

Lídia Maria dos Santos

**RESTAURAÇÃO DE CAMPOS FERRUGINOSOS
MEDIANTE RESGATE DE FLORA E USO DE *TOPSOIL* NO
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MINAS GERAIS**

Belo Horizonte
UFMG/Instituto de Ciências Biológicas – ICB
2010

Lídia Maria dos Santos

**RESTAURAÇÃO DE CAMPOS FERRUGINOSOS
MEDIANTE RESGATE DE FLORA E USO DE *TOPSOIL* NO
QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MINAS GERAIS**

Tese apresentada ao curso de doutorado do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Biologia Vegetal

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Salino

Belo Horizonte
UFMG/Instituto de Ciências Biológicas – ICB

2010

Santos, Lídia Maria dos
Restauração de campos ferruginosos mediante resgate de flora e uso de *topsoil* no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. [manuscrito] / Lídia Maria dos Santos. – 2010.
182f. : il. ; 29,5 cm.

Orientador: Alexandre Salino.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas.

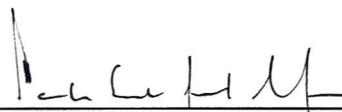
1. Mineração – Teses. 2. Revegetação – Quadrilátero Ferrífero (MG) – Teses. 3. Degradação ambiental – Teses. 4. Recuperação de áreas degradadas – Teses. 5. Flora - Quadrilátero Ferrífero (MG) – Teses. 6. Vegetação – Teses. 7. Botânica – Teses. I. Salino, Alexandre. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. III. Título.

CDU: 581.9(815.1)

Tese defendida e aprovada, em 26 de fevereiro de 2010, pela banca examinadora constituída pelos professores:



Dr. Alexandre Salino - Orientador



Dr. Carlos Ernesto Gonçalves Reynaud Schaefer



Dr. James Jackson Griffith



Dra. Claudia Maria Jacobi



Dr. Ary Teixeira de Oliveira Filho

Dedico este trabalho a minha neta Olívia Tomich de Mattos, que nasceu no dia 18 de julho de 2009, e à sua geração, na esperança de que despertem para a necessidade de ações adequadas para restauração do que foi degradado no nosso planeta.

AGRADECIMENTOS

Esta tese não teria sido elaborada sem a contribuição de algumas pessoas especiais, às quais desejo agradecer.

Meu orientador, Prof. Dr. Alexandre Salino, pela cientificidade a que me permitiu chegar

Professores Dr. João Renato Stehmann, Dra Maria Rita Scotti Muzzi, Dr. José Pires de Lemos Filho, Dr. Ary Teixeira de Oliveira Filho, Dra. Claudia Maria Jacobi, Dr. James Simpson Griffith, aos quais muito devo pelas preciosas críticas e sugestões no exame de meus projetos e trabalhos para o doutorado.

Professor Dr. Carlos Ernesto Schaefer, pelo apoio imediato e incondicional nos estudos pedológicos.

Minha revisora implacável, Lea Nilse Mesquita.

Equipes de biólogos, geógrafos, engenheiros, estatísticos e estagiários, que trabalharam para que logística, amostragem, taxonomia, tabelas, mapas e diagramação acontecessem: Sérgio Tomich, Rubens Custódio, Leandro Arruda, Rubio Oliveira Moraes, Renato Gonçalves, Ana Cheib e Laura Botelho; Lin Tomich, Aquiles Araújo e Liliane Braga; Acauã Santos de Saboya Ribeiro e Walnir Gomes Ferreira Jr; e Morena Tomich.

Equipe da Vale – Gerência de Meio Ambiente de Ferrosos Sul, mina de Alegria, mina de Córrego do Meio e mina do Pico –, pela facilitação nas pesquisas realizadas; Danilo Oliveira, em memória, pela obtenção do *topsoil*, capeamento, o “descascado da jazida” para o experimento da mina de Alegria; Ana Flávia Rodrigues – GALFS, por tudo...

Minha família, que sempre me apoiou no cuidar da grande família, a natureza.

Mineiração
À Lídia
Resgatar o perdido,
este o sentido
da tua profissão
de fé:

o topsoil é
matéria da intuição
qua saca do fim
o princípio
da ressurreição...

Seja assim,
assim seja,
ó amiga da natureza

reinventada na sucessão
do teu ofício
e imitada na criação
do escrito!

Dedicatória da amiga Léa Nilse Mesquita a este trabalho.

A natureza está em nossas mãos

Anônimo

RESUMO

A restauração da cobertura vegetal de formações ferríferas do Quadrilátero Ferrífero é complexa em decorrência das características dessa vegetação, que é diversificada, rica em endemismos e constituída por espécies de difícil propagação *ex situ*. Ela é exigida frente a demandas de supressão de vegetação pela mineração, que são autorizadas mediante condicionantes impostas pelos órgãos competentes. Entre essas condicionantes, destaca-se a obrigatoriedade de viabilizar metodologias destinadas à restauração de vegetação nativa nas áreas mineradas. Este trabalho apresenta resultados de pesquisas realizadas nas minas de Alegria, Segredão e Sapecado, localizadas em Mariana, Sabará e Itabirito, respectivamente. O objetivo de todas elas foi realizar operações de resgate de flora e testes com uso de *topsoil*, precedidos de estudos florísticos para embasamento dessas operações. Os resultados de cada pesquisa propiciaram o desenvolvimento e aprimoramento de técnicas destinadas a possibilitar a recriação de condições para que comunidades ecologicamente viáveis se instalem em áreas de restauração. Na mina de Alegria, unidade em operação, as exigências ecológicas quanto ao resgate de flora puderam ser viabilizadas e iniciou-se o percurso de testes com uso de *topsoil*. Como aí se verificou que todas as espécies nascidas no *topsoil* eram relacionadas à flora dos Campos Ferruginosos e estruturadoras dessas formações, concluiu-se que o experimento fora positivo. Decidiu-se reproduzi-lo em outra unidade minerária, a mina de Segredão, de situação diversa por estar paralizada e ter sofrido revegetação por espécies exóticas. O resultado do novo experimento, precedido de levantamentos florísticos, revelou, no *topsoil*, a presença de espécies ausentes no meio natural, com dominância de poucas, o que foi atribuído à perda de matéria orgânica e de nutrientes, detectada na análise química do solo. Com a terceira pesquisa, realizada na mina de Sapecado, unidade em operação em Itabirito, também precedida de levantamentos florísticos, foram obtidos resultados semelhantes aos da mina de Alegria, com desenvolvimento apenas de espécies presentes no meio natural e com distribuição bastante homogênea. A análise química dos atributos do solo mostrou praticamente todos com teores inferiores ao da mina de Segredão, sugerindo não haver relação entre riqueza de espécies e riqueza do solo. Com esse resultado, concluiu-se pela necessidade de novas pesquisas sobre o uso do *topsoil*, que já se mostrou como instrumento crucial para o estabelecimento de condições iniciais do processo de restauração, que, para ser bem sucedido, demanda associação de diferentes procedimentos. Em complementação a essas pesquisas, aplicou-se um teste de similaridade das espécies da flora registradas em oito estudos sobre Campos Ferruginosos, obtendo-se uma lista com 820 espécies.

PALAVRAS-CHAVE: mineração; cobertura vegetal; campo ferruginoso; degradação; restauração; *topsoil*.

ABSTRACT

The restoration of vegetation cover in iron formations of Minas Gerais' Quadrilátero Ferrífero [Iron Quadrangle] is intricate due to the uniqueness of its flora. The original plant cover is diverse and rich in endemic species which are of difficult *ex situ* proliferation. Nonetheless the relocation of this plant habitat is a mandatory constraint ruled by law and set as a necessary condition for the responsible execution of mining activities in the region. This paper presents results of research conducted in the mines of Alegria, Segredão e Sapecado, located in Mariana, Sabará and Itabirito respectively. The object of all these operations was the salvaging of flora and the testing of the *topsoil*, preceded by a detailed study of the floristic foundation implicated in the activity. The results of each survey have led to the development and the improvement of techniques to enable the recreation of conditions necessary for environmentally sustainable communities to settle in areas of restoration. In the mine of Alegria, a unit still in operation, the ecological requirements for the salvaging of flora were evaluated through extensive testing concerning the state of the *topsoil*. Given that all species born in the *topsoil* were related to the flora of Campos Ferruginosos [Ferruginous Fields], the result of the experiment was considered positive. The same method was then applied to mining site at Segredão. As opposed to Alegria, which was still in operation, Segredão is a mine site where all extraction has been paralyzed. Moreover, the former mine was extensively reoccupied by exotic species. The outcome of this experiment was preceded by floristic surveys. These studies revealed in the *topsoil* the incidence of species which were absent from the regional flora. Additionally, the presence of original representatives of the region's flora was very restricted, a fact that is attributed to the loss of organic matter and nutrients found in the chemical analysis of the soil. A third survey, conducted in the mine of Sapecado, a functioning unit located in Itabirito, MG, was also preceded by floristic surveys, and the results obtained were similar to the ones of Alegria, that is to say, there was a steady development of endemic species in a rather homogenous distribution. Chemical analysis of soil characteristics showed practically all levels were inferior to the ones present in the soil of the Segredão site, suggesting no relationship between species richness and richness of the soil. This result points out to the necessity of further investigation on the use of *topsoil* in the restoration of mining sites. The assessment of soil characteristics, however, proved to be a crucial instrument for the establishment of the initial conditions of the restoration process, which, to be successful, requires the association of different techniques and procedures.

KEY-WORDS: mining, vegetation cover, ferruginous fields, ecological degradation, restoration, *topsoil*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO I

| | |
|--|----|
| FIGURA 1 – Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço; a sul, o Quadrilátero Ferrífero. | 24 |
| FIGURA 2 - Biomas do Brasil em Minas Gerais e área de abrangência da Mata Atlântica. | 25 |
| FIGURA 3 - Quadrilátero Ferrífero, observando-se Belo Horizonte (em rosa) e as serras de formações ferríferas que compõem suas bordas (em roxo). | 26 |
| FIGURA 4 – Áreas requeridas para concessão de direito minerário no Quadrilátero Ferrífero. | 31 |

CAPÍTULO II

| | |
|--|----|
| FIGURA 1 – Quadrilátero Ferrífero, municípios integrantes, formações ferríferas (em amarelo), localização da área da pesquisa. | 43 |
| FIGURA 2 – Áreas de estudo florístico e resgate de flora realizados na mina de Alegria: | |
| a) Área do estudo florístico – primeiro e segundo plano | 45 |
| b) Área do resgate de flora, realizado para ampliação da cava. | 45 |
| FIGURA 3 – Mina de Alegria: área de estudo florístico, resgate de flora e uso de <i>topsoil</i> . | 46 |
| FIGURA 4 – Indivíduos armazenados em viveiro pós resgate, aguardando plantio: | |
| a) <i>Oncidium gracile</i> . | 50 |
| b) <i>Sophronitis caulescen</i> | 50 |
| c) <i>Billbergia amoena</i> | 50 |
| d) <i>Vriesia cf. minarum</i> . | 50 |
| FIGURA 5 - Obtenção de substrato, similar ao de origem, para produção de mudas no viveiro. | 51 |
| FIGURA 6 - Mudas produzidas a partir de resgate de flora em suportes biodegradáveis usados com objetivo de evitar nova intervenção no sistema radicular no momento do plantio: | |
| a) Sacos de ráfia | 51 |
| b) Caixotes de mamão reciclados. | 51 |
| FIGURA 7 - Suportes biodegradáveis evitando movimento de raízes no plantio: | |
| a) Caixotes de madeira para espécies rupícolas | 52 |
| b) Pedacos de tronco para espécies epífitas. | 52 |
| FIGURA 8 - Estocagem de grandes quantidades de mudas em viveiro: | |
| a) Canteiros em estufa | 52 |
| b) Canteiros ao ar livre. | 52 |
| FIGURA 9 – <i>Topsoil</i> com seis meses de deposição. | 57 |
| FIGURA 10 – Vegetação do <i>topsoil</i> após doze meses de deposição. | 57 |
| FIGURA 11– Cobertura vegetal do <i>topsoil</i> após cinco anos de deposição. | 57 |

CAPÍTULO III

| | |
|--|-----|
| FIGURA 1 - Quadrilátero Ferrífero, municípios integrantes, formações ferríferas (em amarelo), localização da área da pesquisa. | 79 |
| FIGURA 2 – Localização das áreas de pesquisa: estudo botânico, pedológico e uso de <i>topsoil</i> | 80 |
| FIGURA 3 - Aspecto geral da vegetação da área da pesquisa. | 81 |
| FIGURA 4 - Fisionomias amostradas na pesquisa no meio natural: | |
| a) Arbórea..... | 82 |
| b) Herbáceo/arbustiva | 82 |
| c) Herbácea..... | 82 |
| FIGURA 5 - Vista da área onde foi implantado o experimento com <i>topsoil</i> . Observa-se, no entorno próximo, vegetação exótica e, ao fundo, a cidade de Sabará. | 82 |
| FIGURA 6 - Aspecto geral da área do experimento e das parcelas com <i>topsoil</i> aos 12 meses de deposição. | 94 |
| FIGURA 7 – Detalhe das parcelas com maior espessura: maior riqueza e densidade da vegetação: | |
| a) <i>Sebastiania glandulosa</i> | 94 |
| b) <i>S. glandulosa</i> ; <i>Stachtarpheta glabra</i> ; <i>Microtea paniculata</i> | 94 |
| c) <i>Borreria captata</i> | 94 |
| FIGURA 8 - Número de Indivíduos e Altura Média das áreas amostradas | 100 |
| FIGURA 9 - Área Basal (colunas) e Diâmetro Médio (linhas pontilhadas) das áreas amostradas | 102 |
| FIGURA 10 - Diagramas de ordenação das 30 espécies de plantas, com 10 ou mais indivíduos na amostra, nos dois primeiros eixos de ordenação produzidos pela Análise de Correspondência Canônica (CCA) nos ambientes de Campo Rupestre Ferruginoso (ambiente natural) e na área recuperada após 12 meses com deposição de <i>topsoil</i> (mina de Segredão, Sabará, MG). | 107 |
| FIGURA 11 - Diagramas de ordenação das 30 parcelas da amostra, nos dois primeiros eixos de ordenação produzidos pela Análise de Correspondência Canônica (CCA) nos ambientes de Campo Rupestre Ferruginoso (ambiente natural) e na área recuperada após 12 meses com deposição de <i>topsoil</i> . Os números das parcelas precedidos pela letra A se referem às parcelas da amostra no Campo Rupestre Ferruginoso e as antecedidas pela letra B dizem respeito à área recuperada após 12 meses com deposição de <i>topsoil</i> | 109 |

CAPÍTULO IV

| | |
|--|-----|
| FIGURA 1 - Quadrilátero Ferrífero, municípios integrantes, formações ferríferas (em amarelo), localização da área da pesquisa. | 125 |
| FIGURA 2 – Localização das áreas de pesquisa: estudo botânico, pedológico e uso de <i>topsoil</i> | 126 |
| FIGURA 3 – Área da pesquisa mostrando a área do experimento: ao fundo, a mina de Sapecado, onde se deram os estudos botânicos, o resgate de flora e a remoção do <i>topsoil</i> ; em primeiro plano, a pilha de Cata Branca, onde as mudas de resgate foram introduzidas e foi testado o <i>topsoil</i> | 129 |
| FIGURA 4 – Área de estudo na mina de Sapecado: vegetação arbustiva das cangas | |

| | |
|---|-----|
| nodulares. | 131 |
| FIGURA 5 – Parcela da amostragem fitossociológica: vegetação herbácea característica da canga couraçada..... | 132 |
| FIGURA 6 – Vista geral da área do experimento da pilha Cata Branca com as três parcelas de <i>topsoil</i> recém-formadas, em fevereiro de 2008. | 135 |
| FIGURA 7 – Detalhe de cada uma das parcelas de <i>topsoil</i> vegetadas após 12 meses de sua formação, apresentando o mesmo padrão de cobertura vegetal com destaque para <i>Mimosa calodendron</i> , <i>Symphopappus brasiliensis</i> , <i>Lychnophora pinaster</i> , <i>Stachytarpheta glabra</i> | 136 |
| GRÁFICO 1 - Número de indivíduos nas áreas das minas de Sapecado e Segredão: meio natural e <i>topsoil</i> | 140 |
| GRÁFICO 2 - Número de espécies nas áreas das minas de Sapecado e Segredão: meio natural e <i>topsoil</i> | 140 |
| GRÁFICO 3 - Densidade absoluta nas áreas das minas de Sapecado e Segredão: meio natural e <i>topsoil</i> | 140 |
| GRÁFICO 4 - Dominância absoluta nas áreas das minas de Sapecado e Segredão: meio natural e <i>topsoil</i> | 140 |

CAPÍTULO V

| | |
|--|-----|
| FIGURA 1 – Localização geográfica das oito áreas comparadas (ver TAB.1) no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. | 159 |
| GRÁFICO 1 - Riqueza das famílias mais representativas nos Campos Ferruginosos do Quadrilátero Ferrífero. | 162 |
| FIGURA 2 - Diagrama de dispersão entre o coeficiente de similaridade de Jaccard e a distância em linha reta (Km) entre as áreas comparadas. | 166 |
| FIGURA 3 - Diagrama de dispersão entre o coeficiente de similaridade de Jaccard e a distância em linha reta (Km) entre as áreas comparadas. | 166 |

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

1. Relação de famílias e espécies da flora e respectivos hábitos - herbáceo, arbustivo e arbóreo -, presentes na parcela de topsoil, Alegria, março/2008..... 53
2. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas em topsoil 4 anos após sua redeposição, mina de Alegria, Mariana, MG..... 56

CAPÍTULO III

1. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas em Campo Rupestre sobre formação ferrífera (meio natural), mina do Segredão, Sabará, MG. 89
2. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas com cinco meses nas parcelas com deposição de topsoil, mina do Segredão, Sabará, MG..... 91
3. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas com 12 meses nas parcelas com deposição de topsoil, mina do Segredão, Sabará, MG..... 93
4. Lista de espécies presentes nas parcelas amostrais, suas respectivas famílias e ocorrência nas três amostragens realizadas para estudo fitossociológico, mina do Segredão, Sabará, MG. 95
5. Alguns parâmetros florísticos e fitossociológicos do Campo Ferruginoso (meio natural) e das áreas recuperadas após 5 meses e 12 meses com deposição de topsoil, mina do Segredão, Sabará, MG. 98
6. Parâmetros fitossociológicos do Campo Rupestre Ferruginoso (Natural) e das áreas recuperadas após 5 meses e 12 meses com deposição de topsoil, mina do Segredão, Sabará, MG. 101
7. Parâmetros florísticos e fitossociológicos do Campo Ferruginoso (meio natural) e das áreas recuperadas após 5 meses e 12 meses com deposição de topsoil, obtido a partir da contagem dos indivíduos das parcelas independente do critério de inclusão de DAS mínimo, mina do Segredão, Sabará, MG. 102
8. Atributos (variáveis) químicos dos solos amostrados no Campo Ferruginoso (CRF) e na área recuperada após 12 meses com deposição de topsoil (TS), mina do Segredão, Sabará, MG. 104
9. Lista das abreviações das 30 espécies herbáceo-arbustivas, em ordem alfabética, que foram utilizadas na Análise de Correspondência Canônica para confecção da matriz de vegetação e seus respectivos escores nos Eixos 1 e 2, mina do Segredão, Sabará, MG. 105
10. Resumo estatístico da Análise de Correspondência Canônica (CCA) da densidade absoluta de 30 espécies herbáceo-arbustivas com 10 ou mais indivíduos amostrados em Campo Rupestre Ferruginoso (ambiente natural) e na área recuperada após 12 meses com deposição de topsoil, mina do Segredão, Sabará, MG. 106

CAPÍTULO IV

| | |
|---|-----|
| 1. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas em Campo Ferruginoso (meio natural), mina de Sapecado, Itabirito, MG. | 133 |
| 2. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas no topsoil aos 12 meses, mina de Sapecado, Itabirito, MG. | 136 |
| 3. Lista das espécies e suas respectivas famílias e ocorrência nas duas áreas de estudo fitossociológico, mina de Sapecado, Itabirito, MG, meio natural (Campo Ferruginoso); Topsoil = após 12 meses de deposição. | 137 |
| 4. Parâmetros fitossociológicos e de riqueza de espécies e famílias entre as amostragens do meio natural (CF) e topsoil (TS), mina de Sapecado, Itabirito, Minas Gerais e mina de Segredão, Sabará, Minas Gerais. | 139 |
| 5. Atributos (variáveis) químicos médios dos solos amostrados nas parcelas de topsoil aos 12 meses na mina de Segredão, Sabará, Minas Gerais e na mina de Sapecado, Itabirito, Minas Gerais. | 141 |

CAPÍTULO V

| | |
|--|-----|
| 1. Relação das oito áreas de Campos Rupestres Ferruginosos localizadas no Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais consideradas nas análises de similaridade florística. São informados: o nome da localidade, o município, o código de identificação de cada área, o número de espécies, as coordenadas geográficas, a altitude e as referências dos levantamentos florísticos compilados. | 160 |
| 2. Coeficientes binários de similaridade entre as oito áreas de Campo Rupestre Ferruginoso estudadas no Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais, a partir da matriz contendo todas as espécies amostradas. | 165 |
| 3. Coeficientes binários de similaridade entre as oito áreas de Campo Rupestre Ferruginoso estudadas no Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais, a partir da matriz contendo espécies registradas em pelo menos duas das oito localidades. | 165 |
| 4. Distância em linha reta (km) entre as oito áreas de Campo Rupestre Ferruginoso estudadas no Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais. | 165 |

SUMÁRIO

| | |
|--------------------|----|
| APRESENTAÇÃO | 17 |
|--------------------|----|

CAPÍTULO I

| | |
|---|----|
| RESTAURAÇÃO DE CAMPOS FERRUGINOSOS NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO: BREVE CONTEXTUALIZAÇÃO | 21 |
| 1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 34 |

CAPÍTULO II

| | |
|---|----|
| RESTAURAÇÃO DE CAMPOS FERRUGINOSOS DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO: FLORÍSTICA, RESGATE DE FLORA E USO DE <i>TOPSOIL</i> NA MINA DE ALEGRIA, MARIANA, MINAS GERAIS, BRASIL..... | 38 |
| 1 INTRODUÇÃO | 39 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS..... | 43 |
| 2.1 ---CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO | 43 |
| 2.2 ---FLORÍSTICA | 45 |
| 2.3 ---RESGATE DE FLORA | 46 |
| 2.4 ---USO DE <i>TOPSOIL</i> | 47 |
| 3 RESULTADOS..... | 48 |
| 3.1 ---FLORÍSTICA | 48 |
| 3.2 ---RESGATE DE FLORA | 49 |
| 3.3 ---USO DO <i>TOPSOIL</i> | 52 |
| 3.3.1 FITOSSOCIOLOGIA DO <i>TOPSOIL</i> | 55 |
| 4 DISCUSSÃO..... | 58 |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 63 |
| 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 65 |

ANEXO A

| | |
|---|----|
| LISTA DAS ESPÉCIES DE PLANTAS VASCULARES INVENTARIADAS NOS CAMPOS FERRUGINOSOS NA MINA DE ALEGRIA, MARIANA, MINAS GERAIS..... | 69 |
|---|----|

CAPÍTULO III

| | |
|--|----|
| RESTAURAÇÃO DE CAMPOS FERRUGINOSOS DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO: FLORÍSTICA, FITOSSOCIOLOGIA E USO DE <i>TOPSOIL</i> NA MINA DO SEGREDÃO, SABARÁ, MINAS GERAIS, BRASIL..... | 75 |
| 1 INTRODUÇÃO | 76 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS..... | 79 |
| 2.1 ---CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO | 79 |
| 2.2 ---FLORÍSTICA | 80 |
| 2.3 ---ESTRUTURA FITOSSOCIOLÓGICA DO MEIO NATURAL..... | 83 |
| 2.4 ---LEVANTAMENTO DAS VARIÁVEIS PEDOLÓGICAS | 84 |
| 2.5 ---ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA (CCA) | 85 |
| 2.6 ---USO DE <i>TOPSOIL</i> | 85 |

| | | |
|----------------|--|------------|
| 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 86 |
| 3.1 | ----FLORÍSTICA DO MEIO NATURAL | 86 |
| 3.2 | ----FITOSSOCIOLOGIA DAS PARCELAS DO MEIO NATURAL | 88 |
| 3.3 | FITOSSOCIOLOGIA DAS PLANTAS ESTABELECIDAS NAS PARCELAS DE <i>TOPSOIL</i> | 90 |
| 3.3.1 | <i>TOPSOIL</i> AOS CINCO MESES..... | 90 |
| 3.3.2 | <i>TOPSOIL</i> AOS 12 MESES | 92 |
| 3.4 | ANÁLISE COMPARADA ENTRE PARÂMETROS BOTÂNICOS DO MEIO NATURAL E DAS PARCELAS DE <i>TOPSOIL</i> AOS CINCO E DOZE MESES | 94 |
| 3.5 | ----ESTRUTURA E DIVERSIDADE DAS COMUNIDADES | 98 |
| 3.5.1 | RIQUEZA E DIVERSIDADE | 99 |
| 3.5.2 | DENSIDADE | 99 |
| 3.6 | ATRIBUTOS PEDOLÓGICOS COMO FATOR DE DIFERENCIAÇÃO DAS COMUNIDADES | 103 |
| 3.7 | ----DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES | 104 |
| 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 111 |
| 5 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 113 |
| ANEXO A | | |
| | LISTA DAS ESPÉCIES DE PLANTAS VASCULARES INVENTARIADAS NOS CAMPOS RUPESTRES SOBRE FORMAÇÕES FERRÍFERAS, NA MINA DE SEGREDÃO, SABARÁ, MINAS GERAIS..... | 117 |

CAPÍTULO IV

| | | |
|---|---|------------|
| RESTAURAÇÃO DE COBERTURA VEGETAL DE CAMPOS FERRUGINOSOS DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO: FLORÍSTICA, FITOSSOCIOLOGIA E USO DE <i>TOPSOIL</i> NA MINA DO SAPECADO, ITABIRITO, MINAS GERAIS..... | | |
| 1 | INTRODUÇÃO | 122 |
| 2 | MATERIAL E MÉTODOS..... | 125 |
| 2.1 | ----CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO | 125 |
| 2.2 | ----FLORÍSTICA | 127 |
| 2.3 | ----ESTRUTURA FITOSSOCIOLÓGICA..... | 128 |
| 2.4 | ----USO DE <i>TOPSOIL</i> PARA RESTAURAÇÃO | 128 |
| 2.5 | ----LEVANTAMENTO DAS VARIÁVEIS PEDOLÓGICAS | 129 |
| 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 130 |
| 3.1 | ----FLORÍSTICA | 130 |
| 3.2 | ----FITOSSOCIOLOGIA | 131 |
| 3.3 | ----FITOSSOCIOLOGIA DAS PARCELAS COM <i>TOPSOIL</i> | 134 |
| 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 143 |
| 5 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 145 |

ANEXO A

| | | |
|--|---|-----|
| | LISTA DAS ESPÉCIES DE PLANTAS VASCULARES INVENTARIADAS NOS CAMPOS RUPESTRES SOBRE FORMAÇÕES FERRÍFERAS, NA MINA DO SAPECADO, ITABIRITO, MINAS GERAIS..... | 149 |
|--|---|-----|

CAPÍTULO V

SIMILARIDADE FLORÍSTICA ENTRE OITO ÁREAS DE CAMPOS

FERRUGINOSOS DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG, COMO SUBSIDIO À RESTAURAÇÃO DE CAMPOS FERRUGINOSOS 155

1 INTRODUÇÃO 156

2 MATERIAIS E MÉTODOS..... 157

2.1 ---ÁREAS DE ESTUDO 157

2.2 ---AMOSTRAGEM 158

2.3 ---ANÁLISE DE DADOS 159

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 161

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 167

ANEXO A

LISTA DA FLORA INVENTARIADA NOS LEVATAMENTOS FLORÍSTICOS EM CAMPOS RUPESTRES FERRUGINOSOS DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MINAS GERAIS, BRASIL 169

APRESENTAÇÃO

As pesquisas apresentadas neste trabalho têm uma unidade temática: os Campos Ferruginosos afetados pela atividade minerária, cuja questão engloba a necessidade de serem restaurados. Elas resultam de sete anos de trabalhos realizados em unidades da Vale com o objetivo de buscar metodologias mais adequadas à viabilização de operações que favoreçam o cumprimento da obrigação legal das empresas de recuperarem suas áreas mineradas.

Para melhor entendimento das proposições e operações aqui mostradas, é necessária uma breve explicação sobre o processo que as gerou. A empresa concessionária do complexo minerário, em cuja área se realizaram as pesquisas aqui relatadas, havia requerido ampliação de cava de uma mina em Mariana. Como condicionante da licença, o órgão ambiental exigiu, em 2001, resgate de flora e uso de *topsoil* para testar metodologias empregadas na restauração do ecossistema interferido pelo empreendimento. Em atendimento a essa condicionante, em 2002, deu-se início a esta investigação.

O resgate de flora, feito em uma área de avanço de cava da mina de Fábrica Nova, integrante do Complexo de Mariana, implicou em plantio direto e produção de mudas em viveiro. Os resultados do plantio direto não mostraram problemas imediatos. Depois de um ano, porém, constatou-se perda de metade dos indivíduos introduzidos. O resultado do plantio dos indivíduos resgatados em viveiro, ao contrário, foi muito bom, ocorrendo perdas em índices aceitáveis, de 10% das mudas produzidas. A comparação dos resultados obtidos com o plantio direto e com as mudas em viveiro, considerando-se a raridade das espécies resgatadas, levou à decisão de enviveiramento e cultivo para posterior introdução, como garantia de sucesso do resgate da flora.

Ao mesmo tempo, observou-se a importância do substrato e da reconstrução do ambiente para que as plantas respondessem melhor ao plantio em áreas mineradas. Nesse sentido, o uso do *topsoil* apareceu como alternativa indicada. O *topsoil* é o material resultante do decapeamento da camada superficial do solo. Nesse material, encontram-se os elementos físicos, químicos e biológicos que são importantes na ciclagem de nutrientes, reestruturação e fertilização do solo. Em áreas mineradas, mediante sua remoção e recolocação, obtém-se o substrato adequado que possibilita a formação de cobertura vegetal para abrigar as plantas resgatadas e introduzidas.

Nesse ponto, montou-se um experimento com *topsoil* para observar o desempenho

do material em relação à vegetação que aí nasceria. A hipótese que sustentava tal experimento partia do pressuposto de que a expressiva perda de mudas ocorrida no plantio direto se dera, também, por falta de solo adequado, similar ao original, de onde os indivíduos tinham sido resgatados.

No experimento montado com uso de *topsoil*, fez-se uso do material retirado de Campo Ferruginoso e de Floresta Estacional Semidecidual, lado a lado, disposto em área cercada, em condições naturais, sem irrigação, adubação ou qualquer intervenção humana. O experimento foi bem-sucedido: na parcela com *topsoil* de floresta, desenvolveram-se espécies florestais; sobre o *topsoil* de formação ferrífera, cresceram espécies de Campos Ferruginosos.

Esses resultados positivos estimularam a realização de novas pesquisas com o objetivo de testar as hipóteses levantadas. Para que seu desenvolvimento tivesse uma orientação em bases científicas mais seguras, em 2004, elaborou-se um projeto que foi submetido ao concurso para doutoramento no Departamento de Biologia Vegetal da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Tendo sido aprovado, passou por sucessivas modificações ao longo da realização das pesquisas. Sua última elaboração foi apresentada ao exame da banca formada por autoridades nas ciências que deram embasamento a este trabalho. O relato aqui apresentado muito lhes deve.

Aqui cabe explicar que, inicialmente, o projeto de tese foi elaborado para que toda a pesquisa fosse aplicada e realizada na mina de Alegria, onde o trabalho fora demandado por condicionante de licença ambiental. Nessa pesquisa, previa-se abranger um hectare da área licenciada para realizar florística, fitossociologia, resgate de plantas, remoção de *topsoil* e uso do material removido para restaurar Campo Ferruginoso em área minerada. Mediante tais procedimentos, seriam obtidas respostas sobre número de mudas resgatadas, volume de *topsoil* removido e a dimensão da área a ter cobertura vegetal restaurada a partir deles, cujos resultados seriam comparados com os estudos botânicos feitos antes da intervenção.

No entanto, problemas operacionais na mina retardaram o início do experimento nas condições mencionadas, o que obrigou a busca de outra área para execução do experimento. Essa possibilidade foi efetivada, primeiramente, na mina de Segredão, em Sabará, em poligonal de direito minerário não explorada e, portanto, sem licença ambiental, o que limitou a intervenção ao uso de apenas 150m² para o experimento. Quando este já estava montado, uma nova oportunidade surgiu, em área operacional e licenciada da mina

do Pico, em Itabirito. Para que se pudesse comparar resultados dos dois experimentos, na mina do Pico trabalhou-se também com os mesmos 150m².

Em suma, os obstáculos encontrados na mina de Alegria para realização de um experimento de maior porte, 1ha, acabaram por permitir a realização de pesquisa mais abrangente em diferentes locais do Quadrilátero Ferrífero. Dessas pesquisas resultaram dados distintos frente à aplicação do mesmo método, o que possibilitou a ampliação do conhecimento sobre a florística, fitossociologia, resgate de flora e uso do *topsoil*.

Os resultados das investigações realizadas nesses diferentes locais estão aqui relatados. Com sua apresentação, análise e conclusões propiciadas, pretende-se contribuir para o preenchimento de uma lacuna de conhecimento referente à restauração de Campos Ferruginosos afetados pela atividade nas cavas da mineração de ferro, localizadas no Quadrilátero Ferrífero, muitas delas instaladas há mais de 60 anos.

Outra ressalva torna-se necessária. Considerando-se a amplitude das questões abordadas quando se trata de restauração de áreas severamente alteradas, caso da mineração, é preciso assinalar que, neste trabalho, essa amplitude aparece bastante delimitada. Conforme já mencionado, as pesquisas foram desenvolvidas em atendimento a condicionantes de licenciamento ambiental que demandavam da Vale a realização de operações de resgate de flora e teste com uso de *topsoil*. No caso do resgate de flora, exigia-se salvamento somente das espécies raras e ameaçadas. Como na continuidade das operações percebeu-se que outras espécies também eram importantes, principalmente para formar ambientes favoráveis à sobrevivência das plantas cujo resgate era solicitado, acrescentou-se o salvamento daquelas que propiciassem tal objetivo – caso das Asteraceae, Ciperaceae e Poaceae, entre outras. Nos trabalhos realizados na Vale, essas espécies passaram a ser denominadas “espécies de interesse” em função do seu papel estruturador de condições para o estabelecimento da cobertura vegetal desejada.

É preciso ter bem clara essa delimitação das pesquisas para não se esperar delas um tratamento amplo e exaustivo da questão da restauração a que não se propõem. Aqui estão relatados os trabalhos realizados com o objetivo de viabilizar o desenvolvimento de metodologias destinadas a restaurar a partir do salvamento de indivíduos e espécies considerados de maior importância no ecossistema afetado pela atividade da Vale em suas minas, bem como aproveitar o *topsoil* disponibilizado nas frentes de lavra. À época dessa solicitação, essas metodologias eram quase desconhecidas em Minas Gerais e, até hoje, praticamente não se encontram incorporadas às práticas das minas do Quadrilátero Ferrífero.

São os resultados desse trabalho com limites bem demarcados que agora vêm a público depois de examinados por uma banca formada por autoridades do assunto aqui tratado.

As pesquisas foram desenvolvidas em três unidades da Vale, minas de Alegria, Segredão e do Sapecado, localizadas em pontos diferentes do Quadrilátero Ferrífero, respectivamente, em Mariana, Sabará e Itabirito. Os dados aí levantados, a que se associa o embasamento teórico encontrado em publicações que tratam de assuntos similares aos aqui desenvolvidos, foram organizados em capítulos, redigidos em forma de artigo.

O primeiro capítulo apresenta uma breve contextualização do tema tratado. Aí, descrevem-se a distribuição espacial da serra do Espinhaço e do Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais, os marcos legais incidentes sobre a região estudada no que tange à ecologia, bem como a descrição dos elementos dos meios físico e biológico. A situação da área minerada e os conceitos que fundamentam sua restauração são outros assuntos desenvolvidos neste capítulo.

O segundo capítulo apresenta os resultados da pesquisa na mina de Alegria, onde foi realizado estudo que englobou resgate de flora, teste com uso de *topsoil*, levantamento florístico e fitossociológico, a fim de avaliar o uso conjunto de procedimentos necessários à restauração de Campos Ferruginosos.

O terceiro capítulo traz os resultados obtidos na mina do Segredão, onde se realizou estudo florístico, fitossociológico e pedológico do meio natural ocupado por Campo Ferruginoso, que foi comparado aos resultados do teste com o uso do *topsoil* nas parcelas aos cinco e 12 meses. Os dados foram analisados à luz da estatística e de correlações múltiplas, mediante teste de correlação canônica - CCA.

O quarto capítulo mostra a pesquisa realizada na mina de Sapecado, onde se fez levantamento florístico e fitossociológico do meio natural, associado a novos testes com o uso do *topsoil*, cujos resultados foram comparados com os da mina de Segredão.

O quinto capítulo compila os levantamentos florísticos realizados neste trabalho com os de listas de espécies apresentadas em cinco estudos desenvolvidos em áreas do Quadrilátero Ferrífero. Mediante aplicação de teste de similaridade das espécies registradas nesses oito estudos, obtém-se uma lista de 820 espécies, que finaliza os estudos.

CAPÍTULO I
RESTAURAÇÃO DE CAMPOS FERRUGINOSOS NO QUADRILÁTERO
FERRÍFERO: BREVE CONTEXTUALIZAÇÃO

As empresas mineradoras, por determinação constitucional (BRASIL, 1988), devem recuperar suas áreas degradadas mediante atividades incorporadas às operações de mina. Essa determinação, seguida de outras imposições legais decretadas a partir do final da década de 1980, tornou obrigatória, no âmbito das empresas, a elaboração e execução de Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) e Planos Técnicos de Recomposição da Flora (PTRF), entre outros documentos integrantes dos licenciamentos ambientais para atividades que afetam vegetação nativa.

A obrigatoriedade da elaboração desses planos faz com que as empresas passem a contratar projetos em cumprimento a esse requisito legal. Assim, abre-se um ciclo de desenvolvimento de metodologias para a recuperação de áreas mineradas.

Com esse objetivo, para aquelas áreas anteriormente ocupadas por vegetação de formação ferrífera, primeiramente, são concebidas metodologias, ainda hoje empregadas, que utilizam misturas de espécies agronômicas exóticas, com sementes comercializadas no mercado, sem relação com a flora endêmica cuja proteção se exige. Tais espécies são vistas por diversos especialistas como contaminantes biológicos, por se proliferarem demasiadamente, prejudicando as espécies nativas, impedindo o seu desenvolvimento, o que leva instituições ecológicas a condená-las (ESPINDOLA *et al.*, 2004). Além disso, comprovadamente, perdem vigor a médio e longo prazo, permitindo o desenvolvimento de processos erosivos (BECHARA *et al.*, 2005).

Em sentido inverso, publicam-se trabalhos com propostas de adoção de procedimentos que põem em relevo as espécies autóctones da área a ser recuperada e as exigências ecológicas para sua restauração (BARTH, 1989; WILLIAMS *et al.*, 1990; TOY *et al.*, 2001; SÁNCHEZ, 2001; SANTOS e NETO, 2006; SILVA, 2006; GRIFFITH, 2007; SÁNCHEZ, 2007). No entanto, tais propostas ainda não são observadas como implantadas na prática das minas do Quadrilátero Ferrífero.

Nessa região montanhosa, localizada no centro-sul de Minas Gerais, considerada uma das mais importantes províncias minerais do mundo (SPIER *et al.*, 2003), abrigam-se reservas de ferro de alta qualidade, que constituem 60% das reservas brasileiras deste minério (DNPM, 2008).

O Quadrilátero Ferrífero está englobado na área delimitada para a Reserva da Biosfera do Espinhaço, criada com o objetivo de priorizar a conservação da biodiversidade, o desenvolvimento sustentável e a obtenção de conhecimentos científicos. Todo ele é praticamente indicado como “Área Prioritária para Conservação da Flora e da Fauna” (DRUMMOND *et al.*, 2005). Esses fatos influenciam a decisão do Estado quanto à

concessão de licenciamento ambiental, hoje normatizado pelo Zoneamento Ecológico Econômico, estabelecido pelo Decreto 4.297/02 (BRASIL, 2002). Trata-se, pois, de região de extrema importância ecológica, devida à variedade litológica aí encontrada e que abriga diferentes ecossistemas próximos uns dos outros.

O Quadrilátero Ferrífero é uma “ilha” formada por camadas dobradas e metamorfizadas, depositadas a sul da serra do Espinhaço, sobre um mar de rochas granito-gnáissicas, onde, após epirogênese e erosão, restaram apenas as raízes das grandes estruturas (DORR, 1969). Barbosa e Rodrigues (1967) as descrevem como um bloco de idade pré-cambriana, elevadas em seus quatro lados por erosão diferencial. Quartzitos e itabiritos formam aí um conjunto de cristas em altitudes de 1.300/1.400m sobre litologias de complexos granitóides e metassedimentares de mais fácil erosão, que cercam o conjunto em todas as direções.

Sobre esse enorme depósito de rochas, preciosas para o rumo que o desenvolvimento do homem tomou, formaram-se ambientes inusitados e variados, com Florestas Estacionais ao longo dos vales e encostas, Matas de Candeia e Campos Rupestres em encostas e cristas, que abrigam fauna também variada e diversificada, capaz de sobreviver em ambientes tão diversos.

A FIG. 1 mostra, na parte central, a região da serra do Espinhaço e do Quadrilátero Ferrífero, de direção norte-sul, abrangida pela Reserva da Biosfera do Espinhaço. Podem-se observar, nas cores da imagem, os ecossistemas que têm seus limites mais esverdeados, a Leste, onde o domínio é de Mata Atlântica, do que a Oeste e Norte, onde os domínios são, respectivamente, de Cerrado e de Caatinga.

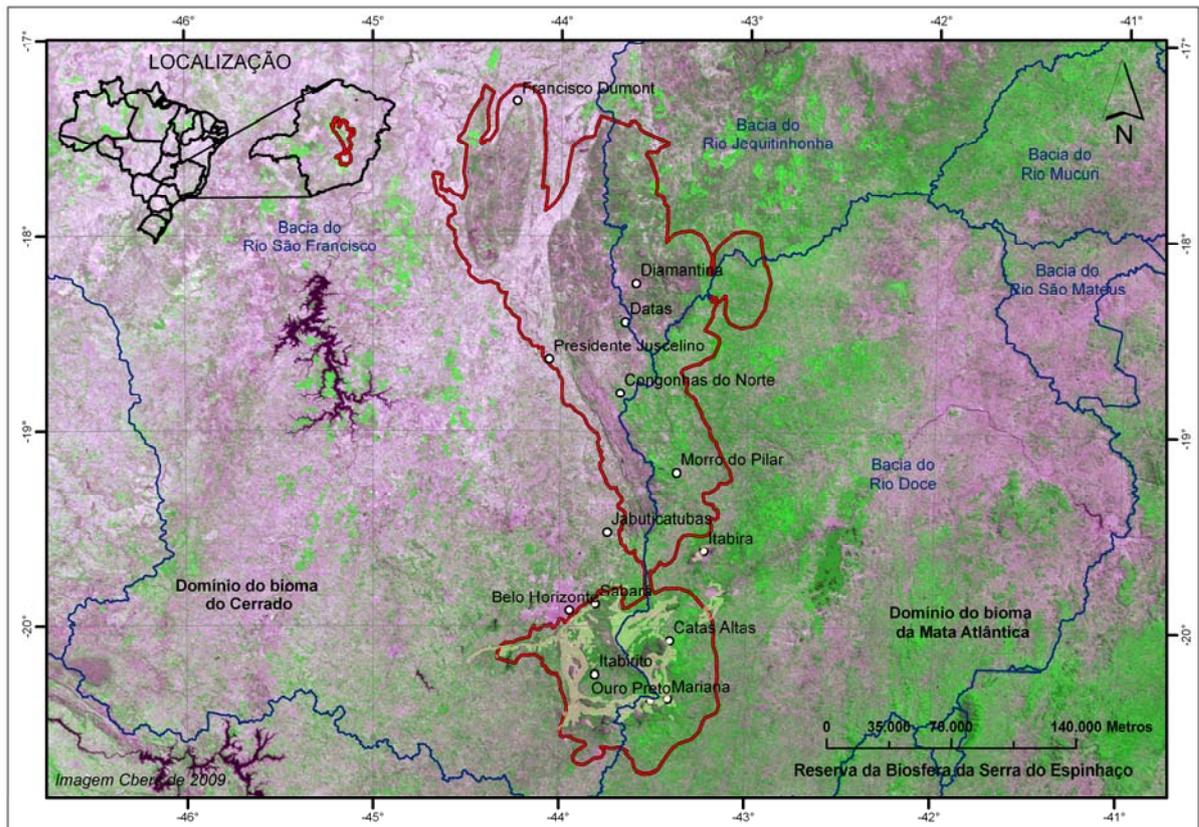


FIGURA 1 – Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço; a sul, o Quadrilátero Ferrífero.
 FONTE: Bioma Meio Ambiente (2010); imagem de satélite: Cbers (2009).

No que se refere à vegetação dessa região, em decorrência da exploração intensiva de minérios que aí ocorre, evidenciam-se as seguintes situações:

- 1) a extração do minério de ferro - cava - atinge diretamente ecossistemas de Campo Ferruginoso, protegidos por legislação federal e estadual por serem de ocorrência restrita às cristas serranas, classificadas como Área de Preservação Permanente - APP, onde a cobertura vegetal é imune de corte, segundo a Lei 4771/65 (BRASIL, 1965);
- 2) a mineração, incluindo a disposição de estéril e rejeitos, atinge ecossistemas de Mata Atlântica/Estacional Semidecidual (VELOSO, 1991) ou Pluviais Ripárias (RIZZINI, 1979), protegidos por Lei Federal - Lei 11.428/06 - que tem por objeto o bioma mais ameaçado do Brasil, a Mata Atlântica (BRASIL, 2006).

Essas situações têm gerado acirramento de exigências por parte do Estado quanto à concessão de licenças de intervenção sobre vegetação nativa e a demandas cada vez

maiores por parte das empresas para realização de reflorestamentos e restauração de campos e demais formações de interesse conservacionista. Em dezembro de 2008, o DECRETO 6660 (BRASIL, 2008), que regulamentou a Lei da Mata Atlântica (BRASIL, 2006), veio a proibir intervenções até mesmo sobre a vegetação secundária associada ao bioma, o que inclui os Campos Ferruginosos, de acordo com a Lei. Para que a intervenção ocorra, em caso de atividades de utilidade pública que não apresentem alternativa locacional, caso das minerações, a Lei determina a necessidade de restauração da cobertura vegetal afetada, em área equivalente, na mesma bacia hidrográfica.

O mapa do bioma da Mata Atlântica (IBGE, 2006), apresentado na FIG. 2, mostra a inserção do Quadrilátero Ferrífero em relação à área definida na Lei. Notar que o limite legal estabelecido abrange o Quadrilátero Ferrífero na sua totalidade.

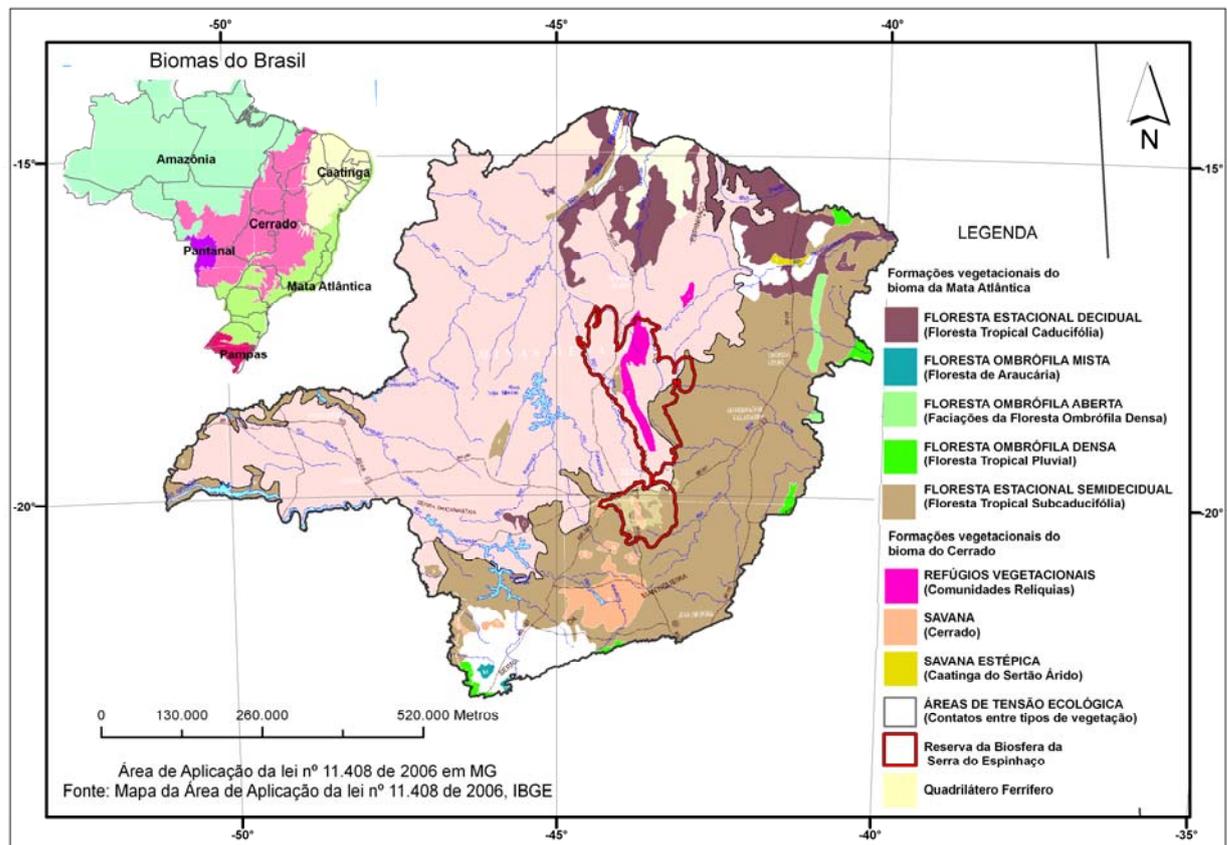


FIGURA 2 - Biomas do Brasil em Minas Gerais e área de abrangência da Mata Atlântica. FONTE: Bioma Meio Ambiente (2010); dados cartográficos: IBGE (2006).

Observe-se que já o Código Florestal (BRASIL, 1965) proibia intervenção em vegetação existente nas Áreas de Preservação Permanente (APP), entre as quais se incluem as cristas serranas ocupadas pelos Campos Ferruginosos, nascentes e margens de cursos hídricos. Igualmente, para atividades consideradas como de utilidade pública, sem

alternativa locacional, exigia a recomposição da flora nos casos em que esta sofresse intervenção.

O Quadrilátero Ferrífero apresenta limites bem definidos por serras ferruginosas que marcam seus quatro lados ou bordas: a norte, o alinhamento da serra do Curral, de direção geral noroeste/nordeste; a sul, a serra do Ouro Branco; a oeste, a serra da Moeda; a leste, o conjunto formado pelas serras do Caraça e de Ouro Preto e o início da serra do Espinhaço. No seu interior existe a serra do Gandarela. Suas quatro bordas apresentam características geológicas, estruturais e topográficas semelhantes, com espessa camada de canga ferruginosa que reveste os topos.

A FIG. 3 mostra imagem de satélite do Quadrilátero Ferrífero, observando-se, a norte, as cidades de Belo Horizonte, Betim e Contagem e as serras que formam suas “bordas”: serra do Curral, Moeda, Ouro Branco e Ouro Preto. No centro, vê-se o alinhamento do rio das Velhas, importante tributário do rio São Francisco; a oeste, a área de drenagem do rio Paraopeba; e a leste, as cabeceiras do rio Doce. As sedes municipais são também marcadas no mapa, assim como a rede de acessos rodoviários.

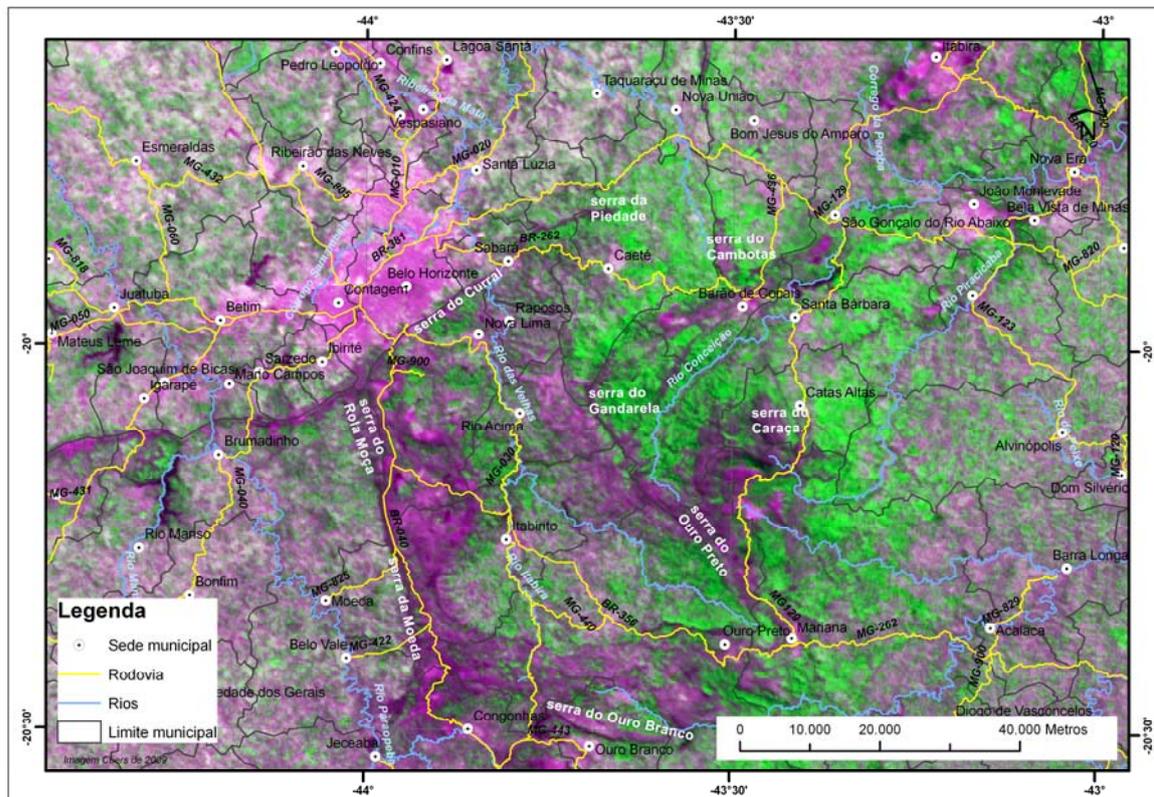


FIGURA 3 - Quadrilátero Ferrífero, observando-se Belo Horizonte (em rosa) e as serras de formações ferríferas que compõem suas bordas (em roxo).

FONTE: Bioma Meio Ambiente (2010); dados de municípios: GEOMINAS (1996; 1998); geologia: CPRM (2003).

A formação do Quadrilátero Ferrífero data do Arqueano (2,7 bilhões de anos), quando se constituiu o Supergrupo Rio das Velhas, onde se encontram as jazidas de ouro concentradas no pacote de rochas do Grupo Nova Lima, intensamente exploradas desde o período colonial (SCLIAR, 1992). Nesse domínio geológico, observa-se a colonização por vegetação de Mata Atlântica nos vales e, nas encostas e topos, por Cerrado e suas variações, Campo Cerrado e Cerrado. No Proterozóico (2,5 a 1,8 bilhões de anos), depositaram-se as rochas sedimentares do Supergrupo Minas (presentes nas serras que compõem suas bordas), com suas reservas de ouro e urânio contidas nas rochas do Grupo Caraça, e de itabiritos e dolomitos do Grupo Itabira, onde ocorrem os Campos Ferruginosos e associações com Mata de Candeia e Mata Atlântica. Mais recentemente, no Cenozóico, apareceram os depósitos sedimentares e, no Quaternário, os depósitos superficiais, contendo saprolitos, lateritas, cangas, alúvios, colúvios, elúvios ocupados por florestas, Cerrados e Campos Rupestres e Limpos, dependendo da localização na área (SANTOS, 2001).

Alternam-se, na superfície, afloramentos de quartzitos e itabiritos. Estes proporcionam uma surpreendente variação da paisagem, ora com cristas e escarpas rugosas típicas dos primeiros, ocupadas por plantas de ambientes rupestres, ora com montanhas arredondadas e superfície uniforme, forradas por plantas herbáceas e arbustivas mais homogêneas que formam um tapete contínuo.

O termo Campo Rupestre foi usado por Magalhães (1966) para designar a cobertura vegetal que ocorre sobre os afloramentos rochosos da serra do Espinhaço e Quadrilátero Ferrífero. A flora do Espinhaço foi estudada, entre outros, por Giulietti *et al.* (1987) e Harley (1995). Outros pesquisadores realizaram estudos sobre Campos Rupestres: Vincent (2004) contribuiu enormemente para o avanço do conhecimento sobre florística, estrutura de fitofisionomias distintas em litologias de formações ferríferas e quartzíticas e as relações solo-planta, a partir de pesquisas na serra do Rola Moça; Viana e Lombardi (2007) mostraram as diferenças florísticas a partir de amostragens levantadas em tipos diferentes de canga na serra da Calçada, onde coletaram e identificaram as espécies predominantes em cada uma dessas formações. Mourão e Stehmann (2007), Mendonça *et al.* (2007), Jacobi *et al.* (2007) e Jacobi *et al.* (2008) ampliaram as pesquisas botânicas e ecológicas, revelando comunidades de alta diversidade florística.

Esses estudos permitem reconhecer a importância da vegetação existente nas cristas serranas ferruginosas, principalmente nas cotas altimétricas superiores a 900m. Essa

vegetação é dotada de características bastante distintas, entre as quais podem ser ressaltadas: o endemismo de parte de sua flora, resultante da colonização de substratos ricos em metais, o ferro especialmente, que indica a estreita relação entre solo e planta; a diversidade florística, com mais de 1000 espécies inventariadas, sistematicamente, em fitofisionomias distintas – campestres, arbustivas e arbóreas, com espécies raras, muitas enquadradas nas diversas categorias de ameaça; os mecanismos de sobrevivência de suas espécies, que incluem adaptações anatômicas, morfológicas e fisiológicas, desenvolvidos em virtude dos ambientes a que essas espécies estão sujeitas, com elevadas amplitudes térmicas e hídricas diárias e anuais; o crescimento lento de muitas de suas espécies.

Os solos assumem grande importância na relação dessas plantas com o ambiente. É marcante na região a influência das condições litológicas e estruturais sobre a evolução do relevo e também sobre a distribuição e características dos solos. Estes, sobre as formações ferríferas, em geral são rasos, ácidos, de baixa fertilidade, com baixa capacidade de retenção de água e com alta concentração de ferro oxidado (SCHAEFER *et al.*, 2008; CARVALHO FILHO, 2008). De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006), eles se enquadram nas classes dos Cambissolos, Neossolos Litólicos e Plintossolos Pétricos.

A cobertura vegetal estruturada sobre essas formações ferríferas, que ocupam 100km², está ameaçada não apenas porque é afetada pelas minerações. A urbanização, que invade cada vez mais suas áreas (condomínios e loteamentos legais e clandestinos), com as consequentes construções das estradas que as atravessam, assim como o fogo e a coleta predatória de plantas para a comercialização são fatores que também contribuem para a perda e até extinção de espécies, o que dificulta a conservação dessas formações.

Raramente um Campo Ferruginoso é encontrado na sua forma íntegra em áreas abertas. Mas, graças à natureza rochosa e às condições topográficas e edáficas da região, aí ainda se encontram ecossistemas naturais preservados em extensões significativas, em terras delimitadas em poligonais de direitos minerários concedidas pelo governo federal. Assinale-se que as mineradoras, que removem a vegetação para se instalar e desenvolver sua atividade, até hoje não ocupam totalmente os terrenos delimitados que são de sua propriedade, acabando por conservar ambientes naturais em grandes áreas em torno de minas, depósitos de estéril e barragens.

Atualmente, nos 7.000km² do Quadrilátero Ferrífero, 14,2%, correspondentes às formações ferríferas, estão requeridos para atividade minerária no Departamento Nacional

de Produção Mineral – DNPM. Aí já existem mais de 50 minas em operação, muitas delas iniciadas na década de 1940. Mas, nos últimos anos, como a atividade de mineração de ferro ficou muito condicionada por leis ambientais, surgiram muitas situações restritivas aos empreendimentos, sobretudo na borda norte.

Aí, a mina da Brunfel, em Caeté, foi fechada por sua proximidade com a serra da Piedade, Monumento Natural, Unidade de Conservação de Proteção Integral, protegida por legislação específica, a Lei 9985/00 (BRASIL, 2000). Antes, na década de 1970, a Ferrobrel, que atuava em Belo Horizonte, teve sua atividade impedida por movimento popular para proteção da serra do Curral, dela surgindo o Parque Municipal das Mangabeiras (SANTOS, 2001).

Aí também ocorreu exaustão de algumas minas, como as de Córrego do Meio (Sabará), Águas Claras e Mutuca (Nova Lima). Somente na serra Azul (Igarapé), as minas continuam operando, em que pese vasta área afetada por sua atividade e o efeito de assoreamento em dois reservatórios de água da COPASA, Serra Azul e Manso, que abastecem a região metropolitana de Belo Horizonte. Em Itabira, a mina do Cauê também exaurida, está sendo preenchida por estéril. Em Barão de Cocais, a de Gongo Soco está com suas reservas próximas do fim.

A oeste, as minas de Mar Azul (antiga Rio Verde), Tamanduá, Capitão do Mato (Nova Lima) e a do Pico (Itabirito), situadas paralelamente a esta borda, no interior do Quadrilátero Ferrífero, se configuram como unidades antigas em processo de expansão; no alinhamento da serra da Moeda, a mina do Capão Xavier está em operação há pouco tempo. Aí ainda existe a mina do Pau Branco (Nova Lima) e novas unidades de uma empresa recentemente instalada no País.

Ao sul da serra da Moeda, sudoeste do Quadrilátero Ferrífero, os complexos Fábrica e Casa de Pedra (Congonhas, Belo Vale e Ouro Preto) apresentam várias minas antigas e outras em expansão, com muitas áreas a serem recuperadas.

A leste, existem minas antigas, inclusive paralisadas, como Timbopeba (Ouro Preto), Germano (Mariana) e Capanema (Santa Bárbara); outras, estão em expansão, como Fazendão e Lavra Azul (Catas Altas).

Embora sejam diversas as situações encontradas nas diferentes bordas e até mesmo nas unidades minerárias, para todas elas convém observar que:

- 1 – sendo os solos das formações ferríferas especiais, ricos em metais,

especialmente o ferro, sua remoção pela atividade minerária impede o restabelecimento da vegetação nativa nas áreas afetadas (VINCENT, 2004), o que exige recolocação do *topsoil* ferruginoso – material resultante do decapeamento da superfície do solo - em áreas destinadas à restauração;

2 – como as plantas são removidas com a atividade minerária, é necessário resgatar indivíduos adultos, plântulas e sementes, formar coleções e produzir mudas em grande escala.

A operacionalidade da implantação dessas medidas, no entanto, vai diferir em cada situação. No caso das minas exauridas e paralisadas, a adequação topográfica de cavas, pilhas e barragens vai exigir recuperação de extensas áreas. Para que isso ocorra, observe-se que, nessas áreas, não há solo similar ao de origem nem mudas das plantas da flora original, ambos removidos ao longo da exploração do minério de ferro. Tal situação representa um desafio à execução das medidas requeridas. No caso das mudas, deverão ter origem em viveiros de produção nas minas, evitando-se introdução de germoplasma externo à bacia de drenagem. Outra situação apresentada no caso das antigas minas é a das que foram recuperadas. Nelas, geralmente, usaram-se espécies exóticas e mesclas de gramíneas e leguminosas que impedem o desenvolvimento das espécies nativas e, por isso, precisam de controle. Observa-se, no entanto, resistência das mineradoras ao abandono dessa técnica de revegetação, que ainda é amplamente utilizada.

Relativamente às minas em ampliação e implantação, há necessidade de resgate de flora intensivo, para fornecimento de mudas, sementes e matrizes para produção em grande escala. Nesse caso, todo o *topsoil* disponível nas áreas de intervenção deve ser aproveitado e utilizado mediante o desenvolvimento de projetos que permitam a recuperação concomitante e integrada de unidades minerárias.

Nessas minas, a recuperação concomitante e integrada implica em planejamento prévio da logística de sua implantação. Isso exige o cruzamento temporal e espacial das ações de supressão da vegetação e remoção do solo com as ações de revegetação, realizadas mediante viabilização de metodologias de restauração, como o resgate de flora e uso do *topsoil* (CIMENTO RIBEIRÃO, 2003).

A FIG. 4 mostra as áreas de concessão de direito minerário em formação ferrífera, que são ou ainda serão objeto de atividade minerária, visto suas concessões estarem requeridas (DNPM, 2009).

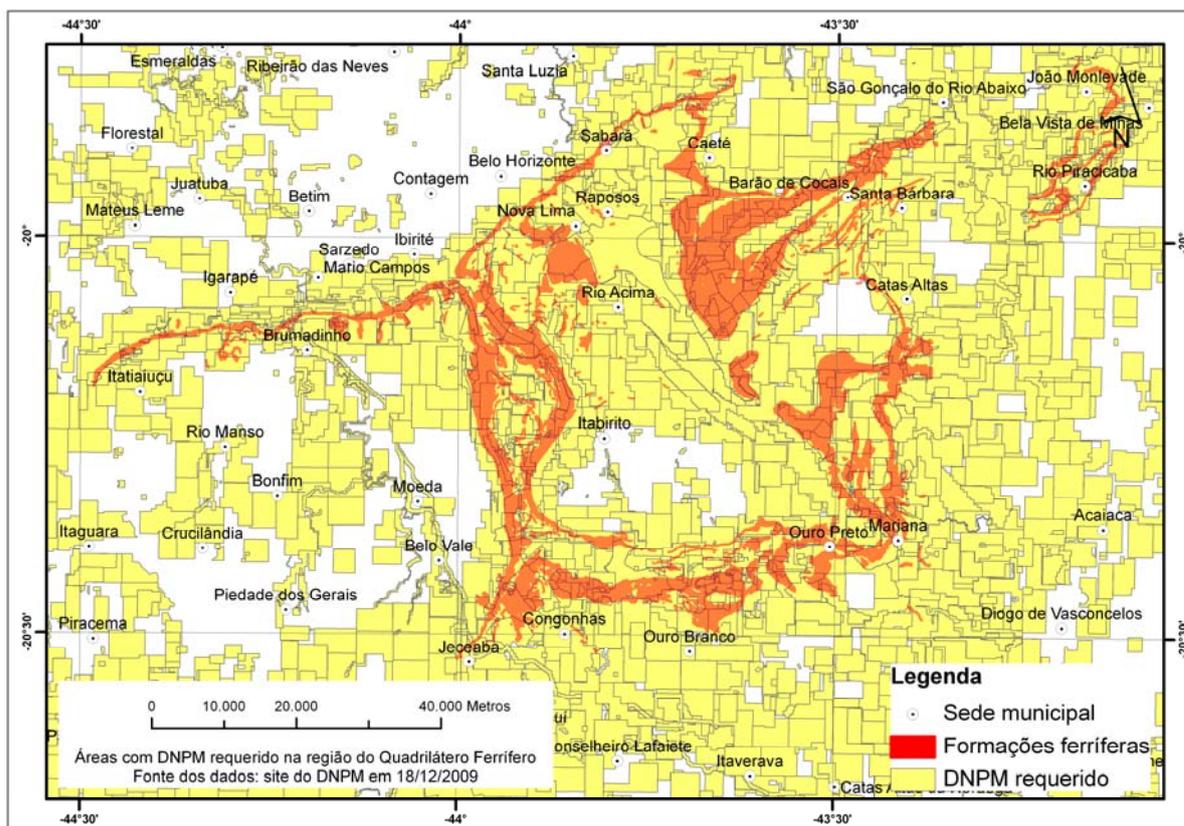


FIGURA 4 – Áreas requeridas para concessão de direito minerário no Quadrilátero Ferrífero.

FONTE: Bioma Meio Ambiente (2010); requerimento mineral: DNPM (2009).

O planejamento das operações de salvamento das espécies de uma cobertura vegetal, quase sempre, envolve questões conceituais. Ao longo deste capítulo, quando houve referência a processos de reparação aos danos à cobertura vegetal produzidos pela atividade minerária, foram usados diferentes termos como recuperação, reabilitação, restauração, que aqui aparecem quase como intercambiáveis. Ressalte-se, no entanto, que o uso mais preciso desses termos implica em distintas significações.

Recuperação é um termo que faz referência a ações que, tendo em vista o estado original de uma área severamente degradada, objetivam dar-lhe um uso futuro de acordo com um plano previamente estabelecido. Reabilitação refere-se também às ações sobre ecossistemas degradados, mas sem considerar seu estado original, objetivando mais a produtividade da área, de acordo com sua aptidão natural (MINTER/IBAMA, 1990). No que diz respeito ao termo restauração, sua conceituação é formulada distintamente por duas linhas de pensamento que debatem a questão.

Na primeira dessas linhas, aponta-se que o objetivo da restauração é restabelecer o ambiente com número de espécies o mais próximo do original, o que significa proposição

de retorno ao ecossistema original (BRADSHAW, 1987). Na outra linha, denominada “restauração ecológica”, definida e adotada pela “Society for Ecological Restoration – SER”, propõe-se que a meta da restauração não é o retorno ao original e sim proporcionar a recuperação da estabilidade e integridade biológica dos ecossistemas afetados, mediante a recriação de comunidades ecologicamente viáveis, tendo como princípio fundamental implícito a sustentabilidade, ou seja, que a área restaurada não necessite mais de intervenção ou manejo futuro (ENGEL e PARROTA, 2003).

Ambas as linhas têm pontos em comum. Visam a recriar condições, o mais próximo possível das naturais, para o restabelecimento dos ecossistemas que foram afetados por intervenções em suas áreas de ocorrência. Também as técnicas e procedimentos por elas recomendados são praticamente os mesmos, voltados para a diversidade de flora e fauna autóctones e sustentabilidade do ambiente em desenvolvimento, após adequação topográfica, implantação de sistemas de drenagem e estabilização da área que se deve restaurar.

Como no âmbito brasileiro essas técnicas e procedimentos são desenvolvidos em atendimento a condicionantes de licenciamento ambiental, a aplicação dos conceitos mencionados fica bem demarcada. Nos processos de licenciamento ambiental para a mineração, os órgãos competentes exigem medidas que promovam a redeposição do *topsoil* removido e resgate de flora de espécies raras e ameaçadas (FEAM, 2001).

Consideram-se espécies raras as que ocorrem em pequenas áreas, têm habitat específico e restrito e formam populações reduzidas. As ameaçadas são as submetidas a fatores, geralmente antrópicos, que as tornam mais susceptíveis ao declínio e à extinção (MORSE, 1996).

Em operações desenvolvidas na empresa Vale no Quadrilátero Ferrífero, percebeu-se que outras espécies tinham importância, principalmente para formar ambientes favoráveis à sobrevivência das plantas resgatadas. Essas espécies passaram a ser chamadas de “espécies de interesse” em função do seu papel estruturador de condições para o estabelecimento da cobertura vegetal requerida. A partir dessa percepção, essas espécies começaram a ser objeto de estudos e de operações que visam à restauração de cobertura vegetal suprimida em todas as unidades da referida empresa.

No desenvolvimento deste capítulo, em suma, foram mostradas diferentes questões a ser consideradas quando se elaboram estudos e programas dedicados à restauração dos Campos Ferruginosos do Quadrilátero Ferrífero. Referem-se essas questões, em primeiro lugar, ao melhor conhecimento das importantes fitofisionomias aí ocorrentes e dos solos sobre os quais elas se estruturam. Ambos, ao serem objeto de supressão nas áreas de

atividade minerária, passam a demandar o uso de técnicas e procedimentos que dizem respeito tanto à operacionalidade da exploração do minério quanto à viabilização de metodologias capazes de minimizar os efeitos das degradações decorrentes da mineração.

