

## ESPÉCIES VEGETAIS POTENCIAIS PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS SOB A INFLUÊNCIA DA MINERAÇÃO DE BAUXITA EM CAMPOS DE ALTITUDE NA REGIÃO DE POÇOS DE CALDAS - MG

### PLANT SPECIES POTENTIALS OF RECOVERY AREAS WITH INTERFERENCE OF BAUXITE MINING IN ALTITUDE FIELDS IN POÇOS DE CALDAS REGION, MG STATE

Gleisson de Oliveira Nascimento<sup>1</sup> José Aldo Alves Pereira<sup>2</sup> Dalmo Arantes Barros<sup>3</sup> Pedro Lage Viana<sup>4</sup>  
Warley Augusto Caldas Carvalho<sup>5</sup> Paulo Oswaldo Garcia<sup>6</sup> Josimar Batista Ferreira<sup>7</sup>

#### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento das principais espécies provenientes de propágulos na camada superficial do solo sobre minas de bauxita, em “Campos de Altitude de Mata Atlântica”, como forma de sugerir espécies potenciais para recuperação de áreas degradadas. Foram realizadas amostragens dos cinco primeiros centímetros de substratos contendo o material propagativo da área. As amostras foram acompanhadas em viveiro e realizou-se a contagem da emergência de plantas a cada 24 horas, sendo identificados os indivíduos no final do experimento. Foram calculados os índices de abundância e diversidade. Neste estudo, três das espécies de maior ocorrência foram comuns nos dois períodos (seco e chuvoso): *Ageratum fastigiatum*, *Echinolaena inflexa* e *Borreria latifolia*. O valor do Índice de Shannon (H') encontrado para as espécies provenientes da camada superficial do solo em vegetação de “Campos de Altitude de Mata Atlântica” no período seco correspondeu a 2,79 nats.ind<sup>-1</sup> e 2,23 nats.ind<sup>-1</sup> no período chuvoso. Já a equabilidade de Pielou (J') observada para o período seco foi igual a 0,72 e 0,63 para o período chuvoso. A similaridade entre os dois períodos foi de 0,36. Comparando a variável resposta, número de indivíduos entre os dois períodos, identificou-se diferença estatística com maior média para o período seco. De acordo com as condições que este trabalho foi realizado, é possível afirmar que existem espécies com potencial para recuperação de áreas mineradas em vegetação de Campos de Altitude. Portanto, sugere-se que sejam realizados estudos complementares de ecologia dessas espécies e de tecnologia de sementes como forma de fundamentar a aplicação desses conhecimentos em práticas de recuperação de áreas mineradas.

1 Engenheiro Florestal, MSc., Doutorado do Programa de Ciências de Florestas Tropicais, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Avenida Efigênio Sales, 2239, Aleixo, Caixa Postal 478, CEP 69060-020, Manaus (AM), Brasil. gleisson\_czsac@yahoo.com.br

2 Engenheiro Florestal, Dr., Professor Associado do Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Campus Universitário da UFLA, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras (MG), Brasil. j.aldo@dcf.ufla.br

3 Engenheiro Florestal, Dr., Analista Ambiental da Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, Universidade Federal de Lavras, Campus Histórico, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras (MG), Brasil. dalmo.barros@uol.com.br

4 Biólogo, Dr., Pesquisador do Museu Paraense Emílio Goeldi, Avenida Governador Magalhães Barata, 521, Nazaré, CEP 66040-170, Belém (PA), Brasil. pedroviana@museu-goeldi.br

5 Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Campus Universitário da UFLA, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras (MG), Brasil. warleycaldas@dcf.ufla.br

6 Biólogo, Dr., Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico (EBTT), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Campus Muzambinho, Estrada de Muzambinho, Km 35, Morro Preto, Caixa Postal 02, CEP 37890-000, Muzambinho (MG), Brasil. paulo.garcia@muz.ifsuldeminas.edu.br

7 Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Associado da Universidade Federal do Acre, Campus Universitário, BR 364, Km 04, Distrito Industrial, CEP 69920-900, Rio Branco (AC), Brasil. josimarferreira@gmail.com

**Palavras-chave:** áreas degradadas; levantamento florístico; emergência de propágulos; regeneração natural.

### ABSTRACT

The objective of this work was to perform a survey of the main species derived from the propagules present on the topsoil over bauxite mines in “Altitude Fields in Atlantic Forest”, as a form to suggest potential species for recovering degraded areas. Samples were taken from the first five centimeters of substrate containing the area propagative material. The samples were housed in a nursery where we counted the plant emergences every 24 hours, identifying the individuals at the end. The abundance and diversity indexes were calculated. In this study, three of the higher occurrence species were common in both periods (dry and rainy): *Ageratum fastigiatum*, *Echinolaena inflexa* and *Borreria latifolia*. The value found for the Shannon Index ( $H'$ ) for the species derived from propagules on the topsoil in vegetation in the altitude fields in Atlantic Forest during the dry period were of 2.79 nats.ind<sup>-1</sup> and during the rainy period was of 2.23 nats.ind<sup>-1</sup>. Pielou’s equability observed for the dry period was of 0.72 and for the rainy period was of 0.63. The similarity between both periods was of 0.36. Comparing the response variable number of individuals between both periods, we identified a statistical difference with a larger mean for the dry period. According to the conditions this work was performed in, it is possible to ascertain that there are species with potential to recover mined areas in vegetation in altitude fields. Therefore, we suggest that ecology complementary studies are performed on these species and seed technology as a way to fundament the application of this knowledge in mined area recovery practices.

**Keywords:** degraded areas; floristic diagnostic; emergency propagules; natural regeneration.

### INTRODUÇÃO

O domínio fitogeográfico da Mata Atlântica possui alta diversidade de composições e fisionomias vegetais. Pela degradação de parte desta riqueza, o número de espécies ameaçadas de extinção supera os recursos tecnológicos disponíveis para estratégias de conservação (MYERS et al., 2000). Considerando a vegetação de campos de altitude, também conhecidos como campos altimontanos, há grande preocupação conservacionista, pois estes abrigam elevados níveis de endemismos e ocorrência restrita de espécies (MOCOCHINSKI; SCHEER, 2008).

