

ANÁLISE FITOSSOCIOLÓGICA DO ESTRATO ARBÓREO DE UMA CASCALHEIRA REVEGETADA NO DISTRITO FEDERAL

Cristiane de Queiroz Pinheiro¹, Rodrigo Studart Corrêa², Irving Martins Silveira³,
Rafael Serejo de Jesus⁴, Renata Rangel de Araújo Jorge⁵

(recebido: 15 de maio de 2008; aceito: 27 de fevereiro de 2009)

RESUMO: No Distrito Federal - DF, quatro décadas de ocupação e urbanização resultaram na perda de 57% da cobertura vegetal nativa. Nesse contexto, a atividade de mineração foi responsável pela degradação de 0,6% da extensão do território distrital, e projetos de revegetação têm sido implantados em algumas jazidas exploradas. Objetivou-se, neste trabalho, avaliar a comunidade arbórea introduzida na nona maior cascalheira do DF, sob os critérios das resoluções paulistas SMA nº 21/2001 e SMA nº 47/2003. Por meio do levantamento florístico realizado no local, foram identificadas 62 espécies (57 nativas e 5 exóticas), pertencentes a 49 gêneros e 25 famílias. A comunidade arbórea introduzida na cascalheira atendeu a quatro de seis requisitos avaliados: alta diversidade, limite de 20% na abundância por espécie, uso de no mínimo 50% de espécies locais e modelo de revegetação sucessional. O projeto deixou de atender ao uso de, no mínimo, 10% de espécies ameaçadas de extinção e ao número mínimo de oitenta espécies no plantio.

Palavras-chave: Recuperação, áreas mineradas, Cerrado, fitossociologia.

PHYTOSOCIOLOGICAL ANALYSIS OF TREE SPECIES IN A REVEGETATED GRAVEL MINE IN THE BRAZILIAN FEDERAL DISTRICT

ABSTRACT: Four decades of human settlement and urbanization resulted in the deforestation of 57% of the native vegetation in the Brazilian Federal District. In this regard, mining activities degraded 0.6% of the territory, and revegetation works have been carried out on some mined areas. This work aimed to evaluate the tree community established on the ninth largest mined area in the Federal District under the criteria of resolutions SMA 21/2001 and SMA 47/2003. A floristic survey on the site could identify 62 species (57 native and 5 exotic species) from 49 genera and 25 families. Tree community on the site has complied with four out six criteria evaluated: high species diversity, limits of abundance per species, the use of at least 50% local species and a succession revegetation model attended the resolutions. The Project did not comply with the use of at least 10% endangered species and at least eighty different species.

Key words: Revegetation, mining, Brazilian savannah, phytosociology.

1 INTRODUÇÃO

O Cerrado brasileiro ocupa 25% do território nacional (SCHENKEL & BRUMMER, 2000) e corresponde ao segundo maior bioma brasileiro (AGUIAR et al., 2004). Estudos recentes citam a existência de mais de dez mil espécies vegetais no Cerrado (WALTER, 2006). Entretanto, apenas 20% da área original do bioma permanecem intactas (ALHO, 2005). Por esses motivos, o Cerrado brasileiro encontra-se entre as 25 áreas prioritárias para a conservação mundial (BRASIL, 2002).

No Distrito Federal – DF, quatro décadas de ocupação resultaram na remoção de 57% da cobertura vegetal nativa (UNESCO, 2000). Além dos danos causados pela agropecuária e urbanização, cerca de 0,6% da extensão do DF foi degradada pela mineração a céu aberto, porcentagem cinco vezes maior do que a média nacional (CORRÊA et al., 2004).

Estudos têm demonstrado que, mesmo após algumas décadas de abandono das mais de 230 jazidas exploradas, a regeneração natural da vegetação em áreas mineradas no Cerrado é insignificante (CORRÊA et al.,

¹Engenheira Florestal, bolsista do CNPq, Mestre em Ciências Florestais pela Universidade de Brasília/UnB – CLN 207, Bloco D, sala 104 – 70852-540 – Brasília, DF – crisfloresta@gmail.com

²Engenheiro Agrônomo, Professor Ph.D. em Solos e Nutrição de Plantas – 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

³Engenheiro Florestal, Mestrando em Ciências Florestais – Departamento de Engenharia Florestal – Universidade de Brasília/UnB – Campus Darcy Ribeiro – Cx. P. 04.401 – 70910-900 – Brasília, DF – irvingssilveira@yahoo.com.br

⁴Engenheiro Florestal, Mestrando em Ciências Florestais – Centro de Ciências Florestais e da Madeira/CIFLOMA – Universidade Federal do Paraná/UFPR – 80210-170 – Curitiba, PR – rafaelssjesus@hotmail.com

⁵Engenheira Florestal – Departamento de Engenharia Florestal – Universidade de Brasília/UnB – Campus Darcy Ribeiro – Cx. P. 04.401 – 70910-900 – Brasília, DF – renafloresta@yahoo.com.br

2007). Portanto, o estabelecimento de uma cobertura vegetal nessas áreas depende da intervenção humana (CORRÊA & MELLO FILHO, 2000).

