fazenda Água Limpa, Brasília – DF. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, 1980.
- Chase, A.; Sendulky, T. Primeiro livro de gramíneas. Noções sobre a estrutura com exemplos da flora brasileira. Mary Agnes Chase; tradução e adaptação de Tatiana Sendulsky. São Paulo: Instituto de Botânica, 125p, 1991.
- Christensen, P.E and Burrows, N.D. Fire: an old tool with a new use. *In: Ecology of biological invasiosn: An Australian Perspective*. Groves, R.G and Burdon, J.J. (eds.). Australian Academy of Science. Canberra 1986.
- Clayton, W.D. Studies in the Graminae VI. Sporoboleae. The *Sporobolus indicus* complex.p. 287-293, 1965.

- Clayton, W.D. Gramineae. *In*: Hutchinson, J. & Dalziel, J.M. (eds.). Flora of West Tropical Africa (2 ed). London: Crown Agents for Oversea Governments and Administrations, 1972.
- Coelho, H.A. Histórico de regime de fogo do Parque Nacional de Brasília. Monografia de final de curso, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, 43p. 2002.
- Condé, A. dos R.; Garcia, J. Efeito da época de colheita sobre o potencial de armazenamento das sementes do capim-braquiária, em condições ambientais. *Rev. Bras. Sem.* 7 (2): p.85-92, Brasília, 1985.
- Collins, S.L.; Glenn, S.M.; Gibson, D.J. experimental analysis of intermediate disturbance and initial floristic composition: decoupling cause and effect. *Ecology*, 76, p. 486-495, 1995.
- Coolen, W.R. Methods for the extraction of *Meloidogyne* spp. an other nematodes from roots and soil. *In*: Lamberti, F.; Taylor, C.E. (Ed.). Root-knot nematodes (*Meloidogyne* species): systematics, ecoogy and control. London: Academic, p. 317-329, 1979.
- Corrêa, R.S. Aspectos vegetacionais e edáficos de uma área de desaterro no Cerrado sobre Latossolo Vermelho-Escuro. Tese mestrado. Universidade de Brasília, 1995.
- Costa, E.M. Líquens e capins invasores como indicadores do estado de conservação das fisionomias de cerrado do Parque Nacional de Brasília. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, 2002.
- Curado, T.F.C.;Costa, N.M.S. Gramíneas para pastagens cultivadas em Minas Gerais. *Inf. Agropec.* Belo Horizonte, 6 (71): novembro 1980.
- Cruz, C.D. Programa Genes: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: Editora UFV, 648p, 1997.
- D'Antonio, C.M.; Vitouek, P.M. Biological invasions by exotics grasses, the grass/fire, and goal change. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 23: 63-87, 1992.
- D'Antonio, M.C. Fire, plant invasions, and global changes. *In*: Biological Invasions and Global Change. H.A. Mooney & R. Hobbs. p. 65-93, Island Press, Covelo, 2000

- D'Antonio, C.M.; Tunison, J.T.; Loh, R.K. Variation in the impact of exotic grasses on native plant composition in relation to fire across an elevation gradient in Hawaii. *Austral Ecology* 25: p. 507-522, 2000.
- D'Antonio, C.M.; Hughes, R.F.; Vitousek, P.M. Factors influencing dynamics of two invasive C₄ grasses in seasonally dry Hawaiian Woodlands. *Ecology*, 82 (1): p. 89-104, 2001.
- D'Antonio, C.M.; Meyerson, L.A. Exotic plant species as problems and solutions in ecological restoration: a synthesis. *Restoration Ecology*, 10 (4): p. 703-713, December 2002.
- Dick, R.E.; Quinn, J.P. Glyphosate-degradation isolates from environmental samples: occurrence and pathways of degradation. *Applied Microbiology Biotechnology*. 43 (3): p. 545-550, 1995.
- Durigan, G.; Contieri, W.A.; Franco, G.A.D.C.; Garrido, M.A.O. Indução do processo de regeneração da vegetação de cerrado em áreas de pastagem, Assis, SP. *Acta bot. bras.* 12 (3): p. 421-429, (Suplemento), 1998.
- Dzantor, E.K.; Felsot, A.S. Soil difference in the biodegradation of carbofuran and trimethacarb following pretreatment with these insecticides. *Bulletin of Environment Contamination and Toxicology*, New York, 45: p.531-537, 1990.
- Eira, M. T. S. Comparação de métodos de quebra de dormência em sementes de capim *Andropogon*. *Rev. Bras. Sementes* 5 (3): p. 37-49, 1983.
- Eiten, J.; Goodland, R. Ecology and management of semi-arid ecosystems in Brazil. Reprinted from *Management of semi-arid Ecosystems*, B.H. Walker (ed.), Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam – Printed in The Netherlands, 1979.
- Eiten, G.; Sambuichi, R.H. Effect of long-term periodic fire on plant diversity in a cerrado region. *In: Biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos cerrados*. R.C. Pereira & L.C.B. Nasser (eds.) *Anais/Proceeding do VIII Simpósio sobre o cerrado*, p. 46-55, 1996.
- EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solo. Serviço Nacional de Levantamento de Solos. Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, 1979.

- EUROPEAN COMMISSION. Report for the Active Substance Glyphosate. Directive 6511M/99, Jan.21. International Programme on Chemical Safety. Glyphosate. 2002. Disponível em [http:// europa.eu.int/ comm/food/fs/ph_ps/pro/ eva/ existing/listl_lyphosate_ em. pdf](http://europa.eu.int/comm/food/fs/ph_ps/pro/eva/existing/listl_lyphosate_em.pdf).
- Faleiro, F.G., Faleiro, A.S.G.; Cordeiro, M.C.R.; Karia, C.T. Metodologia para operacionalizar a extração de DNA de espécies nativas do cerrado. Planaltina: Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico N°92, 6p. 2003a.
- Faleiro, F.G., Karia, C.T., Andrade, R.P., Barros, A.M., Silva, D.O.C. Diversidade genética de uma coleção de trabalho de *Stylosanthes guianensis* com base em marcadores RAPD. In: Anais da XL REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria. Anais...Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003b. Unidade CD. 6 p.
- Felipe, G.M.; Apolo, M. Germinação de ervas invasoras: efeito de luz e escarificação. Rev. Bras. Bot. 6: p.55-60, 1983.
- Feng, J, C.; Thompson, D, G.; Reynolds, P. E. Fate of Glyphosate in a Canadian Forest Watershed. 1. Aquatic Residues and Off Target Deposit Assessment. J. Agric. Food Chem., Washington, 38, p. 1110-1118, 1990.
- Filgueiras, T.S; Nogueira, P.E; Brachado, A.L. & Guala, G.F. Caminhamento – um método expedido para levantamentos florísticos qualitativos. Cadernos de Geociências 12: 39-43, 1994.
- Filgueiras, T.S. Africanas no Brasil. Gramíneas introduzidas da África. Cadernos de Geociências 5: p. 57-63, 1990.
- Filgueiras, T.S. A floristic analysis of the Gramineae of Brasil's Distrito Federal and a list of the species occurring in the area. Edinburgh Journal of Botany 48 (1): p.73-80, 1991.
- Filgueiras, T.S.; Pereira, B.A.S. Flora do Distrito Federal. In: Cerrado: caracterização, ocupação e perspectiva/ Maria Novaes Pinto (org.). Brasília. Editora Universidade de Brasília - 2º edição, p. 345-404. p. il. revista e ampliada, 1993.

- Filgueiras, S.T. Herbaceous Plant Communities. *In*: Oliveira, P.S & Marquis, R.J. (ed.). The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna. Columbia University Press. New York. p. 121-139, 2002.
- Freitas, G. K. Invasão biológica do capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv) em um fragmento de cerrado (A.R.I.E Cerrado Pé-de-Gigante, Santa Rita do Passa Quatro). Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. 1999.
- Fundação Pró-Natureza (FUNATURA)/Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Plano de Manejo do Parque Nacional de Brasília/Revisão. 1: Brasília, 1998.
- Galli, A.J.; Montezuma, M.C. Alguns aspectos da utilização do herbicida glifosato na agricultura. 66p. Editora ACADCOM Gráfica e Editora Ltda, 2005.
- Garcia, R.; Silva, S.; Obeid, J.A.; Silva, R.F. Influência da época de cortes e de colheita na produção de sementes do capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.). *Rev. Soc. Bras. Zoot.* 18 (6): p. 463-4687, 1989.
- Giesy, J.P.; Dobson, S.; Solomon, K.R. Ecotoxicological Risk Assessment for Roundup Herbicide. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.*, New York, 167: p. 35-120, 2000.
- Gerdemann, J.W., Nicolson, T.N. Spores of mycorrhizal endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transaction of the British Mycological Society*, London, 46: p.235-244, 1963.
- Ghassemi, M.; Fargo, I.; Painter, P.; Quinlivan, S.; Scofield, R.; Takata, A. Environmental fates and impacts of major forest use pesticides, p. A-149-68. Washington: US. EPA. Office of Pesticides and Toxic Substances, 1981.
- Ghouse, A.K.M.; Yunus, M. Preparation of epidermal peels from leaves of Gymnosperms by treatment with hot 60% HNO₃. *Stain Technology* 47: p.322-324, 1972.
- Goldsborough, L. G.; Brown, D.J. Dissipation of glyphosate and aminomethylphosphonic acid in water and sediments of boreal forest ponds. *Envir. Tox. Chem.*, 12,: p.1139-47, 1993.

- Gomide, J.A. Exploração de pastagens em solos de baixa fertilidade. In: Peixoto, A.M. (ed.). Pastagens: fundamentos da exploração racional. (2 ed.). Piracicaba: FEALQ, p. 455-475, 1994.
- Grossman, J.; Aronovich, E.; Campello, E.C.B. Grasslands of Brazil (Pastures Del Brasil). IX Congresso Internacional de Pastagens. Vol. 1. Departamento da Produção Animal sa Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, 7/10 janeiro 1965.
- Haridsan, M. Solos do Distrito Federal. In: Cerrado: caracterização, ocupação e perspectiva/ Maria Novaes Pinto (org.). Brasília. Editora Universidade de Brasília - 2º edição, p. 321-340. p. il. revista e ampliada, 1993.
- HEALTH CANADA. Discussion Document (1991). Pre-harvest use of glyphosate. D91-01. Disponível em http://www.hc-sc.gc.ca/pmra-arla/english/pdf/prdd/prdd_d9101-e.pdf. Acesso em 20/11/2003.
- Heijden, M.G.A. van der.; Klironomos, J.N.; Ursic, M.; Moutoglis, P.; Streitwolf-Engel, R.; Boller, T.; Weimken, A.; Sander, I.R. Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. Nature 396: p. 69-72, 1998.
- Hoffmann, W.A.; Lucatelli, V.M.P.; Silva, F.J.; Azevedo, I.N.C.; Marinho, M.S.; Albuquerque, A.M.S.; Lopes, A.O; Moreira, S.P. Impact of the invasive alien grass *Melinis minutiflora* at the savanna-forest ecotone in the Brazilian Cerrado. Diversity and Distributions, 10: p. 99-103, 2004.
- Horowitz, Christiane. Plano de ação emergencial do Parque Nacional de Brasília. Brasília: IBAMA, 1996.
- Howeler, R. H.; Sieverding, E.; Saif, S. Practical aspects of mycorrhizal technology in some tropical crops and pastures. Plant and Soil. 100: p. 249-28, 1987.
- Hughes, F.; Votousek, P.M.; Tunison, T. Alien grass invasions and fire in the seasonal submontane zone of Hawaii. Ecology, 72 (2): p. 743-746, 1991.
- Hughes, F.; Vitousek, P.M. Barriers to shrub establishment following fire in the seasonal submontane zone of Hawaii. Oecologia v 93: p.557-563, 1993.