No domínio fitogeográfico da Mata Atlântica, a vegetação de campos de altitude ocorre sobre geoformas arredondadas de rochas graníticas e ou rochas intrusivas ácidas, ricas em sílica e alumínio (CAIAFA; SILVA, 2005). A especificidade de *habitat* observada para muitas espécies ocorrentes em campos de altitude faz com que estes ambientes atuem como centros de sobrevivência (MARTINELLI, 1996) e, conseqüentemente, apresentem singularidades florísticas que demandam atividades conservacionistas para que estes recursos possam ser usufruídos por gerações futuras.

Safford (1999) enfatiza a importância do conhecimento da biodiversidade de campos de altitude por meio de levantamentos florísticos e faunísticos para a conservação destes ecossistemas. Quanto à vegetação, esta carece de estudos, o que implica necessidade da definição de parâmetros para identificação e análise das espécies vegetais, visando subsidiar trabalhos que potencializem técnicas de conservação através de inventários florísticos (BRASIL, 2010).

Pesquisas de conhecimentos de base, como o estudo da diversidade vegetal dos propágulos presentes na camada superficial do solo (*topsoil*), também podem ser utilizadas para avaliação do comportamento das espécies (MARTINS et al., 2008) em áreas sob a interferência de atividades de mineração. Esta camada abrange os horizontes superficiais do solo, rico em matéria orgânica, sementes autóctones e micro-organismos, considerados de fundamental importância para regeneração vegetal (KOCH, 2007).

Araújo et al. (2004) afirmam que a regeneração natural de um ambiente é influenciada tanto pela vegetação do entorno quanto pela local. Considerando outros processos na regeneração natural que influenciam a dinâmica da comunidade pela entrada de propágulos, acredita-se que a regeneração deve ser considerada um mecanismo complexo. O processo de regeneração natural envolve, em maior ou menor grau, fatores como produção, dispersão, maturação e germinação de sementes, estabelecimento e sobrevivência de plântulas, assim como a estrutura e disponibilidade de propágulos e as condições climatológicas de um

determinado ambiente (MARIMON; FELFILI, 2006).

A diversidade de espécies no *topsoil* indica o estado de conservação do ecossistema e a sua capacidade de autorregeneração ou resiliência, cuja análise pode determinar a necessidade de intervenção humana (CHAMI et al., 2011), no que se refere às estratégias de repovoamento da vegetação local. O conteúdo existente no *topsoil*, tomado como referência para a análise deste trabalho, é considerado como o banco de propágulos que contém todas as formas de regeneração da vegetação local presente no substrato analisado. Este material é utilizado para recuperação de áreas mineradas. Uma vez realizada a remoção desta camada de solo, seu conteúdo é estocado em forma de leira no entorno da mina de bauxita e retornado posteriormente durante as atividades de recuperação para viabilizar a regeneração das espécies vegetais (BARROS et al., 2012).

A emergência de plantas provenientes destes propágulos presentes no *topsoil* sobre minas de bauxita pode prever, com maior precisão, quais espécies apresentam potencial de estabelecimento em condições de campo (ESPELAND; PERKINS; LEGER, 2010) e, conseqüentemente, quais podem ser indicadas para atividades de recuperação de ecossistemas degradados. Assim, para este estudo, realizaram-se duas amostragens, em diferentes épocas do ano (agosto/2011 e março/2012), no intuito de identificar diferenças sazonais na composição das espécies presentes no banco de propágulos. Desta forma, o objetivo com este trabalho foi realizar um levantamento das espécies vegetais presentes no banco de propágulos da camada superficial do solo sobre corpos de bauxita na região do planalto de Poços de Caldas - MG, em diferentes períodos, visando dispor bases que auxiliem a conservação, o aprimoramento das técnicas utilizadas e sugerir espécies vegetais com potencial para a recuperação dos campos de altitude naturais sob a influência da mineração de bauxita.

## MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas em uma área situada no planalto de Poços de Caldas, com altitude de 1.347 m (Figura 1). Na região predomina formações florestais classificadas como Floresta Estacional Semidecidual Alto Montana (OLIVEIRA FILHO; FONTES, 2000) circundadas por campos nativos. O clima é mesotérmico, do tipo Cwb, segundo classificação de Köppen (MORAES; JIMÉNEZ-RUEDA, 2008), com índice pluviométrico médio de 1.695 mm e temperatura média anual de 24,3°C (GUIMARÃES,

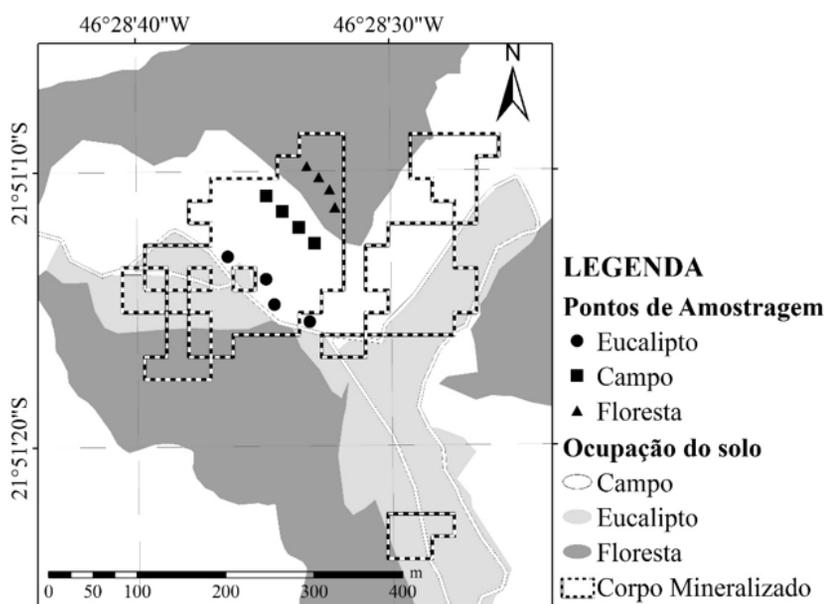


FIGURA 1: Área de amostragem do substrato contendo propágulos da camada superficial do solo em campos de altitude no planalto de Poços de Caldas, Minas Gerais.