O uso dessas técnicas e procedimentos, quando se propõe restauração de áreas degradadas, deve ser efetivado segundo exigências ecológicas do ecossistema sob intervenção, o que implica em também considerar a situação presente da área a ser restaurada.

Sob esse último aspecto, a observação da área a ser restaurada pressupõe levar em conta o estágio das operações minerárias, ou seja, se se trata de mina em implantação, ampliação ou de reservas já extintas. Cada estágio demanda diferentes programas de restauração.

Considerando-se os requisitos ecológicos, o objetivo das ações deve ser a recriação de comunidades ecologicamente viáveis, em condições de se autossustentarem depois de restauradas. O resgate da flora específica às áreas de trabalho e a redeposição do solo suprimido, mediante o uso do *topsoil*, são medidas internacionalmente recomendadas (BARTH, 1989; GRIFFITH, 2007). O estudo da florística da região antecede sempre essas ações. A partir de 2001, por determinação legal, esses procedimentos passaram a ser exigidos em Minas Gerais nos processos de licenciamento ambiental.

Para que se alcance tal objetivo, é imprescindível a realização de estudos que visem à restauração da paisagem e biodiversidade da área minerada. No que diz respeito ao Quadrilátero Ferrífero, tais estudos configuram-se como particularmente necessários por se tratar de “área de importância biológica extrema” (COSTA *et al.*, 1998), “prioritária para a conservação da biodiversidade em Minas Gerais”(DRUMMOND *et al.*, 2005).

1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, G. V.; RODRIGUES, D. M. S. **O Quadrilátero Ferrífero**. Belo Horizonte: Instituto de Geociências da UFMG. 1967.

BARTH, R. C. Avaliação da recuperação de áreas mineradas no Brasil. **Boletim Técnico da Sociedade de Investigações Florestais**, Viçosa, n. 1, p. 1-41, 1989.

BECHARA, F. C.; CAMPOS FILHO, E. M.; BARRETTO, K. D.; ANTUNES, A. Z.; REIS, A. Nucleação de diversidade ou cultivo de árvores nativas? Qual paradigma de restauração? In: VI SIMPÓSIO NACIONAL E CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2005, Curitiba. **Anais**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 2005. p. 355-363.

BIOMA MEIO AMBIENTE. **Relatório Técnico, 2010**. Belo Horizonte: BIOMA, 2010. Relatório.

BRADSHAW, A. D. Reclamation of lands and ecology of ecosystems. In: JORDAN III; GILPIN, M. E.; ABER, J. D. (Ed.) **Restoration ecology: a synthetic approach to ecological research**. Cambridge: Cambridge University Press, 1987. P.53-71

BRASIL. Lei n. 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11428.htm Acesso em: 04/06/2009.

_____. **Decreto n. 6.660**, de 21 de novembro de 2008. Regulamenta dispositivos da Lei n. 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do bioma Mata Atlântica. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6660.htm Acesso em: 07/06/2009.

_____. **Código Florestal** – Lei n. 4.771, de 15 de setembro de 1965.

_____. **Constituição (1988)**. Constituição [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal.

_____. **Lei Nº 9.985**. 2000. Dispõe sobre Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Publicado no Diário Oficial da União de 18 Julho de 2000.

_____. **Decreto federal n. 4.297**, de 10 de julho de 2002. Regulamenta o art. 9o, inciso II, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/federal/decretos/2002_Dec_Fed_4297.pdf Acesso em: 24/08/2009.

CARVALHO FILHO, A. **Solos e ambientes do Quadrilátero Ferrífero (MG) e aptidão silvicultural dos tabuleiros costeiros**. 2008. 245p (Tese de doutorado em ciência do solo). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

CIMENTO RIBEIRÃO (Companhia de Cimento Ribeirão Grande). **Ampliação da Mina Limeira**: Estudo de Impacto Ambiental. São Paulo: Cimento Ribeirão Grande, 2003. 6 v.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL - DNPM. **Sumário mineral, 2008**. Ministério de Minas e Energia, Brasília. 2008. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriaDocumento/SumarioMineral2008/ferro.pdf> Acesso em 11 ago de 2009.

_____. **Áreas com DNPM requerido na região do quadrilátero ferrífero, 2009**. Disponível em: www.dnpm.gov.br Acesso em: 18 de dez. 2009.

DORR, J. V. N. Physiographic, stratigraphic and structural development of Quadrilátero Ferrífero Minas Gerais, Brazil. **Geological Survey Professional Paper**. Washington: United States Government, n. 641-A, 1969. 110p.

DRUMMOND, G. M.; MARTINS, C. S.; MACHADO, A. B. M.; SEBAIO, F. A.; ANTONINI, Y. (Org.). **Biodiversidade em Minas Gerais**: um Atlas para sua conservação. 2. ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005. 222p.

ENGEL, V. L.; PARROTA, J. A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E. de; MORAES, L. F. D. de; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. Cap. 1, p. 01-26.

ESPÍNDOLA, M. B.; BECHARA, F. C.; BAZZO, M. S.; REIS, A. Recuperação ambiental e contaminação biológica: aspectos ecológicos e legais. **Biotemas**, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, v. 18, n. 1, p. 27-38, 2004.

FEAM, 2001. **Certificado de Licença ambiental** – Licença de instalação n. 042, processo FEAM n. 182/87/31/01 – Unidade de cominuição/classificação Fábrica Nova.

FRANÇA, J. L.; DE VASCONCELLOS, A. C. **Manual para normalização de publicações técnico-científicas**. 8ª edição revista. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2009. 258p.

GEOMINAS (1996; 1998). **Dados Rodoviários**. (DER-MG, 2009)

GIULIETTI, A. M.; MENEZES, N. L.; PIRANI, J. R.; MEGURO, M.; WANDERLEY, M. das G. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Caracterização e Lista das Espécies. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v.9, p.1-151, 1987.

GRIFFITH, J. J. Cinco subsistemas de recuperação ambiental: uma proposta de gestão holônica. In: ALBA, J. M. F. **Recuperação de áreas mineradas**: a visão dos especialistas brasileiros. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, p.61-74, 2007

HARLEY, R. M. Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina – Bahia, Brasil. In: STANNARD, B. L. E. (Ed.). **The trustees of the Royal Botanic Gardens**, Kew, 1995, 853p.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação**. Brasília: MINTER/ IBAMA, 1990. 96p.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Mosaico de imagem de satélite CBERS, Satélite Sino-brasileiro de Recursos Terrestres, – 2B censor WFI, 2008/09/06. **Cenas 152-116 e 152-124**. Disponível em: <<http://www.inpe.br/>>. Acesso em: 06/09/2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Mapa da área de aplicação da lei n. 11.428, de 2006**. Ministério do Meio Ambiente (MMA) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2008. SIRGAS2000, 1: 5 000 000. Disponível em: ftp://geofp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/mapas_murais/Lei11428_Mata_Atlantica.pdf Acesso em: 15/12/2009.

JACOBI, C. M.; CARMO, F. F.; VINCENT, R. C.; STEHMANN, J. R. Plant communities on ironstone outcrops: a diverse and endangered Brazilian ecosystem. **Biodiversity and Conservation**, v.16, n.7, p. 2185–2200, 2007.

JACOBI, C. M.; CARMO, F. F.; VINCENT, R. C. Estudo fitossociológico de uma comunidade vegetal sobre canga como subsídio para a reabilitação de áreas mineradas no Quadrilátero Ferrífero, MG. **Rev. Árvore**, Viçosa, v.32, n.2, p. 345-353, 2008.

MENDONÇA, M. P.; SANTOS, F. M. G.; ARRUDA, L. J. **Resgate de espécies vegetais dos campos ferruginosos na mina de Capão Xavier, Nova Lima, MG**. Belo Horizonte: Fundação Zêo-Botânica de Belo Horizonte, 2007.

MAGALHÃES, G. M. Sobre os cerrados de Minas Gerais. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 1966, v. 38, p.59-70.

MOURÃO, A.; STEHMANN, J. R. Levantamento da flora do campo rupestre sobre canga hematítica couraçada remanescente na Mina do Brucutu, Barão de Cocais, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 58, n. 4, p. 775-785, 2007.

MORSE, L. E. Plant rarity and Endangerment in North America. In: FALK, D. A.; MILLAR, C. I.; OLWELL, M. (Ed.) **Restorig diversity: strategies for reintroduction of endangered plants**. Washington: Island Press, 1996. p.7-22.

RIZZINI, C. T. **Tratado de Fitogeografia do Brasil** vol. 2. Aspectos Sociológicos e florísticos . São Paulo, HUCITEC/EDUSP, 1979. 374p.

SÁNCHEZ, L. E. **Desengenharia: o passivo ambiental na desativação de empreendimentos industriais**. São Paulo: Edusp, 2001. 254 p.

SÁNCHEZ, L. E. Planejamento e gestão do processo de recuperação de áreas degradadas. In: ALBA, J. M. F. **Recuperação de áreas mineradas: a visão dos especialistas brasileiros**. Pelotas: Embrapa clima temperado, 2007. p.75-86.

SANTOS, L. M. **O meio natural em Belo Horizonte – caracterização e análise de**

potencial para uso e ocupação preservacionista. 2001. 201p. Dissertação (Mestrado em Geografia Física), Instituto de Geociências – IGC, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.

_____; NETO, S. E. Recomposição ambiental e reversão de impactos sobre recursos hídricos em empresa mineradora de pequeno porte: estudo de caso da mina de quartzito da SICAL Industrial. In: AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS; INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **A gestão dos recursos hídricos e a mineração.** Brasília: ANA, 2006. Cap.5, p.273-287.

SCLIAR, C. Geologia. In: DUARTE, R. H. (Coord.). **Serra da Piedade.** Belo Horizonte: Companhia Energética de Minas Gerais – Universidade Federal de Minas Gerais, 1992. p. 77-97.

SCHAEFER, C. E. G. R.; MENDONÇA, B. A. F.; CORRÊA, G. R.; RIBEIRO, A. S. de S. Solos desenvolvidos sobre canga ferruginosa no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. In: I SIMPÓSIO: AFLORAMENTOS FERRUGINOSOS NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO: Biodiversidade, Conservação e Perspectivas de Sustentabilidade, 2008, Belo Horizonte. **Trabalhos Completos.** Belo Horizonte: UFMG/ICB, 2008. p. 109-120. CD-ROM.

SER - Society for Ecological Restoration International Science e Policy Working Group. 2004. **The SER International Primer on Ecological Restoration.** Disponível em: https://www.ser.org/pdf/SER_Primer_

SILVA, A. D. **Estudo comparativo da reabilitação de três áreas sob mineração da companhia Vale do Rio Doce (CVRD).** 2006. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal), ICB, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

SPIER, C. A.; BARROS, S. M.; ROSIERE, C. A. Geology and geochemistry of the Águas Claras and Pico Iron Mines, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. **Mineralium Deposita**, v. 38, n. 6, p.751-774, 2003.

TOY, T.; GRIFFITH, J. J.; RIBEIRO, C. A. S. Planejamento a longo prazo da revegetação para fechamento de minas a céu aberto no Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.25, n. 4, p. 487-499, 2001.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A L.R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada a um sistema universal.** Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 124 p.

VIANA, P. L.; LOMBARDI, J. A. Florística e caracterização dos Campos Rupestres sobre canga na Serra da Calçada, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 58, n. 1, p. 159-177, 2007.

VINCENT, R. C. **Florística, fitossociologia e relações entre a vegetação e o solo em áreas de campos ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais.** 2004. Tese (Doutorado em Botânica - Instituto de Biociências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 145p.

CAPÍTULO II

**RESTAURAÇÃO DE CAMPOS FERRUGINOSOS DO QUADRILÁTERO
FERRÍFERO: FLORÍSTICA, RESGATE DE FLORA E USO DE *TOPSOIL* NA
MINA DE ALEGRIA, MARIANA, MINAS GERAIS, BRASIL**

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a restauração de cobertura vegetal existente sobre as formações ferríferas vem sendo cada vez mais exigida, em virtude do estabelecido no Art. 225, § 2^o da Constituição Federal de 1988, que determina às mineradoras a responsabilidade pela recuperação das áreas degradadas por suas atividades, em conformidade com a orientação dos órgãos competentes (BRASIL, 1988).

Essa cobertura vegetal teve sua importância ressaltada por estudiosos desde o período colonial (SANTOS, 2001), mas só recentemente passou a ser objeto de estudos mais específicos e aprofundados, resultantes sobretudo de pesquisas realizadas no âmbito acadêmico (PORTO E SILVA, 1989; TEIXEIRA E LEMOS FILHO, 2002; VINCENT, 2004; VIANA E LOMBARDI, 2007; MOURÃO E STEHMANN, 2007; JACOBI *et al.*, 2007). A contribuição desses trabalhos para descrição, caracterização e classificação das famílias e espécies dos Campos Ferruginosos existentes nas cristas serranas, principalmente nas cotas altimétricas superiores a 900m, permite conhecer e compreender melhor esse ecossistema, condição fundamental para se desenvolver sua restauração.

Os Campos Ferruginosos são dotados de características bastante distintas, entre as quais podem ser ressaltadas: o endemismo de parte de sua flora, resultante da colonização de substratos ricos em ferro, o que indica a estreita relação entre solo e planta; a diversidade florística, com mais de 1000 espécies inventariadas, sistematicamente, em fitofisionomias distintas – campestres, arbustivas e arbóreas, com espécies raras, muitas enquadradas nas diversas categorias de ameaça; os mecanismos de sobrevivência de suas espécies, que incluem adaptações anatômicas, morfológicas e fisiológicas, desenvolvidos em resposta aos ambientes com elevadas amplitudes térmicas e hídricas diárias e anuais, nos quais essas espécies se desenvolvem; o crescimento lento de muitas de suas espécies.

Algumas dessas espécies são encontradas em localidades típicas, outras são endêmicas de áreas restritas, usualmente confinadas a altitudes e substratos específicos, com parca distribuição espacial. Alves e Kolbek (1994) chamam a atenção para a importância da conservação dessa vegetação das cristas isoladas, que se configuram como ilhas com vegetação de espécies endêmicas.

Em Minas Gerais, essa vegetação está particularmente concentrada no Quadrilátero Ferrífero, região montanhosa localizada no extremo sul da cadeia do Espinhaço, no centro-

sul do Estado, considerada uma das mais importantes províncias minerais do mundo (SPIER *et al.*, 2003). Essa região abriga reservas de minério de ferro de alta qualidade, intensamente exploradas, que correspondem a 60% das reservas brasileiras deste minério (DNPM, 2006).

Aquilata-se o reconhecimento da importância dessa vegetação observando-se que a região onde se encontra foi considerada “Área de Importância Biológica Extrema” (COSTA *et al.*, 1998), “Prioritária para a Conservação da Biodiversidade em Minas Gerais” (DRUMMOND *et al.*, 2005), integrando a Reserva da Biosfera do Espinhaço.

Em cumprimento ao dispositivo constitucional que atribui aos órgãos estaduais a competência de normatizar e orientar a execução das medidas de recuperação das áreas degradadas por atividades que afetam a vegetação nativa, caso das mineradoras, em 2001, o Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais – COPAM, através do seu órgão seccional, a Fundação Estadual de Meio Ambiente – FEAM, passa a exigir a viabilização de operações de resgate de flora e de uso de *topsoil* em licenciamentos de mineração (FEAM, 2001). Tais exigências orientam no sentido de testar metodologias de restauração com espécies nativas do ecossistema interferido pela extração de minério de ferro, conforme demonstra o Certificado LO nº 231, de 29 de maio de 2002, concedido à S.A. Mineração Trindade – SAMITRI, mais tarde incorporada pela Vale (NICHOLSON, 2003).

O resgate de flora envolve coleta de sementes, plântulas e indivíduos adultos. Mediante essa prática, é possível salvar espécies raras, produzir mudas, formar coleções e realizar a translocação de plantas para que se estabeleçam novas comunidades de espécies vegetais em áreas de restauração da flora. Com essa medida, proposta em diversas regiões do mundo, objetiva-se mitigar a perda de espécies com a destruição de habitats, contribuindo-se, assim, para reduzir sua extinção (MAUNDER, 1992).

No Brasil, a questão relativa ao resgate de flora é tema recente, com raríssimos trabalhos publicados. Inicialmente, nos experimentos realizados na Vale, as operações de resgate, sob a orientação dos órgãos competentes, voltaram-se para as espécies raras e ameaçadas. As primeiras ocorrem em pequenas áreas, têm habitat específico e restrito e formam populações reduzidas. As últimas estão submetidas a fatores, geralmente antrópicos, que as tornam mais susceptíveis ao declínio e à extinção (MORSE, 1996).

Contudo, com a continuidade das operações de resgate na Vale, percebeu-se que outras espécies eram também importantes, principalmente para formar ambientes favoráveis à sobrevivência das plantas resgatadas – caso de diversas Asteraceae, Fabaceae,

Melastomataceae, Poaceae, entre outras. Essas espécies passam a ser denominadas “espécies de interesse” em função do seu papel estruturador de condições para o estabelecimento da cobertura vegetal desejada.

Ressalte-se, no entanto, que existem barreiras ao sucesso de resgate e introdução de flora. A principal delas é a carência de metodologias adequadas ao que ecologicamente se requer em operações de restauração de ecossistemas. A literatura tem relatado fracassos no processo de resgate em experiências realizadas em diversos países (ALLEN, 1994; FAHSELT, 2007).

Quanto ao uso do *topsoil* – ou solo superficial, material denominado capeamento no âmbito da mineração -, trata-se de procedimento recomendado em vários países, inclusive no Brasil, para ativar o processo de restauração ambiental em minas a céu-aberto. Esse procedimento implica em remoção e recolocação do material na área a ser restaurada (ZHANG *et al.*, 2001).

O *topsoil* consiste no material resultante do decapeamento da camada superficial do solo da área da mineração e que contém uma mescla de crosta ferruginosa, banco de sementes, micro, meso e macro fauna/flora do solo (micro-organismos decompositores, fungos micorrízicos, bactérias nitrificantes, minhocas e algas), todos fatores importantes na ciclagem de nutrientes, reestruturação e fertilização do solo.

O banco de sementes, contido no *topsoil*, representa um papel importante nos projetos de restauração de áreas degradadas por permitir o restabelecimento das espécies nativas da região (PARKER *et al.*, 1989; THOMPSON *et al.*, 1993; ZHANG *et al.*, 2001). Ele é formado por sementes viáveis e dormentes de várias espécies, predominantemente pequenas, leves e compactas, que aí estão enterradas ou presentes na superfície. Sua germinação é completamente inibida no escuro (THOMPSON *et al.*, 1993; BEWLEY e BLACK, 1994). A entrada de sementes no banco ocorre durante a dispersão; a saída se dá através de germinação, deterioração, predação, lixiviação ou quando ocorre a morte natural das sementes e a perda da sua capacidade germinativa (FENNER, 1995). Esse banco está relacionado ao potencial regenerativo natural de uma área e permite a recuperação do ambiente após distúrbios, sejam estes naturais ou antrópicos (PARKER *et al.*, 1989). Em uma área degradada por exploração de zinco, ele foi estudado, comprovando-se que atua como uma fonte de sementes e outros propágulos, o que contribui para o restabelecimento da riqueza e da diversidade de plantas sem a necessidade de intervenções (ZHANG *et al.*, 2001).

Para a aplicação efetiva do *topsoil* em áreas mineradas em processo de restauração,

ocorrem dificuldades. O custo de sua retirada e sua disponibilidade são apontados por pesquisadores como fatores limitantes à sua utilização em programas de restauração (BRADSHAW e CHADWICK, 1980). Localmente, nas áreas de mineração, observa-se que o maior desafio ao emprego dessa técnica é operacionalizar a remoção e uso do material. Entre as causas dos obstáculos encontrados, ressalta a da escassez de áreas livres para redeposição do *topsoil* em minas em atividade.

É na direção da restauração da cobertura vegetal de formações ferríferas do Campo Rupestre, em áreas mineradas, que a pesquisa aqui relatada foi desenvolvida. Seus principais objetivos foram: conhecer a diversidade vegetal da área estudada através de levantamento florístico; produzir e testar conhecimentos sobre resgate de flora e uso de *topsoil*; identificar as espécies tolerantes ao resgate e as que nascem no *topsoil*; aprimorar a aplicabilidade das metodologias de resgate de flora e utilização do *topsoil* na restauração de áreas mineradas.

Assinale-se que o uso das metodologias destinadas à restauração em áreas degradadas deve ser replicável e incorporado ao processo produtivo das operações minerárias, o que acontece mediante aproveitamento das mudas e sementes resgatadas, do escasso substrato disponível e banco genético atingidos pelas atividades da mineração, conforme se mostrará experimentalmente nas seções seguintes deste estudo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

A mina de Alegria, situada nos contrafortes da serra do Caraça, no município de Mariana, localiza-se na borda leste do Quadrilátero Ferrífero, entre as coordenadas geográficas de 19° 50' 44" sul / 43° 46' 16" oeste e 19° 50' 38" sul / 43° 46' 12" oeste, como mostra a FIG. 1.

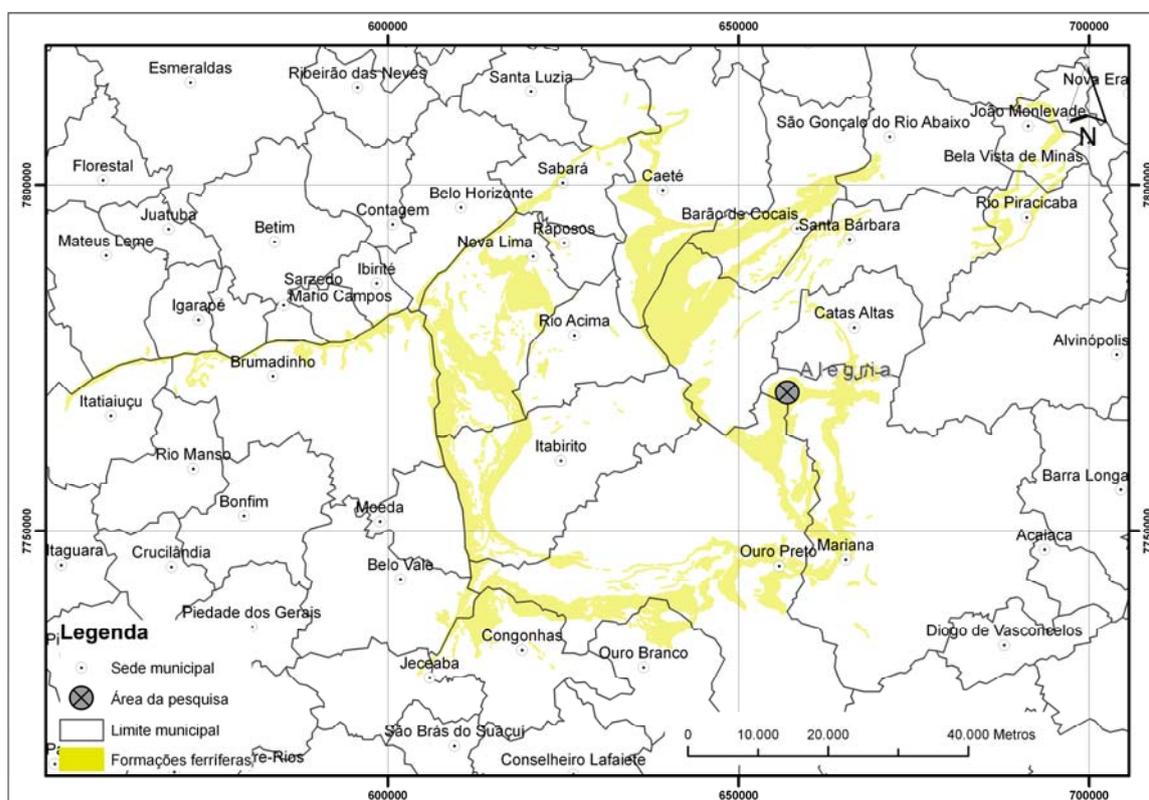


FIGURA 1 – Quadrilátero Ferrífero, municípios integrantes, formações ferríferas (em amarelo), localização da área da pesquisa.

FONTE: Bioma Meio Ambiente (2010); dados de municípios: GEOMINAS (1996; 1998); geologia: CPRM (2003).

O Quadrilátero Ferrífero localiza-se no centro-sul de Minas Gerais. Ocupa área de cerca de 7000km², dos quais 14,2% são de formações ferríferas. Estas constituem as serras que compõem suas quatro bordas: a noroeste, o alinhamento da serra do Curral; a oeste, a serra da Moeda; a centro-oeste, a serra de Itabirito; a sudoeste, a serra do Ouro Branco; a leste, as serras do Caraça e Ouro Preto; e no centro, a serra do Gandarela. Suas altitudes relativas giram em torno de 900/1300m, com trechos que atingem 1.500m. As cotas mais elevadas estão situadas no maciço quartzítico do Caraça (2.072m) e as mais baixas (600m),

a sudeste de Ouro Preto (BARBOSA e RODRIGUES, 1967). A área da pesquisa se situa na cota de 1.300m.

Duas bacias hidrográficas nacionais recebem importantes contribuições dessa região para sua formação: a do rio São Francisco, a noroeste, com os rios Paraopeba e Velhas; e a do rio Doce, a sudeste, com o rio Piracicaba. Seu clima é do tipo Cwa de Koeppen, temperado quente, com estação seca de abril a setembro e chuvosa de outubro a março. A temperatura média anual é de 20°C. A precipitação média anual varia entre 1300mm, na porção leste, até 2100mm já registrado na porção sul, em Ouro Preto, concentrada no verão. A seca ocorre durante seis meses. Nesse período, o orvalho torna-se a principal fonte de umidade para as plantas. Há variações locais, com as bordas leste e sul apresentando maior umidade do que a região a norte e oeste.

Os solos derivados de rochas ferríferas (Itabirito) no Quadrilátero Ferrífero são predominantemente rasos, pedregosos e cascalhentos (Plintossolos Pétricos, Cambissolos, Neossolos Litólicos), de baixa fertilidade natural, ácidos, como consequência do grau de intemperismo avançado (SCHAEFER *et al.*, 2008). Nessa região, encontram-se os limites naturais entre os biomas da Mata Atlântica, a leste, e do Cerrado, a oeste. O ecossistema aqui estudado ocupa as cristas ferruginosas onde se dá a mineração de ferro.

O local onde se realizou o levantamento florístico (FIG. 2a e 3) estende-se nas redondezas da cava da mina, situada a 1300m de altitude, na vertente do córrego das Almas, onde ocorrem fisionomias vegetais variadas, dispostas do topo para a base da encosta. Na canga couraçada, a vegetação apresenta menor porte, formada, sobretudo, por espécies herbáceas, com poucas arbustivas; estas, entremeadas às herbáceas, aparecem mais frequentemente na canga nodular; no capão, onde a vegetação coloniza bolsões fraturados e preenchidos por matéria orgânica, a predominância é de espécies arbóreas, de baixa estatura, com expressiva ocorrência de epífitas. Na baixa encosta e margens do córrego das Almas, ocorre uma luxuriante floresta ciliar, muito semelhante à Ombrófila Densa, em decorrência do microclima criado pelo cânion existente entre a mina e a serra do Caraça, onde as precipitações são altas, 1880mm, em função do fenômeno orográfico originado a partir da serra.

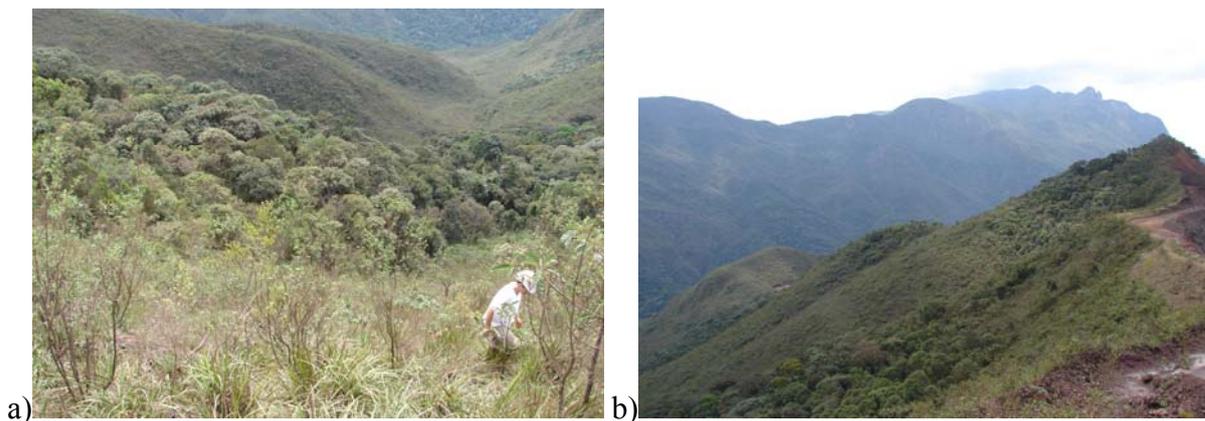


FIGURA 2 – Áreas de estudo florístico e resgate de flora realizados na mina de Alegria:
a) Área do estudo florístico – primeiro e segundo plano;
b) Área do resgate de flora, realizado para ampliação da cava.

2.2 Florística

O levantamento florístico, realizado na encosta da margem direita do córrego das Almas, restringiu-se às plantas vasculares. As coletas foram realizadas em fisionomias campestre (sobre canga nodular e couraçada) e sub-arbórea densa (sobre bolsões de solo). As campanhas de campo para coleta de dados foram de frequência mensal, entre agosto de 2006 e dezembro de 2008. Os espécimens testemunho foram depositados no herbário do Departamento de Botânica do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (BHCB).

A identificação das espécies foi feita por meio de comparação com exsicatas determinadas do acervo do herbário BHCB e de consulta a bibliografia específica e especialistas.

A lista das famílias seguiu a classificação do Angiosperm Phylogeny Group – APGII (2003) para as angiospermas; Smith *et al.* (2006) para samambaias; e Kramer e Tryon (1990) para as licófitas.

A confirmação da grafia dos nomes, bem como de seus autores, foi obtida por meio de consulta ao índice de espécies do programa *Index Kewensis 2.0* (Royal Botanic Gardens, 1997) e aos sites: *Missouri Botanical Garden* (<http://www.mobot.org>) e *The International Plant Names Index* (<http://www.ipni.org>), ou em literaturas específicas atuais. As abreviações dos nomes dos autores das espécies seguiram Brummt e Powell (1992).

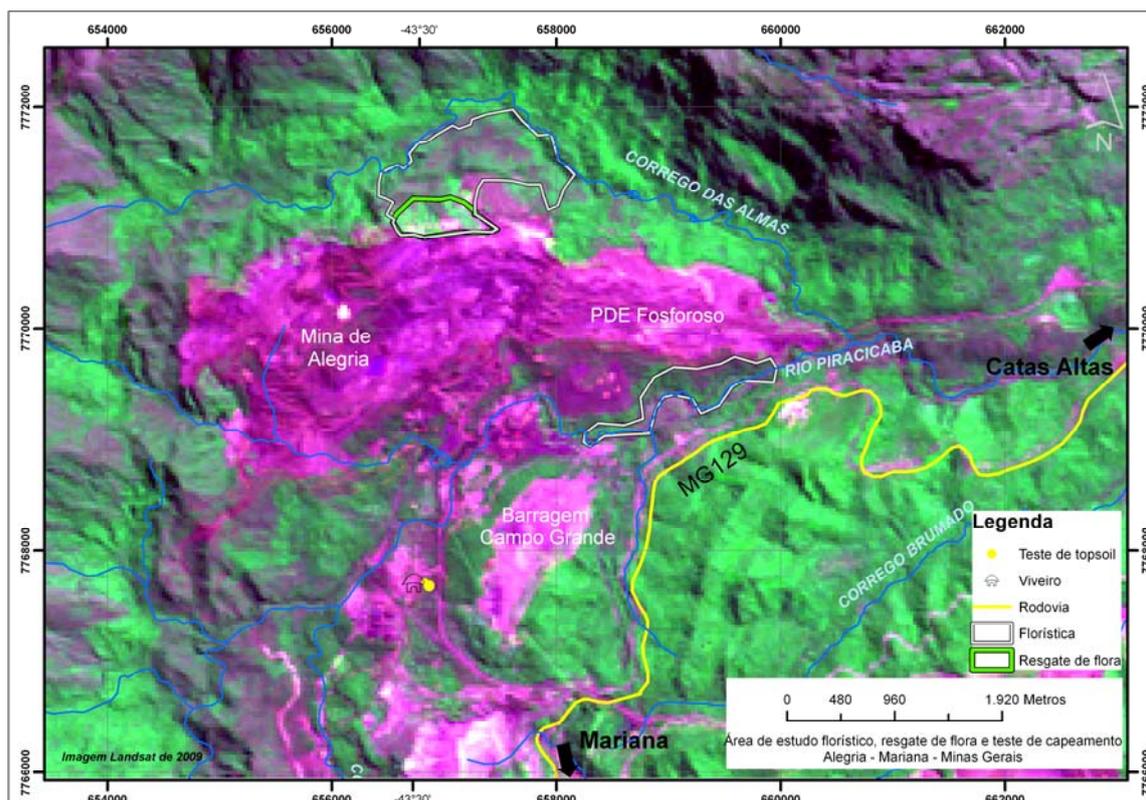


FIGURA 3 – Mina de Alegria: área de estudo florístico, resgate de flora e uso de *topsoil*.
 FONTE: Bioma Meio Ambiente (2010); Imagem de satélite: Cbers (2009).

2.3 Resgate de flora

O resgate de flora foi realizado em 30ha destinados à ampliação da cava da mina de Alegria (FIG. 2b), no período de agosto de 2006 a setembro de 2007, por equipe formada por um biólogo e quatro auxiliares de campo. Foram resgatadas as espécies raras, ameaçadas e de interesse.

Para a retirada de indivíduos adultos e de plântulas, foram utilizadas ferramentas adequadas para se preservarem ao máximo as raízes e o torrão de terra associado a elas. Os indivíduos coletados foram separados por espécie e contados diariamente.

A produção de mudas foi realizada no mesmo dia da coleta, em viveiro situado na mina, utilizando-se substrato similar ao de origem das plantas. Como suportes para o plantio das mudas, para os indivíduos adultos de maior porte (*Velloziaceae* e *Arecaceae*), foram utilizados sacos de rafis, onde cada indivíduo foi plantado isoladamente; caixotes de frutas foram usados para plantio dos indivíduos de menor porte, com cinco ou seis mudas de espécies diferentes por suporte. Com essa técnica, evita-se nova situação de estresse

para as plantas no momento da introdução na área de restauração. Para as epífitas, foram utilizados caules de indivíduos mortos, como da espécie *Vellozia compacta*, e coletas junto com o caule da planta hospedeira. As plântulas resgatadas foram plantadas em sacolas de mudas de polietileno.

2.4 Uso de *topsoil*

Em maio de 2003, foram transportados aproximadamente 100m³ de *topsoil*, removidos de uma área de formação ferrífera para o viveiro da mina, a fim de que se observasse o desenvolvimento da vegetação a partir desse material. O *topsoil* foi disposto em uma área de 250m², com espessura média de 40cm. Nessa parcela, cinco anos depois, definiu-se outra menor, interna, de 50m², onde foram coletados os dados fitossociológicos. A florística e a análise fitossociológica da cobertura vegetal originada a partir do *topsoil* foram realizadas em março de 2008.

O método utilizado para verificar os padrões da estrutura dos componentes herbáceo, arbustivo e arbóreo da vegetação desenvolvida sobre o *topsoil* foi o de parcelas (BRAUN-BLANQUET, 1979). Foram demarcadas 50 parcelas de 1m², onde foi contado o número de indivíduos de todas as espécies presentes. Para as espécies arbustivas e arbóreas, foram medidos a altura (cm) e o diâmetro à altura do solo (DAS em cm). Os parâmetros fitossociológicos considerados na análise da organização comunitária foram: altura, diâmetro mínimo, médio e máximo, densidade, frequência, dominância, índice do valor de importância (IVI), conforme Mueller-Dombois e Ellenberg (1974). O índice de diversidade usado foi o de Shannon (H'), conforme Brower e Zar (1984). Para realização desses cálculos, foi utilizado o programa Mata Nativa 2 (CIENITEC, 2006).

3 RESULTADOS

3.1 Florística

A cobertura vegetal sobre formação ferrífera da mina de Alegria abriga formações predominantemente herbáceo-arbustivas. O levantamento florístico das plantas vasculares revelou a presença de 333 espécies distribuídas em 85 famílias botânicas (ANEXO A). As famílias que contribuíram com o maior número de espécies foram: Orchidaceae (51 spp.), Asteraceae (23 spp.), Melastomataceae e Myrtaceae (15 spp. cada), Fabaceae e Rubiaceae (14 spp. cada), Bromeliaceae (12 spp.) e Poaceae (9 spp.), que, juntas, corresponderam a 46% do total de espécies inventariadas. No nível genérico, a maior riqueza foi encontrada em *Myrcia* (7 spp.), *Baccharis* e *Epidendrum* (5 spp. cada).

Dentre as 333 espécies inventariadas, 159 são ervas; cinco são subarbustos; 101 são arbustos; 45 são árvores e 23 são lianas. A maioria das espécies é terrestre (202 spp.). 44 espécies são exclusivamente rupícolas, sete exclusivamente epífitas e três parasitas; 36 espécies podem ser encontradas como rupícolas ou epífitas e 36 espécies como rupícolas ou terrestres. Duas espécies, *Philodendron minarum* e *P. propinquum*, podem ser hemiepífitas ou terrestres.

Considerando-se as duas fisionomias já mencionadas, tem-se 143 espécies exclusivas de Campo Rupestre, 106 exclusivas de Capões de Mata e 84 que compartilham essas duas fisionomias.

Uma única espécie, *Asplenium praemorsum*, está enquadrada como ameaçada de extinção na lista oficial das espécies ameaçadas (MMA, 2008) e três espécies, *Oncidium gracile*, *Sophronitis caulescens* e *Sophronitis crispata*, são indicadas para estudos detalhados de acordo com o Anexo 2 da *Lista oficial das espécies ameaçadas* (MMA, 2008).

Levantamentos realizados em Campos Rupestres sobre formações ferríferas no Quadrilátero Ferrífero (JACOBI *et al.*, 2007; MENDONÇA *et al.*, 2007; MOURÃO e STEHMANN, 2007; VIANA e LOMBARDI, 2007), assim como em formações quartzíticas (GIULIETTI *et al.*, 1987; BRANDÃO e GAVILANES, 1990; HARLEY, 1995; GUEDES e ORGE, 1998), relatam a família Asteraceae como a mais rica em espécies. Fabaceae e Poaceae também apresentam alta riqueza específica em todos os levantamentos de Campos Rupestres, tanto sobre formações ferríferas quanto quartzíticas.

No presente estudo, entretanto, a família Orchidaceae aparece com importância

significativa para a vegetação campestre, ocupando o primeiro lugar em riqueza de espécies (51 spp.) e representando 15,31% da flora inventariada. Isso pode ser atribuído à diversidade de microambientes presentes no local, à inserção da área de estudo no bioma da Mata Atlântica e sua proximidade com a serra do Caraça, importante centro de diversidade da família Orchidaceae para o Brasil (MOTA, 2006).

No que diz respeito à questão da restauração, a análise dos resultados da florística permite observar que a diversidade encontrada, associada à biologia distinta das famílias, torna essa medida complexa e dependente de formas diferentes de obtenção de propágulos. Algumas espécies, como as da família Velloziaceae – que, quando adultas, chegam a atingir 3m de altura -, crescem 1cm ao ano, o que evidencia o longo tempo exigido para seu estabelecimento numa comunidade. Por outro lado, como a maioria das espécies ocorrentes é restrita dos ambientes rochosos, sendo algumas delas mais frequentes nas formações ferríferas - caso das Araceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Fabaceae, Malpighiaceae, Melastomataceae, Myrtaceae, Orchidaceae, Piperaceae, Poaceae, Rubiaceae, Velloziaceae, Verbenaceae, etc. –, verifica-se o quanto são importantes as medidas que visam compatibilizar a extração do minério de ferro com a conservação dessa vegetação tão especial.

Considerando-se todos os aspectos acima relacionados, torna-se evidente a demanda de resgate e reprodução dessas espécies, mediante uso de estratégias diversas, para que se alcance a restauração requerida.

3.2 Resgate de flora

No resgate de flora, foram coletados cerca de 108.000 indivíduos pertencentes a 79 espécies vegetais e a 17 famílias botânicas, o que corresponde a 23,79% do total de espécies e a 20,23% do total de famílias encontradas no levantamento florístico. As espécies resgatadas encontram-se na lista apresentada no ANEXO A.

A família com o maior número de indivíduos resgatados foi Orchidaceae, com 55.807 indivíduos adultos coletados em touceiras (51,67% do total de indivíduos resgatados), pertencentes a 48 espécies (53,93% do total de espécies resgatadas). Em seguida, Bromeliaceae com 39.982 indivíduos adultos (37,03% do total de indivíduos resgatados), pertencentes a 13 espécies (14,61% do total de espécies resgatadas). Juntas, essas duas famílias correspondem a 88,7% do total de indivíduos resgatados e a 68,35% do

total de espécies resgatadas, o que indica sua presença significativa na área, fato também observado no levantamento florístico.

Entre as espécies de orquídeas, destacaram-se: *Sophronitis caulescens* (Lindl.) Beer., com 18.535 indivíduos coletados, e *Oncidium gracile* Lindl., com 8.009 indivíduos. Em relação a *Paliavana sericiflora* Benth. (Gesneriaceae), além dos indivíduos removidos e translocados, produziram-se, ainda, 332 mudas a partir de estacas, técnica até então desconhecida em trabalhos de resgate na Vale.

As espécies das famílias Orchidaceae e Bromeliaceae apresentaram taxas elevadas de sobrevivência após um ano de resgate, mais de 80%, assim confirmando o encontrado por Mendonça *et al.* (2007) em trabalho semelhante na mina de Capão Xavier, onde essas duas famílias apresentaram as maiores taxas de sobrevivência. As plantas resgatadas foram plantadas e armazenadas em viveiro, na forma de mudas, como mostram as FIG. 4-8.

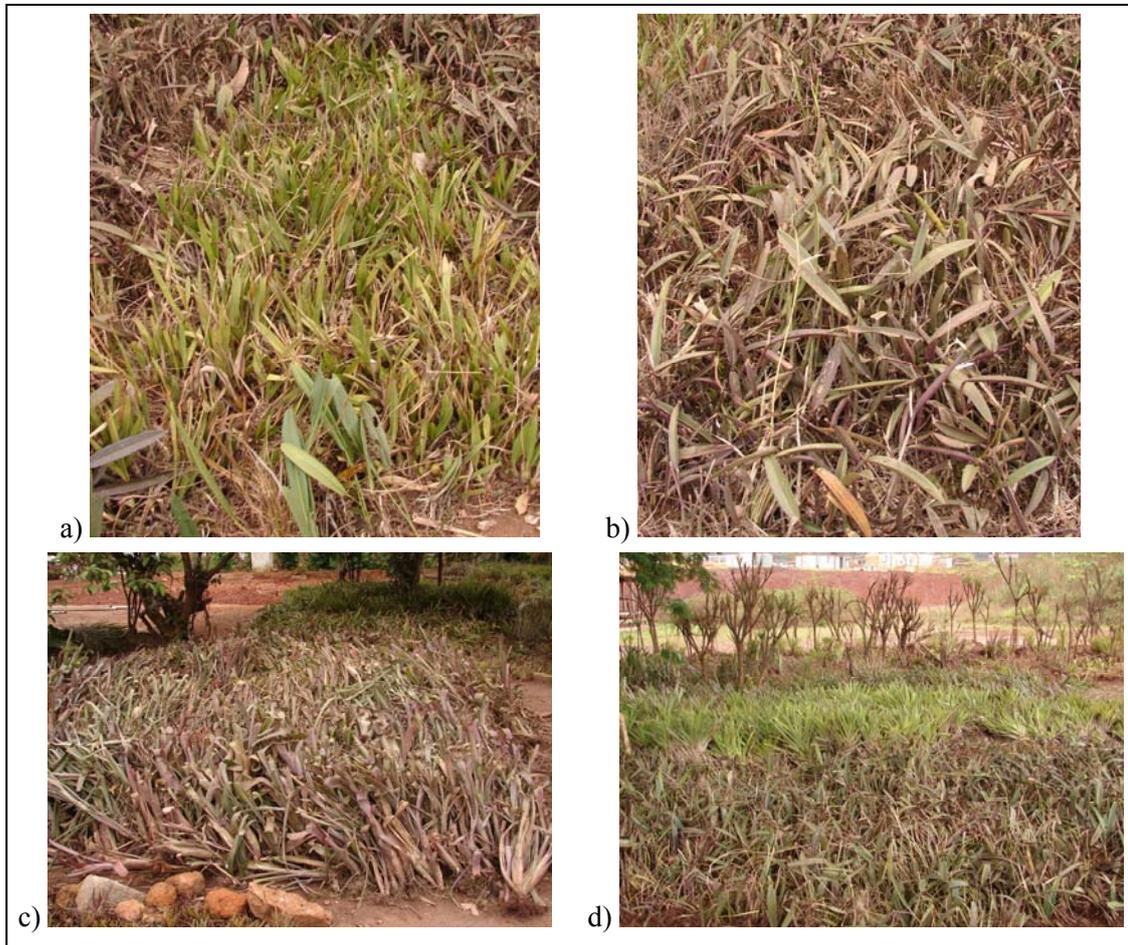


FIGURA 4 – Indivíduos armazenados em viveiro pós resgate, aguardando plantio:

- a) *Oncidium gracile*;
- b) *Sophronitis caulescens*;
- c) *Billbergia amoena*;
- d) *Vriesia cf. minarum*.



FIGURA 5 - Obtenção de substrato, similar ao de origem, para produção de mudas no viveiro.



a)



b)

FIGURA 6 - Mudanças produzidas a partir de resgate de flora em suportes biodegradáveis usados com objetivo de evitar nova intervenção no sistema radicular no momento do plantio:

- a) Sacos de ráfia;
- b) Caixotes de mamão reciclados.



FIGURA 7 - Suportes biodegradáveis evitando movimento de raízes no plantio:

- a) Caixotes de madeira para espécies rupícolas;
- b) Pedações de tronco para espécies epífitas.

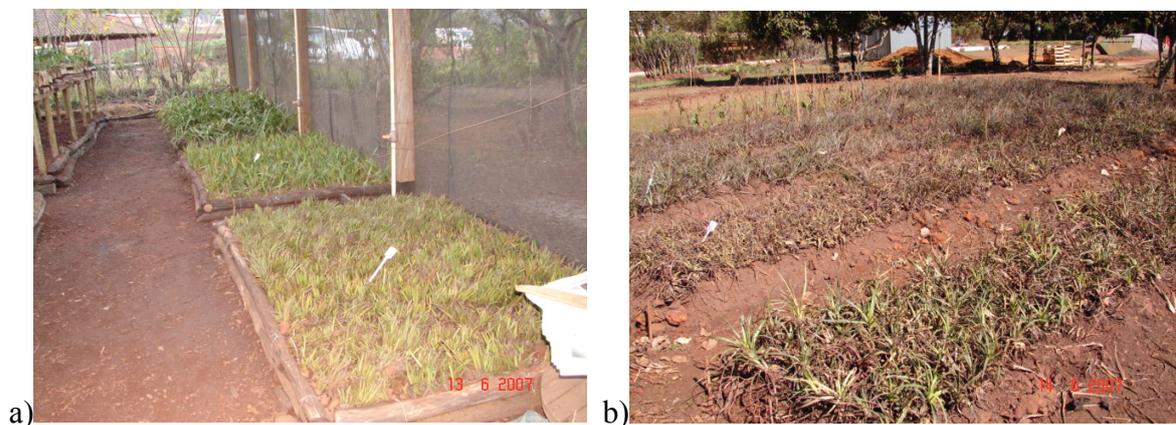


FIGURA 8 - Estocagem de grandes quantidades de mudas em viveiro:

- a) Canteiros em estufa;
- b) Canteiros ao ar livre.

3.3 Uso do *topsoil*

No que se refere à cobertura vegetal desenvolvida a partir do banco de sementes contido no *topsoil*, redepositado em área de 250m², na parcela de 50m² amostrada identificaram-se 28 espécies vegetais (cerca de 8,50% das espécies encontradas no levantamento florístico), pertencentes a 25 gêneros e 14 famílias, sendo 19 espécies arbustivas, oito herbáceas e uma arbórea (TAB. 1). A família Fabaceae foi a que apresentou o maior número de espécies (6), seguida de Euphorbiaceae (4) e Asteraceae (3). Duas espécies raras, de grande interesse nos Campos Ferruginosos, *Lychnophora pinaster*

(Asteraceae) e *Chamaecrista mucronata* (Fabaceae), aí foram encontradas. Todas as espécies presentes nessa área também constaram do levantamento florístico, sendo, portanto, nativas das formações ferríferas.

TABELA 1

Relação de famílias e espécies da flora e respectivos hábitos - herbáceo, arbustivo e arbóreo -, presentes na parcela de *topsoil*, Alegria, março/2008.

| Família | Espécie | Hábito |
|-----------------|---|---------------|
| Asteraceae | <i>Cyrtocymura scorpioides</i> (Lamarck) H. Robinson | Arbusto |
| | <i>Eremanthus incanus</i> (DC.) Mac Leish. | Árvore |
| | <i>Lychnophora pinaster</i> Mart. | Arbusto |
| Convolvulaceae | <i>Evolvulus aurigenus</i> Mart. | Erva |
| | <i>Jacquemontia martii</i> Choisy | Erva |
| Cyperaceae | <i>Rhynchospora tenuis</i> Link | Erva |
| Euphorbiaceae | <i>Chamaesyce thymifolia</i> (L.) Millsp. | Erva |
| | <i>Croton comosus</i> Mull.Arg. | Arbusto |
| | <i>Croton erythroxyloides</i> (Klotzsch) Mull.Arg. | Arbusto |
| | <i>Sebastiania glandulosa</i> Muell. Arg. | Arbusto |
| Fabaceae | <i>Aeschynomene falcata</i> (Poir.) DC. | Erva |
| | <i>Centrosema coriaceum</i> Benth. | Erva |
| | <i>Chamaecrista diphylla</i> Greene | Arbusto |
| | <i>Chamaecrista mucronata</i> (Spreng.) H.S.Irwin e Barneby | Arbusto |
| | <i>Mimosa cf. sepiaria</i> Benth. | Arbusto |
| | <i>Senna reniformis</i> (G. Don) H.S. Irwin e Barneby | Arbusto |
| Lamiaceae | <i>Eriope macrostachya</i> Mart. ex Benth. | Arbusto |
| Lythraceae | <i>Cuphea carthagenensis</i> (Jacq.) Macbride | Arbusto |
| Malvaceae | <i>Sida glaziovii</i> K. Schum. | Arbusto |
| Melastomataceae | <i>Tibouchina multiflora</i> Cogn. | Arbusto |
| Onagraceae | <i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) Raven | Arbusto |
| Oxalidaceae | <i>Oxalis glauca</i> H. B. e K. | Erva |
| | <i>Axonopus pressus</i> (Nees ex Steud.) Parodi | Erva |
| Poaceae | <i>Axonopus siccus</i> Kuhl. | Erva |
| | <i>Borreria poaya</i> DC. | Erva |
| Rubiaceae | <i>Psyllocarpus laricoides</i> Mart. e Zucc. | Arbusto |
| | <i>Lippia gracilis</i> Schauer | Arbusto |
| Verbenaceae | <i>Stachytarpheta glabra</i> Cham. | Arbusto |

A diversidade de famílias e espécies encontrada no levantamento florístico não está refletida na TAB. 1. A diferença expressiva pode ser entendida ao se observar que são as

características de cada família que indicam os diferentes tipos de resgate de germoplasma a serem adotados. Em outras palavras, a escolha do tipo de resgate é feita levando-se em conta a melhor forma de salvamento de cada família, o que aparecerá discutido mais adiante.

A maioria das espécies nascidas no *topsoil* não é reproduzida nem por resgate de mudas nem por coleta de sementes - caso de *Stachytarpheta glabra*, *Croton comosus*, *Croton oleoides*, *Borreria poaya*, entre outras. *Tibouchina multiflora* deve ser incluída nessa lista, ainda que seja reproduzida também por estacas. Além disso, para se entender o número de espécies observadas nessa tabela, não se pode esquecer o que mostra a literatura: a recolonização de uma área pode estender-se durante décadas, o que depende do banco de sementes e das espécies que o compõem (HARPER, 1994). Com isso, é possível esperar o aparecimento de outras espécies no experimento ao longo dos anos – por germinação de sementes dormentes, por sementes trazidas pelos ventos e por animais - o que também será discutido na seção a seguir. Outra explicação provável para o número de espécies encontradas no *topsoil*, comparado ao meio natural, é a pequena extensão da área de remoção do *topsoil* (cerca de 250m²) em relação à área abrangida pelo levantamento florístico (cerca de 100ha).

Em face das observações acima, vê-se que, dado o objetivo do experimento com *topsoil*, seu resultado pode ser considerado bastante significativo, principalmente pelo entendimento que proporcionou a respeito do potencial da metodologia empregada. Recorde-se que o uso da metodologia se fez por solicitação do órgão ambiental por ser desconhecido, em Minas Gerais, o emprego de *topsoil* em operações de recuperação de áreas degradadas.

Associando-se o resultado obtido na parcela do *topsoil* com o do resgate de flora, observa-se que, por meio desses dois procedimentos, 107 espécies e 31 famílias tiveram seu germoplasma resgatado. Apenas duas espécies nascidas no *topsoil* foram também resgatadas por mudas – caso de *E. incanus* e *T. multiflora*, o que evidencia a necessidade, na prática, do uso de metodologias diversas para a devida restauração da vegetação suprimida.

Comparando-se os resultados do levantamento florístico com os obtidos no resgate de flora e no uso do *topsoil*, observa-se também que mais de 200 espécies não tiveram seu germoplasma resgatado mediante emprego dessas metodologias. À frente, esse resultado será igualmente objeto de discussão.

3.3.1 Fitossociologia do *topsoil*

Os dados fitossociológicos amostrados na TAB. 2 evidenciam que, na área de 50m² de *topsoil* com espessura média de 40 cm, nasceram 376 indivíduos de 19 espécies vegetais arbustivas e uma arbórea, pertencentes a 11 famílias. A densidade total foi de 75.200 plantas ha⁻¹, área basal de 0,007m², para um volume total de 0,01m³, resultando em área basal por hectare de 1,454m². O diâmetro máximo medido foi de 8cm e o mínimo de 0,3cm. A altura máxima foi de 3,01m, a mínima de 0,13m e a média de 1,55m. O número de indivíduos por parcela variou entre 3 e 18.

As duas espécies de maior IVI foram *Stachytarpheta glabra* (34,31) e *Tibouchina multiflora* (33,47), que ocorreram em 48 e 44 das 50 parcelas, respectivamente. *Croton oleoides* apresentou o terceiro maior IVI (9,11), tendo ocorrido em 23 parcelas. Dos 376 arbustos presentes, 139 eram indivíduos de *Tibouchina multiflora* e 111 de *Stachytarpheta glabra*, o que representa cerca de 66% dos indivíduos amostrados. *Stachytarpheta glabra* apresentou maior dominância absoluta (6,58m².ha⁻¹), seguida de *Tibouchina multiflora* (5,49 m².ha⁻¹). A dominância relativa foi de 47,04% para *Stachytarpheta glabra* e de 39,28% para *Tibouchina multiflora*.

A família Verbenaceae apresentou o maior IVI (34,61), seguida de Melastomataceae (33,47) e Euphorbiaceae (13,32). O índice de diversidade de Shannon, que leva em conta a abundância de cada espécie e, portanto, mede a diversidade, na área amostrada foi de 1,870.

TABELA 2

Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas em *topsoil* 4 anos após sua redeposição, mina de Alegria, Mariana, MG.

| Espécie | Família | N | DA | DR | FA | FR | DoA | DoR | IVC | IVI |
|--|-----------------|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------------|---------------|---------------|---------------|
| | | | (ind/ha) | % | % | % | (m ² /ha) | % | % | % |
| <i>Stachytarpheta glabra</i> Cham. | Verbenaceae | 111 | 22.200 | 29,52 | 96,00 | 26,37 | 6,581 | 47,04 | 38,28 | 34,31 |
| <i>Tibouchina multiflora</i> Cogn. | Melastomataceae | 139 | 27.800 | 36,97 | 88,00 | 24,18 | 5,495 | 39,28 | 38,12 | 33,47 |
| <i>Croton oleoides</i> Mull.Arg. | Euphorbiaceae | 39 | 7.800 | 10,37 | 46,00 | 12,64 | 0,603 | 4,31 | 7,34 | 9,11 |
| Morta | Indeterminada | 11 | 2.200 | 2,93 | 22,00 | 6,04 | 0,415 | 2,96 | 2,94 | 3,98 |
| <i>Eremanthus incanus</i> (DC.) Mac Leish. | Asteraceae | 12 | 2.400 | 3,19 | 18,00 | 4,95 | 0,279 | 1,99 | 2,59 | 3,38 |
| <i>Sida glaziovii</i> K. Schum. | Malvaceae | 12 | 2.400 | 3,19 | 20,00 | 5,49 | 0,093 | 0,66 | 1,93 | 3,12 |
| <i>Sebastiania glandulosa</i> Muell. Arg. | Euphorbiaceae | 17 | 3.400 | 4,52 | 16,00 | 4,40 | 0,022 | 0,16 | 2,34 | 3,02 |
| <i>Borreria poaya</i> DC. | Rubiaceae | 7 | 1.400 | 1,86 | 10,00 | 2,75 | 0,029 | 0,20 | 1,03 | 1,60 |
| <i>Lychnophora pinaster</i> Mart. | Asteraceae | 3 | 600 | 0,80 | 6,00 | 1,65 | 0,160 | 1,14 | 0,97 | 1,20 |
| <i>Chamaecrista diphylla</i> Greene | Fabaceae | 4 | 800 | 1,06 | 8,00 | 2,20 | 0,006 | 0,04 | 0,55 | 1,10 |
| <i>Cyrtocymura scorpioides</i> (Lamarck) H. Robinson | Asteraceae | 5 | 1.000 | 1,33 | 6,00 | 1,65 | 0,028 | 0,20 | 0,77 | 1,06 |
| <i>Croton comosus</i> Mull.Arg. | Euphorbiaceae | 4 | 800 | 1,06 | 6,00 | 1,65 | 0,004 | 0,03 | 0,54 | 0,91 |
| <i>Psyllocarpus laricoides</i> Mart. e Zucc. | Rubiaceae | 3 | 600 | 0,80 | 6,00 | 1,65 | 0,038 | 0,28 | 0,54 | 0,91 |
| <i>Mimosa cf. sepiaria</i> Benth. | Fabaceae | 1 | 200 | 0,27 | 2,00 | 0,55 | 0,123 | 0,88 | 0,57 | 0,57 |
| <i>Chamaecrista mucronata</i> (Spreng.) H.S.Irwin e Barneby | Fabaceae | 1 | 200 | 0,27 | 2,00 | 0,55 | 0,051 | 0,36 | 0,31 | 0,39 |
| <i>Cuphea carthagenensis</i> (Jacq.) Macbride | Lythraceae | 2 | 400 | 0,53 | 2,00 | 0,55 | 0,001 | 0,01 | 0,27 | 0,36 |
| <i>Senna reniformis</i> (G. Don) H.S. Irwin e Barneby | Fabaceae | 1 | 200 | 0,27 | 2,00 | 0,55 | 0,031 | 0,22 | 0,24 | 0,35 |
| <i>Eriope macrostachya</i> Mart. ex Benth. | Lamiaceae | 1 | 200 | 0,27 | 2,00 | 0,55 | 0,013 | 0,09 | 0,18 | 0,30 |
| <i>Lippia gracilis</i> Schauer | Verbenaceae | 1 | 200 | 0,27 | 2,00 | 0,55 | 0,013 | 0,09 | 0,18 | 0,30 |
| <i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) Raven | Onagraceae | 1 | 200 | 0,27 | 2,00 | 0,55 | 0,004 | 0,03 | 0,15 | 0,28 |
| <i>Chamaesyce thymifolia</i> (L.) Millsp. | Euphorbiaceae | 1 | 200 | 0,27 | 2,00 | 0,55 | 0,001 | 0,01 | 0,14 | 0,28 |
| Total | | 376 | 75.200 | 100,00 | 364,00 | 100,00 | 13,989 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

N: número de indivíduos; DA: densidade absoluta; DR: densidade relativa; FA: frequência absoluta; FR: frequência relativa; DoA: dominância absoluta; DoR: Dominância relativa; IVC: índice de valor de cobertura; IVI: índice de valor de importância

As FIG. 9, 10 e 11 mostram a evolução da cobertura vegetal que se desenvolveu sobre o *topsoil* testado na mina de Alegria entre 2003, quando o material foi deposto no viveiro, e 2008, quando foi realizado o levantamento fitossociológico da cobertura vegetal.



FIGURA 9 – *Topsoil* com seis meses de deposição.



FIGURA 10 – Vegetação do *topsoil* após doze meses de deposição.



FIGURA 11– Cobertura vegetal do *topsoil* após cinco anos de deposição.

4 DISCUSSÃO

Experiências de campo realizadas na Vale mostraram, em caráter preliminar, que em resgate de plantas e plantio direto de mudas resgatadas houve perda da metade dos indivíduos introduzidos diretamente na área de plantio. No caso das mudas cultivadas em viveiro, a perda foi de apenas 10%. Como as plantas objeto de resgate consistem em espécies raras, ameaçadas, endêmicas e de difícil reprodução, concluiu-se pela obrigatoriedade da passagem por viveiro para salvamento do maior número possível de indivíduos (SANTOS, 2005; SANTOS *et al.*, 2008).

Essas experiências indicaram também que, para se resgatar indivíduos e espécies com sucesso, precisa-se utilizar diversas formas de coleta de germoplasma: por meio de remoção de mudas (Araceae, Arecaceae, Begoniaceae, Blechnaceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Cyclantaceae, Cyperaceae, Orchidaceae, Poaceae, Velloziaceae); por sementes (Anonaceae, Araliaceae, Aspleniaceae, Asteraceae, Malpighiaceae, Myrtaceae, Melastomataceae, Fabaceae, Lauraceae, Arecaceae); por meio de plântulas (Asteraceae, Myrtaceae, Arecaceae); por meio de estacas (Melastomataceae e Gesneriaceae); por meio do banco de sementes contido no *topsoil* (Asteraceae, Melastomataceae, Verbenaceae). São as características de cada família que definem o tipo de resgate e conservação *ex situ* a ser adotado.

É necessário considerar essas questões para se entender e discutir os resultados aqui apresentados. Relativamente ao resgate de flora, resgatadas as mudas que toleram remoção, depois de sua passagem por viveiro, deve-se pensar em sua introdução em meio que permita o desenvolvimento de populações capazes de induzir o processo de restauração da cobertura vegetal. O substrato geológico, o solo formado a partir dele, contendo os elementos importantes para o estabelecimento de vegetação, são condições que devem ser assumidas quando se pensa em introduzir mudas resgatadas.

O substrato representa a estrutura que, por suas características físicas, químicas e biológicas, cria o ambiente necessário para que se estabeleça dada colonização por plantas. Há estudos que apontam para o papel da crosta biológica no intemperismo do substrato mineral, na estabilização de solos sobre os quais são esparsas ou ausentes as plantas superiores, no aumento da infiltração e manutenção de umidade, na maior coesão das partículas do solo e no crescimento de corpos filamentosos (TRINDADE *et al.*, 2005).

O uso do *topsoil* é um procedimento que propicia o substrato desejável, com seu banco de sementes que possibilita o restabelecimento da cobertura arbustiva autóctone, questão de grande interesse para a restauração da cobertura vegetal nas áreas mineradas. O *topsoil* contém: substrato para plantio das mudas de espécies resgatadas (geralmente climácicas), banco de sementes com espécies pioneiras, de rápido crescimento, propágulos de bactérias, algas, fungos, líquens e briófitas, além de bulbos e rizomas com gemas de reprodução vegetativa. Por isso, seu uso na restauração de cobertura vegetal de formações ferríferas é imprescindível.

Mas os resultados obtidos na pesquisa permitem dizer que o objetivo central deste trabalho, de testar e produzir conhecimento sobre resgate de flora e uso do *topsoil* no processo de restauração em áreas mineradas, foi alcançado? O experimento realizado deu os resultados requeridos? As considerações e discussão a seguir pretendem responder a essas questões.

No que se refere ao resgate de flora, observe-se que as 79 espécies resgatadas responderam bem ao processo de produção de mudas, que sobreviveram ao resgate e produziram flores, frutos e sementes antes de serem introduzidas em áreas de restauração. Para melhor entendimento desse resultado, há de se considerar que o resgate foi realizado em espaço restrito, apenas na área de avanço de cava e que seu objetivo foi salvar as plantas raras, ameaçadas e de interesse. Além disso, analisando-se a lista resultante do estudo florístico, vê-se que a maioria das espécies aí inventariada não é resgatável por mudas. Diante disso, seria necessário utilizar outros procedimentos de resgate, como uma sistemática coleta de sementes e uso mais amplo de estaquia. Isso possibilitaria o salvamento de germoplasma de um número maior de espécies. Tais procedimentos, porém, não puderam ser suficientemente efetuados nesta pesquisa por limitações materiais.

Em relação às 28 espécies nascidas a partir do banco de sementes presente no *topsoil*, é bom repetir que pertencem à flora que se deseja restaurar, o que pode ser conferido em consulta à lista referente ao levantamento florístico. Muitas dessas espécies são de difícil reprodução por sementes e mudas, conforme se mostrará abaixo.

O *status* dessas plantas é de pioneirismo, de plantas colonizadoras de substratos expostos ao sol, que precisam de luz para se desenvolver. Sua presença é de fundamental importância no processo de colonização vegetacional, visto que criam condições para o estabelecimento de espécies secundárias ou climácicas. Com estas, formam o conjunto que permite que se concretize a restauração requerida.

Nesse sentido, cabe ainda considerar que se trata de restauração em área minerada, cujo substrato – formação ferrífera – foi removido, ou seja, perdeu-se a estrutura física que é colonizada pelas plantas endêmicas aí ocorrentes. O uso do *topsoil* permite fornecer tal material, é ele que possibilita a criação do ambiente necessário para que a cobertura vegetal se restabeleça.

Vincent (2004, p. 134) dá suporte ao reconhecimento da importância crucial dessa estrutura quando afirma que, “devido à destruição completa da couraça hematítica, os campos sobre canga couraçada não podem ser recuperados”. De passagem, essa afirmação merece uma consideração no que se refere ao assunto aqui tratado. Quando se remove a couraça de canga, ela é fraturada e fragmentada, o que a faz perder a estrutura compacta e dura que a singulariza e a torna de difícil colonização. Porém, o substrato fragmentado serve para estruturar a base em outro local, que vai receber o produto do resgate de flora da canga couraçada. Assim, observa-se que, com o uso das metodologias de restauração, torna-se possível a recuperação desses Campos.

Voltando ao experimento com topsoil, observa-se que, por esse procedimento, restabelecem-se na área tanto boa parte dos elementos químicos e matéria orgânica essenciais às plantas do ecossistema quanto o banco de sementes e outros elementos biológicos do solo que permitem a colonização com espécies autóctones. O nascimento, a sobrevivência e o desenvolvimento vigoroso de importantes espécies de formações ferríferas no experimento comprovam, portanto, ser essencial o uso de substrato de formação ferrífera para iniciar o processo de restauração em uma área minerada.

Outro experimento de resgate de espécies vegetais, realizado nos Campos Ferruginosos da mina de Capão Xavier, Nova Lima, Minas Gerais (MENDONÇA *et al.*, 2007) também oferece subsídios ao que aqui se discute. Nesse trabalho, o resgate de flora foi bem-sucedido para algumas famílias muito importantes nesse ecossistema, mas foi negativo para outras, notadamente as pioneiras, que apresentaram taxa de sobrevivência muito baixa frente ao procedimento adotado.

No experimento aqui mostrado, no entanto, essas espécies apareceram na vegetação formada a partir do *topsoil* com grande número de indivíduos, caso de *Stachytarpheta glabra* e *Tibouchina multiflora*, que apresentaram os maiores valores de IVI, dominância absoluta e dominância relativa.

Uma explicação para esses diferentes resultados pode ser encontrada em trabalhos que se referem a experiências de germinação em laboratório, realizadas com as sementes

dessas espécies, que revelaram fotoblastismo positivo e potencial para formação de banco de sementes.

Santos (2008) verificou que as sementes de *Stachytarpheta glabra*, mesmo na presença de luz, possuem algum tipo de dormência fisiológica que impede sua germinação. Para quebrar essa dormência, um dos tratamentos utilizados pelo autor foi a alternância de temperatura. Por meio desse procedimento, obteve-se um aumento da porcentagem de germinação das sementes de *Stachytarpheta glabra* em laboratório. No caso aqui apresentado, a retirada do *topsoil* revolveu o solo, expondo as sementes enterradas dessa espécie à luz e às flutuações de temperatura necessárias à sua germinação, o que possibilitou o bom resultado alcançado.

Em outra experiência, Garcia *et al.* (2006) observaram que as sementes de *Tibouchina multiflora*, mantidas inicialmente no escuro, germinaram rapidamente após serem transferidas para luz branca contínua, o que permitiu a obtenção de valores relativamente altos de porcentagem de germinação. Os autores constataram também que a germinação foi semelhante em ampla faixa de temperatura, o que mostra habilidade competitiva da planta, fato que contribui para o sucesso no recrutamento dessa espécie.

Sobre essas espécies, muito comuns no ecossistema aqui estudado, há mais a considerar. *Stachytarpheta glabra* constitui-se em fonte de alimento para beija-flores, que atuam como seus polinizadores. *Tibouchina multiflora* é visitada por abelhas, que a polinizam e, possivelmente, a outras espécies na área em recuperação. Sob esse aspecto, o plantio de mudas produzidas só a partir de sementes – Annonaceae, Myrtaceae, Solanaceae e outras – vai contribuir para o aumento da diversidade, pois são plantas que atraem fauna que envolve a dispersão de pólen e sementes e, por isso, auxiliam na colonização. Dessa forma, percebe-se a complexidade das interrelações estabelecidas no ecossistema e como o procedimento adotado pode favorecê-las.

No experimento aqui descrito, pela sobrevivência e pelo vigor do crescimento dessas espécies - e outras mostradas na TAB. 1 – estabelece-se também um ambiente adequado para o plantio das mudas adultas de espécies secundárias e climácicas originadas de resgate de indivíduos e de coletas de sementes, que se encontram enviveiradas. Essas mudas devem ser introduzidas antes do período chuvoso, em condições apropriadas à sua sobrevivência: em substrato similar ao do seu local de origem e com microclima adequado para implantação de núcleos de propagação das espécies climácicas, raras e ameaçadas que se deseja conservar.

Outra questão a ser discutida é a referente à espessura das camadas de *topsoil*. Em estudos realizados em minas de chumbo e zinco em Cingapura, houve experimentação com camadas menos espessas que a aqui utilizada, de 1, 2, 4 e 8cm. Com tais espessuras, não se observou diferença nas parcelas quando da emergência das plântulas; depois de um ano, nas parcelas com menores espessuras, houve queda expressiva de sobrevivência (ZHANG *et al.*, 2001). No experimento da mina de Alegria, a espessura não foi planejada. Resultou da quantidade de material disponível e da área utilizada para a formação da parcela. A densidade da cobertura vegetal nascida foi crescente ao longo tempo, mostrando a adequação da espessura utilizada (média de 40cm). No entanto, em experimentos posteriores, espessuras menores devem ser testadas para que se observem com maior precisão os resultados obtidos. Com isso, é de se esperar que se encontrem espessuras mais favoráveis à sobrevivência das plantas, o que permitirá otimizar o uso do *topsoil*.

Na análise dos resultados questionou-se o fato de que, das 333 espécies inventariadas na florística, apenas 79 foram salvas mediante resgate e só 28 nasceram nas parcelas do *topsoil* – ou seja, mais de 200 espécies não tiveram seu salvamento garantido nas operações que visavam à restauração da área minerada.

