

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal

Mayara Ribeiro Lage

**CARACTERIZAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA EXTRAÇÃO DE
CASCALHO:** Substrato, estrutura horizontal e florística da regeneração natural

Diamantina

2016

Mayara Ribeiro Lage

**CARACTERIZAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA EXTRAÇÃO DE
CASCALHO:** Substrato, estrutura horizontal e florística da regeneração natural

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Ciência Florestal da Universidade Federal dos Vales do
Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM, como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre em Ciência Florestal.

Orientadora: Dra. Danielle Piuzana Mucida

Diamantina

Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecário Anderson César de Oliveira Silva, CRB6 – 2618.

L174c

Lage, Mayara Ribeiro

Caracterização de áreas degradadas pela extração de cascalho: substrato, estrutura horizontal e florística da regeneração natural / Mayara Ribeiro Lage. – Diamantina, 2017.

87 f. : il.

Orientador: Danielle Piuzana Mucida

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. 2016.

1. Cascalheira. 2. Substrato de mineração. 3. Sucessão ecológica. 4. Relação substrato-plantas. 5. Análise multivariada. I. Título. II. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

CDD 631.45

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

MAYARA RIBEIRO LAGE

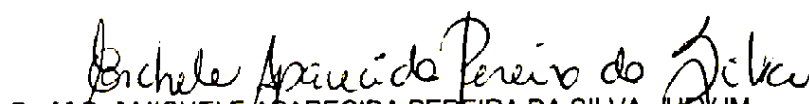
**CARACTERIZAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA EXTRAÇÃO DE
CASALHO: Substrato, estrutura horizontal e florística da
regeneração natural**

Dissertação apresentada ao
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM CIÊNCIA FLORESTAL, nível de
MESTRADO como parte dos requisitos
para obtenção do título de MAGISTER
SCIENTIAE EM CIÊNCIA
FLORESTAL

Orientador : Prof.^a Dr.^a Danielle
Piuzana Mucida

Data da aprovação : 21/10/2016


Prof.^a Dr.^a ANNE PRISCILA DIAS GONZAGA - UFVJM


Prof.^a Dr.^a MICHELE APARECIDA PEREIRA DA SILVA - UFVJM


Prof.Dr. ISRAEL MARINHO PEREIRA - UFVJM


Prof.^a Dr.^a DANIELLE PIUZANA MUCIDA - UFVJM

Agradecimentos

À Deus, meu refúgio e minha fortaleza, obrigada por mais esta oportunidade Senhor e pelas infinitas bênçãos concedidas a mim e minha família.

À professora Danielle Piuzana, pela compreensão com minhas dificuldades, pessoa admirável, que acrescentou muito para o meu desenvolvimento profissional e pessoal. Agradeço pela confiança depositada. Satisfação e gratidão imensa pela oportunidade de tê-la como orientadora e amiga.

À minha mãe Gorete Ribeiro, meu alicerce, minha melhor amiga, que me ensinou os principais valores e princípios de caráter, honestidade e me apresentou o caminho da fé.

Ao meu pai Juracy Ribeiro Lage, que sabe ser pai, repassando todo amor e apoio que um filho precisa.

Ao meu irmão Mateus Ribeiro Lage, meu exemplo de foco e determinação. Agradeço pela preocupação, cuidado e companheirismo, amor fraterno, que não cabe em uma vida só!

Aos meus avós, Jose Ribeiro e em especial à avó Elisa, pelo exemplo de garra e superação, à avó Arlete (*in memorian*), pelas orações que muito me ajudaram chegar até aqui.

Aos meus primos-irmãos Pedro, Tamires, Edson, Laís e Larissa. Que sorte ter meus melhores amigos em minha família. Quanto amor e gratidão eu tenho por vocês, e muita saudade também!

Aos amigos que preencheram minha vida de alegria durante este mestrado, em especial a Ana Carolina, Alessandra, Denise e Renata. Obrigada amigas, a amizade de vocês ira muito além desse tempo de mestrado.

Ao técnico do Laboratório de Caracterização de Substratos, Múcio Farnezi, também um grande amigo da vida, pela grande ajuda nas análises de solo e dicas valiosas.

Ao professor Evandro Machado pela ajuda nas análises, ao professor Márcio Leles pela ajuda na estatística; a professora ao técnico do Laboratório de Física do Solo-DAG, Eglerson, pela grande ajuda.

Aos colegas de profissão Ludmila, Gleica, Thayane, Danilo, Michele, Paula, Lucas, Tarcísio, Leonardo, Sandra, Luana, Kenedy, Diego, Leovandes e Uidemar por toda ajuda e pelos ensinamentos.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Florestal, pela boa vontade de sempre.

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) e ao Departamento de Engenharia Florestal (DEF), pela minha formação como Engenheira Florestal e agora pelo título Mestre em Ciência Florestal.

À Diamantina, cidade que me acolhe desde a graduação, me apresentou grandes oportunidades, muitas dificuldades e algumas das pessoas e momentos mais especiais que levarei comigo para sempre. Fez de mim uma pessoa mais forte, responsável e de mais fé!

E finalmente, à CAPES, pelo auxílio financeiro.

RESUMO

Um trecho da BR- 367, que liga a cidade de Diamantina ao distrito de Guinda, em Minas Gerais, perpassa por áreas de campo rupestre na Serra do Espinhaço Meridional e apresenta diversas áreas de empréstimo, constituídas por jazidas de material granular consumidas em obra rodoviária da própria via entre as décadas de 1960 e 1980. Atualmente tais áreas ainda apresentam-se fortemente degradadas, caracterizando-se pela fraca cobertura vegetal, exposição do solo e inexistência de um sistema de drenagem superficial eficiente. Neste contexto, surge a necessidade de alternativas que tenham eficácia na integração dos conhecimentos silviculturais e princípios ecológicos visando o retorno destas áreas às condições próximas das originais. Este trabalho teve como objetivo entender a relação entre variáveis ambientais e a estrutura horizontal e florística das espécies colonizadoras destes ambientes degradados. Foram selecionadas quatro áreas degradadas, analisadas por fotografias aéreas referentes aos anos de 1960 e 1979 nas quais foi possível detectar das áreas degradadas pontuais. Para o estudo do substrato estratificou-se as quatro áreas selecionadas para a coleta de amostras deformadas e indeformadas de forma preferencial. Obteve-se as proporções de areia, silte, argila, dados de resistência à penetração, densidade de partículas e aparente, porosidade total, micro e macro porosidade. Para a análises químicas foram coletadas entre 5 subamostras de cada estrato com o intuito de se obter uma amostra composta do substrato superficial (0-20 cm), de forma a representar a heterogeneidade ambiental de cada área. Foram analisados: pH em água; teores de P, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺ e Al³⁺; complexo sortivo (acidez potencial (H+Al), saturação e soma por bases (V% e SB), CTC (T), CTC efetiva (t) e saturação por alumínio (m%) e matéria orgânica (MO). Os dados obtidos foram aferidos e submetidos a análises estatísticas. Realizou-se análise de componentes principais (PCA) pelo software PCORD versão 6, de modo a sintetizar as variáveis de maior relevância na correlação das variáveis analisadas. Para levantamento da comunidade vegetal foi empregado o método da interseção na linha no qual em cada área foram alocadas doze linhas com 10,0 m de comprimento, distribuídas em zigzag, seguindo as coletas de solo, para correlacionar características do solo e vegetação. Cada linha foi subdividida em dez unidades amostrais (UA) contínuas, totalizando 470 UAs e anotado a ocorrência de espécies de hábito herbáceo, arbustivo e arbóreo. Foram calculados parâmetros fitossociológicos: frequência absoluta (FA), frequência relativa (FR), cobertura absoluta (CA), cobertura relativa (CR) e o valor de importância (VI). Para comparar os diferentes setores das áreas estudadas quanto ao perfil de estratégias ecológicas de espécies herbáceas, estas foram classificadas em sistemas de guildas de acordo com as estratégias de regeneração, estratificação e dispersão. Nas quatro