FIGURE 1: Sampling area of the substrate containing propagules of topsoil in altitude fields in Poços de Caldas, Minas Gerais state.

2007).

O levantamento das espécies vegetais presentes no banco de sementes do *topsoil* sobre a mina de bauxita foi realizado via coleta dos cinco primeiros centímetros de solo da camada superficial, de acordo com Araújo et al. (2004). A área inventariada abrange um total de aproximadamente 2,0 ha e foi dividida em três estratos: área próxima ao plantio de eucalipto, área de campo e área de floresta. Em cada estrato foram coletadas 4 amostras de *topsoil*, que foram compostas por 6 subamostras, conforme proposto por Souza et al. (2006). No total, foram inventariadas 12 amostras compostas em cada período. As coletas foram realizadas em agosto de 2011 e março de 2012 para verificar se existe influência da estacionalidade do clima sobre a composição do banco de propágulos.

O material coletado foi conduzido ao viveiro florestal do Departamento de Ciências Florestais (DCF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), espalhado sobre um leito de 1,5 cm de areia esterilizada em autoclave (ARAÚJO et al., 2004), contido em bandejas de plásticos com capacidade de comportar 0,012 m<sup>3</sup>, conforme procedimento realizado por Zhang et al. (2001). Foram quantificados os indivíduos que emergiram como regenerantes do *topsoil*, conforme proposto por Gross (1990). Após as plântulas atingirem uma altura aproximada de 3 cm, estas foram transplantadas para vasos de 5 kg, de acordo como proposto por Favreto e Medeiros (2006) e Scherer e Jarenkow (2006), contendo substrato esterilizado (120°C/1 h). O substrato utilizado para transposição dos indivíduos foi oriundo da área de estudo. Os indivíduos transplantados foram acondicionados na casa de sombra, em sombrite a 50% de luminosidade, conforme Pio et al. (2003) e posteriormente identificados.

Os propágulos que germinaram foram registrados por meio de fotografias, e as plantas identificadas por meio de consulta a especialistas e comparações em herbários. As amostras permaneceram no viveiro durante 11 semanas até a estabilização da emergência dos propágulos, os quais foram mantidos até a fase adulta com produção de estruturas reprodutivas que possibilitassem sua identificação. Os indivíduos que não permitiram a identificação devido à ausência de material botânico fértil foram categorizados em morfotipos para análises posteriores. As populações vegetais identificadas tiveram calculados os seguintes parâmetros fitossociológicos: densidade e frequência, em termos absoluto e relativo (MÜELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974); e valor de importância considerado como a soma da frequência e densidade relativa, divididas por dois (ESMAILZADEH et al., 2011).

A riqueza de espécies foi definida de acordo com Magurran (1988), considerada como o número de espécies que ocorreram na amostragem. Os atributos de diversidade foram calculados de acordo com os valores encontrados para abundância das espécies presentes nas amostras totais de cada período (ESMAILZADEH et al., 2011). Dessa forma, foi calculado o índice de Shannon (H'); a equabilidade de Pielou (J') (MAGURRAN, 1988). Por fim, foi avaliada a similaridade florística por meio do coeficiente de similaridade de Sørensen (S') (MÜELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974). Todos os atributos foram calculados considerando a amostragem total para cada período (seco e chuvoso) no intuito de identificar a ocorrência das principais espécies nos respectivos períodos.

A influência da sazonalidade climática sobre a abundância de indivíduos foi verificada por meio de uma análise de variância, no nível de 95% de significância pelo teste F. Posteriormente, para verificar a independência da organização do banco de propágulos presentes no *topsoil* em relação à matriz circundante, foi realizado um delineamento experimental inteiramente casualizado envolvendo áreas campestres adjacentes a eucaliptos; vizinhas à floresta nativa e campo propriamente dito. Nesse caso, em situações que se encontraram significância estatística, foi realizado o teste de Scott-Knott no nível de 95% de significância, visando comparar as médias obtidas. As análises estatísticas foram realizadas por meio da linguagem de programação estatística R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período seco (Tabela 1), foram identificadas 14 famílias botânicas e uma riqueza específica total de 49 espécies. Dentre as espécies, nove foram identificadas somente em nível de gênero e 11 como morfoespécies. Dentre as famílias identificadas, Poaceae apresentou maior riqueza de espécies – 12 (24,99%), seguida de Asteraceae – 7 (14,28%) e Melastomataceae com 4 espécies (8,16%).

Considerando a abundância de indivíduos, no período seco houve predominância da família

TABELA 1: Parâmetros fitossociológicos das espécies vegetais coletadas no período seco presentes na camada superficial do solo em campo de altitude no planalto de Poços de Caldas, Minas Gerais. As espécies estão organizadas segundo ordem crescente do VI (Valor de Importância %).

TABLE 1: Phytosociological parameters of plant species collected in the dry season topsoil in altitude field in Poços de Caldas, Minas Gerais state. The species are organized according to increasing order of IV (Importance Value %).