- IBAMA. Unidades de Conservação do Brasil, vol. I. Parques Nacionais e Reservas Biológicas. MINTER, Brasília, 182p. 1982.
- Jansen, A. E. Impacto ambiental del uso de herbicidas en siembra directa: proyecto conservación de suelos. San Lorenzo, 1999.
- Johansen, D.A. Plant microtechnique. Mc Graw Hill Book. New York, 1940.
- Joviano, R.; Costa, R.V. Milk production in Brazil. *In*: International Grassland Congress, 9. São Paulo. Proceedings. Secr. Agricultura, Dep. Prod. Animal 1: p. 61-80, 1965.
- López-García, M.C.; Maillet, J. Biological characteristics of an invasive south African species. *Biological Invasions* 7: p.181-194, 2005.
- Kauffman, J.B.; Cummings, D.L.; Ward, D.E. Relationship of fire, biomass and nutrient dynamics along a vegetation gradient in the Brazilian cerrado. *Journal of Ecology* 82: p.519-531, 1994.
- Keeley, J.E. Invasive plants and fire management in California Mediterranean-climate ecosystems. Proceedings 10 th MEDECOS Conference, April 25 – May 1. Rhodes, Greece, Arianoutsou & Papanastasis. 2204 Milpress, Rotterdam, ISBN, ISBN 90 5966 0161, 2004.
- Kirkwood, R.C. *Advance in pesticide science*, Oxford: Pergamon Pres, p. 420-429, 1979.
- Klink, C.A. Effects of clipping on size and tillering of native and African grasses of the Brazilian savannas (the cerrado). *Oikos* 70: p. 365-376, 1994.
- Klink, C.A.;Macedo, R.H.; Mueller, C.C. De Grão em Grão o Cerrado Perde espaço, WWW-Brasil and Pró-CER. Brasília, DF, Brazil 1995.
- Klink, C.A. Germination and seedling establishment of two native and one invading African grass species in the Brazilian cerrado. *Journal of tropical Ecology*, 21: p. 139-147, 1996.
- Klink, C.A.; Machado, R.B. A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade* 1 (1): p. 147-155, julho 2005.
- Kollman, W.; Segawa, R. Interim report of the pesticide chemistry database: environmental hazards assessment program. Department of Pesticide Regulation, 1995.

- Kraus, J.E.; Sousa, H.C.; Rezende, M.H.; Castro, N.M.; Vecchi, C. ; Luque, R. Astra blue and basic fuchsin double staining of plant materials. *Biotechnic & Histochemistry* 73: (5): p.:235-243, 1998.
- Levine, J.M.; Vilá, M.; D'Antonio, C.M.; Duks, J.S.; Grigulis, K.; Lavorel, S.M. Mechanisms underlying the impacts of exotic plant invasions. *Proc. R. Soc. Lond. B.* 270, p. 775-781, 2003.
- Lesica, P. Effects of fire on the demography of the endangered, geophytic herb *Silene spaldingii* (Caryophyllaceae). *American Journal of Botany* 86 (7): p.996-1002, 1999.
- Lessard, G. & Chouinard, A. Bamboo Research in Asia. Proceedings of a workshop held in Singapore. Gilles, L & Chouinard (eds.) p. 28-30, May 1980.
- Liu, C.M.; Mclean, P.A.; Sookdeo, C.C.; Cannon, F.C. Degradation of the herbicide glyphosate by members of family Rhizobiaceae. *Appl. Environ. Microbiol.*, Washington, 57: p. 1799-1804, 1991.
- Lloret, F.; Médail, F.; Brundu, G.; Hulme, P.E. Local and regional abundance of exotic plant species on Mediterranean islands: are species traits important?. *Global Ecology and Biogeography*, (Global Ecol. Biogeogr.) 13: p. 37-45, 2004.
- Lorenzi, H. Plantas Daninhas do Brasil. Nova Odessa. Ed. Plantarum, 2º edição. 440 p. 1991.
- Machado, R.B.; Ramos Neto, M.B.; Pereira, P.; Caldas, E.; Gonçalves, D.; Santos, N.; Tabor, K. & Steininger, M. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. *Coservation International do Brasil*, Brasília, 2004.
- Mack, R.N.; Simberloff, D.; Lonsdale, W.M.; Evans, H.; Clout, M.; Bazzaz, F. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological Applications*, 10: p. 689-710, 2000.
- Macdonald, I.A.W.; Powrie, F.J.; and Siegfried, W.R. The differential invasions of southern African's biomes and ecosystems by alien plants and animals. The ecology & management of biological invasions in Southern Africa (ed) I.A.W. Macdonald, F.J.: Kruger.; A.A. Ferrar. p. 209-225, 1986.

- Macdonald, I.A.W. The Invasion of introduced species into nature reserves in tropical savanas and dry woodlands. *Biological Conservation* 44: p. 67-93, 1988.
- Macdonald, I.A.W. Strategies for limiting the invasion of protect areas by introduced organisms. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 32: p. 189-499, 1990.
- McNeely, J.A.; Mooney, H.A.; Neville, L.E.; Schei, P.; Waage, J.K. (eds.). *A Global Strategy on Invasive Alien Species*. IUCN Gland, Switzerland, and Cambridge, UK. 50p, 2001.
- Maillet, J.; Lopez-Garcia, C. What criteria are relevant for predicting the invasive capacity of a new agricultural weed ? The case of invasive American species in France. *Weed Research*, 40: p.11-29, 2000.
- Malheiro, P. *A escravidão no Brasil. Ensaio Histórico, Jurídico, Social. III Parte e Apêndice. 3º ed. Vol. II.* Editora Vozes Ltda, 320p, 1976.
- Martins, C.R. *Revegetação com gramíneas de uma área degradada no Parque Nacional de Brasília – DF, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, 1996.*
- Martins, C.R.; Leite, L.L. Fenologia reprodutiva de gramíneas colonizadoras de áreas degradadas no Parque Nacional de Brasília . *In: Simpósio Nacional Recuperação de Áreas Degradadas, 3, Anais.* Ouro Preto: Universidade Federal de Viçosa, p. 317-323, 1997.
- Martins, C.R.; Leite, L.L.; Haridasan, M. Recuperação de uma área degradada pela mineração de cascalho com uso de gramíneas nativas. *R. Árvore, Viçosa-MG*, 25 (2): p. 157-166, 2001.
- Martins, C.;R.; Hay, J.D.V.; Carmona, R.; Leite, R.R.; Scaléa, M.; Vivaldi, L.J.; Proença, C.E.B. Monitoramento e controle da gramínea invasora *Melinis minutiflora* (capim-gordura) no Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal. *IV Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, (2004: Curitiba). Seminário 2. Curitiba. Fundação O Boticário de Proteção à Natureza: Rede Nacional Pró Unidade de Conservação* p. 5-96, 2004.

- Martins, C.R.; Leite, L.L.; Haridsan, M. Capim-gordura (*Melinis minutiflora* P. Beauv.), uma gramínea exótica que compromete a recuperação de áreas degradadas em unidades de conservação. *R. Árvore*, Viçosa, MG, 5: p. 739-747, 2004.
- Maschietto, J.C. Problemas na produção de sementes de capim-colonião. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, DF, 3 (1): p. 117-121, 1981.
- Mas-Saura, S.; Lloret, F. Wind effects on dispersal patterns of the invasive alien *Cortaderia selloana* in Mediterranean wetlands. *Acta Oecologica*, 27: p. 129-133, 2005.
- McIntyre, S.; Lavorel, S.; Tremont, R.M. Plant life-history attributes: their relationship to disturbance response in herbaceous vegetation. *Journal of Ecology* 83: p. 31-44, 1995.
- McNeely, J.A.; Mooney, H.A.; Neville, L.E.; Schei, P.; Waage, J.K. (eds.). *A Global Strategy on Invasive Alien Species*. IUCN Gland, Switzerland, and Cambridge, UK, 2001.
- Meditiere, J. *Manual de gramíneas e leguminosas para pastos tropicais*. Nobel: Ed. da Universidade de São Paulo, 1983.
- Mendonça, R.; Felfili, J.M.; Walter, B.M.T.; Silva Júnior, M.G.; Rezende, A.V.; Filgueiras, T.S.; Nogueira, P.E. Flora vascular do Cerrado, p. 289-556. *In: Sano, SM.; Almeida, S.P. (eds.). Cerrado: Ambiente e Flora*. Planaltina, EMBRAPA, 556p, 1998.
- Milano, Raquel. “Histórico sobre o fogo e outros desastres naturais”. *In: IBAMA/FUNATURA . Plano de manejo do Parque Nacional de Brasília*, Brasília: IBAMA, 1998.
- Milberg, P.; Lamont, B.B. Fire enhances weed invasion of roadside vegetation in Southwestern Australia. *Biological Conservation* 73: p. 45-49, 1995.
- Miles, C.J.; Moye, H.A. Extraction of glyphosate herbicide from soil and clay minerals and determination of residues in soils. *J. Agric. Food Chem.* 36: p. 486-491, 1988.
- Ministério Da Agricultura. Seção de Agrostologia e Alimentação dos Animais. *O capim-gordura*. Rio de Janeiro, 25 p. (Publicação 6), 1943.