áreas analisadas foram amostrados 1.517 indivíduos, pertencentes a 22 famílias e 109 espécies. A análise dos atributos físicos e químicos do substrato evidenciou alta limitação ao desenvolvimento de plantas colonizadoras, apresentando como restrições a alta resistência a penetração e substratos de textura arenosa com baixa fertilidade natural. Verificou-se que houve relação entre os gradientes ambientais e a abundância e composição florística da vegetação colonizadora, ficando a maioria das espécies mais fortemente correlacionada com as variáveis MO, H+Al e V além de proporção de Areia, PT, DMG e RP.

Palavras-chave: Cascalheira; Substrato de mineração; Sucessão ecológica; Relação substrato-planta; análise multivariada; heterogeneidade espacial.

ABSTRACT

A section of the BR-367, connecting the Diamantina town to the Guinda district, Minas Gerais, runs through areas of rupestrian field of Espinhaço Range and presents several loan areas, consisting of deposits of granular material consumed in road construction between the 1960's and 1980's. Currently, these areas are still heavily degraded, characterized by poor vegetation cover, soil exposure and the absence of an efficient surface drainage system. In this context, the need arises for alternatives that have effectiveness in the integration of silvicultural knowledge and ecological principles aiming the return of these areas to the conditions close to the originals. This work aimed to understand the relationship between environmental variables and the horizontal and floristic structure of the colonizing species of these degraded environments. Four degraded areas were selected, analyzed by aerial photographs referring to the years 1960 and 1979 in which it was possible to detect the degraded areas. For the study of the substrate, the four areas selected for the collection of deformed and undisturbed samples were stratified in a preferential way. The proportions of sand, silt, clay, penetration resistance data, particle and apparent density, total porosity, micro and macro porosity were obtained. For the chemical analyzes, 5 sub-samples of each stratum were collected with the aim of obtaining a composite sample of the surface substrate (0-20 cm), in order to represent the environmental heterogeneity of each area. The following parameters were analyzed: pH in water; Contents of P, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺ and Al³⁺; (S), saturation (V%), sum of bases (SB), CTC (T), effective CTC (t) and saturation by aluminum (m%) and organic matter. A PCA was performed by software PCORD version 6, in order to synthesize the variables of greater relevance in the correlation of the analyzed variables. Was used the method of the intersection in the line in which in each area were allocated twelve lines with 10.0 m in length, distributed in zigzag, following the soil collections, to correlate soil and vegetation characteristics. Each row was subdivided into ten continuous sample units (AU), totaling 470 POAs and the occurrence of species of herbaceous, shrub and arboreal habit. Phytosociological parameters were calculated: absolute frequency (AF), relative frequency (FR), absolute coverage (AC), relative coverage (CR), and importance value (VI). In order to compare the different sectors of the studied areas with respect to the profile of ecological strategies of herbaceous species, these were classified in guild systems according to the strategies of regeneration, stratification and dispersion. In the four areas analyzed, 1,517 individuals belonging to 22 families and 109 species were sampled. The analysis of the physical and chemical attributes of the substrate showed a high limitation to the development

of colonizing plants, presenting as restrictions the high resistance to penetration and substrates of sandy texture with low natural fertility. It was verified that there was a relation between the environmental gradients and the abundance and floristic composition of the colonizing vegetation, being most of the species more strongly correlated with the variables MO, H+Al and V besides the proportion of Sand, PT, DMG and PR.

Keywords: Cascalheira; Mining substrate; Ecological succession; Soil-plant relation; multivariate analysis; spatial heterogeneity.

SUMARIO

CAPITULO 1 - CARACTERIZAÇÃO DO SUBSTRATO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA EXTRAÇÃO DE CASCALHO	14
1 - INTRODUÇÃO	16
2- MATERIAL E MÉTODOS	17
2.1 Caracterização fisiográfica das áreas de estudo	17
2.2 Métodos	22
2.2.1 – Estratificação das áreas, coleta de substrato para análises físicas e químicas	23
2.2.2 –Análises Estatísticas	25
3- RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
3.1 Degradação das áreas	25
3.2- Caracterização física e química do substrato	26
4- CONCLUSÕES	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
CAPÍTULO II – INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA FLORÍSTICA E ESTRUTURA DE CAMPOS RUPESTRES DEGRADADOS DA SERRA DO ESPINHAÇO MERIDIONAL	40
1- INTRODUÇÃO	42
2- MATERIAL E MÉTODOS	43
2.1 Caracterização das áreas	43
2.2 Estratificação das áreas e amostragem da vegetação	44
2.3 Análise química e física dos substratos	46
2.4 Análise de dados	47
3- RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4- CONCLUSÕES	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67

INTRODUÇÃO GERAL

Nos últimos anos o Brasil tem experimentado um processo peculiar em termos de crescimento de sua economia, fator que tem gerado a aplicação de volumosos recursos financeiros em projetos destinados à adequação de sua infraestrutura de transportes no intuito de equacionar importantes gargalos que limitam o fluxo da atividade econômica em todo o País (ECKER, 2012).

No setor de transportes brasileiro há que se destacar o modal rodoviário, cuja escala de consumo de materiais é elevada considerando o déficit existente no país na implantação e pavimentação de estradas, além de restauração expressiva da rede viária existente, cujo estado operacional de tráfego carece de investimentos para sua recuperação.

Apesar do crescente conhecimento sobre os mecanismos ecológicos e os processos evolutivos que governam a biodiversidade e o funcionamento dos ecossistemas tropicais brasileiros, avanços sólidos no campo da recuperação de áreas degradadas em empreendimentos rodoviários podem ser caracterizados como insipientes (BARBOSA; FERNANDES, 2008)

Ao longo da Cadeia do Espinhaço que são encontradas inúmeras espécies vegetais endêmicas, raras e ameaçadas, infelizmente não há nenhum estudo ecológico ou de conservação (BARBOSA; FERNANDES, 2008; BARBOSA *et al.*, 2010) muito embora existem inúmeros locais utilizados como caixas de empréstimos e jazidas de material granular utilizados no empreendimento rodoviário. Estas áreas encontram-se bastante degradadas, caracterizando-se pela ausência de cobertura vegetal, exposição do solo e inexistência de um sistema de drenagem superficial eficiente. As áreas resultantes deste processo são deixadas com subsolo ou cascalho expostos, permanecendo destituídas de vegetação mesmo tendo sido abandonadas por décadas (GIULIETI *et al.* 1997, MENEZES; GIULIETI 2000).

Neste sentido foi realizado este trabalho, que tem como maior objetivo realizar a caracterização física e química do substrato, relacionar a distribuição da abundância das espécies colonizadoras com as variáveis ambientais e realizar um estudo temporal da paisagem, a partir da época da degradação até os dias atuais, em quatro áreas degradadas pela extração de cascalho para pavimentação da BR-367 na década de 60.