Espécies	Família	N.	DA	DR	FA	FR	VI
<i>Ageratum fastigiatum</i> (Gardner) R.M.King & H.Rob.	Asteraceae	163	1.131,94	20,98	100,00	7,23	14,10
<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	Asteraceae	121	840,28	15,57	91,67	6,63	11,10
<i>Echinolaena inflexa</i> (Poir.) Chase	Poaceae	90	625,00	11,58	91,67	6,63	9,10
<i>Achyrocline alata</i> (Kunth) DC.	Asteraceae	87	604,17	11,20	75,00	5,42	8,31
<i>Borreria latifolia</i> (Aubl.) K.Schum.	Rubiaceae	43	298,61	5,53	58,33	4,22	4,88
<i>Melinis minutiflora</i> P.Beauv.	Poaceae	22	152,78	2,83	58,33	4,22	3,52
<i>Andropogon bicornis</i> L.	Poaceae	25	173,61	3,22	50,00	3,61	3,42
<i>Schizachyrium tenerum</i> Nees	Poaceae	23	159,72	2,96	50,00	3,61	3,29
<i>Paspalum pilosum</i> Lam.	Poaceae	19	131,94	2,45	50,00	3,61	3,03
<i>Leandra</i> sp.	Melastomataceae	15	104,17	1,93	50,00	3,61	2,77
<i>Paspalum polyphyllum</i> Nees ex Trin.	Poaceae	21	145,83	2,70	33,33	2,41	2,56
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Asteraceae	11	76,39	1,42	50,00	3,61	2,52
<i>Borreria capitata</i> (Ruiz & Pav.) DC.	Rubiaceae	14	97,22	1,80	41,67	3,01	2,41
<i>Gymnopogon spicatus</i> (Spreng.) Kuntze	Poaceae	16	111,11	2,06	33,33	2,41	2,23
<i>Trembleya</i> sp. 1	Melastomataceae	12	83,33	1,54	33,33	2,41	1,98
<i>Panicum campestre</i> Nees ex Trin.	Poaceae	10	69,44	1,29	33,33	2,41	1,85
<i>Gamochaeta americana</i> (Mill.) Wedd.	Asteraceae	7	48,61	0,90	33,33	2,41	1,66
<i>Zornia reticulata</i> Sm.	Fabaceae	4	27,78	0,51	33,33	2,41	1,46
<i>Digitaria corynotricha</i> (Hack.) Henrard	Poaceae	7	48,61	0,90	25,00	1,81	1,35
<i>Lantana</i> sp.	Verbenaceae	8	55,56	1,03	16,67	1,20	1,12
sp. 1	-	3	20,83	0,39	25,00	1,81	1,10
sp. 2	-	3	20,83	0,39	25,00	1,81	1,10
sp. 3	-	3	20,83	0,39	25,00	1,81	1,10
<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) M.Kerguelen	Poaceae	5	34,72	0,64	16,67	1,20	0,92
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	Melastomataceae	4	27,78	0,51	16,67	1,20	0,86
<i>Scoparia dulcis</i> L.	Plantaginaceae	4	27,78	0,51	16,67	1,20	0,86
<i>Coryza bonariensis</i> (L.) Cronquist	Asteraceae	3	20,83	0,39	16,67	1,20	0,80
<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Poaceae	2	13,89	0,26	16,67	1,20	0,73
sp. 4	-	2	13,89	0,26	16,67	1,20	0,73
<i>Bacharis</i> sp.	Asteraceae	2	13,89	0,26	16,67	1,20	0,73
<i>Alternanthera</i> sp.	Amaranthaceae	2	13,89	0,26	16,67	1,20	0,73
sp. 5	Euphorbiaceae	2	13,89	0,26	16,67	1,20	0,73
sp. 6	-	2	13,89	0,26	16,67	1,20	0,73
<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	Cyperaceae	3	20,83	0,39	8,33	0,60	0,49
sp. 7	-	3	20,83	0,39	8,33	0,60	0,49
sp. 8	Fabaceae	2	13,89	0,26	8,33	0,60	0,43

Continua...

TABELA 1: Continuação...  
TABLE 1: Continued...

Espécies	Família	N.	DA	DR	FA	FR	VI
<i>Trembleya</i> sp. 2	Melastomataceae	2	13,89	0,26	8,33	0,60	0,43
<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.Mey.	Rubiaceae	1	6,94	0,13	8,33	0,60	0,37
<i>Bulbostylis capillaris</i> (L.) Kunth ex C.B. Clarke	Cyperaceae	1	6,94	0,13	8,33	0,60	0,37
<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) Greene	Leguminosae	1	6,94	0,13	8,33	0,60	0,37
<i>Eragrostis rufescens</i> Schult.	Poaceae	1	6,94	0,13	8,33	0,60	0,37
<i>Lippia</i> sp.	Verbenaceae	1	6,94	0,13	8,33	0,60	0,37
sp. 9	-	1	6,94	0,13	8,33	0,60	0,37
<i>Hyptis</i> sp.	Lamiaceae	1	6,94	0,13	8,33	0,60	0,37
sp. 10	-	1	6,94	0,13	8,33	0,60	0,37
sp. 11	-	1	6,94	0,13	8,33	0,60	0,37
<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Phyllanthaceae	1	6,94	0,13	8,33	0,60	0,37
<i>Rhynchospora</i> sp.	Cyperaceae	1	6,94	0,13	8,33	0,60	0,37
<i>Solanum palinacanthum</i> Dunal	Solanaceae	1	6,94	0,13	8,33	0,60	0,37
Total geral		777			1383,33	100,00	

Em que: N. = Número de indivíduos; DA = Densidade absoluta (indivíduos/m<sup>3</sup>); DR = Densidade relativa (%); FA = Frequência absoluta (%); FR = Frequência relativa (%); VI = Valor de Importância (%).

Asteraceae (50,7%), associada principalmente à abundância e frequência de *Ageratum fastigiatum*, que se destaca pela representatividade do hábito herbáceo em fitofisionomias campestres, nas quais se verifica também a maior importância da síndrome de dispersão anemocórica (LIEBSCH; ACRA, 2007). Díaz-Villa et al. (2003) destacaram a predominância de plantas herbáceas na análise de propágulos do solo em campos abertos em ambiente mediterrâneo na Espanha. Considerou-se que a predominância das espécies presentes no *topsoil* é diretamente afetada pela estratégia de colonização de plantas, pois no geral são espécies com curtos períodos de vida, sementes pequenas, as quais investem em grande quantidade de diásporos.

A espécie de maior abundância no período seco foi *A. fastigiatum*, o que proporcionou elevados valores de densidade (Tabela 1). Esta espécie apresentou o maior valor de importância na estação seca (14,10). Outras espécies também de elevada importância para esse período foram: *Achyrocline satyroides*, seguida por *Echinolaena inflexa*, *Achyrocline alata*, *Borreria latifolia* e *Melinis minutiflora*.