- Ministério da Agricultura. Regras para análise de sementes. Brasília, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, Secr. Nacional de Defesa Agropecuária, Depto. Nacional de Defesa Vegetal. Coord. de Laboratório Vegetal-CLAV, 1992.
- Miranda, A.C.; Miranda, H.S.; Dias, I.F.O.; Dias, B.F.S. Soil and air temperatures during prescribed cerrado fires in Central Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 9: p. 313-320, 1993.
- Miranda, H.S.; Rocha e Silva, E.P.; Miranda, A.C. Comportamento do fogo em queimadas de campo sujo. *In: Impactos de Queimadas em Áreas de Cerrado e Restinga*. H.S. Miranda; C.H. Saito & B.F.S. Dias (orgs). ECL/UnB, Brasília. p. 1-10, 1996.
- Miranda, J.C.C.; Miranda, L.N. Micorriza arbuscular. *In: Vargas, M.A.T.; Hungria, M. (eds). Biologia dos solos dos Cerrados*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 524 p. 1997.
- Miranda, H.S., Sato, M.N., Andrade, S.M., Haridasan, M., Morais, H.C. Queimadas de Cerrado: caracterização e impactos. *In: Aguiar, L.M.S & Camargo, A.J.A (eds). Cerrado: ecologia e caracterização*. Brasília: Embrapa Cerrados. p. 69-123, 2004.
- Miranda, J.C.C.; Vilela, L.; Miranda, L.N. Dinâmica e contribuição da micorriza arbuscular em sistemas de produção com rotação de culturas. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília 40 (10): p. 1005-1014, outubro 2005.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). Primeiro relatório nacional para a Conservação sobre Diversidade Biológica. Ministério do Meio Ambiente (MMA), Brasília, 1998.
- Mohler, C.L.; Galford, A.E. Weed seedling emergence and seed survival: separating the effects of seed position and soil modification by tillage. *Weed Research* 37: p. 147-155, 1977.
- Morosini, I.B.; Klink, C. A. Interferência do capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv) no desenvolvimento de plântulas de embaúba (*Cecropia pachystachya* Trécul). *In: Leite, L.L.; Saito, C.H. (eds) Contribuição ao conhecimento ecológico do Cerrado*. Brasília: Universidade de Brasília, Dep. de Ecologia, p. 82-86, 1997.
- Mueller-Dombois, D. Biological invasion and fire in tropical biomes. Pages 112-121 *In: K.E.M. Galley and T.P. Wilson (eds.) Proceedings of the Invasive Species Workshop: the Role of Fire in the Control and Spread of Invasive Species*. Fire Conference. The

- First National Congress on Fire Ecology, Prevention, and Management. Miscellaneous Publication No. 11, Tall Timbers Research Station, Tallahassee, FL, 2000.
- Munhoz, C. B. R. Padrões de distribuição sazonal e espacial das espécies do estrato herbáceo-subarbustivo em comunidades de campo úmido e de campo sujo. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, 2003.
- Myers, N.; Mittermeier, R. A.; Mittermeier, C.G. ; Fonseca, G.A.B.; Kent, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: p. 853-858, 2000.
- Nei, M.; Li, W.H. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 76: p.5269-5273, 1979.
- Newton, M.; Howard, K. M.; Kelpsas, B. R.; Danhaus, R.; Lottman, C. M.; Dubelman, S. Fate of glyphosate in an Oregon forest ecosystem. *Agric. Food Chem., Washington*, 32: p. 1144-1151, 1984.
- Oliveira, E.M.P.; Blumenschein, A. Distribuição geográfica e taxonomia do capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.). Universidade de São de Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Relatório Científico nº 8. Piracicaba – SP, 1974.
- Oliveira, E.M.P. Distribuição geográfica e taxonomia do capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.). Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura “ Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo, 1974.
- Paiva, J.G.; Fank-de-Carvalho, S.M.; Magalhães, M.P.; Graciano-Ribeiro, D. Verniz vitral incolor 500®: uma alternativa de meio de montagem economicamente viável. *Acta Botânica Brasílica*. no prelo.
- Panetta, F.D.; Timmins, S.M. Evaluating the feasibility of eradication for terrestrial weed incursions. *Plant Protection Quarterly* 19 (1): p. 5-11, 2004.
- Parsons, J.J. Spread of African pasture grasses to the America Tropics. *J. Range. Manage.* 25: p. 12-17, 1972.
- Paynter, Q.; Flanagan, G.J.; Lonsdale, W.M.; Schatz, T.; Steinbauer, M.J. Ecological studies to optimize the integrated management of the wetland weed, *Mimosa pigra*. *Proceedings of the X International Symposium on Biological Control of weeds* 4 – 14


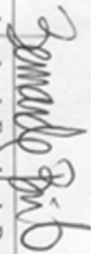
- July 1999, Montana State University, Bozeman, Montana, USA Neal R. Spencer (ed.). p. 389-395, 2000.
- Pipke, R.; Schulz, A.; Amrhein, N. Uptake of glyphosate by an *Arthrobacter* sp. *Appl. Environ. Microbiol.*, Washington, 53: p. 974-978, 1987.
- Pinsky, J. *A escravidão no Brasil*. 8ª ed. Editora Contexto. Coleção Repensando a História, 78p, 1988.
- Pivello, V.R. An expert system for the use of prescribed fires in the management of Brazilian savannas. PhD thesis, Ascot, Imperial College of Science, Technology and Medicine, University of London, 1992.
- Pivello, V.R.; Carvalho, V.M.C.; Lopes, P.F.; Peccinini, A.A.; Roso, S. Abundance and distribution of native and alien grasses in a “cerrado” (Brazilian savanna) biological reserve. *Biotropica* 31 (1): p. 71-82, 1999a.
- Pivello, V.R.; Shida, C.N.; Meirelles, S.T. Alien grasses in Brazilian savannas: a threat to the biodiversity. *Biodiversity and Conservation* 8, (9): p. 1281-1294, 1999b.
- Pivello, V.R. Invasões biológicas no cerrado brasileiro: efeitos da introdução de espécies exóticas sobre a biodiversidade. *ECOLOGIA*.INF 33, 2005.
- Pohl, R.W. Gramineae. *In*: Burger, W (ed). *Flora Costaricensis*. Chicago: Field Museum of Natural History, 1980.
- Prata, F.; Lavotenti, A.; Regitano, J.B.; Tornisielo, V.L. Influência da matéria orgânica na sorção e desorção do glifosato em solos com diferentes atributos mineralógicos. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, Viçosa, 24: p. 947-951, 2000.
- Prata, F. Comportamento do glifosato no solo e deslocamento miscível de atrazina. Tese de doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- Prata, F.; Lavotenti, A. Retenção e mobilidade de defensivos agrícolas no solo. *In*: Alleoni, L. R. F.; Regitano, J. B. (Ed.). *Apostila do simpósio sobre dinâmica de defensivos agrícolas no solo: aspectos práticos e ambientais*. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, p. 57-69, 2002.

- Prata, F.; Cardinali, V. C. B.; La Vorentil, A.; Tornisielo, V. L.; Regitano, J. B. Glyphosate sorption and desorption in soils with different phosphorous levels. *Sci. Agríc.*, Piracicaba, 60 (1): p. 175-80, 2003.
- Prata, F.; Lavorenti, A.; Regitano, J. B.; Cardinali, V. C. B.; Tornisielo, V. L.; Pelissari, A. Comportamento do Glifosato em Latossolo Vermelho sob plantio direto_e convencional. *In: 24º CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DAS PLANTAS DANINHAS*. São Pedro, 3,p. 1 CD-ROM, 2004.
- Proença, C.E.B.; Munhoz, C.B.R.; Jorge, C.L.; Nóbrega, M.G.G. Listagem e nível de proteção das espécies de fanerógamas do Distrito Federal. *In: Cavalcanti, T.B & Ramos, A.E. (org). Flora do Distrito Federal, Brasil*. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2001.
- Ramos, G.M; Nascimento, M.P.S.C.B; Nascimento, H.T; Novelly, P.E. Cultivo do capim-gordura nas terras de “Chapada” no Piauí. *Comunicado Técnico*. Nº 12, mês 9, 3p. 1979.
- Ribeiro, J.F.; Walter, B.T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. *In: Sano, SM.; Almeida, S.P(ed.). Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 556p, 1998.
- Richardson, D.M; Allsop, N; D’ Antonio, C.M; Milton, S.J; Rejmánek, M. Plant invasions – the role of mutualisms. *Biol. Rev.* 75: p. 65-93, 2000.
- Rocha Filho, G.A. & Silva, J.C.S. Germinação de gramíneas dos cerrados: *Schizachyrium tenerum*. *Centro de Pesquisa Agropecária dos Cerrados (Pesquisa em andamento)*, nº 23, 2p. 1988.
- Rossiter, N.A.; Setterfield, S.A.; Douglas, M.M.; Hutley, L.B. Testing the grass-fire cycle: alien grass invasion in the tropical savannas of northern Australia. *Diversity and Distributions* 9: p. 169-176, 2003.
- Sader, R.G.E.A.; Mattos, JR. D.; Pereira, C.P; Mello, F.A.A. Efeito da mistura de fertilizantes fosfatados na germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* (Hochst ex. A. Rich) Staf e de *Brachia decumbens* Staf. *Ver. Bras. Zoot.* 13 (1): p. 37-43, 1991.

- Saraiva, O.F.; Carvalho, M.M.; Oliveira, F.T.T. Nutrientes limitantes ao crescimento de capim-gordura em um Latossolo Vermelho-Amarelo álico. *Pesq. agropec. bras*, Brasília 8: p. 963-968, agosto 1993.
- SAS INSTITUTE Inc. SAS/STAT user's guide. Version 6,4 ed. SAS Institute, North Caroline, Cary, 1989.
- SAS INSTITUTE Inc. SAS/STAT user's guide. Version 8.2 ed. SAS Institute, North Caroline, Cary, 2001.
- Savage, M.J. The effect of fire on the grassland microclimate. *Herbage Abstracts* 50: p. 589-603, 1980.
- Shelton, D. R.; Parkin, T. B. Effect of moisture on sorption and biodegradation of carbofuran in soil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, 39 (11): p. 2063-2068, 1991.
- Silva, J.M.C.; Baetas, J.M. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: a tropical savanna hotspot. *BioScience* 52: p. 225-233, 2002.
- Silva, J.S.O. Acúmulo de biomassa aérea e concentração de nutrientes em *Melinis minutiflora* e gramíneas nativas do Cerrado. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, 2003.
- Singh, N.; Sethunathan, N. Degradation of soil-sorbed carbofuran by an enrichment culture from carbofuran-retreated *Azolla* plot. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, 40: p. 1062-1065, 1992.
- Skerman, P.J.; Rivers, F.R. Gramineas Tropicales. Colección FAO: Producción y protección vegetal. 23: 849 p. 1992.
- STATSOFT Inc. Statistica for Windows [Computer program manual]. Tulsa, OK. StatSoft Inc. 2300 East 14th Street, Tulsa. 1999.
- Teixeira, M.R.O. Avaliação da variabilidade genética de coletas de capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.) em solo submetido a diferentes graus de compactação. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, 1984.
- Tejada, A.W.; Magallona, E.D. Fate earbosulfan in a model ecosystem. Philippines

