

# AValiação fitossociológica da sucessão autogênica em áreas mineradas no Distrito Federal

Rodrigo Studart Corrêa<sup>1</sup>, Benício de Melo Filho<sup>2</sup>, Gustavo Macedo de Mello Baptista<sup>3</sup>

(recebido: 2 de julho de 2007; aceito: 26 de outubro de 2007)

**RESUMO:** Aproximadamente 0,6% do território distrital foram degradados pela exploração mineral. A avaliação do processo de sucessão vegetal desses locais constitui uma importante ferramenta para se definirem estratégias de recuperação. Dessa forma, o estrato lenhoso de quinze jazidas, abandonadas à sucessão por 20 a 47 anos, no Distrito Federal, foi inventariado. Os indivíduos lenhosos presentes nas cavas foram identificados e contados para se avaliarem a frequência, a densidade e a dominância das espécies naturalmente estabelecidas nesses locais. Os resultados mostram que a densidade de indivíduos lenhosos nas áreas mineradas situa-se abaixo de 5% e a densidade de espécies não atinge 15% dos valores medidos em áreas nativas. Dez das 98 espécies encontradas nas jazidas respondiam por 52,9% da dominância do estrato lenhoso avaliado. A capacidade de rebrota de algumas espécies de Cerrado está moldando as comunidades vegetais e a sucessão nas jazidas explotadas. Cerca de ¾ das espécies nativas encontradas nas lavras são capazes de rebrotar a partir de raízes, e elas respondem por 89% da dominância e 96% da densidade de espécies medidas. Os resultados apontam para a necessidade de se acelerar o processo de sucessão por meio da revegetação das áreas mineradas no DF.

Palavras-chave: Cerrado, áreas mineradas, revegetação, sucessão ecológica.

## PHYTOSOCIOLOGICAL EVALUATION OF THE AUTOGENIC SUCCESSION IN MINED AREAS IN THE BRAZILIAN FEDERAL DISTRICT

**ABSTRACT:** Approximately 0.6% of the Brazilian Federal District's territory have been degraded by mining. The evaluation of plant succession on such sites can be a useful tool to define strategies for reclamation. Thus, woody species of fifteen exploited sites, abandoned to succession for 20 - 47 years, were surveyed. All woody plants present on the sites were identified and counted for the evaluation of frequency, density and dominance of plant species naturally established on the mined spoils. Results show a plant density below 5% and a species density below 15% compared to values measured in native areas. Ten out 98 species found on the mined areas accounted for 52.9% of woody plants dominance. Capacity of re-growing from roots of some Savanna species is shaping the communities and the succession on exploited sites. About ¾ of native species found on the mined areas are able to re-grow from roots, and they made up to 89% of dominance and 96% of plant's density. Results point out to the need of boosting ecological succession through revegetation works on mined areas in the Brazilian Federal District.

Key words: Brazilian Cerrado, mined areas, revegetation, ecological succession.

### 1 INTRODUÇÃO

O Cerrado *lato sensu* estende-se por ¼ do território brasileiro, possui mais de seis mil espécies de plantas vasculares identificadas e é o segundo maior bioma do país (MENDONÇA et al., 1998). Entretanto, estudos relatam que, entre 40 e 70%, da cobertura nativa do Cerrado tenham sido removidas pela agropecuária, urbanização, mineração e outras atividades (NUNES et al., 2002). O conflito entre riqueza biológica e pressão antrópica colocou o Cerrado brasileiro entre as 25 áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade mundial (BRASIL, 2002). O Distrito Federal - DF situa-se na porção central desse bioma, onde

é intenso o conflito entre medidas conservacionistas e atividades econômicas. Além dos danos causados pela agropecuária e urbanização, aproximadamente 0,6% do território distrital foram degradados pela mineração a céu aberto para extração de areia, argila, cascalho e brita nas últimas cinco décadas, porcentagem cinco vezes superior à média nacional (CORRÊA et al., 2004).

O licenciamento ambiental para a exploração mineral no DF tornou-se rotina a partir de 1989. Apesar disso, um levantamento da situação em 1996 identificou que, dos mais de 500 ha de lavras licenciados e explorados à época, apenas 34 ha tinham sido revegetados por meio de Planos de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD's.

<sup>1</sup>Professor do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília/UnB – Campus Darcy Ribeiro – Cx. P. 04.401 – 70.910-900 – Brasília, DF – rodmanga@yahoo.com.br

<sup>2</sup>D.Sc. em Manejo Florestal – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis/IBAMA – SCEN Trecho 2 – Ed. Sede do Ibama – Cx. P. 09870 – 70.818-900 – Brasília, DF – beniciomelo@terra.com.br

<sup>3</sup>D.Sc. em Geologia, Professor do Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Católica de Brasília – Q.S. 07, Lote 01 – EPCT – Águas Claras – 71.966-700 – Taguatinga, DF – gmbaptista@pos.ucb.br

Atualmente, existem mais de dois mil hectares de lavras esgotadas no Distrito Federal que não foram recuperadas (CORRÊA et al., 2004). Trata-se de um passivo ambiental acumulado desde 1955 e que se encontra abandonado à sucessão natural.