Já no período chuvoso (Tabela 2), o número de famílias identificadas correspondeu à metade daquele verificado na estação seca (7), representadas por 34 espécies. Dessas, cinco foram identificadas somente pelo gênero e 14 foram categorizadas em morfoespécies. Dentre as famílias identificadas, Asteraceae apresentou maior riqueza específica no período chuvoso – 7 (20,59%), seguida de Poaceae – 6 (17,65%), Rubiaceae e Melastomataceae, ambas apresentando duas espécies cada (5,88%).

Considerando a abundância de indivíduos, no período chuvoso predominou a família Asteraceae (55,9%) (Tabela 2), fato igualmente verificado no período seco (50,7%), quando ocorreu maior número de *Ageratum fastigiatum* (Tabela 1). Novamente, os padrões de densidade e frequência de *A. fastigiatum* no período chuvoso propiciaram a esta população o maior valor de importância. Outras espécies de elevada importância no período chuvoso foram: *Gamochoaeta americana*, seguida por *Borreria latifolia*, *Paspalum* sp., *Phyllanthus niruri* e *Echinolaena inflexa*.

Vale ressaltar que *A. fastigiatum*, *E. inflexa* e *B. latifolia* foram classificadas entre as de maior valor de importância, e além disso, foram encontradas nos dois períodos (seco e chuvoso), o que chama atenção para o mesmo hábito (herbáceas) e padrão de dispersão similar entre as referidas espécies. Essas espécies apresentam ampla distribuição nos domínios fitogeográficos da Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica (FILGUEIRAS, 2012; NAKAJIMA, 2012), podendo *B. latifolia* ser encontrada também na

TABELA 2: Parâmetros fitossociológicos das espécies vegetais coletadas no período chuvoso presentes na camada superficial do solo em campo de altitude localizado no planalto de Poços de Caldas, Minas Gerais. As espécies estão organizadas segundo ordem crescente do VI (Valor de Importância %).

TABLE 2: Phytosociological parameters of plant species collected in the rainy season present in topsoil altitude field in Poços de Caldas, Minas Gerais state. The species are organized according to increasing order of IV (Importance Value %).

Espécies	Família	N.	DA	DR	FA	FR	VI
<i>Ageratum fastigiatum</i> (Gardner) R.M.King & H.Rob.	Asteraceae	225	1.562,50	38,46	100,00	9,92	24,19
<i>Gamochaeta americana</i> (Mill.) Wedd.	Asteraceae	71	493,06	12,14	91,67	9,09	10,61
<i>Borreria latifolia</i> (Aubl.) K.Schum.	Rubiaceae	75	520,83	12,82	66,67	6,61	9,72
<i>Paspalum</i> sp.	Poaceae	38	263,89	6,50	75,00	7,44	6,97
<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Phyllanthaceae	37	256,94	6,32	66,67	6,61	6,47
<i>Echinolaena inflexa</i> (Poir.) Chase	Poaceae	31	215,28	5,30	75,00	7,44	6,37
<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	Asteraceae	16	111,11	2,74	66,67	6,61	4,67
<i>Trembleya</i> sp.1	Melastomataceae	18	125,00	3,08	50,00	4,96	4,02
<i>Borreria capitata</i> (Ruiz & Pav.) DC.	Rubiaceae	6	41,67	1,03	50,00	4,96	2,99
<i>Gamochaeta coarctata</i> (Willd.) Kerguélen	Asteraceae	7	48,61	1,20	41,67	4,13	2,66
<i>Leandra</i> sp.	Melastomataceae	7	48,61	1,20	33,33	3,31	2,25
<i>Melinis minutiflora</i> P.Beauv.	Poaceae	7	48,61	1,20	33,33	3,31	2,25
<i>Schizachyrium tenerum</i> Nees	Poaceae	10	69,44	1,71	25,00	2,48	2,09
<i>Achyrocline alata</i> (Kunth) DC.	Asteraceae	3	20,83	0,51	25,00	2,48	1,50
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	Asteraceae	3	20,83	0,51	16,67	1,65	1,08
<i>Andropogon</i> sp.	Poaceae	3	20,83	0,51	16,67	1,65	1,08
sp. 12	-	3	20,83	0,51	16,67	1,65	1,08
<i>Bulbostylis capillaris</i> (L.) Kunth ex C.B.Clarke	Cyperaceae	2	13,89	0,34	16,67	1,65	1,00
<i>Galinsoga</i> sp.	Asteraceae	2	13,89	0,34	16,67	1,65	1,00
<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) Greene	Fabaceae	5	34,72	0,85	8,33	0,83	0,84
sp. 13	-	2	13,89	0,34	8,33	0,83	0,58
sp. 14	-	2	13,89	0,34	8,33	0,83	0,58
<i>Andropogon bicornis</i> L.	Poaceae	1	6,94	0,17	8,33	0,83	0,50
sp. 15	-	1	6,94	0,17	8,33	0,83	0,50
sp. 16	-	1	6,94	0,17	8,33	0,83	0,50
sp. 17	-	1	6,94	0,17	8,33	0,83	0,50
sp. 18	-	1	6,94	0,17	8,33	0,83	0,50
sp. 19	-	1	6,94	0,17	8,33	0,83	0,50
sp. 20	-	1	6,94	0,17	8,33	0,83	0,50
sp. 21	-	1	6,94	0,17	8,33	0,83	0,50
sp. 22	-	1	6,94	0,17	8,33	0,83	0,50
sp. 23	-	1	6,94	0,17	8,33	0,83	0,50
sp. 24	-	1	6,94	0,17	8,33	0,83	0,50
sp. 25	-	1	6,94	0,17	8,33	0,83	0,50
Total geral		585			1008,30	100,00	

Em que: N. = Número de indivíduos; DA = Densidade absoluta (indivíduos/m<sup>3</sup>); DR = Densidade relativa (%); FA = Frequência absoluta (%); FR = Frequência relativa (%); VI = Valor de Importância (%).

vegetação dos Pampas do sul do país (CABRAL; SALAS, 2012).