- Entomology.6 (3): p. 275-285, Apr. 1985.
- Thomazini-Casagrande, L.I. Micorriza em *Melinis minutiflora* Beauv. Naturalia, São Paulo, 8: p.251-253, 1893.
- Thompson, J.D. The biology of an invasive plant. What makes *Spartina anglica* so successful ?. BiosScience 41 (6): p. 393-401, June 1991.
- Thill, D.C.; Mallory-Smith, C.A. The nature and consequence of weed spread in cropping systems. Weed Science 45: p.337-342, 1997.
- Tix, D.;Charvat, I. Aboveground biomass removal by burning and ranking increase diversity in a reconstructed prairie. Restoration Ecology 13 (1): p. 220-28, 2005.
- Tothill, J.C. 1969. Soil temperature and seed burial in relation to the performance of *Heteropogon contortus* and *Themeda australis* in burnt native woodland pasture in Eastern Queensland. Australian Journal of Botany, 17: p. 269-275, 1969.
- Tucker, D. P. H. Glyphosate injury symptom expression in citrus. HortScience 12 (5): p. 498-500, 1977.
- UNESCO – Vegetação no Distrito Federal – tempo e espaço. Brasília-DF. 74 p. 2002.
- United States Environmental Protection Agency. Reregistration eligibility decision: glyphosate. Disponível em http://www.epa.gov/oppsrrd1/REDs/old_reds/glyphosate.pdf. 1993.
- Vello, N. A. Comportamento e variabilidade em populações de capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.). Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, 1975.
- Vencil, W. Ed. Weed Science Society of America –WSSA. Hericide Handbook- 8 th edition. Lawrence, USA. 508p. 2002.
- Zaidan, B.P.L; Barbedo, C.J. Germinação: do básico ao aplicado (orgs.) Alfredo Gui Ferreira e Fabian Borghetti. Porto Alegre: Artmed, p. 323. 2004.
- Walter, B.M.T.; Cavalcanti, T.B.; Filgueiras, S.T. Coletas Botânicas no Distrito Federal. In: Cavalcanti, T.B & Ramos, A.E. (org). Flora do Distrito Federal, Brasil. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2001.

- Williams, D.G.; Baruch, Z. African grass invasions in the Americas: ecosystem consequence and the role of ecophysiology. *Biological Invasions*, 2, p. 123-140, 2000.
- Williams, G.M.; Kroes, R.; Munro, I.C. Safety evaluation and risk assessment of the herbicide Roundup and its active ingredient, glyphosate, for humans. *Regul. Toxicol. Pharmacol.*, Orlando, v. 31. p. 117-165, 2000.
- Williams, P.R.; Congdon, R.R.; Grice, A.C.; Clarke, P.J. Fire-related cues break seed dormancy of six legumes of tropical eucalypt savannas in North-eastern Australia. *Austral Ecology* (2003) 28, 507-514.
- Wilson, S.D. Prairies. *In*: Davy, A. J & M.R. Perrow, *Handbook of ecological restoration*. Cambridge University Press, Cambridge, 2002.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Glyphosate: environmental health criteria 159. Geneva, 1994.

| | | | | | | | |
|---|--|--|--|------------------------------------|--|------------------------|--|
|  LICENÇA PARA PESQUISA EM UNIDADE DE CONSERVAÇÃO | | Unidade de Conservação: Parque Nacional de Brasília | | Processo Nº: 02001.009740/00-97 | | Licença Nº 102/2004 | |
| Pesquisador Titular: Carlos Romero Martins | | Pesquisador Estrangeiro Não Coleta: Sim | | Validade: 01/07/2005 | | | |
| Endereço: SOS 409 bloco S entrada E ap. 101 | | Telefone: (061) 443-3364 | | Caixa Postal: | | | |
| | | Cidade: Brasília | | CEP: 70000-000 | | UF: DF | |
| Instituição de Pesquisa: IBAMA/DLOA/COGEU | | Telefone: (061) 316-1098 | | Fax (061) 316-1306 | | Caixa Postal | |
| Endereço da Instituição: SCEN Trecho 2 Ed. Sede Ibama | | Cidade: Brasília | | Cep: 70818-900 | | Estado DF | |
| Título do Projeto: Invasão do capim-gordura (Melinis minutiflora): uma ameaça à diversidade biológica no cerrado brasileiro | | | | | | | |
| Datas de Permanência na Unidade: Deverão ser combinados entre o chefe da Unidade de Conservação e o Pesquisador | | | | | | | |
| Observações: A renovação da licença ficará sujeita ao envio do relatório à Coord. de Est. de Repre. Ecol/Setor de pesquisa/CGECO e ao chefe da UC envolvida. -Esta Lic. não autoriza o acesso a infor. genética e ao conhecimento tradicional associado, ficando o titular da pesquisa responsável pelo atendimento da Medida Prov. nº 2.186-16, de 23 de agosto de 2001 e Dec. Nº 3.945 de 28 de setembro de 2001, no que diz respeito aos acessos mencionados, em qualquer momento da referida pesquisa e nem a coleta de espécies ameaçadas de extinção. - Haverá coleta de três exemplares de cada espécie das famílias VERENONIA, LEGUMINOSA, GRAMINEA, CYPERACEA. - Participantes: John Durval Hay e Marcio João Scalaia. | | | | | | | |
| Local e Data: Brasília, 01 de Julho de 2004 | | Assinatura do Coordenador de Estudos de Representatividade Ecológica - Substituto  Bernardo Ferreira Alves Brito - Port. nº 660/04 | | | | | |

Anexo 2. Espécies da flora, em ordem de família, amostradas na área experimental no Parque Nacional de Brasília, Brasília, Distrito Federal. Freq = frequência das espécies na área experimental (n = 24 tratamentos), e ocorrência das espécies nos diferentes tratamentos CM = controle maio; CS = controle setembro; FM = fogo/maio; FS = fogo/setembro; MIM = manejo integrado/maio e MIS = manejo integrado/setembro, ao longo de 3 anos de observações de campo

| Família/Espécie | Hábito ¹ | Freq | CM | CS | FM | FS | MIM | MIS |
|--|------------------------|------|----|----|----|----|-----|-----|
| ACANTHACEAE | | | | | | | | |
| <i>Justicia oncodes</i> (Lindau) Wassh. & C. Ezcurra | Subarbusto | 54 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Justicia pycnophylla</i> Lindau | Subarbusto | 70 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Ruellia brevicaulis</i> (Ness) Lindau | Subarbusto | 12 | . | . | . | x | x | x |
| <i>Ruellia multifolia</i> (Nees) Lindau | ? | 4 | . | . | . | . | x | . |
| <i>Ruellia</i> sp | Subarbusto | 50 | x | x | x | x | x | x |
| ALSTROEMERACEAE | | | | | | | | |
| <i>Alstroemeria punctata</i> Ravenna | Erva | 25 | . | x | x | x | . | x |
| ANACARDIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Anacardium humile</i> A. St.-Hil. | Arbusto | 37 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Schinus terebenthifolius</i> Raddi | Árvore | 62 | x | x | x | x | x | x |
| ANNONACEAE | | | | | | | | |
| <i>Annona monticola</i> Mart. | Arbusto | 83 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Annona tomentosa</i> R.E.Fr. | Arbusto | 62 | x | x | x | x | x | x |
| APOCYNACEAE | | | | | | | | |
| <i>Himatanthus obovatus</i> (Müll.Arg.) Woodson | Árvore | 25 | x | x | x | x | . | x |
| <i>Mandevilla pohliana</i> (Stadelm.) A.H.Gentry | ? | 8 | x | . | . | . | . | x |
| <i>Tabernaemontana affinis</i> (Müll. Arg.) Miers | arbusto | 91 | x | x | x | x | x | x |
| ASCLEPIADACEAE | | | | | | | | |
| <i>Asclepias candida</i> Vell. | Erva | 8 | . | . | x | x | . | . |
| <i>Barjonia erecta</i> (Vell.) K. Schum. | Subarbusto | 25 | . | x | x | . | x | . |
| <i>Barjonia glazioui</i> Marquete | Subarbusto | 50 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Blepharodon nitidum</i> (Vell.) J.F. Macbr. | Trepadeira | 16 | . | x | x | . | x | . |
| <i>Matelea oxypetaloides</i> (E.Fourn.) Morillo | Subarbusto | 25 | x | x | x | . | x | . |
| <i>Oxypetalum capitatum</i> Mart. & Zucc. | Erva | 20 | x | . | . | x | x | x |
| <i>Oxypetalum erectum</i> Mart. & Zucc. | subarbusto, arbusto | 8 | . | . | . | . | x | x |
| <i>Anemopaegma arvense</i> (Vell.) Stelfeld ex de Souza Souza | Subarbusto | 79 | x | x | x | x | x | x |
| BIGNONIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Arrabidaea brachypoda</i> (A.DC.) Bureau | Arbusto | 12 | x | . | . | x | . | . |
| <i>Arrabidaea sceptrum</i> (Cham.) Sandw. | Arbusto | 12 | . | . | . | . | x | x |
| <i>Jacaranda ulei</i> Bureau & K. Schum. | Subarbusto | 79 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Jacaranda caroba</i> (Vell.) DC. | Árvore | 4 | . | . | . | x | . | . |
| <i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. F.ex S. Moore | Árvore | 8 | . | . | . | x | . | x |
| <i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl. | Árvore | 83 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Zeyheria montana</i> Mart. | Arbusto | 25 | x | . | x | x | x | x |
| BOMBACACEAE | | | | | | | | |
| <i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. & Zucc.) Schott & Endl. | Árvore | 8 | x | . | . | . | . | x |