A legislação brasileira exige a recuperação de áreas degradadas pela mineração. Estudos sobre áreas em processo de recuperação resultaram na edição das Resoluções SMA n° 21/2001 e SMA n° 47/2003 (SÃO PAULO, 2001, 2003), válidas para o estado de São Paulo. Essas resoluções foram elaboradas em resposta à constatação da baixa diversidade vegetal nas áreas recuperadas com espécies arbóreas nativas naquele Estado, fato tido como responsável pelo declínio dos reflorestamentos. Entretanto, alguns autores criticam projetos de revegetação baseados essencialmente no estabelecimento de essências florestais, pois as espécies são geralmente escolhidas pela maior capacidade de sobrevivência e crescimento, em detrimento do restabelecimento das funções ecológicas locais (GUIMARÃES, 2008).

Diversos especialistas realçam, porém, a importância de plantios com alta diversidade florística, que são capazes de incrementar funções ecológicas. Enfatizam também a necessidade de uso de espécies ameaçadas de extinção e de espécies que atraem fauna em projetos de revegetação de áreas degradadas (BARBOSA et al., 2003).

Não existem modelos consagrados para a recuperação de áreas degradadas (BARBOSA, 2007). Contudo, algumas recomendações são de consenso entre os pesquisadores, tais como a necessidade de estudos que considerem os processos naturais de sucessão vegetal, o comportamento biológico de espécies nativas, o estado de conservação ou degradação dos solos e a necessidade de se utilizar alta diversidade de espécies arbóreas nativas com ampla ocorrência regional (BARBOSA et al., 2003). Esses autores observaram que o sucesso de projetos de revegetação no estado de São Paulo relacionava-se à escolha de um grande número de espécie vegetais, à fertilidade dos solos e aos tratamentos culturais dos plantios nos primeiros anos. Como resultado, as Resoluções SMA n° 21/2001 e SMA n° 47/2003 estabelecem, entre outras orientações, que:

1. a recuperação de áreas degradadas exige elevada diversidade;
2. são necessárias pelo menos oitenta espécies, em uma área degradada maior que 50 ha;
3. nenhuma espécie poderá ultrapassar o limite de 20% do total do plantio;

4. seja priorizada a utilização de espécies ameaçadas de extinção, respeitando-se as formações de ocorrência, na proporção de 10% das mudas, com pelo menos quinze espécies distintas, para projetos maiores que 50 ha;

5. haja a proporção de 50%, sempre que possível, das espécies naturais existentes na vizinhança;

6. a implantação das medidas de recuperação visará ao processo sucessional como estratégia básica.

Apesar do elevado número de jazidas exploradas, o Distrito Federal carece de normas que regulamentem a revegetação de áreas mineradas. Nesse sentido, este trabalho objetivou avaliar, sob os critérios das Resoluções SMA 21/2001 e SMA n° 47/2003 acima citados, a revegetação da nona maior cascalheira existente no DF.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na cascalheira do Aeroporto Internacional de Brasília, que apresenta 72 ha de extensão. Parte da área apresentava a vegetação original de Campo Cerrado (44 ha) e os demais 28 ha de Cerrado sentido restrito. O local situa-se entre as coordenadas 15°52'07"- 15°52'47" de latitude Sul e 47°53'25"- 47°53'54" de longitude Oeste, na área da APA Gama e Cabeça de Veado. O clima predominante no Distrito Federal é o Tropical de Savana - Aw, segundo a classificação de Köppen. A precipitação média anual varia de 1.200 a 1.600 mm, com 84% do volume de chuvas ocorrendo durante o verão (IBGE, 2006).

O local foi minerado nas décadas de 1950 e 1960, e os trabalhos de recuperação da cascalheira foram realizados em 2005, quando o horizonte A de um Latossolo Vermelho (EMBRAPA, 1999) foi depositado sobre a superfície da área, a uma espessura de 1,5 m. Aproximadamente, 29.000 mudas de espécies arbóreas foram plantadas em um espaçamento de 3 x 2 m, em covas de 0,4 x 0,4 x 0,4 m. Cada cova foi adubada com 10 L de esterco de curral, 100g de N P K (5:25:15) e calcário dolomítico - $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ (INFRAERO, 2005).

O levantamento florístico das espécies plantadas foi realizado por meio de caminhadas em forma de varredura, utilizando-se grupos amostrais de cem indivíduos. O ponto inicial de cada grupo foi selecionado ao acaso em diferentes locais da cascalheira. A partir de cada ponto selecionado, procurou-se abranger uma área poligonal até que cem indivíduos fossem amostrados. A suficiência amostral foi verificada após cada coleta por meio da curva de rarefação (GOTELLI & COLWELL, 2001). A amostra mínima representativa da área foi indicada pela estabilização da curva de rarefação, de acordo com Magurran (2003).