A destruição de ecossistemas pelo homem tem colocado diversas espécies sob o risco de extinção. Planos conservacionistas para pequenas populações silvestres recomendam a restauração de comunidades vegetais como forma de aumentar a capacidade de suporte do ambiente. A restauração inicia-se com a criação de condições que impulsionem a sucessão ecológica (ANAND & DESROCHERS, 2004), e a escolha correta das espécies que iniciarão esse processo é essencial para o sucesso dos trabalhos. Assume-se então que a reconstrução do ambiente irá recuperar populações e biodiversidade (SCHROTT et al., 2005), e a biodiversidade, por sua vez, deve ser conservada para manter o funcionamento do ecossistema reconstruído (LYONS et al., 2005).

Por causa do acelerado processo de degradação do Cerrado e do desconhecimento da flora original da maioria das áreas a serem recuperadas, faz-se necessário levantar informações que subsidiem a revegetação das porções degradadas desse bioma (NUNES et al., 2002). Estudos sobre a composição florística e fitossociológica das espécies colonizadoras de áreas degradadas são ferramentas importantes para a definição de estratégias de recuperação (NAPPO et al., 2004), sobretudo porque esses estudos podem identificar espécies facilitadoras da sucessão natural (CHADA et al., 2004).

Dessa forma, visou-se com este trabalho avaliar algumas relações fitossociológicas das espécies lenhosas que se estabeleceram naturalmente nas áreas mineradas, no Distrito Federal em processo de sucessão autogênica, como subsídio a futuros programas de recuperação e manejo desses locais.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no Distrito Federal - DF, que ocupa 5.814 km<sup>2</sup> do Planalto Central brasileiro. A topografia da região varia de plana a suavemente ondulada, com altitude média de 1.100 m. O clima predominante é o Tropical de Savana - Aw, segundo a classificação de Köppen. A precipitação anual varia de 1.200 a 1.600 mm, com 84% do volume sendo precipitado no verão. A temperatura média anual oscila entre 18 e 22° C e a umidade relativa do ar pode variar de 12 a 85%.

A seleção prévia das áreas degradadas baseou-se na imagem do satélite Landsat ETM+ de novembro de 2002, que mostra mais de duzentos locais minerados no Distrito Federal, na escala 1:100.000 (CORRÊA et al., 2004). A partir dessa imagem, foram escolhidas por meio de fotografias aéreas, tiradas entre 1955 e 1986 - escala 1:10.000, jazidas que se encontravam explotadas até 1982. Procurou-se, dessa forma, selecionar locais com pelo menos vinte anos de sucessão após a lavra. A extensão de cada local minerado foi determinada com um planímetro de mesa, utilizado sobre as fotografias aéreas. As coordenadas dos locais selecionados para o levantamento do estrato lenhoso foram determinadas no campo, no ponto central de cada lavra, com um aparelho GPS Garmin 40, datum SAD 69 (Tabela 1).

Todos os indivíduos lenhosos (árvores, arbustos e subarbustos) presentes nas cavas selecionadas foram contados. Aqueles que puderam ser reconhecidos *in situ* foram identificados sem coleta de material. Partes vegetativas e/ou reprodutivas das plantas, não reconhecidas no local, foram coletadas para identificação por meio de literatura especializada e comparação com material herborizado na Universidade de Brasília - UnB e no Jardim Botânico de Brasília. Os nomes dos táxons foram atualizados conforme a nomenclatura do Missouri Botanical Garden (2006).

O esforço amostral do levantamento foi baseado na resposta de uma curva espécie-área, visando à determinação do tamanho da amostra necessária à representação da flora lenhosa que se estabeleceu nas áreas mineradas do DF, conforme Magurran (1988).

Os dados da flora lenhosa coletados nas jazidas foram tabulados em planilhas *Microsoft Office Excel 2003*, para a determinação da densidade relativa ( $DR_i$ ), frequência absoluta ( $F_i$ ) e frequência relativa ( $FR_i$ ) de cada espécie (DAJOZ, 1983). O cálculo da dominância relativa ( $DoR_i$ ) considerou os valores de  $DR_i$  e  $FR_i$  de cada espécie, conforme Felfili et al. (1994) e Kent & Coker (1992):

$$DR_i = \frac{n^\circ \text{ de indivíduos da espécie } i}{n^\circ \text{ total de indivíduos}} \times 100$$

$$F_i = \frac{n^\circ \text{ de locais com a espécie } i}{n^\circ \text{ total de locais}} \times 100$$