Espera-se com este estudo gerar subsidio para futuras atividades de recuperação, manejo e conservação de áreas por esta atividade, uma vez que são poucos os trabalhos que relatam as alterações ocorridas nos solos dos Campos Rupestres.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, N.P.U.; FERNANDES, G.W. A destruição do jardim. **Scientific American Brasil**, 79:82-84. 2008.

BARBOSA, N.P.U.; FERNANDES, G.W.; CARNEIRO, M.A.A.; JÚNIOR, L.A.C. Distribution of non-native invasive species and soil properties in proximity to paved roads and unpaved roads in a quartzitic mountainous grassland of southeastern Brazil (rupestrian fields). **Biological Invasions**, 12:3745-3755. 2010.

ECKER, J. C. **Cartilha para o licenciamento ambiental de jazidas minerais** (Para uso em infraestrutura pública). 1^a ed. Florianópolis: Secretaria de Estado da Infraestrutura–SIE/ Governo do Estado de Santa Catarina. 2012. 44p.

GIULIETTI, A.M.; PIRANI, J.R.; HARLEY, R.M. 1997. Espinhaço Range region. In: V.H. HEYWOOD; O. DAVIS, S.D. (eds.). **Centers of plant diversity: a guide and strategy for their conservation**. Cambridge, UK: IUCN Publication Unity, p. 397-404. 1997.

MENEZES, N.L.; GIULIETTI, A.M. Campos Rupestres. In: MENDONÇA, M.P.;

LINS, L.V. (eds.). **Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, p. 65-73. 2000.

CAPITULO 1 - CARACTERIZAÇÃO DO SUBSTRATO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA EXTRAÇÃO DE CASCALHO

RESUMO

Obras rodoviárias colaboram fortemente com a degradação de solos e paisagens, em contrapartida, pouco se sabe a respeito da recuperação de cascalheiras, consequências desses empreendimentos em áreas do Cerrado Rupestre, mesmo com o aprimoramento de leis que regulamentam as questões ambientais. Recuperar ecossistemas é a designação atribuída ao desafio da promoção de condições topográficas, edáficas e biológicas para a recomposição de funções ecológicas em um sítio degradado. Assim, o presente estudo tem como objetivo realizar a caracterização física e química do substrato de quatro áreas degradadas em processo de reconstrução nas margens da BR-367, município de Diamantina, MG. Todas as áreas foram estratificadas em estratos marginais e centrais. Para a análise física foram coletadas amostras deformadas e indeformadas dos substratos de forma preferencial, de acordo com a extensão de cada área e volume de substrato disponível para coleta. Os parâmetros químicos analisados foram pH em água; teores de P, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺; complexo sortivo (acidez potencial (H +Al), saturação por bases (V%), soma de bases (SB), CTC a pH 7 (T), CTC efetiva (t) e saturação por alumínio (m%) e matéria orgânica (M.O). Parâmetros físicos consistiram em: teores de areia, silte e argila, resistência mecânica à penetração (0-30 cm), densidade de partículas, macro e micro porosidade, porosidade total, densidade do solo e diâmetro médio geométrico. As variáveis ambientais foram relacionadas pela análise de componentes principais. A análise dos atributos físicos e químicos do substrato evidenciou alta limitação ao desenvolvimento de plantas colonizadoras, apresentando como restrições, substratos de textura arenosa com baixa fertilidade natural, além de elevados valores para resistência a penetração.

Palavras-chave: Cascalheira; Substrato de mineração; Sucessão ecológica

CHAPTER 1 - SUBSTRATE CHARACTERIZATION OF DEGRADED AREAS BY CASCALHO EXTRACTION

ABSTRACT

Highway works collaborate with the soil and landscape degradation and effective studies in connection with recovering degraded areas in such projects in savanna areas are still defined as timid in Brazil, even with the improvement of laws that regulate environmental issues. Rehabilitate ecosystems is the name given to the challenge of promoting topographic, soil and biological conditions for the restoration of ecological functions in a degraded site. Thus, this study aims at carrying out the physical and chemical substrate characterization of four degraded areas near the BR-367, the route between the urban area of Diamantina and Guinda District in the southern Espinhaço range, Minas Gerais state. The areas were degraded to extraction of gravel intended for the road paving between 1960 and 1980 decades. All areas were stratified in situ in marginal and central strata. For physical analysis were collected disturbed and undisturbed samples of randomly substrates and 6 samples were collected in the area 1; 11 in area 2; 22 in the area 3; 22 in area 4, in total of 61 sampling points. The analyzed chemical parameters were pH in water; P, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ and Al³⁺; sorption complex potential acidity (H + Al), base saturation (V%), sum of bases (SB), CEC at pH 7 (T), effective CTC (t), aluminum saturation (m%) and organic matter (MO). Physical parameters were: sand, silt and clay, penetration resistance (0-30 cm), particle density, macro and micro porosity, total porosity, bulk density and geometric mean diameter. Environmental variables were related by principal component analysis, which substrate properties showed high limitation to the development of colonizing plant, presenting as restrictions, sandy texture of substrates with low fertility, and high values for penetration resistance.

Keywords: Soil fertility; degraded area; compaction.

1 - INTRODUÇÃO

A carência de infraestrutura de transportes no Brasil mostra a enorme necessidade de um sistema viário amplo, técnico e ambientalmente bem planejado, para compatibilizar o esforço desenvolvimentista brasileiro com um sistema logístico de transporte à altura do país com dimensões continentais e que necessita ser competitivo (MORALES, 2005).

Municípios em situações emergenciais acabam recorrendo a extração de materiais para construção e manutenção de estradas operando em situação irregular no que concerne ao Código de Mineração e às leis ambientais. O uso indevido de recursos naturais concebe a progressão de áreas degradadas, alterando a paisagem e ecossistemas envolvidos assim como características físicas e químicas de solos envolvidos.

A mineração, na maioria das vezes, descaracteriza o terreno, expõe o substrato que se caracteriza por uma matriz de material mineral de estrutura física pobre, pouca ou nenhuma matéria orgânica e reduzidos teores de macro e micronutrientes (LONGO *et al.*, 2011). Este tipo de material difere-se muito do solo primário que possui camadas em seu perfil e características que proporcionam o crescimento e desenvolvimento da vegetação e outros organismos (GOEDERT; CORRÊA, 2004).

Geralmente áreas degradadas com substrato exposto são naturalmente recolonizadas com a instalação de uma vegetação empobrecida e de forma lenta. Sua recuperação deve ser pensada objetivando seu retorno a uma forma produtiva, compatível com os valores ambientais, culturais e sociais locais, de acordo com o Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração do IBAMA (COLODRO; ESPÍNDOLA, 2006).

Mesmo que obras rodoviárias colaborem fortemente com a degradação de solos e paisagens, estudos efetivos no âmbito de recuperar áreas degradadas em empreendimentos rodoviários no Cerrado ainda podem ser definidos como insipientes. Segundo Viana *et al.* (2005) há poucos exemplos de estudos de restauração ecológica das áreas degradadas por obras rodoviárias.