Ao longo desta discussão, esse fato foi em boa parte esclarecido. As explicações oferecidas para tal ocorrência foram: o direcionamento do resgate, delimitado às plantas raras, ameaçadas e de interesse; a abrangência menor da área do resgate em relação à área do levantamento florístico, o que permitiu supor que espécies presentes na florística não se encontrassem na área do resgate; no que se refere às parcelas do *topsoil*, sua reduzida dimensão tornou possível ponderar a probabilidade de ausência de sementes de muitas das espécies amostradas na florística, ao que se somou a possibilidade da presença de sementes sem capacidade germinativa ou que ainda não tinham germinado.

Além dessas explicações, há a questão de que muitas espécies não resistem ao resgate na forma adulta, como também a probabilidade de que existam plantas que exigem procedimentos especiais de produção de mudas, ainda desconhecidos ou não utilizados na pesquisa. Isso implica em necessidade de novos estudos, mais especializados, sobre o tema aqui tratado. Os relatos de fracassos frequentes em experimentos de resgate de flora, aqui mencionados, confirmam tal demanda (ALLEN, 1997; FAHSEL, 2007).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo mostrou experimentalmente a possibilidade de restauração de cobertura vegetal autóctone em áreas de mineração de ferro mediante emprego de metodologias adequadas, como resgate de flora e uso de *topsoil*. Experimentos anteriores na mina de Alegria tinham revelado que, no caso de plantas coletadas e introduzidas diretamente em ambiente natural alterado, houve perda significativa de indivíduos. Tal resultado suscitou as hipóteses da necessidade de viveiro para receber as plantas resgatadas e de existência de um ambiente físico e biológico adequado, similar ao de origem, capaz de proporcionar condições edáficas adequadas – esse ambiente seria proporcionado pelo uso do *topsoil*.

Essas hipóteses levaram à realização da pesquisa aqui apresentada, cujo objetivo de testar metodologias capazes de viabilizar resgate de flora e uso de *topsoil* fora determinado por condicionante de licenciamento ambiental. A essas operações foi associado um levantamento florístico que, além de possibilitar conhecimento sobre a diversidade florística da área estudada, permitiu o aferimento das plantas raras, ameaçadas e de interesse presentes no meio natural que foram objeto de resgate.

Ressalte-se que, em relação às plantas de interesse, sua inclusão experimental nesta pesquisa constituiu-se em efetiva contribuição dos estudos desenvolvidos na Vale aos programas de resgate, na medida em que foi, a partir da pesquisa na mina de Alegria, que se observou a importância dessas plantas como estruturadoras de condições para o estabelecimento da cobertura vegetal requerida na restauração dos Campos Ferruginosos, demanda efetiva da mineração.

Com o resgate de flora, foi possível salvar mais de 100.000 indivíduos de 79 espécies, o que representou um ganho expressivo para a conservação da diversidade florística encontrada na área de estudo, objetivo relevante quando se pensa em restauração, sobretudo sabendo-se da licença autorizativa para remoção da vegetação.

Relativamente ao uso de *topsoil*, enfatize-se que, nos 50m² de sua parcela amostrada, identificaram-se 28 espécies, todas relacionadas à flora dos Campos Ferruginosos e estruturadoras dessas formações. Esse resultado permite concluir que o uso do *topsoil* é de importância crucial na indução da restauração desejada e constitui-se em peça central para seu início.

Assinale-se que a restauração, tal como requerida quando se pretende desenvolver

comunidades vegetais autossustentáveis, não ocorreria sobre outros substratos de natureza geológica diversa, presentes junto às formações ferríferas, como os xistos e filitos, visto que existe uma estreita relação solo/planta, conforme se viu na introdução deste capítulo.

Os resultados obtidos revelam potencial para replicabilidade do método em áreas mineradas, mediante aproveitamento do material propagador da restauração desejada, proveniente das áreas de avanço de mineração (plantas e *topsoil*). Eles propiciaram maiores conhecimentos sobre assuntos referentes à restauração em áreas degradadas e aprimoramento das técnicas exigidas nas operações de resgate de flora e uso de *topsoil*. Além disso, com sua análise e discussão, evidenciou-se que o resgate de flora e o uso do *topsoil* precisam ser combinados entre si e a outros procedimentos para que a restauração ocorra da forma ecologicamente requerida.

Em suma, a pesquisa na mina de Alegria possibilitou o reconhecimento de que cada intervenção sobre o ecossistema deve ser precedida de estudos que embasem ações executivas de coleta de sementes, resgate de flora e obtenção de *topsoil*. O levantamento florístico da área de intervenção representa o procedimento inicial a ser efetuado para que se conheça a flora e se planeje adequadamente o resgate e as outras operações de restauração. Mudanças de plântulas e indivíduos adultos resgatados devem ser desenvolvidas em viveiro, sobretudo no caso das famílias bem representadas como Bromeliaceae, Orchidaceae e Velloziaceae. O *topsoil* deve ser disposto imediatamente à remoção sobre a área minerada a ser tratada. Assim que a cobertura vegetal nascida no *topsoil* fornecer condições ecológicas favoráveis à autossustentação das mudas, elas poderão ser aí introduzidas, sempre no início do período chuvoso. Com a introdução das mudas, obtém-se o aumento da diversidade biológica no ambiente em restauração.

Em face do exposto, torna-se evidente a conclusão de que a restauração da cobertura vegetal não ocorre a curto prazo nem mediante procedimentos individualizados. Para que suceda, é preciso haver a criação de condição básica que a permita e acelere nos moldes da sucessão natural, que se dá ao longo de décadas, em processo que não se conclui. Tal molde é favorecido pelas medidas aqui indicadas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, W. H. Reintroduction of endangered plants. **Bioscience**, v.44, p.65-69, 1994.
- ALVES, R. J. V.; KOLBEK, J. Plant species endemism in savanna vegetation on table mountains (Campo Rupestre) in Brazil. **Plant Ecology**, v.113, p.125-139, 1994.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP II - APG. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society** v.141, p.399-436, 2003.
- BARBOSA, G. V.; RODRIGUES, D. M. S. **O Quadrilátero Ferrífero**. Belo Horizonte: Instituto de Geociências – UFMG, 1967. 130p.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2.ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.
- BIOMA MEIO AMBIENTE. **Relatório Técnico, 2010**. Belo Horizonte: BIOMA, 2010. Relatório.
- BRADSHAW, A. D.; CHADWICK, M. J. **The restoration of land**. Blackwell Scientific Publications: Oxford, United Kingdom. 1980.
- BRANDÃO, M.; GAVILANES, M. L. Mais uma contribuição para o conhecimento da Cadeia do Espinhaço em Minas Gerais (Serra da Piedade)-II. **Daphne**, v.1, p.26-43, 1990.
- BRASIL. **Constituição (1988)**. Constituição [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal.
- BRAUN-BLANQUET, J. **Fitosociologia - Bases para el estudio de las comunidades vegetales**. Madrid: H. Blume Ediciones, 1979. 820p.
- BROWER, J. E.; ZAR, J. H. **Field and laboratory methods for general ecology**. Dubuque: W. M. C. Brown, 1984. 226p.
- BRUMMITT, R. K.; POWELL, C. E.. 1992. Authors of plant names. **Royal Botanic Garden**. Kew. 732p.
- CIENTEC. **Mata Nativa 2, versão 2**: sistema para análise fitossociológica e elaboração de inventários e planos de manejo de florestas nativas. Viçosa, MG, Cientec - Consultoria e Desenvolvimento de Sistemas, 2006.
- COSTA, C. M. R.; HERMANN, G.; MARTINS, C. S. (Org.). **Biodiversidade em Minas Gerais – um Atlas para sua conservação**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, Governo de Minas Gerais, IEF e Conservation International, 1998. 94p.
- CPRM – Companhia de Pesquisa e Recurso Mineral e COMIG – Companhia Mineradora de Minas Gerais. **Mapa geológico**. 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL - DNPM. **Anuário Mineral Brasileiro, Parte II: estatística por unidades da Federação**. 2006. 17p.

DRUMMOND, G. M.; MARTINS, C. S.; MACHADO, A. B. M.; SEBAIO, F. A.; ANTONINI, Y. (Org.). **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação**. 2. ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005. 222p.

FAHSELT, D. Reconsideration of transplantation as a conservation measure. **Canadian Journal of Botany**, v.85, p. 1007-1017, 2007.

FEAM, 2001. Certificado de Licença ambiental – Licença de instalação n. 042, processo FEAM n. 182/87/31/01 – Unidade de cominuição/classificação Fábrica Nova.

FENNER, M. Ecology of seed bank. In: KIGEL, J.; GALILI, G. (ed.). **Seed development and germination**. New York: Academic Press, p.507-543, 1995.

FRANÇA, J. L.; DE VASCONCELLOS, A. C. **Manual para normalização de publicações técnico-científicas**. 8ª edição revista. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2009. 258p.

GARCIA L. C.; BARROS F. V.; LEMOS FILHO J. P. Comportamento germinativo de duas espécies de canga ferrífera: *Baccharis retusa* DC (Asteraceae) e *Tibouchina multiflora* (Melastomataceae). **Acta Botânica Brasilica**, n.20, p.443-448, 2006.

GEOMINAS (1996; 1998); dados de municípios – FIG 1.

GIULIETTI, A. M.; MENEZES, N. L.; PIRANI, J. R.; MEGURO, M.; WANDERLEY, M. das G. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Caracterização e Lista das Espécies. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v.9, p.1-151, 1987.

GUEDES, M. L. S.; ORGE, M. D. R. **Checklist das espécies vasculares do Morro do Pai Inácio (Palmeiras) e Serra da Chapadinha (Lençóis), Chapada Diamantina, Bahia, Brasil**. Projeto diversidade florística e distribuição das plantas da Chapada Diamantina, Bahia. Instituto de Biologia da UFBA, Salvador. 1998.

HARLEY, R. M. Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina – Bahia, Brasil. In: STANNARD, B. L. E. (Ed.). **The trustees of the Royal Botanic Gardens**, Kew. 1995. 853p.

HARPER, J. L. **Population biology of plants**. London, Academic Press, 1994. 892 p.
INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Mosaico de imagem de satélite CBERS, Satélite Sino-brasileiro de Recursos Terrestres, – 2B censor WFI, 2008/09/06. **Cenas 152-116 e 152-124**. Disponível em: <<http://www.inpe.br/>>. Acesso em: 06/09/2009.

JACOBI, C. M.; CARMO, F. F.; VINCENT, R. C.; STEHMANN, J. R. Plant communities on ironstone outcrops: a diverse and endangered Brazilian ecosystem. **Biodiversity and Conservation**, v.16, n.7, p. 2185–2200, 2007.

KRAMER, K. U.; TRYON, R. M. Introduction to the treatment of pteridophytes. In: KRAMER, K.U.; GREEN, P.S. **The families and genera of vascular plants**. New York: Springer Verlag, 1990. p. 12-13, 1990.

MAUNDER, M. Plant reintroduction: an overview. **Biodiversity and Conservation**, v.1, p.51-61, 1992.

MENDONÇA, M. P.; SANTOS, F. M. G.; ARRUDA, L. J. **Resgate de espécies vegetais dos campos ferruginosos na mina de Capão Xavier, Nova Lima, MG**. Belo Horizonte: Fundação Zêo-Botânica de Belo Horizonte, 2007.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Instrução Normativa nº 6, de 23 de setembro de 2008. Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção – IBAMA**. Brasília, 2008.

MORSE, L. E. Plant rarity and endangerment in North America. In: FALK, D. A.; MILLAR, C. I.; OLWELL, M. (Ed.) **Restoring diversity: strategies for reintroduction of endangered plants**. Washington: Island Press, 1996. p.7-22.

MOTA, R. C. **Orchidaceae na Serra do Caraça, Minas Gerais**: Levantamento florístico e o tratamento taxonômico da subfamília Epidendroideae. 2006. Dissertação (Mestrado em ciências biológicas) Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

MOURÃO, A.; STEHMANN, J. R. Levantamento da flora do campo rupestre sobre canga hematítica couraçada remanescente na Mina do Brucutu, Barão de Cocais, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 58, n. 4, p. 775-785, 2007.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods in vegetation ecology**. New York: Wiley e Sons, 1974. 547p.

NICHO. **Relatório de resgate, reintrodução de plantas e monitoramento**. Belo Horizonte: Companhia Vale do Rio Doce, 2003. Relatório.

PARKER, V. T.; SIMPSON, R. L.; LECK, M. A. Pattern and process in the dynamics of seed banks. In: _____ (Ed.). **Ecology of soil seed banks**. New York: Academic Press, 1989. p. 367-384.

PORTO, M. L.; SILVA, M. F. F. Tipos de vegetação metalófito em áreas de Carajás e de Minas Gerais. **Acta Botanica Brasilica**, v.3, n.2, p.13-21, 1989.

SANTOS, F. M. G. 2008. **Comportamento germinativo de espécies do gênero *Stachytarpheta* Vahl. (Verbenaceae) ocorrentes nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço em Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal), ICB, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SANTOS, L. M. **O meio natural em Belo Horizonte – caracterização e análise de potencial para uso e ocupação preservacionista**. 2001. 201p. Dissertação (Mestrado em Geografia Física), Instituto de Geociências – IGC, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.

_____. Recuperação de Campos Rupestres Lateríticos em áreas degradadas por atividade minerária no Quadrilátero Ferrífero. **56º Congresso Nacional de Botânica**, Curitiba, 2005. Resumo.

_____; ARRUDA, L.; CUSTÓDIO, R.; SALINO, A.; RODRIGUES, A. F. **Uso de topsoil para recuperação de Campo Rupestre Laterítico em áreas mineradas no Quadrilátero Ferrífero**. II COMBIO, Belo Horizonte, MG, 2008.

SCHAEFER, C. E. G. R.; MENDONÇA, B. A. F.; CORRÊA, G. R.; RIBEIRO, A. S. de S. Solos desenvolvidos sobre canga ferruginosa no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. In: I SIMPÓSIO: AFLORAMENTOS FERRUGINOSOS NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO: Biodiversidade, Conservação e Perspectivas de Sustentabilidade, 2008, Belo Horizonte. **Trabalhos Completos**. Belo Horizonte: UFMG/ICB, 2008. p. 109-120. CD-ROM.

SMITH, A. R.; PRYER, M. K.; SCHUETTPELZ, E.; KORALL, P.; SCHNEIDER, H.; WOLF, P. G. A classification for extant ferns. **Taxon** v. 55, n. 3, p. 705–731, 2006.

SPIER, C. A.; BARROS, S. M.; ROSIERE, C. A. Geology and geochemistry of the Águas Claras and Pico Iron Mines, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. **Mineralium Deposita**, v. 38, n. 6, p.751-774, 2003.

TEIXEIRA, W. A.; LEMOS FILHO, J. P. Fatores edáficos e a colonização de espécies lenhosas em uma cava de mineração de ferro em Itabirito, Minas Gerais. **Revista. Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 25-33, 2002.

THOMPSON, K; BAND, S. R.; HODGSON, J. G. Seed size and shape predict persistence in soil. **Functional Ecology**, v. 7, p. 236-241, 1993.

TRINDADE, E. S.; SCHAEFER, C. E. G. R.; ABRAHÃO, W. A. P.; RIBEIRO JÚNIOR, E. S.; OLIVEIRA, D. M. F.; TEIXEIRA, P. C. Crostas biológicas de saprólitos da região do Quadrilátero Ferrífero, MG: ciclagem biogeoquímica e micromorfológica. **Geonomos**, v.13, n.1,2, p.37-45, 2005.

VIANA, P. L.; LOMBARDI, J. A. Florística e caracterização dos Campos Rupestres sobre canga na Serra da Calçada, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 58, n. 1, p. 159-177, 2007.

VINCENT, R. C. **Florística, fitossociologia e relações entre a vegetação e o solo em áreas de campos ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais**. 2004. Tese (Doutorado em Botânica - Instituto de Biociências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 145p.

ZHANG, Z. Q.; SHU, W. S.; LAN, C. Y.; WONG, M. H. Soil seed bank as an input of seed source in revegetation of lead/zinc mine tailings. **Restoration Ecology**, v.9, n.4, .378-385, 2001.

ANEXO A

Lista das espécies de plantas vasculares inventariadas nos Campos Ferruginosos na mina de Alegria, Mariana, Minas Gerais.

A coluna “Am.” indica as espécies ameaçadas de extinção de acordo com a lista oficial do MMA (2008), sendo: A = espécies ameaçadas; B = indicadas para estudos detalhados. A coluna “Res/TS” indica se a espécie teve indivíduos resgatados e transformados em mudas (Res) ou indivíduos inventariados na área coberta por *topsoil* (TS). Na coluna “Hábitos”, Arb. = arbusto, Arv. = árvore ou arvoreta, S. Arb. = subarbusto, Erv. = erva, L = liana; na coluna “Forma de Vida”, T = terrestre, E = epífita, R = rupícola, H = hemiepífita, P = parasita (hemi ou holoparasita); na coluna “Ambiente”, CM = capão de mata, CR = campo rupestre, CE = cerrado. As “Coleções” estão representadas pelos números de coleta de Rubens Custódio da Mota, Lídia Maria dos Santos, Sérgio Tomich Santos e Leandro Arruda.

| FAMÍLIA / ESPÉCIE | Am. | R/TS | Hábito | Forma de Vida | Ambiente | Coleções |
|---|-----|------|--------|---------------|----------|------------|
| ACANTHACEAE | | | | | | |
| <i>Justicia</i> sp. | | | Erv. | T | CR | 3316 |
| <i>Ruellia macrantha</i> (Mart. ex Nees) Lindau | | | Erv. | T | CM, CR | 3303 |
| ALSTROEMERACEAE | | | | | | |
| <i>Alstroemeria rupestris</i> M.C. Assis | | Res | Erv. | R | CR | 3341 |
| AMARANTHACEAE | | | | | | |
| <i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze | | | Erv. | T | CM, CR | 3562 |
| AMARYLIDACEAE | | | | | | |
| <i>Hippeastrum morelianum</i> Lem. | | Res | Erv. | T, R | CR | Observado! |
| ANACARDIACEAE | | | | | | |
| <i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J. D. Mitch | | | Arv. | T | CM | 3206 |
| ANEMACEAE | | | | | | |
| <i>Anemia raddiana</i> Link | | | Erv. | T | CR | Observado! |
| ANNONACEAE | | | | | | |
| <i>Guatteria sellowiana</i> Schldl. | | | Arv. | T | CM | 3563 |
| <i>Guatteria villosissima</i> A. St.-Hil. | | | Arv. | T | CM | 3294 |
| <i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng. | | | Arv. | T | CM | 3564 |
| <i>Xylopia sericea</i> A. St.-Hil. | | | Arv. | T | CM | 3565 |
| APOCYNACEAE | | | | | | |
| <i>Ditassa aequicymosa</i> E. Fourn. | | | Ver | T, R | CR | 3566 |
| <i>Ditassa linearis</i> Mart. | | | Ver | T, R | CR | 3567 |
| <i>Ditassa mucronata</i> Mart. | | | Ver | T, R | CR | 3568 |
| <i>Gonioanthea hilariana</i> (E. Fourn.) Malme | | | Erv | T | CM, CR | 3275 |
| <i>Mandevilla moricandiana</i> (A.DC.) R.E.Woodson | | | L | T, R | CR | 3278 |
| AQUIFOLIACEAE | | | | | | |
| <i>Ilex affinis</i> Gardn. | | | Arb. | T | CM, CR | 3339 |
| <i>Ilex theezans</i> Mart. | | | Arv. | T | CM, CR | 3569 |
| <i>Ilex</i> sp. | | | Arb. | T | CM, CR | 3570 |
| ARACEAE | | | | | | |
| <i>Anthurium megapetiolatum</i> E. G. Gonçalves | | Res | Erv. | T | CM | 3571 |
| <i>Anthurium minarum</i> Sakuragui e Mayo | | Res | Erv. | T, R | CM, CR | 3282 |
| <i>Philodendron minarum</i> Engl. | | Res | L. | T, H | CM, CR | Observado! |
| <i>Philodendron propinquum</i> Schott. | | Res | L. | T, H | CM | 3572 |
| <i>Philodendron rhizomatosum</i> Sakuragui e Mayo | | Res | Erv. | R | CM, CR | Observado! |
| ARALIACEAE | | | | | | |
| <i>Schefflera vinosa</i> (Cham. e Schldl.) March. | | | Arb. | T | CM | 3298 |
| ARECACEAE | | | | | | |
| <i>Geonoma schottiana</i> Mart. | | | Arb. | T | CM | 3573 |
| <i>Syagrus flexuosa</i> (Mart.) Becc. | | Res | Arb. | T | CR | 3574 |
| ARISTOLOCHIACEAE | | | | | | |
| <i>Aristolochia smilacina</i> Duch. | | | Erv. | T, R | CR | 3270 |
| ASPLENACEAE | | | | | | |
| <i>Asplenium campos-portoi</i> Brade | | | Erv. | R | CM | 3575 |
| <i>Asplenium praemorsum</i> Sw. | | A | Erv. | R | CM | 3242 |
| ASTERACEAE | | | | | | |
| <i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC. | | | Erv. | T | CR | 3576 |
| <i>Acrtopappus longifolius</i> (Gardn.) R.M. King e H. Robinson | | | Arb. | T | CR | 3577 |
| <i>Baccharis dracunculifolia</i> DC. | | | Arb. | T | CR | 3578 |
| <i>Baccharis lychnophora</i> Gardner | | | Arb. | T | CR | 3198 |
| <i>Baccharis reticularia</i> DC. | | | Arb. | T | CR | 3579 |
| <i>Baccharis serrulata</i> Pers. | | | Arb. | T | CR | 3324 |
| <i>Baccharis trimera</i> DC. | | | Erv. | T | CR | 3580 |
| <i>Bidens brasiliensis</i> Sherff | | | Arb. | T | CM, CR | 3581 |
| <i>Chromolaena multiflocculosa</i> (DC.) R.M. King e H. Rob. | | | Arb. | T | CR | 3327 |

| FAMÍLIA / ESPÉCIE | Am. | R/TS | Hábito | Forma de Vida | Ambiente | Coleções |
|---|-----|--------|--------|---------------|----------|------------|
| ASTERACEAE | | | | | | |
| <i>Cyrtocymura scorpioides</i> (Lamarck) H. Robinson | | TS | S.Arb. | T | CM, CR | 3269 |
| <i>Dasyphyllum sprengelianum</i> (Gardn.) Cabrera | | | Arb. | T | CR | 3582 |
| <i>Erechtites hieracifolia</i> Rafin. ex DC. | | | Arb. | T | CR | 3325 |
| <i>Erechtites valerianaefolia</i> DC. | | | Arb. | T | CR | 3326 |
| <i>Eremanthus crotonoides</i> (DC.) Sch. Bip. | | | Arb. | T | CR | 3277 |
| <i>Eremanthus incanus</i> (DC.) Mac Leish. | | Res/TS | Arv. | T | CR | 3583 |
| <i>Hololepis pedunculata</i> DC. | | | Arb. | T | CM, CR | 3584 |
| <i>Koanophyllon adamantium</i> (Gardn.) R.M. King e H. Robinson | | | Arb. | T | CR | 3585 |
| <i>Lepidaploa vauthieriana</i> (DC.) H.Rob. | | | Arb. | T | CR | 3232 |
| <i>Lychnophora pinaster</i> Mart | | TS | Arb. | T | CR | Observado! |
| <i>Mikania hirsutissima</i> DC. | | | L. | T | CM | 3586 |
| <i>Mikania</i> sp. | | | L. | T | CR | 3200 |
| <i>Trichogonia hirtiflora</i> Sch. Bip. ex Baker | | | Arb. | T | CR | 3323 |
| <i>Vernonanthura diffusa</i> (Less.) H.Rob. | | | Arv. | T | CR | 3195 |
| BEGONIACEAE | | | | | | |
| <i>Begonia alchemilloides</i> A.DC. | | | Erv. | R | CR | 3280 |
| <i>Begonia rufa</i> Thunb. | | Res | Erv. | T, R | CM, CR | 3168 |
| BLECHNACEAE | | | | | | |
| <i>Blechnum brasiliense</i> Desv. | | | Erv. | T | CM | 3587 |
| <i>Blechnum polypodioides</i> Raddi | | | Erv. | T | CM | 3241 |
| <i>Blechnum schomburgkii</i> (Klotzsch) C. Chr. | | | Erv. | T | CR | 3588 |
| BROMELIACEAE | | | | | | |
| <i>Aechmea bromeliifolia</i> (Rudge) Baker | | Res | Erv. | E, R | CM, CR | 3260 |
| <i>Aechmea lamarchei</i> Mez | | Res | Erv. | T, R | CM | 3262 |
| <i>Billbergia zebrina</i> Lindl. | | Res | Erv. | R | CM | 3261 |
| <i>Billbergia</i> sp. | | | Erv. | T, R | CM | Observado! |
| <i>Cryptanthus schwacheanus</i> Mez | | Res | Erv. | R | CR | 3259 |
| <i>Dyckia</i> sp. | | Res | Erv. | R | CR | 3173 |
| <i>Pseudananas sagenarius</i> (Arruda da Camara) Camargo | | Res | Erv. | T | CM | 3589 |
| <i>Tillandsia gardneri</i> Lindl. | | Res | Erv. | E, R | CM, CR | 3590 |
| <i>Tillandsia stricta</i> Soland.ex Sims | | Res | Erv. | E, R | CM, CR | 3591 |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> Bert. ex Schult. f. | | Res | Erv. | E, R | CM, CR | 105394 |
| <i>Vriesea crassa</i> Mez | | Res | Erv. | R | CR | 3592 |
| <i>Vriesea</i> sp. | | Res | Erv. | R | CR | 3351 |
| CACTACEAE | | | | | | |
| <i>Epiphyllum phyllanthus</i> Haw. | | Res | Erv. | E, R | CM, CR | 3593 |
| <i>Hatiora salicornioides</i> (Haw.) Britton e Rose | | Res | Arb. | E, R | CM, CR | 105395 |
| <i>Hylocereus setaceus</i> (Salm-Dyck) R. Bauer | | Res | Arb. | R | CM | 3594 |
| <i>Rhipsalis floccosa</i> Salm-Dyck ex Pfeiffer | | Res | Erv. | E, R | CM, CR | 3283 |
| CELASTRACEAE | | | | | | |
| <i>Maytenus gonoclada</i> Mart. | | | Arv. | T | CM, CR | 3595 |
| CLETHRACEAE | | | | | | |
| <i>Clethra scabra</i> Pers. | | | Arv. | T | CM, CR | 3596 |
| CLUSIACEAE | | | | | | |
| <i>Clusia arrudea</i> Planch. e Triana | | | Arv. | T, R | CM, CR | 3597 |
| CONVOLVULACEAE | | | | | | |
| <i>Evolvulus aurigenus</i> Mart. | | TS | Erv. | T | CR | 3272 |
| <i>Jacquemontia martii</i> Choisy | | TS | Erv. | T | CR | 3276 |
| <i>Merremia macrocalyx</i> (Ruiz e Pav.) O'Donell | | | L. | T | CM, CR | 3279 |
| CUCURBITACEAE | | | | | | |
| <i>Melothrianthus smilacifolius</i> (Cogn.) Mart. Crov. | | | L. | T | CM, CR | 3274 |
| Indeterminada | | | Erv. | T | CR | 3598 |
| CYATHEACEAE | | | | | | |
| <i>Cyathea delgadii</i> Sternb. | | | Arb. | T | CM | 3599 |
| CYCLANTHACEAE | | | | | | |
| <i>Asplundia</i> sp. | | | Arb. | R | CM | 3600 |
| CYPERACEAE | | | | | | |
| <i>Lagenocarpus rigidus</i> (Kunth.) Nees | | Res | Erv. | T, R | CR | 3601 |
| <i>Pleurostachys</i> sp. | | | Erv. | T | CR | 3602 |
| <i>Rhynchospora recurvata</i> (Nees) Steud. | | | Erv. | T | CR | 3229 |
| <i>Rhynchospora tenuis</i> Link | | TS | Erv. | T, R | CR | Observado! |
| <i>Rhynchospora</i> sp. | | | Erv. | T | CR | 3230 |
| <i>Trilepis lhotzkiana</i> Nees | | | Erv. | R | CR | 3330 |
| DILLENIACEAE | | | | | | |
| <i>Doliocarpus</i> sp. | | | L. | T | CM | 3603 |
| DIOSCOREACEAE | | | | | | |
| <i>Dioscorea campestris</i> Griseb. | | | L. | T, R | CR | 3604 |
| <i>Dioscorea debilis</i> Uline | | | L. | T, R | CR | 3334 |
| <i>Dioscorea ovata</i> Vell. | | | L. | T, R | CR | 3605 |
| <i>Dioscorea</i> sp. | | | L. | T | CR | 3333 |
| DRYOPTERIDACEAE | | | | | | |
| <i>Arachniodes denticulata</i> (Sw.) Ching | | | Erv. | R | CM, CR | 3243 |
| <i>Elaphoglossum langsdorfii</i> (Hook. e Grev.) T. Moore | | | Erv. | T | CM, CR | 3621 |
| <i>Elaphoglossum macrophyllum</i> (Kaulf.) Christ | | | Erv. | T | CM | 3249 |
| <i>Elaphoglossum</i> sp. | | | Erv. | T | CM | 3622 |

| FAMÍLIA / ESPÉCIE | Am. | R/TS | Hábito | Forma de Vida | Ambiente | Coleções |
|--|-----|------|---------|---------------|----------|------------|
| ERICACEAE | | | | | | |
| <i>Agarista coriifolia</i> (Thunb.) J.D. Hooker ex Niedenzu | | | Arb. | T, R | CR | 3606 |
| <i>Agarista pulchra</i> G. Don | | | Arb. | T, R | CR | 3186 |
| ERIOCAULACEAE | | | | | | |
| <i>Actinocephalus bongardii</i> (A. St. Hil.) Sano | | Res | Erv. | T, R | CR | Observado! |
| ERYTHROXYLACEAE | | | | | | |
| <i>Erythroxylum amplifolium</i> (Mart.) O. E. Schulz | | | Arb. | T | CM, CR | 3607 |
| <i>Erythroxylum gonocladum</i> O.E. Schulz | | | Arb. | T | CM, CR | 3608 |
| EUPHORBIACEAE | | | | | | |
| <i>Alchornea triplinervia</i> (Spr.) Muell. Arg. | | | Arv. | T | CM | 3609 |
| <i>Chamaesyce thymifolia</i> (L.) Millsp. | | TS | Arb. | R | CR | Observado! |
| <i>Croton comosus</i> Mull. Arg. | | TS | Arb. | T | CM, CR | 3308 |
| <i>Croton erythrochylodes</i> Croizat | | TS | Arb. | T | CR | 3343 |
| <i>Sebastiania glandulosa</i> (Mart.) Pax | | TS | Arb. | T | CR | 3268 |
| FABACEAE | | | | | | |
| <i>Abarema brachystachya</i> (DC.) Barneby e J.W. Grimes | | | Arv. | T | CM | 3610 |
| <i>Acacia paniculata</i> Willd. | | | L. | T | CM | 3287 |
| <i>Aeschynomene falcata</i> (Poir.) DC. | | TS | Erv. | T | CR | 3224 |
| <i>Bauhinia rufa</i> (Bongard) Steudel | | | S. Arb. | T | CR | 3304 |
| <i>Centrosema coriaceum</i> Benth. | | TS | Arb. | T, R | CR | 3305 |
| <i>Chamaecrista diphylla</i> Greene | | TS | Arb. | T | CR | Observado! |
| <i>Chamaecrista mucronata</i> (Spreng.) H.S. Irwin e Barneby | | TS | Arb. | T | CR | 3196 |
| <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. | | | Arv. | T | CM, CR | 3611 |
| <i>Galactia martii</i> DC. | | | L. | T, R | CR | 3306 |
| <i>Mimosa aurivillus</i> Mart. | | | Arb. | T, R | CR | 3336 |
| <i>Mimosa</i> cf. <i>sepiaria</i> Benth. | | TS | Arb. | T | CR | Observado! |
| <i>Periandra mediterranea</i> (Vell.) Taub. | | | Arb. | T, R | CR | 3273 |
| <i>Senna reniformis</i> (G. Don) H.S. Irwin e Barneby | | TS | Arb. | T | CM, CR | 3612 |
| <i>Vigna</i> sp. | | | L. | T | CM, CR | 3335 |
| GENTIANACEAE | | | | | | |
| <i>Calolisianthus pedunculatus</i> Gilg | | | Arb. | T | CR | 3345 |
| GESNERIACEAE | | | | | | |
| <i>Nematanthus lanceolatus</i> (Poir.) Chautems | | Res | Arb. | E, R | CM, CR | 3613 |
| <i>Nematanthus strigillosus</i> (Mart.) H. E. Moore | | Res | Arb. | E, R | CM, CR | 3172 |
| <i>Paliavana sericiflora</i> Benth. | | Res | Arb. | R | CR | 3263 |
| GLEICHENIACEAE | | | | | | |
| <i>Dicranopteris flexuosa</i> (Schrad.) Underw. | | | Erv. | T | CR | 3614 |
| <i>Sticherus lanuginosus</i> (Fée) Nakai | | | Erv. | T | CR | 3615 |
| HYMENOPHYLLACEAE | | | | | | |
| <i>Hymenophyllum fragile</i> (Hedw.) C.V. Morton | | | Erv. | E, R | CM | 3233 |
| <i>Hymenophyllum polyanthos</i> (Sw.) Sw. | | | Erv. | E, R | CM | 3234 |
| HYPERICACEAE | | | | | | |
| <i>Vismia brasiliensis</i> Choisy | | | Arv. | T | CM | 3616 |
| <i>Vismia magnoliifolia</i> Schlecht. e Cham. | | | Arv. | T | CM | 3617 |
| IRIDACEAE | | | | | | |
| <i>Neomarica glauca</i> Sprague | | | Erv. | T, R | CM, CR | 3618 |
| <i>Neomarica rupestris</i> (Ravenna) Chukr | | Res | Erv. | T, R | CR | 3315 |
| LAMIACEAE | | | | | | |
| <i>Eriope macrostachya</i> Mart. ex Benth. | | TS | Arb. | T | CM, CR | Observado! |
| <i>Hyptis homalophylla</i> Pohl ex Benth. | | | Erv. | T | CR | 3314 |
| LAURACEAE | | | | | | |
| <i>Cassytha filiformis</i> L. | | | Erv. | P | CR | 3293 |
| <i>Cinnamomum quadrangulum</i> Kosterm. | | | Arb. | T | CM, CR | 3296 |
| <i>Ocotea pulchella</i> Mart. | | | Arb. | T | CM, CR | 3619 |
| <i>Ocotea tristis</i> (Nees) Mez | | | Arb. | T | CM, CR | 3301 |
| <i>Ocotea</i> sp. | | | Arb. | T | CM | 3620 |
| LOMARIOPSIDACEAE | | | | | | |
| <i>Nephrolepis pectinata</i> (Willd.) Schott | | | Erv. | R | CM | 3236 |
| LORANTHACEAE | | | | | | |
| <i>Struthanthus marginatus</i> Blume | | | Erv. | P | CM, CR | 3204 |
| LYCOPODIACEAE | | | | | | |
| <i>Huperzia reflexa</i> (Lam.) Trevis. | | | Erv. | T | CR | 3247 |
| <i>Lycopodiella cernua</i> (L.) Pic. Serm. | | | Erv. | T | CR | 3237 |
| LYTHRACEAE | | | | | | |
| <i>Cuphea carthagenensis</i> (Jacq.) Macbride | | TS | Arb. | T | CR | Observado! |
| <i>Diplusodon myrsinites</i> DC. | | | Arb. | T | CR | 3623 |
| MALPIGHIACEAE | | | | | | |
| <i>Byrsonima variabilis</i> A. Juss. | | | Arb. | T | CR | 3624 |
| <i>Heteropterys campestris</i> A. Juss. | | | Arb. | T | CR | 3320 |
| <i>Heteropterys</i> sp. | | | Arb. | T | CR | 3625 |
| <i>Tetrapterys acutifolia</i> Cav. | | | Arb. | T | CR | 3626 |
| MALVACEAE | | | | | | |
| <i>Pavonia viscosa</i> A. St.-Hil. | | | Arb. | T | CM, CR | 3627 |
| <i>Sida glaziovii</i> K. Schum. | | TS | Erv. | T | CM, CR | Observado! |
| <i>Sida</i> sp. 1 | | | Arb. | T | CR | 3337 |
| <i>Sida</i> sp. 2 | | | S. Arb. | T | CR | 3201 |
| <i>Waltheria</i> sp. | | | Arb. | T | CR | 3338 |

| FAMÍLIA / ESPÉCIE | Am. | R/TS | Hábito | Forma de Vida | Ambiente | Coleções |
|---|-----|--------|--------|---------------|----------|------------|
| MARCGRAVIACEAE | | | | | | |
| <i>Marcgravia</i> sp. | | | Arb. | R | CM | 3628 |
| MELASTOMATACEAE | | | | | | |
| <i>Cambessedesia hilariana</i> DC. | | | Arb. | T | CR | 3317 |
| <i>Comolia sertularia</i> Triana | | | Arb. | T, R | CR | 3295 |
| <i>Leandra aurea</i> Cogn. | | | Arb. | T | CR | 3199 |
| <i>Leandra cancellata</i> Cogn. | | | Arb. | T | CM, CR | 3348 |
| <i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin | | | Arv. | T | CM | 3629 |
| <i>Miconia corallina</i> Spring ex Mart. | | | Arb. | T | CM, CR | 3310 |
| <i>Miconia sellowiana</i> Naud. | | | S.Arb. | T | CM | 3630 |
| <i>Miconia valtherii</i> Naud. | | | Arb. | T | CR | 3631 |
| <i>Microlicia arenariaefolia</i> (Mart. et Schr.) DC. | | | Arb. | T, R | CR | 3318 |
| <i>Microlicia cordata</i> Cham. | | | Arb. | T, R | CR | 3632 |
| <i>Microlicia suborbicularifolia</i> Hoehne | | | Arb. | T, R | CR | 3319 |
| <i>Tibouchina candolleana</i> Cogn. | | | Arv. | T | CM | 3633 |
| <i>Tibouchina multiflora</i> Cogn. | | Res/TS | Arb. | T | CR | 3264 |
| <i>Tibouchina</i> sp. | | Res | Arb. | T | CR | Observado! |
| <i>Trembleya parviflora</i> (G. Don) Cogn. | | | Arb. | T | CR | 3634 |
| MELIACEAE | | | | | | |
| <i>Trichilia emarginata</i> C. DC. | | | Arv. | T | CM | 3635 |
| MENISPERMACEAE | | | | | | |
| <i>Odontocarya tamoides</i> (DC.) Miers | | | L. | T | CM | 3636 |
| MONIMIACEAE | | | | | | |
| <i>Mollinedia triflora</i> Tul. | | | Arv. | T | CM | 3637 |
| MORACEAE | | | | | | |
| <i>Ficus mexiae</i> Standley | | | Arv. | T | CM | 3638 |
| MYRSINACEAE | | | | | | |
| <i>Myrsine umbellata</i> Mart. | | | Arv. | T | CM | 3640 |
| <i>Myrsine</i> sp. | | | Arb. | T | CM | 3639 |
| MYRTACEAE | | | | | | |
| <i>Calypthranthes pulchella</i> DC. | | | Arb. | T | CM, CR | 3641 |
| <i>Calypthranthes strigipes</i> Berg | | | Arb. | T | CM, CR | 3642 |
| <i>Eugenia modesta</i> DC. | | | Arb. | T | CM, CR | 3292 |
| <i>Eugenia</i> sp. 1 | | | Arb. | T | CM | 3643 |
| <i>Eugenia</i> sp. 2 | | | Arb. | T | CM | 3644 |
| <i>Myrcia amazonica</i> DC. | | | Arv. | T | CM | 3645 |
| <i>Myrcia hebepepa</i> DC. | | | Arv. | T | CM | 3289 |
| <i>Myrcia pulchra</i> Kiaersk. | | | Arv. | T | CM | 3291 |
| <i>Myrcia retorta</i> Cambess. | | | Arv. | T | CM | 3646 |
| <i>Myrcia splendens</i> DC. | | | Arv. | T | CM | 3197 |
| <i>Myrcia venulosa</i> DC. | | | Arv. | T | CM, CR | 3647 |
| <i>Myrcia</i> sp. | | | Arv. | T | CM | 3648 |
| <i>Myrciaria glanduliflora</i> (Kiaersk.) Mattos et D. Legrand | | | Arv. | T | CM | 3290 |
| <i>Siphoneugena kiaerskoviana</i> (Burret) Kausel | | | Arv. | T | CM, CR | 3649 |
| <i>Siphoneugena widgreniana</i> Berg | | | Arv. | T | CM | 3650 |
| OCHNACEAE | | | | | | |
| <i>Luxemburgia corymbosa</i> A. St.-Hil. | B | | Arb. | T | CR | 3651 |
| <i>Ouratea semiserrata</i> (Mart. et Nees) Engl. | | | Arv. | T | CM, CR | 3652 |
| ONAGRACEAE | | | | | | |
| <i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) Raven | | TS | Arb. | T | CR | Observado! |
| ORCHIDACEAE | | | | | | |
| <i>Acianthera limae</i> (Porto e Brade) Pridgeon e M.W. Chase | | | Erv. | R | CM | 3653 |
| <i>Acianthera prolifera</i> (Herb. ex Lindl.) Pridgeon e M.W. Chase | | | Erv. | R | CR | 3214 |
| <i>Acianthera teres</i> (Lindl.) Luer | | Res | Erv. | R | CR | 3216 |
| <i>Anathallis rubens</i> (Lindl.) Pridgeon e M.W. Chase | | Res | Erv. | E, R | CM, CR | 3212 |
| <i>Anathallis sclerophylla</i> (Lindl.) Pridgeon e M.W. Chase | | | Erv. | E, R | CM, CR | Observado! |
| <i>Bifrenaria aureofulva</i> Lindl. | | Res | Erv. | E, R | CM, CR | 3654 |
| <i>Bifrenaria harrisoniae</i> (Hook.) Rchb.f. | | Res | Erv. | E, R | CM, CR | 3655 |
| <i>Bulbophyllum carassence</i> R.C. Mota, F. Barros e Stehmann | | | Erv. | E | CM | Observado! |
| <i>Bulbophyllum exaltatum</i> Lindl. | | | Erv. | E, R | CR | 3656 |
| <i>Bulbophyllum weddellii</i> Reichb. f. | | Res | Erv. | E, R | CR | 105389 |
| <i>Bulbophyllum</i> sp. | | Res | Erv. | E, R | CR | 3657 |
| <i>Campylocentrum micranthum</i> (Lindl.) Rolfe | | Res | Erv. | E, R | CM | Observado! |
| <i>Campylocentrum sellowii</i> (Reichb.f.) Rolfe | | Res | Erv. | R | CM | 3153 |
| <i>Cattleya bicolor</i> Lindl. | | Res | Erv. | E, R | CM | 105393 |
| <i>Comparettia coccinea</i> Lindl. | | Res | Erv. | E | CM | 105392 |
| <i>Cyclopogon</i> sp. | | | Erv. | T | CR | 3174 |
| <i>Dichaea australis</i> Cogn. | | | Erv. | R | CM, CR | 3156 |
| <i>Encyclia patens</i> Hook. | | Res | Erv. | E, R | CM, CR | 3187 |
| <i>Epidendrum armeniacum</i> Lindl. | | | Erv. | E, R | CM, CR | 105390 |
| <i>Epidendrum filicaule</i> Lindl. | | Res | Erv. | E, R | CR | Observado! |
| <i>Epidendrum martianum</i> Lindl. | | Res | Erv. | E | CR | 3256 |
| <i>Epidendrum paniculatum</i> Ruiz e Pav. | | Res | Erv. | E, R | CM | 3658 |
| <i>Epidendrum secundum</i> Jacq. | | Res | Erv. | T, E, R | CM, CR | 3253 |
| <i>Gomesa crispa</i> (Lindl.) Kl. e Rchb. f. | | Res | Erv. | E | CM | 3659 |
| <i>Grobya amherstiae</i> Lindl. | | Res | Erv. | E | CM | 3660 |
| <i>Habenaria josephensis</i> Barb. Rodr. | | Res | Erv. | T | CM | 3661 |
| <i>Ischilus linearis</i> (Jacq.) R.Br. | | Res | Erv. | E, R | CM | 3662 |
| <i>Leptotes tenuis</i> Rchb.f. | | Res | Erv. | R | CR | 3663 |

| FAMÍLIA / ESPÉCIE | Am. | R/TS | Hábito | Forma de Vida | Ambiente | Coleções |
|--|-----|------|--------|---------------|----------|------------|
| ORCHIDACEAE | | | | | | |
| <i>Liparis nervosa</i> (Tunb.) Lindl. | | | Erv. | T | CM | 3213 |
| <i>Maxillaria notylioglossa</i> Rchb.f. | | Res | Erv. | E, R | CM, CR | 105391 |
| <i>Maxillaria rufescens</i> Lindl. | | Res | Erv. | E, R | CM, CR | 3664 |
| <i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl. | | Res | Erv. | T | CM | 3665 |
| <i>Oncidium blanchetii</i> Rchb. f. | | Res | Erv. | T, E, R | CM, CR | 3251 |
| <i>Oncidium gracile</i> Lindl. | B | Res | Erv. | R | CR | 3254 |
| <i>Oncidium warmingii</i> Rchb. f. | | Res | Erv. | E, R | CR | 3666 |
| <i>Pleurothallis laciniata</i> Barb.Rodr. | | | Erv. | R | CM | 3252 |
| <i>Polystachya concreta</i> (Jacq.) Garay e H.R.Sweet | | Res | Erv. | E, R | CM, CR | 3258 |
| <i>Prescottia plantaginea</i> Lindl. | | | Erv. | T | CR | 3667 |
| <i>Prescottia stachyodes</i> (Sw.) Lindl. | | Res | Erv. | T | CM | 3668 |
| <i>Prosthechea allemanoides</i> (Hoehne) W.E.Higgins | | Res | Erv. | E, R | CM, CR | 3669 |
| <i>Prosthechea pachysepala</i> (Klotzsch) Chiron e V.P. Castro | | | Erv. | E, R | CM, CR | 3257 |
| <i>Sacoila lanceolata</i> (Aubl.) Garay | | | Erv. | T | CM, CR | 3670 |
| <i>Sarcoglottis schwackei</i> (Cogn) Schltr. | | Res | Erv. | T | CR | 3223 |
| <i>Scaphyglottis modesta</i> (Rchb.f.) Schltr. | | Res | Erv. | E, R | CM, CR | 3671 |
| <i>Sophronitis caulescens</i> (Lindl.) Van den Berg e M.W.Chase | B | Res | Erv. | R | CR | 3170 |
| <i>Sophronitis cinnabarina</i> (Bateman ex Lindl.) Van den Berg e M.W. Chase | | Res | Erv. | R | CR | 3312 |
| <i>Sophronitis crispata</i> (Thunb.) Van den Berg e M.W. Chase | B | Res | Erv. | R | CR | 3255 |
| <i>Stelis modesta</i> Barb.Rodr. | | Res | Erv. | E | CM | 3215 |
| <i>Zygopetalum maculatum</i> (Kunth) Garay | | Res | Erv. | T, R | CM, CR | 3672 |
| <i>Zygopetalum maxillare</i> Lodd. | | Res | Erv. | E | CM | 3673 |
| <i>Zygopetalum sellowii</i> Rchb. f. | | Res | Erv. | T, R | CM, CR | 3674 |
| OXALIDACEAE | | | | | | |
| <i>Oxalis glauca</i> H. B. e K. | | TS | Erv. | T | CM | Observado! |
| PASSIFLORACEAE | | | | | | |
| <i>Passiflora alata</i> Curtis | | | L. | T | CM | 3675 |
| <i>Passiflora haematostigma</i> Mart. ex Masters | | | L. | T | CM | 3676 |
| <i>Passiflora villosa</i> Vell. | | | L. | T | CM, CR | M 3677 |
| PHYLLANTHACEAE | | | | | | |
| <i>Phyllanthus klotzschianus</i> Muell. Arg. | | | Erv. | T, R | CR | 3266 |
| <i>Phyllanthus rosellus</i> Muell. Arg. | | | Erv. | T, R | CR | 3311 |
| PIPERACEAE | | | | | | |
| <i>Peperomia diaphanoides</i> Dahlst. | | | Erv. | R | CR | 3331 |
| <i>Peperomia velloziana</i> Miq. | | | Erv. | R | CR | 3678 |
| <i>Peperomia</i> sp. 1 | | Res | Erv. | R | CR | 3332 |
| <i>Peperomia</i> sp. 2 | | | Erv. | R | CR | 3228 |
| <i>Piper cernuum</i> Vell. | | | Arb. | T | CM | 3281 |
| PLANTAGINACEAE | | | | | | |
| <i>Siemodia</i> sp. | | | Erv. | T | CM | 3340 |
| POACEAE | | | | | | |
| <i>Andropogon bicornis</i> L. | | | Erv. | T | CR | 3679 |
| <i>Andropogon ingratus</i> Hack. | | | Erv. | T | CR | 3680 |
| <i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth | | | Erv. | T | CR | 3190 |
| <i>Axonopus pressus</i> (Nees ex Steud.) Parodi | | TS | Erv. | T | CR | 3681 |
| <i>Axonopus siccus</i> Kuhlms. | | TS | Erv. | T | CR | Observado! |
| <i>Ichnanthus bambusiflorus</i> (Trin.) Döll | | | Erv. | T | CM | 3222 |
| <i>Panicum poliophyllum</i> Renvoize e Zuloaga | | | Erv. | T | CR | 3220 |
| <i>Panicum subulatum</i> Spreng. | | | Erv. | T | CR | 3189 |
| <i>Panicum wetsteinii</i> Hack. | | | Erv. | T | CR | 3221 |
| POLYGALACEAE | | | | | | |
| <i>Polygala ligustroides</i> A.St.-Hil. | | | Arb. | T | CM | 3207 |
| POLYGONACEAE | | | | | | |
| <i>Coccoloba acrostichoides</i> Cham. | | | Arb. | T | CR | 3299 |
| POLYPODIACEAE | | | | | | |
| <i>Campyloneurum nitidum</i> (Kaulf.) C. Presl | | | Erv. | E, R | CM, CR | 3246 |
| <i>Melpomene melanosticta</i> (Kunze) A.R.Sm. e R.C.Moran | | | Erv. | E, R | CM | 3240 |
| <i>Microgramma squamulosa</i> (Kaulf.) de la Sota | | | Erv. | E, R | CM, CR | 3682 |
| POLYPODIACEAE | | | | | | |
| <i>Pecluma pectinatiformis</i> (Lindm.) M. G. Price | | | Erv. | R | CM | 3683 |
| <i>Phlebodium pseudoaureum</i> (Cav.) Lellinger | | | Erv. | E, R | CM, CR | 3244 |
| <i>Pleopeltis astrolepis</i> (Liebm.) Fourn. | | | Erv. | R | CM | 3684 |
| <i>Pleopeltis hirsutissima</i> (Raddi) de la Sota | | | Erv. | R | CR | 3239 |
| <i>Serpocaulon latipes</i> (Langsd. e Fisch.) A.R. Sm. | | | Erv. | R | CR | 3685 |
| PORTULACACEAE | | | | | | |
| <i>Portulaca mucronata</i> Link | | Res | Erv. | T, R | CM, CR | 3344 |
| PTERIDACEAE | | | | | | |
| <i>Doryopteris ornithopus</i> (Mett. ex Hook. e Baker) J. Sm. | | | Erv. | T | CR | 3285 |
| <i>Doryopteris collina</i> (Raddi) J. Sm. | | | Erv. | T | CR | 3286 |
| <i>Pityrogramma calomelanos</i> (L.) Link | | | Erv. | T | CM | 3238 |
| <i>Pteris vitatta</i> L. | | | Erv. | R | CM | 3248 |
| RAFFLESIIACEAE | | | | | | |
| <i>Pilostyles blanchetii</i> R. Br. | | | Erv. | P | CM, CR | 3342 |
| ROSACEAE | | | | | | |
| <i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb. | | | Arb. | T | CM, CR | 3686 |
| <i>Rubus brasiliensis</i> Mart. | | | Arb. | T | CM | 3687 |

| FAMÍLIA / ESPÉCIE | Am. | R/TS | Hábito | Forma de Vida | Ambiente | Coleções |
|--|-----|------|--------|---------------|----------|------------|
| RUBIACEAE | | | | | | |
| <i>Amaioua guianensis</i> Aubl. | | | Arv. | T | CM | 3688 |
| <i>Borreria capitata</i> DC. | | | Erv. | T | CM, CR | 3307 |
| <i>Borreria poaya</i> DC. | | TS | Arb. | T | CM, CR | Observado! |
| <i>Coccocypselum aureum</i> Cham. e Schlecht. | | | Erv. | T | CM, CR | 3271 |
| <i>Cordia concolor</i> (Cham.) Kuntze | | | Arb. | T | CM | 3689 |
| <i>Declieuxia fruticosa</i> Kuntze | | | Arb. | T | CR | 3328 |
| <i>Emmeorhiza umbellata</i> K.Schum. | | | Erv. | T | CR | 3227 |
| <i>Palicourea marcgravii</i> A. St.-Hil. | | | Arb. | T | CM | 3690 |
| <i>Palicourea tetraphylla</i> Cham. e Schltldl. | | | Arb. | T | CM, CR | 3313 |
| <i>Psychotria purpurascens</i> Mull.Arg. | | | Arb. | T | CM | 3225 |
| <i>Psychotria stachyoides</i> Benth. | | | Arb. | T | CM | 3226 |
| <i>Psychotria vellosiana</i> Benth. | | | Arv. | T | CM | 3691 |
| <i>Psyllocarpus laricooides</i> Mart. e Zucc. | | TS | Arb. | T | CR | 3349 |
| <i>Remijia ferruginea</i> DC. | | | Arb. | T | CM, CR | 3692 |
| RUTACEAE | | | | | | |
| <i>Dictyoloma vandellianum</i> Adr. Juss | | | Arv. | T | CM | 3693 |
| <i>Hortia arborea</i> Engl. | | | Arv. | T | CM | 3694 |
| SALICACEAE | | | | | | |
| <i>Casearia obliqua</i> Spreng. | | | Arv. | T | CM | 3695 |
| <i>Casearia sylvestris</i> Sw. | | | Arv. | T | CM | 3696 |
| SAPINDACEAE | | | | | | |
| <i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk. | | | Arv. | T | CM | 3697 |
| <i>Matayba marginata</i> Radlk. | | | Arv. | T | CM | 3698 |
| <i>Paullinia carpopodea</i> Cambess. | | | L. | T | CM | 3349 |
| <i>Serjania gracilis</i> Radlk. | | | Arb. | T | CM | 3699 |
| SELAGINELLACEAE | | | | | | |
| <i>Selaginella flexuosa</i> P. Beauv. | | | Erv. | T, R | CM | 3700 |
| <i>Selaginella marginata</i> (Humb. e Bonpl. ex Willd.) Spring | | | Erv. | T, R | CM | 3701 |
| SMILACACEAE | | | | | | |
| <i>Smilax campestris</i> Griseb. | | | L. | T | CR | 3702 |
| SOLANACEAE | | | | | | |
| <i>Dyssochroma viridiflorum</i> (Sims) Miers | | | Arb. | E, R, H | CM, CR | 3703 |
| <i>Solanum americanum</i> Mill. | | | Erv. | T | CM | 3265 |
| <i>Solanum cladotrichum</i> Dunal | | | Arb. | T | CM, CR | 3704 |
| <i>Solanum leucodendrum</i> Sendt. | | | Arv. | T | CM | 3705 |
| THELYPTERIDACEAE | | | | | | |
| <i>Macrothelypteris torresiana</i> (Gaud.) Ching | | | Erv. | T | CM | 3706 |
| <i>Thelypteris dentata</i> (Forssk.) E. St. John | | | Erv. | T | CM | 3245 |
| URTICACEAE | | | | | | |
| <i>Cecropia glaziovii</i> Sneathlge | | | Arv. | T | CM | 3707 |
| <i>Cecropia pachystachya</i> Trec. | | | Arv. | T | CM | 3708 |
| VELLOZIACEAE | | | | | | |
| <i>Barbacenia sessiliflora</i> L.B. Sm. | | Res | Erv. | R | CR | 3321 |
| <i>Barbacenia</i> sp. | | Res | Erv. | R | CR | Observado! |
| <i>Vellozia albiflora</i> Pohl | | Res | Arb. | R | CR | 3167 |
| <i>Vellozia compacta</i> Mart. ex Schult. e Schult. f. | | Res | Arb. | R | CR | 3300 |
| <i>Vellozia graminea</i> Pohl | | | Erv. | R | CR | 3309 |
| <i>Vellozia virgata</i> Goethart e Henrard | | | Erv. | R | CR | 3169 |
| VERBENACEAE | | | | | | |
| <i>Lantana lilacina</i> Desf. | | | Arb. | T | CR | 3350 |
| <i>Lantana lundiana</i> Schauer | | | S.Arb. | T | CR | 3202 |
| <i>Lippia gracilis</i> Schauer | | TS | Arb. | T | CR | 3188 |
| <i>Lippia hermannioides</i> Cham. | | | Arb. | T | CR | 3347 |
| <i>Stachytarpheta glabra</i> Cham. | | TS | Arb. | T | CR | 3288 |
| VITACEAE | | | | | | |
| <i>Cissus albida</i> Cambess. | | | L. | T | CM, CR | 3267 |
| <i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson et Jarvis | | | L. | T | CM | 3709 |

CAPÍTULO III

**RESTAURAÇÃO DE CAMPOS FERRUGINOSOS DO QUADRILÁTERO
FERRÍFERO: FLORÍSTICA, FITOSSOCIOLOGIA E USO DE *TOPSOIL* NA
MINA DO SEGREDÃO, SABARÁ, MINAS GERAIS, BRASIL**

1 INTRODUÇÃO

Estudos fundamentados em diferentes pesquisas mostram que a vegetação formadora dos Campos Ferruginosos cresce sobre solos ricos em ferro, fortemente ácidos, com baixa fertilidade e níveis altos de cátions metálicos, com forte correlação entre a abundância de espécies e as propriedades do solo (PORTO e SILVA, 1989; VINCENT, 2004; VINCENT e MEGURO, 2008).

Por reconhecer essa importante correlação, a pesquisa tratada no capítulo anterior, realizada na mina de Alegria, localizada em Mariana, optou pelo uso do *topsoil* ao procurar a metodologia mais adequada para iniciar o processo de restauração da cobertura vegetal de formações ferríferas. O *topsoil*, que consiste no material resultante do decapeamento da parte superficial do solo, contém uma mistura de crosta ferruginosa, banco de sementes, micro, meso e macro fauna/flora do solo (micro-organismos decompositores, fungos micorrízicos, bactérias nitrificantes, minhocas e algas), fatores importantes na ciclagem de nutrientes, formação, reestruturação e fertilização do solo.

O resultado com o teste de emergência de plantas em *topsoil* na mina de Alegria mostrou que a cobertura vegetal desenvolvida a partir deste material, depositado em área de 250m², apresentava, em 50m² de amostragem fitossociológica, depois de cinco anos, 28 espécies vegetais, pertencentes a 25 gêneros e 14 famílias, sendo 19 espécies arbustivas, oito herbáceas e uma arbórea. Todas essas espécies também constavam do levantamento florístico previamente realizado na mesma mina, em local semelhante, sendo, portanto, integrantes da flora existente sobre as formações ferríferas. Muitas delas são de difícil propagação por sementes e mudas e de baixa sobrevivência quando resgatadas. Além disso, observou-se que as plantas nascidas no *topsoil* eram as de fundamental importância no processo de colonização vegetal por criarem as condições para o estabelecimento das espécies recrutadas por outras estratégias de salvamento, como o resgate de flora. Tal constatação indicou que o teste fora positivo.

No entanto, esse resultado quantitativo gerou um questionamento na pesquisa. A concepção de restauração que embasava tal questionamento, embora não mencionada no relato, era de que o objetivo dos procedimentos adotados em operações de salvamento de flora seria o de restabelecer o ambiente com número de espécies o mais próximo do original (BRADSHAW, 1987).

Na medida em que a pesquisa se desenvolveu, outro conceito de restauração foi apreendido, o que propõe a “restauração ecológica”, definida e adotada pela “Society for Ecological Restoration - SER”. Segundo essa concepção, a restauração consiste na recuperação da estabilidade e integridade biológica dos ecossistemas, mediante a recriação de comunidades ecologicamente viáveis, que protejam e fomentem a capacidade natural de mudança dos ecossistemas. O princípio fundamental implícito dessa definição é o conceito de sustentabilidade, que leva em conta a questão de que o sítio restaurado possa se autossustentar a longo prazo, sem necessidade de intervenção ou manejo futuro (ENGEL e PARROTA, 2003). Estudiosos dessa linha argumentam: “Restaurar integralmente os ecossistemas naturais está muito além da nossa capacidade, retorná-lo ao estado original é impossível devido às características dinâmicas dos mesmos.” (*ibid.* p.6).

Considerações desse tipo reforçaram a percepção do quanto fora positivo o resultado da pesquisa na mina de Alegria em relação ao uso do *topsoil*, com a presença de espécies da vegetação nativa que se autossustentavam, há mais de cinco anos, sem qualquer intervenção humana, como sementes, poda, adubação e irrigação.

Mas a consequência natural de um experimento é ser repetido para verificar se os resultados se confirmam e para permitir o estabelecimento de comparações. Além disso, no experimento da mina de Alegria, faltou o conhecimento sobre o antes e o depois, isto é, como não foi feita a fitossociologia da área do meio natural de que foi removido o *topsoil*, não se pôde relacionar dados sobre número de indivíduos na amostra, densidade, frequência, dominância e índice de valor de importância (IVI) das espécies ocorridas no meio natural e no *topsoil*.

Uma nova pesquisa foi planejada, desta feita em Sabará, numa unidade da Vale situada na borda norte do Quadrilátero Ferrífero, ou seja, onde a vegetação de formação ferrífera ainda era quase desconhecida, o que abriria possibilidade de obtenção de resultados diferentes e favoreceria comparações. A inexistência de estudos sobre o uso de *topsoil* para restauração de cobertura vegetal em formações ferríferas também mostrava a necessidade de nova investigação sobre esse material, considerado de importância vital para o estabelecimento de dado ecossistema (VINCENT, 2004).

Nesta investigação, adotou-se metodologia que permitiu estabelecer os relacionamentos entre o antes e o depois do experimento, a partir de estudos botânicos e pedológicos do meio natural e da área de restauração. O uso de tratamento estatístico e de

correlações levantadas a partir de programas específicos favoreceram uma leitura mais acurada e precisa dos dados levantados.

Com esta nova pesquisa, aqui relatada, objetiva-se tanto investigar elementos que ajudem a projetar a restauração - como comparar a composição florística com a de outras áreas, conhecer a estrutura fitossociológica e pedológica do ambiente natural da área de estudo - quanto testar o uso de *topsoil* como material indutor de condições para estabelecimento de cobertura vegetal de formações ferríferas em áreas mineradas do Quadrilátero Ferrífero.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

A área de estudo, denominada Segredão, de concessão de direito minerário da empresa Vale, está situada a oeste do alinhamento montanhoso onde emerge a serra da Piedade, no município de Sabará, Minas Gerais, na borda norte do Quadrilátero Ferrífero, entre as coordenadas de 19°50'44" sul e 43°46'16" oeste (FIG. 1).

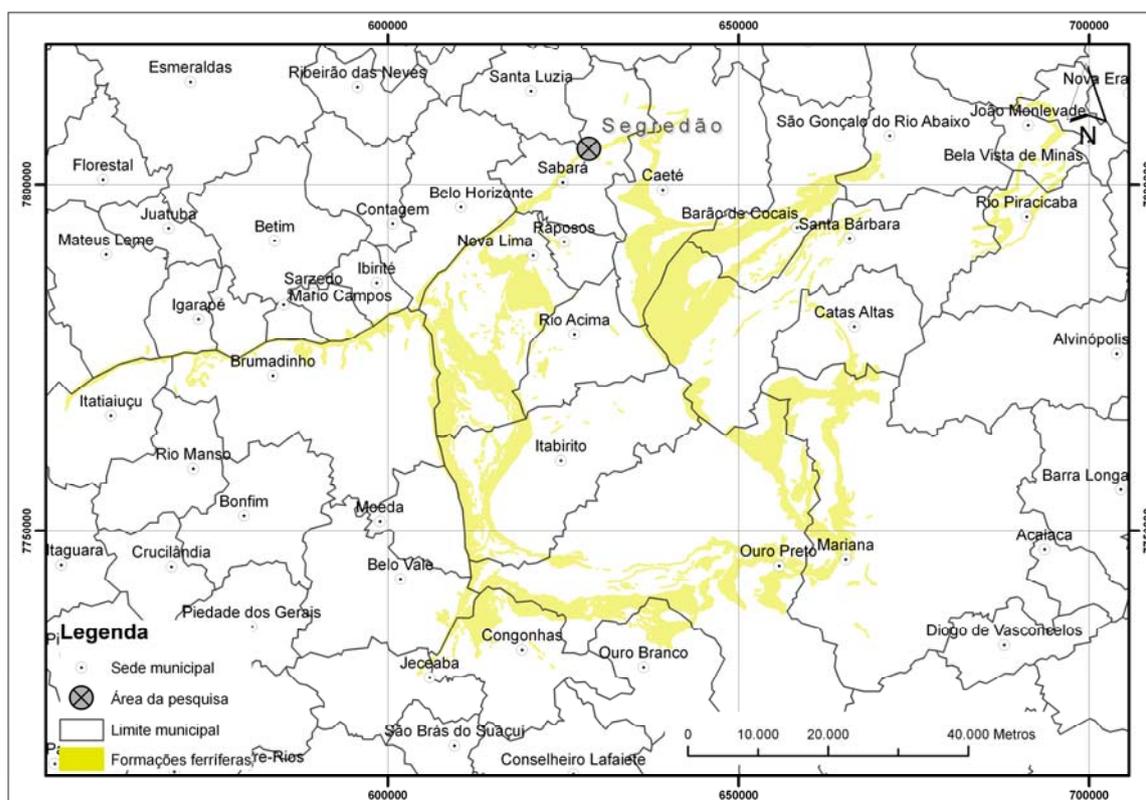


FIGURA 1 - Quadrilátero Ferrífero, municípios integrantes, formações ferríferas (em amarelo), localização da área da pesquisa.

FONTE: BIOMA Meio Ambiente (2010); dados de municípios: GEOMINAS (1996; 1998); geologia: CPRM (2003).

Nessa região, o clima é do tipo Cwa de Koeppen, temperado quente, com estação seca de abril a setembro e chuvosa de outubro a março. A temperatura média anual é de 20°C e a precipitação média anual de 1500mm, com pluviosidade média de 279mm no período chuvoso.

A área da pesquisa estende-se numa encosta posicionada a sul da serra principal, voltada para o interior do Quadrilátero Ferrífero, onde existe uma pequena cava, em fase

de recuperação, e vasta área sobre a qual há crosta ferruginosa com campos, vegetação sub-arbustiva, sub-arbórea e arbórea que colonizam a canga couraçada, a canga nodular e os bolsões formados na canga.

Trata-se de vasta área natural, situada entre as cotas altimétricas de 1.180m e 1.300m de altitude, com formação de crosta ferruginosa no alinhamento das cristas serranas e ocorrência de tipologias variadas de cobertura vegetal. Aí, encontram-se florestas ao longo dos vales, Cerrado nas encostas intermediárias, situadas em níveis altimétricos inferiores ao da carapaça ferruginosa, e Campo Ferruginoso sobre a carapaça (FIG. 2). No Campo Ferruginoso, foram realizadas a amostragem florística, fitossociológica, pedológica e a remoção do *topsoil*.

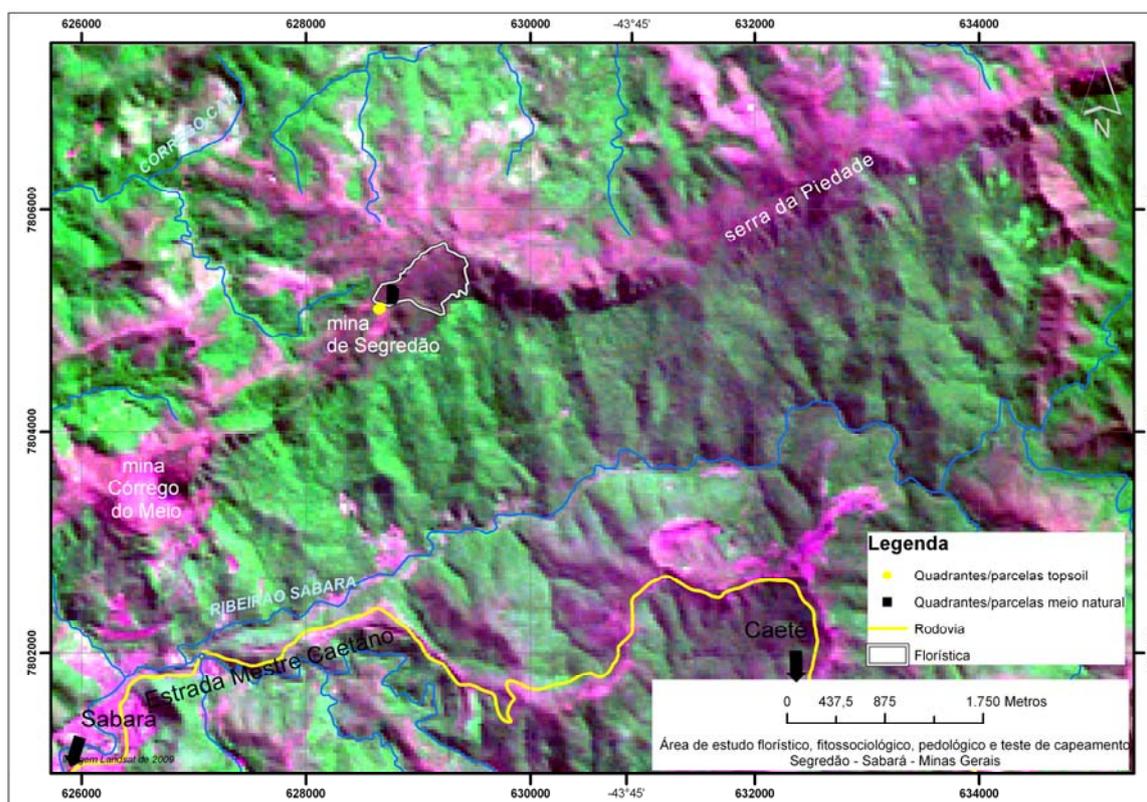


FIGURA 2 – Localização das áreas de pesquisa: estudo botânico, pedológico e uso de *topsoil*.
FONTE: BIOMA Meio Ambiente(2010); Imagem de satélite: Cbers (2009).

2.2 Florística

O levantamento florístico de plantas vasculares foi realizado entre fevereiro de 2007 e março de 2008. Para compor a lista de espécies, fizeram-se coletas de material botânico fértil em remanescentes preservados de vegetação exclusiva dos complexos rupestres de formação ferrífera (Campo Ferruginoso), nas três fisionomias ocorrentes na área – campestre, arbustiva e

arbórea, sem, contudo, separar as espécies por fisionomia. As campanhas de campo para coletas de dados foram de frequência mensal. O material coletado está depositado no herbário da Universidade Federal de Minas Gerais (BHCB). As FIG. 3, 4 e 5 mostram as áreas de amostragem.

A identificação das espécies se deu por meio de bibliografia específica, comparação com exsicatas determinadas, depositadas no BHCB, e mediante contribuição de especialistas quando necessário.

A lista das famílias seguiu a classificação do Angiosperm Phylogeny Group – APG II (2003) – para angiospermas; Smith *et al.*(2006) para samambaias; e Kramer e Tryon (1990) para as licófitas.



FIGURA 3 - Aspecto geral da vegetação da área da pesquisa.