Foram coletadas e prensadas amostras de material vegetal de espécies não identificadas *in situ* para posterior identificação por meio de consulta à literatura e comparação com o material herborizado na Universidade de Brasília - UnB. Os nomes dos *taxa* foram atualizados conforme a nomenclatura do Missouri Botanical Garden (2008). O diâmetro de todas as plantas foi medido a 10 cm da base com paquímetro de 0,1 mm de precisão, para posterior cálculo das áreas basais e parâmetros estruturais.

Os dados coletados no levantamento florístico foram utilizados para o cálculo da frequência absoluta e relativa das espécies (DAJOZ, 1973), densidade relativa (MUELLER-DUMBOIS & ELLENBERG, 1974), dominância relativa e valor de importância - VI (CURTIS & McINTOCH, 1951). A diversidade foi estimada pelo índice de Shannon (SHANNON & WEAVER, 1949) e a equitabilidade pelo índice de Pielou - J (PIELOU, 1975). Todos os parâmetros avaliados foram estimados com o uso do *software* Microsoft Excel 2003.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A curva de rarefação indicou que novecentos indivíduos amostrados foram suficientes para a representação da comunidade arbórea introduzida na cascalheira deste estudo (Figura 1). Os primeiros cem indivíduos amostrados retrataram 52% de todas as espécies

encontradas na área, chegando a 82% quando quatrocentos indivíduos foram amostrados.

As 62 espécies encontradas na cascalheira distribuíam-se entre 49 gêneros e 25 famílias botânicas (Tabela 1). A família mais representativa foi Fabaceae, com doze gêneros e quinze espécies. As espécies dessa família são frequentemente utilizadas em projetos de recuperação de áreas mineradas por serem rústicas, resistentes, possuem crescimento rápido, melhoram as condições edáficas e apresentam características de espécies facilitadoras da sucessão natural (ARAÚJO et al., 2005; CHADA et al., 2004).

Três espécies responderam por 50% da dominância, 20% dos indivíduos amostrados e 38% do valor de importância - VI total da comunidade: *Aegiphila lhotskiana*, *Piptadenia communis* e *Ceiba speciosa* (Tabela 1). Nenhuma espécie ultrapassou o limite de 20% do plantio, conforme estabelecido pela Resolução SMA nº 47/2003. *P. communis*, a mais abundante no levantamento, representou 8,5% do total de indivíduos amostrados.

Neste estudo constatou-se que foram utilizadas apenas quatro espécies ameaçadas de extinção: *Myracrodruon urundeuva*, *Astronium fraxinifolium*, *Pterogyne nitens* (IBAMA, 2008) e *Margaritaria nobilis* (MPRS, 2008; SEMAC, 2008). Essa última é exótica ao Cerrado. As espécies em extinção somaram 8,8% do total de espécies, ficando aquém da recomendação estabelecida pela Resolução SMA nº 21/2001.

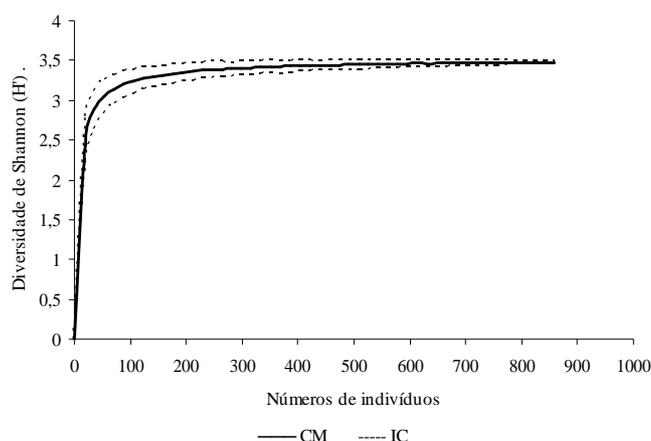


Figura 1 – Curva de rarefação com valores medianos de diversidade (H') de espécies e os limites de confiança (95%) para a amostragem realizada na cascalheira do Aeroporto Internacional de Brasília JK, em 2007. CM - curva média, IC - limites para o intervalo de confiança inferiores e superiores.

Figure 1 – Rarefaction curve with median values of diversity (H') of species and confidence limits (95%) for sampling held at the gravel mine in the International Airport of Brasília JK in 2007. CM - average curve, CI - limits on the range of lower and higher.

Tabela 1 – Estimativa dos parâmetros estruturais das espécies arbóreas introduzidas na cascalheira do Aeroporto Internacional de Brasília, em ordem decrescente do valor de importância (VI) das famílias botânicas, representados em negrito.

Table 1 – Estimates of the structural parameters of tree species introduced in a gravel mine at the International Airport of Brasilia, in descending order of value of importance (VI) of botanical families, represented in bold.