É nesta realidade que se insere o presente estudo, que objetiva comparar as características físico-químicas de substratos de áreas degradadas pelas obras de implantação da rodovia BR-367, entre a área urbana de Diamantina e o Distrito de Guinda, em área de campo rupestre, com um acervo de dados de solos preservados no entorno dessas áreas com o intuito de fornecer subsídio para futuros planejamentos de restauração ambiental e oferecer uma base para a execução de ações mitigadoras, assim como práticas de um plano de

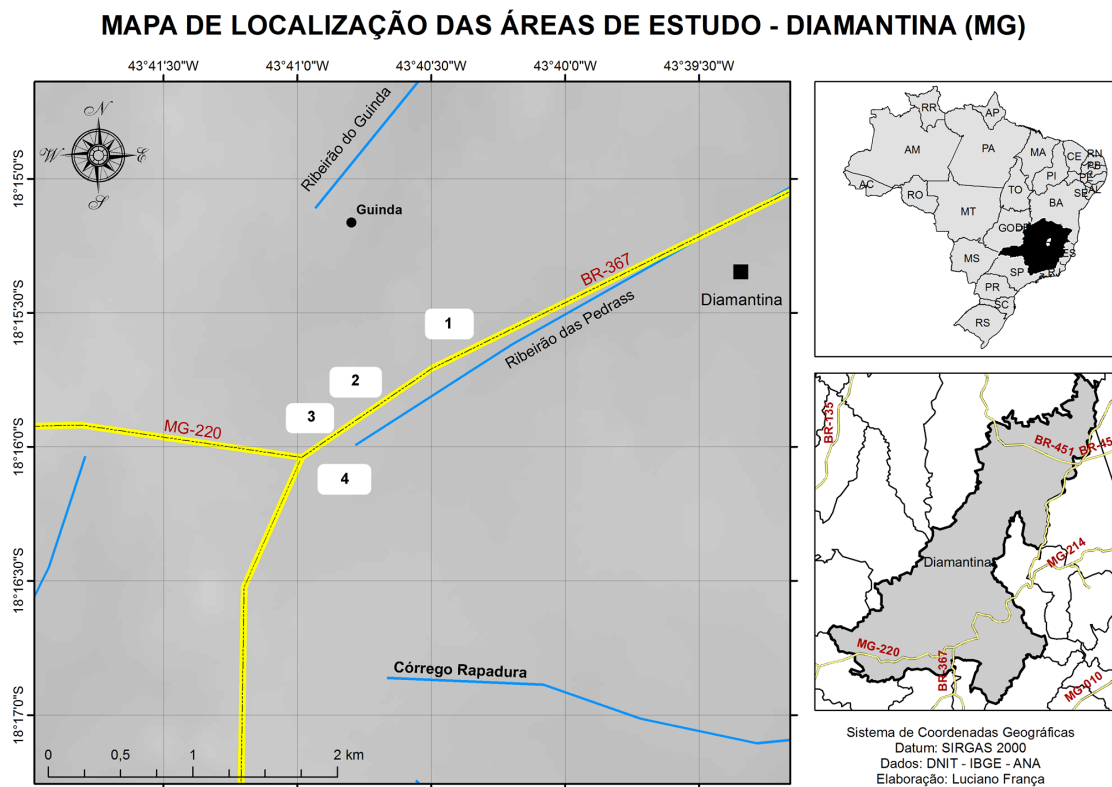
recuperação da riqueza tanto das áreas estudadas como de outras situações semelhantes na Serra do Espinhaço Meridional.

2- MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização fisiográfica das áreas de estudo

As áreas de estudo estão compreendidas nas proximidades da BR-367, no percurso entre a área urbana de Diamantina e Guinda, um de seus distritos, na Serra do Espinhaço Meridional, estado de Minas Gerais (Figura 1). As áreas foram degradadas com a finalidade de extração de cascalho destinados ao asfaltamento da via entre as décadas de 1960 e 1970 e encontram-se dentro faixa de domínio, ou seja, cerca de 15 metros do limite de estradas de rodagem que constituem a base física sobre a qual assentam rodovias (Art. 50 do Código de Trânsito Brasileiro). Tal escolha se deu pelo fato de estarem sem uso do terreno desde o momento da degradação.

Figura 1: Localização das áreas de estudo demarcadas em retângulos numerados, às margens da BR-367, entre a área urbana de Diamantina e o distrito de Guinda.



A Serra do Espinhaço Meridional (SdEM) representa um importante acidente geográfico de direção geral N-S e largura variável de até 100km, que se estende desde as

proximidades de Belo Horizonte até a depressão de Couto de Magalhães de Minas, região limítrofe entre a parte da Serra Meridional e Setentrional, a qual se estende até o estado da Bahia (FOGAÇA, 1997). Constitui um importante divisor de bacias hidrográficas: rio São Francisco, a Oeste, e dos rios que fluem para Leste e deságuam no Oceano Atlântico, tendo como bacias hidrográficas principais as dos rios Jequitinhonha e Doce. A região tem sido objeto de estudos de cunho geológico pelo menos desde o início do século XVIII. O acervo bibliográfico existente sobre a região, decorrente da descoberta dos depósitos diamantíferos no século XVIII, é vasto e distribuído em inúmeras publicações (LOPES *et al.*, 2011).

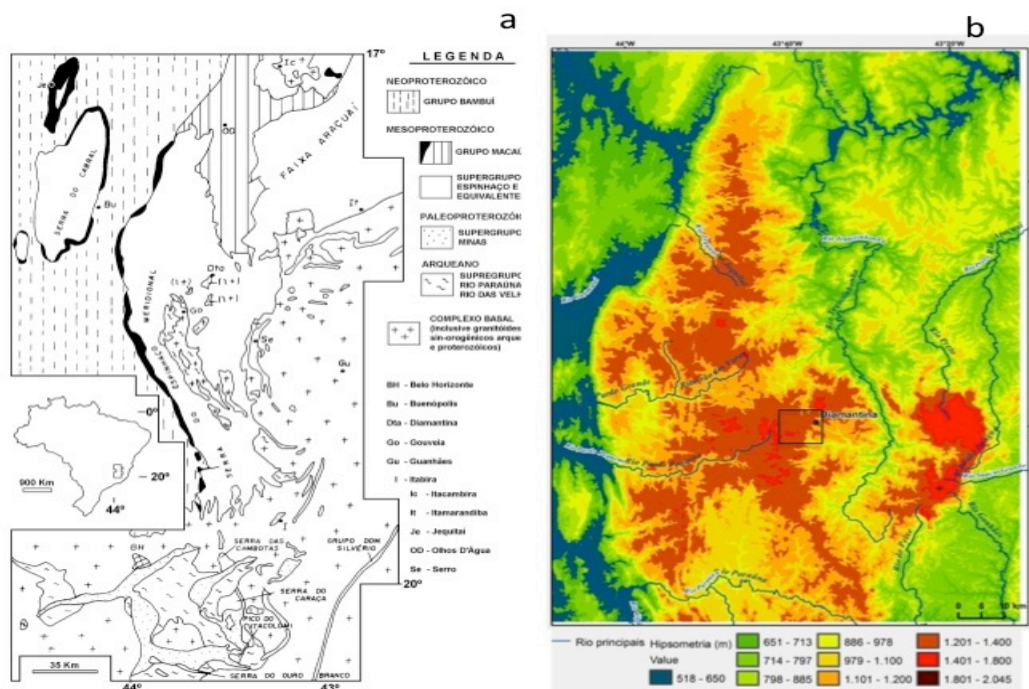
O clima na região de estudo é do tipo Cwb, segundo a classificação de Köppen, com altitude em torno de 1.390 m, temperatura média anual na faixa de 18° a 19°C e precipitação média anual que varia de 1.250 a 1.550 mm. A umidade relativa do ar é quase sempre elevada, com médias anuais de 75,6% (GALVÃO; NIMER, 1965).