$$FR_i = \frac{F_i}{\sum_{i=1}^n F_i}$$

$$DoR_i = DR_i + FR_i$$

**Tabela 1** – Características gerais dos locais minerados.**Table 1** – General characteristics of mined sites.

Local Minerado	Ano do fim da lavra	Coordenadas	Extensão (ha)	Solo original	Número de espécies	Número de plantas
1	1982	15° 48' 51" S 47° 47' 33" W	18	Latossolo	39	490
2	1955	15° 48' 44" S 47° 47' 28" W	35	Latossolo	20	125
3	1969	15° 40' 32" S 47° 57' 02" W	2	Latossolo	19	379
4	1977	15° 37' 42" S 47° 51' 22" W	5	Cambissolo	33	427
5	1969	15° 40' 38" S 47° 56' 59" W	16	Latossolo	23	603
6	1964	15° 43' 09" S 47° 54' 04" W	2	Cambissolo	5	97
7	1982	15° 47' 18" S 47° 53' 29" W	3	Latossolo	15	96
8	1969	15° 40' 31" S 47° 56' 03" W	6	Cambissolo	11	266
9	1964	15° 37' 43" S 47° 51' 24" W	45	Neossolo Quartzarênico	14	674
10	1981	15° 40' 23" S 48° 06' 08" W	2	Cambissolo	25	200
11	1964	15° 51' 60" S 47° 56' 59" W	4	Cambissolo	20	723
12	1980	15° 47' 31" S 47° 52' 31" W	8	Cambissolo	34	225
13	1975	15° 43' 25" S 47° 53' 55" W	3	Cambissolo	21	518
14	1976	15° 44' 27" S 47° 53' 10" W	3	Cambissolo	26	276
15	1969	15° 40' 43" S 47° 56' 57" W	25	Latossolo	1	13

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quinze jazidas explotadas, que somam 177 hectares ou 5% da extensão minerada no Distrito Federal - DF (CORRÊA et al., 2004), foram suficientes para a estabilização da curva espécie-área (Figura 1). Portanto, as espécies regeneradas nos 177 hectares representam a flora mais comum das áreas mineradas no DF abandonadas à sucessão. Nessas quinze jazidas foram encontradas 5.112 plantas lenhosas, que revegetavam, de maneira esparsa, as áreas abandonadas (29 plantas ha<sup>-1</sup>). Essa densidade representa entre 1,5 e 4,4% dos valores de 664 a 1.990 plantas lenhosas ha<sup>-1</sup>, encontrados em áreas nativas de Cerrado (BALDUÍNO et al., 2005; FELFILI et al., 1994).

O estrato lenhoso encontrado nas lavras distribuiu-se em 92 espécies identificadas (78 nativas + 14 exóticas),

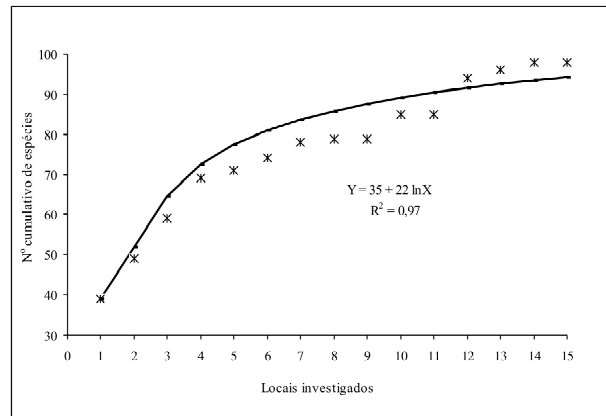
pertencentes a 86 gêneros e 41 famílias botânicas. Seis espécies não puderam ser identificadas para os táxons gênero e espécie, totalizando 98 espécies encontradas nas jazidas abandonadas (Tabela 2). A densidade de espécies lenhosas nativas nas áreas mineradas do DF variou entre 0,3 a 9,5 espécies ha<sup>-1</sup>. O valor superior corresponde a menos de 15% da densidade de 65 espécies ha<sup>-1</sup> que se pode encontrar em um Cerrado *stricto sensu* ralo, ou 6% em relação a 162 espécies ha<sup>-1</sup> encontradas em um Cerrado denso (EITEN, 1994). Todavia, 39 das 78 espécies nativas identificadas nas áreas mineradas do DF incluem-se entre as cem espécies mais frequentes no Cerrado *stricto sensu* do Brasil Central (SILVA JÚNIOR, 2005). Além disso, 41 espécies nativas identificadas nas jazidas foram encontradas por Nunes et al. (2002), que investigaram a flora e a estrutura do Cerrado *stricto sensu* do DF. Eles

listaram as vinte espécies mais frequentes em áreas nativas e as recomendaram para a recuperação de áreas degradadas no Cerrado. Das vinte espécies recomendadas para projetos de revegetação pelos citados autores, quatorze foram encontradas nas jazidas investigadas por este trabalho (Tabela 2).

Entre as 98 espécies lenhosas encontradas nas áreas mineradas do DF, dez respondem sozinhas por 52,9% da dominância do estrato lenhoso: *Baccharis clausenii*, *Dalbergia miscolobium*, *Ouatea hexasperma*, *Machaerium opacum*, *Brosimum gaudichaudii*, *Tibouchina stenocarpa*, *Salacia crassifolia*, *Solanum lycocarpum*, *Kielmeyera coriacea* e *Miconia albicans*. Segundo Dajoz (2005), as poucas espécies com valores elevados de densidade e as espécies exclusivas de uma comunidade é que definem uma determinada biocenose, em contraposição a um grande número de espécies com baixos valores de densidade, que aparecem em diversas comunidades de um ecossistema e são indiferentes a variações localizadas.