Anexo 2. Continuação

| Família/Espécie | Hábito ¹ | Freq | CM | CS | FM | FS | MIM | MIS |
|--|---------------------|------|----|----|----|----|-----|-----|
| BORAGINACEAE | | | | | | | | |
| <i>Cordia corymbosa</i> (L.) G.Don | Arbusto | 16 | x | x | . | . | . | . |
| <i>Cordia truncata</i> Fresen. | Arbusto | 58 | x | x | x | x | x | x |
| BROMELIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Dyckia brasiliiana</i> | Erva | 25 | x | . | x | x | x | x |
| CARYOCARACEAE | | | | | | | | |
| <i>Caryocar brasiliense</i> Cambess. | Árvore | 25 | x | x | x | x | x | . |
| CECROPIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Cecropia pachystachya</i> Trécul | Árvore | 4 | . | . | . | x | . | . |
| CELASTRACEAE | | | | | | | | |
| <i>Austroplenckia populnea</i> (Reissek) Lundel | Árvore | 8 | . | x | . | . | . | x |
| CHRYSOBALANACEAE | | | | | | | | |
| <i>Parinari obtusifolia</i> Hook. f. | Arbusto | 50 | . | x | x | x | x | x |
| COMPOSITAE | | | | | | | | |
| <i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze* | Erva | 50 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) A.DC. | Erva | 87 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Ageratum conyzoides</i> L.* | Erva | 25 | . | . | x | . | x | x |
| <i>Ageranthum fastigiatum</i> (Gardner) R.M. King & H.Rob. | Subarbusto | 12 | x | . | . | x | . | x |
| <i>Ageratum myriadenium</i> (Sch.Bip. Ex Baker) R.M. King & H.Rob. | Erva | 20 | x | x | x | x | . | . |
| <i>Aspilia riedelii</i> Baker | Subarb | 50 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Ayapana amygdalina</i> (Lam.) R.M.King & H.Rob. | Subarb | 16 | . | x | x | x | x | . |
| <i>Baccharis dracunculifolia</i> DC. | Arbusto | 91 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Baccharis humilis</i> Sch. Bip. ex Baker | Erva | 16 | . | . | . | x | . | x |
| <i>Baccharis reticulata</i> DC. | Arbusto | 4 | . | x | . | . | . | . |
| <i>Baccharis subdentata</i> DC. | Erva | 45 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Bidens graveolens</i> Mart. | Arbusto | 62 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Bidens pilosa</i> L. * | Erva | 33 | x | x | . | x | x | x |
| <i>Blainvillea rhomboides</i> Cass. | Erva | 8 | . | . | . | . | . | x |
| <i>Calea reticulata</i> Gardner | Subarbusto | 4 | . | . | . | . | . | x |
| <i>Campuloclinium megacephalum</i> (Mart. ex Baker) R.M.King & H.Rob.. | Subarbusto | 12 | x | . | . | x | . | x |
| <i>Chaptalia integerrima</i> (Vell.) Burkart | Erva | 37 | x | . | x | x | x | x |
| <i>Chaptalia nutans</i> (L.) Polak. * | Erva | 8 | . | x | . | x | . | . |
| <i>Chresta sphaerocephala</i> DC | Arbusto | 8 | . | . | . | x | . | x |
| <i>Chromolaena chaseae</i> (B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob | Subarbusto | 45 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Chromolaena leucocephala</i> Gardner | Arbusto | 8 | x | x | . | . | . | . |
| <i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist | Erva | 25 | x | . | . | x | x | x |
| <i>Dimerostemma lippiioides</i> (Baker) S.F. Blake | Erva | 16 | x | x | x | . | . | . |
| <i>Disynaphia halimifolia</i> (DC.) R.M.King & H.Rob. | Subarbusto | 58 | . | . | x | x | x | x |
| <i>Elephantopus biflorus</i> (Less.) Sch.Bip. | Subarbusto | 8 | . | . | . | . | x | x |
| <i>Elephantopus micropappus</i> Less. | ? | 100 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Elephantopus elongatus</i> Gardner | Arbusto | 33 | x | . | x | x | x | x |
| <i>Elephantopus mollis</i> Kunth * | Erva | 75 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC * | Erva | 4 | . | . | . | . | . | x |
| <i>Erechtites hieracifolia</i> (L.) Raf. ex DC. | ? | 8 | . | . | x | . | . | . |
| <i>Eupatorium clematidium</i> Less. | Erva | 12 | . | . | x | . | x | x |

Anexo 2. Continuação

| Família/Espécie | Hábito ¹ | Freq | CM | CS | FM | FS | MIM | MIS |
|--|------------------------|------|----|----|----|----|-----|-----|
| <i>Eupatorium laevigatum</i> Lam * | Subarbusto, arbusto | 41 | x | x | x | x | x | . |
| <i>Eupatorium maximillianni</i> Scgrad. ex DC. * | Subarbusto, arbusto | 20 | . | x | . | x | x | x |
| <i>Eupatorium cf. myriocephalum</i> Gardn. | ? | 8 | . | x | . | . | . | x |
| <i>Eupatorium trigonum</i> Gardner | Arbusto | 8 | x | . | . | . | . | x |
| <i>Eupatorium stachyophyllum</i> Spreng. | Erva, subarbusto | 20 | x | x | . | . | x | x |
| <i>Ichthyothere latifolia</i> Baker | Subarbusto | 100 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Mikania cordifolia</i> (L.f.) Willd. | Trepadeira | 16 | x | x | . | . | . | x |
| <i>Podocoma bellidifolia</i> Baker | Erva | 16 | . | . | . | . | x | x |
| <i>Podocoma hieracifolia</i> Cass. | ? | 20 | x | . | . | . | x | x |
| <i>Porophyllum angustissimum</i> Gardner | Arbusto | 20 | x | . | x | . | x | x |
| <i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass. * | Erva | 16 | x | . | x | . | . | x |
| <i>Praxelis clematidea</i> (Griseb.) R.M. King & H. Rob | Erva | 29 | . | . | x | x | x | x |
| <i>Pterocaulon alopecuroides</i> (Lam.) DC. | Subarbusto | 8 | . | . | x | . | x | . |
| <i>Pterocaulon lanatum</i> Kuntze | Subarbusto | 4 | . | . | x | . | . | . |
| <i>Riencourtia oblongifolia</i> Gardner | Subarbusto | 16 | . | . | x | x | x | . |
| <i>Sonchus oleraceus</i> L. * | Erva | 20 | . | . | x | x | x | x |
| <i>Stenocline heringeri</i> Stenocline heringeri H.Rob. | ? | 75 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Stevia heptachaeta</i> DC. | Erva | 29 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Tagetes minuta</i> L.* | ? | 8 | . | . | . | . | x | x |
| <i>Trichogonia salviaefolia</i> Gardner * | Erva, subarbusto | 96 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Tridax procumbens</i> L. | ? | 12 | . | . | x | . | . | x |
| <i>Trixis glutinosa</i> D.Don | Erva | 16 | . | . | . | x | x | x |
| <i>Vernonia apiculata</i> Mart. ex DC. | Erva | 33 | x | . | . | x | . | . |
| <i>Vernonia argyrophylla</i> Less. | Subarbusto | 4 | . | x | x | x | x | x |
| <i>Vernonia aurea</i> Mart. ex DC. | Arbusto | 75 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Vernonia bardanoides</i> Less. | Arbusto | 20 | x | . | . | x | x | x |
| <i>Vernonia buddleilifolia</i> Mart. ex DC. | Arbusto | 33 | x | . | x | x | x | x |
| <i>Vernonia dura</i> Mart. ex DC. * | Subarbusto | 8 | . | . | . | x | . | x |
| <i>Vernonia elegans</i> Gardner | Subarbusto | 4 | . | . | . | . | . | x |
| <i>Vernonia ferruginea</i> Less. | Arbusto | 25 | x | x | . | x | x | x |
| <i>Vernonia herbacea</i> (Vell.) Rusby | Erva | 75 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Vernonia holosericea</i> Mart. ex DC. | Arbusto | 33 | x | x | x | x | . | x |
| <i>Vernonia irwinii</i> G.M Barroso | ? | 25 | x | . | x | x | x | . |
| <i>Vernonia ligulifolia</i> Mart. ex DC. | Erva | 12 | . | . | x | . | . | x |
| <i>Vernonia pannosa</i> (Baker) MacLeish | subarbusto, arbusto | 8 | . | . | x | . | . | . |
| <i>Vernonia rubriramea</i> Mart. ex DC. | Arbusto | 20 | . | . | x | x | x | x |
| <i>Vernonia simplex</i> Less. | Erva | 12 | . | . | x | . | x | . |
| <i>Viguiera robusta</i> Gardner | Erva | 12 | x | . | . | x | . | x |
| CONNARACEAE | | | | | | | | |
| <i>Connarus suberosus</i> Planchon | Árvore | 4 | . | . | . | . | x | . |
| CONVOVULACEAE | | | | | | | | |
| <i>Evolvulus gypsophiloides</i> Moric. | Subarbusto | 8 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Evolvulus lagopodioides</i> Meisn. | Erva | 75 | . | . | . | x | . | x |
| <i>Ipomoea aurifolia</i> Dammer | Subarbusto | 25 | . | . | x | . | x | x |
| <i>Ipomoea procumbens</i> Mart. ex Choisy | Trepadeira | 4 | x | . | . | . | . | . |

Anexo 2. Continuação

| Família/Espécie | Hábito ¹ | Freq | CM | CS | FM | FS | MIM | MIS |
|---|---------------------|------|----|----|----|----|-----|-----|
| <i>Merremia digitata</i> (Spreng.) Hallier f. | Erva | 16 | x | x | . | . | x | . |
| <i>Merremia tomentosa</i> (Choisy) Hallier f. | Subarbusto | 12 | . | . | x | . | x | x |
| CUCURBITACEAE | | | | | | | | |
| <i>Melancium campestre</i> Naudin | Trepadeira | 8 | . | . | . | . | . | x |
| CYPERACEAE | | | | | | | | |
| <i>Bulbostylis capillaris</i> (L.) C.B. Clarke | Erva | 8 | . | . | x | . | . | x |
| <i>Bulbostylis paradoxa</i> (Spreng.) Lindm. | Erva | 20 | . | x | x | x | . | . |
| <i>Bulbostylis junciformis</i> (Kunth) C.B. Clarke ex S. Moore | Erva | 20 | . | x | x | x | x | . |
| <i>Rhynchospora consaguinea</i> Boeck. | Erva | 45 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Rhynchospora rugosa</i> (Vahl) Gale | Erva | 12 | . | . | x | . | x | . |
| <i>Scleria acabra</i> Willd. | Erva | 29 | x | x | . | x | x | x |
| DILLENIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Davilla elliptica</i> A. St.-Hil. | Arbusto | 75 | x | x | x | x | x | x |
| ERYTHROXYLACEAE | | | | | | | | |
| <i>Erythroxylum amplifolium</i> (Mart.) O.E. Schulz | Árvore | 50 | x | . | x | x | x | x |
| <i>Erythroxylum campestre</i> A. St.-Hil. | Subarbusto | 96 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Erythroxylum nanum</i> A. St.-Hil. | Subarbusto | 75 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hil. | Arbusto | 4 | . | . | . | . | . | x |
| <i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart. | Árvore | 4 | . | . | x | . | . | . |
| EUPHORBIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Acalypha clausenii</i> (Turcz.) Müll. Arg. | Erva | 29 | x | . | x | x | x | x |
| <i>Chamaesyce caecorum</i> (Mart. ex Boiss.) Croizat | Erva | 4 | . | . | x | x | . | . |
| <i>Croton antisiphiliticus</i> Mart. | Erva | 91 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Croton campestris</i> (A. St.-Hil.) Müll. Arg. | Arbusto | 58 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Croton glandulosus</i> L. | Subarbusto | 50 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Croton goyazensis</i> Müll. Arg. | Subarbusto | 79 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Dalechampia caperonioides</i> Baill. | Erva | 50 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Julocroton humilis</i> Didr. | Subarbusto | 37 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Maprounea guianensis</i> Aubl. | Arbusto, árvore | 70 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax | Arbusto | 50 | x | x | x | . | x | x |
| FLACOURTIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Casearia altiplanenses</i> Sleumer | Arbusto | 41 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Casearia sylvestris</i> Sw. | Arbusto | 87 | x | x | x | x | x | x |
| GENTIANACEAE | | | | | | | | |
| <i>Calolisianthus acutangulus</i> (Mart.) Gilg | Subarbusto | 25 | . | . | . | x | x | x |
| <i>Deianira chiquitana</i> Herzog | Subarbusto | 4 | . | . | . | x | . | . |
| GESNERIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Sinningia allagophylla</i> (Mart.) Wiehler | Erva | 37 | x | x | x | x | x | x |
| GRAMINEAE | | | | | | | | |
| <i>Agenium leptocladum</i> (Hack.) Clayton | Erva | 83 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Andropogon bicornis</i> L. | Erva | 8 | . | x | . | . | . | x |
| <i>Andropogon gayanus</i> Kunth * | Erva | 58 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth | Erva | 54 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Aristida gibbosa</i> (Ness) Kunth | Erva | 16 | . | x | x | x | . | x |
| <i>Aristida recurvata</i> Kunth | Erva | 4 | . | . | . | . | . | . |
| <i>Aristida setifolia</i> Kunth | Erva | 45 | x | . | x | x | x | x |
| <i>Aristida torta</i> (Ness) Kunth | Erva | 29 | . | . | x | x | x | x |
| <i>Axonopus canescens</i> (Nees ex Trin.) Pilger | Erva | 4 | . | . | . | x | . | . |