Neste estudo, destaca-se também a ocorrência de duas espécies endêmicas do Brasil: *Panicum campestre* e *Miconia cinnamomifolia*, sendo *P. campestre* com ocorrência ampla nos domínios Amazônico, Caatinga, Mata Atlântica e Pantanal (GUGLIERI; RODRIGUES, 2012), e *M. cinnamomifolia* com distribuição restrita à Mata Atlântica (GOLDENBERG, 2012). A ocorrência de espécies endêmicas sugere maior preocupação para conservação da área, no que se refere à possibilidade de situações críticas de extinção das espécies.

Ressalta-se que foi encontrado um maior número de espécies no período seco (49) quando comparado com o período chuvoso (34), sendo 15 espécies comuns a ambas estações, equivalendo a 22,06% da riqueza específica total (Figura 2). O valor do número de espécies compartilhadas entre os períodos confirma a baixa similaridade existente. A similaridade quando inferior a 0,50 indica baixa proximidade florística entre as análises da vegetação (BRAGA et al., 2008; GONÇALVES et al., 2008) e o valor encontrado neste trabalho (0,36), indica que os períodos seco e chuvoso compartilham poucas espécies em relação ao total encontrado na área.

No presente trabalho, houve significância estatística apenas para os períodos (seco e chuvoso). Na tabela 3 encontram-se os resultados da análise de variância com os respectivos fatores e interação considerada nesta pesquisa.

Considerando o número de indivíduos como variável resposta entre os períodos, identificou-se diferença estatística com maior quantidade no período seco (Figura 3). O banco de sementes do solo é variável ao longo do ano e de acordo com as especificidades climáticas e edáficas da região (GUEVARA; MORENO-CASASOLA; SÁNCHEZ-RÍOS, 2005), podendo também considerar a fenologia, fisiologia e a interação entre as espécies vegetais e dispersores animais que colonizam a área.

Os valores identificados para abundância de indivíduos do banco de propágulos neste estudo corroboram com os trabalhos de Gonçalves et al. (2008), estudando banco de sementes do sub-bosque de *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp. e Silva-Weber et al. (2012), que avaliaram a composição florística e distribuição sazonal do banco de sementes em Floresta Ombrófila, quando identificaram maiores valores de abundância para o banco de sementes no período seco. Essa predominância de indivíduos no banco de propágulos no período seco pode ser atribuída ao modo de dispersão predominantemente anemocórico de plantas herbáceas (KINOSHITA et al., 2006), que investem em grande quantidade de sementes como forma de superar ambientes adversos. Espécies com estratégias de dispersão por anemocoria são comuns em formações abertas (LIEBSCH; ACRA, 2007) e predominam em períodos secos (HOWE; SMALLWOOD, 1982; WILKANDER, 1984).

Os valores encontrados para os índices de Shannon ( $H'$ ) e a equabilidade de Pielou ( $J'$ ) para a comunidade vegetal presente na camada superficial do solo também foram mais elevados no período seco ( $H' = 2,79 \text{ nats.ind}^{-1}$  e  $J' = 0,72$ ) quando comparados à estação chuvosa ( $H' = 2,23 \text{ nats.ind}^{-1}$  e  $J' = 0,63$ ). Isso

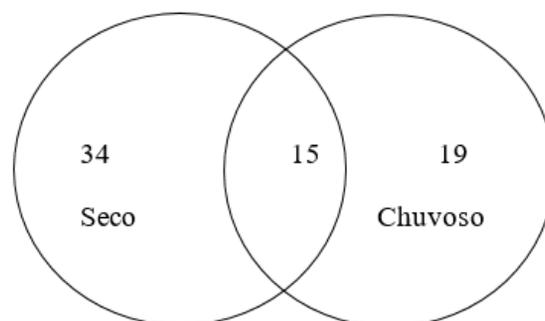


FIGURA 2: Diagrama de Venn com as relações florísticas entre os períodos seco e chuvoso das espécies inventariadas na camada superficial do solo em campo de altitude localizado no planalto de Poços de Caldas, Minas Gerais.

FIGURE 2: Venn's diagram with the floristic relationships between the dry and wet seasons of species inventoried in the topsoil altitude field in Poços de Caldas, Minas Gerais state.

TABELA 3: Análise de variância (ANOVA), considerando a abundância de indivíduos nos períodos (seco e chuvoso) nas respectivas áreas avaliadas (eucalipto, campo e floresta), em vegetação de campo de altitude no planalto de Poços de Caldas, Minas Gerais.

TABLE 3: Analysis of variance (ANOVA), considering the individual abundance in periods (dry and wet) in areas assessed (eucalyptus, natural field and forest), in altitude field in Poços de Caldas, Minas Gerais state.

FV	GL	SQ	QM	Fc	p-valor
Áreas	2	1969,7	984,88	3,2768	0,06115 <sup>NS</sup>
Períodos	1	1536,0	1536,0	5,1105	0,03641*
Áreas*Períodos	2	280,8	140,38	0,4671	0,63423 <sup>NS</sup>
Resíduos	18	5410,0	300,56		
Total	23	9196,5			

CV = 30,55%

Em que: \* Significativo em nível de 95%. <sup>NS</sup> Não significativo em nível de 95%. FV = Fonte de variação; GL = Graus de liberdade; SQ = Soma dos quadrados do resíduo; QM = Quadrado médio do resíduo; Fc = F de Fisher calculado; p-valor = Nível descritivo.

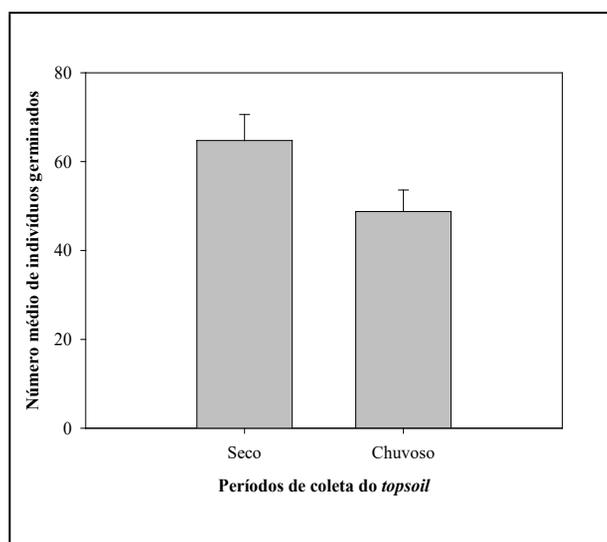


FIGURA 3: Número médio de indivíduos por amostra de substrato contendo propágulos provenientes da camada superficial do solo em campo de altitude nos períodos seco e chuvoso. Poços de Caldas - MG.