Connell & Slatyer (1977) descreveram modelos de sucessão ecológica e advogam que apenas algumas espécies estão aptas a colonizarem superfícies recém-expostas, a exemplo das áreas mineradas a céu aberto. Essas espécies, ao se estabelecerem no local, preparam o terreno para facilitar a entrada de espécies de estágios ecológicos mais avançados. Dessa forma, as dez espécies que dominam as áreas mineradas do DF (Tabela 2) estariam definindo biocenoses diversas do Cerrado nativo (DAJOZ, 2005) e moldando a sucessão primária nesses locais (CONNELL & SLATYER, 1977). As demais 88 espécies encontradas nas jazidas abandonadas do DF - 90% do total de espécies - contribuem com menos da metade da densidade de espécies e dominância medidas e aparecem nesses locais de maneira acessória ou acidental (DAJOZ, 1983).

Estudos em áreas nativas no DF concluíram que, mais de 92% das espécies vegetais presentes são muito pouco dominantes em suas comunidades (NUNES et al., 2002). De acordo com Lyons et al. (2005), a maioria das espécies de uma comunidade apresenta baixa densidade no local. Dessa forma, os padrões de densidade e dominância verificados nesse trabalho não parecem ser conseqüências da mineração ou uma singularidade do Cerrado. Distribuições heterogêneas de frequência, densidade e dominância entre espécies vegetais, como ocorre nas jazidas mineradas do DF, são relatadas como típicas de ambientes tropicais (NUNES et al., 2002) e resultam em alta biodiversidade (SILVA JÚNIOR, 2005).



**Figura 1** – Curva espécie-área dos locais minerados em processo de sucessão.

**Figure 1** – Species-area curve of mined sites left for succession.

Ainda não existe consenso sobre as regras que determinam a estrutura de uma comunidade (MAGURRAN, 1988), mas o estrato lenhoso das áreas mineradas no DF acompanha o padrão de frequência, densidade e dominância vigente nas áreas naturais de Cerrado, conforme expresso em Felfili et al. (1994), Nunes et al. (2002) e Silva Júnior (2005). Entretanto, as densidades de espécies (0,3 a 9,5 espécies ha<sup>-1</sup>) e de indivíduos (0,5 a 190 plantas ha<sup>-1</sup>) nos locais minerados estão muito aquém dos valores encontrados em áreas nativas.

As espécies *D. miscolobium*, *O. hexasperma*, *M. opacum*, *B. gaudichaudii* e *K. coriacea* são comuns em áreas nativas de Cerrado (NUNES et al., 2002; SILVA JÚNIOR, 2005), mas assumem dominância extraordinária em áreas mineradas (PEREIRA, 1990). Isso se deve à capacidade de rebrota dessas espécies a partir das gemas de raízes que permanecem no subsolo de sítios minerados. Corrêa & Bastos (1996) e Pereira (1990) demonstraram que a cobertura vegetal e a densidade de espécies nas áreas mineradas no DF relacionam-se com a profundidade de corte das jazidas. Jazidas mais rasas apresentam maior número de brotações clonais, que são originadas de raízes recém-expostas pela mineração.

*B. clausenii*, *D. miscolobium*, *O. hexasperma*, *M. opacum*, *B. gaudichaudii*, *T. stenocarpa*, *S. lycocarpum* e *K. coriacea* apareceram em, pelo menos, metade dos locais amostrados nesse trabalho. Entre as dez espécies que respondem por 52,9% da dominância do estrato lenhoso, apenas *S. crassifolia* e *M. albicans* não apresentam  $F_i \geq 50\%$ . Entretanto, a densidade das espécies explicou melhor a dominância delas nas áreas mineradas ( $R^2 = 0,97$ ;  $P < 0,01$ ) do que a frequência ( $R^2 = 0,61$ ;  $P < 0,10$  - Figura 2). Ao se

**Tabela 2** – Capacidade de rebrota, locais de ocorrência, densidade relativa ( $DR_i$ ), frequência relativa ( $FR_i$ ) e dominância relativa ( $DoR_i$ ) das espécies encontradas nos locais minerados do DF, listadas em ordem decrescente de  $DoR_i$ .

**Table 2** – Regrowth capacity from roots, occurrence sites, relative density ( $DR_i$ ), relative frequency ( $FR_i$ ) and relative dominance ( $DoR_i$ ) of species regenerated on mined spoils in the Brazilian Federal District, ranked by decreasing  $DoR_i$  values.