Anexo 2. Continuação

| Família/Espécie | Hábito ¹ | Freq | CM | CS | FM | FS | MIM | MIS |
|--|---------------------|------|----|----|----|----|-----|-----|
| <i>Axonopus marginatus</i> (Trin.) Chase | Erva | 70 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Diectomis fastigiata</i> (sw.) Beauv * | Erva | 8 | . | x | x | . | . | . |
| <i>Digitaria filiformes</i> (L.) Koeler | Erva | 29 | . | x | x | x | x | x |
| <i>Digitaria neesiana</i> Henrad | Erva | 4 | . | . | . | x | . | . |
| <i>Echinolaena inflexa</i> (Poir) Chase | Erva | 100 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Elionurus muticus</i> (Spreng.) Kuntze | Erva | 58 | . | . | x | x | x | x |
| <i>Eragrostis polytricha</i> Ness | Erva | 70 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Eragrostis rufescens</i> Schrad. ex Schult. | Erva | 20 | x | x | . | x | . | x |
| <i>Gymnopogon doellii</i> Boechat & Valls | Erva | 16 | . | x | . | x | . | x |
| <i>Gymnopogon foliosum</i> (Wild.) Ness | Erva | 20 | . | . | x | . | x | x |
| <i>Hyparrhenia bracteata</i> (Humb. & Bonpl.) Stapf | Erva | 37 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Hyparrhenia rufa</i> (Ness) Stapf * | Erva | 45 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Ichnanthus camporum</i> Swallen | Erva | 100 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Leptochoryphium lanatum</i> (Kunth) Ness | Erva | 70 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv. cv. Cabelo-de-Negro * | Erva | 100 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv cv. Roxo * | Erva | 100 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Panicum campestre</i> Ness ex Trin. | Erva | 8 | . | x | . | . | . | x |
| <i>Panicum olyroides</i> Kunth var. <i>hirsutum</i> Henrad | Erva | 33 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Panicum olyroides</i> Kunth var. <i>olyroides</i> | Erva | 87 | x | x | . | x | x | x |
| <i>Panicum peladoense</i> Henrad | Erva | 33 | x | x | x | . | . | x |
| <i>Paspalum ammodes</i> Trin. | Erva | 25 | . | . | x | . | x | . |
| <i>Paspalum burchellii</i> Munro ex Oliv. | Erva | 12 | x | . | x | x | . | . |
| <i>Paspalum clavuliferum</i> C. Wright | Erva | 16 | . | x | . | x | x | x |
| <i>Paspalum erianthum</i> Nees ex Trin. | Erva | 91 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Paspalum eucomum</i> Ness ex Trin. | Erva | 12 | . | x | . | x | . | x |
| <i>Paspalum gardnerianum</i> Ness | Erva | 79 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Paspalum geminiflorum</i> Steudel | Erva | 54 | . | x | x | x | x | x |
| <i>Paspalum paniculatum</i> L. | Erva | 37 | . | x | x | x | x | x |
| <i>Paspalum pectinatum</i> Nees ex Trin. | Erva | 70 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Paspalum pilosum</i> Lam. | Erva | 58 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Paspalum plicatulum</i> Michx. | Erva | 8 | . | x | . | . | . | x |
| <i>Paspalum polyphyllum</i> Nees ex Trin. | Erva | 25 | . | x | x | . | x | x |
| <i>Paspalum rojasii</i> Hack. | Erva | 75 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Paspalum stellatum</i> Humb. & Bonpl. ex Flügge | Erva | 62 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Paspalum trichostomum</i> Hack. | Erva | 12 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Pennisetum setosum</i> (Sw.) L. | Erva | 70 | x | . | x | x | x | x |
| <i>Pennisetum pedicelatum</i> Trin | Erva | 58 | . | x | . | . | . | . |
| <i>Rhynchelitrum repens</i> (Willd.) C.E. Hubb. | Erva | 4 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Schizachyrium hirtiflorum</i> Nees | Erva | 29 | . | x | x | x | . | x |
| <i>Schizachyrium sanguineum</i> (Retz.) Alston | Erva | 100 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Schizachyrium tenerum</i> Ness | Erva | 100 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguélen | Erva | 64 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Sorghastrum minarum</i> (Ness) Kunth | Erva | 29 | x | x | x | x | x | . |
| <i>Thrasya glaziovii</i> A.G. Burm. | Erva | 8 | x | . | . | . | . | x |
| <i>Thrasya petrosa</i> (Trin.) Chase | Erva | 50 | x | x | . | x | x | x |
| <i>Trachypogon spicatus</i> (L.f.) Kuntze | Erva | 96 | x | x | x | x | x | x |
| GUTTIFERAE | | | | | | | | |
| <i>Kielmeyera abdita</i> Saggi | Arbusto | 41 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc. | Árvore | 62 | x | x | x | x | x | x |

Anexo 2. Continuação

| Família/Espécie | Hábito ¹ | Freq | CM | CS | FM | FS | MIM | MIS |
|---|------------------------|------|----|----|----|----|-----|-----|
| <i>Kielmeyera variabilis</i> Mart. | Subarbusto | 4 | . | . | . | x | . | . |
| HIPPOCRATEACEAE | | | | | | | | |
| <i>Peritassa campestris</i> (Cambess.) A.C. Sm. | Arbusto | 4 | . | . | . | . | x | . |
| <i>Tontelea micrantha</i> (Mart. ex Schult.) A.C.Sm. | ? | 67 | x | x | x | x | x | x |
| HYPOXIDACEAE | | | | | | | | |
| <i>Curculigo scorzonnerifolia</i> (Lam.) Baker | Erva | 16 | . | x | x | . | x | . |
| IRIDACEAE | | | | | | | | |
| <i>Alophia cf. sellowiana</i> Klatt | ? | 4 | . | . | . | . | . | x |
| <i>Cipura flava</i> Raverna | Erva | 16 | x | . | . | x | x | x |
| <i>Sisyrinchium restioides</i> Spreng. | Erva | 29 | x | x | x | x | x | x |
| Iridaceae sp 1 | Erva | 70 | . | x | x | x | . | x |
| LABIATAE | | | | | | | | |
| <i>Eriope crassipes</i> Benth. | Erva | 4 | . | . | . | . | x | . |
| <i>Hypenia densiflora</i> (Pohl ex Benth.) Harley | Subarbusto, arbusto | 45 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Hypenia macrantha</i> (A. St.-Hil. ex Benth) Harley | Subarbusto | 29 | x | x | . | x | x | x |
| <i>Hyptis crinita</i> Benth | Arbusto | 75 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Hyptis desortorum</i> Pohl ex Benth. | Arbusto | 4 | . | . | . | x | . | . |
| <i>Hyptis glomerata</i> Mart. ex Schunk. | Arbusto | 4 | . | . | . | x | . | . |
| <i>Hyptis lutescens</i> Pohl ex Benth. | Arbusto | 12 | . | . | . | x | . | x |
| <i>Hyptis lythroides</i> Pohl ex Benth. | Subarbusto | 4 | . | . | . | . | . | x |
| <i>Hyptis nudicaulis</i> Benth. | Erva | 4 | . | . | . | . | . | x |
| <i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit.* | Erva | 45 | x | x | x | . | x | x |
| <i>Hyptis tenuifolia</i> Epling | Subarbusto | 96 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Hyptis villosa</i> Pohl ex Benth. | Erva | 91 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Hyptis</i> sp | Erva | 4 | . | . | . | . | . | x |
| <i>Marsypianthes montana</i> Benth. | Subarbusto | 8 | . | . | x | . | x | . |
| <i>Salvia brevipes</i> Benth. | Erva | 41 | x | x | x | x | x | x |
| LEGUMINOSAE | | | | | | | | |
| <i>Acosmium dasycarpum</i> (Vogel) Yakovlev | Árvore | 50 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Aeschynomene paniculata</i> Willd. ex Vogel | Subarbusto | 83 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Aeschynomene paucifolia</i> Vogel | Erva | 62 | x | . | x | x | x | x |
| <i>Andira humilis</i> Mart. ex Benth. | Subarbusto, arbusto | 70 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Bauhinia dumosa</i> Benth. | Subarbusto, arbusto | 29 | . | x | x | x | . | x |
| <i>Bauhinia holophylla</i> (Bong.) Steud. | Subarbusto, arbusto | 83 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud. | Arbusto, árvore | 91 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth | Árvore | 4 | . | . | . | . | . | x |
| <i>Centrosema angustifolium</i> (Humb., Bonpl. & Kunth) Benth. | Trepadeira | 54 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Chamaecrista basifolia</i> (Vogel) H.S. Irwin & Barneby | Erva | 45 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Chamaecrista filicifolia</i> (Benth.) H.S. Irwin & Barneby | Erva, subarbusto | 41 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) Greene | Subarb | 54 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Chamaecrista lundii</i> (Benth.) H.S. Irwin & Barneby | Erva | 16 | . | . | . | x | x | x |