A Serra possui litologias, em sua grande parte, de origem sedimentar que foram depositadas ao longo do Éon Proterozoico, mais especificamente a partir de 1,7 bilhão de anos atrás, na forma de uma bacia sedimentar do tipo rifte. Ao pacote sedimentar, posteriormente metamorfizado e deformado, dá-se o nome de Supergrupo Espinhaço (Figura 2a) que é subdividido em oito formações relacionadas a diferentes ambientes deposicionais e composições de estratos litológicos envolvidos, sob ação de distintos períodos tectônicos (DUSSIN *et al.* 1990). Os depósitos basais na Bacia Espinhaço possuem características predominantemente continentais e são representadas pelas formações São João da Chapada e Sopa-Brumadinho. Para Oeste, a bacia é recoberta pelos sedimentos eólicos (pelo menos em sua maior parte) da Formação Galho do Miguel considerada, por alguns autores, como a fase transicional da bacia.

O solo predominante na SdEM, ocupando mais de 70% de sua cobertura pedológica, é o Neossolo Litólico, que se desenvolve associado às rochas quartzíticas. A forte declividade, o relevo montanhoso e o clima frio de altitude auxiliam na formação deste solo (SILVA *et al.*, 2005).

O relevo da Serra é marcadamente acidentado com altitude geralmente superior a 1.000 m, alcançando um máximo de 2.060 m no Pico do Itambé (CHAVES *et al.* 2013), como representado na Figura 2b. A área de estudo localiza-se no denominado Planalto de Diamantina (ABREU, 1982) ou Planalto Meridional do Espinhaço (SAADI, 1995), que possui altimetria entre 1.100 a 1.400 metros (figura 2b).

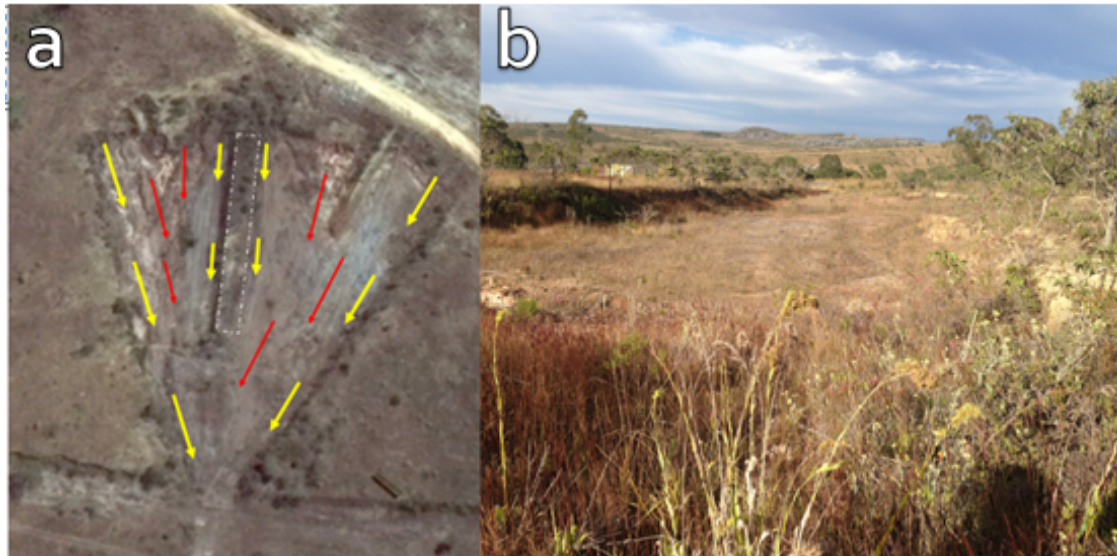
Figura 2 a) Mapa do Setor Meridional da Serra do Espinhaço. Retirado de Almeida-Abreu (1995). b) Mapa Hipsométrico do Espinhaço Meridional e do seu entorno com demarcação do limite das áreas de estudo em preto. Fonte: Augustin *et al.* (2011).



A cobertura vegetal típica desse pedoambiente é o cerrado rupestre e o campo rupestre, ecótipos que apresentam elevado déficit hídrico sazonal (SCTP, 2004), com predomínio de manchas de floresta estacional semidecidual. O , caracterizada pela predominância de espécies herbáceas, como Asteraceae, Melastomataceae, Eriocaulaceae e Xyridaceae. Campo Limpo e Rupestre predominam na área, com ocorrências restritas de Floresta Estacional Semidecidual (SILVA *et al.*, 2005; CAMPOS *et al.*, 2010) e fragmentos de cerrado (capões) com espécies arbustivas e arbóreas são também encontrados nas área (RIBEIRO; WALTER, 1998).

A Área 1 possui 0,76ha em vegetação campestre nas coordenadas 18°15'24.17"S e 43°40'20.48" O. Se apresenta em formato de leque devido a forma que trabalharam as maquinas na extração do material (Figura 3a). Geologicamente, aflora o filito sercítico da Formação Sopa Brumadinho em transição com quartzitos da Formação São João da Chapada, formações basais do Supergrupo Espinhaço. Apresenta solo raso, fraca regeneração natural, que ocorre concentrada em estratos marginais, com maior presença de gramíneas (Figura 3b). O solo é classificado como Neossolo vermelho Acriférico (NEVES *et al.* 2008) No estrato central há exposição de filito sercítico e pouca presença de solo.

Figura 3: a) Esquema representativo de estratos no qual setas amarelas representam áreas de estratos marginais e vermelhas, estratos centrais. Ao centro, destacado por linhas pontilhadas, o talude remanescente dessa área. b) Fotografia de parte da área 1 (visada para Sul) com destaque para estrato central com vegetação mais rala e exposição do substrato e estrato marginal.