Espécie	Locais de ocorrência	$DR_i$ (%)	$FR_i$ (%)	$DoR_i$ (%)
® <i>Baccharis clausenii</i> Baker	1 a 5, 8 a 15	29,232	4,561	33,79
®†* <i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	1,2,4,5,7,8, 11 a 14	10,47	3,509	13,98
®†* <i>Ouratea hexasperma</i> (A. St.-Hil.) Baill.	1,2,4,5,7,10 a 14	7,36	3,509	10,87
®†* <i>Machaerium opacum</i> Vogel	1,2,5,7,10 a 14	6,726	3,158	9,88
®† <i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul.	1,5,7,8, 11 a 14	6,131	2,456	8,59
® <i>Tibouchina stenocarpa</i> (DC.) Cogn.	3,9,10	6,252	1,053	7,30
®* <i>Salacia crassifolia</i> (Mart.) G. Don	1 a 5, 7,9 a 14	3,42	3,86	7,28
®†* <i>Solanum lycocarpum</i> A. St.-Hil.	1 a 5, 8,9,10,14	2,268	3,158	5,43
®†* <i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	1,2,4,5,9,11,12,13	1,817	2,807	4,62
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	4,6,8, 11 a 14	1,597	2,456	4,05
® <i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	1,14	1,042	2,105	3,15
® <i>Trembleya parviflora</i> (Don) Cogn.	3,4,5	1,961	1,053	3,01
® <i>Anemopaegma arvense</i> (Vell.) Stellfeld & J.F. Souza	3,5,8,10,11,13,14	0,541	2,456	3,0
®* <i>Erythroxylum campestre</i> A. St.-Hil.	3,5,8,10,11,13	0,862	2,105	2,97
® <i>Calliandra dysantha</i> Benth.	2,4,7,11,12,13	0,822	2,105	2,93
®†* <i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	1,9,10,14	1,513	1,404	2,92
® <i>Vernonia ruficoma</i> Schltld. ex Baker	1,6,10,12,13	1,11	1,754	2,86
® †* <i>Palicourea rigida</i> Kunth	1,3,4,5,10,13	0,654	2,105	2,76
® <i>Eucalyptus</i> sp. (exótica)	4,11,12	1,56	1,053	2,61
®†* <i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	1,4,12,13	1,11	1,404	2,51
®†* <i>Schefflera macrocarpa</i> (Cham. & Schltld.) Frodin	1,3,4,5,12,14	0,299	2,105	2,40
® <i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	4,5,10,11,12	0,344	1,754	2,10
®†* <i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	1,3,8,9,12	0,322	1,754	2,08
<i>Aegiphila lanata</i> Moldenke	1,14	1,363	0,702	2,06
®* <i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. & Zucc.)	1,10,12,14	0,522	1,404	1,93
® <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit (exótica)	6	1,582	0,351	1,93
†* <i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	1,4,10,11,14	0,179	1,754	1,93
®†* <i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	1,4,11	0,676	1,053	1,73
®†* <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	1,3,10,14	0,3	1,404	1,70
®†* <i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	13	0,289	1,404	1,69
® <i>Calliandra brevipes</i> Benth.	4,5,10	0,613	1,053	1,67
® <i>Protium ovatum</i> Engl.	13,14	0,91	0,702	1,61
® <i>Duguetia</i> sp.	5,7,8,9	0,089	1,404	1,49
® <i>Cecropia</i> sp.	1,9,4	0,278	1,053	1,33

Continua...  
To be continued...

Tabela 2 – Continua...

Table 2 – Continued...

Espécie	Locais de ocorrência	DR <sub>i</sub> (%)	FR <sub>i</sub> (%)	DoR <sub>i</sub> (%)
†* <i>Sclerolobium paniculatum</i> Vogel	2,4,9	0,246	1,053	1,30
®†* <i>Hancornia speciosa</i> Gomes	2,3,5	0,179	1,053	1,23
®†* <i>Plenckia populnea</i> Reissek	1,5,4	0,18	1,053	1,23
<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	1,9,10,14	0,499	0,702	1,20
não identificada – Fabaceae	1,2,3	0,09	1,053	1,14
†* <i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	1,7,12	0,09	1,053	1,14
<i>Piper tuberculatum</i> Jacq.	1,2,12	0,09	1,053	1,14
®†* <i>Qualea grandiflora</i> Mart.	2,4,12	0,09	1,053	1,14
® <i>Ricinus communis</i> L. (exótica)	6,12	0,344	0,702	1,05
® <i>Stenolobium stans</i> (L.) Seem. (exótica)	7,12	0,322	0,702	1,02
® †* <i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	1,11	0,245	0,702	0,95
® <i>Duguetia furfuraceae</i> (St.Hil.) Benth. & Hook	1,7	0,18	0,702	0,88
®†* <i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl	1,9	0,158	0,702	0,86
<i>Paepalanthus</i> sp.	3,5	0,111	0,702	0,81
<i>Senna alata</i> (L.) Roxb. (exótica)	12,13	0,111	0,702	0,81
†* <i>Eugenia dysenterica</i> DC.	4,14	0,113	0,702	0,81
®†* <i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	4,14	0,111	0,702	0,81
®†* <i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	4,12	0,091	0,702	0,79
<i>Calolisianthus speciosus</i> (Cham. & Schltdl.) Gilg	7,11	0,09	0,702	0,79
®†* <i>Andira paniculata</i> Benth.	10,12	0,091	0,702	0,79
®† <i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	1,2	0,066	0,702	0,77
<i>Malvastrum coromandelianum</i> (L.) Garcke (exótica)	1,4	0,067	0,702	0,77
®†* <i>Vochysia rufa</i> Mart.	1,9	0,069	0,702	0,77
®†* <i>Mimosa clausenii</i> Benth.	2,10	0,045	0,702	0,75
®†* <i>Roupala montana</i> Aubl.	7,10	0,046	0,702	0,75
®† <i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) G. Nicholson	5,12	0,023	0,702	0,72
não identificada – Fabaceae	2	0,245	0,351	0,60
®* <i>Solanum paniculatum</i> L.	12	0,245	0,351	0,60
® <i>Manihot</i> sp. (exótica)	10	0,156	0,351	0,51
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	12	0,111	0,351	0,46
<i>Microlicia euphorbioides</i> Mart.	8	0,113	0,351	0,46
®†* <i>Chamaecrista orbiculata</i> (Benth.) H.S. Irwin & Barneby	4	0,089	0,351	0,44
® <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	1	0,089	0,351	0,44
não identificada – Annonaceae	14	0,065	0,351	0,42
®* <i>Casearia sylvestris</i> Sw.	2	0,068	0,351	0,42