Anexo 2. Continuação

| Família/Espécie | Hábito ¹ | Freq | CM | CS | FM | FS | MIM | MIS |
|--|---------------------|------|----|----|----|----|-----|-----|
| <i>Chamacrista nictitans</i> (L.) Moench | Erva, subarbusto | 87 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Chamaecrista planaltoana</i> (Harms.) H.S. Irwin & Barneby | Erva | 8 | . | . | . | x | . | x |
| <i>Chamaecrista repens</i> (Vogel) H.S.Irwin & Barneby | Subarbusto | 20 | x | x | x | x | . | x |
| <i>Chamaecrista serpens</i> (L.) Greene | Erva | 37 | x | x | . | x | x | x |
| <i>Clitoria guianensis</i> (Aubl.) Benth | Subarbusto | 96 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Crotalaria flavicomis</i> Benth. | Erva, subarbusto | 25 | x | x | . | x | x | x |
| <i>Crotalaria unifoliolata</i> Benth. | Subarbusto | 16 | x | . | . | x | x | . |
| <i>Crotalaria velutina</i> Benth. | Subarbusto | 12 | x | . | . | x | . | x |
| <i>Dalbergia miscolobium</i> Benth. | Árvore | 25 | . | x | . | x | . | x |
| <i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth. * | Subarbusto | 12 | . | . | x | . | . | x |
| <i>Desmodium canum</i> (J.F. Gmel) Schinz & Thell. * | ? | 70 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Dimorphandra mollis</i> | Árvore | 16 | . | . | x | x | . | x |
| <i>Eriosema crinitum</i> (Humb., Bonpl. & Kunth) G. Don | Subarbusto | 96 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Eriosema crinitum</i> var. <i>crinitum</i> (Kunth) G. Don var. <i>crinitum</i> | Subarbusto | 20 | . | . | x | x | x | x |
| <i>Eriosema defoliatum</i> Benth. | Erva, subarbusto | 33 | x | . | x | . | x | x |
| <i>Eriosema rufum</i> (Kunth) G. Don | Erva | 8 | . | x | . | . | x | . |
| <i>Galactia grewiaefolia</i> (Benth.) Taub. | Erva, subarbusto | 64 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Galactia decumbens</i> (Benth.) Chod. & Hassl. | Erva | 79 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Mimosa albolanata</i> Taub. | Arbusto, árvore | 87 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze | Arvore | 96 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Mimosa debilis</i> Humb. & Bonpl. ex Willd. | Subarbusto | 70 | . | x | x | x | x | x |
| <i>Mimosa gracilis</i> Benth | Erva | 100 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Mimosa lanuginosa</i> Glaz. ex Burkart | Subarbuysto | 62 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Mimosa nuda</i> Benth. | Arbusto | 83 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Mimosa radula</i> Benth. | Arbusto | 25 | x | x | x | x | . | x |
| <i>Phaseolus clitorioides</i> Mart. | ? | 4 | . | . | . | . | . | x |
| <i>Phaseolus linearis</i> Humb., Bonpl. & Kunth | ? | 4 | . | . | . | . | x | . |
| <i>Sclerolobium aureum</i> (Tul.) Benth | Árvore | 4 | . | . | . | . | . | x |
| <i>Sclerolobium paniculatum</i> Vog. var. subvelutino | Árvore | 4 | . | . | . | . | . | x |
| <i>Senna rugosa</i> (G. Don) H.S. Irwin & Barneby | Arbusto | 4 | x | . | . | . | . | . |
| <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Cov. | Árvore | 4 | . | . | . | . | . | x |
| <i>Stylosanthes acuminata</i> M.B. Ferr. & Souza Costa | Erva | 41 | x | . | x | x | x | x |
| <i>Stylosanthes guianenses</i> (Aubl.) Sw. var. <i>microcephala</i> | Erva | 45 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Stylosanthes guianenses</i> (Aubl.) Sw. var. <i>pauciflora</i> M.B. Ferr. & S. Costa | Erva | 33 | . | . | x | x | x | x |
| <i>Stylosanthes macrocephala</i> M.B. Ferr. & Sousa Costa | Erva | 50 | x | x | x | x | x | x |

Anexo 2. Continuação

| Família/Espécie | Hábito ¹ | Freq | CM | CS | FM | FS | MIM | MIS |
|--|---------------------------|------|----|----|----|----|-----|-----|
| <i>Stylosanthes scabra</i> Vogel | Subarbusto | 8 | . | . | x | . | x | . |
| <i>Tephrosia purpurea</i> (L.) Pers. | Erva | 25 | x | x | x | x | . | x |
| <i>Zornia latifolia</i> Sm. | Erva | 62 | . | x | x | x | x | x |
| <i>Zornia vestita</i> Mohlenbr | Erva | 29 | x | x | x | x | x | . |
| LORANTHACEAE | | | | | | | | |
| <i>Phthirusa ovata</i> (DC.) Eichler | Hemiparasita | 33 | x | x | . | . | . | . |
| <i>Struthanthus flexicaulis</i> (Mart.) Mart. | Hemiparasita | 37 | x | x | . | x | . | . |
| LYTHRACEAE | | | | | | | | |
| <i>Cuphea ferruginea</i> Pohl ex Koehne | Erva, subarbusto | 64 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Cuphea linarioides</i> Cham. & Schtdl. | Erva, subarbusto | 96 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Cuphea micrantha</i> Humb., Bonpl. & Kunth | Erva, subarbusto | 8 | . | . | x | . | x | . |
| <i>Cuphea spermacoce</i> A.St.-Hil. | Erva, subarbusto | 87 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Diplusodon villosus</i> Pohl | Subarbusto | 75 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Diplusodon virgatus</i> Pohl | Arbusto, Árvore | 12 | . | x | x | . | . | . |
| MALPIGHIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Banisteriopsis argyrophylla</i> (A.Juss.) B.Gates | Trepadeira, subarbusto | 4 | . | x | . | . | . | . |
| <i>Banisteriopsis campestris</i> (A. Juss.) Little | Subarbusto | 87 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Banisteriopsis latifolia</i> (A. Juss.) B. Gates | Arbusto | 4 | x | . | . | . | . | . |
| <i>Banisteriopsis laevifolia</i> (A. Juss.) B. Gates | Arbusto, árvore | 8 | . | . | x | . | . | x |
| <i>Banisteriopsis malifolia</i> (Ness & Mart.) B. Gates | Arbusto, árvore | 4 | . | . | . | . | . | x |
| <i>Banisteriopsis stellaris</i> (Griseb.) B.Gates | Trepadeira, subarbusto | 4 | . | x | . | . | . | . |
| <i>Byrsonima basiloba</i> A. Juss | Arbusto | 12 | x | . | . | x | x | . |
| <i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth | Árvore | 12 | x | x | . | . | x | . |
| <i>Byrsonima rigida</i> A. Juss | Subarbusto, arbusto | 29 | x | x | . | x | x | x |
| <i>Byrsonima subterranea</i> Brade & Markg. | Subarbusto, arbusto | 4 | . | x | . | . | . | . |
| <i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) L.C.Rich. ex A.Juss. | Arbusto, árvore | 25 | . | x | . | x | x | x |
| <i>Byrsonima</i> sp | ? | 4 | x | . | . | . | . | . |
| <i>Camarea affinis</i> A. St.-Hil. | Erva | 25 | x | x | . | x | . | x |
| <i>Heteropterys s campestris</i> A. Juss | Subarbusto, arbusto | 29 | . | x | x | . | . | x |
| <i>Heteroptelis eglandulosa</i> A. Juss | Árvore | 4 | x | . | . | . | . | . |
| <i>Peixotoa goiana</i> C.E. Anderson | Subarbusto | 62 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Peixotoa reticulata</i> Griseb. | Arbusto | 4 | . | . | x | . | . | . |
| <i>Peixotoa tomentosa</i> A. Juss. | Subarbusto | 4 | x | . | . | . | . | . |
| <i>Pterandra pyroidea</i> A.Juss. | Arbusto | 12 | x | . | x | . | . | x |
| <i>Tetrapteryx ambigua</i> (A. Juss.) Nied. | Subarbusto, arbusto | 50 | x | x | x | . | x | x |
| MALVACEAE | | | | | | | | |
| <i>Krapovickasia macrodon</i> (DC.) Fryxell | Erva | 75 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Sida cerradoensis</i> Krap. | Arbusto, subarbusto? | 33 | x | x | x | x | . | x |

Anexo 2. Continuação

| Família/Espécie | Hábito ¹ | Freq | CM | CS | FM | FS | MIM | MIS |
|---|---------------------|------|----|----|----|----|-----|-----|
| <i>Sida cordifolia</i> Forssk.* | Arbusto | 50 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Sida linifolia</i> Cav.* | Erva | 91 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Sida rhombifolia</i> L.* | Subarbusto | 45 | x | x | x | . | x | x |
| <i>Sida viarum</i> A.St.-Hil.* | Subarbusto, | 66 | x | x | x | x | x | x |
| | erva | | | | | | | |
| <i>Peltaea lasiantha</i> Krapov. & Cristóbal | Erva, | 50 | . | . | x | . | x | . |
| | subarbusto, | | | | | | | |
| | arbusto | | | | | | | |
| <i>Peltaea riedelii</i> (Gürke) Standley | ? | 8 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Peltaea</i> sp | ? | 12 | x | x | x | . | . | . |
| MELASTOMATACEAE | | | | | | | | |
| <i>Cambessedesia espora</i> DCz. | Erva, | 41 | x | x | x | x | x | x |
| | subarbusto, | | | | | | | |
| | arbusto | | | | | | | |
| <i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana | Arbusto, | 100 | x | x | x | x | x | x |
| | árvore | | | | | | | |
| <i>Miconia fallax</i> DC. | subarbusto, | 37 | x | . | x | . | x | x |
| | arbusto, | | | | | | | |
| | árvore | | | | | | | |
| <i>Pterolepis repanda</i> (DC.) Trian | Erva, | 37 | x | x | x | x | x | x |
| | subarbusto | | | | | | | |
| <i>Pterolepis perpusifolia</i> (Naudin) Cogn. | Erva | 45 | x | . | . | x | x | x |
| <i>Tibouchina aegopogon</i> (Naudin) Cogn. | Subarbusto, | 12 | x | . | . | . | x | . |
| | arbusto | | | | | | | |
| <i>Tibouchina stenocarpa</i> (Schrank & Mart. ex DC.) Cogn. | Arvoreta | 41 | x | x | x | x | x | x |
| MENISPERMACEAE | | | | | | | | |
| <i>Cissampelos ovalifolia</i> DC. | Subarbusto | 87 | x | x | x | x | x | x |
| MORACEAE | | | | | | | | |
| <i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul | Arbusto | 20 | x | . | . | x | x | x |
| MYRSINACEAE | | | | | | | | |
| <i>Rapanea guianensis</i> Aubl. | Árvore | 87 | x | x | x | x | x | x |
| MYRTACEAE | | | | | | | | |
| <i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O.Berg | Subarbusto, | 4 | x | . | . | . | . | . |
| | arbusto | | | | | | | |
| <i>Campomanesia pubescens</i> (A.DC.) O.Berg | Arbusto | 100 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg | Árvore | 91 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Eugenia bracteata</i> Vell. | Arbusto, | 91 | x | x | x | x | x | x |
| | árvore | | | | | | | |
| <i>Eugenia complicata</i> O. Berg | Arbusto | 33 | . | x | x | . | x | x |
| <i>Myrcia cordifolia</i> O. Berg | Arbusto | 33 | x | x | . | x | x | x |
| <i>Myrcia decrescens</i> O. Berg | Erva | 83 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Myrcia hiemalis</i> Cambess. | Subarbusto | 96 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Myrcia linearifolia</i> Cambess. | Erva | 12 | x | x | . | x | . | . |
| <i>Myrcia rhodosepala</i> Kiaersk | Subarbusto | 4 | . | . | . | . | x | . |
| <i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC. | Árvore | 25 | . | x | x | x | . | x |
| <i>Myrcia rostrata</i> DC. | arbusto, | 4 | x | . | . | . | . | . |
| | árvore | | | | | | | |
| <i>Psidium australe</i> Cambess. | Arbusto | 70 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Psidium basanthum</i> Berg | Arbusto | 12 | . | . | x | . | . | x |
| <i>Psidium bergianum</i> (Nied.) Burret | Arbusto | 20 | x | x | . | . | x | x |
| <i>Psidium cinerum</i> Mart. Ex DC. | Arbusto | 33 | x | x | x | x | x | x |