Família/espécie	n*	DR*	FA*	FR*	DoR*	VI*
Fabaceae	251	27,9	466,6	21,9	25,5	75,3
<i>Piptadenia communis</i> Benth.	76	8,46	77,78	3,65	12,63	24,73
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	54	6,01	88,89	4,17	4,81	14,99
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	47	5,23	44,44	2,08	5,82	13,14
<i>Inga edulis</i> Mart.	16	1,78	44,44	2,08	1,10	4,97
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	20	2,23	22,22	1,04	0,65	3,92
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	8	0,89	44,44	2,08	0,04	3,01
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	11	1,22	22,22	1,04	0,20	2,47
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	6	0,67	44,44	2,08	0,09	2,84
<i>Sclerolobium paniculatum</i> Vogel	3	0,33	11,11	0,52	0,01	0,87
<i>Mimosa foliolosa</i> Benth.	2	0,22	11,11	0,52	0,08	0,82
<i>Mimosa clausenii</i> Benth.	2	0,22	11,11	0,52	0,05	0,79
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	2	0,22	11,11	0,52	0,00	0,74
<i>Enterolobium ellipticum</i> Benth.	2	0,22	11,11	0,52	0,00	0,74
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	1	0,11	11,11	0,52	0,00	0,63
<i>Machaerium opacum</i> Vogel	1	0,11	11,11	0,52	0,00	0,64
Bignoniaceae	113	12,6	322,2	15,1	8,2	35,9
<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	39	4,34	77,78	3,65	4,36	12,35
<i>Tabebuia aurea</i> Benth. & Hook. f. ex S. Moore	26	2,9	88,89	4,17	2,29	9,35
<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) G. Nicholson	33	3,67	77,78	3,65	1,49	8,81
<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex A. DC.) Standl.	6	0,67	33,33	1,56	0,08	2,31
<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart.	4	0,45	11,11	0,52	0,01	0,97
<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.	3	0,33	11,11	0,52	0,02	0,88
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	1	0,11	11,11	0,52	0,00	0,63
<i>Zeyheria montana</i> Mart.	1	0,11	11,11	0,52	0,00	0,64
Verbenaceae	68	7,6	88,9	4,2	22,2	33,9
<i>Aegiphila lhotskiana</i> Cham.	68	7,57	88,89	4,17	22,21	33,95
Malvaceae	98	10,92	200	9,36	6,07	26,35
<i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. & Zucc.) Schott & Endl.	34	3,79	55,56	2,60	3,42	9,81
<i>Sterculia striata</i> A. St.-Hil. & Naudin	22	2,45	55,56	2,60	0,78	5,83
<i>Pseudobombax tomentosum</i> (C. Martius & Zuccarini) Robyns	20	2,23	33,33	1,56	0,91	4,70
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	12	1,34	22,22	1,04	0,45	2,83
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	9	1,00	22,22	1,04	0,51	2,55
<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	1	0,11	11,11	0,52	0,00	0,63
Bombacaceae	39	4,3	77,8	3,6	15,9	23,9
<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna	39	4,34	77,78	3,65	15,93	23,92

Continua...

To be continued...

Tabela 1 – Continua...

Table 1 – Continued...

Família/espécie	n*	DR*	FA*	FR*	DoR*	VI*
Anacardiaceae	71	7,9	200	9,4	5,4	22,7
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	1	0,11	11,11	0,52	0,01	0,64
<i>Anacardium occidentale</i> L.	4	0,45	22,22	1,04	0,01	1,50
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng.	16	1,78	55,56	2,60	1,17	5,55
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	49	5,46	100,00	4,69	4,26	14,41
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	1	0,11	11,11	0,52	0,00	0,63
Myrtaceae	53	5,9	111,1	5,2	1,7	12,8
<i>Psidium myrsinoides</i> O. Berg	41	4,57	44,44	2,08	1,61	8,26
<i>Psidium guineense</i> Sw.	10	1,11	44,44	2,08	0,08	3,28
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	2	0,22	22,22	1,04	0,01	1,27
Combretaceae	37	4,1	155,5	7,3	1,4	12,8
<i>Terminalia argentea</i> Mart.	20	2,23	77,78	3,65	0,86	6,73
<i>Terminalia fagifolia</i> Mart.	14	1,56	44,44	2,08	0,51	4,15
<i>Terminalia phaeocarpa</i> Eichler	3	0,33	33,33	1,56	0,01	1,91
Solanaceae	18	2,0	55,6	2,6	2,5	7,1
<i>Solanum lycocarpum</i> A. St.-Hil.	18	2,00	55,56	2,60	2,54	7,15
Rubiaceae	24	2,7	55,5	2,6	1,5	6,8
<i>Alibertia macrophylla</i> K. Schum.	24	2,67	55,56	2,60	1,54	6,81
Rhamnaceae	29	3,2	44,4	2,1	0,7	6,0
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	29	3,23	44,44	2,08	0,69	6,00
Polygonaceae	18	2,0	33,3	1,5	2,4	5,9
<i>Triplaris gardneriana</i> Wedd.	18	2,00	33,33	1,56	2,41	5,98
Boraginaceae	15	1,6	66,6	3,1	1,05	5,8
<i>Cordia</i> sp. L.	15	1,67	66,67	3,13	1,05	5,84
Sapindaceae	8	0,9	44,4	2,08	0,06	3,0
<i>Dilodendron bipinnatum</i> Radlk.	4	0,45	22,22	1,04	0,03	1,52
<i>Magonia pubescens</i> A. St.-Hil.	4	0,45	22,22	1,04	0,03	1,52
Apocynaceae	3	0,3	22,2	1,04	0,0	1,4
<i>Aspidosperma subincanum</i> Mart.	2	0,22	11,11	0,52	0,00	0,75
<i>Aspidosperma</i> ser. <i>macrocarpum</i> Woodson	1	0,11	11,11	0,52	0,00	0,63
Euphorbiaceae	3	0,3	22,2	1,04	0,01	1,4
<i>Margaritaria nobilis</i> L.f.	2	0,22	11,11	0,52	0,01	0,75
<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	1	0,11	11,11	0,52	0,00	0,63
Clusiaceae	2	0,2	22,2	1,04	0,01	1,27
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	2	0,22	22,22	1,04	0,01	1,27
Piperaceae	1	0,1	11,1	0,5	0,01	0,6
<i>Piper</i> sp. L.	1	0,11	11,11	0,52	0,01	0,64