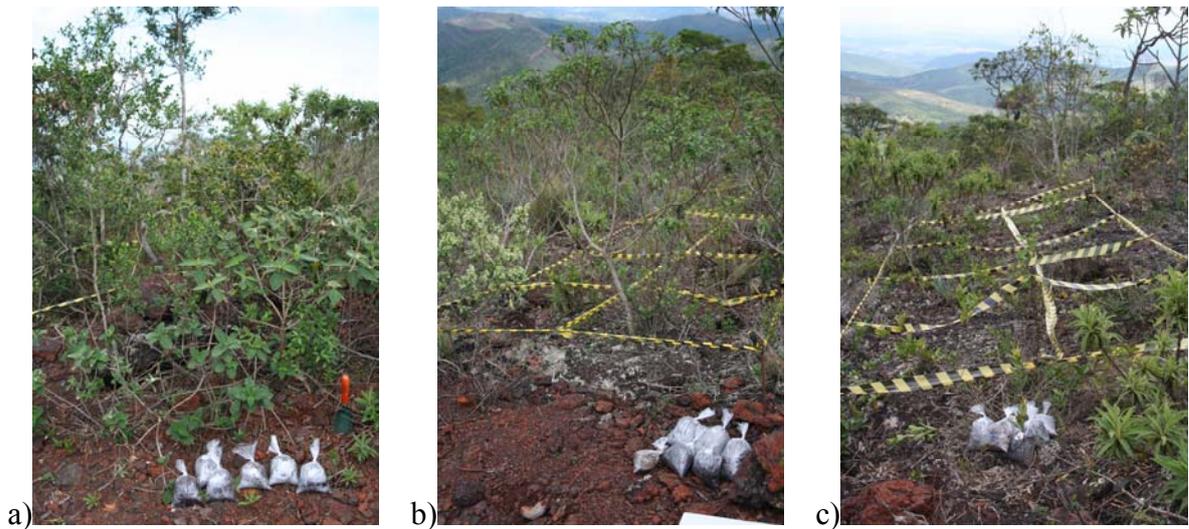


FIGURA 4 - Fisionomias amostradas na pesquisa no meio natural:

- a) Arbórea;
- b) Herbáceo/arbustiva;
- c) Herbácea.



FIGURA 5 - Vista da área onde foi implantado o experimento com *topsoil*. Observa-se, no entorno próximo, vegetação exótica e, ao fundo, a cidade de Sabará.

A confirmação da grafia dos nomes, bem como de seus autores, foi obtida por meio de consulta ao índice de espécies do programa *Index Kewensis 2.0* (Royal Botanic Gardens, 1997) e aos sites: *Missouri Botanical Garden* (<http://www.mobot.org>) e *The International Plant Names Index* (<http://www.ipni.org>), ou em literaturas específicas atuais. As

abreviações dos nomes dos autores das espécies seguiram Brummitt e Powell (1992).

Os dados sobre os ambientes de ocorrência e hábitos das espécies basearam-se em observações de campo ou foram extraídos dos rótulos das exsicatas examinadas.

Consideraram-se ervas espécies não lenhosas, podendo estas ser terrestres, rupícolas e epífitas. Espécies terrestres lenhosas, inclusive as xilopodiosas, de altura predominantemente abaixo de 30cm, foram denominadas subarbustos; as que em geral se enquadram entre 30cm e 2m de altura foram denominadas arbustos; e as de altura geralmente superior a 2m, árvores.

2.3 Estrutura fitossociológica do meio natural

O método utilizado para verificar os padrões da estrutura dos componentes herbáceo, arbustivo e arbóreo da vegetação foi o de parcelas (BRAUN-BLANQUET, 1979).

No meio natural foram alocadas, de forma sistemática, em um transecto, 25 parcelas de 5m x 2m, com intervalo de 1m entre parcelas, com sorteio de 15 parcelas, totalizando 150m² de área amostrada. Foi também desta área que se removeu o *topsoil*, com o qual formaram-se quinze parcelas de igual tamanho, em área raspada por trator para limpeza e cercada, situada a 300m da área de remoção, no mesmo dia. A espessura foi definida pelo volume de material disponibilizado pelo decapeamento, de cerca de 5 a 15cm, dependendo do volume de material removido das parcelas do meio natural, onde fez-se levantamento fitossociológico após cinco e doze meses de deposição do material.

Em cada parcela, foram anotados a espécie, o diâmetro à altura do solo (DAS em cm), a altura total (cm) e contado o número de indivíduos. Foram considerados todos os indivíduos acima de 1cm de altura para as espécies herbáceas e acima de 5cm para as lenhosas. No caso das espécies com reprodução clonal (orquídeas e gramíneas, entre outras), cada touceira isolada foi considerada como um indivíduo. Os parâmetros fitossociológicos considerados na análise da organização comunitária foram: densidade, dominância e frequência, que são utilizados na composição do valor de importância e de cobertura, conforme Mueller-Dombois e Ellenberg (1974).

Quanto à análise de heterogeneidade, existem vários índices de quantificação da diversidade de uma comunidade ou ecossistema, os quais possibilitam comparar diferentes tipos de vegetação. Neste trabalho, foi utilizado o Índice de Diversidade de Shannon (H')

(BROWER e ZAR, 1984) e o Coeficiente de Equabilidade de Pielou (J) (PIELOU, 1975).

Para realização dos cálculos dos parâmetros fitossociológicos e florísticos, fez-se uso do programa *Mata Nativa 2* (CIENITEC, 2006).

Os valores da densidade de indivíduos e espécies, a altura média, a área basal e o diâmetro médio foram comparados entre as comunidades estudadas (ambiente natural, *topsoil* aos cinco meses e *topsoil* aos 12 meses) com análises de variância (ANOVA), seguidas de testes de Tukey a 5% de probabilidade. Somente os indivíduos com DAS maior ou igual a 0,1cm foram analisados estatisticamente no estudo fitossociológico realizado. Para todas as análises estatísticas utilizou-se o programa *Statistica 7.0* (STATSOFT, 2004).

2.4 Levantamento das variáveis pedológicas

Para melhor compreensão das variações nos atributos químicos dos solos nas parcelas do meio natural e no *topsoil* aos doze meses de deposição, foram coletadas cinco amostras simples de solo, na profundidade de 0-10 cm, em cada parcela. As amostras simples foram homogeneizadas formando amostras compostas. As amostras de solos coletadas foram encaminhadas para análise química de rotina ao Laboratório de Rotina de Solos do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa.

As análises químicas foram realizadas em três repetições, de acordo com as recomendações constantes em EMBRAPA (1997), sendo determinadas as seguintes características químicas do solo: acidez ativa em água (pH), teores de fósforo (P) e potássio (K^+) disponíveis, cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), acidez trocável (Al^{3+}) e potencial (Al+H); soma de bases (SB) e saturação por bases (V); capacidade de troca catiônica total (T) e efetiva (t); saturação por alumínio (m), matéria orgânica (MO), fósforo remanescente (P-rem), além dos teores dos micronutrientes zinco (Zn), ferro (Fe), manganês (Mn) e cobre (Cu).

As variáveis pedológicas obtidas nas parcelas do meio natural e no *topsoil* aos 12 meses de deposição foram comparadas com análises de variância (ANOVA), seguidas de testes de média de Tukey a 5% de probabilidade, sendo os cálculos efetuados pelo programa *Statistica 7.0* (STATSOFT, 2004).

2.5 Análise de Correspondência Canônica (CCA)

Para analisar as correlações entre os atributos pedológicos e os vegetacionais na estruturação e organização espacial das comunidades do ambiente natural e *topsoil* aos 12 meses, foi empregada a análise de correspondência canônica (CCA) (TER BRAAK, 1986, 1987), utilizando o programa *PC-ORD for Windows* versão 4.14 (MCCUNE e MEFFORD, 1999). A matriz de vegetação de cada uma das áreas foi constituída da densidade absoluta (DA) das 30 espécies que apresentaram número de indivíduos ≥ 10 (dez) na amostragem fitossociológica que não considerou o limite de inclusão de DAS menor ou igual a 0,1 cm.

A matriz de variáveis pedológicas foi formada pelas seguintes variáveis de solos: acidez ativa (pH), teores de fósforo (P), potássio (K^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), acidez trocável (Al^{3+}), acidez potencial (H+Al), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) efetiva (t), CTC total (T), matéria orgânica (MO) e teores de zinco (Zn), manganês (Mn) e cobre (Cu) que foram as variáveis de solos mais representativas e mais fortemente correlacionadas com os eixos de ordenação. Ao final, foi aplicado o teste de permutação de Monte Carlo ($p < 0,05$) com o objetivo de verificar a significância das correlações entre os padrões emergentes das espécies e variáveis pedológicas na CCA final.

2.6 Uso de *topsoil*

Após realização dos levantamentos florístico e pedológico nas parcelas delimitadas no meio natural, removeu-se o *topsoil* de cada parcela, com auxílio de pá carregadeira (W20E turbo – Case). Esse equipamento, de pequeno porte em face ao exigido pela atividade minerária, permitiu a melhor remoção do *topsoil* onde o solo era mais fraturado ou nodular. Onde ele era de canga couraçada, pela dureza do material, houve dificuldade de remoção, o que gerou volume menor de *topsoil*. O material foi transportado e depositado em área depois cercada, na mina em processo de recuperação ambiental, sobre material inerte exposto pela ação mecânica do trator, onde formaram-se as 15 parcelas de igual tamanho, correspondentes às do meio natural. As espessuras variaram entre 5 e 15cm.

Ressalte-se que, em torno das áreas de formação das parcelas, existe uma cortina verde formada por *Eucalyptus maculata* e cobertura vegetal exótica, resultantes da revegetação aplicada na pequena cava paralisada.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Florística do meio natural

A cobertura vegetal sobre formação ferrífera na área de Segredão abriga fisionomias predominantemente herbáceo-arbustivas, mas com presença das fisionomias herbácea, arbustiva e arbórea. O levantamento florístico das plantas vasculares revelou a presença de 191 espécies, distribuídas em 134 gêneros, pertencentes a 55 famílias. Destas, 170 foram identificadas até o nível de espécies, 16 até gênero e cinco permaneceram Indeterminadas (ANEXO A).

As famílias que contribuíram com o maior número de espécies foram: Asteraceae (23 spp.), Myrtaceae (14 spp.), Orchidaceae (12 spp.), Fabaceae, Rubiaceae e Poaceae (10 spp. cada), Malpighiaceae (9 spp.), Melastomataceae, Solanaceae e Verbenaceae (6 spp. cada), Bignoniaceae, Bromeliaceae e Cyperaceae (5 spp. cada), Apocynaceae e Velloziaceae (4 spp. cada) que, juntas, corresponderam a 68% do total de espécies levantadas. No nível genérico, a maior riqueza foi encontrada em *Myrcia* (7), *Solanum* (5), *Eugenia* e *Borreria* (4 cada), *Axonopus*, *Byrsonima*, *Declieuxia*, *Heteropterys*, *Lippia*, *Peperomia* e *Vellozia* (3 cada).

Não foram encontradas espécies integrantes da *Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção* (MMA, 2008). Identificaram-se duas espécies que integram o Anexo 2 da referida listagem, que indica espécies que devem ser melhor estudadas: *Arthrocareus glaziovii* e *Sophronitis caulescens*.

Dentre as 191 espécies inventariadas, 75 são arbustos, 72 são ervas, 20 são subarbustos, 18 são árvores e seis são lianas. A maioria das espécies é terrestre (148 spp.); 18 espécies são exclusivamente rupícolas; e três são exclusivamente epífitas. Uma única espécie é parasita e outra, hemiepífita. Cinco espécies podem ser encontradas como rupícolas e/ou epífitas e 13 espécies como rupícolas e/ou terrestres. Duas espécies encontradas são rupícolas e/ou epífitas e/ou terrestres (ANEXO A).

Quanto aos ambientes, 109 espécies são exclusivas de Campo Rupestre, 11 são de Cerrado e 21 de Capão de Mata. 33 são encontradas em Campo Rupestre e/ou Capão de Mata, 16 são de Cerrado e/ou Campo Rupestre. *Pyrostegia venusta* é a única espécie que ocorre nos três ambientes (ANEXO A).

Um dos objetivos desse estudo foi comparar seus resultados com os obtidos na

mina de Alegria. Nesta área, foram identificadas 333 espécies pertencentes a 85 famílias. Já na mina de Segredão ocorreram 191 espécies de 55 famílias. Compilando-se as duas listas, observa-se um total de 404 espécies pertencentes a 88 famílias, o que mostra a elevada riqueza florística dos ambientes estudados, reforçando-se, assim, o encontrado por Vincent (2004) em seu estudo realizado no Parque Estadual do Rola Moça. Dessas espécies, 103 foram encontradas exclusivamente na mina de Segredão, o que representa um valor significativo de diversidade, sobretudo, considerando-se o número total de espécies aí ocorrente (191).

Relacionando-se os resultados obtidos nas duas áreas de pesquisa, verifica-se que, na área de Alegria, inventariou-se quase o dobro das espécies encontradas em Sabará. A essa expressiva diferença podem ser atribuídas algumas explicações. A mina de Alegria está em operação, sendo o acesso às suas áreas absolutamente controlado. Já na área de Segredão, ainda que cercada, há possibilidade de acesso por aí não haver atividade minerária nem vigilância ininterrupta. Como a área está próxima de estradas, torna-se susceptível às coletas predatórias de mudas de espécies ornamentais e a queimadas, fatores indutores da redução de espécies em qualquer ecossistema.

Na mina de Alegria não foram encontradas espécies de Cerrado, que ocorreram na área de Segredão. Esse fato pode ser explicado pela proximidade desta área com o Grupo Nova Lima, de formações auríferas, onde se encontra Cerrado no Quadrilátero Ferrífero (SANTOS, 2001).

Levantamentos realizados em Campos Ferruginosos dessa região (VINCENT, 2004; JACOBI *et al.*, 2007; MENDONÇA *et al.*, 2007; MOURÃO e STEHMANN, 2007; VIANA e LOMBARDI, 2007), assim como em formações quartzíticas (GIULIETTI *et al.*, 1987; BRANDÃO e GAVILANES, 1990; HARLEY, 1995; GUEDES e ORGE, 1998), relatam a família Asteraceae como a mais rica em espécies. Fabaceae e Poaceae também apresentam alta riqueza específica em todos os levantamentos de Campos Rupestres, tanto sobre formações ferríferas quanto quartzíticas.

No presente estudo, estas famílias estão bem representadas, ocorrendo também a predominância de Asteraceae (23 spp.). Já na mina de Alegria, a família Orchidaceae apareceu com uma riqueza de espécies incomum (51 spp.), evidenciando um caso especial no ambiente dos Campos Ferruginosos, atribuível à proximidade da área com a serra do Caraça, importante centro de diversidade dessa família para o Brasil (MOTA, 2006) e a seu isolamento que impede a coleta predatória.

Na área de Segredão, as espécies mais frequentes da família Asteraceae foram: *Trixis vauthieri*, *Dasyphyllum candolleanum*, *Eremanthus incanus*, *Baccharis reticularia* e *B. serrullata*. Da família Myrtaceae, com riqueza de 14 espécies, destacaram-se: *Eugenia puniceifolia*, *Myrcia mutabilis* e *Myrcia splendens*. Melastomataceae apresentaram seis espécies, entre as quais sobressaíram-se *Tibouchina multiflora*, *Miconia sellowiana* e *Leandra cancellata*. Apareceram também com seis espécies: Poaceae com *Axonopus siccus*, *Echinolaena inflexa* como mais frequentes; Verbenaceae com *Stachytarpheta glabra* e *Lippia gracilis* como mais frequentes; e Fabaceae, com *Periandra mediterranea*, *Dalbergia micolobium*, *Senna rugosa*, *Centrosema coriaceum* e *Galactia martii*.

Com relação às famílias Orchidaceae (12 spp.), Bromeliaceae (5 spp.), Velloziaceae (4 spp.), famílias importantes dos Campos Ferruginosos, entre outras, observou-se baixo número de indivíduos e populações reduzidas. Tal resultado se deve, provavelmente, a coletas predatórias. No caso de Cactaceae, que apareceu com quatro espécies na mina de Alegria e dentre elas não constou *Arthrocereus glaziovii*, clássica dos Campos Ferruginosos, em Sabará ela foi representada exatamente por esta espécie, com ocorrência de muitos indivíduos.

Espécies raras aí também ocorreram em populações de pequenas proporções, caso de *Alstroemeria rupestris*, *Hippeastrum morelianum*, *Arthrocereus glaziovii*, *Sinningia rupicola*, *Ocotea tristis*, *Guatteria sellowiana*, que apareceram esparsamente.

3.2 Fitossociologia das parcelas do meio natural

Os resultados florísticos das quinze parcelas, onde foi feita análise fitossociológica (150m² em meio natural), mostraram 723 indivíduos vivos, distribuídos em 19 espécies, 17 gêneros e 11 famílias (TAB. 1) Cinco espécies e três famílias não puderam ser identificadas por ausência de material fértil.

As famílias que apresentaram maior número de indivíduos foram: Fabaceae, com 232 (32%); Asteraceae, com 153 (21%); Euphorbiaceae, com 142 (20%); Verbenaceae, com 90 (12%); Melastomataceae, com 43 (6%); Rubiaceae, com 29 (4%); e Myrtaceae, com 20 indivíduos (3%). As famílias Celastraceae, Phyllantaceae, Malpighiaceae, Velloziaceae e as Indeterminadas apresentaram, juntas, 14 indivíduos (2%).

TABELA 1

Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas em Campo Rupestre sobre formação ferrífera (meio natural), mina do Segredão, Sabará, MG.

| Nome Científico | Família | N | DA | DR | FA | FR | DoA | DoR | VC | VI |
|--|-----------------|------------|----------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| <i>Periandra mediterranea</i> (Vell.) Taub. | Fabaceae | 232 | 15466,67 | 32,09 | 100,00 | 11,54 | 0,610 | 6,82 | 19,46 | 16,82 |
| <i>Trixis vauthieri</i> DC. | Asteraceae | 62 | 4133,33 | 8,58 | 86,67 | 10,00 | 1,690 | 18,89 | 13,73 | 12,49 |
| <i>Sebastiania glandulosa</i> Muell. Arg. | Euphorbiaceae | 142 | 9466,67 | 19,64 | 100,00 | 11,54 | 0,545 | 6,09 | 12,86 | 12,42 |
| <i>Tibouchina multiflora</i> Cogn. | Melastomataceae | 43 | 2866,67 | 5,95 | 73,33 | 8,46 | 1,947 | 21,76 | 13,85 | 12,06 |
| <i>Stachytarpheta glabra</i> Cham. | Verbenaceae | 64 | 4266,67 | 8,85 | 86,67 | 10,00 | 0,922 | 10,31 | 9,58 | 9,72 |
| <i>Eupatorium</i> sp. | Asteraceae | 57 | 3800,00 | 7,88 | 93,33 | 10,77 | 0,184 | 2,05 | 4,97 | 6,90 |
| <i>Lippia gracilis</i> Schauer | Verbenaceae | 26 | 1733,33 | 3,60 | 53,33 | 6,15 | 0,666 | 7,45 | 5,52 | 5,73 |
| <i>Eremanthus incanus</i> (DC.) Mac Leish. | Asteraceae | 16 | 1066,67 | 2,21 | 53,33 | 6,15 | 0,537 | 6,01 | 4,11 | 4,79 |
| <i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC. | Myrtaceae | 17 | 1133,33 | 2,35 | 26,67 | 3,08 | 0,737 | 8,24 | 5,30 | 4,56 |
| <i>Psyllocarpus laricoides</i> Mart. e Zucc. | Rubiaceae | 29 | 1933,33 | 4,01 | 40,00 | 4,62 | 0,022 | 0,25 | 2,13 | 2,96 |
| <i>Dasyphyllum candolleianum</i> (Gardner) Cabrera | Asteraceae | 9 | 600,00 | 1,24 | 26,67 | 3,08 | 0,205 | 2,29 | 1,77 | 2,20 |
| <i>Baccharis reticularia</i> DC. | Asteraceae | 8 | 533,33 | 1,11 | 26,67 | 3,08 | 0,187 | 2,09 | 1,60 | 2,09 |
| <i>Maytenus</i> sp. | Celastraceae | 3 | 200,00 | 0,41 | 6,67 | 0,77 | 0,166 | 1,85 | 1,13 | 1,01 |
| <i>Birsonima variabilis</i> DC. | Malpighiaceae | 1 | 66,67 | 0,14 | 6,67 | 0,77 | 0,176 | 1,97 | 1,05 | 0,96 |
| <i>Phyllanthus rosellus</i> Muell. Arg. | Phyllanthaceae | 3 | 200,00 | 0,41 | 20,00 | 2,31 | 0,001 | 0,01 | 0,21 | 0,91 |
| <i>Vellozia compacta</i> Mart. ex Schult. e Schult. f. | Velloziaceae | 1 | 66,67 | 0,14 | 6,67 | 0,77 | 0,158 | 1,77 | 0,95 | 0,89 |
| <i>Myrcia</i> sp. 2 | Myrtaceae | 1 | 66,67 | 0,14 | 6,67 | 0,77 | 0,097 | 1,08 | 0,61 | 0,66 |
| Indeterminada 1 | Indeterminada | 2 | 133,33 | 0,28 | 13,33 | 1,54 | 0,001 | 0,01 | 0,14 | 0,61 |
| <i>Maytenus gonolada</i> cf. | Celastraceae | 2 | 133,33 | 0,28 | 6,67 | 0,77 | 0,062 | 0,69 | 0,48 | 0,58 |
| Indeterminada 1 | Myrtaceae | 1 | 66,67 | 0,14 | 6,67 | 0,77 | 0,017 | 0,19 | 0,16 | 0,37 |
| <i>Myrcia</i> sp. 3 | Myrtaceae | 1 | 66,67 | 0,14 | 6,67 | 0,77 | 0,015 | 0,17 | 0,15 | 0,36 |
| Indeterminada | Asteraceae | 1 | 66,67 | 0,14 | 6,67 | 0,77 | 0,000* | 0,00* | 0,07 | 0,30 |
| Indeterminada 2 | Indeterminada | 1 | 66,67 | 0,14 | 6,67 | 0,77 | 0,000* | 0,00* | 0,07 | 0,30 |
| Indeterminada 3 | Indeterminada | 1 | 66,67 | 0,14 | 6,67 | 0,77 | 0,000* | 0,00* | 0,07 | 0,30 |
| Total | | 723 | 48200,0 | 100,00 | 866,67 | 100,00 | 8,946 | 100,00 | 100,0 | 100,00 |

* Valores menores que 10^{-4}

N: Número de indivíduos; DA: Densidade Absoluta; DR: Densidade Relativa %; FA: Frequência Absoluta; FR: Frequência Relativa %; DoA: Dominância Absoluta (m^2/ha); DoR: Dominância relativa %; VC: Valor de cobertura %; VI: Valor de importância %

O maior DAS foi de 14 cm, medido em um único indivíduo de *Tibouchina multiflora*; a maior altura foi de 2,70 m, medida em *Eugenia puniceifolia*. A densidade absoluta foi de 48200 indivíduos por hectare, com dominância absoluta de 8,94 m^2/ha , baixa se comparada a ecossistemas de Cerrado e florestais, mas próximos aos obtidos na mesma tipologia vegetal (VINCENT, 2004).

Periandra mediterranea contribuiu com 232 indivíduos, 32% da amostra, maior densidade absoluta e relativa, frequência absoluta e relativa, valor de cobertura e valor de importância, seguida de *Sebastiania glandulosa*, com 142 indivíduos, 20% da amostra. Juntas, somaram 52% dos indivíduos medidos.

As espécies mais frequentes foram *Stachytarpheta glabra*, *Trixis vauthieri*, *Eupatorium* sp. e *Tibouchina multiflora*, que somaram 222 indivíduos, 31% da população amostrada. *Psyllocarpus laricoides*, *Lippia gracilis*, *Eugenia puniceifolia* e *Eremanthus incanus* somaram 88 indivíduos, 12% da mesma população.

O IVI mais alto foi para *Periandra mediterranea*, seguido de *Trixis vauthieri*, *Sebastiania glandulosa* e *Tibouchina multiflora* que, juntas, representaram 54% dos indivíduos amostrados. Em seguida, apareceram *Stachytarpheta glabra*, *Eupatorium* sp.,

Lippia gracilis, *Eremanthus incanus* e *Eugenia punicifolia*.

Algumas espécies contribuíram com um indivíduo, *Birsonima variabilis*, *Vellozia compacta*, *Myrcia* sp., o mesmo ocorrendo com cinco Indeterminadas.

3.3 Fitossociologia das plantas estabelecidas nas parcelas de *topsoil*

3.3.1 *Topsoil* aos cinco meses

A amostragem nos 150m² do *topsoil* aos cinco meses de deposição revelou a presença de 1215 indivíduos vivos, distribuídos em 24 espécies, 22 gêneros e 13 famílias (TAB. 2). Oito famílias e oito espécies não foram identificadas porque consistiam em plântulas muito pequenas ou sem material fértil.

O maior DAS foi de 1,9cm e a maior altura de 1,14m foram medidos em *Borreria capitata*; a densidade absoluta foi de 81000 indivíduos por hectare e a dominância absoluta foi de 1,2 m²/ha, quase o dobro de indivíduos do meio natural (48200), com área de cobertura muito baixa, se comparada com a do meio natural, de 8,9m²/ha.

As famílias que apresentaram maior número de indivíduos foram: Euphorbiaceae com 431 (36%); Rubiaceae com 233 (20%); Phytolaccaceae com 208 (17%); Verbenaceae com 159 (13%) e Melastomataceae com 113 (9%). As famílias Asteraceae, Solanaceae, Myrtaceae, Malvaceae, Polygalaceae, Convolvulaceae, Fabaceae, Scrophularinaceae e as Indeterminadas apresentaram, juntas, 64 indivíduos (5%).

TABELA 2

Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas com cinco meses nas parcelas com deposição de *topsoil*, mina do Segredão, Sabará, MG.

| Nome Científico | Familia | N | DA | DR | FA | FR | DoA | DoR | IVC | IVI |
|--|------------------|-------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| <i>Sebastiania glandulosa</i> Muell. Arg. | Euphorbiaceae | 431 | 28733,33 | 35,47 | 93,33 | 11,48 | 0,583 | 48,61 | 42,04 | 31,85 |
| <i>Borreria capitata</i> (Ruiz e Pav.) DC. | Rubiaceae | 233 | 15533,33 | 19,18 | 93,33 | 11,48 | 0,292 | 24,31 | 21,74 | 18,32 |
| <i>Microtea paniculata</i> Moq. | Phytolaccaceae | 208 | 13866,67 | 17,12 | 93,33 | 11,48 | 0,111 | 9,28 | 13,20 | 12,63 |
| <i>Stachytarpheta glabra</i> Cham. | Verbenaceae | 162 | 10800,00 | 13,33 | 100,00 | 12,30 | 0,086 | 7,17 | 10,25 | 10,93 |
| <i>Tibouchina multiflora</i> Cogn. | Melastomataceae | 113 | 7533,33 | 9,30 | 86,67 | 10,66 | 0,051 | 4,23 | 6,77 | 8,06 |
| <i>Solanum stenandrum</i> Sendtn. | Solanaceae | 12 | 800,00 | 0,99 | 53,33 | 6,56 | 0,008 | 0,64 | 0,81 | 2,73 |
| <i>Sida glaziovii</i> K. Schum. | Malvaceae | 6 | 400,00 | 0,49 | 33,33 | 4,10 | 0,011 | 0,94 | 0,72 | 1,84 |
| <i>Polygala paniculata</i> L. | Polygaleae | 6 | 400,00 | 0,49 | 33,33 | 4,10 | 0,001 | 0,10 | 0,30 | 1,56 |
| <i>Chromolaena multiflosculosa</i> (DC.) R.M. King e H. Rob. | Asteraceae | 6 | 400,00 | 0,49 | 26,67 | 3,28 | 0,002 | 0,17 | 0,33 | 1,31 |
| <i>Borreria suaveolens</i> G.F.W. Mey. | Rubiaceae | 5 | 333,33 | 0,41 | 20,00 | 2,46 | 0,004 | 0,35 | 0,38 | 1,07 |
| Indeterminada 2 | Indeterminada | 2 | 133,33 | 0,16 | 13,33 | 1,64 | 0,016 | 1,37 | 0,77 | 1,06 |
| <i>Vernonia polyanthes</i> Less. | Asteraceae | 2 | 133,33 | 0,16 | 13,33 | 1,64 | 0,016 | 1,34 | 0,75 | 1,05 |
| <i>Eugenia punicifolia</i> (Kunth) DC. | Myrtaceae | 4 | 266,67 | 0,33 | 13,33 | 1,64 | 0,003 | 0,24 | 0,28 | 0,73 |
| <i>Trixis vauthieri</i> DC. | Asteraceae | 3 | 200,00 | 0,25 | 13,33 | 1,64 | 0,003 | 0,21 | 0,23 | 0,70 |
| <i>Periandra mediterranea</i> (Vell.) Taub. | Fabaceae | 2 | 133,33 | 0,16 | 13,33 | 1,64 | 0,001 | 0,05 | 0,11 | 0,62 |
| <i>Eucaliptus maculatae</i> (Blakely) Chippend. | Myrtaceae | 3 | 200,00 | 0,25 | 6,67 | 0,82 | 0,000 | 0,04 | 0,14 | 0,37 |
| <i>Scoparia dulcis</i> L. | Scrophulariaceae | 1 | 66,67 | 0,08 | 6,67 | 0,82 | 0,003 | 0,21 | 0,15 | 0,37 |
| Indeterminada 7 | Indeterminada | 1 | 66,67 | 0,08 | 6,67 | 0,82 | 0,003 | 0,21 | 0,15 | 0,37 |
| Indeterminada 6 | Indeterminada | 2 | 133,33 | 0,16 | 6,67 | 0,82 | 0,000 | 0,03 | 0,10 | 0,34 |
| Indeterminada 13 | Indeterminada | 1 | 66,67 | 0,08 | 6,67 | 0,82 | 0,001 | 0,11 | 0,10 | 0,34 |
| <i>Psyllocarpus laricoides</i> Mart. e Zucc. | Rubiaceae | 1 | 66,67 | 0,08 | 6,67 | 0,82 | 0,001 | 0,07 | 0,08 | 0,32 |
| <i>Eremanthus incanus</i> (DC.) Mac Leish. | Asteraceae | 1 | 66,67 | 0,08 | 6,67 | 0,82 | 0,001 | 0,07 | 0,08 | 0,32 |
| Indeterminada 3 | Indeterminada | 1 | 66,67 | 0,08 | 6,67 | 0,82 | 0,001 | 0,07 | 0,08 | 0,32 |
| <i>Baccharis dracunculifolia</i> DC. | Asteraceae | 1 | 66,67 | 0,08 | 6,67 | 0,82 | 0,000 | 0,04 | 0,06 | 0,31 |
| Indeterminada 5 | Indeterminada | 1 | 66,67 | 0,08 | 6,67 | 0,82 | 0,000 | 0,04 | 0,06 | 0,31 |
| <i>Baccharis reticularia</i> DC. | Asteraceae | 1 | 66,67 | 0,08 | 6,67 | 0,82 | 0,000 | 0,02 | 0,05 | 0,31 |
| <i>Dasyphyllum sprengelianum</i> (Gardn.) Cabrera | Asteraceae | 1 | 66,67 | 0,08 | 6,67 | 0,82 | 0,000 | 0,02 | 0,05 | 0,31 |
| Indeterminada 14 | Indeterminada | 1 | 66,67 | 0,08 | 6,67 | 0,82 | 0,000 | 0,02 | 0,05 | 0,31 |
| Indeterminada 16 | Indeterminada | 1 | 66,67 | 0,08 | 6,67 | 0,82 | 0,000 | 0,02 | 0,05 | 0,31 |
| <i>Erigeron bonariensis</i> Hort ex. Link | Asteraceae | 1 | 66,67 | 0,08 | 6,67 | 0,82 | 0,000 | 0,02 | 0,05 | 0,31 |
| <i>Eupatorium</i> sp. | Asteraceae | 1 | 66,67 | 0,08 | 6,67 | 0,82 | 0,000 | 0,00 | 0,04 | 0,30 |
| <i>Phyllanthus</i> sp. | Phyllanthaceae | 1 | 66,67 | 0,08 | 6,67 | 0,82 | 0,000 | 0,00 | 0,04 | 0,30 |
| Total | | 1215 | 81000,00 | 100,00 | 813,33 | 100,00 | 1,200 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

* Valores menores que 10⁻⁴

N: Número de indivíduos; DA: Densidade Absoluta; DR: Densidade Relativa %; FA: Frequência Absoluta; FR: Frequência Relativa %; DoA: Dominância Absoluta (m²/ha); DoR: Dominância relativa %; VC: Valor de cobertura %; VI: Valor de importância %

Sebastiania glandulosa contribuiu com 431 indivíduos, 35% da amostra, maior densidade absoluta e relativa, valor de cobertura e valor de importância, seguida de *Borreria capitata*, com 233 indivíduos, 19% da amostra; *Microtea paniculata*, com 208 indivíduos (17%); *Stachytarpheta glabra*, com 159 indivíduos (13%), e *Tibouchina multiflora*, com 113 indivíduos, 9% da população amostrada. Juntas, somaram 94% das plantas amostradas. Várias espécies contribuíram com um indivíduo: *Scoparia dulcis*, *Psyllocarpus laricoides*, *Eremanthus incanus*, *Dasyphyllum candolleanum*, *Eupatorium* sp., *Phyllanthus* sp. e 10 Indeterminadas. Tais resultados indicam semelhanças florísticas com as observadas no meio natural, ainda que diferenciados no que se refere à altura, DAS, número de indivíduos, número de espécies e sua distribuição.

Quanto às diferenças entre os resultados obtidos nas parcelas de *topsoil* e as do meio natural, alguns fatores podem explicá-las. Em primeiro lugar, com relação à altura e

ao DAS, estão relacionadas à idade das plantas no *topsoil*, jovens em relação às do meio natural, cujas alturas são maiores, bem como o DAS. Relativamente ao número de indivíduos, o menor número no meio natural é explicado pela área ocupada por indivíduos adultos, maior do que a ocupada pelos jovens; o maior número no *topsoil* se deve à presença de espécies cuja germinação é rápida e/ou com grande ocorrência no solo. A presença de muitas sementes férteis das espécies nascidas no *topsoil*, a maior resistência à germinação de certas espécies, como *Periandra mediterranea*, e a ausência de sementes do meio natural no *topsoil* também podem constituir fatores explicativos dessas diferenças.

No experimento, ocorreram espécies exóticas em decorrência de sua presença nas proximidades, em cortina vegetal e na revegetação da pequena mina.

3.3.2 *Topsoil* aos 12 meses

No *topsoil* aos doze meses, a amostragem evidenciou 1089 indivíduos de 20 espécies, 17 gêneros e 11 famílias, fora as Indeterminadas (TAB. 3). A densidade absoluta foi de 72600 indivíduos por hectare. A maior altura foi de 1,45 m, tomada de um indivíduo de *Chaptalia integrifolia*. O maior DAS foi de 2,30cm, medido em um indivíduo de *Sebastiania glandulosa*. A dominância absoluta foi de 1,57m²/ha, também baixa se comparada a Campos Rupestres Naturais ou a outros ecossistemas de Cerrado e florestais (VINCENT, 2004).

Três famílias e oito espécies não foram identificadas pelos mesmos motivos já mencionados - inexistência de material fértil ou pelo estágio de plântula dos indivíduos, o que dificulta a identificação. Foram amostrados 21 indivíduos mortos, provavelmente de espécies que completaram seu ciclo vital (*Microtea paniculata*, por exemplo). Quatro espécies tiveram sua identificação possível somente no nível genérico.

As famílias que apresentaram maior número de indivíduos foram: Euphorbiaceae com 412 (38%); Asteraceae com 219 (20%); Verbenaceae com 142 (13%); Melastomataceae com 140 (13%); Phytolaccaceae com 78 (7%); e Rubiaceae com 52 (5%). As famílias Malvaceae, Solanaceae, Myrtaceae, Fabaceae, Morta e as Indeterminadas apresentaram, juntas, 46 indivíduos (4%).

TABELA 3

Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas com 12 meses nas parcelas com deposição de *topsoil*, mina do Segredão, Sabará, MG.

| Nome Científico | Familia | N | DA | DR | FA | FR | DoA | DoR | VC | VI |
|--|-----------------|-------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|---------------|---------------|---------------|
| <i>Sebastiania glandulosa</i> Muell. Arg. | Euphorbiaceae | 412 | 27466,67 | 37,83 | 93,33 | 10,53 | 0,985 | 62,41 | 50,12 | 36,92 |
| <i>Stachytarpheta glabra</i> Cham. | Verbenaceae | 142 | 9466,667 | 13,04 | 100,00 | 11,28 | 0,173 | 10,96 | 12,00 | 11,76 |
| <i>Chaptalia integrifolia</i> Baker | Asteraceae | 177 | 11800,00 | 16,25 | 60,00 | 6,77 | 0,097 | 6,16 | 11,21 | 9,73 |
| <i>Tibouchina multiflora</i> Cogn. | Melastomataceae | 140 | 9333,33 | 12,86 | 93,33 | 10,53 | 0,086 | 5,44 | 9,15 | 9,61 |
| <i>Microtea paniculata</i> Moq. | Phytolaccaceae | 78 | 5200,00 | 7,16 | 86,67 | 9,77 | 0,087 | 5,50 | 6,33 | 7,48 |
| <i>Borreria capitata</i> (Ruiz e Pav.) DC. | Rubiaceae | 38 | 2533,33 | 3,49 | 86,67 | 9,77 | 0,064 | 4,07 | 3,78 | 5,78 |
| <i>Baccharis reticularia</i> DC. | Asteraceae | 28 | 1866,67 | 2,57 | 53,33 | 6,02 | 0,014 | 0,87 | 1,72 | 3,15 |
| Morta | Morta | 21 | 1400,00 | 1,93 | 46,67 | 5,26 | 0,015 | 0,95 | 1,44 | 2,71 |
| <i>Sida glaziovii</i> K. Schum. | Malvaceae | 8 | 533,33 | 0,73 | 46,67 | 5,26 | 0,017 | 1,08 | 0,90 | 2,36 |
| <i>Borreria suaveolens</i> G. Mey | Rubiaceae | 11 | 733,33 | 1,01 | 33,33 | 3,76 | 0,006 | 0,36 | 0,69 | 1,71 |
| <i>Solanum stenandrum</i> Sendtn. | Solanaceae | 7 | 466,67 | 0,64 | 33,33 | 3,76 | 0,004 | 0,26 | 0,45 | 1,55 |
| <i>Trixis vauthieri</i> DC. | Asteraceae | 4 | 266,67 | 0,37 | 20,00 | 2,26 | 0,005 | 0,33 | 0,35 | 0,98 |
| <i>Eugenia punicifolia</i> (Kunth) DC. | Myrtaceae | 3 | 200,00 | 0,28 | 13,33 | 1,50 | 0,001 | 0,05 | 0,16 | 0,61 |
| <i>Eremanthus incanus</i> (DC.) Mac Leish. | Asteraceae | 2 | 133,33 | 0,18 | 13,33 | 1,50 | 0,001 | 0,07 | 0,13 | 0,58 |
| <i>Eupatorium</i> sp. | Asteraceae | 2 | 133,33 | 0,18 | 13,33 | 1,50 | 0,001 | 0,03 | 0,11 | 0,57 |
| <i>Vernonia polyanthes</i> Less. | Asteraceae | 1 | 66,67 | 0,09 | 6,67 | 0,75 | 0,009 | 0,56 | 0,33 | 0,47 |
| Indeterminada 22 | Indeterminada | 1 | 66,67 | 0,09 | 6,67 | 0,75 | 0,005 | 0,33 | 0,21 | 0,39 |
| <i>Baccharis dracunculifolia</i> DC. | Asteraceae | 3 | 200,00 | 0,28 | 6,67 | 0,75 | 0,001 | 0,08 | 0,18 | 0,37 |
| Indeterminada 23 | Indeterminada | 1 | 66,67 | 0,09 | 6,67 | 0,75 | 0,003 | 0,21 | 0,15 | 0,35 |
| <i>Psyllocarpus laricoides</i> Mart. e Zucc. | Rubiaceae | 1 | 66,67 | 0,09 | 6,67 | 0,75 | 0,001 | 0,05 | 0,07 | 0,30 |
| Indeterminada 3 | Asteraceae | 1 | 66,67 | 0,09 | 6,67 | 0,75 | 0,001 | 0,05 | 0,07 | 0,30 |
| Indeterminada 1 | Asteraceae | 1 | 66,67 | 0,09 | 6,67 | 0,75 | 0,001 | 0,05 | 0,07 | 0,30 |
| Indeterminada 24 | Indeterminada | 1 | 66,67 | 0,09 | 6,67 | 0,75 | 0,000 [†] | 0,01 | 0,05 | 0,29 |
| Indeterminada | Fabaceae | 1 | 66,67 | 0,09 | 6,67 | 0,75 | 0,000 [†] | 0,01 | 0,05 | 0,29 |
| <i>Psyllocarpus</i> sp. | Rubiaceae | 1 | 66,67 | 0,09 | 6,67 | 0,75 | 0,000 [†] | 0,01 | 0,05 | 0,29 |
| <i>Phyllanthus</i> sp. | Phyllanthaceae | 1 | 66,67 | 0,09 | 6,67 | 0,75 | 0,000 [†] | 0,01 | 0,05 | 0,29 |
| Indeterminada 9 | Rubiaceae | 1 | 66,67 | 0,09 | 6,67 | 0,75 | 0,000 [†] | 0,03 | 0,06 | 0,29 |
| Indeterminada 10 | Rubiaceae | 1 | 66,67 | 0,09 | 6,67 | 0,75 | 0,000 [†] | 0,01 | 0,05 | 0,29 |
| <i>Periandra mediterranea</i> (Vell.) Taub. | Fabaceae | 1 | 66,67 | 0,09 | 6,67 | 0,75 | 0,000 [†] | 0,03 | 0,06 | 0,29 |
| Total | | 1089 | 72600,00 | 100,00 | 886,67 | 100,00 | 1,578 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

* Valores menores que 10⁻⁴

Sebastiania glandulosa contribuiu com 412 indivíduos, 38% da amostra, com a maior densidade absoluta relativa, frequência absoluta e relativa, valor de cobertura e valor de importância, seguida de *Stachytarpheta glabra*, com 142 indivíduos, 13% da amostra, que, juntas, somaram 51% dos indivíduos medidos.

Chaptalia integrifolia, *Tibouchina multiflora* e *Microtea paniculata* somaram 395 indivíduos, 36% da população amostrada. O restante somou 140 indivíduos, de *Borreria capitata*, *Baccharis reticularia*, *Sida glaziovii*, *Borreria suaveolens*, *Solanum stenandrum*, *Trixis vauthieri*, *Eugenia punicifolia*, *Eremanthus incanus*, entre outras, que se configuram como estruturantes dos Campos Ferruginosos.

O IVI somado de *Sebastiania glandulosa*, *Stachytarpheta glabra*, *Chaptalia integrifolia*, *Tibouchina multiflora*, *Microtea paniculata* e *Borreria capitata* representa 81% dos indivíduos amostrados.

As FIG. 6 e 7 mostram as parcelas do experimento com o *topsoil* e a cobertura vegetal nascida espontaneamente aos doze meses de deposição.



FIGURA 6 - Aspecto geral da área do experimento e das parcelas com *topsoil* aos 12 meses de deposição.

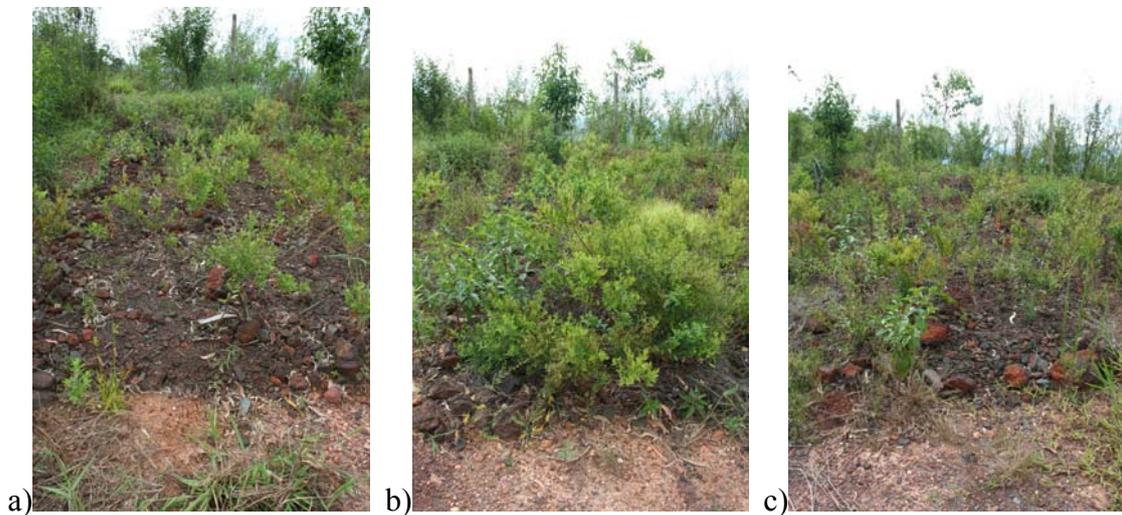


FIGURA 7 – Detalhe das parcelas com maior espessura: maior riqueza e densidade da vegetação:

- a) *Sebastiania glandulosa*;
- b) *S. glandulosa*; *Stachtarpheta glabra*; *Microtea paniculata*;
- c) *Borreria captata*.

3.4 Análise comparada entre parâmetros botânicos do meio natural e das parcelas de *topsoil* aos cinco e doze meses

A TAB. 4 traz a lista com todas as espécies identificadas no levantamento fitossociológico realizado em parcelas demarcadas no meio natural e naquelas formadas com o *topsoil* aos cinco e 12 meses. Ela possibilita a comparação dos resultados florísticos obtidos nessas diferentes parcelas.

TABELA 4

Lista de espécies presentes nas parcelas amostrais, suas respectivas famílias e ocorrência nas três amostragens realizadas para estudo fitossociológico, mina do Segredão, Sabará, MG.

| FAMÍLIA | ESPÉCIE | MN | Topsoil | |
|----------------------------------|--|--------------------------------|---------|-----|
| | | | 5m | 12m |
| | | 1 | 2 | 3 |
| ASTERACEAE | <i>Baccharis dracunculifolia</i> DC. | | X | X |
| | <i>Baccharis reticularia</i> DC. | X | | X |
| | <i>Chaptalia integrifolia</i> Baker | | X | X |
| | <i>Chromolaena multiflosculosa</i> (DC.) R.M. King e H. Rob. | | X | |
| | <i>Dasyphyllum candolleanum</i> (Gardner) Cabrera | X | X | |
| | <i>Dasyphyllum sprengelianum</i> (Gardn.) Cabrera | | | X |
| | <i>Eremanthus incanus</i> (DC.) Mac Leish. | X | X | X |
| | <i>Erigeron bonariensis</i> L. | | | X |
| | <i>Eupatorium</i> sp. | X | X | X |
| | Indeterminada | X | | |
| | Indeterminada 1 | | X | X |
| | Indeterminada 2 | | X | |
| | Indeterminada 3 | X | | X |
| | <i>Pterocaulon alopecuroides</i> (Lam.) DC. | | | X |
| | <i>Trixis vauthieri</i> DC. | X | X | X |
| <i>Vernonia polyanthes</i> Less. | | X | X | |
| BROMELIACEAE | <i>Cryptanthus schwacheanus</i> Mez | X | | |
| CACTACEAE | <i>Arthrocereus glaziovii</i> (K.Schum.) N.P.Taylor e Zappi | X | | |
| CELASTRACEAE | <i>Maytenus gonolada</i> Mart. | X | | |
| | <i>Maytenus</i> sp. | X | | |
| COMMELINACEAE | Indeterminada 1 | | X | X |
| CONVOLVULACEAE | <i>Jacquemontia linarioides</i> Meisn. | X | X | X |
| CYPERACEAE | <i>Bulbostylis fimbriata</i> (Nees) C.B. Clarke | X | X | X |
| | <i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl. | | X | |
| | <i>Cyperus</i> sp. | | X | X |
| | <i>Lagenocarpus rigidus</i> (Kunth.) Nees | X | | |
| EUPHORBIACEAE | <i>Euphorbia hirta</i> L. | | | X |
| | <i>Sebastiania glandulosa</i> Muell. Arg. | X | X | X |
| FABACEAE | <i>Centrosema coriaceum</i> Benth. | X | | X |
| | <i>Centrosema</i> sp. | X | X | |
| | <i>Stylosanthes</i> sp. | | X | X |
| | <i>Galactia martii</i> DC. | X | X | X |
| | <i>Periandra mediterranea</i> (Vell.) Taub. | X | X | X |
| | Indeterminada | | | X |
| | MALPIGHIACEAE | <i>Byrsonima variabilis</i> DC | X | |
| MALVACEAE | <i>Sida glaziovii</i> K. Schum. | | X | X |
| MELASTOMATACEAE | <i>Tibouchina multiflora</i> Cogn. | X | X | X |
| MYRTACEAE | <i>Eucalyptus maculatae</i> (Blakely) Chippend. | | X | |
| | <i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC. | X | X | X |
| | <i>Myrcia</i> sp. 1 | X | | |

| FAMÍLIA | ESPÉCIE | MN | Topsoil | |
|------------------|--|----|---------|-----|
| | | | 5m | 12m |
| | | 1 | 2 | 3 |
| MYRTACEAE | <i>Myrcia</i> sp. 2 | X | | |
| | <i>Myrcia</i> sp. 3 | X | | |
| ORCHIDACEAE | <i>Acianthera teres</i> (Lindl.) Luer | X | | |
| | <i>Pleurothallis</i> sp. | X | | |
| PHYLLANTHACEAE | <i>Phyllanthus rosellus</i> Muell. Arg. | X | | |
| | <i>Phyllanthus</i> sp. | | X | X |
| | <i>Microtea paniculata</i> Moq. | | X | X |
| POACEAE | <i>Andropogon bicornis</i> L. | X | X | X |
| | <i>Axonopus</i> sp. | X | X | X |
| | <i>Bracchiara decumbens</i> Stapf. | | | X |
| | <i>Bracchiara</i> sp. | | X | |
| | <i>Digitaria corynotricha</i> | | X | X |
| | <i>Echinolaena inflexa</i> (Poir.) Chase | X | | |
| | <i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv. | | X | X |
| | <i>Panicum subulatum</i> Spreng. | | X | X |
| | <i>Panicum</i> sp. | X | X | X |
| | <i>Paspalum</i> sp. | X | X | X |
| | Indeterminada 1 | | X | |
| | Indeterminada 2 | | | X |
| | Indeterminada 3 | | | X |
| | Indeterminada 4 | | | X |
| | Indeterminada 5 | | X | |
| | Indeterminada 6 | | X | |
| | Indeterminada 7 | | X | |
| POLYGALACEAE | <i>Polygala paniculata</i> L. | | X | X |
| PORTULACCACEAE | <i>Portulacca</i> sp. | | X | X |
| INDETERMINADA | Indeterminada 1 | | X | |
| RUBIACEAE | <i>Borreria capitata</i> (Ruiz e Pav.) DC. | | X | X |
| | <i>Borreria suaveolens</i> G.F.W. Mey. | | X | X |
| | <i>Borreria</i> sp. | | X | |
| | <i>Borreria</i> sp. 1 | | X | |
| | <i>Borreria</i> sp. 2 | | X | X |
| | <i>Psyllocarpus laricoides</i> Mart. e Zucc. | X | X | X |
| | <i>Psyllocarpus</i> sp. | | | X |
| SCROPHULARIACEAE | <i>Scoparia dulcis</i> L. | | X | X |
| SOLANACEAE | <i>Solanum stenandrum</i> Sendtn. | | X | X |
| VELLOZIACEAE | <i>Vellozia caruncularis</i> Mart. ex Seub. | X | | |
| | <i>Vellozia compacta</i> Mart. ex Schult. e Schult. f. | X | | |
| VERBENACEAE | <i>Lippia gracilis</i> Schauer | X | | X |
| | <i>Stachytarpheta glabra</i> Cham. | X | X | X |
| INDETERMINADA | Indeterminada 1 | X | | |
| | Indeterminada 2 | X | | |
| | Indeterminada 3 | X | | |

| FAMÍLIA | ESPÉCIE | MN | Topsoil | | |
|---------------|------------------|----|---------|-----|---|
| | | | 5m | 12m | |
| | | 1 | 2 | 3 | |
| INDETERMINADA | Indeterminada 4 | | X | | |
| | Indeterminada 5 | | X | | |
| | Indeterminada 6 | | X | | |
| | Indeterminada 7 | | X | | |
| | Indeterminada 8 | | X | | |
| | Indeterminada 9 | | X | | |
| | Indeterminada 10 | | X | | |
| | Indeterminada 11 | | X | | |
| | Indeterminada 12 | | X | | |
| | Indeterminada 13 | | X | | |
| | Indeterminada 14 | | X | | |
| | Indeterminada 15 | | X | | |
| | Indeterminada 16 | | X | | |
| | Indeterminana 17 | | X | | |
| | Indeterminana 18 | | X | | |
| | Indeterminada 19 | | X | | |
| | Indeterminada 20 | | X | | |
| | Indeterminada 21 | | X | | |
| | Indeterminada 22 | | | | X |
| | Indeterminada 23 | | | | X |
| | Indeterminada 24 | | | | X |

1 = Ambiente Natural (Campo Ferruginoso); 2 = área recuperada após 5 meses com deposição de *topsoil*; 3 = área recuperada após 12 meses com deposição de *topsoil*.

No meio natural ocorreram 41 espécies, incluindo as cinco Indeterminadas. As presentes nas parcelas de *topsoil* aos cinco e 12 meses somaram 36 espécies comuns, que apareceram nas duas amostragens. Aos cinco meses, havia 66 espécies, 26 Indeterminadas (plântulas); aos doze, 53 espécies e 10 Indeterminadas.

As 16 espécies comuns às três amostragens foram: *Eremanthus incanus*, *Eupatorium* sp., *Trixis vauthieri*, *Jacquemontia linarioides*, *Bulbostylis fimbriata*, *Sebastiania glandulosa*, *Galactia martii*, *Periandra mediterranea*, *Tibouchina multiflora*, *Eugenia puniceifolia*, *Andropogon bicornis*, *Axonopus* sp., *Panicum* sp, *Paspalum* sp, *Psyllocarpus laricoides* e *Stachytarpheta glabra*.

Das espécies que só apareceram na amostragem do *topsoil* aos cinco meses foram: *Chromolaena multiflosculosa*, *Cyperus agregatus*, *Eucalyptus maculata*, *Brachiaria* sp., e *Borreria* spp. As que ocorreram somente na amostragem de 12 meses foram: *Dasyphyllum sprengelianum*, *Erigon bonariensis*, *Pterocaulon alopecuroides*, *Euphorbia hirta*, *Brachiaria decumbens* e *Psyllocarpus* sp.

Das espécies que só apareceram na amostragem do *topsoil*, reconhecidas como pioneiras, a maioria era integrante do meio natural: *Microtea paniculata*, *Chromolaena multiflosculosa*, *Chaptalia integrifolia*, *Phyllanthus* sp., *Polygala paniculata*, *Portulacca* sp., *Psilocarpus laricoides*, *Scoparia dulcis*. Outras são exóticas ao Campo Ferruginoso, como *Stylosanthes* sp., *Sida glaziovii*, *Borreria capitata*, *Vernonia polyanthes*, *Baccharis dracunculifolia*, *Andropogon bocornis*, *Eucalyptus maculata*, *Cyperus* sp., *Panicum* sp. e *Solanum* sp.

3.5 Estrutura e diversidade das comunidades

Os parâmetros florísticos e fitossociológicos considerados nos estudos foram: a Riqueza (S) relativa ao número de espécies encontradas; o número de indivíduos amostrados por área (N); a diversidade de Shannon (H'); a equabilidade de Pielou (J'); o número médio de indivíduos por parcela (Nº Ind. méd.), a Densidade (Ind./ha), a altura média (H med.), o diâmetro à altura do solo médio por parcela (DAS méd.), a área basal média por parcela (AB amo.) e a área basal média por hectare (AB).

TABELA 5

Alguns parâmetros florísticos e fitossociológicos do Campo Ferruginoso (meio natural) e das áreas recuperadas após 5 meses e 12 meses com deposição de *topsoil*, mina do Segredão, Sabará, MG.

| Ambientes | Parâmetros | | | | | | | |
|-----------|------------|----|------|------|------|------------|--------------------------|------------------------------|
| | Área (ha) | S | N | H' | J' | Dens.Esp. | Nº Ind. méd. | Densidade (Ind/ha) |
| Natural | 0.015 | 24 | 723 | 2,15 | 0,68 | 8,6 ± 2.32 | 48,2 ± 22.5 ^b | 48.200 ± 22.517 ^b |
| 5 meses | 0.015 | 32 | 1215 | 1,81 | 0,52 | 8,2 ± 2.62 | 81,0 ± 22.9 ^a | 81.000 ± 22.899 ^a |
| 12 meses | 0.015 | 29 | 1089 | 1,91 | 0,55 | 9,7 ± 1.75 | 72,6 ± 18.2 ^a | 72.600 ± 18.189 ^a |
| ANOVA | | | | | | | | |
| | | | | | F | 0,55 | 9,55 | 9,55 |
| | | | | | p | Ns | < 10 ⁻³ | < 10 ⁻³ |

S = Riqueza de espécies; N = número de indivíduos na amostra; H' = Índice de Diversidade de Shannon; J' = Equabilidade de Pielou; Dens.Esp. = Densidade média de espécies por parcela (2 x 5m); Nº Ind. méd. = Número médio de indivíduos por parcela (2 x 5m). Valores na coluna seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de médias de Tukey a 5% de probabilidade.

ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

3.5.1 Riqueza e diversidade

A riqueza de espécies (S) variou entre o meio natural (24) e as parcelas de *topsoil*, que apresentaram riqueza de espécies maior tanto aos cinco como aos doze meses (32 e 29); o número de indivíduos ocorrentes no *topsoil* aos cinco meses quase dobrou (1215) em relação ao meio natural (723), mantendo-se elevado, mas com redução de indivíduos (1089) aos doze meses. O índice de diversidade de Shannon (H') foi maior no meio natural (2,15) do que nas parcelas de *topsoil*, tanto aos cinco como aos doze meses (1,81 e 1,91), como esperado. O índice de equabilidade de Pielou (J), que mostra a semelhança entre a flora, aponta que ela é similar entre as duas parcelas de *topsoil*, mas diferente entre elas e o meio natural.

3.5.2 Densidade

Ainda na TAB. 5, observa-se que o número médio de indivíduos por parcela (10m²) e por hectare do meio natural e do *topsoil* apresentaram diferenças estatísticas significativas pela ANOVA ($F = 9,55$; $p < 10^{-3}$). O teste de médias de Tukey (0,05) mostrou estatisticamente que a densidade no meio natural é diferente da do *topsoil*.

A densidade de indivíduos aos cinco e 12 meses foi maior do que no meio natural, o que se relaciona, provavelmente, à presença de sementes fotoblásticas no material depositado e exposto à luz. Pondere-se também que as espécies pioneiras têm crescimento rápido e completam seu ciclo vital em pouco tempo, caso de *Sebastiania glandulosa* e *Microtea paniculata*, que apareceram aos cinco meses já com produção de grande número de diásporas (frutos e sementes) que dominou o ambiente recuperado. A maior densidade no *topsoil* pode decorrer da entrada de outras espécies mais aptas ao novo ambiente edáfico, como *Borreria capitata*, o aumento das espécies adaptadas a solos pobres e de rápido crescimento, como as exóticas, em detrimento das espécies que foram excluídas do processo por sua inabilidade de colonização e competição.

A FIG. 8 mostra as relações estabelecidas entre o número de indivíduos por amostragem e altura média.

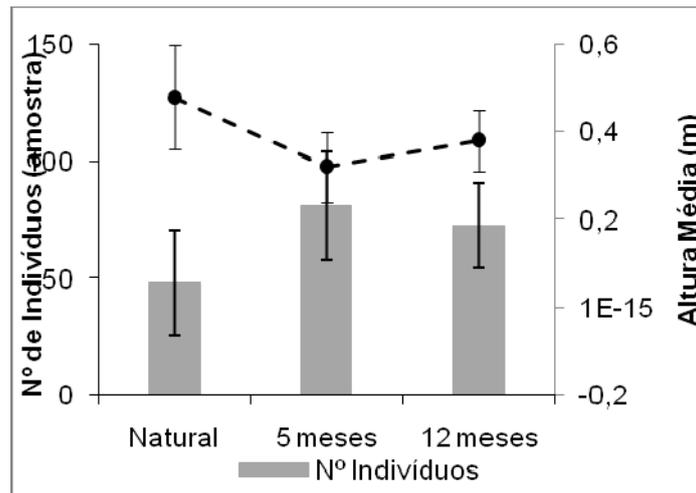


FIGURA 8 - Número de Indivíduos e Altura Média das áreas amostradas

Nota: Natural=Ambiente de Campo Rupestre;
 5 meses=*Topsoil* com 5 meses de deposição e
 12 meses=*Topsoil* com 12 meses de deposição.
 Barras verticais representam desvio padrão

O número de indivíduos foi maior na amostragem no *topsoil* aos cinco meses de deposição e diminuiu na de 12 meses, mostrando-se diferentes do meio natural em área equivalente, de 150m². Trata-se de vegetação pioneira, que apresenta em geral maior número de indivíduos do que uma população estável e adulta, que se estabiliza ao longo do tempo, quando aumenta a diversidade. As alturas, como esperado, foram maiores no meio natural, diminuíram significativamente na vegetação amostrada no *topsoil* aos cinco meses, voltando a aumentar aos doze meses. Esse resultado mostra que a vegetação do meio natural se encontra em fase adulta, enquanto as do *topsoil* estão em processo de crescimento, com plantas que, quando adultas, geralmente não ultrapassam 1m.

Na TAB. 6, observe-se que os valores médios das alturas nos três ambientes apresentam diferenças significativas pela ANOVA ($F = 9,95; p < 10^{-3}$), sendo distintos entre o meio natural e as parcelas com *topsoil* pelo teste de médias de Tukey.

TABELA 6

Parâmetros fitossociológicos do Campo Rupestre Ferruginoso (Natural) e das áreas recuperadas após 5 meses e 12 meses com deposição de *topsoil*, mina do Segredão, Sabará, MG.

| Ambientes | Área (ha) | Parâmetros Fitossociológicos | | | |
|-----------|-----------|------------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| | | H méd.* (m) | DAS méd. (cm) | AB amo.* (m ²) | AB* (m ² /ha) |
| Natural | 0.015 | 0.48 ± 0.12 ^a | 0.88 ± 0.23 ^a | 0.134 ± 0.005 ^a | 8.95 ± 5.25 ^a |
| 5 meses | 0.015 | 0.32 ± 0.08 ^b | 0.35 ± 0.09 ^c | 0.018 ± 0.001 ^b | 1,21 ± 1,02 ^b |
| 12 meses | 0.015 | 0.38 ± 0.07 ^b | 0.44 ± 0.11 ^b | 0.024 ± 0.0008 ^b | 1.58 ± 0.80 ^b |
| ANOVA | | | | | |
| | <i>F</i> | 9.95 | 63.47 | 35,10 | 35,38 |
| | <i>P</i> | < 10 ⁻³ | < 10 ⁻³ | < 10 ⁻³ | < 10 ⁻³ |

H méd. = Altura média por parcela (2 x 5m); DAS méd. = Diâmetro a altura do solo médio por parcela (2 x 5m); AB amo. = Área basal da amostra; AB = Área basal por hectare. Valores na coluna seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de médias de Tukey a 5% de probabilidade.

* Transformação $\ln(x)$.

Observe-se nas TAB. 6 e 7 que somente a densidade, a partir dos resultados, não deve ser usada como único indicador do sucesso e da qualidade da recuperação. O aumento em densidade das áreas, de cinco e 12 meses, não foi revertido em aumento de biomassa (AB e DAS), porte da vegetação (altura) e diversidade, que foi menor e com indícios de que está havendo dominância ecológica de umas poucas espécies em detrimento de outras (equabilidade baixa e predominância de *Sebastiania glandulosa*, *Stachytarpheta glabra*, *Chaptalia integrifolia*, *Tibouchina multiflora*, *Microtea paniculata*, *Borreria capitata*, *Baccharis* spp.).

Desta forma, os procedimentos de amostragem da vegetação, objetivando o monitoramento do sucesso da recuperação ambiental pela deposição de *topsoil* em Campos Ferruginosos, devem ser realizados segundo metodologia que permita a obtenção de parâmetros da comunidade de plantas como área basal (biomassa), altura e diâmetro médio além da densidade. Neste sentido, a amostragem com medição de DAS, contagem de indivíduos e altura foi mais eficiente do que a amostragem somente com contagem de indivíduos (FIG. 9).

A riqueza maior nos ambientes recuperados não significa melhora das condições ecológicas. As espécies que só apareceram na amostragem do *topsoil* são classificadas como espécies pioneiras, ruderais ou exóticas, como mostrado na análise da TAB. 4. Foram mantidas oito espécies do meio natural, cinco ingressaram na amostra e seis são exóticas forrageiras ou tidas como invasoras de ambientes de ampla distribuição e agressivas.

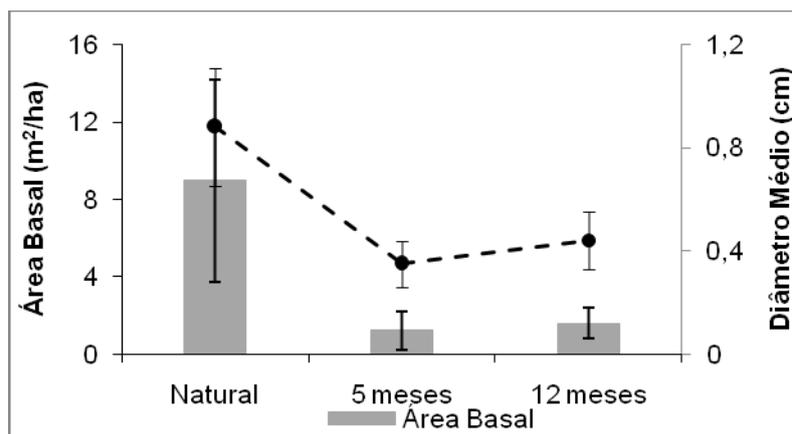


FIGURA 9 - Área Basal (colunas) e Diâmetro Médio (linhas pontilhadas) das áreas amostradas

Nota: Natural = Ambiente de Campo Rupestre; 5 meses = *Topsoil* com 5 meses de deposição e 12 meses = *Topsoil* com 12 meses de deposição. Barras verticais representam desvio padrão

Considerando-se todos os indivíduos identificados nas parcelas, observa-se que há um aumento significativo do número de espécies, como mostra a TAB. 7.

TABELA 7

Parâmetros florísticos e fitossociológicos do Campo Ferruginoso (meio natural) e das áreas recuperadas após 5 meses e 12 meses com deposição de *topsoil*, obtido a partir da contagem dos indivíduos das parcelas independente do critério de inclusão de DAS mínimo, mina do Segredão, Sabará, MG.

| Ambientes | Parâmetros Fitossociológicos | | | | | | | |
|-----------|------------------------------|----|------|------|------|--------------|-------------------------|--------------------------|
| | Área (ha) | S | N | H' | J' | Dens. Esp. | Nº Ind. méd. | Densidade (Ind/ha) |
| Natural | 0.015 | 41 | 1423 | 2.77 | 0.74 | 14.73 ± 2.69 | 94.87 ± 26.86 b | 94867 ± 26864 b |
| 5 meses | 0.015 | 66 | 2260 | 2.54 | 0.61 | 13.87 ± 3.64 | 150.67 ± 56.06 a | 150667 ± 56057 a |
| 12 meses | 0.015 | 53 | 1695 | 2.48 | 0.64 | 13.73 ± 3.51 | 113 ± 28.91 ab | 113000 ± 28909 ab |
| ANOVA | | | | | | | | |
| <i>F</i> | - | - | - | - | - | 0.4 | 7.68 | 7.68 |
| <i>P</i> | - | - | - | - | - | <i>Ns</i> | 10⁻³ | 10⁻³ |

S = Riqueza de espécies; N = número de indivíduos na amostra; H' = Índice de Diversidade de Shannon; J' = Equabilidade de Pielou; Dens.Esp. = Densidade média de espécies por parcela (2 x 5m); Nº Ind. méd. = Número médio de indivíduos por parcela (2 x 5m). Dados médios ± Desvio padrão. Valores na coluna seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de médias de Tukey a 5% de probabilidade.
ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

A TAB. 7 traz todos os parâmetros de riqueza, diversidade e densidade da amostragem considerando a contagem de indivíduos, sem medição de DAS. Este método

de amostragem evidenciou o aumento do número de indivíduos e da riqueza de espécies dos ambientes de *topsoil* aos cinco e 12 meses em comparação com o ambiente natural, sem, contudo, haver aumento da diversidade (H'). Os menores valores de equabilidade (J') no *topsoil* aos 5 e 12 meses evidenciam a concentração do número de indivíduos em poucas espécies, o que denota, provavelmente, a existência de dominância ecológica por algumas espécies, justificando assim a redução dos valores de diversidade desses ambientes frente ao ambiente natural. Conforme comentado anteriormente, este método de amostragem, somente por contagem de indivíduos, evidencia alterações na densidade, riqueza e diversidade, mas não informa sobre outros parâmetros importantes da estrutura da comunidade, como a dominância (área basal) e fisionomia (altura e diâmetro médio), mostrados na FIG. 9.

3.6 Atributos pedológicos como fator de diferenciação das comunidades

Os valores médios encontrados nas parcelas evidenciaram solos muito ácidos (pH H_2O na faixa de 4,0 e 4,8), com teores de matéria orgânica (MO) relativamente elevados, com variação de 4,32 a 18,86, indicando que as amostragens coletaram bolsões de solos superficiais com restos orgânicos e solo mineral (TAB. 8). Vincent (2004) mostra que os teores de MO sobre canga nodular e couraçada variaram de 8,32 a 13,61dag/Kg, com menor amplitude de variação, mas aproximadamente na mesma faixa. Condições oligotróficas e as altitudes elevadas são fatores que contribuem para elevação dos teores de MO nos solos (SCHAEFER, informação pessoal).

Os valores de P disponível, extraídos por Melich-2, foram baixos e pouco variáveis entre as parcelas, com valores entre 3 – 6 mg/kg. São consistentemente menores do que os valores reportados por Vincent (2004), de 10-14mg/kg para canga nodular e couraçada da serra do Rola Moça e semelhantes aos valores encontrados em solos de Campo Rupestre Quartzítico (faixa de 3-7) por Teixeira e Lemos-Filho (2002), Conceição (2003) e Vincent (2004).

Os valores de Ca trocáveis foram médios, com teores de 1,4-2,7 $cmol_c/dm^3$, confirmando Vincent (2004) que encontrou valores de 1,48 – 2,6 $cmol_c/dm^3$ em solo de canga do Quadrilátero Ferrífero, bem mais elevados que em solos sob Cerrado, 0 – 0,5 $cmol_c/dm^3$ (CARVALHO FILHO, 2008).

Os teores de Mg trocáveis foram bem menores que os teores de Ca, em amplitude de variação de 0,13 – 0,6 $cmol_c/dm^3$, e semelhantes aos descritos por Vincent (2004) para

solos de canga nodular e couraçada (0,28-0,53).

Em suma, os solos dos Campos Rupestres Ferruginosos estudados são ácidos (pH muito baixo), distróficos ($V\% < 50\%$) e com baixos teores de P, Ca, Mg e com teores medianos de K. Os teores de Al e a saturação por alumínio são baixos e o teor de MO é muito alto (CFSEMG, 1999), evidenciando a contribuição importante da biomassa vegetal na constituição desses solos.