Continua...

To be continued...

Tabela 2 – Continua...

Table 2 – Continued...

Espécie	Locais de ocorrência	DR <sub>i</sub> (%)	FR <sub>i</sub> (%)	DoR <sub>i</sub> (%)
® <i>Bauhinia</i> sp.	10	0,07	0,351	0,42
<i>Sida cordifolia</i> L.	14	0,068	0,351	0,42
† <i>Psidium myrsinoides</i> O. Berg	10	0,068	0,351	0,42
® <i>Rapanea guianensis</i> Aubl.	1	0,045	0,351	0,40
® <i>Psidium guajava</i> L. (exótica)	12	0,046	0,351	0,40
<i>Eremanthus</i> sp.	13	0,026	0,351	0,38
® <i>Mangifera indica</i> L. (exótica)	12	0,024	0,351	0,37
® <i>Tabebuia caraiba</i> (Mart.) Bureau	4	0,024	0,351	0,37
®* <i>Zeyheria digitalis</i> (Vell.) L.B. Sm. & Sandwith	4	0,021	0,351	0,37
®†* <i>Davilla elliptica</i> A. St.-Hil.	2	0,024	0,351	0,37
®†* <i>Diospyros burchellii</i> Hiern.	14	0,024	0,351	0,37
<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch (exótica)	2	0,024	0,351	0,37
® <i>Chamaecrista clausenii</i> (Benth.) H.S. Irwin & Barneby	4	0,024	0,351	0,37
® <i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf. (exótica)	6	0,023	0,351	0,37
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake (exótica)	12	0,022	0,351	0,37
® <i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	4	0,024	0,351	0,37
†* <i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) J.F. Macbr.	1	0,022	0,351	0,37
†* <i>Pterodon pubescens</i> (Benth.) Benth.	2	0,023	0,351	0,37
não identificada – Fabaceae	2	0,024	0,351	0,37
não identificada – Fabaceae	2	0,023	0,351	0,37
não identificada – Fabaceae	3	0,024	0,351	0,37
†* <i>Strychnos pseudoquina</i> A. St.-Hil.	1	0,023	0,351	0,37
® <i>Banisteriopsis</i> sp.	4	0,024	0,351	0,37
<i>Eugenia bimarginata</i> DC.	4,14	0,024	0,351	0,37
<i>Myrcia rostrata</i> DC.	4	0,023	0,351	0,37
® <i>Passiflora</i> sp. (exótica)	7	0,023	0,351	0,37
® <i>Matayba guianensis</i> Aubl.	10	0,024	0,351	0,37
®†* <i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	13	0,023	0,351	0,37
<i>Lantana camara</i> L.	12	0,023	0,351	0,37
Total		100	100	200

® espécie com capacidade de rebrotar a partir das raízes.

† Trata-se de uma das cem espécies mais frequentes no Cerrado *stricto sensu* do Brasil Central, de acordo com Silva Júnior (2005).

\* Trata-se de uma das 91 espécies identificadas por Nunes et al. (2002) nas áreas de Cerrado *stricto sensu* do DF.

considerarem apenas as dez espécies mais dominantes (Tabela 2), a frequência não esclarece satisfatoriamente a dominância ( $R^2 = 0,39$ ;  $P > 0,10$ ). A densidade de espécies, ao contrário, é que está determinando a característica

dominante delas nas jazidas mineradas ( $R^2 = 0,99$ ;  $P < 0,01$ ). Além disso, as espécies mais frequentes nas quinze jazidas abandonadas não são as que apresentam maiores valores de densidade nesses locais ( $r = 0,44$ ;  $P > 0,10$ ).

A fraca influência da frequência na determinação da dominância das espécies (Figura 2) e a baixa correlação entre frequência e densidade ( $r = 0,44$ ) reforçam a hipótese de que é significativa a quantidade de plantas que rebrotam a partir das raízes remanescentes no substrato de áreas mineradas no Cerrado (CORRÊA & BASTOS, 1996; PEREIRA, 1990). De acordo com Begon et al. (1990), uma grande parte do estudo da ecologia se ocupa em tentar explicar o que determina a densidade de organismos em uma comunidade. No caso das áreas mineradas no Cerrado, a capacidade de um grande número de espécies rebrotarem a partir de raízes parece determinar essa característica.