Continua...

To be continued...

Tabela 1 – Continua...

Table 1 – Continued...

Família/espécie	n*	DR*	FA*	FR*	DoR*	VI*
Caryocaraceae	1	0,1	11,1	0,5	0,0	0,6
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	1	0,11	11,11	0,52	0,00	0,63
Celastraceae	1	0,1	11,1	0,5	0,0	0,6
<i>Plenckia populnea</i> Reissek	1	0,11	11,11	0,52	0,00	0,63
Dilleniaceae	1	0,1	11,1	0,5	0,0	0,6
<i>Curatella americana</i> L.	1	0,11	11,11	0,52	0,00	0,63
Erythroxylaceae	1	0,1	11,1	0,5	0,0	0,6
<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hil.	1	0,11	11,11	0,52	0,00	0,63
Nyctaginaceae	1	0,1	11,1	0,5	0,0	0,6
<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	1	0,11	11,11	0,52	0,00	0,63
Ochnaceae	1	0,1	11,1	0,5	0,0	0,6
<i>Ouratea hexasperma</i> (A. St.-Hil.) Baill.	1	0,11	11,11	0,52	0,00	0,63
Proteaceae	1	0,1	11,1	0,5	0,0	0,6
<i>Roupala montana</i> Aubl.	1	0,11	11,11	0,52	0,00	0,63
Totais	898	100	2133,3	100	100	300

*n - número de indivíduos, DR - densidade relativa %, FA - Frequência absoluta %, FR - frequência relativa %, DoR - dominância relativa %. VI - valor de importância.

*n - number of individuals, DR - relative density %, FA - absolute frequency %, FR - relative frequency %, DoR - relative dominance %. VI - value of importance.

A vegetação original da área de estudo era Campo Cerrado e Cerrado sentido restrito. No levantamento realizado na cascalheira foram contabilizadas 27% de espécies naturais de formações savânicas, 47,5% generalistas, 14,3% naturais de Matas de Galeria e Mata Seca, 8% exóticas e 3,2% não identificadas quanto ao local de ocorrência. Espécies de Mata Seca e Matas de Galeria têm apresentado desenvolvimento superior ao das espécies de Cerrado sentido restrito em projetos de revegetação de áreas mineradas, quando plantadas em covas adubadas (CORRÊA, 2006). *Ceiba speciosa*, *Anadenanthera colubrina* e *Inga laurina*, que são naturais de Matas Seca e de Galeria, estão entre as seis espécies de maior VI no levantamento e respondem por 15% dos indivíduos amostrados.

Além dessas, foram contabilizadas cinco espécies aloctones no levantamento florístico da área (8% do total de espécies): *Inga edulis*, *Sapium glandulatum*, *Piptadenia communis*, *Margaritaria nobilis* e *Tecoma stans*, que é nativa do México e considerada invasora em alguns estados brasileiros (LORENZI & SOUZA, 1999). Em áreas agudamente degradadas, a introdução de espécies

exóticas tem sido por vezes utilizada, devido à falta de conhecimento de espécies nativas que apresentem plasticidade em relação às características adversas do substrato (DIAS, 2006). Além de ser uma prática muito criticada (GUIMARÃES, 2008), há um grande número de espécies nativas do Cerrado bem adaptadas a condições de áreas degradadas (ARAÚJO et al., 2005, 2006; CORRÊA, 2006; CORRÊA et al., 2007; CORRÊA & MÉLO FILHO, 2004; FELFILI et al., 2002a; SILVA JÚNIOR, 2005).

Em relação à composição florística, a Resolução SMA n° 21/2001 estabelece que sejam plantadas 50% de espécies naturais existentes na vizinhança, sempre que possível. Constatou-se que 50,8% das espécies arbóreas introduzidas na área ocorrem na APA Gama e Cabeça de Veado (ANDRADE et al., 2002; MEDEIROS et al., 2007; SILVA JÚNIOR, 2004).