TABELA 8

Atributos (variáveis) químicos dos solos amostrados no Campo Ferruginoso (CRF) e na área recuperada após 12 meses com deposição de *topsoil* (TS), mina do Segredão, Sabará, MG.

| Atributos químicos | Ambiente | | ANOVA | |
|--|-----------------------|-----------------------|-------|--------------------|
| | CRF N = 15 | TS N = 15 | F | P |
| pH em H ₂ O | 4.42 ± 0.21 b | 4.61 ± 0.23 a | 5.31 | 0.028 |
| P - Mehlich 2 (mg/dm ³) | 4.45 ± 0.86 a | 2.49 ± 0.43 b | 63.07 | < 10 ⁻³ |
| K ⁺ (mg/L) | 65.1 ± 11.3 a | 32.8 ± 12.8 b | 53.65 | < 10 ⁻³ |
| Ca ²⁺ (cmol _c /dm ³) | 1.96 ± 0.42 a | 1.51 ± 0.36 b | 10.14 | 0.003 |
| Mg ²⁺ † (cmol _c /dm ³) | 0.24 ± 0.13 b | 0.32 ± 0.14 a | 4.81 | 0.04 |
| Al ³⁺ (cmol _c /dm ³) | 0.8 ± 0.26 a | 0.5 ± 0.28 b | 8.76 | 0.01 |
| H+Al (cmol _c /dm ³) | 18.51 ± 4.0 a | 13.31 ± 3.3 b | 15.07 | < 10 ⁻³ |
| SB (cmol _c /dm ³) | 2.37 ± 0.54 a | 1.91 ± 0.48 b | 6.18 | 0.02 |
| t (cmol _c /dm ³) | 3.17 ± 0.59 a | 2.41 ± 0.58 b | 12.37 | < 10 ⁻³ |
| T (cmol _c /dm ³) | 20.88 ± 4.21 a | 15.22 ± 3.32 b | 16.69 | < 10 ⁻³ |
| V* (%) | 11.69 ± 2.67 | 12.91 ± 3.80 | 0.71 | ns |
| m (%) | 26.11 ± 7.0 | 20.37 ± 9.5 | 3.54 | ns |
| MO †† (dag/Kg) | 9.4 ± 4.2 a | 5.76 ± 1.7 b | 9.39 | 0.004 |
| P-rem (mg/L) | 33.79 ± 3.13 b | 41.04 ± 3.17 a | 39.71 | < 10 ⁻³ |
| Zn (mg/dm ³) | 3.76 ± 0.94 b | 6.14 ± 0.99 a | 45.35 | < 10 ⁻³ |
| Fe † (mg/dm ³) | 449.1 ± 96.2 | 542.6 ± 189.6 | 1.29 | ns |
| Mn* (mg/dm ³) | 17.46 ± 4.88 b | 40.3 ± 16.62 a | 42.41 | < 10 ⁻³ |
| Cu (mg/dm ³) | 0.51 ± 0.09 | 0.6 ± 0.17 | 2.70 | ns |

SB = Soma de Bases; t = capacidade de troca catiônica (CTC) efetiva; T CTC total; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio; MO = Matéria Orgânica; P-rem = Fósforo Remanescente. Valores médios acompanhados de letras diferentes diferem entre si pelo teste de médias de Tukey a 5% de probabilidade. Valores médios ± desvio padrão.

ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.; † transformação 1/x; * transformação Ln(x); †† transformação Log(x).

3.7 Distribuição das espécies

A matriz das variáveis pedológicas utilizada na CCA foi constituída das seguintes variáveis: acidez ativa (pH), teores de fósforo (P), potássio (K⁺), cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), acidez trocável (Al³⁺), acidez potencial (H+Al), soma de bases (SB), capacidade de

troca catiônica (CTC) efetiva (t), CTC total (T), matéria orgânica (MO) e teores de zinco (Zn), manganês (Mn) e cobre (Cu).

A matriz de vegetação foi formada por 30 espécies herbáceo-arbustivas que apresentaram dez ou mais indivíduos na amostra. As espécies e suas respectivas abreviações estão na TAB. 9.

TABELA 9

Lista das abreviações das 30 espécies herbáceo-arbustivas, em ordem alfabética, que foram utilizadas na Análise de Correspondência Canônica para confecção da matriz de vegetação e seus respectivos escores nos Eixos 1 e 2, mina do Segredão, Sabará, MG.

| Abreviação | Espécies | Escore | |
|------------|--|--------|--------|
| | | Eixo 1 | Eixo 2 |
| Art gla | <i>Arthrocerus glaziovii</i> (K.Schum.) N.P.Taylor e Zappi | 1.260 | 0.814 |
| Axo sp. | <i>Axonopus</i> sp. | 0.851 | -0.205 |
| Bac ret | <i>Baccharis reticularia</i> DC. | 0.415 | 0.888 |
| Bac sp. | <i>Baccharis</i> sp. | -1.271 | -0.424 |
| Bor cap | <i>Borreria capitata</i> (Ruiz e Pav.) DC. | -1.133 | -1.971 |
| Bul fim | <i>Bulbostylis fimbriata</i> (Nees) C.B. Clarke | -0.934 | 1.760 |
| Cen cor | <i>Centrosema coriaceum</i> Benth. | 1.255 | 0.354 |
| Cyp sp. | <i>Cyperus</i> sp. | -1.745 | -0.851 |
| Das can | <i>Dasyphyllum candolleianum</i> (Gardner) Cabrera | 1.547 | -0.420 |
| Ech sp. | <i>Echinolaena</i> sp. | 0.768 | 0.808 |
| Ere inc | <i>Eremanthus incanus</i> (DC.) Mac Leish. | 1.082 | -0.576 |
| Eug pun | <i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC. | 1.166 | -1.987 |
| Eup sp. | <i>Eupatorium</i> sp. | 1.200 | 0.193 |
| Gal mar | <i>Galactia martii</i> DC. | 1.162 | -0.248 |
| Jac lin | <i>Jacquemontia linarioides</i> Meisn. | -0.599 | -0.473 |
| Lag rig | <i>Lagenocarpus rigidus</i> (Kunth.) Nees | 1.232 | 0.655 |
| Lip grã | <i>Lippia gracilis</i> Schauer | 1.447 | -0.652 |
| Mic pan | <i>Microtea paniculata</i> Moq. | -1.211 | -0.750 |
| Morta | Morta | -1.454 | -0.772 |
| Pan sp1 | <i>Panicum</i> sp. 1 | 0.006 | -1.377 |
| Pan sp2 | <i>Panicum</i> sp. 2 | 1.386 | 0.901 |
| Pan sp3 | <i>Panicum</i> sp. 3 | 1.213 | -0.941 |
| Per med | <i>Periandra mediterranea</i> (Vell.) Taub. | 1.415 | 0.042 |
| Psy lar | <i>Psyllocarpus laricoides</i> Mart. e Zucc. | 1.343 | 0.145 |
| Seb gla | <i>Sebastiania glandulosa</i> Muell. Arg. | -0.345 | -0.833 |
| Sta gla | <i>Stachytarpheta glabra</i> Cham. | -0.250 | -0.756 |
| Tib mul | <i>Tibouchina multiflora</i> Cogn. | -0.377 | -0.303 |
| Tri sp. | <i>Chaptalia integrifolia</i> | -1.395 | 0.773 |
| Tri vau | <i>Trixis vauthieri</i> DC. | 1.348 | -0.197 |
| Vel car | <i>Vellozia caruncularis</i> Mart. ex Seub. | 0.890 | 2.497 |

Os autovalores apresentados pela CCA para os dois primeiros eixos de ordenação foram baixos, 0,600 (eixo 1) e 0,272 (eixo 2) (TAB. 10), indicando a existência de gradientes curtos, o que significa que a maioria das espécies distribuiu-se por todo o gradiente, com algumas delas tendo variação apenas na densidade (TER BRAAK, 1995).

Os eixos 1 e 2 explicaram, respectivamente, 22,8% e 10,3% da variância global

acumulada dos dados, indicando que as variáveis integrantes da matriz ambiental foram suficientes para explicar somente parte da ocorrência localizada de algumas espécies, uma vez que a maior parte da variância global dos dados permaneceu sem explicação.

De acordo com Bocard *et al.* (1992), isso pode decorrer de fatores ambientais que não foram quantificados, como radiação luminosa, temperatura e histórico de distúrbios antrópicos, o que é corroborado por outros autores (OLIVEIRA FILHO *et al.*, 2004; CARVALHO *et al.*, 2005; PINTO *et al.*, 2005), ou ainda de interações biológicas como competição (TILMAN, 1997), síndrome de dispersão (NERI *et al.*, 2005) e herbivoria (CRAWLEY, 1997). Entretanto, baixos valores de porcentagem de variância explicada são normais em estudos de vegetação e não impedem a análise da significância da relação espécie-ambiente (TER BRAAK, 1988). O teste de permutação de Monte Carlo indicou que as referidas densidades também foram correlacionadas significativamente com as variáveis ambientais utilizadas, sendo $p=0,002$ para o eixo 1 e eixo 2 (TAB. 10).

TABELA 10

Resumo estatístico da Análise de Correspondência Canônica (CCA) da densidade absoluta de 30 espécies herbáceo-arbustivas com 10 ou mais indivíduos amostrados em Campo Rupestre Ferruginoso (ambiente natural) e na área recuperada após 12 meses com deposição de *topsoil*, mina do Segredão, Sabará, MG.

| SUMÁRIO ESTATÍSTICO DOS EIXOS | Eixo 1 | Eixo 2 |
|---|---------------|---------------|
| Autovalores | 0,600 | 0,272 |
| % Variância global dos dados | 22,8 | 10,3 |
| % Variância global dos dados acumulada | 22,8 | 33,1 |
| Correlação Pearson (espécies-variáveis) | 0,987 | 0,956 |
| Correlação por postos Kendall (espécies-variáveis) | 0,830 | 0,775 |
| Teste de Monte Carlo (para correlação espécie-ambiente) | 0,002* | 0,002* |

* Indica correlação significativa entre a densidade e as variáveis ambientais utilizadas.

A FIG. 10 permite visualizar questões bastante interessantes relativas aos resultados obtidos no experimento com uso de *topsoil*.

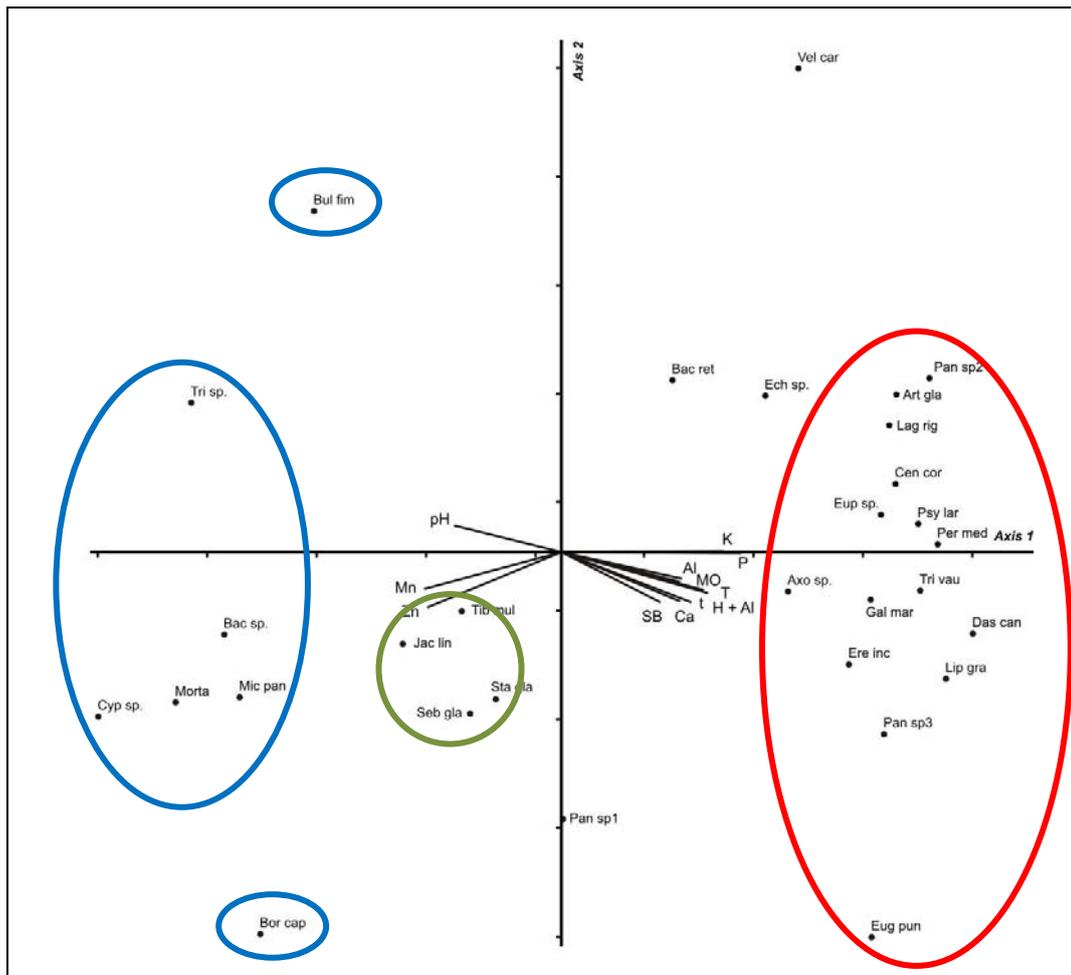


FIGURA 10 - Diagramas de ordenação das 30 espécies de plantas, com 10 ou mais indivíduos na amostra, nos dois primeiros eixos de ordenação produzidos pela Análise de Correspondência Canônica (CCA) nos ambientes de Campo Rupestre Ferruginoso (ambiente natural) e na área recuperada após 12 meses com deposição de *topsoil* (mina de Segredão, Sabará, MG).

Nesta FIG. 10, no eixo à direita, observa-se que as espécies *Periandra mediterranea*, *Trixis vauthieri*, *Psyllocarpus laricoides*, *Dasyphyllum candoleanum*, *Centrosema coriacea*, *Lippia gracilis*, *Lagenocarpus rigidus*, *Arthrocereus glaziovii*, *Eupatorium* sp., *Galactia martii*, *Eremanthus incanus* e *Panicum* sp., inseridas na elipse vermelha, são as que apresentam uma tendência a concentrar as suas distribuições em ambientes com maiores teores de MO, Ca, K e P e valores de pH mais baixos, que caracterizam o ambiente natural amostrado, mesmo sendo esses teores e parâmetros considerados baixos neste ambiente (cf. TAB. 8).

Nesse grupo, destaca-se a presença de *P. mediterranea* que, provavelmente, tem maior habilidade competitiva nesses ambientes e está praticamente ausente no ambiente de 12 meses. Assim se dá com as demais espécies agrupadas no referido eixo e que

apresentaram comportamento similar, ou seja, ausência nas parcelas de *topsoil* aos doze meses de exposição. O curto espaço de tempo para germinação ou a inexistência de sementes dessas espécies no banco de sementes podem ser outras causas da sua baixa ocorrência nestas parcelas, embora as alterações químicas detectadas no *topsoil* do experimento também devam ser consideradas quando se buscam explicações para essa ausência.

As espécies *Baccharis* sp., *Microtea paniculata*, *Cyperus* sp., e *Chaptalia integrifolia*, posicionadas à esquerda do eixo 1 (elipses azuis), apresentam tendência a concentrar a distribuição dos indivíduos de sua população nos ambientes com baixos (menores) teores de nutrientes (Ca, K, Mg) e pH mais elevado, que são as condições encontradas nas parcelas aos 12 meses.

A mortalidade está fortemente correlacionada com esse estágio, pois a maior parte dos mortos foi observada nele. Tal mortalidade deve estar associada ao clima, ao caráter de alta frequência e ciclo curto das espécies encontradas na amostragem de cinco meses, como *Microtea paniculata* e *Borreria capitata*. Alterações microclimáticas locais - como aumento do vento, redução da umidade e temperatura - e a competição (exclusão competitiva) com espécies mais adaptadas às condições adversas deste substrato, agora aí presentes, como as gramíneas, (*Brachiaria decumbens*, *Melinis minutiflora*), as exóticas forrageiras, podem também ter influenciado esse resultado.

Quatro espécies aparecem ainda agrupadas nesse eixo: *Sebastiania glandulosa*, *Stachytarpheta glabra*, *Tibouchina multiflora* e *Jaquemontia linearis*, presentes com frequências altas no meio natural - respectivamente, 12,42, 9,72, 12,06 - e as três primeiras espécies em IVI na amostragem de 12 meses - respectivamente 36,98, 11,70, 9,61 (elipse verde). São espécies pioneiras na sucessão, com capacidade de sobreviver em condições de depleção de matéria orgânica e nutrientes no *topsoil*.

A observação desses resultados foi de enorme contribuição para melhor entendimento do processo que ocorre ao se fazer uso de *topsoil* para restauração dos Campos Ferruginosos. Aqui, viu-se que nas parcelas de *topsoil* houve redução de nutrientes e de matéria orgânica ao longo de um ano de exposição do material, o que representou uma situação restritiva para o estabelecimento de espécies com menor habilidade competitiva em solos empobrecidos. A exposição a fatores como chuvas, luz excessiva e amplas variações de temperatura, entre outros, particularmente observados no local no período dos doze meses posteriores à montagem do experimento, pode ser considerada causadora dessa situação.

A percepção desse problema exige que, no uso desse material em processo de restauração, promovam-se cuidados especiais. O primeiro deles diz respeito ao período de

início de sua utilização. O mais favorável será aquele sem as chuvas torrenciais e temperaturas elevadas, que ocorrem no verão na área de estudo. As chuvas lavam excessivamente o *topsoil* e carregam os nutrientes nele contidos; a luz excessiva e temperaturas elevadas provocam sua secagem extrema, o que ocasiona amplitudes indesejáveis para as plantas. O segundo procedimento a ser adotado diz respeito à realização de manutenções periódicas para remoção de plantas invasoras e para adubação da área, que deve remontar às características biológicas do ecossistema, com presença de bactérias, fungos, líquens, musgos, etc, elementos indutores do ciclo biológico do terreno. No caso da mineração, esses elementos podem ser recolhidos por meio de varrição do meio natural e deposição na área de restauração.

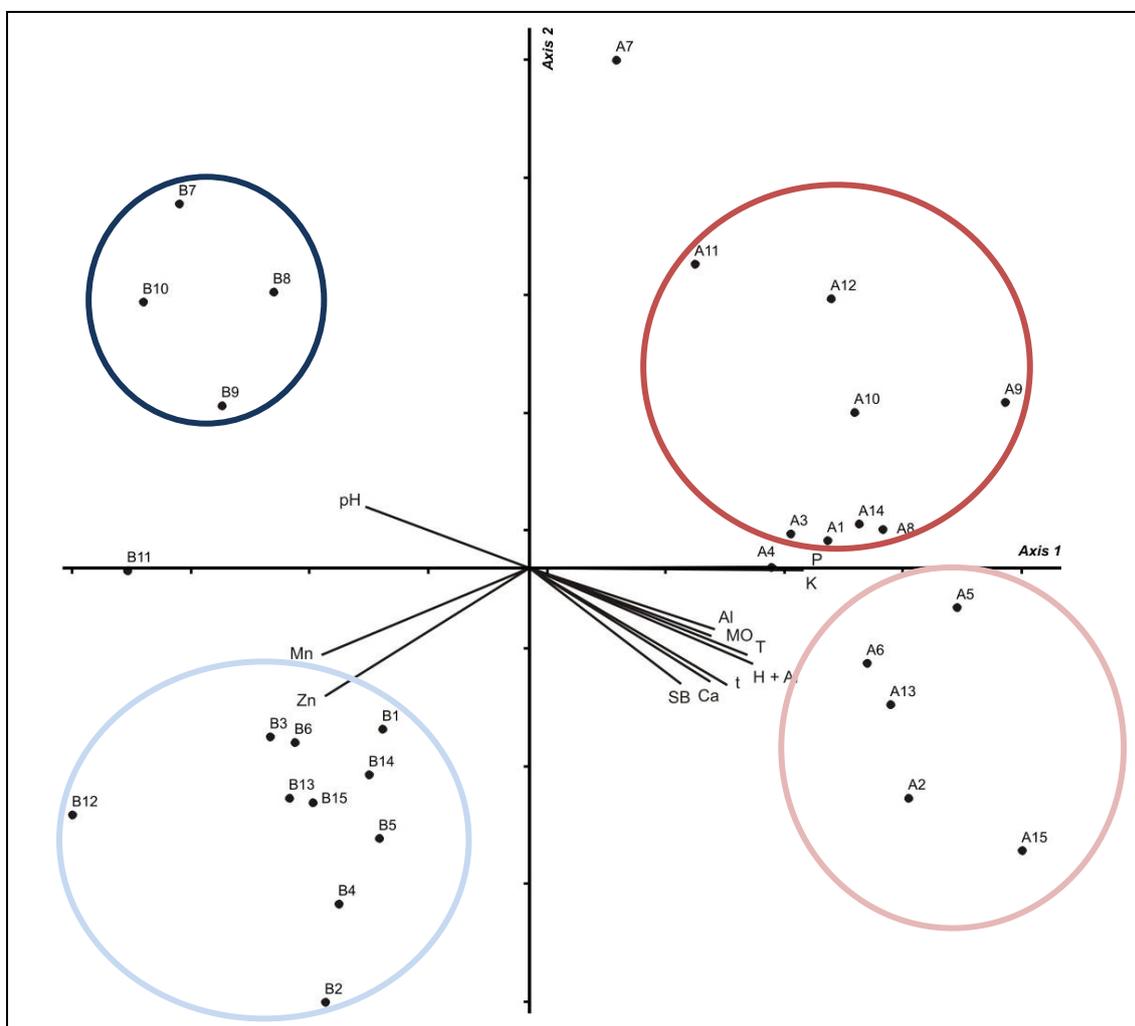


FIGURA 11 - Diagramas de ordenação das 30 parcelas da amostra, nos dois primeiros eixos de ordenação produzidos pela Análise de Correspondência Canônica (CCA) nos ambientes de Campo Rupestre Ferruginoso (ambiente natural) e na área recuperada após 12 meses com deposição de *topsoil*. Os números das parcelas precedidos pela letra **A** se referem às parcelas da amostra no Campo Rupestre Ferruginoso e as antecedidas pela letra **B** dizem respeito à área recuperada após 12 meses com deposição de *topsoil*.

A FIG. 11 mostra o resultado da ordenação das parcelas amostrais. Para seu melhor entendimento, é preciso associar a sua leitura à compreensão sobre as características das parcelas amostrais no ambiente em que se encontram.

Assim, as parcelas agrupadas à esquerda do eixo 2 (elipses azuis) estão, de forma geral, mais associadas a valores maiores de pH (porção positiva do eixo 2) e de Mn e Zn (porção negativa do eixo 2). Essas parcelas representam as áreas de *topsoil* aos 12 meses e denotam com precisão a organização espacial das espécies nascidas nessas áreas, norteadas pelos aumentos no pH decorrentes da redução de MO e, conseqüentemente, com menor disponibilidade de micronutrientes e menor teor de Ca e Mg (cf. FIG. 10 e TAB. 8). Na porção negativa do eixo 2, aparecem as parcelas cujos solos são mais pobres em MO (cf. FIG. 10), colonizadas pelas espécies que apresentaram aptidão para sobreviver nessa situação e no meio natural: *Tibouchina multiflora*, *Stachytarpheta glabra*, *Sebastiania glandulosa* e *Jacquemontia linarioides*. Na parte positiva do eixo 2, agrupam-se parcelas que, embora apresentem indivíduos das espécies retromencionadas, mostram também muitos de espécies associadas a pH mais alto e menor concentração de nutrientes, como *Chaptalia integrifolia* e *Bulbostylis fimbriata*, ruderais oportunistas que apareceram no *topsoil*.

As parcelas do ambiente natural (elipses vermelhas), agrupadas e organizadas à direita, formam dois grupos com maiores teores de nutrientes e pH menor que o do ambiente recuperado com *topsoil* aos 12 meses. O agrupamento da parte positiva do eixo representa parcelas ocupadas por indivíduos de pequeno porte, como *Arthrocerus glaziovii* e *Vellozia caruncularis*, espécies diretamente relacionadas aos Campos Ferruginosos e às carapaças lateríticas; o da parte negativa, são aquelas parcelas colonizadas por arbustos e árvores de pequeno porte, como *Eugenia puniceifolia*, *Lippia gracilis*, *Periandra mediterranea*, *Dasyphyllum candoleanum*, *Eremanthus incanus*, entre outras; onde o solo está mais fraturado, há serapilheira e matéria orgânica.

Assinale-se que diferenças sutis nos atributos dos solos podem interferir nos padrões de organização espacial de comunidades de plantas e de suas populações, tornando-se imprescindível realizar mais estudos que cruzem as características pedológicas e estruturais das comunidades de plantas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É relevante a contribuição desta pesquisa para o melhor entendimento das questões relativas à restauração dos Campos Ferruginosos do Quadrilátero Ferrífero. No que se refere ao levantamento botânico, nesta pesquisa observou-se menor riqueza florística na mina de Segredão (191 espécies) em relação à amostragem da mina de Alegria (333 espécies). Ainda comparando as listas levantadas, ao se verificar que 103 espécies eram exclusivas da mina de Sabará, revelou-se a diversidade de sua composição florística. Ambos os dados são muito importantes, sobretudo quando relacionados com o tema restauração.

No que diz respeito à questão da diversidade botânica, os dados permitiram constatar a importância dos levantamentos florísticos como passo inicial para os programas de restauração, inclusive para orientar o resgate de flora. No caso das formações ferríferas, tal conclusão torna-se mais evidente, em virtude das características distintas de cada área e das especificidades de riqueza, raridade e endemismo da vegetação, conforme se verifica nos resultados acima referidos.

A situação presente na mina de Segredão – de unidade paralisada, próxima de estrada, mais sujeita às coletas predatórias e queimadas, já tendo sofrido revegetação com espécies de maior habilidade competitiva - pareceu uma explicação provável para a menor riqueza aí verificada.

A situação de mina paralisada traz à luz o desafio especial que esse tipo de unidade representa nos programas de restauração. No caso estudado, a questão de já ter sido revegetada projetou-se evidentemente nos resultados do uso do *topsoil*, o que se observa quando se verifica no experimento a ocorrência de espécies que não constavam da amostragem do meio natural, algumas exóticas e oportunistas.

Esse dado e a observação de dominância de poucas espécies - as de maior habilidade competitiva em solos empobrecidos -, de evidência de aumento de pH decorrente da perda de matéria orgânica e, conseqüentemente, de disponibilidade de nutrientes, constatados nas parcelas aos 12 meses, suscitaram questionamento na pesquisa.

No tratamento estatístico dos dados, foi considerada a hipótese de haver correlação entre a exposição do *topsoil* aos agentes do intemperismo e deficiências encontradas, já que, nesse processo, ocorre exposição do solo à luz, às chuvas e variações de temperatura, fatores responsáveis pela falta de nutrientes observada.

A percepção da ocorrência dessa possível situação restritiva no processo do uso do *topsoil* suscitou a busca por medidas capazes de minimizar os prejuízos detectados. Entre as medidas propostas, destacam-se: a escolha de período mais ameno para a deposição do *topsoil* e realização de manutenção periódica da área com remoção das espécies invasoras e adubação mediante varrição do meio natural para deposição no *topsoil* no objetivo de remontar as características biológicas perdidas – a presença dos elementos indutores do ciclo biológico, tais como bactérias, fungos, líquens, musgos etc.

Além disso, a remoção de *topsoil* demanda o uso de equipamentos de grande porte, suficiente para decapear a formação ferrífera, especialmente no caso da canga couraçada, que exige poder mecânico para quebra da couraça e transporte para o local de restauração.

O uso de equipamento de pequeno porte, em Sabará, gerou parcelas com espessuras menores do que as de Alegria, o que pode também ter influenciado os resultados obtidos. Isso mostra a necessidade da continuidade das pesquisas sobre espessura das parcelas de *topsoil*, de forma a apontar aquela ideal para eficácia do uso do material, escasso se forem consideradas as vastas áreas que deverão abrigar Campos Ferruginosos quando da exaustão das jazidas e fechamento das minas.

Esta pesquisa constituiu-se, pois, em passo importante no sentido do aprimoramento das metodologias capazes de viabilizar operações de restauração de cobertura vegetal autóctone em áreas mineradas em todas as suas complexas e variadas situações.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP II - APG. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders e families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society** v.141, p.399-436, 2003.

BORCARD, D.; LEGENDRE, P.; DRAPEAU, P. Partialling out the spatial component of ecological variation. **Ecology**, v. 73, n. 3, p. 1045-1055, 1992.

BRADSHAW, A. D. Reclamation of lands and ecology of ecosystems. In: JORDAN III; GILPIN, M. E.; ABER, J. D. (Ed.) **Restoration ecology: a synthetic approach to ecological research**. Cambridge: Cambridge University Press, 1987. P.53-71

BRANDÃO, M.; GAVILANES, M. L. Mais uma contribuição para o conhecimento da Cadeia do Espinhaço em Minas Gerais (Serra da Piedade)-II. **Daphne**, v.1, p.26-43, 1990.

BRAUN-BLANQUET, J. **Fitosociologia - Bases para el estudio de las comunidades vegetales**. Madrid: H. Blume Ediciones, 1979. 820p.

BROWER, J. E.; ZAR, J.H. **Field and laboratory methods for general ecology**. Dubuque: W. M. C. Brown Company, 1984. 226p.

BRUMMITT, R. K.; POWELL, C. E.. 1992. Authors of plant names. **Royal Botanic Garden**. Kew. 732p.

CARVALHO, D. A. de; Distribuição de espécies arbóreo-arbustivas ao longo de um gradiente de solos e topografia em um trecho de floresta ripária do rio São Francisco em Três Marias, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 2, p. 329-345, 2005.

CIENTEC. **Mata Nativa 2, versão 2**: sistema para análise fitossociológica e elaboração de inventários e planos de manejo de florestas nativas. Viçosa, MG, Cientec - Consultoria e Desenvolvimento de Sistemas, 2006.

CONCEIÇÃO, A. A. *Ecologia da Vegetação em Afloramentos Rochosos na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil*. 2003. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

CRAWLEY, M. J. Plant-herbivore dynamics. In: CRAWLEY, M. J. (ed.). **Plant Ecology**. Oxford: Blackwell Science, 1997. p. 401-474.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

ENGEL, V. L.; PARROTA, J. A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E. de; MORAES, L. F. D. de; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. Cap. 1, p. 01-26.

FRANÇA, J. L.; DE VASCONCELLOS, A. C. **Manual para normalização de publicações técnico-científicas**. 8ª edição revista. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2009. 258p.

GIULIETTI, A. M.; MENEZES, N. L.; PIRANI, J. R.; MEGURO, M.; WANDERLEY, M. das G. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Caracterização e Lista das Espécies. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v.9, p.1-151, 1987.

GUEDES, M. L. S.; ORGE, M. D. R. **Checklist das espécies vasculares do Morro do Pai Inácio (Palmeiras) e Serra da Chapadinha (Lençóis), Chapada Diamantina, Bahia, Brasil**. Salvador: Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia, 1998. 69p.

HARLEY, R. M. Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina – Bahia, Brasil. In: STANNARD, B. L. E. (Ed.). **The trustees of the Royal Botanic Gardens**, Kew. 1995. 853p.

INPI - The International Plant Names Index. Índice de espécies. Disponível em: <http://www.ipni.org>

JACOBI, C. M.; CARMO, F. F.; VINCENT, R. C.; STEHMANN, J. R. Plant communities on ironstone outcrops: a diverse and endangered Brazilian ecosystem. **Biodiversity and Conservation**, v.16, n.7, p. 2185–2200, 2007.

KRAMER, K. U.; TRYON, R. M. Introduction to the treatment of pteridophytes. In: KRAMER, K.U.; GREEN, P.S. **The families and genera of vascular plants**. New York: Springer Verlag, 1990. p. 12-13

MCCUNE, B.; MEFFORD, M. J. **PC-ORD version 4.0, multivariate analysis of ecological data, Users guide**. Glaneden Beach: MjM Software Design, 1999.

MENDONÇA, M. P.; SANTOS, F. M. G.; ARRUDA, L. J. **Resgate de espécies vegetais dos campos ferruginosos na mina de Capão Xavier, Nova Lima, MG**. Belo Horizonte: Fundação Zêo-Botânica de Belo Horizonte, 2007.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Instrução Normativa nº 6, de 23 de setembro de 2008. Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção – IBAMA**. Brasília, 2008.

MOBOT - **Missouri Botanical Garden**. Disponível em: <http://www.mobot.org>

MOTA, R. C. **Orchidaceae na Serra do Caraça, Minas Gerais**: Levantamento florístico e o tratamento taxonômico da subfamília Epidendroideae. 2006. Dissertação (Mestrado em ciências biológicas) Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

MOURÃO, A.; STEHMANN, J. R. Levantamento da flora do campo rupestre sobre canga hematítica couraçada remanescente na Mina do Brucutu, Barão de Cocais, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 58, n. 4, p. 775-785, 2007.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods in vegetation ecology**. New York: Wiley e Sons, 1974. 547p.

NERI, A. V.; CAMPOS, E. P.; DUARTE, T. G.; MEIRA-NETO, J. A. A.; SILVA, A. F.; VALENTE, G. E. Regeneração de espécies nativas lenhosas sob plantio de *Eucalyptus* em área de Cerrado na FLONA de Paraopeba, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasílica** v. 19, n. 2, p. 369-376. 2005

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; CARVALHO, D. A.; FONTES, M. A. L.; van den BERG, E.; CURI, N.; CARVALHO, W. A. C. Variações estruturais do compartimento arbóreo de uma floresta semidecídua alto-montana na chapada das Perdizes, Carrancas, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 2, p. 291-309, 2004.

PIELOU, E. C. **Ecological diversity**. New York: Willey. 1975. p. 165.

PINTO, J. R. R.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; HAY, J. D. V. Influence of soil and topography on the composition of tree community in a central Brazilian Valley Forest. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 62 n. 1 e 2, p. 69-90, 2005.

PORTO, M. L. e SILVA, M. F. F. Tipos de Vegetação metalófito em áreas de Carajás e de Minas Gerais. **Acta Botânica Brasílica**, v.3, n.2, p.13-21, 1989.

ROYAL BOTANICAL GARDENS. **Index Kewensis on compact disc**. Oxford: Herbarium of the Royal Botanic Gardens Kew, 1997.

SMITH, A. R.; PRYER, M. K.; SCHUETTPELZ, E.; KORALL, P.; SCHNEIDER, H.; WOLF, P. G. A classification for extant ferns. **Taxon** v. 55, n. 3, p. 705-731, 2006.

SER - Society for Ecological Restoration International Science e Policy Working Group. 2004. **The SER International Primer on Ecological Restoration**. Disponível em: https://www.ser.org/pdf/SER_Primer_

STATSOFT INC. 2004. **Statistica (data analysis software system), version 7.0**. Tulsa.

TEIXEIRA, W. A.; LEMOS FILHO, J. P. Fatores edáficos e a colonização de espécies lenhosas em uma cava de mineração de ferro em Itabirito, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 25-33, 2002.

TER BRAAK, C. J. F. Canonical Correspondence Analysis: A New Eigenvector Technique for Multivariate Direct Gradient Analysis. **Ecology**, v. 67, n. 5, p. 1167-1179, 1986.

_____. The analysis of vegetation environment relationship by canonical correspondence analysis. **Vegetatio**, v. 69, p. 69-77. 1987.

_____. **CANOCO** - A FORTRAN program for canonical community ordination by (Partial) (Detrended) (Canonical) correspondence analysis and redundancy analysis, version 2.1 Technical report LWA-88-2, TNO. Wageningen: Institute of Applied Computer Science, 1988.

TER BRAAK, C. J. F. Ordination. In: JONGMAN, R. H. G.; TER BRAAK, C. J. F.; van TONGEREN, O. F. R. (Ed.). **Data analysis in community and landscape ecology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. p.91-173.

TILMAN, D. Mechanisms of plant competition. In: CRAWLEY, M. J. (Ed.). **Plant Ecology**. Oxford: Blackwell Science. p. 239-261, 1997.

TRINDADE, E. S.; SCHAEFER, C. E. G. R.; ABRAHÃO, W. A. P.; RIBEIRO JÚNIOR, E. S.; OLIVEIRA, D. M. F.; TEIXEIRA, P. C. Crostas biológicas de saprólitos da região do Quadrilátero Ferrífero, MG: ciclagem biogeoquímica e micromorfológica. **Geonomos**, v.13, n.1,2, p.37-45, 2005.

VIANA, P. L.; LOMBARDI, J. A. Florística e caracterização dos Campos Rupestres sobre canga na Serra da Calçada, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 58, n. 1, p. 159-177, 2007.

VINCENT, R. C. **Florística, fitossociologia e relações entre a vegetação e o solo em áreas de campos ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais**. 2004. Tese (doutorado em Botânica - Instituto de Biociências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 145p.

_____; MEGURO, M. Influence of soil properties on the abundance of plant species in ferruginous rocky soils vegetation, southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.31, n.3, p.377-388, 2008.

ANEXO A

Lista das espécies de plantas vasculares inventariadas nos Campos Rupestres sobre formações ferríferas, na mina de Segredão, Sabará, Minas Gerais.

A coluna “Am.” indica as espécies ameaçadas de extinção de acordo com a lista oficial das espécies ameaçadas de extinção (MMA, 2008), sendo: A = espécies ameaçadas; B = indicadas para estudos detalhados. Na coluna “Hábito”, Arb. = arbusto, Arv. = árvore ou arvoreta, S. Arb. = subarbusto, Erv. = erva, L = liana; na coluna “Forma de Vida”, T = terrestre, E = epífita, R = rupícola, H = hemiepífita, P = parasita (hemi ou holoparasita); na coluna “Ambiente”, CM = capão de mata, CR = campo rupestre, CE = cerrado. As “Coleções” estão representadas pelos números de coleta de Rubens Custódio da Mota, Lídia Maria dos Santos, Sérgio Tomich Santos e Leandro Arruda.

| FAMÍLIA / ESPÉCIE | Am | Hábito | Forma de Vida | Ambiente | Coleções |
|--|----|--------|---------------|----------|------------|
| ALSTROEMERACEAE <i>Alstroemeria rupestris</i> M.C. Assis | | Erv. | T | CR | 3376 |
| AMARANTHACEAE <i>Gomphrena</i> sp. | | Erv. | T | CE | 3377 |
| <i>Pfaffia jubata</i> Mart. | | Erv. | T | CR | 3378 |
| AMARYLLIDACEAE <i>Hippeastrum morelianum</i> Lem. | | Erv. | T, R | CR | 3379 |
| ANEMIACEAE <i>Anemia raddiana</i> Link | | Erv. | T | CR | 3380 |
| ANNONACEAE <i>Guatteria sellowiana</i> Schldl. | | Arv. | T | CM | 3381 |
| <i>Guatteria villosissima</i> A. St.-Hil. | | Arv. | T | CM | 3382 |
| APOCYNACEAE <i>Ditassa linearis</i> Mart. | | Erv. | T, R | CR | 3383 |
| <i>Ditassa retusa</i> Mart. | | Erv. | T | CR | 3384 |
| <i>Mandevilla pohliana</i> (Stadelm.) A. Gentry | | S.Arb. | T | CR, CE | 3385 |
| <i>Minaria acerosa</i> (Mart.) T.U.P. Konno e Rapini | | Erv. | T | CR | 3513 |
| AQUIFOLIACEAE <i>Ilex subcordata</i> Reissek | | Arb. | T | CR, CM | 3386 |
| ARACEAE <i>Anthurium minarum</i> Sakuragui e Mayo | | Erv. | T, R | CM, CR | 3387 |
| ARECACEAE <i>Syagrus flexuosa</i> (Mart.) Becc. | | Arb. | T | CR | Observado! |
| ASTERACEAE <i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze | | Erv. | T | CR, CE | 3388 |
| <i>Acratopappus longifolius</i> (Gardn.) R.M. King e H. Rob. | | Arb. | T | CR | 3389 |
| <i>Aspilia</i> sp. | | S.Arb. | T | CR, CE | 3390 |
| <i>Baccharis reticularia</i> DC. | | Arb. | T | CR | 3391 |
| <i>Baccharis serrulata</i> (Lam.) Pers. | | Arb. | T | CR | 3392 |
| <i>Bidens pilosa</i> L. | | Erv. | T | CR, CE | 3393 |
| <i>Chromolaena multiflosculosa</i> (DC.) R.M. King e H. Rob. | | Arb. | T | CR | 3394 |
| <i>Dasyphyllum candolleianum</i> (Gardner) Cabrera | | Arb. | T | CR, CM | 3507 |
| <i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC. | | Erv. | T | CR, CE | 3395 |
| <i>Eremanthus incanus</i> (DC.) Mac Leish. | | Arv. | T | CR | 3506 |
| <i>Eremanthus sphaerocephalus</i> (DC.) Baker | | Arb. | T | CE | 3514 |
| <i>Eupatorium</i> sp. | | S.Arb. | T | CR | Observado! |
| <i>Ichthyothere integrifolia</i> (DC.) S.F. Blake | | Erv. | T | CR, CE | 3396 |
| <i>Koanophyllon thysanolepis</i> (B.L. Rob.) R.M. King e H. Rob. | | Arb. | T | CR | 3397 |
| <i>Lessingianthus bardanioides</i> (Less.) H. Rob. | | Arb. | T | CR | 3398 |
| <i>Lessingianthus hoveaeifolius</i> (Gardn.) H. Rob. | | Arb. | T | CR | 3399 |
| <i>Mikania oblongifolia</i> DC. | | Arb. | T | CR, CE | 3519 |
| <i>Porophyllum lanceolatum</i> DC. | | Erv. | T | CR | 3400 |
| <i>Symphopappus reticulatus</i> Baker | | Arb. | T | CR | 3401 |
| <i>Trixis vauthieri</i> DC. | | S.Arb. | T | CR | 3508 |
| <i>Vernonanthura phosporica</i> (Vell.) H. Rob. | | Arb. | T | CR, CE | 3520 |
| Indeterminada | | | | | Observado! |
| Indeterminada 3 | | | | | Observado! |
| BEGONIACEAE <i>Begonia alchemilloides</i> A.DC. | | Erv. | R | CR | 3402 |
| <i>Begonia rufa</i> Thunb. | | Erv. | T, R | CM, CR | 3505 |
| BIGNONIACEAE <i>Anemopaegma glaucum</i> Mart. Ex DC. | | S.Arb. | T | CE | Observado! |
| <i>Arrabidaea sceptrum</i> (Cham.) Sandwith | | L. | H | CR, CE | 3403 |
| <i>Jacaranda caroba</i> DC. | | Arb. | T | CR, CE | 3404 |

| FAMÍLIA / ESPÉCIE | Am | Hábito | Forma de Vida | Ambiente | Coleções |
|--|----|--------|---------------|------------|------------|
| BIGNONIACEAE | | | | | |
| <i>Memora pedunculata</i> Miers | | Arb. | T | CR, CE | 3405 |
| <i>Pyrostegia venusta</i> Miers | | L. | T | CR, CM, CE | 3406 |
| BROMELIACEAE | | | | | |
| <i>Cryptanthus schwacheanus</i> Mez | | Erv. | R | CR | 3523 |
| <i>Dyckia saxatilis</i> Mez | | Erv. | T | CR, CM | Observado! |
| <i>Tillandsia geminiflora</i> Brongn. | | Erv. | E | CR, CM | Observado! |
| <i>Tillandsia recurva</i> (L.) L. | | Erv. | E | CR, CM | 3407 |
| <i>Vriesea minarum</i> L.B. Smith | B | Erv. | R | CR | 3408 |
| CACTACEAE | | | | | |
| <i>Arthroocereus glaziovii</i> (K.Schum.) N.P.Taylor e Zappi | B | S.Arb. | R | CR | 3409 |
| CAMPANULACEAE | | | | | |
| <i>Siphocampylus nitidus</i> Pohl | | Arb. | T | CM, CR | 3510 |
| CELASTRACEAE | | | | | |
| <i>Maytenus gonoclada</i> Mart. | | Arv. | T | CM, CR | 3410 |
| <i>Maytenus</i> sp. | | Arv. | T | CM, CR | Observado! |
| COMMELINACEAE | | | | | |
| <i>Commelina erecta</i> L. | | Erv. | T | CR | 3411 |
| CONVOLVULACEAE | | | | | |
| <i>Jacquemontia linarioides</i> Meisn. | | Erv. | T | CR | 3412 |
| <i>Merremia tomentosa</i> Hallier f. | | S.Arb. | T | CR | 3413 |
| CUCURBITACEAE | | | | | |
| <i>Cayaponia weddellii</i> (Naudin) Gomes-Klein. | | L. | T | CR | 3414 |
| CYPERACEAE | | | | | |
| <i>Bulbostylis □onsanguinea</i> (Kunth) C.B. Clarke | | Erv. | T | CR | 3418 |
| <i>Bulbostylis fimbriata</i> (Nees) C.B. Clarke | | Erv. | T | CR | 3415 |
| <i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl. | | Erv. | T | CR | 3416 |
| <i>Lagenocarpus rigidus</i> (Kunth.) Nees | | Erv. | T, R | CR | 3417 |
| <i>Trilepis lhotzkiana</i> Nees | | Erv. | R | CR | 3419 |
| ERIOCAULACEAE | | | | | |
| <i>Paepalanthus manicatus</i> Pouls. ex Malme | | Erv. | T | CR | 3420 |
| ERYTHROXYLACEAE | | | | | |
| <i>Erythroxylum gonocladum</i> O.E.Schulz | | Arb. | T | CM, CR | 3421 |
| <i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hil. | | Arb. | T | CE | 3422 |
| EUPHORBIACEAE | | | | | |
| <i>Croton antisiphiliticus</i> Mart. | | Erv. | T | CR, CE | 3423 |
| <i>Croton campestris</i> A. St.-Hil. | | Arb. | T | CR, CE | 3424 |
| <i>Sebastiania glandulosa</i> Muell. Arg. | | Arb. | T | CR | 3425 |
| FABACEAE | | | | | |
| <i>Abarema brachystachya</i> (DC.) Barneby e J.W.Grimes | | Arv. | T | CM | Observado! |
| <i>Centrosema coriaceum</i> Benth. | | Arb. | T, R | CR | 3426 |
| <i>Centrosema</i> sp. | | Arb. | T, R | CR | Observado! |
| <i>Chamaecrista mucronata</i> (Spreng.) H.S.Irwin e Barneby | | Arb. | T | CR | 3427 |
| <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. | | Arv. | T | CM, CR | 3504 |
| <i>Crotalaria rufipila</i> Benth. | | Arb. | T | CR | 3428 |
| <i>Dalbergia miscolobium</i> Benth. | | Arb. | T | CE | Observado! |
| <i>Galactia martii</i> DC. | | L. | T, R | CR | 3429 |
| <i>Periandra mediterranea</i> (Vell.) Taub. | | Arb. | T, R | CR | 3430 |
| <i>Senna rugosa</i> (G. Don) Irwin e Barneby | | Arb. | T | CR, CM | 3517 |
| GESNERIACEAE | | | | | |
| <i>Nematanthus strigillosus</i> (Mart.) H. E. Moore | | Arb. | E, R | CM, CR | 3431 |
| <i>Sinningia rupicola</i> (Mart.) Wiehler | | Erv. | R | CR | 3432 |
| IRIDACEAE | | | | | |
| <i>Neomarica glauca</i> Sprague | | Erv. | T, R | CM, CR | Observado! |
| LAMIACEAE | | | | | |
| <i>Hypenia</i> sp. | | Arb. | T | CE | 3515 |
| <i>Hyptis lippoides</i> Pohl ex Benth. | | S.Arb. | T | CR | 3433 |
| <i>Vitex cymosa</i> Bert ex Spreng. | | Arb. | T | CR, CM | 3434 |
| LAURACEAE | | | | | |
| <i>Ocotea tristis</i> (Nees) Mez | | Arb. | T | CM, CR | 3435 |
| LORANTHACEAE | | | | | |
| <i>Struthanthus flexicaulis</i> (Mart.) Mart. | | Erv. | P | CR | 3436 |
| LYTHRACEAE | | | | | |
| <i>Diplusodon buxifolius</i> DC. | | Arb. | T | CR | 3437 |
| MALPIGHIACEAE | | | | | |
| <i>Banisteriopsis campestris</i> (A. Juss.) Little | | Arb. | T | CR | 3438 |
| <i>Banisteriopsis malifolia</i> (Nees e Mart.) B. Gates | | L. | E | CM | 3521 |
| <i>Byrsonima crassa</i> Nied. | | Arb. | T | CE | 3440 |
| <i>Byrsonima intermedia</i> A. Juss. | | Arb. | T | CE | 3439 |
| <i>Byrsonima variabilis</i> A. Juss. | | Arb. | T | CR | 3441 |

| FAMÍLIA / ESPÉCIE | Am | Hábito | Forma de Vida | Ambiente | Coleções |
|---|----|--------|---------------|------------|------------|
| MALPIGHIACEAE | | | | | |
| <i>Heteropterys affinis</i> A. Juss. | | Arb. | T | CR | 3442 |
| <i>Heteropterys campestris</i> A. Juss. | | Arb. | T | CR | 3443 |
| <i>Heteropterys umbellata</i> A. Juss. | | Arb. | T | CR | 3444 |
| <i>Peixotoa tomentosa</i> A. Juss. | | Arb. | T | CR | 3445 |
| MALVACEAE | | | | | |
| <i>Pavonia viscosa</i> A. St.-Hil. | | Arb. | T | CM, CR | Observado! |
| <i>Sida ciliaris</i> L. | | Arb. | T | CR | 3446 |
| MELASTOMATACEAE | | | | | |
| <i>Cambessedesia hilariana</i> DC. | | S.Arb. | T | CR | 3447 |
| <i>Leandra cancellata</i> Cogn. | | Arb. | T | CM, CR | 3448 |
| <i>Miconia ligustroides</i> (DC.) Naudin | | Arb. | T | CM | 3449 |
| <i>Miconia sellowiana</i> Naud. | | S.Arb. | T | CM | 3511 |
| <i>Tibouchina cardinalis</i> (Bonpl.) Cogn. | | Arb. | T | CR, CM | 3450 |
| <i>Tibouchina multiflora</i> Cogn. | | Arb. | T | CR | 3451 |
| MENISPERMACEAE | | | | | |
| <i>Cissampelos ovalifolia</i> DC. | | S.Arb. | T | CR, CE | 3452 |
| MYRSINACEAE | | | | | |
| <i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) O. Kuntze | | Arb. | T | CR | 3453 |
| MYRTACEAE | | | | | |
| <i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg | | Arb. | T | CR | 3454 |
| <i>Eugenia cavalcanteana</i> Mattos | | Arb. | T | CR | 3455 |
| <i>Eugenia modesta</i> DC. | | Arb. | T | CM, CR | 3456 |
| <i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC. | | Arb. | T | CR | 3457 |
| <i>Eugenia</i> sp. | | Arb. | T | CM | Observado! |
| <i>Myrcia eriocalyx</i> DC. | | Arb. | T | CR | Observado! |
| <i>Myrcia mutabilis</i> (O.Berg) N.J.E.Silveira | | Arb. | T | CM | 3458 |
| <i>Myrcia splendens</i> DC. | | Arb. | T | CM | 3459 |
| <i>Myrcia tomentosa</i> Glaz. | | Arv. | T | CM | 3460 |
| <i>Myrcia</i> sp. 1 | | Arv. | T | CM | Observado! |
| <i>Myrcia</i> sp. 2 | | Arv. | T | CM | Observado! |
| <i>Myrcia</i> sp. 3 | | Arv. | T | CM | Observado! |
| <i>Myrciaria glanduliflora</i> (Kiaersk.) J. R. Mattos e D.Legrand | | Arb. | T | CM | 3461 |
| <i>Pimenta pseudocaryophyllus</i> (Gomes) Landrum | | Arv. | T | CM | 3462 |
| NYCTAGINACEAE | | | | | |
| <i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell | | Arb. | T | CR, CE | 3463 |
| OCHNACEAE | | | | | |
| <i>Ouratea floribunda</i> Engl. | | Arb. | T | CR | 3464 |
| <i>Ouratea semiserrata</i> (Mart.et Nees) Engl. | | Arv. | T | CM, CR | 3465 |
| ORCHIDACEAE | | | | | |
| <i>Acianthera modestissima</i> (Rchb.f. e Warm.) Pridgeon e M.W.Chase | | Erv. | R | CR | Observado! |
| <i>Acianthera teres</i> (Lindl.) Luer | | Erv. | R | CR | 3466 |
| <i>Bifrenaria harrisoniae</i> (Hook.) Rchb.f. | | Erv. | E, R | CM, CR | Observado! |
| <i>Bulbophyllum melloi</i> Pabst | | Erv. | R | Erv, R, CR | Observado! |
| <i>Bulbophyllum weddellii</i> Reichb. f. | | Erv. | E, R | CR | Observado! |
| <i>Epidendrum secundum</i> Jacq. | | Erv. | T, E, R | CM, CR | Observado! |
| <i>Habenaria obtusa</i> Lindl. | | Erv. | T | CE | 3467 |
| <i>Maxillaria madida</i> Lindl. | | Erv. | R, E | CR, CM | 3468 |
| <i>Oncidium blanchetii</i> Rchb. f. | | Erv. | T, E, R | CM, CR | 3469 |
| <i>Pleurothallis</i> sp. | | Erv. | T | CR | Observado! |
| <i>Sarcoglottis schwackei</i> (Cogn) Schltr. | | Erv. | T | CR | 3470 |
| <i>Sophranitis caulescens</i> (Lindl.) Van den Berg e M.W.Chase | B | Erv. | R | CR | Observado! |
| OROBANCHACEAE | | | | | |
| <i>Buchnera lavandulacea</i> Cham. e Schldl. | | Erv. | T | CR | 3512 |
| PHYLLANTACEAE | | | | | |
| <i>Phyllanthus rosellus</i> Muell. Arg. | | Erv. | T, R | CR | 3471 |
| PHYTOLLACACEAE | | | | | |
| <i>Microtea paniculata</i> Moq. | | Erv. | T | CR | 3472 |
| PIPERACEAE | | | | | |
| <i>Peperomia decora</i> Dahlst. | | Erv. | R | CR | 3473 |
| <i>Peperomia galioides</i> H.B.K. | | Erv. | R | CR | 3474 |
| <i>Peperomia subrubripica</i> C. DC. | | Erv. | R | CR | 3475 |
| POACEAE | | | | | |
| <i>Andropogon bicornis</i> L. | | Erv. | T | CR | Observado! |
| <i>Axonopus aureus</i> P. Beauv. | | Erv. | T | CR | 3476 |
| <i>Axonopus siccus</i> Kuhlman. | | Erv. | T | CR | 3477 |
| <i>Axonopus</i> sp. | | Erv. | T | CR | Observado! |
| <i>Echinolaena inflexa</i> (Poir.) Chase | | Erv. | T | CR, CE | 3478 |
| <i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka | | Erv. | T | CR | Observado! |
| <i>Panicum subulatum</i> Spreng. | | Erv. | T | CR | 3479 |
| <i>Panicum</i> sp. | | Erv. | T | CR | Observado! |
| <i>Paspalum</i> sp. | | Erv. | T | CR | Observado! |
| <i>Sporobolus aeneus</i> Kunth | | Erv. | T | CR | Observado! |

| FAMÍLIA / ESPÉCIE | Am | Hábito | Forma de Vida | Ambiente | Coleções |
|--|----|--------|---------------|----------|------------|
| POLYPODIACEAE | | | | | |
| <i>Microgramma squamulosa</i> (Kaulf.) de la Sota | | Erv. | E, R | CM, CR | 3480 |
| <i>Pleopeltis minarum</i> (Weath.) Salino | | Erv. | R | CR | 3481 |
| <i>Serpocaulon latipes</i> (Langsd. e Fisch.) A.R.Sm. | | Erv. | R | CR | 3482 |
| PORTULACACEAE | | | | | |
| <i>Portulaca mucronata</i> Link | | Erv. | T, R | CM | 3524 |
| PTERIDACEAE | | | | | |
| <i>Doryopteris ornithopus</i> (Hook. e Baker) J. Sm. | | Erv. | T | CR | 3516 |
| ROSACEAE | | | | | |
| <i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb. | | Arv. | T | CM, CR | 3483 |
| RUBIACEAE | | | | | |
| <i>Borreria capitata</i> DC. | | Erv. | T | CM, CR | 3484 |
| <i>Borreria suaveolens</i> G.F.W. Mey. | | Erv. | T | CR | 3486 |
| <i>Borreria</i> sp. | | Erv. | T | CR | 3485 |
| <i>Borreria</i> sp. 1 | | Erv. | T | CR | Observado! |
| <i>Declieuxia fruticosa</i> (Willd. ex Roem. e Schult.) Kuntze | | S.Arb. | T | CR | Observado! |
| <i>Declieuxia satireioides</i> Mart. e Zucc. | | S.Arb. | T | CR | Observado! |
| <i>Declieuxia verticillata</i> Muell. Arg. | | S.Arb. | T | CR | 3487 |
| <i>Galianthe angustifolia</i> (Cham. e Schldl.) E.L. Cabral | | S.Arb. | T | CR | 3488 |
| <i>Psyllocarpus laricooides</i> Mart. e Zucc. | | S.Arb. | T | CR | 3489 |
| <i>Remijia ferruginea</i> DC. | | Arb. | T | CM, CR | Observado! |
| RUTACEAE | | | | | |
| <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam. | | Arv. | T | CM | 3490 |
| SAPINDACEAE | | | | | |
| <i>Matayba guianensis</i> Aubl. | | Arv. | T | CM | 3491 |
| <i>Matayba mollis</i> Radlk. | | Arv. | T | CR, CM | 3492 |
| <i>Serjania acutidentata</i> Radlk. | | L. | T | CM | Observado! |
| SOLANACEAE | | | | | |
| <i>Brunfelsia brasiliensis</i> (Spreng.) L.B.Sm. e Downs | | Arb. | T | CR, CM | 3493 |
| <i>Solanum americanum</i> Mill. | | S.Arb. | T | CM | 3494 |
| <i>Solanum gemellum</i> Mart. ex Sendt. | | Arb. | T | CM | 3495 |
| <i>Solanum lycocarpum</i> A. St-Hil. | | Arb. | T | CE | 3509 |
| <i>Solanum refractifolium</i> Sendt. | | S.Arb. | T | CR | 3496 |
| <i>Solanum stenandrum</i> Sendt. | | S.Arb. | T | CR | 3497 |
| VELLOZIACEAE | | | | | |
| <i>Barbacenia brasiliensis</i> Willd. | | Erv. | R | CR | 3498 |
| <i>Vellozia caruncularis</i> Mart. ex Seub. | | Arb. | T, R | CR | 3499 |
| <i>Vellozia compacta</i> Mart. ex Schult. e Schult. f. | | Arb. | R | CR | Observado! |
| <i>Vellozia graminea</i> Pohl | | Erv. | R | CR | Observado! |
| VERBENACEAE | | | | | |
| <i>Lantana camara</i> L. | | Arb. | T | CR, CM | 3522 |
| <i>Lantana lundiana</i> Schauer | | S.Arb. | T | CR | 3500 |
| <i>Lippia gracilis</i> Schauer | | Arb. | T | CR | 3501 |
| <i>Lippia hermannioides</i> Cham. | | Arb. | T | CR | Observado! |
| <i>Lippia rotundifolia</i> Cham. | | Arb. | T | CR | 3518 |
| <i>Stachytarpheta glabra</i> Cham. | | Arb. | T | CR | 3502 |
| VOCHYSIACEAE | | | | | |
| <i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl | | Arv. | T | CE | 3503 |
| INDETERMINADA | | | | | |
| Indeterminada 1 | | Arb. | T | CR | Observado! |
| Indeterminada 2 | | Arb. | T | CR | Observado! |
| Indeterminada 3 | | Arb. | T | CR | Observado! |

CAPÍTULO IV

**RESTAURAÇÃO DE COBERTURA VEGETAL DE CAMPOS FERRUGINOSOS
DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO: FLORÍSTICA, FITOSSOCIOLOGIA E USO
DE *TOPSOIL* NA MINA DO SAPECADO, ITABIRITO, MINAS GERAIS**

1 INTRODUÇÃO

Quando se pensa em restauração de Campos Ferruginosos, é fundamental o conhecimento da flora e da organização estrutural das populações de espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas existentes nesses ecossistemas. Esse conhecimento pressupõe o levantamento de informações sobre o número de indivíduos, riqueza, dominância, hábitos, além da identificação das espécies raras e ameaçadas presentes na área de trabalho.

O solo colonizado por essas formações vegetais, que estruturam o estabelecimento da cobertura vegetal num ambiente, também precisam ser conhecidos. Os solos das formações ferríferas são rasos, bastante pedregosos, de baixa fertilidade natural, de elevada acidez, em consequência do grau de intemperismo avançado (SCHAEFER *et al.*, 2008). De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006), eles se enquadram nas classes dos Neossolos Litólicos, Plintossolos Pétricos e Cambissolos.

Sobre tais solos, em Minas Gerais, desenvolveu-se uma vegetação formada por espécies metalófitas, que colonizam substratos ricos em metais, especialmente o ferro (VINCENT e MEGURO, 2008). Essa cobertura vegetal teve sua importância ressaltada por estudiosos desde o período colonial (SANTOS, 2001), mas só recentemente passou a ser objeto de estudos mais específicos e aprofundados, resultantes sobretudo de pesquisas realizadas no âmbito acadêmico (PORTO E SILVA, 1989; TEIXEIRA E LEMOS FILHO, 2002; VINCENT, 2004; VIANA E LOMBARDI, 2007; MOURÃO E STEHMANN, 2007; JACOBI E CARMO, 2008; TEIXEIRA, 2008). A contribuição desses trabalhos para descrição, caracterização e classificação das famílias e espécies dos Campos Ferruginosos existentes nas cristas serranas, principalmente nas cotas altimétricas superiores a 900 m, permite conhecer e compreender melhor esse ecossistema, o que é condição fundamental para se desenvolver sua restauração.

Os Campos Ferruginosos são dotados de características bastante distintas, entre as quais podem ser ressaltadas: o endemismo de parte de sua flora, resultante da colonização de substratos ricos em metais, o ferro especialmente, que indica a estreita relação entre solo e planta; a diversidade florística, com mais de 600 espécies inventariadas, sistematicamente, em fitofisionomias distintas – campestres, arbustivas e arbóreas, com espécies raras, muitas enquadradas nas diversas categorias de ameaça; os mecanismos de sobrevivência de suas espécies, que incluem adaptações anatômicas, morfológicas e fisiológicas, desenvolvidos em virtude dos ambientes a que essas espécies estão sujeitas, com elevadas amplitudes térmicas e hídricas diárias e anuais; o crescimento lento de

muitas de suas espécies.

Algumas dessas espécies são encontradas em localidades típicas, outras são endêmicas de áreas pequenas, usualmente confinadas a altitudes e substratos específicos, com parca distribuição espacial. Alves e Kolbek (1994) chamam a atenção para a importância da conservação dessa vegetação das cristas isoladas, que se configuram como ilhas com vegetação de espécies endêmicas.

Em Minas Gerais, essa vegetação está particularmente concentrada no Quadrilátero Ferrífero, região montanhosa localizada no extremo sul da cadeia do Espinhaço, no centro-sul do Estado, considerada uma das mais importantes províncias minerais do mundo (SPIER *et al.*, 2003). Essa região abriga reservas de minério de ferro de alta qualidade, intensamente exploradas, que correspondem a 60% das reservas brasileiras deste minério (DNPM, 2008). A mineração que aí ocorre produz alterações sobre os solos e a cobertura vegetal que os colonizam, já que ambos (solo e planta) são removidos para que se dê a exploração do minério.

As empresas mineradoras, por determinação constitucional (BRASIL, 1988), devem recuperar suas áreas degradadas mediante atividades incorporadas às operações de mina. Essa determinação, seguida de outras imposições legais decretadas a partir do final da década de 1980, tornou obrigatória, no âmbito das empresas, a elaboração e execução de Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) e Planos Técnicos de Recomposição da Flora (PTRF), entre outros documentos integrantes dos licenciamentos ambientais para atividades que afetam vegetação nativa.

A obrigatoriedade da elaboração desses planos faz com que as empresas passem a contratar projetos em cumprimento a esse requisito legal. Assim, abre-se um ciclo de desenvolvimento de metodologias para a recuperação de áreas mineradas.

A pesquisa aqui relatada insere-se num conjunto de trabalhos que começaram a ser realizados em atendimento a condicionantes de licenciamento ambiental para ampliação de uma unidade minerária da Vale. Em 2001, para conceder licença de instalação, o órgão ambiental exigiu o desenvolvimento de pesquisas destinadas a viabilizar metodologias de recuperação de áreas degradadas (FEAM, 2001). Em 2002, iniciaram-se as operações de resgate de flora e uso de *topsoil*. Nesse sentido, já foram realizadas três pesquisas: a primeira na mina de Alegria em Mariana; a segunda, na mina de Segredão em Sabará; a terceira, na mina de Sapecado, em Itabirito.

O processo de restauração de cobertura vegetal em área minerada visa à recriação de comunidades ecologicamente viáveis, cujo princípio fundamental implícito é a

sustentabilidade, ou seja, que a área restaurada não necessite mais de intervenção ou manejo futuro (ENGEL e PARROTA, 2003). Para dar início a esse processo, o passo inicial é conhecer em profundidade a flora que se quer restaurar. Por isso, levantamentos florísticos constaram de todas as pesquisas acima mencionadas.

Tanto na mina de Alegria quanto na de Segredão, as operações com uso de *topsoil* geraram alguns questionamentos. O *topsoil* consiste no material resultante da raspagem da camada superficial do solo da área da mineração e que contém a crosta ferruginosa, o banco de sementes, a micro, meso e macro fauna/flora do solo (micro-organismos decompositores, fungos micorrízicos, bactérias nitrificantes, minhocas e algas), todos fatores importantes na ciclagem de nutrientes, reestruturação e fertilização do solo. Na mina de Alegria, a questão principal relativa a esse material envolveu o resultado quantitativo do experimento. Na mina de Segredão, questionou-se o próprio processo do uso do *topsoil* como procedimento de restauração de cobertura vegetal ferruginosa.

A decisão de mostrar os resultados da pesquisa realizada na mina de Sapecado vem no objetivo de confirmar (ou não) a conclusão dos trabalhos anteriores quanto à positividade dos resultados obtidos. Portanto, pretende-se aqui mostrar o processo desenvolvido com o uso do *topsoil*, precedido de estudos botânicos na cava de Sapecado e na pilha de Cata Branca.

Dessa forma, no presente estudo, apresentam-se resultados da aplicação do método desenvolvido experimentalmente nas minas de Alegria e Segredão em área operacional da Vale em Itabirito, Minas Gerais. Foram realizados levantamentos botânicos, resgate de flora e remoção de *topsoil* na cava de Sapecado, para a qual há licença de supressão de vegetação para ampliação da mina, procedimento que afeta o Campo Ferruginoso. Com as plantas resgatadas foram produzidas mudas em viveiro e plantio direto na pilha Cata Branca. Essa pilha vem recebendo tratamentos para reabilitação, entre eles a restauração de Campo Ferruginoso em 2ha de sua crista. Nesse local foi depositado o *topsoil*, foco deste estudo, que não contempla o resgate de flora por se considerar que as exigências ecológicas quanto a métodos e técnicas necessários às suas operações ficaram esclarecidas no trabalho da mina de Alegria.

O objetivo deste trabalho é, pois, mostrar os resultados do experimento com *topsoil*, compará-los com os resultados botânicos do meio natural e com os obtidos na mina de Segredão. Em virtude da escassez de dados nesta área, esta investigação poderá também contribuir para a descrição e caracterização da flora autóctone, mediante análise da composição florística e estrutura fitossociológica da área de estudo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

A mina de Sapecado localiza-se a centro-oeste do Quadrilátero Ferrífero, no interior do polígono composto pelas suas quatro bordas: a norte/noroeste, o alinhamento da serra do Curral; a oeste/sul, as serras da Moeda e de Itabirito; a sudoeste, a serra do Ouro Branco; a leste, as serras do Caraça e Ouro Preto; no centro, a serra do Gandarela; e no centro-oeste, a serra dos Inconfidentes, onde se deu o presente estudo.

A área consiste num topo de formação ferrífera onde será ampliada a cava, próxima à mina do Pico. A área integra a bacia do rio das Velhas, formador do rio São Francisco, que recebe importantes contribuições desta região a Noroeste, com os rios Paraopeba e Velhas. O clima é do tipo Cwa de Koeppen, temperado quente, com estação seca de abril a setembro e chuvosa de outubro a março. A temperatura média anual é de 20°C. A precipitação média anual na região é de 1582mm e varia entre 1095mm e 2112mm de máxima anual

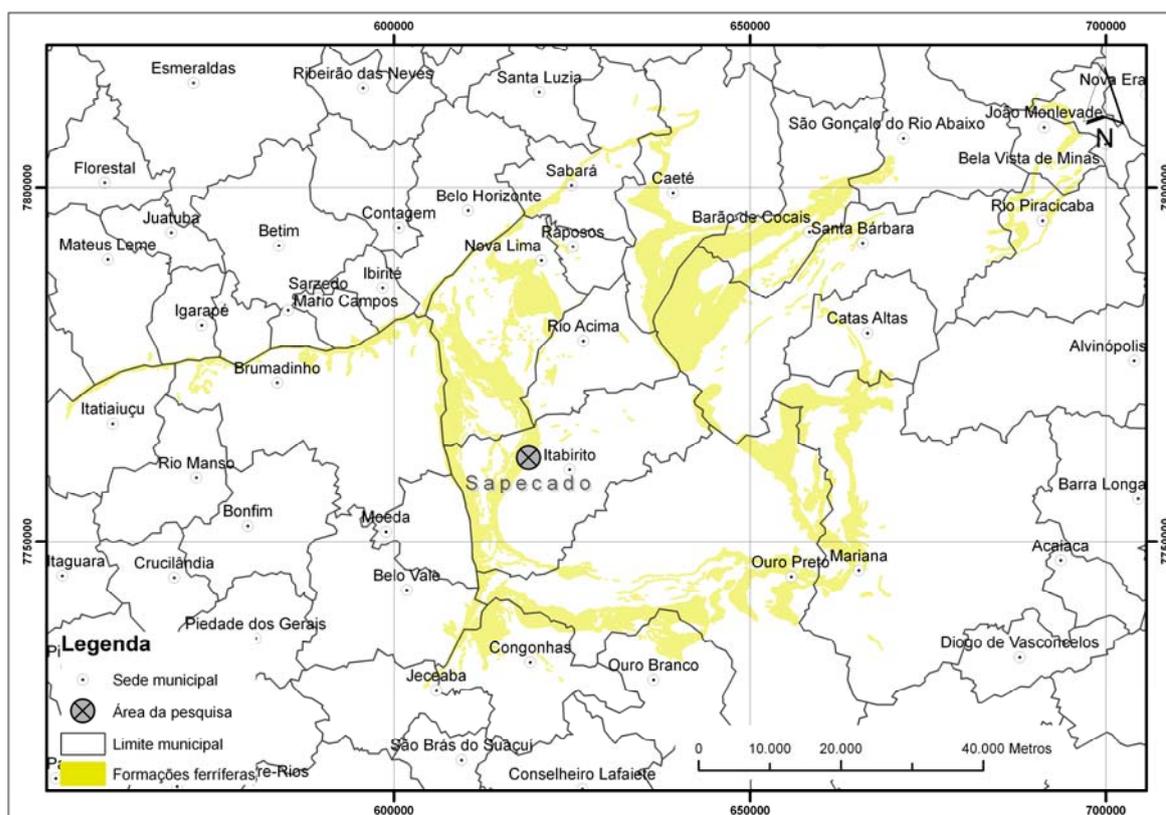


FIGURA 1 - Quadrilátero Ferrífero, municípios integrantes, formações ferríferas (em amarelo), localização da área da pesquisa.

FONTE: BIOMA Meio Ambiente (2010); dados de municípios: GEOMINAS (1996; 1998); geologia: CPRM (2003).

A área de estudo é de concessão de direito minerário da empresa Vale, no município de Itabirito, Minas Gerais, próxima às coordenadas de 20° 40' 45'' sul e 43° 75' 39'' oeste (FIG. 1). Estende-se num topo posicionado a sul da serra principal, na borda de uma cava em fase de operação, sobre a qual existe uma crosta ferruginosa com Campo Ferruginoso e vegetação sub-arbustiva e sub-arbórea que colonizam a canga couraçada, nodular e os bolsões formados na canga.

Trata-se de vasta área natural, situada a cerca de 1300m de altitude, com formação de crosta ferruginosa no alinhamento das cristas serranas e ocorrência de tipologias variadas de cobertura vegetal. Aí também são encontradas florestas ao longo dos vales e Campo Rupestre Quartzítico, que povoam afloramentos locais da serra da Cata Branca (FIG. 2).