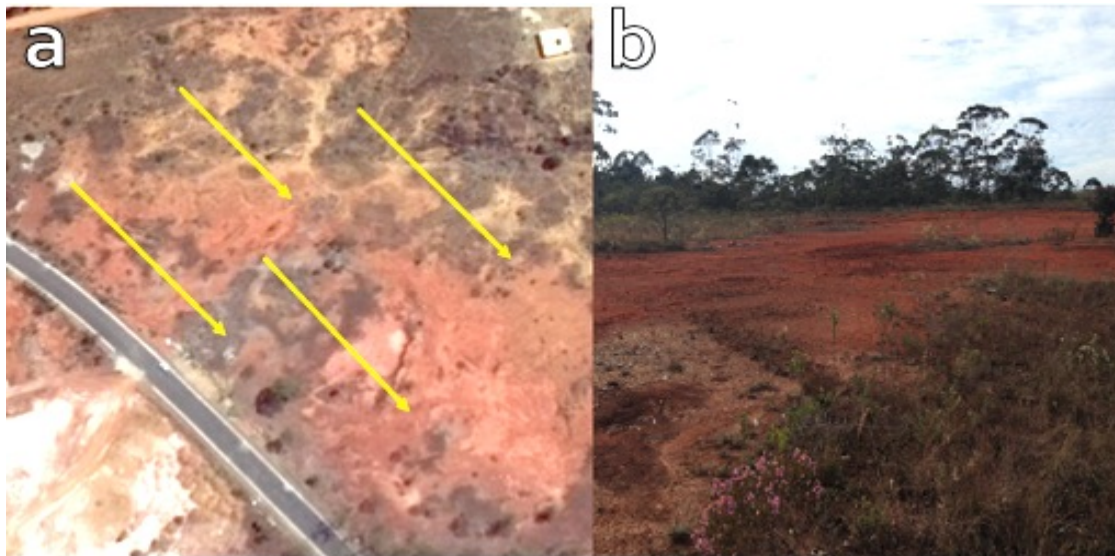


Fonte: A) Image Digital Globe, 2014. B) Foto por Mayara Ribeiro

A Área 2, com 0,74ha, está inserida em vegetação campestre e situa-se nas coordenadas $18^{\circ}15'24.17''S$ e $43^{\circ}40'17.04''O$. O substrato rochoso pertence a Formação Sopa Brumadinho (Fogaça, 1997), entretanto, sem afloramentos rochosos, mas com presença de um substrato homogêneo, laterítico (Figura 4a, b). A área possui topografia plana sem talude remanescente com vegetação de referência. Apresenta solo mais profundo, classificado como Latossolo Vermelho Acriférico (NEVES *et al.*, 2008) e concentração de gramíneas em alguns pontos.

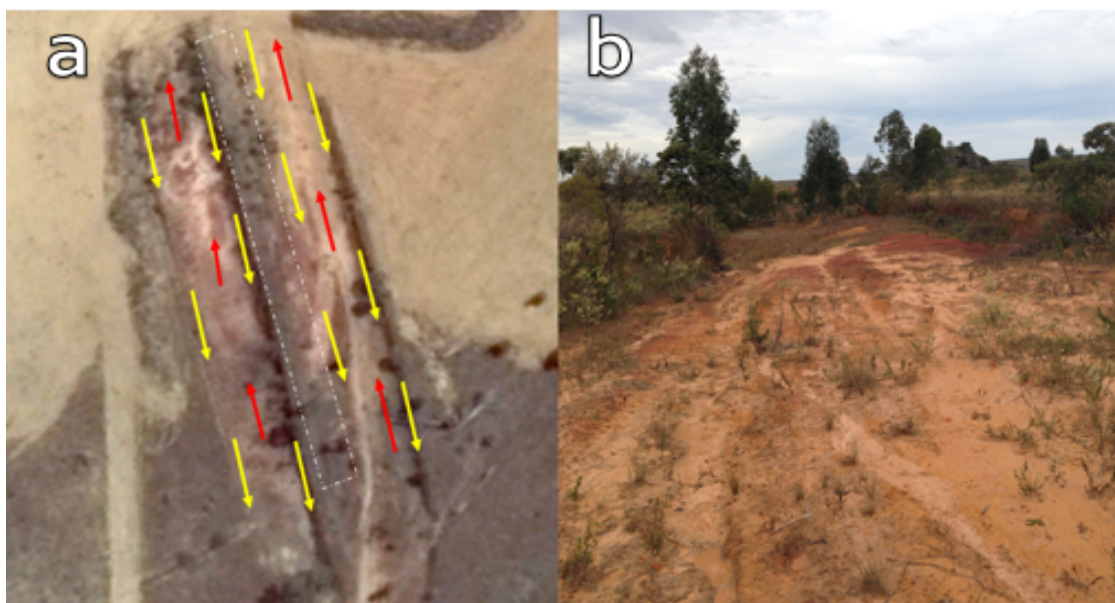
A Área 3 possui 0,47 ha e coordenadas $18^{\circ}15'24.17''S$ e $43^{\circ}40'34''O$. É dividida em toda sua extensão por um talude coberto por vegetação referência campestre, deixado pela forma de retirada do material, dividindo a área em dois ambientes (Figura 5a). Quanto à geologia, ocorre na transição entre as formações Sopa Brumadinho e Galho do Miguel, sendo a última composta quase que exclusivamente por quartzitos puros. Em cada ambiente, foram definidos os estratos conforme esquema apresentado por setas (Figura 5a). A regeneração natural presente nessa área encontra-se concentrada também nos estratos marginais (Figura 5b) justificado pela maior compactação ocasionada pelas máquinas no estrato central e pela declividade do terreno, que gera uma drenagem inadequada para o desenvolvimento da cobertura vegetal. O solo desta área é classificado como transição entre Latossolo Vermelho acriférico para afloramento rochoso (NEVES *et al.*, 2008).

Figura 4: a) Imagem da Área 2 no qual setas amarelas demarcam o estrato único definido pela homogeneidade. b) Fotografia de parte da área 2 (visada para Leste) com destaque para exposição do substrato de coloração avermelhada e núcleos de vegetação herbácea com eucaliptos ao fundo.



Fonte: A) Image Digital Globe, 2014. B)Foto por Mayara Ribeiro

Figura 5: a) Imagem (Digital Globe, 2014) com estratos representados por setas amarelas, estratos marginais, e vermelhas, estratos centrais. Ao centro, demarcado por linhas pontilhadas, o talude central com vegetação referência da área. b) Foto de campo (visada para Nordeste) de um dos cortes, na qual pode se observar nítida diferença da cobertura do substrato do estrato central e estratos marginais.

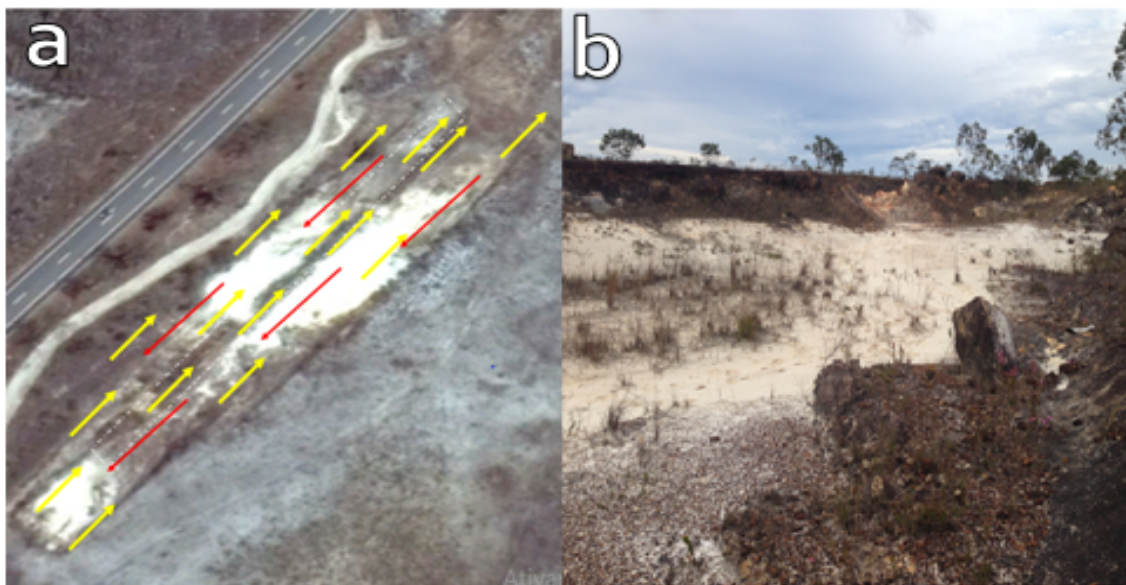


Fonte: a) Image Digital Globe, 2014. B)Foto por Mayara Ribeiro

A quarta área possui 0,56 ha, com vegetação tipicamente campestre e está situada nas coordenadas 18°15'45.20"S e 43°40'34.77"O. Apresenta um solo diferenciado, classificado como área de transição do Neossolo Litólico Quartzarênico para Neossolo Quartzarênico

Hidromórfico (NEVES *et al.*, 2008) na formação Galho do Miguel. Caracteriza-se visualmente, por sua coloração esbranquiçada, e presença acentuada de areia, representativo de colúvio carreado de áreas adjacentes pela chuva e vento (Figura 6a). Há a presença de afloramentos rochosos e matacões e um talude, remanescente coberto por vegetação original, formação campestre, como citado para Área 3, e o mesmo ocorre nesta área de estudo, drenagem insuficiente, concentração da regeneração natural no estrato marginal (figura 6b).