A Resolução SMA n° 47/2003 classifica as espécies em dois grupos ecológicos: pioneiras (pioneiras e secundárias iniciais) e não pioneiras (secundárias tardias e climácicas). A Resolução determina que, na recuperação de áreas degradadas, devem ser plantadas no mínimo 40% de cada grupo. As espécies pioneiras na cascalheira

representaram 40% do total das espécies amostradas, enquanto as secundárias e climácicas representaram 22% e 6%, respectivamente. Não foi possível identificar o grupo ecológico de 11% das espécies amostradas na cascalheira. Aproximadamente 28% das espécies implantadas na área foram identificadas apenas como heliófitas. Nesse último grupo, 68% possuem dispersão anemocórica, que indica serem espécies de estágios iniciais da sucessão ecológica (SEITZ, 1996). Espécies anemocóricas geralmente se enquadram no grupo de espécies pioneiras, conforme classifica a Resolução SMA n° 47/2003. Dessa forma, a distribuição nos grupos ecológicos torna-se adequada à exigência da norma citada, passando a 49% de espécies pioneiras e 40% de não-pioneiras.

Considerando todas as espécies encontradas na área de estudo, 49,2% possuem dispersão anemocórica, 30% zoocórica (exceto as espécies dispersas por aves, não incluídas nesse número), 13% ornitocórica e 9,5% autocóricas. Outros 9,5% das espécies possuem mais de um tipo de dispersão e 7,8% não foram identificadas quanto à síndrome de dispersão. As espécies anemocóricas são, em geral, de crescimento rápido e, portanto, podem funcionar como poleiros naturais, atraindo para a área em recuperação alguns dispersores de sementes, tais como aves e morcegos (GALINDO-GONZÁLEZ et al., 2000).

O fluxo gênico de fontes diásporas para áreas em recuperação tem sido considerado fator-chave para o processo de colonização vegetal de áreas degradadas (RODRIGUES et al., 2004). Esse fluxo favorece a reconstrução das características da vegetação eliminada, dos fatores edáficos, e, em grande parte, das interações biológicas (BARBOSA, 2006). Um conceito muito explorado atualmente refere-se à relação entre fauna e flora em ambientes revegetados, pois há nessa relação uma desejável interdependência (GUIMARÃES, 2008). Nesse sentido, a comunidade inicial estabelecida na cascalheira desse estudo, com 43% de espécies ornitocóricas e zoocóricas, apresenta características que favorecem a visitação e o restabelecimento da fauna no local e, conseqüentemente, a autorenovação da vegetação (BARBOSA et al., 2003).

As 62 espécies introduzidas na cascalheira estão aquém das oitenta espécies determinadas pela Resolução SMA n° 21/2001, para uma área maior que 50 ha (SÃO PAULO, 2001). Apesar disso, essas 62 espécies proporcionaram uma diversidade ao local ($H' = 3,48$ bel) semelhante à encontrada em áreas naturais de Cerrado sentido restrito - 3,4 a 3,5 bel. (FELFILI & SILVA JÚNIOR,

2005). Uma maior diversidade em comunidades recém-implantadas aumenta as chances de sucesso de projetos de revegetação de áreas degradadas (BARBOSA et al., 2003; CORRÊA et al., 2007).

Em um hectare de Cerrado são encontradas cerca de dez a vinte espécies muito abundantes e, aproximadamente, cinquenta espécies pouco abundantes. Por essa razão, Felfili et al. (2002b) recomendam que em projetos de restauração de Cerrados seja plantado um grande número de mudas de pelo menos dez espécies diferentes. Outras trinta espécies de Cerrado, no mínimo, devem ser também utilizadas em menor quantidade no projeto. Dessa forma, a recomendação de Felfili et al. (2002b) de se utilizar pelo menos quarenta espécies diferentes em projetos de restauração de Cerrado foi atendida.

A equitabilidade de espécies encontrada na área de estudo ($J = 0,84$) indica uma boa distribuição do número de espécies introduzidas no local. Araújo et al. (2006) fizeram um levantamento de espécies colonizadoras em área degradada e encontraram uma diversidade de $H' = 2,75$ bel e equitabilidade de $J = 0,71$. Estudos em diferentes estados brasileiros, em Cerrado sentido restrito, indicaram que a equitabilidade em fitofisionomias desse tipo varia de 0,79 a 0,86 (FELFILI et al., 2002a; NERI et al., 2007; NOGUEIRA et al., 2001; SAPORETTI JAÚNIOR et al., 2003). Dessa forma, o Plano de Recuperação da Área Degradada - PRAD executado utilizou número e abundância de espécies, de forma a elevar a diversidade e equitabilidade do estrato lenhoso a níveis considerados satisfatórios. Isso é de grande importância para o sucesso de modelos sucessionais (CORRÊA, 2006).

4 CONCLUSÕES

O projeto de revegetação da cascalheira atendeu a quatro requisitos estabelecidos pelas Resoluções SMA n° 21/2001 e n° 47/2003: alta diversidade no plantio, nenhuma espécie ultrapassou 20% do total de indivíduos plantados, mais de 50% das espécies introduzidas ocorrem na área do entorno e houve equilíbrio entre o número de plantas de cada grupo ecológico no projeto de revegetação.