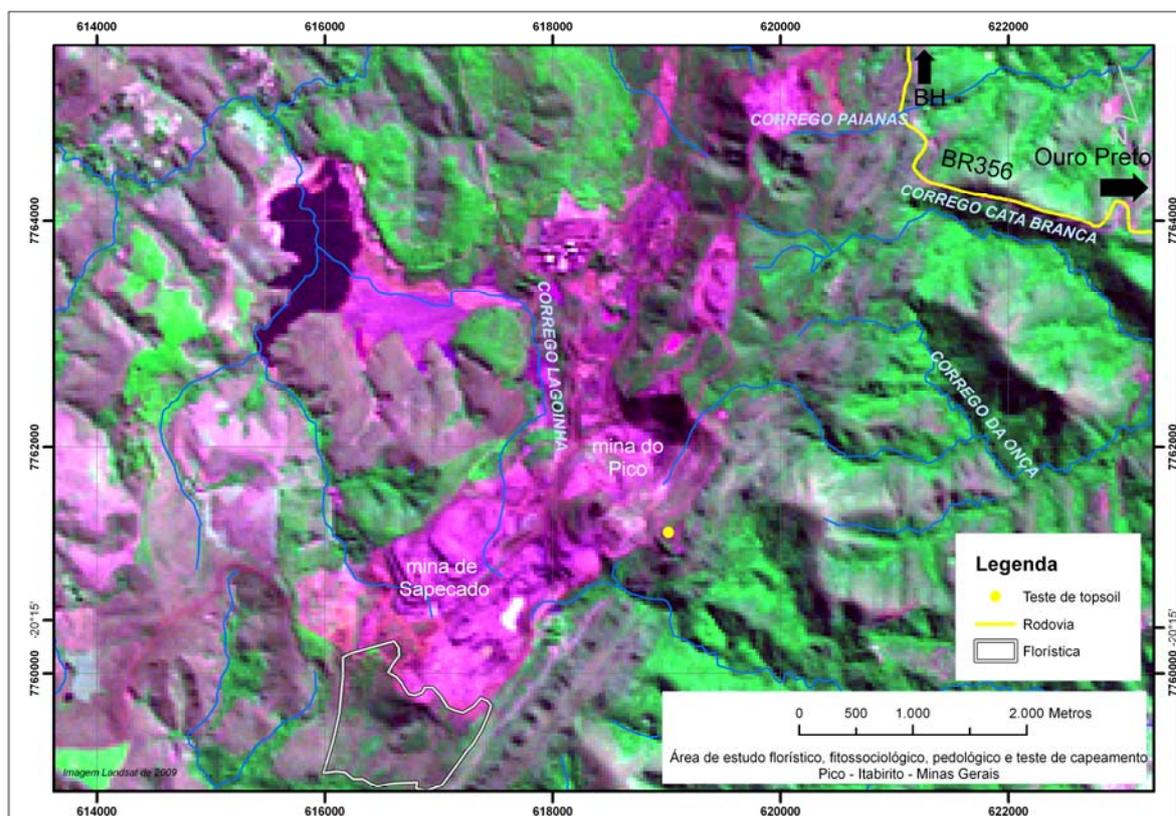


FIGURA 2 – Localização das áreas de pesquisa: estudo botânico, pedológico e uso de *topsoil*.
FONTE: BIOMA Meio Ambiente (2010); Imagem de satélite: Cbers (2009).

2.2 Florística

O levantamento de plantas vasculares foi feito mediante coletas de material botânico fértil, em remanescentes preservados de vegetação exclusiva dos Campos Ferruginosos, em fisionomias campestre de canga couraçada e nodular e sub-arbórea (capão de canga), ocorrentes na área.

As campanhas de campo para coletas de dados foram de frequência mensal, entre novembro de 2007 e novembro de 2008. O material coletado encontra-se depositado no herbário do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (BHCB).

A identificação das espécies se deu por meio de bibliografia específica, comparação com exsicatas determinadas, depositadas no BHCB, e mediante contribuição de especialistas quando necessário. Na organização da lista de espécies (ANEXO A), foram adotados os seguintes sistemas de classificação: APG II (2003) Angiosperm Phylogeny Group – para angiospermas; Smith *et al.* (2006) para samambaias; e Kramer e Tryon (1990) para as licófitas. A confirmação dos nomes, bem como de seus autores, foi obtida por meio de consulta ao índice de espécies do programa *Index Kewensis 2.0* (Royal Botanic Gardens, 1997) e aos sites: *Missouri Botanical Garden* (<http://www.mobot.org>) e *The International Plant Names Index* (<http://www.ipni.org>), ou em literaturas específicas atuais. As abreviações dos nomes dos autores das espécies seguiram Brummitt e Powell (1992).

Dados sobre os ambientes onde ocorrem as espécies e hábito foram baseados em observações de campo. Consideraram-se ervas as espécies não lenhosas, que podem ser terrestres, rupícolas e/ou epífitas. Espécies terrestres lenhosas, inclusive as xilopodiosas, de altura predominantemente abaixo de 30cm, foram denominadas subarbustos; as que em geral se enquadram entre 30cm e 2m de altura foram denominadas arbustos; e as de altura geralmente superior a 2m, árvores.

2.3 Estrutura fitossociológica

O método utilizado para verificar os padrões da estrutura dos componentes herbáceo, arbustivo e arbóreo da vegetação foi o de parcelas (BRAUN-BLANQUET, 1979).

Para o levantamento fitossociológico em área ocupada por vegetação de formação ferrífera, foram alocadas, de forma sistemática, três parcelas de 50m² cada, uma em canga couraçada, uma em canga nodular e outra em capão de canga, totalizando 150 m² de área amostrada. Em cada parcela, foram anotadas a espécie, o diâmetro à altura do solo (DAS em cm), a altura total (cm) e contado o número de indivíduos. Foram considerados todos os indivíduos acima de 1 cm de altura para as espécies herbáceas e acima de 5 cm para as lenhosas. No caso das espécies com reprodução clonal (orquídeas e gramíneas, entre outras), cada touceira isolada foi considerada como um indivíduo.

Os parâmetros fitossociológicos estudados foram os usuais em fitossociologia: densidade, dominância e frequência que são utilizados na composição do valor de importância e de cobertura, conforme descritos e propostos por MUELLER-DUMBOIS e ELLEMBERG (1974).

Quanto à análise de heterogeneidade, existem vários índices de quantificação da diversidade de uma comunidade ou ecossistema, os quais possibilitam comparar diferentes tipos de vegetação. Neste trabalho, foi utilizado o Índice de Diversidade de Shannon (H') (BROWER e ZAR, 1984) e o Coeficiente de Equabilidade de Pielou (J) (PIELOU, 1975).

Os parâmetros fitossociológicos e florísticos descritos acima foram obtidos mediante o uso do programa *Mata Nativa 2* (CIENITEC, 2006).

Os valores da densidade de indivíduos e espécies, a altura média, a área basal e o diâmetro médio foram comparados entre as comunidades estudadas e com dados de outros autores.

2.4 Uso de *topsoil* para restauração

Após os levantamentos botânicos das parcelas no meio natural, foi feita a remoção do *topsoil*, de cada parcela, na profundidade de 0 – 20 cm, com auxílio de escavadeira e trator de esteira. Esse material foi transportado e redepositado na pilha de Cata Branca, onde foram montadas três parcelas de igual tamanho, que perfizeram 150m² de área (FIG. 3).



FIGURA 3 – Área da pesquisa mostrando a área do experimento: ao fundo, a mina de Sapecado, onde se deram os estudos botânicos, o resgate de flora e a remoção do *topsoil*; em primeiro plano, a pilha de Cata Branca, onde as mudas de resgate foram introduzidas e foi testado o *topsoil*.

2.5 Levantamento das variáveis pedológicas

Para melhor compreensão das variações nos atributos químicos dos solos nas parcelas do *topsoil* redepositado sobre estéril aos 12 meses, foram coletadas cinco amostras simples de solo, na profundidade de 0 – 10 cm, em cada parcela. As amostras simples foram homogeneizadas formando amostras compostas. As amostras de solos coletadas foram encaminhadas para análise química de rotina no Laboratório de Rotina de Solos do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa.

As análises químicas foram realizadas em três repetições de acordo com as recomendações constantes em EMBRAPA (1997), sendo determinadas as seguintes características químicas do solo: acidez ativa em água (pH), teores de fósforo (P) e potássio (K^+) disponíveis, cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), acidez trocável (Al^{3+}) e potencial (Al+H); soma de bases (SB) e saturação por bases (V); capacidade de troca catiônica total (T) e efetiva (t); saturação por alumínio (m), matéria orgânica (MO), fósforo remanescente (P-rem), além dos teores dos micronutrientes zinco (Zn), ferro (Fe), manganês (Mn) e cobre (Cu).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Florística

A cobertura vegetal sobre formação ferrífera na mina do Sapecado abriga formações predominantemente herbáceas, herbáceo-arbustivas e sub-arbóreas. O levantamento florístico das plantas vasculares revelou a presença de 311 espécies, distribuídas em 190 gêneros, pertencentes a 66 famílias. Destas, 215 foram identificadas até o nível de espécies, 88 até gênero e oito permaneceram indeterminadas (ANEXO A).

As famílias que contribuíram com o maior número de espécies foram: Asteraceae (50 spp.), Orchidaceae (24 spp.), Rubiaceae (19 spp.), Melastomataceae (17 spp.), Fabaceae e Myrtaceae (16 spp. cada), Poaceae (11 spp.), Cyperaceae (10 spp.) e Apocynaceae (8 spp.) que, juntas, corresponderam a 55% do total de espécies inventariadas. No nível genérico, a maior riqueza foi encontrada em *Baccharis* (9 spp.), *Myrcia* (8 spp.), *Miconia* (6 spp.), *Borreria*, *Solanum* e *Vellozia* (5 spp. cada) e também *Chamaecrista*, *Croton*, *Oncidium*, *Psychotria* e *Tibouchina* (4 spp. cada).

Nesses resultados, observa-se grande riqueza florística no ambiente estudado, reforçando-se, assim, o encontrado por Vincent (2004) em seu estudo realizado no Parque do Rola Moça. Teixeira (2008), estudando a flora da região da mina do Pico, observou que Asteraceae, Orchidaceae, Melastomataceae e Fabaceae contribuíram com aproximadamente 35% da riqueza de espécies, resultado que se confirmou neste estudo, onde Rubiaceae e Myrtaceae também apareceram significativamente.

Dentre as 311 espécies inventariadas no presente estudo, 139 são arbustos; 107 são ervas; 32 são árvores; 16 são subarbustos; e 17 são lianas. A maioria das espécies é terrestre (250 spp.), 29 espécies são exclusivamente rupícolas, quatro exclusivamente epífitas e duas parasitas; dez espécies podem ser encontradas como epífitas e/ou rupícolas e 14 espécies podem ser rupícolas e/ou terrestres. Duas espécies, *Epidendrum secundum* e *Oncidium blanchetii*, podem ser observadas como epífitas e/ou rupícolas e/ou terrestres (ANEXO A).

Na mina de Alegria, foram amostradas 333 espécies e 85 famílias, resultado muito expressivo nos Campos Ferruginosos e muito próximo do obtido na mina de Sapecado, o que permite considerá-la também de alta diversidade florística.

Considerando-se as fisionomias de Campo Rupestre, Capão de Mata e Cerrado,

tem-se, na área em estudo (FIG. 4), 209 espécies exclusivas de Campo Rupestre, 49 exclusivas de Capões de Mata e 49 que compartilham das duas primeiras fisionomias; *Pyrostegia venusta*, também observada no Cerrado, é a única encontrada nas três fitofisionomias; *Erythroxylum suberosum*, *Jacaranda caroba* e *Memora pedunculata* são encontradas no Campo Rupestre e/ou Cerrado (ANEXO A).

Com relação às espécies ameaçadas de extinção, não foi observada nenhuma espécie na área de estudo, segundo a lista do MMA (2008). Quatro espécies, *Arthrocereus glaziovii*, *Oncidium gracile*, *Sophronitis caulescens* e *Sophronitis crispata*, observadas na área, são indicadas para estudos detalhados, de acordo com o Anexo 2 da *Lista oficial das espécies ameaçadas* (MMA, 2008).



FIGURA 4 – Área de estudo na mina de Sapecado: vegetação arbustiva das cangas nodulares.

3.2 Fitossociologia

Nas parcelas de Campo Ferruginoso amostradas no meio natural da mina de Sapecado (FIG 5), foram identificados 865 indivíduos vivos e dez mortos, distribuídos em 45 espécies e 31 gêneros, pertencentes a 22 famílias botânicas (TAB. 1). A densidade

absoluta foi de 57.667 indivíduos por hectare, maior que a amostrada nas parcelas da mina de Segredão (48.200 ind/ha). A dominância absoluta foi de 12,79 m²/ha, também maior que a obtida na área de Segredão (8,94m²/ha).



FIGURA 5 – Parcela da amostragem fitossociológica: vegetação herbácea característica da canga couraçada.

As famílias que apresentaram maior número de indivíduos foram: Asteraceae, com 226 (26,13%); Euphorbiaceae, com 216 (24,97%); Melastomataceae, com 108 (12,49 %); Fabaceae, com 71 (8,21%); e Verbenaceae com 50 (5,78%), que representaram, juntas, 78% dos indivíduos amostrados.

Das espécies amostradas, 28 foram identificadas até o nível de espécies, 11 até gênero e seis permaneceram indeterminadas. O maior número de indivíduos coube a *Croton migrans* (215), seguido de *Symphyopappus brasiliensis* (110), *Tibouchina multiflora* (96), *Lychnophora pinaster* (67), *Perianda mediterranea* (59), *Stachytarpheta glabra* (42), *Vismia parviflora* (38), *Myrsine guianensis* (19), *Eriope macrostachya* (37), *Baccharis reticularia* (24), *Mimosa calodendron* (12), *Myrcia variabilis* (11) e *Psychotria* sp.(13). 24 espécies apresentaram baixa densidade, com menos de dez indivíduos (TAB. 1).

O valor da diversidade de Shanonn (H') foi de 2,74 e o da equabilidade de Pielou (J), de 0,72, considerados altos se comparados a outros resultados de Campos

Ferruginosos: no estudo de Sabará, os índices foram de 2,15 e 0,68; Vincent (2004) encontrou valores de 2,53 e 0,68 em área de canga couraçada e de 2,94 e 0,60 para canga nodular em área integrante de unidade de conservação; JACOBI *et al.*(2008) obtiveram valores de 2,45 e 0,71.

Até pouco tempo, considerava-se baixa a diversidades nas comunidades vegetais sobre afloramentos rochosos, em comparação aos ecossistemas de seu entorno (RIZZINI, 1979). Entretanto, recentes estudos florísticos em Campos Ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero (VIANA e LOMBARDI, 2007; MOURÃO e STEHMANN, 2007; JACOBI *et al.*, 2007; TEIXEIRA, 2008) mostram resultados indicadores de que a diversidade desse ecossistema é bem maior do que foi observado no passado, o que se confirma pelos resultados desta pesquisa.

As espécies mais importantes na comunidade vegetal amostrada, de acordo com o Índice de Valor de Importância (IVI), foram *Vismia parviflora* (Hypericaceae), *Croton migrans* (Euphorbiaceae), *Lychnophora pinaster* (Asteraceae), *Tibouchina multiflora* (Melastomataceae), *Symphyopappus brasiliensis* (Asteraceae), *Stachytarpheta glabra* (Verbenaceae), *Periandra mediterranea* (Fabaceae) e *Eriope macrostachya* (Lamiaceae), que somaram quase 61% do índice (TAB. 1).

Ressalte-se aqui que os levantamentos florísticos da mina de Sapecado mostraram uma flora em parte diversa da encontrada tanto na mina de Alegria quanto na de Segredão, o que bem indica a distribuição restrita de várias espécies nas diferentes áreas de estudo. Na mina de Segredão, por exemplo, ocorreu ausência de *Croton migrans*, *Vismia parviflora*, *Lychnophora pinaster*, *Symphyopappus brasiliensis*, muito importantes na flora aqui estudada.

TABELA 1
Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas em Campo Ferruginoso (meio natural), mina de Sapecado, Itabirito, MG.

| Nome Científico | Família | N | DA | DR | FA | FR | DoA | DoR | IVC | IVI |
|--|-----------------|-----|----------|-------|--------|------|-------|-------|-------|-------|
| <i>Vismia parviflora</i> Cham. e Schlecht. | Hypericaceae | 38 | 2533,33 | 4,39 | 33,33 | 2,69 | 3,464 | 27,07 | 15,73 | 11,38 |
| <i>Croton migrans</i> Casar. | Euphorbiaceae | 215 | 14333,33 | 24,86 | 66,67 | 5,38 | 0,217 | 1,69 | 13,27 | 10,64 |
| <i>Lychnophora pinaster</i> Mart. | Asteraceae | 67 | 4466,67 | 7,75 | 86,67 | 6,99 | 1,479 | 11,56 | 9,65 | 8,76 |
| <i>Tibouchina multiflora</i> Cogn. | Melastomataceae | 96 | 6400,00 | 11,10 | 100,00 | 8,06 | 0,602 | 4,70 | 7,90 | 7,96 |
| <i>Symphyopappus brasiliensis</i> (Gardn.) R.M. King e H. Rob. | Asteraceae | 110 | 7333,33 | 12,72 | 73,33 | 5,91 | 0,139 | 1,09 | 6,90 | 6,57 |
| <i>Stachytarpheta glabra</i> Cham. | Verbenaceae | 42 | 2800,00 | 4,86 | 80,00 | 6,45 | 0,972 | 7,60 | 6,23 | 6,30 |
| <i>Periandra mediterranea</i> (Vell.) Taub. | Fabaceae | 59 | 3933,33 | 6,82 | 66,67 | 5,38 | 0,207 | 1,62 | 4,22 | 4,61 |
| <i>Eriope macrostachya</i> Mart. ex Benth. | Lamiaceae | 37 | 2466,67 | 4,28 | 46,67 | 3,76 | 0,624 | 4,88 | 4,58 | 4,31 |
| Morta | Morta | 10 | 666,67 | 1,16 | 33,33 | 2,69 | 1,068 | 8,35 | 4,75 | 4,06 |
| <i>Baccharis reticularia</i> DC. | Asteraceae | 24 | 1600,00 | 2,77 | 80,00 | 6,45 | 0,285 | 2,23 | 2,50 | 3,82 |
| <i>Myrcia variabilis</i> DC. | Myrtaceae | 11 | 733,33 | 1,27 | 26,67 | 2,15 | 0,926 | 7,24 | 4,25 | 3,55 |
| <i>Mimosa calodendron</i> Mart. | Fabaceae | 12 | 800,00 | 1,39 | 46,67 | 3,76 | 0,270 | 2,11 | 1,75 | 2,42 |
| <i>Myrcia splendens</i> DC. | Myrtaceae | 10 | 666,67 | 1,16 | 26,67 | 2,15 | 0,279 | 2,18 | 1,67 | 1,83 |
| <i>Ocotea</i> sp. | Lauraceae | 7 | 466,67 | 0,81 | 33,33 | 2,69 | 0,247 | 1,93 | 1,37 | 1,81 |
| <i>Psychotria</i> sp. | Rubiaceae | 13 | 866,67 | 1,50 | 33,33 | 2,69 | 0,156 | 1,22 | 1,36 | 1,80 |

| Nome Científico | Família | N | DA | DR | FA | FR | DoA | DoR | IVC | IVI |
|---|-----------------|------------|-----------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| <i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) O. Kuntze | Myrsinaceae | 19 | 1266,67 | 2,20 | 13,33 | 1,08 | 0,253 | 1,97 | 2,09 | 1,75 |
| <i>Eupatorium</i> sp. | Asteraceae | 9 | 600,00 | 1,04 | 33,33 | 2,69 | 0,152 | 1,19 | 1,11 | 1,64 |
| <i>Ouratea</i> sp. | Ochnaceae | 8 | 533,33 | 0,92 | 33,33 | 2,69 | 0,106 | 0,83 | 0,88 | 1,48 |
| <i>Myrcia</i> sp1 | Myrtaceae | 1 | 66,67 | 0,12 | 6,67 | 0,54 | 0,434 | 3,39 | 1,75 | 1,35 |
| <i>Eugenia punicifolia</i> (Kunth) DC. | Myrtaceae | 4 | 266,67 | 0,46 | 26,67 | 2,15 | 0,164 | 1,28 | 0,87 | 1,30 |
| <i>Baccharis serrulata</i> (Lam.) Pers. | Asteraceae | 10 | 666,67 | 1,16 | 26,67 | 2,15 | 0,040 | 0,31 | 0,73 | 1,21 |
| <i>Lippia gracilis</i> Schauer | Verbanaceae | 8 | 533,33 | 0,92 | 26,67 | 2,15 | 0,061 | 0,47 | 0,70 | 1,18 |
| <i>Ocotea</i> sp1 | Lauraceae | 6 | 400,00 | 0,69 | 20,00 | 1,61 | 0,146 | 1,14 | 0,92 | 1,15 |
| <i>Microlicia</i> sp. | Melastomataceae | 9 | 600,00 | 1,04 | 13,33 | 1,08 | 0,114 | 0,89 | 0,97 | 1,00 |
| <i>Siphoneugena widgreniana</i> O. Berg | Myrtaceae | 3 | 200,00 | 0,35 | 20,00 | 1,61 | 0,005 | 0,04 | 0,19 | 0,67 |
| <i>Heteropterys campestris</i> A. Juss. | Malpighiaceae | 4 | 266,67 | 0,46 | 13,33 | 1,08 | 0,022 | 0,17 | 0,32 | 0,57 |
| <i>Styrax ferrugineus</i> Nees e Mart. | Styracaceae | 1 | 66,67 | 0,12 | 6,67 | 0,54 | 0,121 | 0,94 | 0,53 | 0,53 |
| <i>Matayba mollis</i> Radlk. | Sapindaceae | 2 | 133,33 | 0,23 | 13,33 | 1,08 | 0,023 | 0,18 | 0,21 | 0,50 |
| <i>Leandra cancellata</i> Cogn. | Melastomataceae | 2 | 133,33 | 0,23 | 13,33 | 1,08 | 0,024 | 0,19 | 0,21 | 0,50 |
| <i>Justicia riparia</i> C. Kameyama | Acanthaceae | 3 | 200,00 | 0,35 | 13,33 | 1,08 | 0,003 | 0,02 | 0,18 | 0,48 |
| <i>Dasyphyllum</i> sp. | Asteraceae | 2 | 133,33 | 0,23 | 13,33 | 1,08 | 0,015 | 0,12 | 0,18 | 0,48 |
| <i>Maytenus gonoclada</i> Mart. | Celastraceae | 2 | 133,333 | 0,23 | 13,33 | 1,08 | 0,008 | 0,07 | 0,15 | 0,46 |
| <i>Gaylussacia reticulata</i> Mart. | Ericaceae | 2 | 133,33 | 0,23 | 13,33 | 1,08 | 0,002 | 0,02 | 0,12 | 0,44 |
| <i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb. | Rosaceae | 3 | 200,00 | 0,35 | 6,67 | 0,54 | 0,044 | 0,35 | 0,35 | 0,41 |
| <i>Miconia sellowiana</i> Naud. | Melastomataceae | 1 | 66,67 | 0,12 | 6,67 | 0,54 | 0,068 | 0,53 | 0,32 | 0,39 |
| <i>Eupatorium</i> sp1 | Asteraceae | 4 | 266,67 | 0,46 | 6,67 | 0,54 | 0,002 | 0,02 | 0,24 | 0,34 |
| Indeterminada | Euphorbiaceae | 1 | 66,67 | 0,12 | 6,67 | 0,54 | 0,025 | 0,20 | 0,16 | 0,28 |
| <i>Psychotria sellowiana</i> Mull.Arg. | Rubiaceae | 2 | 133,33 | 0,23 | 6,67 | 0,54 | 0,003 | 0,02 | 0,13 | 0,26 |
| <i>Ocotea</i> sp2 | Lauraceae | 1 | 66,67 | 0,12 | 6,67 | 0,54 | 0,008 | 0,06 | 0,09 | 0,24 |
| <i>Myrcia</i> sp. | Myrtaceae | 1 | 66,67 | 0,12 | 6,67 | 0,54 | 0,009 | 0,07 | 0,09 | 0,24 |
| Indeterminada 1 | Indeterminada | 1 | 66,67 | 0,12 | 6,67 | 0,54 | 0,007 | 0,05 | 0,08 | 0,23 |
| <i>Anthurium minarum</i> Sakuragui e Mayo | Araceae | 1 | 66,67 | 0,12 | 6,67 | 0,54 | 0,003 | 0,03 | 0,07 | 0,23 |
| Indeterminada 2 | Indeterminada | 1 | 66,67 | 0,12 | 6,67 | 0,54 | 0,000 | 0,00 | 0,06 | 0,22 |
| Indeterminada 3 | Indeterminada | 1 | 66,67 | 0,12 | 6,67 | 0,54 | 0,000 | 0,00 | 0,06 | 0,22 |
| Indeterminada | Rubiaceae | 1 | 66,67 | 0,12 | 6,67 | 0,54 | 0,000 | 0,00 | 0,06 | 0,22 |
| Indeterminada | Indeterminada | 1 | 66,67 | 0,12 | 6,67 | 0,54 | 0,000 | 0,00 | 0,06 | 0,22 |
| Total | | 865 | 57666,67 | 100,0 | 1240,0 | 100,0 | 12,797 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

N: Número de indivíduos; DA: Densidade Absoluta; DR: Densidade Relativa %; FA: Frequência Absoluta; FR: Frequência Relativa %; DoA: Dominância Absoluta (m²/ha); DoR: Dominância relativa %; VC: Valor de cobertura %; VI: Valor de importância %

3.3 Fitossociologia das parcelas com *topsoil*

Nas parcelas montadas com deposição de *topsoil* (FIG. 6 e 7), foram amostrados aos doze meses 1257 indivíduos vivos, distribuídos em 24 espécies e 15 gêneros, pertencentes a 11 famílias botânicas. A densidade absoluta (DA) foi de 83.800 indivíduos por hectare, maior do que no meio natural (57.800 ind/ha); a dominância foi de 5,1m²/ha, muito menor que os 12,79m²/ha obtidos no meio natural.

Das espécies amostradas, 11 foram identificadas até o nível de espécies, cinco até gênero e oito permaneceram indeterminadas (TAB. 2). As famílias que contribuíram com o maior número de indivíduos foram: Asteraceae com 455 (36%); Fabaceae com 338 (27%); Verbenaceae com 139 (11%); Turneraceae com 100 (8%); e Solanaceae com 87 (7%). Juntas, representaram 89% dos indivíduos amostrados. Tais resultados, em parte, correspondem aos obtidos nas parcelas do meio natural. Mas Turneraceae e Solanaceae apareceram bem representadas no *topsoil*, o que não ocorreu no meio natural.

O valor da diversidade de Shanonn (H') foi alto, de 2,23, sobretudo se comparado

ao obtido no meio natural, 2,74; no trabalho de Vincent (2004), foi de 2,53 e 2,94, no de Jacobi (2008), 2,45, ambos levantados em meio natural. Na mina de Segredão, tais índices foram menores, 2,15 no meio natural e 1,91 no *topsoil* aos doze meses.

A altura máxima, 1,09m, foi tomada de um indivíduo indeterminado da família Asteraceae. As cinco espécies mais importantes na comunidade vegetal, de acordo com o Índice de Valor de Importância (IVI), foram *Mimosa calodendron* (Melastomataceae), *Symphypappus brasiliensis* (Asteraceae), *Lychnophora pinaster* (Asteraceae), *Stachytarpheta glabra* (Verbenaceae) e *Solanum* sp. (Solanaceae), que somaram quase 60% do valor de importância (TAB. 2). Ressalte-se que, como no meio natural da área de Sapecado inventariou-se diferença de fitofisionomias em relação às outras áreas pesquisadas, era de se esperar que no *topsoil* essas diferenças também ocorressem. É o que se observa, por exemplo, com as espécies *Mimosa calodendron*, *Symphypappus brasiliensis* e *Turnera cuneiformis*, que não apareceram no *topsoil* dos outros estudos.



FIGURA 6 – Vista geral da área do experimento da pilha Cata Branca com as três parcelas de *topsoil* recém-formadas, em fevereiro de 2008.

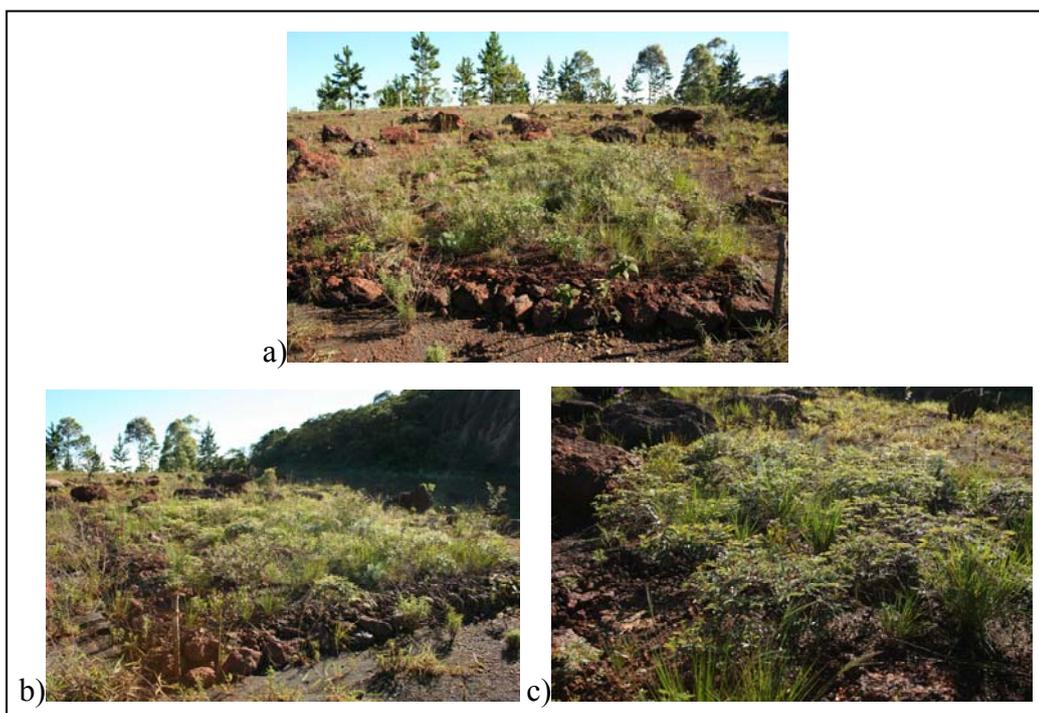


FIGURA 7 – Detalhe de cada uma das parcelas de *topsoil* vegetadas após 12 meses de sua formação, apresentando o mesmo padrão de cobertura vegetal com destaque para *Mimosa calodendron*, *Symphypappus brasiliensis*, *Lychnophora pinaster*, *Stachytarpheta glabra*.

TABELA 2
Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas no *topsoil* aos 12 meses, mina de Sapecado, Itabirito, MG.

| Nome Científico | Família | N | DA | DR | FA | FR | DoA | DoR | IVC | IVI |
|--|-----------------|-------------|-----------------|---------------|----------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| <i>Mimosa calodendron</i> Mart. | Fabaceae | 335 | 22333,33 | 26,65 | 100,00 | 9,15 | 0,889 | 17,42 | 22,04 | 17,74 |
| <i>Symphypappus brasiliensis</i> (Gardner) R.M.King e H.Rob. | Asteraceae | 204 | 13600,00 | 16,23 | 100,00 | 9,15 | 0,678 | 13,27 | 14,75 | 12,88 |
| <i>Lychnophora pinaster</i> Mart. | Asteraceae | 185 | 12333,33 | 14,72 | 100,00 | 9,15 | 0,358 | 7,02 | 10,87 | 10,29 |
| <i>Stachytarpheta glabra</i> Cham. | Verbenaceae | 139 | 9266,67 | 11,06 | 93,33 | 8,54 | 0,447 | 8,75 | 9,90 | 9,45 |
| <i>Solanum</i> sp. | Solanaceae | 87 | 5800,00 | 6,92 | 60,00 | 5,49 | 0,655 | 12,83 | 9,88 | 8,41 |
| Indeterminada | Asteraceae | 31 | 2066,67 | 2,47 | 60,00 | 5,49 | 0,849 | 16,63 | 9,55 | 8,19 |
| <i>Turnera cuneiformis</i> Juss. ex Poir. | Turneraceae | 100 | 6666,67 | 7,96 | 86,67 | 7,93 | 0,243 | 4,75 | 6,35 | 6,88 |
| Indeterminada 4 | Asteraceae | 15 | 1000,00 | 1,19 | 33,33 | 3,05 | 0,553 | 10,82 | 6,01 | 5,02 |
| <i>Croton migrans</i> Casar. | Euphorbiaceae | 44 | 2933,33 | 3,50 | 73,33 | 6,71 | 0,047 | 0,93 | 2,21 | 3,71 |
| <i>Tibouchina multiflora</i> Cogn. | Melastomataceae | 42 | 2800,00 | 3,34 | 80,00 | 7,32 | 0,018 | 0,34 | 1,84 | 3,67 |
| <i>Eriope macrostachya</i> Mart. ex Benth. | Lamiaceae | 18 | 1200,00 | 1,43 | 53,33 | 4,88 | 0,140 | 2,75 | 2,09 | 3,02 |
| <i>Baccharis reticularia</i> DC. | Asteraceae | 14 | 933,33 | 1,11 | 53,33 | 4,88 | 0,022 | 0,42 | 0,77 | 2,14 |
| <i>Psyllocarpus</i> sp. | Rubiaceae | 13 | 866,67 | 1,03 | 53,33 | 4,88 | 0,003 | 0,05 | 0,54 | 1,99 |
| <i>Borreria</i> sp. | Rubiaceae | 12 | 800,00 | 0,95 | 46,67 | 4,27 | 0,031 | 0,60 | 0,78 | 1,94 |
| Indeterminada 2 | Asteraceae | 3 | 200,00 | 0,24 | 6,67 | 0,61 | 0,081 | 1,59 | 0,91 | 0,81 |
| <i>Microtea</i> sp. | Phytollacaceae | 3 | 200,00 | 0,24 | 20,00 | 1,83 | 0,006 | 0,12 | 0,18 | 0,73 |
| <i>Periandra mediterranea</i> (Vell.) Taub. | Fabaceae | 3 | 200,00 | 0,24 | 20,00 | 1,83 | 0,002 | 0,05 | 0,14 | 0,70 |
| Indeterminada 3 | Asteraceae | 1 | 66,67 | 0,08 | 6,67 | 0,61 | 0,065 | 1,28 | 0,68 | 0,66 |
| <i>Sebastiania glandulosa</i> Muell. Arg. | Euphorbiaceae | 3 | 200,00 | 0,24 | 13,33 | 1,22 | 0,016 | 0,31 | 0,27 | 0,59 |
| Indeterminada 1 | Asteraceae | 1 | 66,67 | 0,08 | 6,67 | 0,61 | 0,002 | 0,03 | 0,06 | 0,24 |
| Indeterminada 4 | Indeterminada | 1 | 66,67 | 0,08 | 6,67 | 0,61 | 0,001 | 0,02 | 0,05 | 0,24 |
| Indeterminada 5 | Indeterminada | 1 | 66,67 | 0,08 | 6,67 | 0,61 | 0,000 | 0,01 | 0,04 | 0,23 |
| Indeterminada 1 | Rubiaceae | 1 | 66,67 | 0,08 | 6,67 | 0,61 | 0,000 | 0,01 | 0,04 | 0,23 |
| <i>Baccharis</i> sp. | Asteraceae | 1 | 66,67 | 0,08 | 6,67 | 0,61 | 0,000 | 0,01 | 0,04 | 0,23 |
| Total | | 1257 | 83800,00 | 100,00 | 1093,33 | 100,00 | 5,105 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

N: Número de indivíduos; DA: Densidade Absoluta; DR: Densidade Relativa %; FA: Frequência Absoluta; FR: Frequência Relativa %; DoA: Dominância Absoluta (m²/ha); DoR: Dominância relativa %; VC: Valor de cobertura %; VI: Valor de importância %

Na TAB. 3, está a lista de todas as espécies encontradas nas parcelas delimitadas para realização dos estudos fitossociológicos no meio natural e no *topsoil* aos 12 meses, o que possibilita que se comparem os resultados florísticos obtidos nessas diferentes áreas.

TABELA 3
Lista das espécies e suas respectivas famílias e ocorrência nas duas áreas de estudo fitossociológico, mina de Sapecado, Itabirito, MG, meio natural (Campo Ferruginoso); *Topsoil* = após 12 meses de deposição.

| Família | Espécie | Meio Natural | Topsoil |
|-----------------|--|--------------|---------|
| ACANTHACEAE | <i>Justicia riparia</i> C. Kameyama | X | |
| APOCYNACEAE | <i>Ditassa aequicymosa</i> E. Fourn. | X | |
| ARACEAE | <i>Anthurium minarum</i> Sakuragui e Mayo | X | |
| ASTERACEAE | <i>Baccharis reticularia</i> DC. | X | X |
| | <i>Baccharis serrulata</i> (Lam.) Pers. | X | |
| | <i>Dasyphyllum</i> sp. | X | |
| | <i>Eupatorium</i> sp. | X | |
| | <i>Eupatorium</i> sp. 1 | X | |
| | <i>Lychnophora pinaster</i> Mart. | X | X |
| | <i>Symphiopappus brasiliensis</i> (Gardn.) R.M. King e H. Rob. | X | X |
| | Indeterminada | | X |
| | Indeterminada 1 | | X |
| | Indeterminada 2 | | X |
| | Indeterminada 3 | | X |
| | Indeterminada 4 | | X |
| BROMELIACEAE | <i>Aechmea bromeliifolia</i> (Rudge) Baker | X | |
| | <i>Cryptanthus schwacheanus</i> Mez | X | |
| | <i>Vriesea</i> sp. | X | |
| CACTACEAE | <i>Arthrocereus glaziovii</i> (K.Schum.) N.P.Taylor e Zappi | X | |
| CELASTRACEAE | <i>Maytenus gonoclada</i> Mart. | X | |
| CYPERACEAE | <i>Bulbostylis fimbriata</i> (Nees) C.B. Clarke | X | X |
| | <i>Lagenocarpus flexuosus</i> | X | |
| | <i>Trilepis lhotzkiana</i> Nees | X | |
| | Indeterminada | | X |
| ERICACEAE | <i>Gaylussacia reticulata</i> Mart. ex Meissn. | X | |
| EUPHORBIACEAE | <i>Croton migrans</i> Casar. | X | X |
| | <i>Sebastiania glandulosa</i> Muell. Arg. | | X |
| | Indeterminada | X | |
| FABACEAE | <i>Mimosa calodendron</i> Mart. | X | X |
| | <i>Periandra mediterranea</i> (Vell.) Taub. | X | X |
| HYPERICACEAE | <i>Vismia parviflora</i> Cham. e Schlecht. | X | |
| LAMIACEAE | <i>Eriope macrostachya</i> Mart. ex Benth. | X | X |
| LAURACEAE | <i>Ocotea</i> sp. | X | |
| | <i>Ocotea</i> sp.1 | X | |
| | <i>Ocotea</i> sp.2 | X | |
| LORANTHACEAE | <i>Struthanthus marginatus</i> (Desr.) Blume | X | |
| MALPIGHINACEAE | <i>Heteropterys campestris</i> A. Juss. | X | |
| MELASTOMATACEAE | <i>Leandra cancellata</i> Cogn. | X | |
| | <i>Miconia sellowiana</i> Naud. | X | |
| | <i>Microlicia</i> sp. | X | |
| | <i>Tibouchina multiflora</i> Cogn. | X | X |

| Família | Espécie | Meio Natural | Topsoil |
|----------------|---|---------------------|----------------|
| MORTA | Morta | X | |
| MYRSINACEAE | <i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) O. Kuntze | X | |
| MYRTACEAE | <i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC. | X | |
| | <i>Myrcia splendens</i> DC. | X | |
| | <i>Myrcia variabilis</i> DC. | X | |
| | <i>Siphoneugena widgreniana</i> Berg | X | |
| | <i>Myrcia</i> sp. | X | |
| | <i>Myrcia</i> sp.1 | X | |
| OCHNACEAE | <i>Ouratea</i> sp. | X | |
| ORCHIDACEAE | <i>Acianthera teres</i> (Lindl.) Luer | X | |
| | <i>Epidendrum secundum</i> Jacq. | X | |
| | <i>Oncidium blanchetii</i> Rchb. f. | X | |
| | <i>Oncidium gracile</i> Lindl. | X | |
| | <i>Oncidium warmingii</i> Rchb. f. | X | |
| | <i>Prescottia stachyodes</i> (Sw.) Lindl. | X | |
| | <i>Sophronitis caulescens</i> (Lindl.) Van den Berg e M.W.Chase | X | |
| | <i>Zygopetalum maculatum</i> (Kunth) Garay | X | |
| PASSIFLORACEAE | <i>Passiflora</i> sp. | | X |
| PIPERACEAE | <i>Peperomia decora</i> Dahlst. | X | |
| PHYTOLACCACEAE | <i>Microtea paniculata</i> Moq. | | X |
| POACEAE | <i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth | X | |
| | <i>Axonopus siccus</i> Kuhlman. | X | X |
| | <i>Echinoalaena inflexa</i> (Poir.) Chase | | X |
| | <i>Panicum wettsteinii</i> Hackel | X | |
| | <i>Paspalum</i> sp. | X | |
| | Indeterminada | | X |
| | Indeterminada 1 | | X |
| POLYGALACEAE | <i>Polygala</i> sp. | | X |
| POLYPODIACEAE | <i>Pleopeltis minarum</i> (Weath.) Salino | X | |
| | <i>Serpocaulon latipes</i> (Langsd. e Fisch.) A.R. Sm. | X | |
| ROSACEAE | <i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb. | X | |
| RUBIACEAE | <i>Borreria</i> sp. | | X |
| | <i>Psychotria sellowiana</i> Mull.Arg. | X | |
| | <i>Psychotria stachyoides</i> Benth. | X | |
| | <i>Psychotria</i> sp. | X | |
| | <i>Psyllocarpus</i> sp. | | X |
| | Indeterminada | X | |
| | Indeterminada 1 | | X |
| SAPINDACEAE | <i>Matayba mollis</i> Radlk. | X | |
| SOLANACEAE | <i>Solanum</i> sp. | | X |
| STYRACACEAE | <i>Styrax ferrugineus</i> Nees e Mart. | X | |
| TURNERACEAE | <i>Turnera cuneiformis</i> Juss. ex Poir. | | X |
| VELLOZIACEAE | <i>Vellozia caruncularis</i> Mart. ex Seub. | X | |
| | <i>Vellozia tragacantha</i> Mart. ex Seub. | X | |
| VERBENACEAE | <i>Lippia gracilis</i> Schauer | X | |
| | <i>Stachytarpheta glabra</i> Cham. | X | X |
| INDETERMINADA | Indeterminada | X | |
| | Indeterminada 1 | X | |
| | Indeterminada 2 | X | |
| | Indeterminada 3 | X | |
| | Indeterminada 4 | | X |
| | Indeterminada 5 | | X |

Como se observa na TAB. 3, nas parcelas amostrais de 150m² de meio natural, ocorreram 66 espécies, fora as Indeterminadas, de 35 famílias botânicas. Dessas espécies, onze ocorreram no *topsoil*: *Baccharis reticularia*, *Lychnophora pinaster*, *Symphypappus brasiliensis*, *Bulbostylis fimbriata*, *Croton migrans*, *Mimosa calodendron*, *Periandra mediterranea*, *Eriope macrostachya*, *Tibouchina multiflora*, *Axonopus siccus* e *Stachytarpheta glabra*.

Algumas espécies ocorreram somente no *topsoil* - entre as identificadas, *Microtea paniculata*, *Turnera cuneiformis*, *Passiflora* sp. e *Solanum* sp., todas integrantes da flora autóctone, sendo *Borreria* sp. de ampla distribuição.

As espécies que apareceram na amostragem do *topsoil* são reconhecidas como pioneiras, a maioria delas integrante da flora do meio natural. Nesse ambiente, não se deu o que se observou na mina de Segredão: a perda de indivíduos e espécies ao longo do tempo e o aparecimento de espécies exóticas e oportunistas, tais como *Eucalyptus maculata* e *Brachiaria decumbens*. Esses diferentes resultados merecem a atenção de estudos voltados para a questão da restauração de áreas mineradas, no caso em que já receberam tratamento de revegetação com plantas de alto potencial competitivo, como as indicadas acima.

Em se tratando de restauração de cobertura vegetal, além da florística, também deve ser conhecida e considerada a estrutura da formação para que se possa traçar o plano de restauração desejada e avaliar posteriormente o seu sucesso. Dados como número de indivíduos e espécies, densidade e dominância, mostrados na TAB. 3, precisam constituir-se em instrumentos de apoio na avaliação dos programas de restauração.

TABELA 4

Parâmetros fitossociológicos e de riqueza de espécies e famílias entre as amostragens do meio natural (CF) e *topsoil* (TS), mina de Sapecado, Itabirito, Minas Gerais e mina de Segredão, Sabará, Minas Gerais.

| Parâmetros fitossociológicos | Meio natural Sapecado | <i>Topsoil</i> 12 meses Sapecado | Meio natural Sabará | <i>Topsoil</i> 12 meses Sabará |
|------------------------------|--------------------------|--|------------------------|--------------------------------------|
| Número de indivíduos | 855 | 1257 | 723 | 1089 |
| Espécies | 46 | 24 | 24 | 20 |
| Famílias | 67 | 11 | 11 | 10 |
| Densidade absoluta(ind/ha) | 57.800 | 83.800 | 48.200 | 72.600 |
| DoA(m ² /ha) | 12,79 | 5,1 | 8,9 | 1,57 |

Os GRÁF. 1, 2, 3 e 4 ajudam a visualizar os resultados botânicos de parâmetros selecionados nos estudos: número de indivíduos e de espécies, densidade absoluta e dominância no meio natural e no *topsoil* nas minas de Sapecado e de Segredão.

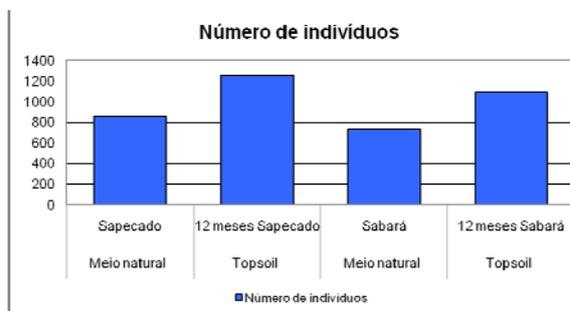


GRÁFICO 1 - Número de indivíduos nas áreas das minas de Sapecado e Segredão: meio natural e *topsoil*.

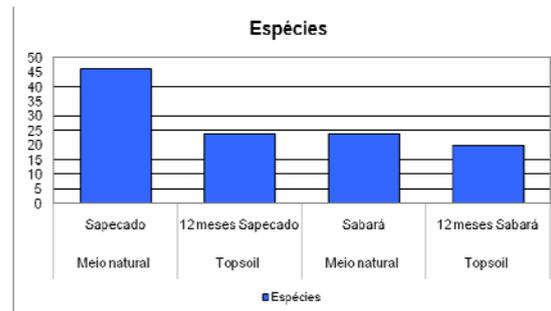


GRÁFICO 2 - Número de espécies nas áreas das minas de Sapecado e Segredão: meio natural e *topsoil*.

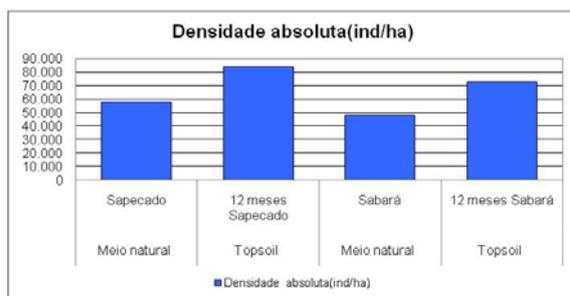


GRÁFICO 3 - Densidade absoluta nas áreas das minas de Sapecado e Segredão: meio natural e *topsoil*.

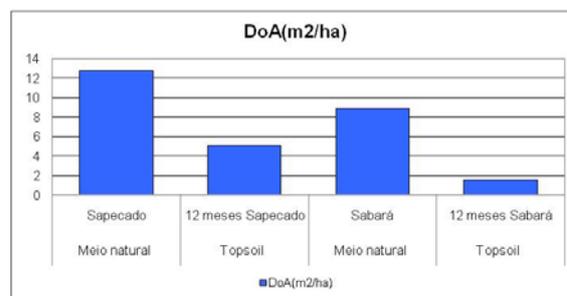


GRÁFICO 4 - Dominância absoluta nas áreas das minas de Sapecado e Segredão: meio natural e *topsoil*.

A leitura da TAB. 4 e dos GRÁF. 1, 2, 3 e 4 permite ver um mesmo padrão de vegetação nas duas áreas estudadas. O número de indivíduos da amostra do meio natural é sempre menor do que o registrado no *topsoil* aos 12 meses. O número de espécies, ao contrário, é sempre maior no meio natural das duas áreas do que nas parcelas de *topsoil*. A densidade absoluta foi sempre menor no meio natural em ambos os casos e a dominância sempre foi maior no meio natural.

Se forem comparados os resultados obtidos no meio natural, observa-se que, na mina de Sapecado, a riqueza é superior à da mina de Segredão, assim como o número de indivíduos, a densidade e a dominância.

O IVI diferiu nos dois estudos tanto no meio natural quanto no *topsoil*. Na mina de Sapecado, no meio natural, as espécies estão bem distribuídas e representadas sem fortes predominâncias; na mina de Segredão, quatro delas predominam: *Periandra mediterranea*,

Trixis vauthieri, *Sebastiania glandulosa* e *Tibouchina multiflora*, com quase 60% do IVI. No que se refere ao *topsoil*, na mina de Sapecado, observa-se o mesmo padrão de distribuição do meio natural; na mina de Segredão, ao contrário, a distribuição ficou concentrada em poucas espécies: *Sebastiania glandulosa*, *Stachytarpheta glabra*, *Chaptalia integrifolia*, *Tibouchina multiflora* e *Microtea paniculata* somaram 75% do IVI.

Em ambas as pesquisas, o número de indivíduos nascidos aos doze meses foi semelhante, entre 1.100 e 1.200 indivíduos em 150m². O número de espécies também foi similar, sempre tendendo para menos em Sabará, entre 15 e 20 espécies. As densidades foram semelhantes, entre 70 e 80 mil indivíduos por hectare.

Resultados obtidos na mina de Segredão, referentes à perda de diversidade e riqueza, à dominância de poucas, as de maior habilidade competitiva em solos empobrecidos, à invasão de espécies exóticas e oportunistas, geraram questionamento quanto ao processo do uso do *topsoil*. A esse processo foi atribuída a perda significativa de matéria orgânica e, conseqüentemente, de nutrientes, observada na análise comparada do solo no meio natural e no *topsoil* aos 12 meses, conforme foi visto no capítulo anterior.

Diante dessa hipótese, decidiu-se realizar uma análise química do *topsoil* na mina de Sapecado, onde tais ocorrências não foram observadas, para verificar uma possível relação entre riqueza/pobreza do solo e riqueza/pobreza de espécies nascidas no *topsoil*.

A TAB. 5 traz os resultados das análises químicas comparativas do *topsoil* aos 12 meses da mina de Segredão e da mina de Sapecado.

TABELA 5

Atributos (variáveis) químicos médios dos solos amostrados nas parcelas de *topsoil* aos 12 meses na mina de Segredão, Sabará, Minas Gerais e na mina de Sapecado, Itabirito, Minas Gerais.

| Atributos Químicos | Mina de Sapecado | Mina de Segredão |
|---|------------------|------------------|
| pH em H ₂ O | 4,7 | 4,6 |
| P Mehlich 2 (mg/dm ³) | 1,7 | 2,5 |
| K ⁺ (mg/L) | 16,2 | 32,8 |
| Ca ²⁺ (cmolc/dm ³) | 0,6 | 1,5 |
| Mg ²⁺ (cmolc/dm ³) | 0,1 | 0,3 |
| Al ³⁺ (cmolc/dm ³) | 0,3 | 0,5 |
| H+Al (cmolc/dm ³) | 10,8 | 13,3 |
| SB (cmolc/dm ³) | 0,7 | 1,9 |
| t (cmolc/dm ³) | 1,1 | 2,4 |
| T (cmolc/dm ³) | 11,5 | 15,2 |
| V (%) | 5,5 | 12,9 |
| m (%) | 16,1 | 20,4 |
| MO (dag/Kg) | 2,6 | 5,8 |
| P-rem (mg/L) | 22,0 | 41,0 |
| Zn (mg/dm ³) | 4,6 | 6,1 |

| Atributos Químicos | Mina de Sapecado | Mina de Segredão |
|--------------------------|------------------|------------------|
| Fe (mg/dm ³) | 371,7 | 542,6 |
| Mn (mg/dm ³) | 95,8 | 40,3 |
| Cu (mg/dm ³) | 0,3 | 0,6 |

SB = Soma de Bases; t = capacidade de troca catiônica (CTC) efetiva; T CTC total;

V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio; MO = Matéria Orgânica;

P-rem = Fósforo Remanescente.

Os dados observados na TAB. 5 mostram características químicas de solos extremamente oligotróficos. Dentro dessa característica geral (de acentuada pobreza), ao se comparar o resultado de cada atributo nas duas unidades minerárias, evidencia-se que, na mina de Sapecado, todos eles, praticamente, apresentaram valores inferiores aos do *topsoil* aos 12 meses da mina de Segredão.

Tais resultados pareceram surpreendentes por não permitirem associação direta entre pobreza de solo e perda de riqueza e abundância de espécies, já que foi a mina de Sapecado que apresentou maior diversidade. Tal observação sugere que outras variáveis ambientais não controladas podem ter influenciado no ocorrido na mina de Segredão - como luminosidade, umidade, espessura das camadas de *topsoil*, eventos climáticos em momentos específicos do experimento. As espécies que apareceram no *topsoil* também podem ter interferido no desenvolvimento das plantas, caso das espécies da família Fabaceae que têm capacidade de fixar nitrogênio do ar, assimilá-lo e torná-lo disponível a outros indivíduos, que o recebem por meio de micorrizas. Dessa família, na mina de Sapecado, apareceram muitos indivíduos (335) da espécie *Mimosa calodendron*, enquanto na mina de Segredão ocorreu *Periandra mediterrânea*, com apenas um indivíduo.

Essas considerações, no entanto, não excluem a possibilidade de que o processo de uso do *topsoil* nos ambientes dos Campos Ferruginosos produza situações deficientes para o estabelecimento de espécies com menor habilidade competitiva em solos empobrecidos, conforme foi discutido na pesquisa da mina de Segredão, onde se levantou essa hipótese. Tal questão demanda novos estudos, já que os já realizados não propiciam respostas conclusivas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa trouxe importantes contribuições para um melhor entendimento e maior compreensão das questões que envolvem a restauração dos Campos Ferruginosos do Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais.

No que diz respeito ao levantamento florístico do meio natural, propiciou uma amostragem de flora rica em espécies (311 spp.), apenas um pouco inferior à da mina de Alegria (333 spp.) e bem superior à da mina de Segredão (191 spp.). Das 311 espécies aí identificadas, 101 eram exclusivas, o que lhe deu uma característica peculiar frente à encontrada nas outras unidades minerárias estudadas.

Tais resultados reforçam a conclusão do quanto são imprescindíveis os levantamentos botânicos para que a restauração das áreas minerárias seja conduzida de acordo com os requerimentos ecológicos, de recriar ambientes a partir da flora nativa da área que sofreu intervenção. As operações de salvamento das espécies raras, ameaçadas e de interesse, segundo o que vem sendo preconizado nos trabalhos realizados experimentalmente em unidades da empresa Vale, mediante resgates de flora, coleta de sementes e de todo propágulo com chance de sobrevivência, devem ocorrer a partir do conhecimento da flora local.

O experimento com o uso do *topsoil* mostrou resultados positivos, pela ocorrência apenas de espécies identificadas na flora nativa e com distribuição similar à verificada nas parcelas do meio natural. Tal amostragem foi bem distinta da levantada na mina de Segredão, onde, nas parcelas de *topsoil* aos 12 meses, ocorreram plantas exóticas e ruderais e constatou-se alta dominância de poucas espécies com habilidade competitiva reconhecidamente superior.

O resultado obtido na mina de Sapecado pode ser atribuído, primeiramente, à remoção do substrato por equipamento de potência elevada, diferentemente da efetuada na mina de Segredão, o que possibilitou formação de camada de solo bem mais espessa nas parcelas da mina de Itabirito. Ressalte-se que a questão da espessura do *topsoil* mereceu atenção já no primeiro estudo, na mina de Alegria, voltando a ser mencionado na mina de Segredão, onde o experimento levantou questionamento sobre o próprio processo do uso do *topsoil*, tendo em vista a constatação do elevado empobrecimento de seu substrato em relação ao que foi mensurado no meio natural.

Os resultados das análises químicas com amostras do *topsoil* da mina do Sapecado mostraram teores inferiores em quase todos os atributos em relação à mina de Segredão, o que sugeriu a possibilidade de que seja necessário considerar outras variáveis para explicar

o fenômeno observado. Para isso, além da diferente espessura das camadas de *topsoil*, outras possíveis causas foram levantadas: a configuração do terreno da mina de Sapecado, que possibilita um ambiente mais ameno, úmido, que o da área de Segredão, mais exposto ao sol, vento, variações de temperatura; a presença de grande número de indivíduos da família Fabaceae, que têm capacidade de fixar nitrogênio, melhorando as condições químicas do solo nas parcelas da mina do Sapecado e favorecendo trocas ecológicas saudáveis entre indivíduos presentes na área.

De qualquer forma, a descoberta do problema na mina de Segredão contribuiu para a observação da necessidade de cuidados especiais com a remoção, deposição e manutenção do *topsoil* na área a ser restaurada, o que aumentou o conhecimento sobre o comportamento desse material ao ser removido e redepositado. São suas demandas: remoção por equipamento com potência mais elevada para obtenção de camadas mais espessas; escolha de período mais favorável para essa remoção, sem chuvas torrenciais ou temperaturas muito elevadas, provavelmente responsáveis por perda elevada da matéria orgânica e dos nutrientes requisitados para o desenvolvimento de espécies menos competitivas; deposição imediata sobre a área selecionada e tratada fisicamente para ser restaurada, o que evita perda de micro-organismos, fungos, nutrientes, sementes e matéria orgânica, ao longo da estocagem; supressão das espécies invasoras; manutenção periódica do material redepositado, fazendo-se varredura do meio natural, espalhando-se o material recolhido sobre o *topsoil*, a fim de receber matéria orgânica e nutrientes.

Esse aprimoramento técnico em relação à metodologia do uso do *topsoil*, propiciado ao longo do desenvolvimento das pesquisas na Vale, deverá ser aplicado nos próximos estudos para observar se promove resultados mais positivos nos experimentos.

Os estudos botânicos realizados nas parcelas de *topsoil* da mina do Sapecado mostraram uma flora distinta da anteriormente estudada. Sua distribuição variada e sem fortes dominâncias, num solo acentuadamente pobre, revelou o quanto são complexos os processos presentes no estabelecimento e desenvolvimento de uma cobertura vegetal em dado ambiente. Por isso, sua restauração implica em dinâmicas que variam a cada localidade.

Com relação ao uso do *topsoil*, além do que já foi referido, não se pode deixar sem menção o período curto de observação do experimento, apenas 12 meses. Como a restauração é um processo que se dá ao longo do tempo, 12 meses de observação se apresentam como insuficientes para que deles se possam tirar conclusões que não pareçam precipitadas. Isso não quer dizer, porém, que os resultados não possam ser considerados, inclusive para possíveis comparações em estudos posteriores.

5 REFERÊNCIAS

ALVES, R. J. V.; KOLBEK, J. Plant Species Endemism in Savanna Vegetation on Table Mountains (Campo Rupestre) in Brazil. **Plant Ecology**, v.113, p.125-139, 1994.

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP II - APG. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders e families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society** v.141, p.399-436, 2003.

BIOMA MEIO AMBIENTE. **Relatório Técnico, 2010**. Belo Horizonte: BIOMA, 2010. Relatório.

BRASIL. **Constituição (1988)**. Constituição [da] Republica Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal.

BRAUN-BLANQUET, J. **Fitosociologia - Bases para el estudio de las comunidades vegetales**. Madrid: H. Blume Ediciones, 1979. 820p.

BROWER, J. E.; ZAR, J.H. **Field and laboratory methods for general ecology**. Dubuque: W. M. C. Brown Company, 1984. 226p.

BRUMMITT, R. K.; POWELL, C. E.. 1992. Authors of plant names. **Royal Botanic Garden**. Kew. 732p.

CIENTEC. **Mata Nativa 2, versão 2**: sistema para análise fitossociológica e elaboração de inventários e planos de manejo de florestas nativas. Viçosa, MG, Cientec - Consultoria e Desenvolvimento de Sistemas, 2006.

CPRM – Companhia de Pesquisa e Recurso Mineral e COMIG – Companhia Mineradora de Minas Gerais. **Mapa Geológico**. 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL - DNPM. **Sumário mineral, 2008**. Ministério de Minas e Energia, Brasília. 2008. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriaDocumento/SumarioMineral2008/ferro.pdf> Acesso em 11 ago de 2009.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Solos: 6º aproximação. Brasília: EMBRAPA Produção de informação; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

ENGEL, V. L.; PARROTA, J. A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E. de; MORAES, L. F. D. de; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. Cap. 1, p. 01-26.

FEAM, 2001. **Certificado de Licença ambiental** – Licença de instalação n. 042, processo FEAM n. 182/87/31/01 – Unidade de cominuição/classificação Fábrica Nova.

FRANÇA, J. L.; DE VASCONCELLOS, A. C. **Manual para normalização de publicações técnico-científicas**. 8ª edição revista. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2009. 258p.

GEOMINAS (1996; 1998). **Dados Rodoviários**. (DER-MG, 2009)

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Mosaico de imagem de satélite CBERS, Satélite Sino-brasileiro de Recursos Terrestres, – 2B censor WFI, 06/09/ 2008. **Cenas 152-116 e 152-124**. Disponível em: <<http://www.inpe.br/>>. Acesso em: 06/09/2009.

INPI - The International Plant Names Index. Índice de espécies. Disponível em: <http://www.ipni.org>

JACOBI, C. M.; CARMO, F. F.; VINCENT, R. C. Estudo fitossociológico de uma comunidade vegetal sobre canga como subsídio para a reabilitação de áreas mineradas no Quadrilátero Ferrífero, MG. **Rev. Árvore**, Viçosa, v.32, n.2, p. 345-353, 2008.

JACOBI, C. M.; CARMO, F. F.; VINCENT, R. C.; STEHMANN, J. R. Plant communities on ironstone outcrops: a diverse and endangered Brazilian ecosystem. **Biodiversity and Conservation**, v.16, n.7, p. 2185–2200, 2007.

KRAMER, K. U.; TRYON, R. M. Introduction to the treatment of pteridophytes. In: KRAMER, .U.; GREEN, P.S. **The families and genera of vascular plants**. New York: Springer Verlag, 1990. p. 12-13.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Instrução Normativa nº 6, de 23 de setembro de 2008. Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção – IBAMA**. Brasília, 2008.

MOBOT - **Missouri Botanical Garden**. Disponível em: <http://www.mobot.org>

MOURÃO, A.; STEHMANN, J. R. Levantamento da flora do campo rupestre sobre canga hematítica couraçada remanescente na Mina do Brucutu, Barão de Cocais, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 58, n. 4, p. 775-785, 2007.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods in vegetation ecology**. New York: Wiley e Sons, 1974. 547p.

PIELOU, E. C. **Ecological diversity**. New York: Willey. 1975. p. 165.

PORTO, M. L.; SILVA, M. F. F. Tipos de Vegetação metalófito em áreas de Carajás e de Minas Gerais. **Acta Botânica Brasílica**, v.3, n.2, p.13-21, 1989.

RIZZINI, C. T. **Tratado de Fitogeografia do Brasil** vol. 2. Aspectos Sociológicos e florísticos . São Paulo, HUCITEC/EDUSP, 1979. 374p

ROYAL BOTANICAL GARDENS. **Index Kewensis on compact disc**. Oxford: Herbarium of the Royal Botanic Gardens Kew, 1997.

SANTOS, L. M. **O meio natural em Belo Horizonte – caracterização e análise de potencial para uso e ocupação preservacionista**. 2001. 201p. Dissertação (Mestrado em Geografia Física), Instituto de Geociências – IGC, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.

SCHAEFER, C. E. G. R.; MENDONÇA, B. A. F.; CORRÊA, G. R.; RIBEIRO, A. S. de S. Solos desenvolvidos sobre canga ferruginosa no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. In: I SIMPÓSIO: AFLORAMENTOS FERRUGINOSOS NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO: Biodiversidade, Conservação e Perspectivas de Sustentabilidade, 2008, Belo Horizonte. **Trabalhos Completos**. Belo Horizonte: UFMG/ICB, 2008. p. 109-120. CD-ROM.

SMITH, A. R.; PRYER, M. K.; SCHUETTPELZ, E.; KORALL, P.; SCHNEIDER, H.; WOLF, P. G. A classification for extant ferns. **Taxon** v. 55, n. 3, p. 705–731, 2006.

SPIER, C. A.; BARROS, S. M.; ROSIERE, C. A. Geology and geochemistry of the Águas Claras and Pico Iron Mines, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. **Mineralium Deposita**, v. 38, n. 6, p.751-774, 2003.

TEIXEIRA, W. A.; LEMOS FILHO, J. P. Fatores edáficos e a colonização de espécies lenhosas em uma cava de mineração de ferro em Itabirito, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 25-33, 2002.

TEXEIRA, W. A. **A flórua rupestre do Pico de Itabirito e análises biogeográficas em relação à Cadeia do Espinhaço**. 2008. 110p. Tese (Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre - Instituto de Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

TRINDADE, E. S.; SCHAEFER, C. E. G. R.; ABRAHÃO, W. A. P.; RIBEIRO JÚNIOR, E. S.; OLIVEIRA, D. M. F.; TEIXEIRA, P. C. Crostas biológicas de saprólitos da região do Quadrilátero Ferrífero, MG: ciclagem biogeoquímica e micromorfológica. **Geonomos**, v.13, n.1,2, p.37-45, 2005.

VIANA, P. L.; LOMBARDI, J. A. Florística e caracterização dos Campos Rupestres sobre canga na Serra da Calçada, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 58, n. 1, p. 159-177, 2007.

VINCENT, R. C. **Florística, fitossociologia e relações entre a vegetação e o solo em áreas de campos ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais**. 2004. Tese (doutorado em Botânica - Instituto de Biociências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 145p.

ANEXO A

Lista das espécies de plantas vasculares inventariadas nos Campos Rupestres sobre formações ferríferas, na mina do Sapecado, Itabirito, Minas Gerais.