A natureza e os mecanismos que direcionam sucessões ecológicas são variados e alguns ainda não foram completamente esclarecidos (GANADE & BROWN, 2002). Entretanto, vários autores concordam que maiores valores de densidade de algumas espécies indicam uma maior adaptação às condições locais e, conseqüentemente, uma maior contribuição delas para o processo de sucessão da comunidade (BEGON et al., 1990; CONNELL & SLATYER, 1977; DAJOZ, 2005).

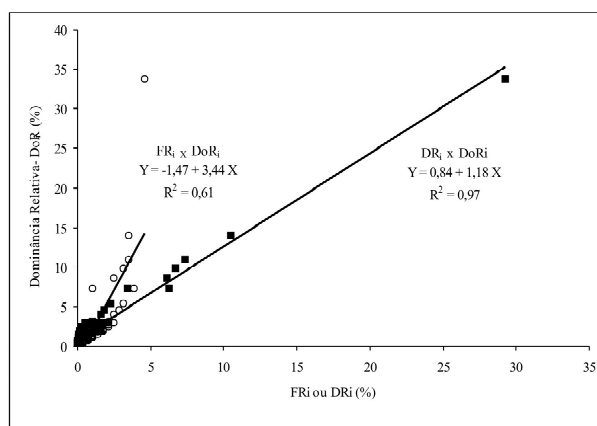
A capacidade de rebrota de algumas espécies e a importância da reprodução vegetativa no Cerrado são discutidas há muito tempo na literatura (WARMING, 1908, citado por REZENDE, 2002). Há autores que imputam o sucesso de estabelecimento de algumas espécies lenhosas do Cerrado em áreas degradadas à habilidade de elas se reproduzirem a partir de raízes e estacas (HOFFMANN, 1998). Múltiplas brotações a partir de raízes expostas, desproporcionalidade entre altura e diâmetro das plantas e densos agrupamentos de uma mesma espécie em certos locais das lavras leva-nos a inferir que, oito entre as dez espécies, com maiores valores de densidade relativa, nas jazidas avaliadas neste trabalho, se originaram a partir de rebrotas de raízes. *B. clausenii* e *S. lycocarpum* são as únicas, entre as dez espécies mais dominantes, que não apresentaram as características descritas acima, apesar de também possuírem a capacidade de rebrotar a partir de raízes.

Cerca de ¾ das espécies nativas identificadas nas jazidas possuem a capacidade de rebrotar a partir de raízes (Tabela 2). As espécies que não se reproduzem por meios vegetativos e, portanto, estabeleceram-se nas jazidas a partir de sementes, contribuem com apenas 11% da dominância do estrato lenhoso, no período de 20 a 47 anos de sucessão, considerado nesse trabalho.

A recuperação de ecossistemas pode ser impulsionada por meio de espécies facilitadoras da sucessão natural, que aceleram o estabelecimento de

outras espécies na área, sobretudo ao se tratar de superfícies recém-expostas (CHADA et al., 2004; CONNELL & SLATYER, 1977). Em termos de manejo, as espécies dominantes nas jazidas exploradas e aquelas que notadamente se originaram a partir de sementes (Tabela 2) seriam as mais aptas a facilitarem o processo de sucessão ecológica, nas áreas mineradas do DF (CONNELL & SLATYER, 1977).

Estudos recentes defendem que o funcionamento de ecossistemas prescinde da diversidade completa da comunidade, podendo ser mantido com um reduzido número de espécies, sobretudo espécies-chave (LYONS et al., 2005). Dessa forma, a recuperação das áreas mineradas no DF não requer que todas as espécies, originalmente presentes no local, sejam reintroduzidas. O uso das espécies mais dominantes e a identificação de espécies-chave e facilitadoras da sucessão seriam os meios mais eficientes para promover a recuperação das jazidas exploradas do Distrito Federal.



**Figura 2** – Relação entre frequência ( $FR_i$ )/densidade ( $DR_i$ ) relativas e dominância relativa ( $DoR_i$ ) de espécies nos locais minerados.

*Figure 2* – Regression of relative dominance ( $DoR_i$ ) on relative frequency ( $FR_i$ )/density ( $DR_i$ ) of species regenerated on mined sites.

#### 4 CONCLUSÕES

Após duas a cinco décadas de sucessão natural, a densidade de plantas lenhosas nas áreas mineradas do DF situa-se abaixo de 5% dos valores medidos em áreas nativas. A densidade de espécies não atinge 15% do valor encontrado em áreas nativas.

A capacidade de rebrota de espécies do Cerrado está moldando as comunidades vegetais e a sucessão,



nas jazidas exploradas. Cerca de  $\frac{3}{4}$  das espécies nativas encontradas são capazes de rebrotar a partir de raízes, e elas respondem por 89% da dominância e 96% da densidade de espécies do estrato lenhoso desses locais.

O estabelecimento de plantas por meio de sementes ainda é incipiente nas jazidas abandonadas à sucessão, correspondendo a 11% da dominância do estrato lenhoso.