Figura 6: a) Imagem Digital Globe de 2014, representando os estratos da quarta área em que setas vermelhas demarcam os estratos centrais e as amarelas os marginais. Presenta nesta área também, o talude central com vegetação original, demarcado por um retângulo pontilhado. b) Foto de campo, retratando os dois estratos.



Fonte: A) Image Digital Globe, 2014. B) Foto por Mayara Ribeiro

2.2 Métodos

Após selecionar quatro áreas degradadas pela retirada de cascalho ao longo das margens da BR 367, foram obtidas fotografias aéreas referentes a vários levantamentos aerofotogramétricos, pesquisadas e obtidas no acervo do Centro de Geologia Eschwege, IGC-UFMG. As fotografias aéreas disponíveis no acervo são pancromáticas, relativas à sobrevôos realizados entre (i) 1950 a 1958, na escala de 1:25.000; (ii) 1963, na escala de 1:60.000; (iii) 1966, na escala de 1:40.000 e (iv) 1979, na escala de 1:25.000. Foram encontradas fotografias da área do estudo nos sobrevôos 1966 e 1970, em que é possível a observação das áreas degradadas pontuais, geradas pela remoção do material usado na pavimentação da BR 367, possibilitando então, estimar a idade das degradações e observar a evolução de 2014 em composição de bandas que induzem a cores reais para análise e verificação de variação no substrato entre 1966, 1979 e 2014.

2.2.1 – Estratificação das áreas, coleta de substrato para análises físicas e químicas

Para estudo das características físicas e químicas apresentadas pelo substrato das quatro áreas degradadas, fez-se necessária a estratificação destes sítios. Em janeiro de 2016 foi realizada estratificação em ambientes uniformes, devido a heterogeneidade apresentada dentro das quatro áreas, a partir então de observações visuais, considerando: (i) distribuição de afloramentos rochosos, (ii) compactação do solo e (iii) presença ou ausência de regeneração natural. Após a estratificação, executou-se a coleta de substrato para análises físicas e químicas. A estratificação das áreas realizada em campo resultou em estratos marginais e centrais para as áreas 1, 3 e 4. A área 2 não foi estratificada, uma vez que caracteriza-se pela presença de crosta laterítica homogênea. Os estratos marginais das áreas 1, 3 e 4 consistem nas suas regiões limítrofes seja com áreas de entorno, seja com os taludes remanescentes, nos quais se observou menor presença de afloramento rochoso e regeneração natural mais acentuada. Os estratos centrais caracterizam-se, em sua maioria, por solo compactado e substrato rochoso conforme Tabela 1.

Tabela 1: Localização de cada estrato dentro de sua respectiva área.

AREA	ESTRATIFICAÇÃO	LOCALIZAÇÃO
1	E1	Central
1	E2	Marginal
2	E3	Único
3	E4	Marginal
3	E5	Central
3	E6	Marginal
3	E7	Central
4	E8	Marginal
4	E9	Central
4	E10	Marginal

As coletas dos substratos seguiram as divisões dos estratos cujas localizações foram registradas no GPS. Juntas formaram uma amostra composta substrato superficial (0-20 cm), com cerca de 300 cm³, representativa do ponto de vista químico e físico de cada estrato. Análises químicas e físicas do substrato foram realizadas de acordo com o protocolo da Embrapa (2000). As primeiras foram conduzidas ao Laboratório de Física do Solo da DAG-

UFVJM e as químicas ao Laboratório de Caracterização de Substratos Florestais do DEF-UFVJM. As amostras foram coletadas entre os meses de janeiro e fevereiro de 2016.

Para a análise física foram coletadas amostras deformadas e indeformadas do substrato de forma preferencial, de acordo com a peculiaridade de cada área, no que diz respeito a extensão e volume de substrato presente a ser coletado. Desta forma, foram coletadas 6 amostras na Área 1, 11 amostras na Área 2, 22 amostras na Área 3 e 22 amostras na Área 4.

Obteve-se as proporções de areia, silte e argila, determinados pelo método da pipeta. A resistência à penetração foi determinada em cada ponto de coleta de solo, utilizando-se o penetrometrographer, com capacidade de carga de 76 kgf.cm^{-2} ; em que a curva da resistência à penetração do solo foi adquirida em valores de leitura na unidade de kgf.cm^{-2} sendo convertidos em MPa, multiplicando-se por 0,098, em concordância com Oliveira *et al.* (2007). Com o mesmo equipamento, foram obtidos valores de resistência mecânica à penetração, coletados ao longo da camada de 0-30 cm, a partir de valores médios encontrados a cada 5 cm de profundidade. Os limites adotados para a classe de resistência à penetração e graus de limitação ao crescimento das raízes seguiram diretrizes de Canarache (1990).

Foram avaliados ainda: Densidade de partículas pelo método do balão volumétrico; Densidade aparente, porosidade total, micro e macro porosidade, obtidos nas amostras indeformadas do solo obtido pelo método do anel volumétrico a partir das coletas de amostras de solo com estrutura indeformada por meio de um anel de aço (Kopecky) de volume interno de 50 cm^3 .

Nos pontos de coleta nos quais não foi possível coletar amostras indeformadas com o anel devido a compactação local, foram coletados torrões usados no método de torrão parafinado para obter a densidade do solo nestes pontos.

Para a análise química foram coletadas entre 4 e 5 subamostras dos estratos de cada área com o intuito de se obter uma amostra composta do substrato superficial (0-20 cm), com cerca de 300 cm^3 , constituída de forma a representar a heterogeneidade ambiental de cada área. Foram analisados os parâmetros químicos: pH em água; teores de P, K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} e Al^{3+} ; complexo sortivo (acidez potencial (H+Al), saturação por bases (V%), soma de bases (SB), CTC a pH 7 (T), CTC efetiva (t) e saturação por alumínio (m%) e matéria orgânica (MO).