Anexo 2. Continuação

| Família/Espécie | Hábito ¹ | Freq | CM | CS | FM | FS | MIM | MIS |
|---|----------------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| <i>Psidium firmum</i> O. Berg | Arbusto | 96 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Psidium luridum</i> (Spreng.) Berr. | Subarbusto | 25 | . | . | . | x | x | x |
| <i>Psidium pohlianum</i> O. Berg | arbusto, árvore | 20 | x | x | x | . | . | x |
| <i>Psidium</i> sp | ? | 41 | x | x | x | x | x | x |
| OCHNACEAE | | | | | | | | |
| <i>Ouratea floribunda</i> (A. St.-Hil.) Engl. | subarbusto, arbusto | 54 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Ouratea nervosa</i> (St.-Hil.) Engl. | Árvore, arbusto | 41 | x | x | . | x | x | x |
| ORCHIDACEAE | | | | | | | | |
| <i>Epistephium scherophyllum</i> Lindl. | Erva terrestre | 4 | . | . | . | x | . | . |
| <i>Habenaria hexaptera</i> Lindl. | Erva terrestre | 16 | x | x | x | . | . | x |
| <i>Habenaria obtusa</i> Lindl. | Erva terrestre | 20 | x | . | . | . | . | x |
| OXALIDACEAE | | | | | | | | |
| <i>Oxalis densifolia</i> Mart. & Zucc. ex Zucc. | Erva, subarbusto | 100 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Oxalis suborbiculata</i> Lourteig | erva, subarbusto | 96 | x | x | x | x | x | x |
| PALMAE | | | | | | | | |
| <i>Allagoptera campestris</i> (Mart.) Kuntze | palmeira acaule | 16 | x | . | . | x | x | . |
| <i>Butia archeri</i> (Glassman) Glassman | palmeira arbustiva | 41 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Syagrus comosa</i> (Mart.) Mart. | palmeira arbustiva | 4 | x | . | . | . | . | . |
| <i>Syagrus flexuosa</i> (Mart.) Becc. | palmeira arbustiva | 29 | x | . | x | . | x | x |
| PASSIFLORACEAE | | | | | | | | |
| <i>Passiflora clathrata</i> Mast. | Trepadeira, erva | 58 | x | x | x | x | x | x |
| POLYGALACEAE | | | | | | | | |
| <i>Monnima exaltata</i> A.W. Benn | Erva | 50 | . | x | x | x | x | x |
| <i>Polygala cuspidata</i> DC. | Erva | 8 | x | x | . | . | . | . |
| <i>Polygala galioides</i> Poir. | Erva | 45 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Polygala hebeclada</i> DC. | Erva | 4 | . | . | . | x | . | . |
| <i>Polygala hirsuta</i> A.St.-Hil. & Moq. | Erva | 4 | . | . | . | . | . | x |
| <i>Polygala minima</i> Pohl ex A.W.Benn. | Erva | 8 | . | . | x | x | . | . |
| <i>Polygala violacea</i> Aubl. | Erva | 41 | x | x | x | x | x | x |
| PROTEACEAE | | | | | | | | |
| <i>Roupala montana</i> Aubl. | Árvore | 8 | x | . | . | x | . | . |
| RHAMNACEAE | | | | | | | | |
| <i>Crumenaria chorethroides</i> Mart. ex Reissek | Erva | 100 | x | x | x | x | x | x |
| RUBIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Borreria captata</i> (Ruiz & Pav.) DC. * | Erva | 62 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Borreria cymosa</i> (Sopreng.) Cham. & Schtdl. | ? | 54 | x | . | x | x | x | x |
| <i>Borreria nervosa</i> Pohl ex DC. | Erva | 16 | x | . | x | . | . | x |
| <i>Borreria tenella</i> (Kunth) Cham. & Schtdl. | Subarbusto | 8 | x | . | . | . | . | x |
| <i>Borreria warmingii</i> K. Schum. | Erva | 16 | x | . | x | . | . | x |
| <i>Mitracarpus parvulus</i> K.Schum | Erva | 4 | . | . | . | . | x | . |
| <i>Palicourea officinalis</i> Mart. | Subarbusto | 100 | x | x | x | x | x | x |

Anexo 2. Continuação

| Família/Espécie | Hábito ¹ | Freq | CM | CS | FM | FS | MIM | MIS |
|--|-----------------------------------|------|----|----|----|----|-----|-----|
| <i>Palicourea rigida</i> Kunth | Arbusto, árvore | 12 | . | x | . | x | x | . |
| <i>Richardia brasiliensis</i> Gomes | Erva | 16 | x | . | . | x | x | . |
| <i>Sabicea brasiliensis</i> Wernham | Subarbusto, arbusto, árvore | 12 | . | x | x | . | x | . |
| <i>Sipanea hispida</i> Benth. ex Wernham | Erva | 16 | . | . | . | x | . | x |
| RUTACEAE | | | | | | | | |
| <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam. | Árvore | 64 | x | x | x | x | x | x |
| SAPINDACEAE | | | | | | | | |
| <i>Matayba guianensis</i> Aubl. | Árvore | 8 | x | . | x | . | . | . |
| <i>Serjania caracasara</i> (Jacq.) Willd. | Trepadeira | 4 | . | x | . | . | . | . |
| <i>Serjania erecta</i> Radlk. | Trepadeira | 29 | x | x | x | . | x | x |
| SCHIZACEAE | | | | | | | | |
| <i>Anemia pastinacaria</i> Moritz ex Prantl | Erva | 29 | x | x | x | . | . | x |
| SCROPHULARIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Buchnera rosea</i> Kunth | Subarbusto | 29 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Esterhazyia splendida</i> J.C.Mikan | Arbusto | 4 | x | . | . | . | . | . |
| SIMAROUBACEAE | | | | | | | | |
| <i>Simaba suffruticosa</i> Engl. ex Char. | Subarbusto | 4 | . | . | . | . | x | . |
| SMILACACEA | | | | | | | | |
| <i>Smilax goyazana</i> A. DC. | Subarbusto | 91 | x | x | x | x | x | x |
| SOLANACEAE | | | | | | | | |
| <i>Schwenckia americana</i> D.Royen ex L. | Erva | 41 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Solanum aff. lcocarpum</i> A. St.-Hil. | Arbusto, árvore | 8 | . | . | . | . | x | . |
| <i>Solanum subumbellatum</i> Vell. | Subarbusto, arbusto | 58 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Solanum</i> sp | ? | 33 | x | x | x | x | x | x |
| STERCULIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Byttneria scalpellata</i> Pohl | Erva | 96 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Waltheria communis</i> A. St.-Hil. | Erva | 20 | . | . | x | x | x | x |
| <i>Waltheria indica</i> L. | Arbusto | 41 | x | x | x | x | x | x |
| TILIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Triumffeta semitriloba</i> Jacq. | Subarbusto, arbusto | 37 | x | x | . | x | . | x |
| TURNERACEAE | | | | | | | | |
| <i>Piriqueta sidifolia</i> (St.-Hil., Juss. & Cambess.) Urb. | Erva | 29 | . | x | . | x | x | x |
| <i>Turnera lamiifolia</i> Cambess. | Erva | 75 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Turnera nana</i> Cambess. | ? | 50 | . | . | x | x | x | x |
| ULMACEAE | | | | | | | | |
| <i>Trema micrantha</i> (L.) Blume | Árvore | 4 | . | . | . | x | . | . |
| UMBELLIFERAE | | | | | | | | |
| <i>Eryngium juncifolium</i> (Urb.) Mathias & Constance | Erva | 29 | x | x | . | x | . | x |
| VERBENACEAE | | | | | | | | |
| <i>Aegiphila lhotzkiana</i> L. | Árvore | 54 | x | . | x | x | x | x |
| <i>Lantana camara</i> L. | Arbusto | 4 | . | . | . | . | . | x |
| <i>Lantana hypoleuca</i> Briq. | Arbusto | 87 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Lippia elegans</i> Cham. | Arbusto | 4 | . | . | . | . | . | x |
| <i>Lippia grandiflora</i> Mart. & Schauer | Subarbusto | 12 | . | . | x | .. | x | . |
| <i>Lippia lacunosa</i> Mart. & Schauer | Arbusto | 91 | x | x | x | x | x | x |

Anexo 2. Continuação

| Família/Espécie | Hábito ¹ | Freq | CM | CS | FM | FS | MIM | MIS |
|--|----------------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| <i>Lippia martiana</i> Schauer | Árbusto | 37 | · | x | · | x | x | x |
| <i>Lippia pumila</i> Cham. | Árbusto | 12 | · | x | · | x | · | x |
| <i>Lippia sericea</i> Cham. | Subarbusto | 33 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Stachytarpheta cayennensis</i> (L.C.Rich.) Vahl | Erva, subarbusto | 16 | x | · | x | x | · | x |
| VIOLACEAE | | | | | | | | |
| <i>Hybanthus lanatum</i> (A. St.-Hil.) Baill. | Erva | 33 | x | · | x | · | x | x |
| VOCHYSIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Qualea cordata</i> (Mart.) Spreng. | Árvore | 12 | x | · | · | · | x | x |
| <i>Qualea grandiflora</i> Mart. | Árvore | 33 | x | x | x | x | · | x |
| <i>Qualea multiflora</i> Mart. Árvore | Árvore | 4 | x | · | · | · | · | · |
| <i>Qualea parviflora</i> Mart. | Árvore | 54 | x | x | x | x | x | x |
| <i>Vochysia tucanorum</i> (Spreng.) Mart. | Árvore | 4 | · | · | · | x | · | · |

NOTAS: 1 - Proença *et al.* 2001; Bruno T. Walter (comunicação pessoal).

* Espécies exóticas (Filgueiras, 1990; Filgueiras & Pereira, 1993).