A coluna “Am.” indica as espécies ameaçadas de extinção de acordo com a lista oficial das espécies ameaçadas de extinção (MMA, 2008), sendo: A = espécies ameaçadas; B = indicadas para estudos detalhados. Na coluna “Hábito”, Arb. = arbusto, Arv. = árvore ou arvoreta, S. Arb. = subarbusto, Erv. = erva, L = liana; na coluna “Forma de Vida”, T = terrestre, E = epífita, R = rupícola, H = hemiepífita, P = parasita (hemi ou holoparasita); na coluna “Ambiente”, CM = capão de mata, CR = campo rupestre, CE = cerrado. A coluna “Coleções” traz o número de registro no Herbário da Universidade Federal de Minas Gerais (BHCB).

| FAMÍLIA / ESPÉCIE | Am. | Hábito | Forma de Vida | Ambiente | Coleções |
|---|-----|--------|---------------|----------|----------|
| ACANTHACEAE | | | | | |
| <i>Justicia riparia</i> Kameyama | | S.Arb. | T | CM, CR | 129120 |
| <i>Ruellia</i> sp. | | S.Arb. | T | CR | 129121 |
| AMARANTHACEAE | | | | | |
| <i>Gomphrena officinalis</i> Mart. | | Erv. | T | CR | 129122 |
| ANEMIAEAE | | | | | |
| <i>Anemia imbricata</i> Sturm | | Erv. | T | CR | 129123 |
| ANNONACEAE | | | | | |
| <i>Guatteria sellowiana</i> Schldl. | | Arv. | T | CM | 129124 |
| <i>Guatteria villosissima</i> A.St.-Hil. | | Arv. | T | CM | 129125 |
| APIACEAE | | | | | |
| <i>Eryngium eurycephalum</i> Malme | | Erv. | T | CM, CR | 129126 |
| APOCYNACEAE | | | | | |
| <i>Ditassa aequicymosa</i> E. Fourn. | | Erv. | T, R | CR | 129128 |
| <i>Ditassa mucronata</i> Mart. | | Erv. | T, R | CR | 129129 |
| <i>Macrosiphonia</i> sp. | | Erv. | T | CR | 129130 |
| <i>Mandevilla moricandiana</i> (A.DC.) R.E. Woodson | | L. | T, R | CR | 129131 |
| <i>Mandevilla tenuifolia</i> (J.C. Mikan) Woodson | | Erv. | T | CR | 129132 |
| <i>Mandevilla</i> sp. | | L. | T | CR | 129133 |
| <i>Oxyptalum</i> sp. 1 | | L. | T | CR | 129134 |
| <i>Oxyptalum</i> sp. 2 | | L. | T | CR | 129135 |
| ARACEAE | | | | | |
| <i>Anthurium minarum</i> Sakuragui e Mayo | | Erv. | T, R | CM, CR | 129136 |
| ARISTOLOCHIAEAE | | | | | |
| <i>Aristolochia smilacina</i> Duch. | | Erv. | T, R | CR | 129137 |
| ASCLEPIADACEAE APOCINACEAE | | | | | |
| <i>Blepharodon</i> sp. | | L. | T | CR | 129127 |
| ASTERACEAE | | | | | |
| <i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC. | | Erv. | T | CR | 129138 |
| <i>Acritopappus</i> sp. | | Arb. | T | CR | 129139 |
| <i>Ageratum fastigiatum</i> (Gardner) R.M. King e H. Rob. | | Arb. | T | CR | 129140 |
| <i>Aspilia foliacea</i> Baker | | Arb. | T | CR | 129141 |
| <i>Aspilia</i> sp. | | Arb. | T | CR | 129142 |
| <i>Baccharis dracunculifolia</i> DC. | | Arb. | T | CR | 129143 |
| <i>Baccharis helichrysoides</i> DC. | | Arb. | T | CR | 129144 |
| <i>Baccharis oxyodonta</i> DC. | | Arb. | T | CR | 129146 |
| <i>Baccharis reticularia</i> DC. | | Arb. | T | CR | 129147 |
| <i>Baccharis salzmannii</i> DC. | | Arb. | T | CR | 129145 |
| <i>Baccharis semiserrata</i> var. <i>elaegnoides</i> (Steud. ex Baker) Govaerts | | Arb. | T | CR | 129148 |
| <i>Baccharis serrulata</i> (Lam.) Pers. | | Arb. | T | CR | 129149 |
| <i>Baccharis singularis</i> (Vell.) G.M. Barroso | | Arb. | T | CR | 129150 |
| <i>Baccharis tridentata</i> Vahl | | Arb. | T | CR | 129151 |
| <i>Barrosoa organensis</i> (Gardner) R.M. King e H. Rob. | | Arb. | T | CR | 129152 |
| <i>Chaptalia integerrima</i> (Vell.) Burkart | | Erv. | T | CR | 129153 |
| <i>Chaptalia martii</i> (Baker) Zardini | | Erv. | T | CR | 129154 |
| <i>Chresta sphaerocephala</i> DC. | | Arb. | T | CR | 129155 |
| <i>Chromolaena multiflosculosa</i> (DC.) R.M. King e H. Rob. | | Arb. | T | CR | 129156 |
| <i>Chrysolea herbacea</i> (Vell.) H. Rob. | | Arb. | T | CR | 129157 |
| <i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist | | Arb. | T | CR | 129158 |
| <i>Conyza</i> sp. | | Arb. | T | CR | 129159 |
| <i>Dasyphyllum candolleianum</i> (Gardner) Cabrera | | Arb. | T | CR | 129160 |
| <i>Dasyphyllum</i> sp. | | | | | |
| <i>Disynaphia halimifolia</i> (DC.) R.M. King e H. Rob. | | Arb. | T | CR | 129161 |

| FAMÍLIA / ESPÉCIE | Am. | Hábito | Forma de Vida | Ambiente | Coleções |
|---|-----|--------|---------------|------------|------------|
| ASTERACEAE | | | | | |
| <i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.) MacLeish | | Arv. | T | CR | 129162 |
| <i>Eremanthus incanus</i> (DC.) Mac Leish. | | Arv. | T | CR | 129163 |
| <i>Eupatorium</i> sp. | | S.Arb. | T | CR | Observado! |
| <i>Eupatorium</i> sp. 1 | | S.Arb. | T | CR | Observado! |
| <i>Heterocondylus alatus</i> (Vell.) R.M. King e H. Rob. | | Arb. | T | CR | 129164 |
| <i>Hoehnephytum trixoides</i> (Gardner) Cabrera | | Arb. | T | CR | 129165 |
| <i>Hololepis pedunculata</i> DC. | | Arb. | T | CM, CR | 129166 |
| <i>Koanophyllon adamantium</i> (Gardn.) R.M. King e H. Robinson | | Arb. | T | CR | 129167 |
| <i>Lessingianthus</i> cf. <i>roseus</i> (Mart. ex DC.) H. Rob. | | Arb. | T | CR | 129168 |
| <i>Lessingianthus</i> sp. | | Arb. | T | CR | 129169 |
| <i>Lucilia lycopodioides</i> (Less.) S.E. Freire | | Arb. | T | CR | 129170 |
| <i>Lychnophora pinaster</i> Mart. | | Arb. | T | CR | 129171 |
| <i>Lychnophora syncephala</i> Sch.Bip. | | Arb. | T | CR | 129172 |
| <i>Mikania</i> sp. 1 | | L. | T | CR | 129173 |
| <i>Mikania</i> sp. 2 | | L. | T | CR | 129174 |
| <i>Praxelis kleinioides</i> (Kunth) Sch. Bip. | | Arb. | T | CR | 129175 |
| <i>Richterago</i> sp. | | Arb. | T | CR | 129176 |
| <i>Senecio pohlii</i> Sch. Bip. ex Baker | | Arb. | T | CR | 129177 |
| <i>Stenocephalum</i> sp. | | Arb. | T | CR | 129178 |
| <i>Stenocline gardneri</i> Baker | | Arb. | T | CR | 129179 |
| <i>Stevia lundiana</i> DC. | | Arb. | T | CR | 129180 |
| <i>Symphopappus brasiliensis</i> (Gardner) R.M.King e H.Rob. | | Arb. | T | CR | 129181 |
| <i>Trichogonia hirtiflora</i> Sch. Bip. ex Baker | | Arb. | T | CR | 129182 |
| <i>Trichogonia villosa</i> Sch. Bip. ex Baker | | Arb. | T | CR | 129183 |
| <i>Trixis vauthieri</i> DC. | | S.Arb. | T | CR | 129184 |
| BIGNONIACEAE | | | | | |
| <i>Jacaranda caroba</i> DC. | | Arb. | T | CR, CE | 129185 |
| <i>Memora pedunculata</i> Miers | | Arb. | T | CR, CE | 129186 |
| <i>Pyrostegia venusta</i> Miers | | L. | T | CM, CR, CE | 129187 |
| BROMELIACEAE | | | | | |
| <i>Aechmea bromelifolia</i> (Rudge) Baker | | Erv. | E, R | CM, CR | 129188 |
| <i>Aechmea nudicaulis</i> (L.) Griseb. | | Erv. | E, R | CM, CR | 129189 |
| <i>Cryptanthus schwackeanus</i> Mez | | Erv. | R | CR | 129190 |
| <i>Tillandsia gardneri</i> Lindl. | | Erv. | E, R | CM, CR | 129191 |
| <i>Vriesea</i> sp. | | Erv. | R | CR | 129192 |
| CACTACEAE | | | | | |
| <i>Arthrocerus glaziovii</i> (K. Schum.) N.P. Taylor e Zappi | B | Arb. | R | CR | 129193 |
| CAMPANULACEAE | | | | | |
| <i>Lobelia camporum</i> Pohl | | Erv. | T | CR | 129194 |
| CELASTRACEAE | | | | | |
| <i>Maytenus gonocladia</i> Mart. | | Arv. | T | CM, CR | 129195 |
| CLUSIACEAE | | | | | |
| <i>Clusia arrudea</i> Planch. e Triana | | Arv. | T, R | CM, CR | 129196 |
| COMMELINACEAE | | | | | |
| <i>Commelina erecta</i> L. | | Erv. | T | CM, CR | 129197 |
| CONVOLVULACEAE | | | | | |
| <i>Evolvulus</i> sp. | | L. | T | CR | 129198 |
| <i>Ipomoea</i> cf. <i>polymorpha</i> Riedel | | L. | T | CR | 129199 |
| <i>Ipomoea</i> sp. | | L. | T | CR | 129200 |
| <i>Jacquemontia</i> sp. | | Erv. | T | CR | 129201 |
| CUCURBITACEAE | | | | | |
| <i>Cayaponia espelina</i> (Silva Manso) Cogn. | | L. | T | CR | 129203 |
| CUNONIACEAE | | | | | |
| <i>Lamanonia ternata</i> Vell. | | Arv. | T | CM | 129202 |
| CYPERACEAE | | | | | |
| <i>Bulbostylis fimbriata</i> (Nees) C.B. Clarke | | Erv. | T | CR | Observado! |
| <i>Bulbostylis</i> sp. | | Erv. | T | CR | 129204 |
| <i>Bulbostylis</i> sp. 1 | | Erv. | T | CR | 129205 |
| <i>Fimbristylis</i> sp. | | Erv. | T | CR | 129206 |
| <i>Lagenocarpus flexuosus</i> | | Erv. | T | CR | 129207 |
| <i>Lagenocarpus rigidus</i> (Kunth.) Nees. | | Erv. | T, R | CR | 129208 |
| <i>Pleurostachys</i> sp. | | Erv. | T | CR | 129209 |
| <i>Rhynchospora consanguinea</i> (Kunth) Boeck. | | Erv. | T | CR | 129210 |
| <i>Rhynchospora</i> sp. | | Erv. | T | CR | 129211 |
| <i>Trilepis lhotzkiana</i> Nees | | Erv. | R | CR | 129212 |
| DIOSCOREACEAE | | | | | |
| <i>Dioscorea</i> sp. | | L. | T | CR | 129214 |
| DROSERACEAE | | | | | |
| <i>Drosera montana</i> A.St.-Hil. | | Erv. | T | CR | 129213 |
| ERICACEAE | | | | | |
| <i>Gaylussacia chamissonis</i> Meisn. | | Arb. | T | CR | 129215 |
| <i>Gaylussacia reticulata</i> Mart. ex Meissn. | | Arb. | T | CR | Observado! |

| FAMÍLIA / ESPÉCIE | Am. | Hábito | Forma de Vida | Ambiente | Coleções |
|---|-----|--------|---------------|----------|------------|
| ERIOCAULACEAE | | | | | |
| <i>Actinocephalus polyanthus</i> (Bong.) Sano | | Erv. | T | CR | 129216 |
| <i>Paepalanthus</i> sp. 1 | | Erv. | R | CR | 129217 |
| <i>Paepalanthus</i> sp. 2 | | Erv. | R | CR | 129218 |
| ERYTHROXYLACEAE | | | | | |
| <i>Erythroxyllum</i> sp. | | Arb. | T | CM, CR | 129220 |
| <i>Erythroxyllum suberosum</i> A.St.-Hil. | | Arb. | T | CR, CE | 129219 |
| EUPHORBIACEAE | | | | | |
| <i>Chamaesyce</i> sp. | | Erv. | T | CR | 129221 |
| <i>Croton migrans</i> Casar. | | Arb. | T | CR | Observado! |
| <i>Croton oleoides</i> Mull.Arg. | | Arb. | T | CR | 129222 |
| <i>Croton</i> sp. | | Arb. | T | CR | 129223 |
| <i>Croton</i> sp. 1 | | Arb. | T | CR | 129224 |
| <i>Sebastiania glandulosa</i> Mull.Arg. | | Arb. | T | CR | 129225 |
| Indeterminada | | Arb. | T | CR | Observado! |
| FABACEAE | | | | | |
| <i>Aeschynomene</i> sp. | | Erv. | T | CR | 129226 |
| <i>Chamaecrista desvauxii</i> (Collad.) Killip | | Arb. | T | CR | 129227 |
| <i>Chamaecrista</i> sp. 1 | | Arb. | T | CR | 129228 |
| <i>Chamaecrista</i> sp. 2 | | Arb. | T | CR | 129229 |
| <i>Chamaecrista</i> sp. 3 | | Arb. | T | CR | 129230 |
| <i>Collaea</i> sp. | | Arb. | T | CR | 129231 |
| <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. | | Arv. | T | CM, CR | 129232 |
| <i>Crotalaria</i> sp. | | Arb. | T, R | CR | 129233 |
| <i>Galactia martii</i> DC. | | L. | T, R | CR | 129234 |
| <i>Macropitilium</i> sp. | | L. | T | CR | 129235 |
| <i>Mimosa calodendron</i> Mart. | | Arb. | T | CR | 129236 |
| <i>Mimosa</i> sp. | | Arb. | T | CR | 129237 |
| <i>Periandra mediterranea</i> (Vell.) Taub. | | Arb. | T, R | CR | 129238 |
| <i>Senna macranthera</i> (Collad.)H.S.Irwin e Barneby | | Arb. | T | CR | 129239 |
| <i>Senna</i> sp. | | Arb. | T | CR | 129240 |
| <i>Stylosanthes</i> sp. | | S.Arb. | T | CR | 129241 |
| GENTIANACEAE | | | | | |
| <i>Calolisianthus pedunculatus</i> Gilg | | S.Arb. | T | CR | 129242 |
| <i>Calolisianthus speciosus</i> Gilg | | S.Arb. | T | CR | 129243 |
| GESNERIACEAE | | | | | |
| <i>Nematanthus strigillosus</i> (Mart.) H.E.Moore | | Arb. | E, R | CM, CR | 129244 |
| <i>Paliavana sericiflora</i> Benth. | | Arb. | R | CR | 129245 |
| <i>Sinningia allagophylla</i> (Mart.) Wiehler | | Erv. | T | CR | 129246 |
| <i>Sinningia rupicola</i> (Mart.) Wiehler | | Erv. | R | CR | 129247 |
| HYPERICACEAE | | | | | |
| <i>Vismia parviflora</i> Cham. e Schtdl. | | Arv. | T | CM | 129248 |
| IRIDACEAE | | | | | |
| <i>Neomarica glauca</i> Sprague | | Erv. | T, R | CM, CR | 129249 |
| <i>Neomarica rupestris</i> (Ravenna) Chukr | | Erv. | T, R | CR | 129250 |
| <i>Neomarica</i> sp. | | Erv. | T, R | CR | 129251 |
| <i>Pseudotrimezia</i> sp. | | Erv. | T | CR | 129252 |
| <i>Sisyrinchium vaginatum</i> Spreng. | | Erv. | T | CR | 129253 |
| <i>Trimezia juncifolia</i> Benth. e Hook.f. | | Erv. | T | CR | 129254 |
| LAMIACEAE | | | | | |
| <i>Aegiphila lhotskiana</i> Cham. | | Arv. | T | CM | 129255 |
| <i>Eriope macrostachya</i> Mart. ex Benth. | | Arb. | T | CM, CR | 129256 |
| <i>Eriope</i> sp. | | Arb. | T | CM, CR | 129257 |
| <i>Rhabdocalon</i> sp | | Arb. | T | CR | 129260 |
| <i>Salvia</i> sp. | | Arb. | T | CR | 129261 |
| Indeterminada 1 | | Arb. | T | CR | 129258 |
| Indeterminada 2 | | Arb. | T | CR | 129259 |
| LAURACEAE | | | | | |
| <i>Cinnamomum quadrangulum</i> Kosterm. | | Arb. | T | CM, CR | 129262 |
| <i>Ocotea</i> sp. | | Arb. | T | CM | 129263 |
| <i>Ocotea</i> sp. 1 | | Arb. | T | CM | Observado! |
| <i>Ocotea</i> sp. 2 | | Arb. | T | CM | Observado! |
| LOGANIACEAE | | | | | |
| <i>Spigelia</i> sp. | | Erv. | T | CR | 129264 |
| LORANTHACEAE | | | | | |
| <i>Struthanthus marginatus</i> (Desr.) Blume | | Erv. | P | CR | 129265 |
| <i>Tripodanthus acutifolius</i> (Ruiz e Pav.) Tiegh. | | Erv. | P | CR | 129266 |
| LYTHRACEAE | | | | | |
| <i>Cuphea</i> sp. | | Arb. | T | CR | 129267 |
| <i>Diplusodon</i> sp. | | Arb. | T | CR | 129268 |
| MALPIGHIACEAE | | | | | |
| <i>Banisteriopsis campestris</i> (A.Juss.) Little | | Arb. | T | CR | 129269 |
| <i>Byrsonima crenulata</i> | | Arb. | T | CR | 129270 |
| <i>Byrsonima variabilis</i> A.Juss. | | Arb. | T | CR | 129271 |

| FAMÍLIA / ESPÉCIE | Am. | Hábito | Forma de Vida | Ambiente | Coleções |
|---|-----|--------|---------------|----------|------------|
| MALPIGHIACEAE | | | | | |
| <i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC. | | Arb. | T | CR | 129272 |
| <i>Camarea</i> sp. | | Arb. | T | CR | 129273 |
| <i>Heteropterys campestris</i> A.Juss. | | Arb. | T | CR | 129274 |
| <i>Peixotoa tomentosa</i> A.Juss. | | Arb. | T | CR | 129275 |
| MALVACEAE | | | | | |
| <i>Peltaea</i> sp. | | Arb. | T | CR | 129276 |
| <i>Wissadula</i> sp. | | Arb. | T | CR | 129277 |
| MELASTOMATACEAE | | | | | |
| <i>Cambessedesia</i> sp. | | Arb. | T | CR | 129278 |
| <i>Lavoisiera</i> cf. <i>pulchella</i> Champ. | | Arb. | T | CR | 129279 |
| <i>Leandra aurea</i> Cogn. | | Arb. | T | CR | 129280 |
| <i>Leandra cancellata</i> Cogn. | | Arb. | T | CM, CR | 129281 |
| <i>Marzecia taxifolia</i> DC. | | Arb. | T | CR | 129282 |
| <i>Miconia corallina</i> Spring ex Mart. | | Arb. | T | CM, CR | 129283 |
| <i>Miconia sellowiana</i> Naud. | | S.Arb. | T | CM | 129284 |
| <i>Miconia</i> sp. 1 | | Arb. | T | CM, CR | 129286 |
| <i>Miconia</i> sp. 2 | | Arb. | T | CM, CR | 129287 |
| <i>Miconia</i> sp. 3 | | Arb. | T | CM, CR | 129288 |
| <i>Miconia theaezans</i> Cogn. | | Arv. | T | CM | 129285 |
| <i>Microlicia</i> sp. | | Arb. | T | CR | 129289 |
| <i>Microlicia</i> sp. 1 | | Arb. | T | CR | 129290 |
| <i>Tibouchina multiflora</i> Cong. | | Arb. | T | CR | Observado! |
| <i>Tibouchina</i> sp. | | Arb. | T | CM, CR | 129291 |
| <i>Tibouchina</i> sp. 1 | | Arb. | T | CM, CR | 129292 |
| <i>Tibouchina</i> sp. 2 | | Arb. | T | CM, CR | 129293 |
| MYRSINACEAE | | | | | |
| <i>Cybianthus brasiliensis</i> (Mez) G.Agostini | | Arb. | T | CM | 129295 |
| <i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) O. Kuntze | | Arb. | T | CR | 129294 |
| MYRTACEAE | | | | | |
| <i>Blepharocalyx salicifolia</i> O. Berg | | Arb. | T | CR | 129296 |
| <i>Eugenia klotzschiana</i> O. Berg | | Arv. | T | CM | 129298 |
| <i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC. | | Arb. | T | CM | Observado! |
| <i>Eugenia sonderiana</i> O. Berg | | Arb. | T | CM | 129297 |
| <i>Myrcia eriocalyx</i> DC. | | Arb. | T | CR | 129299 |
| <i>Myrcia mutabilis</i> (O.Berg) N.J.E. Silveira | | Arv. | T | CM | 129301 |
| <i>Myrcia obovata</i> Nied. | | Arv. | T | CM | 129300 |
| <i>Myrcia splendens</i> DC. | | Arb. | T | CM | 129302 |
| <i>Myrcia subverticillaris</i> Kiaersk. | | Arv. | T | CM | 129303 |
| <i>Myrcia variabilis</i> DC. | | Arv. | T | CM | Observado! |
| <i>Myrcia</i> sp. | | Arv. | T | CM | Observado! |
| <i>Myrcia</i> sp.1 | | Arv. | T | CM | Observado! |
| <i>Psidium grandifolium</i> (O.Berg ex Mart.) Burret | | Arv. | T | CM | 129304 |
| <i>Psidium</i> sp. | | Arv. | T | CM | 129305 |
| <i>Psidium</i> sp. 1 | | Arv. | T | CM | 129306 |
| <i>Siphoneugena widgreniana</i> Berg | | Arv. | T | CM | Observado! |
| NYCTAGINACEAE | | | | | |
| <i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell | | Arv. | T | CM | 129307 |
| <i>Guapira tomentosa</i> (Casar.) Lundell | | Arv. | T | CM, CR | 129308 |
| OCHNACEAE | | | | | |
| <i>Ouratea floribunda</i> Engl. | | Arb. | T | CR | 129309 |
| <i>Ouratea semisserrata</i> Engl. | | Arv. | T | CM, CR | 129310 |
| <i>Ouratea</i> sp. | | Arv. | T | CM, CR | 129311 |
| ORCHIDACEAE | | | | | |
| <i>Acianthera limae</i> (Porto e Brade) Pridgeon e M.W.Chase | | Erv. | R | CM | 129312 |
| <i>Acianthera teres</i> (Lindl.) Borba | | Erv. | R | CR | 129313 |
| <i>Bifrenaria aureofulva</i> (Hook.) Lindl. | | Erv. | E, R | CM, CR | 129314 |
| <i>Bulbophyllum weddellii</i> (Lindl.) Reichb. f. | | Erv. | E, R | CR | 129315 |
| <i>Cleistes moritzii</i> (Rchb.f.) Garay e Dunst. | | Erv. | T | CR | 129316 |
| <i>Cleistes paranaensis</i> Schltr. | | Erv. | T | CR | 129317 |
| <i>Cyclopogon</i> sp. | | Erv. | T | CR | 129318 |
| <i>Epidendrum martianum</i> Lindl. | | Erv. | E | CR | 129319 |
| <i>Epidendrum saxatile</i> Lindl. | | Erv. | R | CR | 129320 |
| <i>Epidendrum secundum</i> Jacq. | | Erv. | T, E, R | CM, CR | 129321 |
| <i>Habenaria jaguarahyvae</i> Kraenzl. | | Erv. | T | CR | 129322 |
| <i>Habenaria magdalenensis</i> Hoehne | | Erv. | T | CR | 129323 |
| <i>Oncidium blanchetii</i> Rchb.f. | | Erv. | T, E, R | CM, CR | 129324 |
| <i>Oncidium enderianum</i> Hort. | | Erv. | E | CM | 129325 |
| <i>Oncidium gracile</i> Lindl. | | Erv. | R | CR | 129326 |
| <i>Oncidium warmingii</i> Rchb. f. | | Erv. | E, R | CR | 129327 |
| <i>Prescottia stachyodes</i> (Sw.) Lindl. | | Erv. | T | CM | Observado! |
| <i>Polystachya concreta</i> (Jacq.) Garay e H.R.Sweet | | Erv. | E, R | CM, CR | 129328 |
| <i>Prosthechea pachysepala</i> (Klotzsch) Chiron e V.P. Castro | | Erv. | E, R | CM, CR | 129329 |
| <i>Sacoila</i> sp. | | Erv. | T | CM, CR | Observado! |
| <i>Sarcoglottis schwackei</i> (Cogn) Schltr. | | Erv. | T | CR | 129330 |
| <i>Sophranitis caulescens</i> (Lindl.) Van den Berg e M.W.Chase | | Erv. | R | CR | 129331 |
| <i>Sophranitis crispata</i> (Thunb.) Van den Berg e M.W. Chase | B | Erv. | R | CR | 129332 |
| <i>Zygopetalum maculatum</i> (Kunth) Garay | | Erv. | T, R | CM, CR | 129333 |

| FAMÍLIA / ESPÉCIE | Am. | Hábito | Forma de Vida | Ambiente | Coleções |
|--|-----|--------|---------------|----------|------------|
| OROBANCHACEAE | | | | | |
| <i>Esterhazyia major</i> | | Arb. | T | CR | 129334 |
| PASSIFLORACEAE | | | | | |
| <i>Passiflora misera</i> Kunth | | L. | T | CM | 129336 |
| <i>Passiflora villosa</i> Vell. | | L. | T | CM, CR | 129335 |
| PHYLLANTHACEAE | | | | | |
| <i>Phyllanthus rosellus</i> Mull.Arg. | | Erv. | T, R | CR | 129337 |
| <i>Microtea paniculata</i> Moq. | | Erv. | T | CR | 129338 |
| PIPERACEAE | | | | | |
| <i>Peperomia decora</i> Dahlst. | | Erv. | R | CR | 129339 |
| <i>Peperomia galioides</i> Kunth | | Erv. | R | CR | 129340 |
| POACEAE | | | | | |
| <i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth | | Erv. | T | CR | 129342 |
| <i>Andropogon macrothrix</i> Trin. | | Erv. | T | CR | 129343 |
| <i>Axonopus siccus</i> Kuhlms. | | Erv. | T | CR | 129344 |
| <i>Echinoalaena inflexa</i> (Poir.) Chase | | Erv. | T | CR | 129345 |
| <i>Eragrostis polytricha</i> Nees | | Erv. | T | CR | 129341 |
| <i>Mesosetum loliforme</i> (Hochst. ex Steud.) Chase | | Erv. | T | CR | 129349 |
| <i>Panicum wettsteinii</i> Hack. | | Erv. | T | CR | 129346 |
| <i>Paspalum brachytrichum</i> Hack. | | Erv. | T | CR | 129347 |
| <i>Paspalum carinatum</i> Humb. e Bonpl. ex Fluggé | | Erv. | T | CR | 129348 |
| <i>Paspalum</i> sp. | | Erv. | T | CR | Observado! |
| <i>Sporobolus metallicolus</i> Longhi Wagner e Boechat | | Erv. | T | CR | 129350 |
| POLYGALACEAE | | | | | |
| <i>Polygala paniculata</i> L. | | Erv. | T | CR | 129351 |
| <i>Polygala</i> sp. | | Erv. | T | CR | 129352 |
| <i>Polygala</i> sp. 1 | | Erv. | T | CR | 129353 |
| POLYPODIACEAE | | | | | |
| <i>Campyloneurum aglaolepis</i> (Alston) de la Sota | | Erv. | E | CM | 129354 |
| <i>Phlebodium pseudoaureum</i> (Cav.) Lellinger | | Erv. | E, R | CM, CR | 129355 |
| <i>Pleopeltis hirsutissima</i> (Raddi) de la Sota | | Erv. | E | CM | 129356 |
| <i>Pleopeltis minarum</i> (Weath.) Salino | | Erv. | R | CR | Observado! |
| <i>Serpocaulon catharinae</i> (Langsd. e Fisch.) A.R.Sm. | | Erv. | R | CR | 129358 |
| <i>Serpocaulon latipes</i> (Langsd. e Fisch.) A.R.Sm. | | Erv. | R | CR | 129357 |
| PTERIDACEAE | | | | | |
| <i>Pellaea crenata</i> R.M.Tryon | | Erv. | T | CR | 129359 |
| ROSACEAE | | | | | |
| <i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb. | | Arv. | T | CM, CR | 129360 |
| RUBIACEAE | | | | | |
| <i>Borreria capitata</i> DC. | | Erv. | T | CM, CR | 129361 |
| <i>Borreria</i> sp. | | Erv. | T | CM, CR | 129362 |
| <i>Borreria</i> sp. 1 | | Erv. | T | CM, CR | 129363 |
| <i>Borreria</i> sp. 2 | | Erv. | T | CM, CR | 129364 |
| <i>Borreria</i> sp. 3 | | Erv. | T | CM, CR | 129365 |
| <i>Coccocypselum aureum</i> Cham. e Schlecht. | | Erv. | T | CM | 129366 |
| <i>Cordia</i> sp. | | Arb. | T | CM | 129367 |
| <i>Declieuxia fruticosa</i> Kuntze | | S.Arb. | T | CR | 129368 |
| <i>Declieuxia</i> sp. | | S.Arb. | T | CR | 129369 |
| <i>Galianthe</i> sp. 1 | | S.Arb. | T | CR | 129370 |
| <i>Galianthe</i> sp. 2 | | S.Arb. | T | CR | 129371 |
| <i>Galium</i> sp. | | Arb. | T | CM | 129372 |
| <i>Palicourea rigida</i> Kunth | | Arb. | T | CM | 129373 |
| <i>Psychotria sellowiana</i> Mull.Arg. | | Arb. | T | CM | 129374 |
| <i>Psychotria stachyoides</i> Benth. | | Arb. | T | CM | Observado! |
| <i>Psychotria vellosiana</i> Benth. | | Arv. | T | CM | 129375 |
| <i>Psychotria</i> sp. | | Arb. | T | CM | Observado! |
| <i>Remijia ferruginea</i> DC. | | Arb. | T | CM, CR | 129376 |
| Indeterminada | | Arb. | T | CM | Observado! |
| SALICACEAE | | | | | |
| <i>Casearia arborea</i> (Rich.)Urb. | | Arv. | T | CM | 129377 |
| SAPINDACEAE | | | | | |
| <i>Matayba mollis</i> Radlk. | | Arv. | T | CM, CR | 129378 |
| <i>Serjania</i> sp. | | Arb. | T | CM | 129379 |
| SMILACACEAE | | | | | |
| <i>Smilax oblongifolia</i> Pohl ex Griseb. | | Arb. | T | CM | 129386 |
| SOLANACEAE | | | | | |
| <i>Brunfelsia brasiliensis</i> (Spreng.) L.B.Sm. e Downs | | Arb. | T | CM, CR | 129380 |
| <i>Solanum</i> cf. <i>cladotrichum</i> Dunal | | Arb. | T | CM, CR | 129381 |
| <i>Solanum refractifolium</i> Sendtn. | | S.Arb. | T | CR | 129382 |
| <i>Solanum stenandrum</i> Sendtn. | | S.Arb. | T | CR | 129383 |
| <i>Solanum swartzianum</i> Roem. e Schult. | | Arb. | T | CR | 129384 |
| <i>Solanum velleum</i> Roem. e Schult. | | Arb. | T | CR | 129385 |
| STYRACACEAE | | | | | |
| <i>Styrax ferrugineus</i> Nees e Mart. | | Arb. | T | CM | 129387 |

| FAMÍLIA / ESPÉCIE | Am. | Hábito | Forma de Vida | Ambiente | Coleções |
|--|-----|--------|---------------|----------|------------|
| THEACEAE | | | | | |
| <i>Ternstroemia</i> sp. | | Arb. | T | CM | 129388 |
| TURNERACEAE | | | | | |
| <i>Turnera cuneiformis</i> Juss. ex Poir. | | Erv. | T | CR | 129389 |
| VELLOZIACEAE | | | | | |
| <i>Barbacenia sellovii</i> Goethart e Henrard | | Arb. | R | CR | 129390 |
| <i>Vellozia albiflora</i> Pohl | | Arb. | R | CR | 129391 |
| <i>Vellozia caruncularis</i> Mart. ex Seub. | | Arb. | R | CR | 129392 |
| <i>Vellozia compacta</i> Mart. ex Schult. e Schult. f. | | Arb. | R | CR | 129393 |
| <i>Vellozia graminea</i> Pohl | | Erv. | R | CR | 129394 |
| <i>Vellozia tragacantha</i> Mart. ex Seub. | | Arb. | R | CR | 129395 |
| VERBENACEAE | | | | | |
| <i>Lantana camara</i> L. | | Arb. | T | CM, CR | 129396 |
| <i>Lantana lundiana</i> Schauer | | S.Arb. | T | CR | 129397 |
| <i>Lippia gracilis</i> Schauer | | Arb. | T | CR | 129398 |
| <i>Lippia hermannioides</i> Cham. | | Arb. | T | CR | 129399 |
| <i>Stachytarpheta glabra</i> Cham. | | Arb. | T | CR | 129400 |
| VOCHYSIACEAE | | | | | |
| <i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl | | Arv. | T | CM | 112821 |
| <i>Vochysia tucanorum</i> Mart. | | Arv. | T | CM | 112822 |
| XYRIDACEAE | | | | | |
| <i>Xyris asperula</i> Mart. | | Erv. | T | CR | 112824 |
| <i>Xyris</i> cf. <i>dawsonii</i> L.B.Sm. e Downs | | Erv. | T | CR | 112823 |
| INDETERMINADA | | | | | |
| Indeterminada | | Arb. | R | CM, CR | Observado! |
| Indeterminada 1 | | Arb. | R | CR | Observado! |
| Indeterminada 2 | | Erv. | R | CM | Observado! |
| Indeterminada 3 | | Arb. | R | CR | Observado! |

CAPÍTULO V

**SIMILARIDADE FLORÍSTICA ENTRE OITO ÁREAS DE CAMPOS
FERRUGINOSOS DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG, COMO SUBSÍDIO À
RESTAURAÇÃO DE CAMPOS FERRUGINOSOS**

1 INTRODUÇÃO

No Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais, os Campos Ferruginosos, cuja restauração é o tema central do presente estudo, apresentam importância destacada. Esse tipo de formação também é encontrada na Serra de Carajás, no Pará (SILVA *et al.*, 1996), e na região do Maciço do Urucum, em Corumbá, Mato Grosso. Esses diferentes ambientes mostram em comum a estrutura pedológica rica em ferro, embora as diferenças entre a flora de cada um deles sejam grandes.

No Quadrilátero Ferrífero, os Campos Ferruginosos estão associados a substratos ferruginosos fisicamente distintos, que podem apresentar-se fragmentados, sob a forma de canga nodular, ou formando uma espessa e sólida couraça, a canga couraçada. Colonizando esses substratos, observa-se cobertura vegetal própria com fisionomias herbáceas, herbáceo-arbustivas e arbórea.

Os estudos florísticos publicados (VINCENT, 2004; VIANA e LOMBARDI, 2007; MOURÃO e STEHMANN, 2007; JACOBI e CARMO, 2008; TEIXEIRA, 2008) e os levantados por SANTOS (não publicados) sobre os Campos Ferruginosos mostram que as diferenças florísticas entre esses ecossistemas nas diferentes regiões do Brasil também ocorrem entre regiões do Quadrilátero Ferrífero. Revelam, ainda, que nesses campos ocorrem campos menores, constituem um ecossistema bastante heterogêneo, com contrastes fisionômicos e de composição florísticas em curtos espaços, conforme se pode ver nos resultados obtidos em pesquisas.

Cabe considerar que a região de estudo se insere em zona limítrofe entre dois importantes biomas do Brasil, o da Mata Atlântica e do Cerrado, com variações climáticas notórias, referentes principalmente a precipitação e temperatura (maiores precipitações e menores temperaturas a leste e menores precipitações e maiores temperaturas a oeste), o que pode influenciar nas diferenças observadas por esses autores.

Considerando-se que a restauração de cobertura vegetal exige o conhecimento da composição e estrutura funcional do ecossistema, no presente estudo aplicou-se um teste de similaridade florística entre Campos Ferruginosos do Quadrilátero Ferrífero, mediante utilização de dados publicados e inéditos a fim de melhor evidenciar os desafios que acompanham os projetos de restauração.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Áreas de estudo

Para este estudo, foram utilizados levantamentos florísticos (inéditos) em três áreas, ocupadas por Campo Ferruginoso, em diferentes localidades do Quadrilátero Ferrífero (FIG.1). Além disso, para o estudo de similaridade florística, foram compilados dados de mais cinco autores, oriundos de trabalhos publicados (VINCENT, 2004; JACOBI *et al.*, 2007; MOURÃO e STEHMANN, 2007; VIANA e LOMBARDI, 2007). Informações básicas das oito áreas comparadas, como o nome da localidade, o município, o código de identificação de cada área, número de espécies, coordenadas geográficas, altitude e referências dos levantamentos florísticos compilados, são apresentadas na TAB. 1.

O Quadrilátero Ferrífero localiza-se no centro-sudeste de Minas Gerais e ocupa cerca de 7.000km², dos quais cerca de 14,2% são de formações ferríferas (FIG. 1). Estas constituem as serras que compõem suas quatro bordas: a noroeste, o alinhamento da serra do Curral; a oeste, as serras da Moeda e de Itabirito; a sudoeste, a serra do Ouro Branco; a leste e sudeste, as serras do Caraça e Ouro Preto; e no centro, a serra do Gandarela. Suas altitudes relativas giram em torno de 900-1300m, apesar de trechos atingirem mais de 1.500m. As cotas mais elevadas estão situadas no maciço quartzítico do Caraça (2.072m) e as mais baixas (600m), a sudeste de Ouro Preto (BARBOSA e RODRIGUES, 1967). O clima na região é do tipo Cwa de Köppen, temperado quente, com estação seca de abril a setembro e chuvosa de outubro a março. A temperatura média anual é de 20⁰C. A precipitação média anual varia entre 1300mm e 2100mm na porção sudeste, concentrada no verão. A seca ocorre durante seis meses. Há variações locais, com as bordas leste e sul apresentando maior umidade do que a região localizada a norte e oeste. Quanto a seus solos, são predominantemente classificados como Neossolo Litólico e Plintossolo Pétrico, nas cristas e fundos de vale, respectivamente, e Cambissolos, nas meias encostas, todos rasos, pedregosos e cascalhentos, com baixa capacidade de retenção de água, de baixa fertilidade natural e ácidos, como consequência do grau de intemperismo avançado e do material de origem, no caso, as formações ferríferas (SCHAEFER *et al.*, 2008).

2.2 Amostragem

Nos levantamentos florísticos (inéditos) apresentados neste trabalho, foram consideradas apenas as plantas vasculares. As coletas foram realizadas exclusivamente em Campos Rupestres Ferruginosos e nos capões de vegetação sub-arbórea densa de pequena dimensão (Capão de Mata), associados aos Campos Rupestres. As campanhas de campo para coletas de amostras e dados foram de frequência mensal, entre agosto de 2006 e dezembro de 2008. Todo o material coletado encontra-se depositado no herbário do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (BHCB). A identificação das espécies se deu por meio de bibliografia específica, comparação com exsicatas determinadas, depositadas no BHCB, e mediante contribuição de especialistas. A lista das famílias seguiu a classificação do Angiosperm Phylogeny Group – APG II (2003), para as angiospermas; Smith *et al.* (2006), para as samambaias; Kramer e Tryon (1990), para as licófitas. As abreviações dos nomes dos autores das espécies seguiram Brummitt e Powell (1992).

As listas de espécies de vegetação de canga compiladas da literatura (VINCENT, 2004; JACOBI *et al.* 2007; MOURÃO e STEHMANN, 2007; VIANA e LOMBARDI, 2007) são de áreas localizadas no Quadrilátero Ferrífero, nas serras da Calçada, do Rola Moça, do Machado e da Moeda. A localização geográfica de todas as áreas analisadas neste trabalho é indicada na FIG 1. Foi calculada a distância aproximada em linha reta entre as oito áreas onde foram realizados os levantamentos florísticos, a partir das coordenadas geográficas indicadas para cada área. A distância foi calculada usando o programa *ArcGis 9.2* (ESRI, 2000). Ressalve-se, porém, que neste estudo as listas não estão organizadas por microambiente e sim por localização, distribuição espacial no Quadrilátero Ferrífero. Assim não se considerou se o estudo se deu em Canga Nodular, Couraçada ou Capão de Canga, em um só desses ambientes, como Jacobi (2007), ou nos três, como Santos (2008).

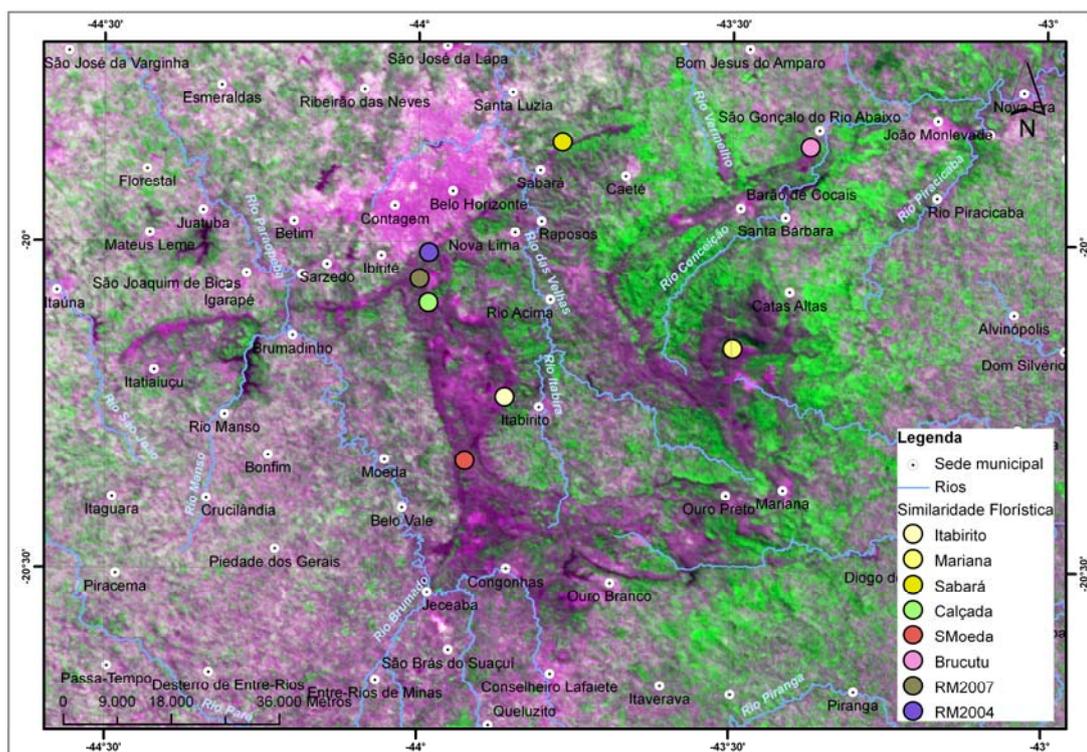


FIGURA 1 – Localização geográfica das oito áreas comparadas (ver TAB.1) no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais.
 Fonte: CBERS – 2B (2009).

2.3 Análise de dados

Para realização das análises de similaridade florística, foram preparadas duas matrizes de presença/ausência de espécies das oito áreas de Campos Rupestres Ferruginosos, aqui consideradas. A primeira matriz representa a composição florística das oito áreas, sendo constituída de 820 espécies. A segunda matriz é formada por 307 espécies, pois foram excluídas as espécies que ocorriam em apenas uma das oito áreas. Essas matrizes são constituídas de dados binários de presença/ausência das espécies vegetais determinadas até o nível específico. Espécies identificadas somente até o nível de gênero e família foram excluídas.

A similaridade florística entre as áreas de Campo Rupestre Ferruginoso foi determinada mediante utilização do índice de similaridade de Jaccard, baseado na presença e ausência de espécies (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974). Para obter a matriz de similaridade, foi utilizado o programa *Systat 12* (SYSTAT, 2007). A partir das distâncias em linha reta entre as áreas consideradas e dos valores do índice de similaridade de Jaccard obtidos, foram feitas análises de regressão simples, usando-se o programa *BioEstat 3.0* (AYRES *et al.*, 2003). Os gráficos de regressão linear simples (diagramas de dispersão) foram elaborados com o programa *Microsoft Excel*.

TABELA 1

Relação das oito áreas de Campos Rupestres Ferruginosos localizadas no Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais consideradas nas análises de similaridade florística. São informados: o nome da localidade, o município, o código de identificação de cada área, o número de espécies, as coordenadas geográficas, a altitude e as referências dos levantamentos florísticos compilados.

| Áreas/municípios | Código | Número de espécies total / número de espécies exclusivas | Coordenadas | Altitude (m) | Referências |
|---|-----------|--|----------------------------|--------------|---------------------------------|
| Mina do Sapecado – Itabirito | Itabirito | 205 / 54 | 20° 14' 13"S, 43° 51' 40"W | 1440 | (Dados inéditos deste trabalho) |
| Mina de Alegria – Mariana | Mariana | 301 / 162 | 20° 09' 39"S, 43° 29' 53"W | 1120 | (Dados inéditos deste trabalho) |
| Mina do Segredão – Sabará | Sabara | 169 / 43 | 19° 50' 44"S, 43° 46' 16"W | 1200 | (Dados inéditos deste trabalho) |
| Serra da Calçada – Nova Lima | Calçada | 333 / 131 | 20° 05' 35"S, 43° 59' 01"W | 1480 | Viana e Lombardi (2007) |
| Serra da Moeda – Itabirito | SMoeda | 126 / 26 | 20° 20' 03"S, 43° 55' 28"W | 1220 | Jacobi <i>et al.</i> (2007) |
| Mina de Brucutu – São Gonçalo do Rio Abaixo | Brucutu | 107 / 35 | 19° 51' 06"S, 43° 22' 35"W | 1100 | Mourão e Stehmann (2007) |
| Serra do Rola Moça – Nova Lima | RM2007 | 119 / 10 | 20° 03' 25"S, 43° 59' 52"W | 1560 | Jacobi <i>et al.</i> (2007) |
| Serra do Rola Moça – Nova Lima | RM2004 | 152 / 52 | 20° 01' 00"S, 43° 59' 00"W | 1340 | Vincent (2004) |

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos três levantamentos florísticos (inéditos) apresentados neste trabalho, foram registradas 502 espécies, distribuídas em 96 famílias (ANEXO A). A compilação das listas de espécies da literatura (VINCENT, 2004; JACOBI *et al.* 2007; MOURÃO e STEHMANN, 2007; VIANA e LOMBARDI, 2007) e das inéditas deste trabalho resultou em um total de 820 espécies, distribuídas em 104 famílias e 372 gêneros (ANEXO A) nos Campos Ferruginosos do Quadrilátero Ferrífero. Nos quatro levantamentos publicados anteriormente (VINCENT, 2004; JACOBI *et al.* 2007; MOURÃO e STEHMANN, 2007; VIANA e LOMBARDI, 2007), foram identificadas 536 espécies. Dessa maneira, o acréscimo de táxons citados para a vegetação de canga a partir deste estudo foi de 284 espécies.

Considerando a listagem das oito áreas de Campo Ferruginoso, temos no Quadrilátero Ferrífero aproximadamente 40% de todas as famílias de plantas vasculares que ocorrem no Brasil. As famílias melhor representadas foram Asteraceae com 14,1% do total de espécies, Orchidaceae (8,5%), Poaceae (7,3%), Myrtaceae (5,6%), Melastomataceae (4,3%), Fabaceae (4,0%), Rubiaceae (3,5%), Solanaceae (2,6%), Cyperaceae (2,4%) e Apocynaceae (2,4%) (GRÁF. 1). Essas famílias representam conjuntamente mais de 50% da flora dos Campos Ferruginosos do Quadrilátero Ferrífero. Os gêneros com maior riqueza florística foram *Myrcia* e *Baccharis* (ambos com 17 espécies), *Solanum* (14), *Croton* (10), *Vellozia*, *Eugenia* e *Panicum* (9 cada). Esses gêneros, dentre os 372 encontrados, representam aproximadamente 10% das espécies amostradas.

A riqueza das oito áreas analisadas variou de 107 a 333 espécies (TAB. 1). As diferenças na riqueza entre as áreas podem estar relacionadas a diversos fatores, entre os quais, os diferentes métodos de amostragem utilizados pelos autores, o esforço e experiência dos coletores, a variação de fitofisionomias das áreas, o grau de conservação da área, altitude e fatores climáticos. Além disso, podem estar relacionadas ao fato de se fazer a compilação em um ou mais ambientes dos Campos Ferruginosos.

Das 820 espécies, 138 têm ocorrência em duas áreas, 64 em três, 44 em quatro, 28 em cinco, 19 em seis, 11 em sete e apenas três foram encontradas em todas as oito áreas comparadas, *Vellozia compacta* Mart. ex Schult. e Schult. F. (Velloziaceae), *Byrsonima variabilis* A. Juss. (Malpighiaceae) e *Axonopus siccus* Kuhl. (Poaceae). Com base na

ocorrência em cinco ou mais áreas, 61 espécies foram consideradas como de ampla distribuição nos Campos Ferruginosos do Quadrilátero Ferrífero. Em contraponto, destacaram-se 513 espécies (62,6% das espécies) cuja ocorrência foi registrada em apenas uma localidade, tendo sido consideradas como de distribuição restrita. Dessas 513 espécies, 162 foram exclusivas da mina da Alegria, 131 da Serra da Calçada, 54 na mina do Sapecado, 52 de uma das áreas da Serra do Rola Moça, 43 da mina de Segredão, 35 da mina de Brucutu, 26 da Serra da Moeda e 10 de uma das áreas da Serra do Rola Moça. A grande maioria das espécies vegetais dos Campos Ferruginosos do Quadrilátero Ferrífero apresenta distribuição restrita. O “padrão de distribuição restrita” para muitas espécies, provavelmente, é consequência das condições ambientais específicas de áreas isoladas nos topos das montanhas (PIRANI *et al.*, 1994; KAMINO *et al.*, 2008).

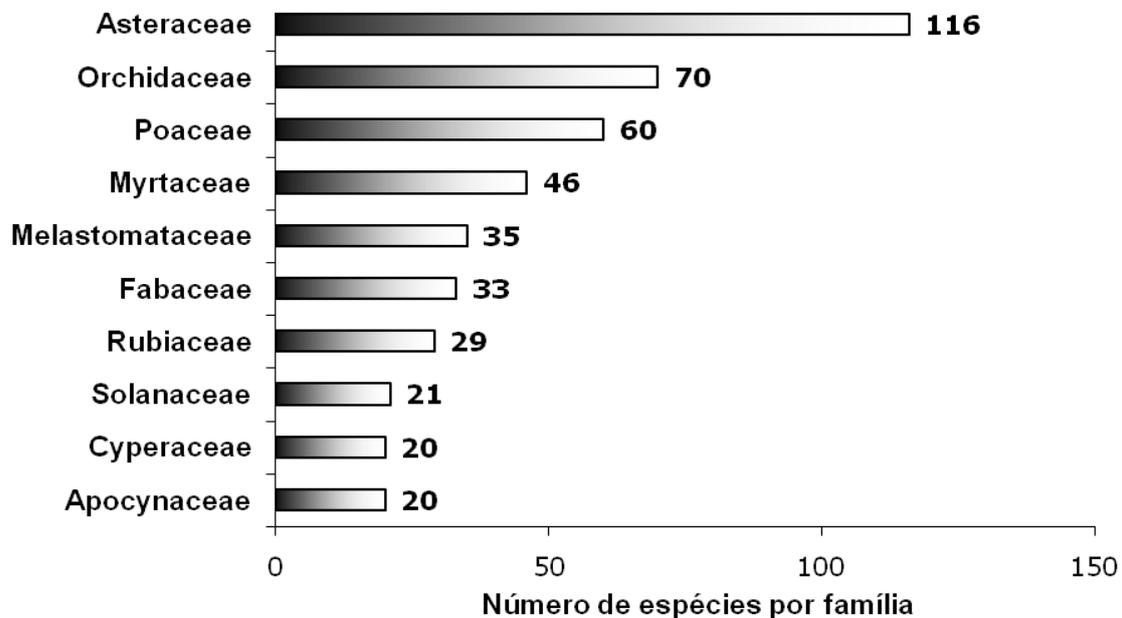


GRÁFICO 1 - Riqueza das famílias mais representativas nos Campos Ferruginosos do Quadrilátero Ferrífero.

Os valores dos coeficientes de similaridade de Jaccard entre as oito áreas estudadas, analisando-se todas as espécies, variaram de 5% a 34%, valores considerados baixos (TAB. 2). Excluindo-se as espécies registradas em apenas uma das áreas, o valor do coeficiente de similaridade entre as oito áreas variou de 8% a 42% (TAB. 3).

O maior valor de similaridade (42% para matriz com espécies em pelo menos duas das áreas) foi verificado entre as áreas RM2007 (Serra do Rola Moça) e SMOeda (Serra da Moeda). A área da Serra da Calçada (Calçada) apresentou similaridade superior a 30%

(matriz com espécies em pelo menos duas das áreas) com as áreas da Serra do Rola Moça (RM2007) e Pico do Itabirito (Itabirito) (ANEXO A).

O Campo Ferruginoso inventariado por Mourão e Stehmann (2007) em São Gonçalo do Rio Abaixo (Brucutu) foi o que apresentou a menor similaridade com as demais áreas, mostrando coeficientes entre 5% e 16% a partir da matriz com todas as espécies, e coeficientes entre 8% e 26% a partir da matriz com as espécies que ocorreram em pelo menos duas áreas. A vegetação da mina de Alegria (dados inéditos) também apresentou baixa similaridade com as demais áreas de Campo Ferruginoso estudadas, com valores entre 6% e 18% para a matriz com todas as espécies e 14% - 37% para a matriz com espécies que ocorreram em pelo menos duas das oito áreas.

A grande heterogeneidade florística (alta diversidade de espécies) dos Campos Ferruginosos do Quadrilátero Ferrífero registrada neste trabalho parece ser um dos principais motivos da baixa similaridade entre as áreas.

Em estudos florísticos já realizados em que foram considerados afloramentos rochosos ou formações campestres de um mesmo tipo de substrato geológico, a similaridade obtida também foi baixa (MEIRELLES *et al.*, 1999; VINCENT, 2004). Além disso, segundo dados já publicados (ZAPPI *et al.*, 2003; CONCEIÇÃO *et al.*, 2005; AZEVEDO e BERG, 2007), a similaridade florística entre áreas do Espinhaço é baixa, mesmo em localidades vizinhas.

Como já ressaltado em estudos de similaridade em Campos Rupestres Quartzíticos (CONCEIÇÃO *et al.*, 2005), diferenças no esforço amostral e na metodologia de coleta de dados nos levantamentos florísticos podem distorcer a similaridade entre áreas e o grau de “endemismos” encontrado nos locais. De acordo com esses autores, esse fenômeno é especialmente influente nos Campos Rupestres, onde uma parcela significativa da diversidade é composta por espécies pouco frequentes, aumentando as chances de falsas ausências. A grande concentração de espécies raras, seja pela distribuição espacialmente restrita ou pela baixa frequência com que aparecem nas comunidades, dificulta o acesso integral à diversidade dos Campos Rupestres e exige, portanto, a realização de levantamentos florísticos intensivos e prolongados (CONCEIÇÃO *et al.*, 2005). Essas conclusões, baseadas exclusivamente em estudos de Campos Rupestres Quartzíticos, são bastante congruentes com os resultados sobre Campos Ferruginosos do Quadrilátero Ferrífero, apresentados neste capítulo.

As áreas codificadas como RM2007, SMOeda, RM2004, Itabirito e Calçada estão muito próximas umas das outras e apresentaram valores significativos de similaridade

dentro da faixa de valores registrada. Jacobi *et al.* (2007) já mencionaram a baixa similaridade (27%) entre as áreas da Serra da Moeda e do Rola Moça, que estão separadas por cerca de 32km em linha reta.

A TAB. 4 indica as distâncias em linha reta entre as oito áreas comparadas. A menor distância (4,4km) está entre dois pontos estudados da Serra do Rola Moça (RM2004 e RM2007) e a maior (78,6km) entre Brucutu e Serra da Moeda. Para verificar se a distância pode estar influenciando na similaridade florística entre as áreas, foram feitas duas análises de regressão linear simples: uma usou os valores de similaridade obtidos da matriz composta por todas as espécies ocorrentes nas oito áreas; a outra utilizou a matriz sem as espécies exclusivas de uma área.

As FIG. 2 e 3 mostram os diagramas de dispersão entre o coeficiente de similaridade de Jaccard e a distância em linha reta (Km). Ambos os diagramas indicam que há uma correlação negativa entre a distância e o valor de similaridade, ou seja, quanto mais distantes menos similares são as áreas. Contudo, os resultados da análise de regressão simples mostram que a variável distância em linha reta explica apenas 23,97% (similaridade com todas as espécies) ou 25,54% (similaridade excluindo as espécies exclusivas de uma área) da variância dos valores de similaridade e o modelo testado foi significativo para ambas as análises ($p=0,0081$ e $p=0,006$, respectivamente). Desse modo, a maior proporção da variância dos valores de similaridade deve ser explicada por outras variáveis oriundas de outros atributos das áreas. Estudos futuros devem ser efetuados para elucidar quais variáveis ambientais poderiam explicar melhor os valores de similaridade.

Ressalte-se, em conclusão, que a alta diversidade de espécies (820), o baixo número de espécies (61) de ampla distribuição na região, o alto número de espécies (513) exclusivas de uma área e a baixa similaridade entre as áreas comparadas são informações de extrema importância na elaboração de programas de conservação e restauração de áreas mineradas no Quadrilátero Ferrífero. Os resultados deste estudo reforçam ainda mais o que ao longo dos capítulos deste trabalho tanto se ressaltou: programas de restauração de áreas mineradas devem ser baseados em pesquisas botânicas prévias nas áreas de interesse, contar com estrutura para remoção e disposição de *topsoil* e dispor de mudas das espécies levantadas nas pesquisas.

Porém, levando-se em conta o baixo número de trabalhos considerados neste estudo, configuram-se como precipitadas conclusões mais abrangentes sobre a distribuição das espécies vegetais dos Campos Rupestres Ferruginosos do Quadrilátero Ferrífero e a similaridade entre diferentes áreas, o que sugere a necessidade de novos levantamentos

florísticos e fitossociológicos sobre ambientes específicos.

TABELA 2

Coefficientes binários de similaridade entre as oito áreas de Campo Rupestre Ferruginoso estudadas no Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais, a partir da matriz contendo todas as espécies amostradas.

| | RM2004 | Calçada | Brucutu | RM2007 | SMoeda | Sabara | Mariana |
|-----------|-------------|---------|---------|-------------|--------|--------|---------|
| Calçada | 0.21 | | | | | | |
| Brucutu | 0.05 | 0.11 | | | | | |
| RM2007 | 0.16 | 0.20 | 0.15 | | | | |
| SMoeda | 0.11 | 0.15 | 0.12 | 0.34 | | | |
| Sabara | 0.13 | 0.17 | 0.16 | 0.21 | 0.18 | | |
| Mariana | 0.07 | 0.14 | 0.12 | 0.15 | 0.13 | 0.16 | |
| Itabirito | 0.13 | 0.23 | 0.14 | 0.26 | 0.20 | 0.23 | 0.18 |

TABELA 3

Coefficientes binários de similaridade entre as oito áreas de Campo Rupestre Ferruginoso estudadas no Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais, a partir da matriz contendo espécies registradas em pelo menos duas das oito localidades.

| | RM2004 | Calçada | Brucutu | RM2007 | SMoeda | Sabara | Mariana |
|-----------|-------------|---------|---------|-------------|--------|--------|---------|
| Calçada | 0.38 | | | | | | |
| Brucutu | 0.08 | 0.20 | | | | | |
| RM2007 | 0.22 | 0.32 | 0.19 | | | | |
| SMoeda | 0.16 | 0.24 | 0.17 | 0.42 | | | |
| Sabara | 0.20 | 0.29 | 0.24 | 0.27 | 0.25 | | |
| Mariana | 0.14 | 0.29 | 0.26 | 0.28 | 0.26 | 0.33 | |
| Itabirito | 0.19 | 0.41 | 0.21 | 0.34 | 0.29 | 0.34 | 0.37 |

TABELA 4

Distância em linha reta (km) entre as oito áreas de Campo Rupestre Ferruginoso estudadas no Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

| | RM2004 | Calçada | Brucutu | RM2007 | SMoeda | Sabara | Mariana |
|-----------|------------|---------|-------------|--------|--------|--------|---------|
| Calçada | 8.4 | | | | | | |
| Brucutu | 66.1 | 68.8 | | | | | |
| RM2007 | 4.4 | 4.5 | 68.6 | | | | |
| SMoeda | 35.3 | 26.8 | 78.6 | 31.3 | | | |
| Sabara | 29.2 | 35.3 | 41.4 | 33.1 | 56.4 | | |
| Mariana | 53 | 51.1 | 35.5 | 53.3 | 48.6 | 45.1 | |
| Itabirito | 26.9 | 19.9 | 65.8 | 24.2 | 13.3 | 43.8 | 38.3 |

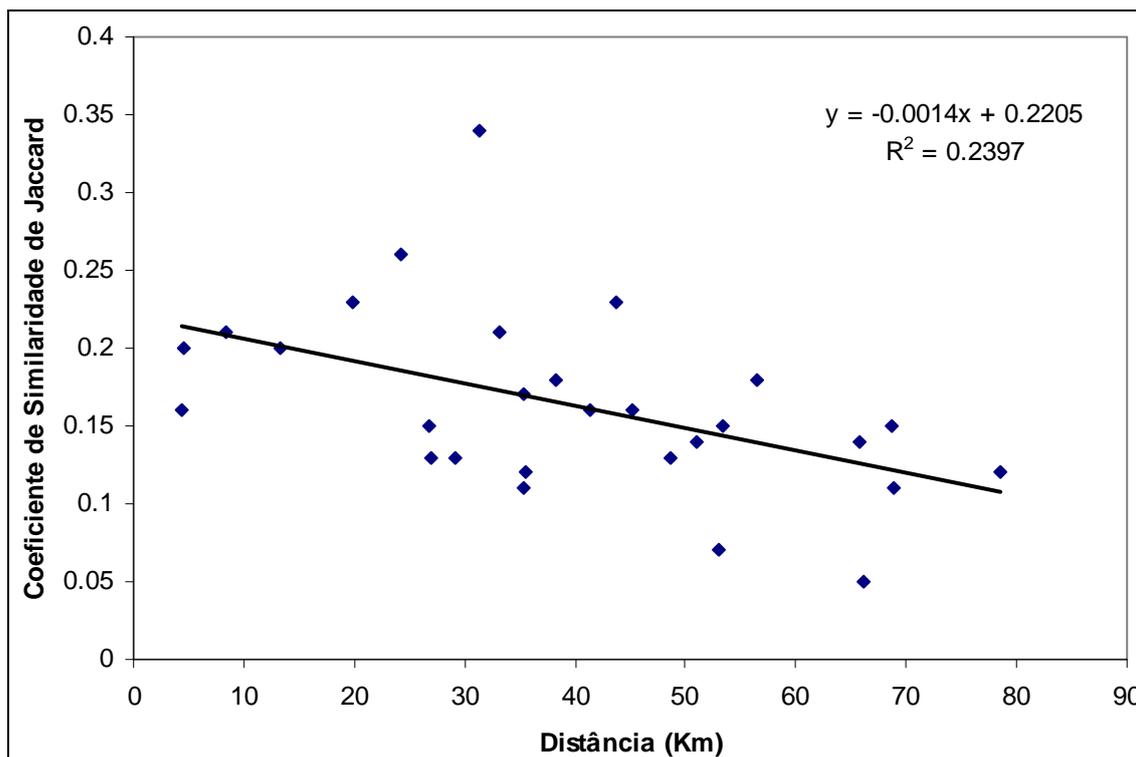


FIGURA 2 - Diagrama de dispersão entre o coeficiente de similaridade de Jaccard e a distância em linha reta (Km) entre as áreas comparadas.

Nota: Neste gráfico, foram considerados os resultados de similaridade da TAB. 2, ou seja, da análise que considerou todas as espécies ocorrentes nas oito áreas.

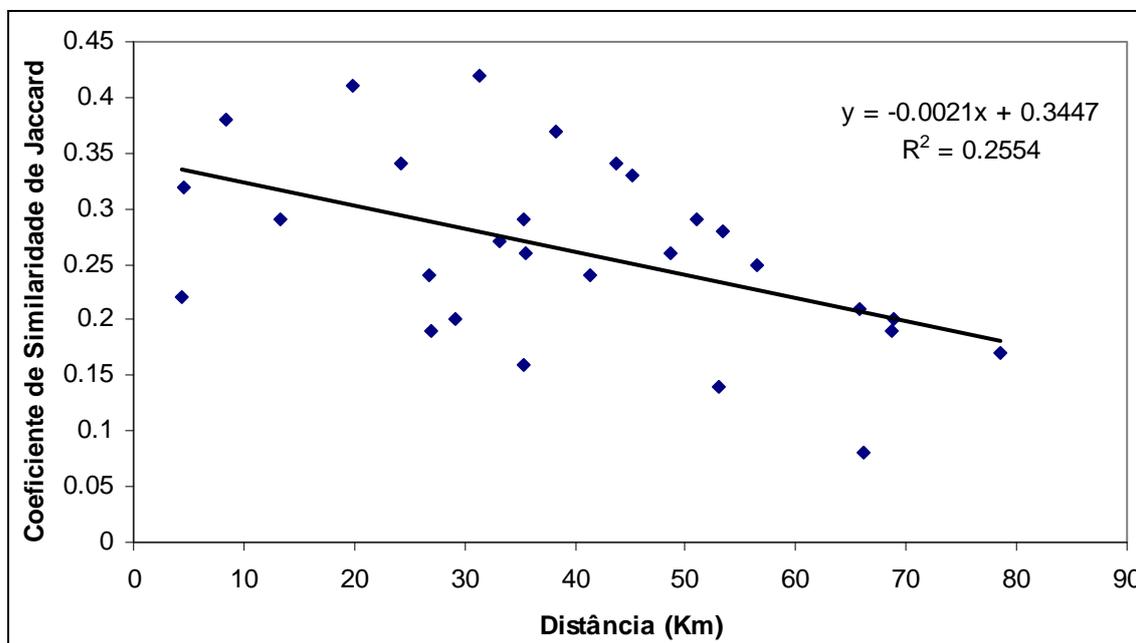


FIGURA 3 - Diagrama de dispersão entre o coeficiente de similaridade de Jaccard e a distância em linha reta (Km) entre as áreas comparadas.

Nota: Neste gráfico foram considerados os resultados de similaridade da TAB. 3, ou seja, da análise que considerou as espécies que ocorrem em duas ou mais áreas.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APG II. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 141, p. 399-436, 2003.

AYRES, M.; AYRES, M. J.; AYRES, D.L.; SANTOS, A.A.S. **BioEstat 3.0: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas**. Sociedade Civil Mamirauá. Brasília. 290p. 2003.

AZEVEDO, C. O.; C. BERG. Análise comparativa de áreas de campo rupestre da Cadeia do Espinhaço (Bahia e Minas Gerais) baseada em espécies de Orchidaceae. **Sitientibus**, série Ciências Biológicas, v.7, p. 199-210, 2007.

BARBOSA, G. V.; RODRIGUES, D. M. S. **O Quadrilátero Ferrífero. Belo Horizonte: Instituto de Geociências – UFMG, 1967.**

BRUMMITT, R. K.; POWELL, C. E.. 1992. Authors of plant names. **Royal Botanic Garden. Kew. 732p.**

FRANÇA, J. L.; DE VASCONCELLOS, A. C. **Manual para normalização de publicações técnico-científicas**. 8ª edição revista. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2009. 258p.

JACOBI, C. M.; CARMO, F. F.; VICENT, R. C.; STEHMANN, J. R. Plant communities on ironstone outcrops: a diverse and endangered Brazilian ecosystem. **Biodiversity Conservation**, v.16, n.7, p. 2185–2200, 2007.

JACOBI, C. M.; CARMO, F. F. 2008. Diversidade dos campos rupestres ferruginosos no Quadrilátero ferrífero, MG. **Megadiversidade** v.4, n.1-2, p.24-32, 2008.

JACOBI, C. M.; CARMO, F. F.; VINCENT, R.C. Estudo fitossociológico de uma comunidade vegetal sobre canga como subsídio para a reabilitação de áreas mineradas no Quadrilátero Ferrífero, MG. **Revista Árvore**, v.32, n.2, p.345-353, 2008.

KAMINO, L. H. Y.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; STEHMANN, J.R. Relações florísticas entre as fitofisionomias florestais da Cadeia do Espinhaço, Brasil. **Megadiversidade** v. 4, n. 1-2. p. 30-76, 2008.

KRAMER, K. U.; TRYON, R. M. Introduction to the treatment of pteridophytes. In: KRAMER, K.U.; GREEN, P.S. **The families and genera of vascular plants**. New York: Springer Verlag, 1990. p. 12-13, 1990.

MEIRELLES, S. T.; PIVELLO, V. R.; JOLY, C. A. The vegetation of granite rock outcrops in Rio de Janeiro, Brazil, and the need for its protection. **Environmental Conservation**, v.26, n.1, p. 10-20, 1999.

MOURÃO, A.; STEHMANN, J. R. Levantamento da flora do campo rupestre sobre canga hematítica couraçada remanescente na Mina do Brucutu, Barão de Cocais, Minas Gerais,

Brasil. **Rodriguésia**, v. 58, n. 4, p. 775-785, 2007.

MUELLER-DOMBOIS, D. e ELLENBERG, H. **Aims and methods in vegetation ecology**. New York: John Wiley, 547p. 1974.

PIRANI, J. R., A. M. GIULIETTI, R. MELLO-SILVA e M. MEGURO. Checklist and patterns of geographic distribution of the vegetation of Serra do Ambrósio, Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, n.17, v.2, p.133-147, 1994.

RAPINI, A.; PIRANI, J. R.; GIULIETTI, A. M.; HARLEY, R. M.; SILVA, T. R.; SANTOS, A. K.; CORREIA, C.; ANDRADE, I. M.; COSTA, J. A. S.; SOUZA, L. R. S.; ANDRADE, M. J. G.; FUNCH, R. R.; FREITAS, T. A.; FREITAS, A. M. M. e OLIVEIRA, A. A. Campos Rupestres. In: JUNCÁ, F. A.; Funch, L. e Rocha, W. **Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. p. 153-180, 2005.

SCHAEFER, C. E. G. R.; MENDONÇA, B. A. F.; CORRÊA, G. R.; RIBEIRO, A. S. de S. Solos desenvolvidos sobre canga ferruginosa no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. In: I SIMPÓSIO: AFLORAMENTOS FERRUGINOSOS NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO: Biodiversidade, Conservação e Perspectivas de Sustentabilidade, 2008, Belo Horizonte. **Trabalhos Completos**. Belo Horizonte: UFMG/ICB, 2008. p. 109-120. CD-ROM.

SILVA, M. F. F. da; SECCO, R. de S.; LOBO, M. da G. Aspectos ecológicos da vegetação rupestre da Serra dos Carajás, Estado do Pará, Brasil. **ACTA Amazônica**, n.26, p. 17-44, 1996.

SMITH, A. R.; PRYER, K. M.; SCHUETTPPELZ, E.; KORALL, P.; SCHNEIDER, H.; WOLF, P.G. A classification for extant ferns. **Taxon**, v. 55, n. 3, p. 705-731, 2006.

SYSTAT. **Systat 12 for Windows**. Systat Software, Inc. 2007.

TEXEIRA, W. A. **A flórua rupestre do Pico de Itabirito e análises biogeográficas em relação à Cadeia do Espinhaço**. 2008. 110p. Tese (Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre - Instituto de Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

VIANA, P. L.; LOMBARDI, J. A. Florística e caracterização dos Campos Rupestres sobre canga na Serra da Calçada, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 58, n. 1, p. 159-177, 2007.

VINCENT, R. C. **Florística, fitossociologia e relações entre a vegetação e o solo em áreas de campos ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais**. 2004. 145p. Tese (Doutorado em Botânica - Instituto de Biociências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

ZAPPI, D. C.; LUCAS, E.; STANNARD, B. L.; NICLUGHADHA, E.; PIRANI, J. R.; QUEIROZ, L. P.; ATKINS, S.; HIND, D. J. N.; GIULIETTI, A. M.; HARLEY, R. M. e CARVALHO, A. M. Lista das plantas vasculares de Catolés, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo** n.2, v.2, p. 345-398, 2003.

ANEXO A

Lista da flora inventariada nos levantamentos florísticos em Campos Rupestres Ferruginosos do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil.