FIGURE 3: Average number of propagules from topsoil altitude field in the dry and rainy seasons. Poços de Caldas, MG state.

reforça a superioridade, observada neste trabalho, em quantidade de indivíduos e espécies verificados no período seco.

Em função dos poucos estudos sobre a flora dos campos de altitude, bem como pela similaridade da paisagem e pelo compartilhamento de táxons com os campos rupestres (VASCONCELOS et al., 2011), utilizaram-se trabalhos sobre essas fitofisionomias para análise comparativa dos resultados obtidos.

O valor da diversidade de Shannon encontrado no presente estudo (2,79 nats.ind<sup>-1</sup>) foi superior ao valor encontrado por Ikeda et al. (2008) (2,06 nats.ind<sup>-1</sup>), estudando banco de sementes nas formações campestres do Cerrado, no qual também se verificou predominância de Asteraceae e Poaceae em sua composição. Com relação aos valores da equabilidade, estes foram próximos ao valor encontrado por Budke et al. (2004) (0,69), quando afirmaram que o referido valor constitui um indicativo de dominância específica,

confirmado no caso deste trabalho pela representatividade de *A. fastigiatum*. O número de estudos sobre a estrutura e a composição do estrato lenhoso é significativamente maior do que aqueles realizados sobre o estrato herbáceo-subarbuscivo. Essa escassez de trabalhos acerca do estrato herbáceo-arbuscivo resulta na deficiência de conhecimentos científicos acerca da ecologia das espécies e comunidades que compõem esse estrato e dos possíveis métodos amostrais utilizáveis (MUNHOZ; ARAÚJO, 2011).

Levantamentos florísticos e fitossociológicos de espécies presentes na camada superficial do solo podem fundamentar práticas de recuperação de uma determinada área. É também essencial conhecer a autoecologia das espécies e sua relação com as características do ambiente (BENTES-GAMA et al., 2008). Em geral, a perturbação do ambiente induz o surgimento de espécies herbáceas pioneiras, adaptadas a solos marginais e que apresentam produção precoce de sementes em grandes quantidades e com dormência, e, portanto, mais duradouras no banco de propágulos.

## CONCLUSÃO

De acordo com as condições em que este trabalho foi realizado, é possível afirmar que existem espécies com potencial para recuperação de áreas mineradas em vegetação de Campos de Altitude.

Quanto à estrutura da comunidade de plantas provenientes da camada superficial do solo, observou-se que o número de indivíduos e espécies, assim como o índice de Shannon e equabilidade de Pielou foram superiores no período seco quando comparado ao período chuvoso.

A ocorrência e representatividade de *Ageratum fastigiatum*, *Echinolaena inflexa* e *Borreria latifolia* que ocuparam posição fitossociológica de destaque indicam a presença destas espécies no banco de propágulos e sua importância para recolonização das áreas de campos nativos da região de Poços de Caldas - MG.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de doutorado. À Universidade Federal de Lavras, pelo apoio logístico e aos professores do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras – UFLA pela contribuição científica. À Companhia Brasileira de Alumínio pelo apoio para o desenvolvimento desse trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. M. et al. Caracterização da chuva de sementes, banco de sementes do solo e banco de plântulas em Floresta Estacional Decidual ripária Cachoeira do Sul, Brasil. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, n. 66, p. 128-141, dez. 2004.
- BARROS, D. A. de. et al. Characterization of the bauxite mining of the Poços de Caldas alkaline massif and its socio-environmental impacts. *Rem: Revista Escola de Minas*, Ouro Preto, v. 65, p. 127-133, 2012.
- BENTES-GAMA, M. M. et al. **Espécies arbóreas nativas com potencial para recuperação de paisagens alteradas em Rondônia**. Porto Velho: EMBRAPA, 2008. 29 p.
- BRAGA, A. J. T. et al. Composição do banco de sementes de uma floresta semidecidual secundária considerando o seu potencial de uso para recuperação ambiental. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 1089-1098, nov./dez. 2008.
- BRASIL. **Resolução CONAMA nº 423, de 12 de abril de 2010**. Dispõe sobre parâmetros básicos para identificação e análise da vegetação primária e dos estágios sucessionais da vegetação secundária nos Campos de Altitude associados ou abrangidos pela Mata Atlântica. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano.cfm?codlegitipo=3>>. Acesso em: 10 mar. 2012.
- BUDKE, J. C. et al. Florística e fitossociologia do componente arbóreo de uma floresta ribeirinha, arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, Porto Alegre, v. 18, n. 3, p. 581-589, set. 2004.
- CABRAL, E.; SALAS, R. *Borreria*. In: Jardim Botânico (Rio de Janeiro, RJ). **Lista de espécies da flora do Brasil**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB020698>>. Acesso

em: 10 dez. 2012.

CAIAFA, A. N.; SILVA, A. F. Composição florística de um campo de altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 56, n. 87, p. 163-173, 2005.

CHAMI, L. B. et al. Mecanismos de regeneração natural em diferentes ambientes de remanescente de Floresta Ombrófila Mista, São Francisco de Paula, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 2, p. 251-259, mar./abr. 2011.

DÍAZ-VILLA, M. et al. Soil seed bank and floristic diversity in a forest-grassland mosaic in southern Spain. **Journal of Vegetation Science**, Knivsta, v. 14, n. 5, p. 701-705, 2003.

ESMAILZADEH, O. et al. Persistent soil seed banks and floristic diversity in *Fagus orientalis* Forest communities in the Hyrcanian vegetation region of Iran. **Flora**, London, v. 206, n. 4, p. 365-372, apr. 2011.