O uso das espécies mais frequentes que se estabeleceram nas lavras a partir de sementes e a identificação de espécies facilitadoras da sucessão e de espécies-chave, entre as encontradas nas jazidas, seriam os meios mais eficientes para se promover a recuperação das áreas mineradas no DF.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANAND, M.; DESROCHERS, R. E. Quantification of restoration success using complex systems concepts and models. **Restoration Ecology**, [S.l.], v. 12, n. 1, p. 117-123, 2004.
- BALDUÍNO, A. P. C.; SOUZA, A. L. de; MEIRA NETO, J. A. L.; SILVA, A. F. da; SILVA JÚNIOR, M. C. da. Fitossociologia e análise comparativa da composição florística do Cerrado da Flora de Paraopeba - Mg. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 25-34, 2005.
- BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecology: individuals, populations and communities**. 2. ed. Boston: Blackwell Scientific, 1990. 945 p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Biodiversidade brasileira: avaliação e identificação de áreas prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira**. Brasília, DF: MMA/SBF, 2002. 404 p.
- CHADA, S. S.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. Sucessão vegetal em uma encosta reforestada com leguminosas arbóreas em Angra dos Reis, RJ. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 801-809, 2004.
- CONNELL, J. H.; SLATYER, R. O. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. **The American Naturalist**, [S.l.], v. 111, n. 982, p. 1119-1144, 1977.
- CORRÊA, R. S.; BASTOS, E. K. Quantificação da regeneração de uma área de Cerrado com diferentes profundidades de corte do solo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECOSSISTEMAS FLORESTAIS - FOREST 96, 4., 1996, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: [s.n.], 1996. p. 153-154.
- CORRÊA, R. S.; BIAS, E. S.; BAPTISTA, G. M. M. Áreas degradadas pela mineração no Distrito Federal. In: CORRÊA, R. S.; BAPTISTA, G. M. M. **Mineração e áreas degradadas no cerrado**. Brasília, DF: Universa, 2004. p. 9-21.
- DAJOZ, R. **Ecologia geral**. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 1983. 472 p.
- DAJOZ, R. **Princípios de ecologia**. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 519 p.
- EITEN, G. Vegetação do cerrado. In: PINTO, M. N. **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. 2. ed. Brasília, DF: UnB, 1994. p. 7-73.
- FELFILI, J. M.; HARIDASSAN, M.; MENDONÇA, R. C.; FILGUEIRAS, T. S.; SILVA JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. V. **Projeto biogeografia do bioma Cerrado: vegetação e solos**. Brasília, DF: IBGE, 1994. 166 p. (Cadernos de Geociências, 12).
- GANADE, G.; BROWN, V. K. Succession in old pastures of Central Amazonia: role of soil fertility and plant litter. **Ecology**, Durham, v. 83, n. 3, p. 743-754, 2002.
- HOFFMANN, W. A. Post-burn reproduction of woody plants in a neotropical savanna: the relative importance of sexual and vegetative reproduction. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 35, n. 2, p. 422-433, 1998.
- KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description and analysis: a practical approach**. New York: J. Willey & Sons, 1992. 363 p.
- LYONS, K. G.; BRIGHAM, C. A.; TRAUT, B. A.; SCHWARTZ, M. W. Rare species and ecosystem functioning. **Conservation Biology**, [S.l.], v. 19, n. 4, p. 1019-1024, 2005.
- MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. New Jersey: Princenton University, 1988. 179 p.
- MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M.; SILVA JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E. Flora vascular do cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa, 1998. p. 289-556.
- MISSOURI BOTANICAL GARDEN. **W3 tropicos**. Disponível em: <<http://www.mobot.org/w3T/search/vast.html>>. Acesso em: 28 nov. 2006.

NAPPO, M. E.; GRIFFITH, J. J.; MARTINS, S. V.; MARCO JÚNIOR, P.; SOUZA, A. L.; OLIVEIRA FILHO, A. T. Dinâmica da estrutura fitossociológica da regeneração natural em sub-bosque de mimosa *Scabrella bentham* em área minerada, em Poços de Caldas, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 811-829, 2004.

NUNES, R. V.; SILVA JÚNIOR, M. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T. Intervalos de classe para abundância, dominância e frequência do componente lenhoso do cerrado sentido restrito no Distrito Federal. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 173-182, 2002.

PEREIRA, R. A. **Influência de fatores edáficos sobre a revegetação natural de áreas de empréstimo em latossolos**

**sob Cerrado**. 1990. 133 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 1990.

REZENDE, A. V. **Diversidade, estrutura, dinâmica e prognose do crescimento de um cerrado *sensu stricto* submetido a diferentes distúrbios por desmatamento**. 2002. 243 f. Tese (Doutorado em Manejo Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

SCHROTT, G. R.; WITH, K. A.; KING, A. W. Demographic limitations of the ability of habitat restoration to rescue declining populations. **Conservation Biology**, [S.l.], v. 19, n. 4, p. 1181-1193, 2005.

SILVA JÚNIOR, M. C. **100 árvores do cerrado: guia de campo**. Brasília, DF: Ed. Rede de Sementes do Cerrado, 2005. 278 p.