O projeto avaliado não atendeu a dois requisitos da Resolução SMA n° 21/2001: o número de espécies encontradas no levantamento foi inferior a oitenta e não se encontraram 10% de espécies ameaçadas de extinção, compondo a comunidade inicial da área de estudo.

As síndromes de dispersão das diferentes espécies utilizadas indicam uma composição adequada ao modelo sucessional.

Das 62 espécies utilizadas, cinco são exóticas ao Cerrado e quatorze não são naturais das fitofisionomias pré-existentes no local. O efeito dessas espécies no restabelecimento das funções ecológicas no local é ainda desconhecido e deve ser estudado.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, L. M. de S.; MACHADO, R. B.; MARINHO-FILHO, J. A diversidade biológica do Cerrado. In: AGUIAR, L. M. de S.; CAMARGO, A. J. A. de. **Cerrado: ecologia e caracterização**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 17-40.
- ALHO, C. J. R. Desafios para a conservação do Cerrado face às atuais tendências de uso e ocupação. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELIFILI, J. M. **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p. 367-382.
- ANDRADE, L. A. Z.; FELFILI, J. M.; VIOLATTI, L. Fitossociologia de uma área de Cerrado denso na Record-IBGE, Brasília - DF. **Acta Botânica Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 225-240, 2002.
- ARAÚJO, F. S. de; MARTINS, S. V.; LANI, J. L.; PIRES, I. E. Florística da vegetação arbustiva-arbórea colonizadora de uma área degradada por mineração de Caulim, Brás Pires - MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 9, n. 6, p. 983-992, 2005.
- ARAÚJO, F. S. de; MARTINS, S. V.; MEIRA NETO, J. A. A.; LANI, J. L.; PIRES, I. E. Estrutura da vegetação arbustivo-arbórea colonizadora de uma área degradada por mineração de Caulim, Brás Pires - MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 107-116, 2006.
- BARBOSA, L. M. Recuperação florestal de áreas degradadas no Estado de São Paulo: histórico, situação atual e projeções. In: _____. **Manual para recuperação de áreas degradadas do Estado de São Paulo: matas ciliares do interior Paulista**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006. p. 3-12.
- BARBOSA, L. M. Tempo de replantar: São Paulo prepara novas regras para o reflorestamento de áreas degradadas. **Pesquisa FAPESP**, São Paulo, v. 131, p. 36-38, 2007.
- BARBOSA, L. M.; BARBOSA, J. M.; BARBOSA, K. C.; POTOMATI, A.; MARTINS, S. E.; ASPERTI, L. M.; MELO, A. C. G. de; CARRASCO, P. G.; CASTANHEIRA, S. A.; PILIACKAS, J. M.; CONTIERI, W. A.; MATTIOLI, D. S.; GUEDES, D. C.; SANTOS JÚNIOR, N. A.; SILVA, P. M. S.; PLAZA, A. P. Recuperação florestal com espécies nativas no Estado de São Paulo: pesquisas apontam mudanças necessárias. **Florestar Estatístico**, São Paulo, v. 6, n. 14, p. 28-34, 2003.
- 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 reflorestada com leguminosas arbóreas em Angra dos Reis, RJ. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 801-809, 2004.
- CORRÊA, R. S. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração no cerrado: manual para revegetação**. Brasília, DF: Universa, 2006. 186 p.
- 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.
- CORRÊA, R. S.; MÉLO FILHO, B. Sobrevivência de mudas arbóreas adubadas com composto de lixo ou lodo de esgoto em área degradada no cerrado. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 4., 2000, Blumenau, SC. **Anais...** Blumenau: Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 2000. p. 218-285.
- CORRÊA, R. S.; MELLO FILHO, B. Aspectos ecológicos da sucessão secundária em áreas mineradas no Cerrado. In: CORRÊA, R. S.; BATISTA, G. M. M. **Mineração e áreas degradadas no Cerrado**. Brasília, DF: Universa, 2004. p. 123-158.
- CORRÊA, R. S.; MÉLO FILHO, B.; BATISTA, G. M. M. Avaliação fitossociológica da sucessão autogênica em áreas mineradas no Distrito Federal. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 4, p. 406-415, 2007.
- CURTIS, J. T.; McINTOCH, R. P. An upland forest continuum in the prairie: forest border region of Wisconsin. **Ecology**, Columbus, v. 32, p. 479-496, 1951.
- DAJOZ, R. **Ecologia geral**. 2. ed. Petrópolis: Vozes; USP, 1973. 472 p.