ESPELAND, E. K.; PERKINS, L. B.; LEGER, E. A. Comparison of seed bank estimation techniques using six weed species in two soil types. **Rangeland Ecology & Management**, Littleton, v. 63, n. 2, p. 243-247, mar. 2010.

FAVRETO, R.; MEDEIROS, R. B. Banco de sementes do solo em área agrícola sob diferentes sistemas de manejo estabelecida sobre campo natural. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 34-44, 2006.

FILGUEIRAS, T. S. *Echinolaena*. In: Jardim Botânico (Rio de Janeiro, RJ). **Lista de espécies da flora do Brasil**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB013191>>. Acesso em: 10 dez. 2012.

GOLDENBERG, R. *Miconia*. In: Jardim Botânico (Rio de Janeiro, RJ). **Lista de espécies da flora do Brasil**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB009688>>. Acesso em: 10 dez. 2012.

GONÇALVES, A. R. et al. Bancos de sementes do sub-bosque de *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp. na flora de Brasília. **Cerne**, Lavras, v. 14, n. 1, p. 23-32, jan./mar. 2008.

GROSS, K. L. Comparison of methods for estimating seed numbers in the soil. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 78, n. 4, p. 1079-1093, dec. 1990.

GUEVARA, S.; MORENO-CASASOLA, P.; SÁNCHEZ-RÍOS, G. Soil seed banks in the tropical agricultural fields of Los Tuxtlas, Mexico. **Tropical Ecology**, Varanasi, v. 46, n. 2, p. 219-227. 2005.

GUGLIERI, A.; RODRIGUES, R. S. *Panicum*. In: Jardim Botânico (Rio de Janeiro, RJ). **Lista de espécies da flora do Brasil**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB013378>>. Acesso em: 10 dez. 2012.

GUIMARÃES, J. C. C. **Dinâmica do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta de galeria aluvial no Planalto de Poços de Caldas, Minas Gerais, Brasil**. 2007. 64 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

HOWE, H. F.; SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 13, p. 201-228, 1982.

IKEDA, F. S. et al. Luz e KNO<sub>3</sub> na germinação de sementes de *Ageratum conyzoides* L. sob temperaturas constantes e alternadas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 193-199, 2008.

KINOSHITA, L. S. et al. Composição florística e síndromes de polinização e de dispersão da mata do Sítio São Francisco, Campinas, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 20, n. 2, p. 313-327, 2006.

KOCH, J. M. Alcoa's mining and restoration process in South Western Australia. **Restoration Ecology**, Malden, v. 15, n. 4, p. S11-S16, 2007.

LIEBSCH, D.; ACRA, L. A. Síndromes de dispersão de diásporos de um fragmento de floresta Ombrófila mista em Tijucas do Sul, PR. **Revista Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 167-175, 2007.

MAGURRAN, A. **Ecological diversity and its measurement**. New Jersey: Princeton University, 1988. 175 p. Disponível em: <<http://brcr.bio.umass.edu>>. Acesso em: 29 out. 2011.

MARIMON, B. S.; FELFILI, J. M. Chuva de sementes em uma floresta monodominante de *Brosimum rubescens* Taub. e em uma floresta mista adjacente no Vale do Araguaia, MT, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, Porto Alegre, v. 20, n. 2, p. 423-432, 2006.

MARTINELLI, G. **Campos de altitude**. Rio de Janeiro: Índex, 1996. 152 p.

MARTINS, S. V. et al. Banco de sementes como indicador de restauração de uma área degradada por mineração de caulim em Brás Pires, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 1081-1088,

- nov./dez. 2008.
- MOCOCHINSKI, A. Y.; SCHEER, M. B. Campos de altitude na serra do mar paranaense: aspectos florísticos. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 4, p. 625-640, 2008.
- MORAES, F. T.; JIMÉNEZ-RUEDA, J. R. Fisiografia da região do planalto de Poços de Caldas, MG/SP. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 196-208, 2008.
- MÜELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: J. Wiley, 1974. 547 p.
- MUNHOZ, C. B. R.; ARAÚJO, G. M. Métodos de Amostragem do Estrato Herbáceo-subarbustivo. In: FELFILI, J. M. et al. **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de caso**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2011. p. 213-230.
- MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, London, v. 403, p. 853-858, feb. 2000.
- NAKAJIMA, J. *Ageratum*. In: Jardim Botânico (Rio de Janeiro, RJ). **Lista de espécies da flora do Brasil**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB015936>>. Acesso em: 10 dez. 2012.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the Influence of Climate. **Biotropica**, Washington, v. 32, n. 4b, p. 793-810, 2000.
- PIO, r. et al. Enraizamento de estacas apicais de figueira em diferentes condicionamentos e ambientes distintos. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, n. 4, p. 357-360, 2003.
- R Development Core Team. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2009. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 12 dez. 2012.
- SAFFORD, H. D. Brazilian Páramos I: an introduction to the physical environment and vegetation of the campos de altitude. **Journal of Biogeography**, Oxford, v. 26, n. 4, p. 693-712, jul. 1999.
- SCHERER, C.; JARENKOW, J. A. Banco de sementes de espécies arbóreas em floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 67-77, 2006.
- SILVA-WEBER, A. J. C. et al. Composição florística e distribuição sazonal do banco de sementes em Floresta Ombrófila Mista Aluvial, Araucária, PR. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 70, p. 193-207, 2012.
- SOUZA, P. A. et al. Avaliação do banco de sementes contido na serapilheira de um fragmento florestal visando recuperação de áreas degradadas. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 1, p. 56-67, 2006.
- VASCONCELOS, M. F. O que são campos rupestres e campos de altitude nos topos de montanha do Leste do Brasil? **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 241-246, 2011.
- WILKANDER, T. Mecanismos de dispersão de diásporas de una selva en Venezuela. **Biotropica**, Lawrence, v. 16, p. 276-283, 1984.
- ZHANG, Z. Q. et al. Soil seed bank as an input of seed source in revegetation of lead/zinc mine tailings. **Restoration Ecology**, Malden, v. 9, n. 4, p. 378-385, 2001.