Onde: RM2004 = Serra do Rola Moça (VINCENT, 2004); Calçada = Serra da Calçada (VIANA e LOMBARDI, 2007); Brucutu = Mina de Brucutu (MOURÃO e STEHMANN, 2007); RM2007 = Serra do Rola Moça (JACOBI *et al.*, 2007); SMOEDA = na Serra da Moeda (JACOBI *et al.*, 2007); Sabará = Mina do Segredão (SANTOS, 2010); Mariana = Mina de Alegria (SANTOS, 2010); Itabirito = Mina do Sapecado (SANTOS, 2010).

| Família/Espécie | RM2004 | Calçada | Brucutu | RM2007 | MOEDA | Sabará | Mariana | Itabirito |
|--|--------|---------|---------|--------|-------|--------|---------|-----------|
| ACANTHACEAE | | | | | | | | |
| <i>Justicia riparia</i> C. Kameyama | | X | X | X | | | | X |
| <i>Ruellia geminiflora</i> Kunth | | X | | | | | | |
| <i>Ruellia macrantha</i> (Mart. ex Nees) Lindau | | | | | | | X | |
| <i>Ruellia villosa</i> Lindau | X | X | | X | | | | |
| <i>Staurogyne minarum</i> Kuntze | | | | | X | | | |
| ALSTROEMERIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Alstroemeria plantaginea</i> Mart. | X | | | X | X | X | | |
| <i>Alstroemeria rupestris</i> M.C. Assis | | | | | | | X | |
| AMARANTHACEAE | | | | | | | | |
| <i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze | | | | | | | X | |
| <i>Gomphrena arborescens</i> L. f. | | X | | | | | | |
| <i>Gomphrena agrestis</i> Mart. | X | | | | | | | |
| <i>Gomphrena officinalis</i> | | | | | | | | X |
| <i>Gomphrena scapigera</i> Mart. | | X | | | | | | |
| <i>Gomphrena virgata</i> Mart. | X | X | | | | | | |
| <i>Pfaffia gnaphaloides</i> L. f. Mart. | X | X | | | | | | |
| <i>Pfaffia jubata</i> Mart. | | X | | | | X | | |
| <i>Pfaffia velutina</i> Moq. | | X | | | | | | |
| AMARYLLIDACEAE | | | | | | | | |
| <i>Habranthus irwinianus</i> Ravenna | | X | | X | X | | | |
| <i>Hippeastrum glaucescens</i> | | X | | | | | | |
| <i>Hippeastrum morelianum</i> Lem. | | | | | | X | X | |
| ANACARDIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J. D. Mitch | | X | | | | | X | |
| ANEMIAEAE | | | | | | | | |
| <i>Anemia imbricata</i> | | | | | | | | X |
| <i>Anemia raddiana</i> Link | | | | | | X | X | |
| ANNONACEAE | | | | | | | | |
| <i>Annona warmingiana</i> Mello-Silva e Pirani | | X | | | | | | |
| <i>Guatteria sellowiana</i> Schldl. | | X | | X | | X | X | X |
| <i>Guatteria villosissima</i> A. St.-Hil. | | | X | | X | X | X | X |
| <i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng. | | | | | | | X | |
| <i>Xylopia sericea</i> A. St.-Hil. | | | | | | | X | |
| APIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Eryngium eurycephalum</i> Malme | | X | | | | | | X |
| <i>Eryngium juncifolium</i> (Urb.) Mathias e Constance | | X | | | | | | |
| APOCYNACEAE | | | | | | | | |
| <i>Asclepias candida</i> Vell. | | X | | | | | | |
| <i>Blepharodon nitidum</i> (Vell.) J. F. Macbr. | | X | | | | | | |
| <i>Ditassa aequicymosa</i> E. Fourn. | | X | | | | | X | X |
| <i>Ditassa linearis</i> Mart. | X | X | | X | X | X | X | |
| <i>Ditassa mucronata</i> Mart. | | | X | X | X | | X | X |
| <i>Ditassa retusa</i> Mart. | | | | | | X | | |
| <i>Forsteronia velloziana</i> (A. DC.) Woodson | | X | | | | | | |
| <i>Gonioanthea hilariana</i> (E. Fourn.) Malme | | | | | | | X | |
| <i>Hemipogon carassensis</i> (Malme) Rapini | | X | | | | | | |
| <i>Mandevilla cf. emarginata</i> (Vell.) C. Ezcurrea | X | | | | | | | |
| <i>Mandevilla erecta</i> (Vell.) Woodson | | X | | | | | | |
| <i>Mandevilla illustris</i> (Vell.) Woodson | X | X | | | | | | |
| <i>Mandevilla moricandiana</i> (A. DC.) R.E. Woodson | | X | | | | | | X |
| <i>Mandevilla scabra</i> (Roem. e Schult.) K. Schum. | | | X | | | | | |
| <i>Mandevilla tenuifolia</i> (J.C. Mikan) Woodson | | X | X | | | | | X |
| <i>Mandevilla pohliana</i> (Stadelm.) A. Gentry | | | | | | | | |
| <i>Matelea pedalis</i> (E. Fourn) Fontella e E. A. Schwarz | | X | | | | X | | |
| <i>Minaria acerosa</i> (Mart.) T.U.P. Konno e Rapini | | | | | | X | | |
| <i>Oxypetalum appendiculatum</i> Mart. | | X | | | | | | |
| <i>Oxypetalum strictum</i> Mart. | | X | | | | | | |
| AQUIFOLIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Ilex cf. dumosa</i> Reissek | | X | | | | | | |
| <i>Ilex affinis</i> Gardn. | | | | | | | X | |
| <i>Ilex subcordata</i> Reissek | | | | | | X | | |
| <i>Ilex theezans</i> Mart. | | | | | | | X | |

| Família/Espécie | RM2004 | Calçada | Brucutu | RM2007 | MOEDA | Sabará | Mariana | Itabirito |
|---|--------|---------|---------|--------|-------|--------|---------|-----------|
| ARACEAE | | | | | | | | |
| <i>Anthurium megapetiolum</i> E. G. Gonçalves | | | | | X | | X | |
| <i>Anthurium minarum</i> Sakuragui e Mayo | | X | | X | | X | X | X |
| <i>Anthurium scandens</i> (Aubl.) Engl. | | X | | | X | | | |
| <i>Philodendron minarum</i> Engl. | | | | | | | X | |
| <i>Philodendron propinquum</i> Schott. | | | | | | | X | |
| <i>Philodendron rhizomatosum</i> Sakuragui e Mayo | | | | | | | X | |
| ARALIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Hydrocotyle quinqueloba</i> Ruiz e Pav. | | | | | X | | | |
| <i>Schefflera vinosa</i> (Cham. e Schtdl.) March. | | | X | | | | X | |
| ARECACEAE | | | | | | | | |
| <i>Syagrus flexuosa</i> (Mart.) Becc. | | | | | | X | | |
| ARISTOLOCHIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Aristolochia smilacina</i> Duch. | | | | | X | | X | X |
| ASPLENIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Asplenium auritum</i> Sw. | | | | | X | | | |
| <i>Asplenium campos-portoi</i> Brade | | | | | | | X | |
| <i>Asplenium praemorsum</i> Sw. | | | | | | | X | |
| ASTERACEAE | | | | | | | | |
| <i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze | | | | | | X | | |
| <i>Achyrocline albicans</i> Griseb. | | X | | | | | | |
| <i>Achyrocline chionaea</i> (DC.) Deble e Marchiori | | | | X | | | | |
| <i>Achyrocline saturooides</i> (Lam.) DC. | X | X | | | | | X | X |
| <i>Acritopappus longifolius</i> (Gardn.) R.M. King e H. Robinson | | | | | | X | X | |
| <i>Ageratum fastigiatum</i> (Gardner) R. M. King e H. Rob. | X | X | | X | X | | | X |
| <i>Ageratum myriadenium</i> R.M.King e H.Rob. | X | | | X | | | | |
| <i>Aspilia foliacea</i> Baker | | X | | | | | | X |
| <i>Aspilia foliosa</i> Benth. e Hook. f. | | X | | | | | | X |
| <i>Aspilia subpetiolata</i> Baker | | X | | | | | | X |
| <i>Baccharis dracunculifolia</i> DC. | | | | | | | X | X |
| <i>Baccharis erigeroides</i> DC. | | X | | | | | | |
| <i>Baccharis helichrysoides</i> | | | | | | | | X |
| <i>Baccharis jazzmannii</i> | | | | | | | | X |
| <i>Baccharis lychnophora</i> Gardner | | | | | | | X | |
| <i>Baccharis multisulcata</i> Baker | X | X | | | | | | |
| <i>Baccharis oxyodonta</i> | | | | | | | | X |
| <i>Baccharis pingraea</i> DC. | | | | X | X | | | |
| <i>Baccharis ramosissima</i> Gardner | | X | | | | | | |
| <i>Baccharis reticularia</i> DC. | | X | X | X | X | X | X | X |
| <i>Baccharis rufescens</i> Spreng. | X | X | | | | | | |
| <i>Baccharis semisserrata</i> var. <i>elaegnoides</i> | | | | | | | | X |
| <i>Baccharis serrulata</i> (Lam.) Pers. | X | X | X | | | X | X | X |
| <i>Baccharis similaris</i> | | | | | | | | X |
| <i>Baccharis tridentata</i> | | | | | | | | X |
| <i>Baccharis trimera</i> DC. | | X | | | | | X | |
| <i>Baccharis cf. varians</i> Gardner | X | | | | | | | |
| <i>Barrooa organensis</i> (Gardner) R.M. King e H. Rob. | | X | | | | | | X |
| <i>Bidens alba</i> (L.) DC. | | X | | | | | | |
| <i>Bidens brasiliensis</i> Sherff | | X | | | | | X | |
| <i>Bidens pilosa</i> L. | | | | | | X | | |
| <i>Bidens segetum</i> Mart. ex Colla | | | | X | | | | |
| <i>Calea tomensosa</i> Gardner | X | X | | | | | | |
| <i>Chaptalia integerrima</i> (Vell.) Burkart | X | X | | | | | | X |
| <i>Chaptalia piloselloides</i> (Vahl.) Baker | X | | | | | | | |
| <i>Chaptalia martii</i> (Baker) Zardini | | | | | | | | X |
| <i>Chresta sphaerocephala</i> DC. | | X | | | | X | | X |
| <i>Chromolaena cf. congesta</i> (Hook e Arn.) R.M. King e H. Rob. | X | | | | | | | |
| <i>Chromolaena cf. cylindrocephala</i> (Sch.Bip.ex Baker) R.M. King e H. Rob. | X | | | | | | | |
| <i>Chromolaena cf. epaleacea</i> Gardner | X | | | | | | | |
| <i>Chromolaena multiflocculosa</i> (DC.) R.M. King e H. Rob. | X | | | | | X | X | X |
| <i>Chromolaena stachyophylla</i> (Spreng.) R. M. King e H. Rob. | | X | | | | | | |
| <i>Chrysolea herbacea</i> (Vell.) H. Rob. | X | X | | | | | | X |
| <i>Conyza bonariensis</i> | | | | | | | | X |
| <i>Cyrtocymura scorpioides</i> (Lamarck) H. Robinson | | | X | | | | X | |
| <i>Dasyanthina palustris</i> (Gardner) H.Rob. | | | X | | | | | |
| <i>Dasyphyllum candolleianum</i> (Gardner) Cabrera | | X | X | X | X | X | | X |
| <i>Dasyphyllum sprengelianum</i> (Gardn.) Cabrera | | | | | | | X | |
| <i>Disynaphia halimifolia</i> | | | | | | | | X |
| <i>Emilia fosbergii</i> Nicolson | X | | | | | | | |
| <i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC. | | | | | | X | | |
| <i>Erechtites hieracifolia</i> Rafin. ex DC. | | | | | | | X | |
| <i>Erechtites valerianaefolia</i> DC. | | | | | | | X | |
| <i>Eremanthus crotonoides</i> (DC.) Sch. Bip. | | | | | | | X | |
| <i>Eremanthus elaeagnus</i> Sch.Bip. | | | | | X | | | |
| <i>Eremanthus cf. glomerulatus</i> Less. | X | | | X | | | | |
| <i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.) MacLeish | | X | X | | X | | | X |
| <i>Eremanthus incanus</i> (DC.) Mac Leish. | X | X | X | | | X | X | X |
| <i>Eremanthus sphaerocephalus</i> (DC.) Baker | | | | | | X | | |
| <i>Eupatorium multiflocculosum</i> DC. | | | X | | | | | |
| <i>Gochmatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera | | | X | | | | | |
| <i>Heterocondylus alatus</i> (Vell.) R.M.King e H.Rob | | | X | | | | | X |
| <i>Holeaneophytum trixoides</i> | | | | | | | | X |

| Família/Espécie | RM2004 | Caçada | Brucutu | RM2007 | MOEDA | Sabará | Mariana | Itabirito |
|--|--------|--------|---------|--------|-------|--------|---------|-----------|
| ASTERACEAE | | | | | | | | |
| <i>Hololepis pedunculata</i> DC. | | X | | | X | | X | X |
| <i>Ichthyothere integrifolia</i> (DC.) S.F. Blake | | X | | | | | | |
| <i>Inulopsis scaposa</i> (Remy) O.Hoffm. | X | | | | | | | |
| <i>Koanophyllon adamantium</i> (Gardn.) R.M. King e H. Robinson | | X | | X | | | X | X |
| <i>Koanophyllon thysanolepis</i> (B.L. Rob.) R.M. King e H. Rob. | | | | | | X | | |
| <i>Lepidaploa cotoneaster</i> (Willd. ex Spreng.) H. Rob. | | | X | | | | | |
| <i>Lepidaploa vauthieriana</i> (DC.) H. Rob. | | | | | | | X | |
| <i>Lessingianthus bardanioides</i> (Less.) H. Rob. | | | | | | X | | |
| <i>Lessingianthus cephalotes</i> (DC.) H. Rob. | | X | | | | | | |
| <i>Lessingianthus desertorum</i> (Mart. ex DC.) H. Rob. | X | X | | | | | | |
| <i>Lessingianthus hoveaeifolius</i> (Gardn.) H. Rob. | | | | | | X | | |
| <i>Lessingianthus linearifolius</i> (Less.) H. Rob. | X | | | | | | | |
| <i>Lessingianthus psilophyllus</i> (DC.) H. Rob. | X | | | | | | | |
| <i>Lessingianthus cf. roseus</i> | | | | | | | | X |
| <i>Lessingianthus simplex</i> (Less.) H. Rob. | X | X | | | | | | |
| <i>Lucilia linearifolia</i> Baker. | X | | | | | | | |
| <i>Lucilia lycopodioides</i> (Less.) S. E. Freire | X | X | | | | | | X |
| <i>Lychnophora ericoides</i> Mart. | X | | | | | | | |
| <i>Lychnophora pinaster</i> Mart. | | X | X | X | X | | X | X |
| <i>Lychnophora cf. reticulata</i> Gardner | | | | | X | | | |
| <i>Lychnophora syncephala</i> | | | | | | | | X |
| <i>Mikania cf. glauca</i> Mart. | X | | | | | | | |
| <i>Mikania hirsutissima</i> DC. | | | | | | | X | |
| <i>Mikania cf. microphylla</i> Sch. Bip. ex Baker | | | | | X | | | |
| <i>Mikania oblongifolia</i> DC. | | X | | | | X | | |
| <i>Mikania officinalis</i> Mart. | | X | | | | | | |
| <i>Mikania cf. sessilifolia</i> DC. | X | | | | | | | |
| <i>Oyedeaea rotundifolia</i> Baker. | X | | | | | | | |
| <i>Piptocarpha macropoda</i> (DC.) Baker | | | X | | | | | |
| <i>Porophyllum lanceolatum</i> DC. | X | | | | | X | | |
| <i>Pseudobrickellia brasiliensis</i> (Spreng.) R.M. King e H. Rob. | | X | | X | | | | |
| <i>Pseudogynoxys pohlii</i> (Sch. Bip. Ex Baker) Leitão Filho | X | | | | | | | |
| <i>Praxellis grandiflora</i> (DC.) Sch. Bip. | X | | | | | | | |
| <i>Praxellis kleinioides</i> (Kunth Sch. Bip. | X | | | | | | | X |
| <i>Senecio adamantinus</i> Bang. | | | | | X | | | |
| <i>Senecio pohlii</i> Sch. Bip. ex Baker | | | | | X | | | X |
| <i>Stenocephalum megapotamicum</i> (Spreng.) Sch. Bip. | X | | | | | | | |
| <i>Stenocephalum tragiaefolium</i> (DC.) Sch. Bip. | | X | | | | | | |
| <i>Stenocline gardneri</i> | | | | | | | | X |
| <i>Stenophalium chionaea</i> (DC.) Anderb. | | X | | | | | | |
| <i>Stevia lundii</i> | | | | | | | | X |
| <i>Stevia urticifolia</i> Thunb. | X | X | | | | | | |
| <i>Symphypappus brasiliensis</i> (Gardn.) R.M. King e H. Rob. | X | X | | X | X | | | X |
| <i>Symphypappus reticulatus</i> Baker | | | | | | X | | |
| <i>Trichogonia hirtiflora</i> Sch. Bip. ex Baker | | | | | | | X | X |
| <i>Trichogonia villosa</i> | | | | | | | | X |
| <i>Trichogoniopsis adenantha</i> (DC.) R.M. King e H. Rob. | | | X | | | | | |
| <i>Trixis vauthieri</i> DC. | X | X | X | X | | X | | X |
| <i>Vernonanthura diffusa</i> (Less.) H. Rob. | | | | | | | X | |
| <i>Vernonanthura phosphorica</i> (Vell.) H. Rob. | | | | | | X | | |
| <i>Vernonia buddleiifolia</i> Mart. ex DC. | | | | | X | | | |
| <i>Viguiera kunthiana</i> Gardner | | X | | | | | | |
| <i>Viguiera tenuifolia</i> Gardner | | X | | | | | | |
| BEGONIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Begonia alchemilloides</i> A. DC. | | | | | | X | X | |
| <i>Begonia rufa</i> Thunb. | | | | X | X | X | X | |
| BIGNONIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Anemopaegma arvense</i> (Vell.) Stellfeld ex de Souza | | X | | | | | | |
| <i>Anemopaegma glaucum</i> Mart. ex DC. | | | | | | | | |
| <i>Arrabidaea sceptrum</i> (Cham.) Sandwith | | | | | | | | |
| <i>Jacaranda caroba</i> DC. | X | X | | | | | | X |
| <i>Memora pedunculata</i> Miers | | | | | | | | X |
| <i>Pyrostegia venusta</i> Miers | | X | X | | X | | | X |
| BLECHNACEAE | | | | | | | | |
| <i>Blechnum brasiliense</i> Desv. | | | | | | | X | |
| <i>Blechnum cordatum</i> (Desv.) Hieron. | | | | | X | | | |
| <i>Blechnum polypodioides</i> Raddi | | | | | | | X | |
| <i>Blechnum schomburgkii</i> (Klotzsch) C. Chr. | | | | | | | X | |
| BORAGINACEAE | | | | | | | | |
| <i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) Roem. e Schult. | | X | | | | | | |
| BROMELIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Aechmea bromeliifolia</i> (Rudge) Baker | | X | | X | X | | X | X |
| <i>Aechmea lamarchei</i> Mez | | | | | | | X | |
| <i>Aechmea nudicaulis</i> Griseb. | | | | | X | | | X |
| <i>Billbergia elegans</i> Mart. ex Schult. e Schult. f. | | X | | | | | | |
| <i>Billbergia minarum</i> L. B. Sm. | | | | X | X | | | |
| <i>Billbergia zebrina</i> Lindl. | | | | | | | X | |
| <i>Cryptanthus schwacheanus</i> Mez | | | | X | X | | X | X |
| <i>Dyckia consimilis</i> Mez | | X | | | | | | |
| <i>Dyckia rariflora</i> Schult. e Schult. f. | | | X | | | | | |
| <i>Dyckia saxatilis</i> Mez | X | | | | | X | | |

| Família/Espécie | RM2004 | Caçada | Brucutu | RM2007 | MOEDA | Sabará | Mariana | Itabirito |
|--|--------|--------|---------|--------|-------|--------|---------|-----------|
| BROMELIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Dyckia cf. simulans</i> L.B.Sm. | | | | X | X | | | |
| <i>Pseudananas sagenarius</i> (Arruda da Camara) Camargo | | | | | | | X | |
| <i>Tillandsia gardneri</i> Lindl. | | | | | | | X | X |
| <i>Tillandsia geminiflora</i> Brongn. | | | | | X | X | | |
| <i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L. | | X | | | | X | | |
| <i>Tillandsia stricta</i> Soland.ex Sims | | | | | | | X | |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> Bert. ex Schult. f. | | | | | | | X | |
| <i>Vriesea crassa</i> Mez | | | | | | | X | |
| <i>Vriesea minarum</i> L.B. Smith | | X | | X | X | X | | |
| CACTACEAE | | | | | | | | |
| <i>Arthrocerus glaziovii</i> (K.Schum.) N.P.Taylor e Zappi | X | X | | X | X | X | | X |
| <i>Epiphyllum phyllanthus</i> Haw. | | | | | | | X | |
| <i>Hattiora salicornioides</i> (Haw.) Britton e Rose | | | | | | | X | |
| <i>Hylocereus setaceus</i> (Salm-Dyck) R. Bauer | | | | | | | X | |
| <i>Rhipsalis floccosa</i> Salm-Dyck ex Pfeiffer | | | | | | | X | |
| CAMPANULACEAE | | | | | | | | |
| <i>Lobelia camporum</i> Pohl | | | | | X | | | X |
| CAMPANULACEAE | | | | | | | | |
| <i>Siphocampylus imbricatus</i> G.Don | X | | | | | | | |
| <i>Siphocampylus nitidus</i> Pohl | | | | | | X | | |
| CELASTRACEAE | | | | | | | | |
| <i>Maytenus gonoclada</i> Mart. | X | X | | | X | X | X | X |
| CLETHRACEAE | | | | | | | | |
| <i>Clethra scabra</i> Pers. | | | | | | | X | |
| CLUSIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Clusia arrudea</i> Planch. e Triana | X | X | | X | | | X | X |
| <i>Kielmeyera cf. pumila</i> Pohl. | X | | | | | | | |
| <i>Kielmeyera regalis</i> Saggi | | | X | | | | | |
| <i>Kielmeyera variabilis</i> Mart. e Zucc. | X | X | | | | | | |
| <i>Vismia brasiliensis</i> Choisy | | X | | | | | | |
| COMMELINACEAE | | | | | | | | |
| <i>Commelina erecta</i> L. | | X | X | X | X | X | | X |
| <i>Dichorisandra hexandra</i> (Aubl.) Standl. | | X | | X | | | | |
| CONVOLVULACEAE | | | | | | | | |
| <i>Evolvulus aurigenus</i> Mart. | | | X | | | | X | |
| <i>Evolvulus filipes</i> Mart. | | X | X | X | | | | |
| <i>Evolvulus macroblepharis</i> Mart. | | X | | | | | | |
| <i>Ipomoea polymorpha</i> Riedel | | X | | | | | | X |
| <i>Jacquemontia linarioides</i> Meisn. | | X | | | | X | | |
| <i>Jacquemontia martii</i> Choisy | | | | | | | X | |
| <i>Jacquemontia prostrata</i> Choisy | | | X | | | | | |
| <i>Merremia macrocalyx</i> (Ruiz e Pav.) O'Donell | | | | | | | X | |
| <i>Merremia tomentosa</i> Hallier f. | | | | | | X | | |
| CUCURBITACEAE | | | | | | | | |
| <i>Cayaponia espelina</i> (Silva Manso) Cogn. | | X | | | | | | |
| <i>Cayaponia weddellii</i> (Naudin) Gomes-Klein. | | | | | | X | | X |
| <i>Melothrianthus smilacifolius</i> (Cogn.) Mart. Crov. | | | | | | | X | |
| CUNONIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Lamanonia ternata</i> Vell. | | X | | | | | | X |
| CYATHEACEAE | | | | | | | | |
| <i>Cyathea delgadii</i> Sternb. | | | | | | | X | |
| CYPERACEAE | | | | | | | | |
| <i>Bulbostylis consanguinea</i> (Kunth) C.B. Clarke | | | | | | X | | |
| <i>Bulbostylis fimbriata</i> (Nees) C.B. Clarke | | X | X | X | X | | | |
| <i>Bulbostylis junciformis</i> C.B. Clarke | X | | | | | | | |
| <i>Bulbostylis paradoxa</i> (Spreng.) Lindm. | X | X | | | | | | |
| <i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl. | | X | | | X | X | | |
| <i>Cyperus haspan</i> L. | | X | | | | | | |
| <i>Cyperus hermaphroditus</i> (Jacq.) Standl. | | | X | | | | | |
| <i>Cyperus subcastaneus</i> D. A. Simpson | | X | | | | | | |
| <i>Eleocharis minima</i> Kunth | | | | X | | | | |
| <i>Lagenocarpus flexuosus</i> | | | | | | | | X |
| <i>Lagenocarpus rigidus</i> (Kunth.) Nees | | | | X | X | X | X | X |
| <i>Rhynchospora consanguinea</i> (Kunth) Boeck. | X | X | | X | | | | X |
| <i>Rhynchospora exaltata</i> Kunth | | X | X | | X | | | |
| <i>Rhynchospora recurvata</i> (Nees) Steud. | | | | | | | X | |
| <i>Rhynchospora cf. setigera</i> Boeckeler | | | X | X | X | | | |
| <i>Rhynchospora terminalis</i> Nees ex Steud. | | X | | | | | | |
| <i>Rhynchospora tenuis</i> Willd. ex Link | | | X | | X | | X | |
| <i>Scleria acanthocarpa</i> Boeckeler | | | | | X | | | |
| <i>Scleria latifolia</i> Sw. | | | X | | | | | |
| <i>Trilepis lhotzkiana</i> Nees | | X | X | X | X | X | X | X |
| DIOSCOREACEAE | | | | | | | | |
| <i>Dioscorea campestris</i> Griseb. | | | | | | | X | |
| <i>Dioscorea debilis</i> Uline | | X | | | | | X | |
| <i>Dioscorea ovata</i> Vell. | | | | | | | X | |

| Família/Espécie | RM2004 | Calçada | Brucutu | RM2007 | MOEDA | Sabará | Mariana | Itabirito |
|--|--------|---------|---------|--------|-------|--------|---------|-----------|
| DROSERACEAE | | | | | | | | |
| <i>Drosera montana</i> | | | | | | | | X |
| DRYOPTERIDACEAE | | | | | | | | |
| <i>Arachniodes denticulata</i> (Sw.) Ching | | | | | | | X | |
| EBENACEAE | | | | | | | | |
| <i>Diospyrus sericea</i> A. DC. | | X | | | | | | |
| ERICACEAE | | | | | | | | |
| <i>Agarista coriifolia</i> (Thunb.) J.D. Hooker ex Niedenzu | | | | X | | | X | |
| <i>Agarista eucalyptoides</i> G. Don. | | X | | | | | | |
| <i>Agarista glaberrima</i> (Sleumer) Judd. | X | | | | | | | |
| <i>Agarista cf. oleifolia</i> G. Don | X | | | | X | | | |
| <i>Agarista pulchra</i> G. Don | | | | | | | X | |
| <i>Gaylussacia brasiliensis</i> Meissn. | | X | | | | | | |
| <i>Gaylussacia chamissonis</i> Meissn. | | X | | | | | | X |
| <i>Gaylussacia reticulata</i> Mart. ex Meissn. | X | | | | | | | |
| ERIOCAULACEAE | | | | | | | | |
| <i>Actinocephalus bongardii</i> (A. St. Hil.) Sano | | | | | | | X | |
| <i>Actinocephalus polyanthus</i> | | | | | | | | X |
| <i>Paepalanthus blepharocnemis</i> Mart. ex Körn. | | X | | | | | | |
| <i>Paepalanthus manicatus</i> Poul. ex Malme | | | | | | X | | |
| ERYTHROXYLACEAE | | | | | | | | |
| <i>Erythroxylum amplifolium</i> (Mart.) O. E. Schulz | | | | | | | X | |
| <i>Erythroxylum bicolor</i> O. E. Schulz | | X | | | | | | |
| <i>Erythroxylum gonocladum</i> O.E. Schulz | | | X | | | X | X | |
| <i>Erythroxylum pelleterianum</i> A. St.-Hil. | | | X | | | | | |
| <i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hil. | | X | | | | | | X |
| EUPHORBIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Alchornea triplinervia</i> (Spr.) Muell. Arg. | | X | | X | X | | X | |
| <i>Chamaesyce potentilloides</i> (Boiss.) Croizat | X | X | | | | | | |
| <i>Chamaesyce thymifolia</i> (L.) Millsp. | | | | | | | X | |
| <i>Croton antisiphiliticus</i> Mart. | | X | | | | X | | |
| <i>Croton atrofusus</i> Mull. Arg. | X | X | | | | | | |
| <i>Croton campestris</i> A. St.-Hil. | X | | | | | | | |
| <i>Croton comosus</i> Mull. Arg. | | | | | | X | X | |
| <i>Croton erythrochloides</i> Croizat | | | | | | | X | |
| <i>Croton fuscescens</i> Spreng. | | X | | | | | | |
| <i>Croton lobatus</i> Forsk. | | | X | | | | | |
| <i>Croton migrans</i> Casar. | | X | X | | | | | |
| <i>Croton oleoides</i> | | | | | | | | X |
| <i>Croton serratoideus</i> Radcl.-Sm. e Govaerts | | | | X | | | | |
| <i>Sapium haematospermum</i> Mull. Arg. | | X | | | | | | |
| <i>Sebastiania glandulosa</i> Muell. Arg. | X | X | X | X | X | X | X | X |
| <i>Sebastiania hispida</i> (Mart.) Pax. | | | X | | | | | |
| FABACEAE | | | | | | | | |
| <i>Abarema brachystachya</i> (DC.) Barneby e J.W. Grimes | | | | | | X | X | |
| <i>Abarema obovata</i> (Benth.) Barneby e Grimes | | | X | | | | | |
| <i>Acacia paniculata</i> Willd. | | | | | | | X | |
| <i>Aeschynomene falcata</i> (Poir.) DC. | | | | | | | X | |
| <i>Bauhinia rufa</i> Graham | | X | X | X | | | X | |
| <i>Centrosema coriaceum</i> Benth. | | | X | | | X | X | |
| <i>Centrosema vetulum</i> Mart. | | | X | | | | | |
| <i>Chamaecrista desvauxii</i> (Collad.) Killip | X | X | | | | | | X |
| <i>Chamaecrista diphylla</i> Greene | | | | | | | X | |
| <i>Chamaecrista mucronata</i> (Spreng.) H.S. Irwin e Barneby | X | | X | | | X | X | |
| <i>Chamaecrista rotundifolia</i> (Pers.) Greene | | X | | | | | | |
| <i>Chamaecrista secunda</i> (Benth.) H.S. Irwin e Barneby | X | X | | | | | | |
| <i>Copatifera langsdorffii</i> Desf. | | X | | X | | | X | X |
| <i>Crotalaria rufipila</i> Benth. | | | | | | | | |
| <i>Eriosema heterophyllum</i> Benth. | X | | | | | | | |
| <i>Dalbergia miscolobium</i> Benth. | | | | | | X | | |
| <i>Galactia martii</i> DC. | X | X | X | | X | X | X | X |
| <i>Mimosa aurivillus</i> Mart. | | | | | | | X | |
| <i>Mimosa calodendron</i> Mart. | X | X | | X | | | | X |
| <i>Mimosa dolens</i> Vell. | | X | | | | | | |
| <i>Mimosa neuroloma</i> Benth. | X | X | | | | | | |
| <i>Mimosa pogocephala</i> Benth. | | X | | | | | | |
| <i>Mimosa cf. sepiaria</i> Benth. | | | | | | | X | |
| <i>Mimosa setistipula</i> Benth. | | X | | | | | | |
| <i>Periandra mediterranea</i> (Vell.) Taub. | X | X | X | X | | X | X | X |
| <i>Senna macranthera</i> (Collad.) H.S. Irwin e Barneby | | | | X | | | | X |
| <i>Senna reniformis</i> (G. Don) H.S. Irwin e Barneby | | | | | | | X | |
| <i>Senna rugosa</i> (G. Don) H. S. Irwin e Barneby | | X | | | | X | | |
| <i>Stylosanthes gracilis</i> Kunth | | X | | | | | | |
| <i>Stylosanthes guianensis</i> (Aubl.) Sw. | X | | | | | | | |
| <i>Stryphnodendron adstringens</i> Mart. Covile | X | | | | | | | |
| <i>Stryphnodendron polyphyllum</i> Mart. | | | X | | | | | |
| <i>Zornia diphylla</i> (L.) Pers. | X | X | | | | | | |
| GENTIANACEAE | | | | | | | | |
| <i>Calolisianthus pendulus</i> | | | | | X | | X | |
| <i>Calolisianthus pedunculatus</i> | | | | | | | | X |
| <i>Calolisianthus speciosus</i> | | | | | | | | X |

| Família/Espécie | RM2004 | Calçada | Brucutu | RM2007 | MOEDA | Sabará | Mariana | Itabirito |
|--|--------|---------|---------|--------|-------|--------|---------|-----------|
| GESNERIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Nematanthus lanceolatus</i> (Poir.) Chautems | | | | | | | X | |
| <i>Nematanthus strigillosus</i> (Mart.) H. E. Moore | | | | | X | X | X | X |
| <i>Paliavana sericiflora</i> Benth. | | X | | X | X | | X | X |
| <i>Sinningia allagophylla</i> (Mart.) Wiehler | | X | | | X | | | X |
| <i>Sinningia rupicola</i> (Mart.) Wiehler | X | X | | X | X | X | | X |
| GLEYPHENIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Dicranopteris flexuosa</i> (Schrad.) Underw. | X | | | | | | X | |
| <i>Sticherus lanuginosus</i> (Fée) Nakai | | | | | | | X | |
| GRAMMITIDACEAE | | | | | | | | |
| <i>Melpomene melanosticta</i> (Kunze) A.R.Sm. e R.C.Moran | | | | | | | X | |
| HUMIRIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Humiriastrum dentatum</i> (Casar.) Cuatrec. | | | X | | | | X | |
| HYMENOPHYLLACEAE | | | | | | | | |
| <i>Hymenophyllum fragile</i> (Hedw.) C.V.Morton | | | | | | | X | |
| <i>Hymenophyllum polyanthos</i> (Sw.) Sw. | | | | | | | X | |
| <i>Trichomanes rigidum</i> Sw. | | | | | X | | | |
| HYPERICACEAE | | | | | | | | |
| <i>Vismia brasiliensis</i> Choisy | | | | | | | X | |
| <i>Vismia magnoliifolia</i> Schlecht. e Cham. | | | X | | | | X | |
| <i>Vismia parviflora</i> Cham. e Schlecht. | | | | | X | | | X |
| IRIDACEAE | | | | | | | | |
| <i>Neomarica glauca</i> Sprague | | | | | | X | X | X |
| <i>Neomarica rupestris</i> (Ravenna) Chukr | | X | | | X | | X | X |
| <i>Sisyrinchium luzula</i> Klotzsch | | X | | | | | | |
| <i>Sisyrinchium vaginatum</i> Spreng. | | X | | X | | | | X |
| <i>Trimezia juncifolia</i> | | | | | | | | X |
| <i>Trimezia cf. rupestris</i> Ravena | X | | | | | | | |
| LAMIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Aegiphila lhotskiana</i> Cham. | | X | | | | | | X |
| <i>Aegiphila verticillata</i> Vell. | | | | X | | | | |
| <i>Eriope macrostachya</i> Mart. ex Benth. | X | X | | X | | | X | X |
| <i>Hyptis homalophylla</i> Pohl ex Benth. | | | | | | | X | |
| <i>Hyptis lippoides</i> Pohl ex Benth. | X | X | | | | X | | |
| <i>Hyptis cf. lucida</i> Pohl ex Benth. | X | | | | | | | |
| <i>Vitex cymosa</i> Bertero ex Spreng. | | X | | | | X | | |
| <i>Vitex polygama</i> Cham. | | X | | | | | | |
| <i>Vitex sellowiana</i> Cham. | | | | X | | | | |
| LAURACEAE | | | | | | | | |
| <i>Cassytha filiformis</i> L. | | | | | | | X | |
| <i>Cinnamomum quadrangulum</i> Kosterm. | | X | X | | | | X | X |
| <i>Ocotea pulchella</i> Mart. | | X | | | X | | X | |
| <i>Ocotea tristis</i> (Nees) Mez | | X | | X | X | X | X | |
| LOGANIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Spigelia schlechtendaliana</i> Mart. | | X | | | | | | |
| <i>Spigelia sellowiana</i> Cham. e Schtdl. | X | | | | | | | |
| LOMARIOPSIDACEAE | | | | | | | | |
| <i>Elaphoglossum langsdorffii</i> (Hook. e Grev.) T. Moore | | | | | | | X | |
| <i>Elaphoglossum macrophyllum</i> (Kaulf.) Christ | | | | | | | X | |
| LORANTHACEAE | | | | | | | | |
| <i>Struthanthus coriaceo</i> | | | | | | | | X |
| <i>Struthanthus flexicaulis</i> (Mart.) Mart. | X | X | X | X | | X | | |
| <i>Struthanthus marginatus</i> Blume | | | | | | | X | |
| <i>Tripodanthus acutifolius</i> (Ruiz e Pav.) Tiegh. | | X | | X | | | | X |
| LYCOPODIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Huperzia reflexa</i> (Lam.) Trevis. | | | | | | | X | |
| <i>Lycopodiella cernua</i> (L.) Pic.Serm. | | | | | | | X | |
| LYTHRACEAE | | | | | | | | |
| <i>Cuphea carthagenensis</i> (Jacq.) Macbride | | | | | | | X | |
| <i>Cuphea ericoides</i> Cham. e Schtdl. | | X | | | | | | |
| <i>Cuphea thymoides</i> Cham. e Schtdl. | X | X | | X | | | | |
| <i>Diplusodon buxifolius</i> DC. | | | | | | X | | |
| <i>Diplusodon cf. hirsutus</i> (Cham. e Schtdl.) DC. | | X | | | | | | |
| <i>Diplusodon myrsinites</i> DC. | | X | | | | | X | |
| <i>Diplusodon cf. villosus</i> Pohl. | X | | | | | | | |
| <i>Laflorensia pacari</i> A.St. Hil | | X | | | | | | |
| MALPIGHIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Banisteriopsis angustifolia</i> (A.Juss.) B.Gates | | | X | | | | | |
| <i>Banisteriopsis campestris</i> (A. Juss.) Little | | X | | | | X | | X |
| <i>Banisteriopsis malifolia</i> (Nees e Mart.) B. Gates | | X | | | | X | | |
| <i>Byrsonima crassa</i> Nied. | | | | | | X | | |
| <i>Byrsonima crenulata</i> | | | | | | | | X |
| <i>Byrsonima intermedia</i> A. Juss. | | | | | | X | | |
| <i>Byrsonima sericea</i> DC. | | X | | | | | | |
| <i>Byrsonima subterranea</i> Brade e Markgr. | | X | | | | | | |
| <i>Byrsonima variabilis</i> A. Juss. | X | X | X | X | X | X | X | X |
| <i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC. | X | X | | | | | | X |
| <i>Camarea hirsuta</i> A.St.-Hil. | | X | | | | | | |

| Família/Espécie | RM2004 | Calçada | Brucutu | RM2007 | MOEDA | Sabará | Mariana | Itabirito |
|---|--------|---------|---------|--------|-------|--------|---------|-----------|
| MALPIGHIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Heteropterys affinis</i> A. Juss. | | | | | | X | | |
| <i>Heteropterys campestris</i> A. Juss. | | | | X | | | X | X |
| <i>Heteropterys umbellata</i> A. Juss. | | X | | | | | | |
| <i>Peixotoa tomentosa</i> A. Juss. | X | X | | X | X | | | X |
| <i>Tetrapterys acutifolia</i> Cav. | | | X | | | | X | |
| <i>Tetrapterys microphylla</i> (A. Juss.) Nied. | | X | | | | | | |
| MALVACEAE | | | | | | | | |
| <i>Krapovickasia macrodon</i> (DC.) Fryxell | X | X | | | | | | |
| <i>Pavonia guerikeana</i> R.E.Fr. | | | X | | | | | |
| <i>Pavonia viscosa</i> A. St.-Hil. | | | X | | | X | X | |
| <i>Peltaea polymorpha</i> (A. St.-Hil.) Krapov. e Cristóbal | X | X | | | | | | |
| <i>Sida ciliaris</i> L. | | | | | | X | | |
| <i>Sida glaziovii</i> K. Schum. | | X | | X | | | X | |
| <i>Waltheria indica</i> L. | | X | X | | | | | |
| MELASTOMATACEAE | | | | | | | | |
| <i>Cambessedesia corymbosa</i> DC. | | X | | | | | | |
| <i>Cambessedesia hilariana</i> DC. | | X | X | | | X | X | |
| <i>Cambessedesia espora</i> DC. | | X | | | | | | |
| <i>Comolia sertularia</i> Triana | | | | | | | X | |
| <i>Lavoisiera cf. imbricata</i> DC. | | X | | | | | | |
| <i>Lavoisiera cf. pulchella</i> | | | | | | | | X |
| <i>Leandra aurea</i> Cogn. | | X | | | | | X | X |
| <i>Leandra australis</i> (Cham.) Cogn. | X | X | | X | X | | | |
| <i>Leandra cancellata</i> Cogn. | | X | | | | | X | X |
| <i>Leandra cf. xanthostachys</i> Cogn. | X | | | | | | | |
| <i>Marcetia taxifolia</i> DC. | | | | | X | | | X |
| <i>Miconia chartacea</i> Triana | | X | | | | | | |
| <i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin | | | | | | | X | |
| <i>Miconia corallina</i> Spring ex Mart. | | | | X | X | | X | X |
| <i>Miconia ligustroides</i> (DC.) Naudin | | | | | | X | | |
| <i>Miconia pepericarpa</i> Mart. ex DC. | X | X | | | | | | |
| <i>Miconia sellowiana</i> Naud. | | X | X | | X | X | X | X |
| <i>Miconia theizans</i> (Bonpl.) Cogn. | | | | | | | | X |
| <i>Miconia valtherii</i> Naud. | | | | | | | X | |
| <i>Microlicia arenariaefolia</i> (Mart. et Schr.) DC. | | | | | | | X | |
| <i>Microlicia crenulata</i> Mart. | | | | | X | | | |
| <i>Microlicia cordata</i> Cham. | | | | | | | X | |
| <i>Microlicia isophylla</i> D.C. | X | | | | | | | |
| <i>Microlicia pseudoscoparia</i> Cogn. | | X | | | | | | |
| <i>Microlicia suborbicularifolia</i> Hoehne | | | | | | | X | |
| <i>Tibouchina candolleana</i> Cogn. | | | | | | | X | |
| <i>Tibouchina cardinalis</i> (Bonpl.) Cogn. | X | | | | | X | | |
| <i>Tibouchina cordifolia</i> Cogn. | | | | | X | | | |
| <i>Tibouchina frigidula</i> Cogn. | X | | | | | | | |
| <i>Tibouchina herbacea</i> (DC.) Cogn. | X | X | | | | | | |
| <i>Tibouchina hieracioides</i> (DC.) Cogn. | | X | | | | | | |
| <i>Tibouchina multiflora</i> Cogn. | X | X | X | X | X | X | X | |
| <i>Tibouchina rotundifolia</i> Cogn. | X | | | | | | | |
| <i>Trembleya laniflora</i> Cogn. | X | | | | | | | |
| <i>Trembleya parviflora</i> (G. Don) Cogn. | X | X | | | X | | X | |
| MELIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart. | X | X | | X | | | | |
| <i>Trichilia emarginata</i> C. DC. | | | | | | | X | |
| MENISPERMACEAE | | | | | | | | |
| <i>Cissampelos ovalifolia</i> DC. | | X | | | | X | | |
| <i>Odontocarya tamoides</i> (DC.) Miers | | | | | | | X | |
| MORACEAE | | | | | | | | |
| <i>Mollinedia triflora</i> Tul. | | | | | | | X | |
| <i>Dorstenia brasiliensis</i> Lam. | X | X | | | | | | |
| <i>Ficus mexiae</i> Standley | | | | | | | X | |
| MYRSINACEAE | | | | | | | | |
| <i>Cybianthus brasiliensis</i> (Mez) G. Agostini | | | | | | | | X |
| <i>Myrsine coriacea</i> Sieber ex DC. | | | | X | X | | | |
| <i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) O. Kuntze | | X | | | | X | | X |
| <i>Myrsine lancifolia</i> Mart. | | X | X | | | | | |
| <i>Myrsine umbellata</i> Mart. | | X | | | X | | X | |
| MYRTACEAE | | | | | | | | |
| <i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg | X | X | | | | X | | X |
| <i>Calyptranthes cordata</i> O. Berg | | | X | | | | | |
| <i>Calyptranthes pulchella</i> DC. | | | | | | | X | |
| <i>Calyptranthes strigipes</i> Berg | | | | | | | X | |
| <i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O. Berg | | X | | | | | | |
| <i>Campomanesia pubescens</i> (DC.) O. Berg | | X | | | | | | |
| <i>Campomanesia rufa</i> (O. Berg) Nied. | | X | | | | | | |
| <i>Campomanesia sessiliflora</i> (O. Berg) Mattos | | X | | | | | | |
| <i>Eugenia bimarginata</i> O. Berg | X | X | | | | | | |
| <i>Eugenia bella</i> Phil. | | | X | | | | | |
| <i>Eugenia cf. eurysepala</i> Kiaersk. | | X | X | | | | | |
| <i>Eugenia cavalcanteana</i> Mattos | | | | | X | X | | |
| <i>Eugenia involucrata</i> D. C. | X | | | | | | | |

| Família/Espécie | RM2004 | Calçada | Brucutu | RM2007 | MOEDA | Sabará | Mariana | Itabirito |
|---|--------|---------|---------|--------|-------|--------|---------|-----------|
| MYRTACEAE | | | | | | | | |
| <i>Eugenia klotzschiana</i> | | | | | | | | X |
| <i>Eugenia modesta</i> DC. | | | | | | X | X | |
| <i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC. | X | X | | | | | | |
| <i>Eugenia sonderiana</i> Berg | | X | X | X | X | | | X |
| <i>Gomidesia kunthiana</i> O. Berg | | X | | | | | | |
| <i>Myrceugenia alpigena</i> (DC.) Landrum | | X | | | X | | | |
| <i>Myrcia amazonica</i> DC. | | | | | | | X | |
| <i>Myrcia breviramis</i> (O.Berg) D.Legrand | | | X | | | | | |
| <i>Myrcia crassifolia</i> (Miq.) Kiaersk. | | X | | | | | | |
| <i>Myrcia eriocalyx</i> DC. | | | X | X | | X | | X |
| <i>Myrcia hebepepa</i> DC. | | | | | | | X | |
| <i>Myrcia lasiantha</i> DC. | | X | | | | | | |
| <i>Myrcia fallax</i> (Rich.)DC. | X | | | | | | | |
| <i>Myrcia mutabilis</i> (O.Berg) N.J.E.Silveira | | | | X | X | | | X |
| <i>Myrcia obovata</i> Nied. | X | | | X | X | | | X |
| <i>Myrcia palustris</i> DC. | | | X | | | | | |
| <i>Myrcia pulchra</i> Kiaersk. | | | | | | | X | |
| <i>Myrcia retorta</i> Cambess. | X | | | | | | X | |
| <i>Myrcia splendens</i> DC. | | X | | X | X | X | X | X |
| <i>Myrcia subcordata</i> DC. | | | | | X | | | |
| <i>Myrcia subverticillaris</i> | | | | | | | | X |
| <i>Myrcia tomentosa</i> Glaz. | | | | | | | | |
| <i>Myrcia venulosa</i> DC. | | | | | | | X | |
| <i>Myrciaria glanduliflora</i> (Kiaersk.) Mattos e D.Legrand | | X | X | | | | X | |
| <i>Pimenta pseudocaryophyllus</i> (Gomes) Landrum | | | | | | | | |
| <i>Psidium cinereum</i> Mart. ex DC. | | X | | | | | | |
| <i>Psidium firmum</i> O. Berg | | X | | | | | | |
| <i>Psidium grandifolium</i> | | | | | | | | X |
| <i>Psidium luridum</i> (Spreng.) Burret | | X | | | | | | |
| <i>Psidium obovatum</i> Mart. ex DC. | | X | | | | | | |
| <i>Siphoneugena densiflora</i> Berg | X | X | | X | X | | | |
| <i>Siphoneugena kiaerskoviana</i> (Burret) Kausel | | | | | | | X | |
| <i>Siphoneugena widgreniana</i> Berg | | | | | | | X | |
| NYCTAGINACEAE | | | | | | | | |
| <i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell | | | | | | X | | X |
| <i>Guapira obtusata</i> (Jacq.) Little | | X | | | | | | |
| <i>Guapira opposita</i> (Vell.)Reitz | | | | X | X | | | |
| <i>Guapira tomentosa</i> | | | | | | | | X |
| OCHNACEAE | | | | | | | | |
| <i>Luxemburgia corymbosa</i> A. St.-Hil. | | | | | | | X | |
| <i>Ouratea floribunda</i> Engl. | | X | | | | X | | X |
| <i>Ouratea semiserrata</i> (Mart.et Nees) Engl. | | X | X | X | X | X | X | X |
| OLACACEAE | | | | | | | | |
| <i>Ximenia americana</i> L. | | | X | | | | | |
| ONAGRACEAE | | | | | | | | |
| <i>Fuchsia cf.regia</i> (Vell.)Munz | | | | | X | | | |
| <i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) Raven | | | | | | | X | |
| ORCHIDACEAE | | | | | | | | |
| <i>Acianthera limae</i> (Porto e Brade) Pridgeon e M.W. Chase | | X | | | | | X | X |
| <i>Acianthera modestissima</i> (Rchb.f. e Warm.) Pridgeon e M.W.Chase | | | | | | X | | |
| <i>Acianthera prolifera</i> (Herb. ex Lindl.) Pridgeon e M.W.Chase | | | | | | | X | |
| <i>Acianthera teres</i> (Lindl.) Luer | X | X | | X | X | X | X | X |
| <i>Anathallis rubens</i> (Lindl.) Pridgeon e M.W. Chase | | | | | | | X | |
| <i>Anathallis sclerophylla</i> (Lindl.) Pridgeon e M.W. Chase | | | | | | | X | |
| <i>Bifrenaria aureofulva</i> Lindl. | | | | | | | X | X |
| <i>Bifrenaria harrisoniae</i> (Hook.) Rchb.f. | X | | | | | X | X | |
| <i>Bifrenaria tyrianthina</i> (Loudon) Rchb. f. | | X | | | | | | |
| <i>Bulbophyllum carassence</i> R.C. Mota, F. Barros e Stehmann | | | | | | | X | |
| <i>Bulbophyllum exaltatum</i> Lindl. | | | | | | | X | |
| <i>Bulbophyllum melloi</i> Pabst | | | | | | X | | |
| <i>Bulbophyllum weddelii</i> Reichb. f. | | | | | | | X | X |
| <i>Campylocentrum micranthum</i> (Lindl.) Rolfe | | | | | | | X | |
| <i>Campylocentrum sellowii</i> (Reichb.f.) Rolfe | | | | | | | X | |
| <i>Cattleya bicolor</i> Lindl. | | | | | | | X | |
| <i>Cleistes moritzii</i> | | | | | | | | X |
| <i>Cleistes paranaensis</i> | | | | | | | | X |
| <i>Comparettia coccinea</i> Lindl. | | | | | | | X | |
| <i>Dichaea australis</i> Cogn. | | | | | | | X | |
| <i>Encyclia patens</i> Hook. | | | | | | | X | |
| <i>Epidendrum armeniacum</i> Lindl. | | | | | | | X | |
| <i>Epidendrum campestre</i> Lindl. | | X | | | | | | |
| <i>Epidendrum filicaule</i> Lindl. | | | | | | | X | |
| <i>Epidendrum martianum</i> Lindl. | | X | X | | | | X | X |
| <i>Epidendrum paniculatum</i> Ruiz e Pav. | | | | | | | X | |
| <i>Epidendrum saxatile</i> | | | | | | | | X |
| <i>Epidendrum secundum</i> Jacq. | X | X | | X | X | | X | X |
| <i>Galeandra montana</i> Barb. Rodr. | | X | | | | | | |
| <i>Gomesa crispa</i> (Lindl.) Kl. e Rchb. f. | | | | | | | X | |
| <i>Grobya amherstiae</i> Lindl. | | | | | | | X | |
| <i>Habenaria jaguarahyvae</i> | | | | | | | | X |
| <i>Habenaria josephensis</i> Barb. Rodr. | | X | | | | | X | |

| Família/Espécie | RM2004 | Calçada | Brucutu | RM2007 | MOEDA | Sabará | Mariana | Itabirito |
|---|--------|---------|---------|--------|-------|--------|---------|-----------|
| ORCHIDACEAE | | | | | | | | |
| <i>Habenaria magdalenensis</i> | | | | | | | | X |
| <i>Habenaria obtusa</i> Lindl. | | | | | | X | | |
| <i>Hoffmannseggella crispata</i> (Thunb.) H.G.Jones | | | X | | | | | |
| <i>Isochilus linearis</i> (Jacq.) R.Br. | | | | | | | X | |
| <i>Leptotes tenuis</i> Rchb.f. | | | | | | | X | |
| <i>Liparis nervosa</i> (Thunb.) Lindl. | | | | | | | X | |
| <i>Maxillaria madida</i> Lindl. | | | | | X | | | |
| <i>Maxillaria notylioglossa</i> Rchb.f. | | | | | | | X | |
| <i>Maxillaria rufescens</i> Lindl. | | | | | | | X | |
| <i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl. | | | | | | | X | |
| <i>Oncidium blanchetii</i> Rchb. f. | | | | X | X | X | X | X |
| <i>Oncidium enderianum</i> | | | | | | | | X |
| <i>Oncidium gracile</i> Lindl. | | X | | X | | | X | X |
| <i>Oncidium pirarene</i> Rchb. f. | | X | | | | | | |
| <i>Oncidium warmingii</i> Rchb. f. | | X | | X | | | X | X |
| <i>Pelexia aff. bonariensis</i> (Lindl.) Schltr. | | | X | | | | | |
| <i>Pleurothallis laciniata</i> Barb.Rodr. | | | | | | | X | |
| <i>Polystachya concreta</i> (Jacq.) Garay e H.R.Sweet | | | | | | | X | X |
| <i>Prescottia montana</i> Rodrig. | | X | | | | | | |
| <i>Prescottia oligantha</i> Lindl. | | X | | | | | | |
| <i>Prescottia plantaginea</i> Lindl. | | | | | | | X | |
| <i>Prescottia stachyodes</i> (Sw.) Lindl. | | | | | | | X | |
| <i>Prosthechea allemanoides</i> (Hoehne) W.E.Higgins | | | | | | | X | |
| <i>Prosthechea pachysepala</i> (Klotzsch) Chiron e V.P. Castro | | | | | | | X | X |
| <i>Prosthechea vespa</i> (Vell.)W.E.Higgins | X | | | X | X | | | |
| <i>Sacoila lanceolata</i> (Aubl.) Garay | | X | | X | | | X | |
| <i>Sarcoglottis schwackei</i> (Cogn) Schltr. | | | | X | | X | X | X |
| <i>Scaphyglottis modesta</i> (Rchb.f.) Schltr. | | | | | | | X | |
| <i>Sophronitis caulescens</i> (Lindl.) Van den Berg e M.W.Chase | X | X | | X | X | X | X | X |
| <i>Sophronitis cinnabarina</i> | | | | | | | X | |
| <i>Sophronitis crispata</i> (Thunb.) Van den Berg e M.W. Chase | X | X | | X | X | | X | X |
| <i>Sophronitis liliputana</i> (Pabst)Van den Berg e M.W.Chase | | | | | X | | | |
| <i>Stelis modesta</i> Barb.Rodr. | | | | | | | X | |
| <i>Zygopetalum maculatum</i> (Kunth) Garay | | | | X | | | X | X |
| <i>Zygopetalum mackayi</i> Hook. | | X | | | | | | |
| <i>Zygopetalum maxillare</i> Lodd. | | | | | | | X | |
| <i>Zygopetalum sellowii</i> Rchb. f. | | | | | | | X | |
| OROBANCHACEAE | | | | | | | | |
| <i>Buchnera lavandulacea</i> Cham. e Schlecht. | X | X | | | | X | | |
| <i>Esterhazyia major</i> | | | | | | | | X |
| <i>Esterhazyia splendida</i> Mikan | | | | | X | | | |
| OXALIDACEAE | | | | | | | | |
| <i>Oxalis glauca</i> H. B. e K. | | | | | | | X | |
| PASSIFLORACEAE | | | | | | | | |
| <i>Passiflora alata</i> Curtis | | | | | | | X | |
| <i>Passiflora amethystina</i> J. C. Mikan | | X | | | | | | |
| <i>Passiflora haematostigma</i> Mart. ex Masters | | X | | | | | X | |
| <i>Passiflora misera</i> | | | | | | | | X |
| <i>Passiflora speciosa</i> Gardner | | | X | | | | | |
| <i>Passiflora villosa</i> Vell. | | | | | X | | X | X |
| PHYLLANTHACEAE | | | | | | | | |
| <i>Phyllanthus submarginatus</i> Mull.Arg. | | | | | X | | | |
| <i>Phyllanthus rosellus</i> Muell. Arg. | | X | X | | | X | X | X |
| <i>Phyllanthus klotzschianus</i> Muell. Arg. | | | X | | | | X | |
| <i>Phyllanthus niruri</i> L. | X | | | | | | | |
| PHYTOLLACACEAE | | | | | | | | |
| <i>Microtea paniculata</i> Moq. | X | X | X | | | X | | X |
| PIPERACEAE | | | | | | | | |
| <i>Peperomia decora</i> Dahlst. | X | X | | X | | X | | X |
| <i>Peperomia diaphanoides</i> Dahlst. | | | | | | | X | |
| <i>Peperomia galioides</i> H.B.K. | | X | | X | X | X | | X |
| <i>Peperomia subrubripica</i> C. DC. | | | | | | X | | |
| <i>Peperomia velloziana</i> Miq. | | | | | | | X | |
| <i>Piper cernuum</i> Vell. | | | | | | | X | |
| POACEAE | | | | | | | | |
| <i>Andropogon bicornis</i> L. | | X | | X | | | X | |
| <i>Andropogon gayanus</i> Kunth | | X | | | | | | |
| <i>Andropogon ingratus</i> Hack. | X | X | | X | X | | X | |
| <i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth | | X | X | | | | X | X |
| <i>Andropogon macrothrix</i> | | | | | | | | X |
| <i>Anthraenantia lanata</i> (Kunth) Benth. | | X | | | | | | |
| <i>Aristida flaccida</i> Trin. e Rupr. | | X | | | | | | |
| <i>Aristida gibbosa</i> (Nees) Kunth | | | X | | | | | |
| <i>Aristida recurvata</i> Kunth | X | X | | | | | | |
| <i>Aristida torta</i> (Nees) Kunth | | X | | | | | | |
| <i>Axonopus aureus</i> P. Beauv. | | | | | | X | | |
| <i>Axonopus fissifolius</i> (Raddi) Kuhlms. | | X | | | | | | |
| <i>Axonopus marginatus</i> (Trin.) Chase | | X | | | | | | |
| <i>Axonopus pressus</i> (Nees ex Steud.) Parodi | X | X | | | | | X | |
| <i>Axonopus siccus</i> Kuhlms. | X | X | X | X | X | X | X | X |

| Família/Espécie | RM2004 | Calçada | Brucutu | RM2007 | MOEDA | Sabará | Mariana | Itabirito |
|---|--------|---------|---------|--------|-------|--------|---------|-----------|
| POACEAE | | | | | | | | |
| <i>Calamagrostis viridiflavescens</i> (Poir.) Steud. | | X | | | | | | |
| <i>Chloris pycnothrix</i> Trin. | | X | | | | | | |
| <i>Chusquea nutans</i> L.G.Clark | | | | | X | | | |
| <i>Ctenium cirrhosum</i> (Nees) Kunth | | X | | | | | | |
| <i>Echinolaena inflexa</i> (Poir.) Chase | X | X | | | | X | | X |
| <i>Elionurus muticus</i> (Spreng.) Kuntze | | X | | | | | | |
| <i>Eragrostis curvula</i> (Schrad.) Nees | | X | | | | | | |
| <i>Eragrostis polytricha</i> Nees | X | X | | | | | | X |
| <i>Eriochrysis holcooides</i> (Nees) Kuhlms. | | X | | | | | | |
| <i>Hyparrhenia rufa</i> (Nees) Stapf | | X | | | | | | |
| <i>Ichnanthus bambusiflorus</i> (Trin.) Döll | | | | | | | X | |
| <i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.) B.K. Simon e S.W.L. Jacobs | | X | | | | | | |
| <i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv. | X | X | | X | | | | |
| <i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka | | X | | | | X | | |
| <i>Mesosetum ferrugineum</i> (Trin.) Chase | | X | | | | | | |
| <i>Mesosetum loliiforme</i> (Hochst. ex Steud.) Chase | | X | | | | | | |
| <i>Microchloa indica</i> (L. f.) P. Beauv. | | X | | | | | | X |
| <i>Panicum cyanescens</i> Nees | | X | X | | | | | |
| <i>Panicum maximum</i> Jacq. | | | X | | | | | |
| <i>Panicum poliophyllum</i> Renvoize e Zuloaga | | | | | | | X | |
| <i>Panicum polycomum</i> Trin. | | | X | | | | | |
| <i>Panicum pseudisachne</i> Mez | | X | | | | | | |
| <i>Panicum rude</i> Nees | | X | X | | | | | |
| <i>Panicum sellowii</i> Nees | | X | | X | X | | | |
| <i>Panicum subulatum</i> Spreng. | | | | | | X | X | |
| <i>Panicum wetsteinii</i> Hack. | | | | | | | X | X |
| <i>Paspalum brachytrichum</i> | | | | | | | | X |
| <i>Paspalum carinatum</i> Humb. e Bonpl. ex Fluggé | | X | | | | | | X |
| <i>Paspalum erianthum</i> Nees ex Trin. | | | | | X | | | |
| <i>Paspalum maculosum</i> Trin. | | X | | | | | | |
| <i>Paspalum minarum</i> Hack. | | | | | X | | | |
| <i>Paspalum pectinatum</i> Nees | | X | | | | | | |
| <i>Paspalum polyphyllum</i> Nees | X | X | | | X | | | |
| <i>Paspalum scalare</i> Trin. | X | X | | X | X | | | |
| <i>Schizachyrium condensatum</i> Nees | X | | | | | | | |
| <i>Schizachyrium sanguineum</i> Nees | X | | | | | | | |
| <i>Schizachyrium tenerum</i> Nees | | | | | X | | | |
| <i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguelen | | X | | | | | | |
| <i>Sporobolus acuminatus</i> (Trin.) Hack. | | X | | | X | | | |
| <i>Sporobolus aeneus</i> Kunth | | | | | X | X | | |
| <i>Sporobolus metallicolus</i> Longhi Wagner e Boechat | | X | | X | | | | X |
| <i>Sporobolus reflexus</i> Boechat e Longhi Wagner | | X | | | | | | |
| <i>Thrasypopsis repanda</i> (Nees) Parodi | | X | | | | | | |
| <i>Trachypogon spicatus</i> (L. f.) Kuntze | X | X | | | | | | |
| <i>Tristachya leiostachya</i> Nees | | X | | | | | | |
| POLYGALACEAE | | | | | | | | |
| <i>Monnina stenophylla</i> A. St. Hil e Moq. | | X | | | | | | |
| <i>Polygala hirsuta</i> A. St.-Hil. e Moq. | | X | | | | | | |
| <i>Polygala ligustroides</i> A.St.-Hil. | | | | | | | X | |
| <i>Polygala paniculata</i> L. | | X | | | | | | X |
| <i>Polygala cf. urbanii</i> Chod. | X | | | | | | | |
| POLYGONACEAE | | | | | | | | |
| <i>Coccoloba acrostichoides</i> Cham. | | | X | | | | X | |
| <i>Coccoloba scandens</i> Casar. | | X | | | | | | |
| POLYPODIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Campyloneurum aglaolepis</i> | | | | | | | | X |
| <i>Campyloneurum nitidum</i> (Kaulf.) C. Presl | | | | | | | X | |
| <i>Microgramma squamulosa</i> (Kaulf.) de la Sota | | | | X | X | X | X | |
| <i>Nephrolepis pectinata</i> (Willd.) Schott | | | | | | | X | |
| <i>Pecluma pectinatiformis</i> (Lindm.) M. G. Price | | | | | | | X | |
| <i>Phlebodium pseudoaureum</i> (Cav.) Lellinger | | | | | X | | X | X |
| <i>Pleopeltis astrolepis</i> (Liebm.) Fourn. | | | | | | | X | |
| <i>Pleopeltis hirsutissima</i> (Raddi) de la Sota | | | | | | | X | |
| <i>Pleopeltis macrocarpa</i> (Willd.) Kaulf. | | | | | X | | | |
| <i>Polypodium hirsutissimum</i> | | | | | | | | X |
| <i>Polypodium minarum</i> Weath. | | | | X | | X | | |
| <i>Serpocaulon catharinae</i> | | | | | | | | X |
| <i>Serpocaulon latipes</i> (Langsd. e Fisch.) A.R. Sm. | | | | | | X | X | X |
| PORTULACACEAE | | | | | | | | |
| <i>Portulaca mucronata</i> Link | | | | | | X | X | |
| <i>Portulaca hirsutissima</i> Cambess. | | | | X | | | | |
| PTERIDACEAE | | | | | | | | |
| <i>Doryopteris collina</i> (Raddi) J. Sm. | | | | | | | X | |
| <i>Doryopteris ornithopus</i> (Mett. ex Hook. Baker) J. Sm. | X | | | | X | X | X | |
| <i>Pellaea crenata</i> | | | | | | | | X |
| <i>Pteris vitatta</i> L. | | | | | | | X | |
| <i>Pityrogramma calomelanos</i> (L.) Link | | | | | | | X | |
| RAFFLESIIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Pilostyles blanchetii</i> R. Br. | | | | | | | X | |

| Família/Espécie | RM2004 | Calçada | Brucutu | RM2007 | MOEDA | Sabará | Mariana | Itabirito |
|--|--------|---------|---------|--------|-------|--------|---------|-----------|
| ROSACEAE | | | | | | | | |
| <i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb. | | X | | | | X | X | X |
| <i>Rubus brasiliensis</i> Mart. | | | | | | | X | |
| RUBIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Alibertia vaccinioides</i> K. Schum. | | X | | | | | | |
| <i>Amaioua guianensis</i> Aubl. | | | | | | | X | |
| <i>Borreria angustifolia</i> Cham. e Schldtl. | X | | | | | | | |
| <i>Borreria capitata</i> DC. | | | X | X | X | X | X | X |
| <i>Borreria poaya</i> DC. | | | | | | | X | |
| <i>Borreria suaveolens</i> G.F.W. Mey. | | | | | | X | | |
| <i>Coccocypselum aureum</i> Cham. e Schlecht. | | | | X | | | X | X |
| <i>Coccocypselum condali</i> Pers. | X | | | | | | | |
| <i>Coccocypselum lanceolatum</i> (Ruiz e Pav.) Pers. | | X | | X | X | | | |
| <i>Cordia concolor</i> (Cham.) Kuntze | | | | X | X | | X | |
| <i>Cordia rigida</i> K.Schum. (Kuntze) | | | X | | | | | |
| <i>Declieuxia fruticosa</i> Kuntze | | | | | | X | X | X |
| <i>Declieuxia oenanthoides</i> Mart. e Zucc. ex Schult. e Schult. f. | X | X | | | | | | |
| <i>Declieuxia satuireioides</i> Mart. e Zucc. | | | | | | X | | |
| <i>Declieuxia verticillata</i> Muell. Arg. | | | | | | X | | |
| <i>Emmeorhiza umbellata</i> K.Schum. | | | | | | | X | |
| <i>Faramea cyanea</i> Mull. Arg. | | X | | | | | | |
| <i>Galianthe angustifolia</i> (Cham. e Schldl.) E.L. Cabral | X | X | | | | X | | |
| <i>Galianthe thalictroides</i> (K. Schum.) E.L. Cabral | | X | | | | | | |
| <i>Palicourea marcgravii</i> A. St.-Hil. | | | | | | | X | |
| <i>Palicourea rigida</i> | | | | | | | | X |
| <i>Palicourea tetraphylla</i> Cham. e Schldtl. | | | | | | | X | |
| <i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Roem. e Schult. | | X | | | | | | |
| <i>Psychotria vellosiana</i> Benth. | X | X | | X | X | | X | X |
| <i>Psychotria purpurascens</i> Mull.Arg. | | | | | | | X | |
| <i>Psychotria selowiana</i> | | | | | | | | X |
| <i>Psychotria stachyoides</i> Benth. | | | | | | | X | |
| <i>Psyllocarpus laricooides</i> Mart. e Zucc. | | | X | | | X | X | |
| <i>Remijia ferruginea</i> DC. | | X | | | | X | X | X |
| RUTACEAE | | | | | | | | |
| <i>Dictyoloma vandellianum</i> Adr. Juss | | | | | | | X | |
| <i>Hortia arborea</i> Engl. | | | | | | | X | |
| <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam. | | | | | | X | | |
| SALICACEAE | | | | | | | | |
| <i>Casearia arborea</i> (Rich.)Urb. | | | X | | | | | X |
| <i>Casearia obliqua</i> Spreng. | | | | | | | X | |
| <i>Casearia sylvestris</i> Sw. | | | | | | | X | |
| <i>Xylosma ciliatifolia</i> (Clos) Eichler | | X | | | | | | |
| SANTALACEAE | | | | | | | | |
| <i>Phoradendron crassifolium</i> (Pohl ex DC.) Eichler | X | X | | | | | | |
| SAPINDACEAE | | | | | | | | |
| <i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk. | | | | | | | X | |
| <i>Matayba guianensis</i> Aubl. | | | | | | X | | |
| <i>Matayba marginata</i> Radlk. | | | X | | | | X | |
| <i>Matayba mollis</i> Radlk. | | X | | X | X | X | | X |
| <i>Paullinia carpopodea</i> Cambess. | | | X | X | | | X | |
| <i>Serjania acutidentata</i> Radlk. | | | X | | | X | | |
| <i>Serjania gracilis</i> Radlk. | | X | | X | X | | X | |
| SCHIZAEACEAE | | | | | | | | |
| <i>Anemia raddiana</i> Link | X | | | | | | | |
| SELAGINELLACEAE | | | | | | | | |
| <i>Selaginella flexuosa</i> P. Beauv. | | | | | | | X | |
| <i>Selaginella marginata</i> (Humb. e Bonpl. ex Willd.) Spring | | | | | | | X | |
| SMILACACEAE | | | | | | | | |
| <i>Smilax campestris</i> Griseb. | | | | | | | X | |
| <i>Smilax oblongifolia</i> Pohl ex Griseb. | X | X | | | | | | X |
| <i>Smilax ridida</i> Russ. ex Steud. | | | | | X | | | |
| SOLANACEAE | | | | | | | | |
| <i>Athenaea micrantha</i> Sendt. | | X | | | | | | |
| <i>Aureliana fasciculata</i> (Vell.) Sendtn. | | X | | | | | | |
| <i>Aureliana velutina</i> Sendt. | | X | | | | | | |
| <i>Brunfelsia brasiliensis</i> (Spreng.) L.B.Sm. e Downs | | X | X | X | | X | | X |
| <i>Calibrachoa elegans</i> (Miers) Stehman e Semir | | X | | | | | | |
| <i>Dyssochroma viridiflorum</i> (Sims) Miers | | | | | | | X | |
| <i>Schwenkia americana</i> L. | | X | | | | | | |
| <i>Solanum americanum</i> Mill. | | X | | | | X | X | |
| <i>Solanum cladotrichum</i> Dunal | | X | X | X | X | | X | X |
| <i>Solanum didymum</i> Dunal | | | | X | | | | |
| <i>Solanum gemellum</i> Mart. ex Sendt. | | | | | | X | | |
| <i>Solanum granuloso leprosum</i> Dunal | | X | | | | | | |
| <i>Solanum isodynamum</i> Steudt. | | X | | | X | | | |
| <i>Solanum leptostachys</i> Dunal | | | X | | | | | |
| <i>Solanum leucodendrum</i> Sendt. | | | | | | | X | |
| <i>Solanum lycocarpum</i> A.St.-Hil. | | | X | | | X | | |
| <i>Solanum refractifolium</i> Sendt. | | | | X | | X | | X |
| <i>Solanum stenandrum</i> Sendt. | | | X | X | X | X | | X |
| <i>Solanum subumbellatum</i> Vell. | | X | | X | | | | |

| Família/Espécie | RM2004 | Calçada | Brucutu | RM2007 | MOEDA | Sabará | Mariana | Itabirito |
|--|--------|---------|---------|--------|-------|--------|---------|-----------|
| SOLANACEAE | | | | | | | | |
| <i>Solanum swartzianum</i> | | | | | | | | X |
| <i>Solanum velleum</i> Roem. e Schult. | | X | | | | | | X |
| STYRACACEAE | | | | | | | | |
| <i>Styrax aureus</i> Mart. | | X | | | | | | |
| <i>Styrax ferrugineus</i> | | | | | | | | X |
| SYMPLOCACEAE | | | | | | | | |
| <i>Symplocos lanceolata</i> (Mart.) D.C. | X | | | | | | | |
| THELYPTERIDACEAE | | | | | | | | |
| <i>Macrothelypteris torresiana</i> (Gaud.) Ching | | | | | | | X | |
| <i>Thelypteris dentata</i> (Forssk.) E. St. John | | | | | | | X | |
| TURNERACEAE | | | | | | | | |
| <i>Turnera cf. cuneiformis</i> | | | | | | | | X |
| <i>Turnera oblongifolia</i> Cambess. | X | | | | | | | |
| URTICACEAE | | | | | | | | |
| <i>Cecropia glaziovii</i> Snethlage | | | | | | | X | |
| <i>Cecropia pachystachya</i> Trec. | | | | | | | X | |
| VELLOZIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Barbacenia bicolor</i> | | X | | | | | | |
| <i>Barbacenia flava</i> Mart. ex Schult. e Schult. f. | X | X | | | | | | |
| <i>Barbacenia sellovii</i> Goethart e Henrard | | X | | | | | | X |
| <i>Barbacenia sessiliflora</i> L.B. Sm. | | | | | | | X | |
| <i>Barbacenia bicolor</i> | | | | | | X | | |
| <i>Barbacenia tricolor</i> Mart. | | | | X | | | | |
| <i>Vellozia albiflora</i> Pohl | | X | | | | | X | X |
| <i>Vellozia caruncularis</i> Mart. ex Seub. | | X | | X | | X | X | X |
| <i>Vellozia compacta</i> Mart. ex Schult. e Schult. f. | X | X | X | X | X | X | X | X |
| <i>Vellozia crassicaulis</i> Mart. ex Schult. f. | | | | X | | | | |
| <i>Vellozia graminea</i> Pohl | | X | X | X | | X | X | X |
| <i>Vellozia minima</i> Pohl | | | | | X | | | |
| <i>Vellozia cf. resinosa</i> Mart. ex Schult. f. | X | | | | | | | |
| <i>Vellozia tragacantha</i> Mart. ex Seub. | | | X | | | | | X |
| <i>Vellozia virgata</i> Goethart e Henrard | | | | | | | X | |
| VERBENACEAE | | | | | | | | |
| <i>Lantana camara</i> L. | | | | X | X | X | | X |
| <i>Lantana fucata</i> Lindl. | X | X | | | | | | |
| <i>Lantana lilacina</i> Desf. | | | | | | | X | |
| <i>Lantana lundiana</i> Schauer | | | | | | X | X | X |
| <i>Lippia corymbosa</i> Cham. | X | | | | | | | |
| <i>Lippia elegans</i> Cham. | | X | | | | | | |
| <i>Lippia florida</i> Cham. | | X | | | | | | |
| <i>Lippia gracilis</i> Schauer | X | X | X | X | | X | X | X |
| <i>Lippia hermannioides</i> Cham. | | X | X | | | X | X | X |
| <i>Lippia lupulina</i> Cham. | | X | | | | | | |
| <i>Lippia rotundifolia</i> Cham. | | | | | | X | | |
| <i>Lippia sericea</i> Cham. | | X | | | | | | |
| <i>Stachytarpheta confertifolia</i> Moldenke | | | | | X | | | |
| <i>Stachytarpheta glabra</i> Cham. | X | X | | X | | X | X | X |
| <i>Stachytarpheta mexiae</i> Moldenke | | | X | | | | | |
| VIOLACEAE | | | | | | | | |
| <i>Anchietea pyriformis</i> G. Don. | X | | | | | | | |
| VITACEAE | | | | | | | | |
| <i>Cissus albidia</i> Cambess. | | X | | | | | X | |
| <i>Cissus subrhomboidea</i> Planch. | | X | | | | | | |
| <i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson et Jarvis | | | | | | | X | |
| VOCHYSIACEAE | | | | | | | | |
| <i>Vochysia emarginata</i> (Vahl) Poir. | | | X | | | | | |
| <i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl | | | | | | X | | X |
| <i>Vochysia tucamorum</i> | | | | | | | | X |
| XYRIDACEAE | | | | | | | | |
| <i>Xyris asperula</i> | | | | | | | | X |
| <i>Xyris cf. dawsonii</i> | | | | | | | | X |
| <i>Xyris cf. tortula</i> Mart. | X | | | | | | | |