- DIAS, L. F. Recuperação de áreas degradadas em áreas de mineração. In: SIMPÓSIO SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS COM ÊNFASE EM MATAS CILIARES; WORKSHOP SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NO ESTADO DE SÃO PAULO, 2006, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo, 2006. p. 144-173.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF, 1999. 412 p.
- FELFILI, J. M.; FAGG, C. W.; SILVA, J. C.; OLIVEIRA, E. C. L.; PINTO, J. R. R.; RAMOS, K. M. O. **Plantas da APA Gama e Cabeça de Veado**: espécies, ecossistemas e recuperação. Brasília, DF: UnB, 2002a. 52 p.
- FELFILI, J. M.; NOGUEIRA, P. E.; SILVA JÚNIOR, M. C.; MARIMON, B. S.; DELITTI, W. Composição florística e fitossociologia do Cerrado sentido restrito no município de Água Boa - MT. **Acta Botânica Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 103-112, 2002b.
- FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. Diversidade alfa e beta no Cerrado *sensu stricto*, Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais e Bahia. In: SCARIOT, A.; SOUZA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. **Cerrado**: ecologia, biodiversidade e conservação. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p. 141-154.
- GALINDO-GONZÁLEZ, J.; GUEVARA, S.; SOSA, V. J. Bat- and birdgenerated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. **Conservation Biology**, Gainesville, v. 14, n. 6, p. 1693-1703, 2000.
- GOTELLI, N. J.; COLWELL, R. K. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letters**, Montpellier, v. 4, n. 4, p. 379-391, 2001.
- GUIMARÃES, J. C. C. Reabilitação de minas de bauxita em florestas nativas: método tradicional versus método ecológico. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 29, n. 244, p. 30-33, 2008.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Dados climatológicos do Distrito Federal**. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 out. 2006.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçada de extinção**: portaria nº. 37-N de 3/4/1992. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>. Acesso em: 13 abr. 2008.
- INFRAERO. **Relatório geral de obra**: cascalheira do Aeroporto Internacional de Brasília JK. Brasília, DF, 2005. 9 p.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais no Brasil**: arbustivas, herbáceas e trepadeiras. 2. ed. São Paulo: Nova Odessa, 1999. 304 p.
- MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. New Jersey: Princenton University, 2003. 161 p.
- MEDEIROS, M. M.; FELFILI, J. M.; LIBANO, A. M. Comparação florístico-estrutural dos estratos de regeneração e adulto em Cerrado *sensu stricto* no Brasil Central. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 3, p. 291-298, 2007.
- MISSOURI BOTANICAL GARDEN. **W3 tropicos**. Disponível em: <<http://www.mobot.org/w3T/search/vast.html>>. Acesso em: 28 fev. 2008.
- MINISTÉRIO PÚBLICO DE RIO GRANDE DO SUL. **Lista de espécies em extinção no estado do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <<http://www.mp.rs.gov.br/ambiente/pgn/id2.htm>>. Acesso em: 5 mar. 2008.
- MUELLER-DUMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: J. Wiley Sons, 1974. 347 p.
- NERI, A. V.; MEIRA NETO, J. A. A.; SILVA, A. F. da; MARTINS, S. V.; BATISTA, M. L. Análise da estrutura de uma comunidade lenhosa em área de Cerrado *sensu stricto* no município de Senador Modestino Gonçalves, norte de Minas Gerais, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 123-134, 2007.
- NOGUEIRA, P. E.; FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C.; DELITTI, W.; SEVILHA, A. C. Composição florística e fitossociologia de um Cerrado sentido restrito no município de Canarana - MT. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, Brasília, v. 8, p. 28-43, 2001.
- PIELOU, E. C. **Ecology diversity**. New York: J. Wiley & Sons, 1975. 165 p.

RODRIGUES, R. R.; MARTINS, S. V.; BARROS, L. C. Tropical rain forest restoration in area degraded by mining in Mato Grosso State, Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 190, n. 2/3, p. 323-333, 2004.

SAPORETTI JÚNIOR, A.; MAGALHÃES NETO, J. A. A.; ALMADO, R. P. Fitossociologia de Cerrado *sensu stricto* no município de Abaeté - MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 413-419, 2003.

SÃO PAULO. Secretaria de Meio Ambiente. **Resolução SMA nº 21, de 21 de novembro de 2001**. Fixa orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas. São Paulo, 2001. 4 p.

SÃO PAULO. Secretaria de Meio Ambiente. **Resolução SMA nº 47, de 26 de novembro de 2003**. Altera e amplia a Resolução SMA nº 21, de 21.11.2001 e fixa orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas. São Paulo, 2003. 6 p.

SCHENKEL, C.; BRUMMER, B. **Vegetação no Distrito Federal: tempo e espaço**. Brasília, DF: UNESCO, 2000. 74 p.

SEITZ, R. A. As potencialidades da regeneração natural na recuperação de áreas degradadas. In: _____. **Recuperação**

de áreas degradadas. Curitiba: SOBRADE, 1996. p. 45-52.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E CONSERVAÇÃO DO RIO DE JANEIRO. **Espécies ameaçadas de extinção no Estado do Rio de Janeiro**. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/smac/esp_est_flo_1_2.php?cod=17>. Acesso em: 13 mar. 2008.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. **The mathematical theory of communication**. Urbana: University of Illinois, 1949. 315 p.

SILVA JÚNIOR, M. C. Fitossociologia e estrutura diamétrica da Mata de Galeria do Taquara na Reserva Ecológica do IBGE, DF. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 419-428, 2004.

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

WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas**. 2006. 373 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2006.

UNESCO. **Vegetação no Distrito Federal: tempo e espaço**. Brasília, DF, 2000. 33 p.