2.2.2 –Análises Estatísticas

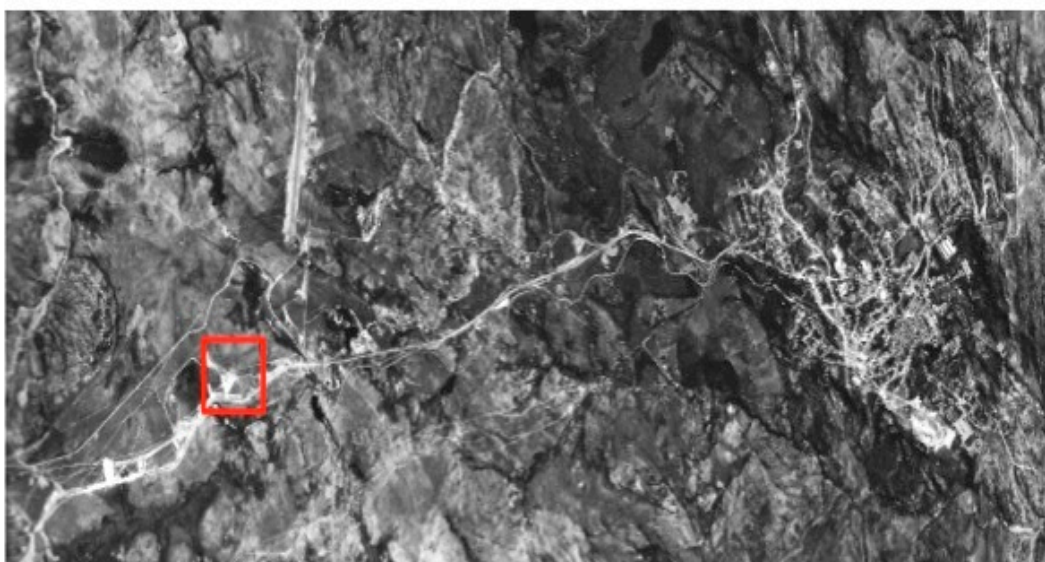
A partir dos resultados das análises químicas e físicas, os dados obtidos para as quatro áreas degradadas, foram aferidos e submetidos a comparação com os dados estimados por Amaral (2012) em áreas referencias de Campo Rupestre, próximas às áreas deste estudo. Complementando as comparações feitas, realizou-se uma análise de componentes principais (PCA) pelo uso do software PCORD versão 6, de modo que este método mostrasse sinteticamente as variáveis de maior relevância na correlação dos componentes analisados.

3- RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Degradação das áreas

A fotointerpretação a partir das fotografias aéreas permite constatar que as quatro áreas são superfícies de empréstimo de cascalho para construção parcial da BR 367, pela exposição do substrato exposto que se apresenta em branco, devido à forte reflectância. Sua degradação ocorreu entre as décadas de 1960 e 1970 (Figuras 7 e 8), permitindo assim, estimar a idade mínima dessas degradações em pelo menos 50 anos. A Área 1 apresenta-se degradada na fotografia aérea referente ao sobrevoo de 1966 (Figura 7).

Figura 7: Fotografia aérea de 1966, escala 1:40.000, com extração de cascalho já observada na área 1, na forma de funil, na tonalidade branca, devido a forte reflectância.



Fonte: Brazil, Projeto AF-63-32, data do voo: 1964-1967. Altitude: 30.000 ASL. Escala nominal: 1:60.000. CPRM: 2423.

Figura 8: Mosaico de fotografias aéreas das 4 áreas analisadas ao longo do trecho da BR 367 entre a área urbana de Diamantina e o distrito de Guinda. Nas quais pode ser observada as 4 áreas já degradadas, que se encontram demarcadas em vermelho.



Fonte: Obra 12/DNPM-CPRM/1979, Projeto Serra do Espinhaço, escala 1: 100.000, Escala nominal das fotografias: 1: 25.000. Data do vôo: 12/07 a 27/10/1979. Executado pela Embrafoto.

3.2- Caracterização física e química do substrato

A caracterização física e química dos substratos evidenciam pouca variação global dos atributos entre estratos. Indicam que o processo de retirada da camada superficial de solo foi responsável pela exposição de substratos predominantemente arenosos, exceto para o substrato correspondente a área 2, classificado como textura média (PRADO, 2013).

Embora observadas diferenças em relação a alguns atributos químicos e físicos entre as áreas e até mesmo dentro das próprias, entre os estratos, constatou-se que no geral os substratos das quatro áreas degradadas apresentam baixa fertilidade natural. O que corrobora com os resultados obtidos por NEGREIROS *et al.* (2011) na Serra do Cipó indicando também que solos de áreas degradadas em Cerrado Rupestre são propensos à erosão, com consequente lixiviação de seus constituintes químicos.

A partir da classificação do coeficiente de variação (CV), proposta por Warrick e Nielsen (1980), se calculou o CV a partir dos valores obtidos pelos estratos definidos em cada área. Para o CV do teor de areia entre os estratos das áreas 1, 3 e 4 é considerado baixo (< 12), com altos teores de areia para cada área. Para a área 2, não se calculou CV, uma vez que tal área é representada por um estrato único.

O parâmetro porcentagem de argila já apresentou CV alto (>62%) com exceção dos estratos referentes a área 4, em que argila apresentou valores muito baixos em todos os estratos. Os demais atributos físicos estudados (PT, Mac, Mic, R. max) tiveram CV médio (12 a 62%).

No que concerne aos atributos químicos pH, P, K, Mg, Cu, Al e t para as quatro áreas degradadas, o coeficiente de variação registrados são classificados como baixos (<12). Os parâmetros H+Al, SB e T registraram CV baixo, e médio (12 a 62%) para a área 3. Já, os valores de m%, M.O, Fe, Mn e Zn geraram coeficientes de variação médios, dentro das áreas, avaliando os valores dos estratos.

Segundo Frogbrook (2002), valores elevados de CV podem ser considerados como os primeiros indicadores da existência de heterogeneidade do substrato. Prescreve-se então que a variável argila, com CV>62%, destacou-se como atributo que mais variou entre os estratos.

O atributo pH manteve-se semelhante em todas os estratos com caráter ácido médio segundo Alvarez (1999). Contrariamente ao esperado, os solos analisados neste estudo apresentam em média, valores significativamente maiores para as quatro áreas quanto a acidez quando comparados a áreas referencias de Campo Rupestre do trabalho de Amaral *et al.* (2013) cujo valor médio encontrado foi de 4,63, considerado de acidez elevada na classificação de Alvarez (1999).

Barbosa *et al.* (2010) argumenta, que o uso do cascalho de pedra calcária, rica em cálcio, e responsável pela calagem das margens de estradas pavimentadas. (Tabela 3). Deste modo, contrariamente ao esperado, os solos das áreas degradadas aqui estudadas foram em média menos ácidos e com menores teores de alumínio àqueles encontrados em áreas originais de campo rupestre (AMARAL *et al.* 2013).

Os baixos valores de Al no substrato degradado podem ser explicados pela distribuição heterogênea deste elemento no perfil do solo, com maior concentração nas camadas superiores dos solos, ausentes nos substratos destas caixas de empréstimo. Obras rodoviárias, sobretudo asfaltamento em áreas de solos quartzarênicos contribuem para a diminuição dos níveis de Al, tornando assim, estas áreas mais aptas ao estabelecimento de espécies exóticas invasoras, ameaçando a existência da flora nativa e seus associados (BARBOSA *et al.*, 2010; NEGREIROS *et al.* 2011).

O substrato degradado aqui estudado (Tabela 3) apresentou valores inferiores de atributos químicos aos resultados obtidos em área referência de Campo Rupestre na Serra do Espinhaço Meridional (AMARAL *et al.* 2013).

Tabela 3: Atributos químicos do substrato superficial (0-20 cm) de sete estratos definidos neste estudo, em quatro áreas degradadas em Cerrado Rupestre.

Id.	Área	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	t	T	m	V	M.O
E1-C	1	5,43	0,6	9,75	0,22	0,06	0,04	1,64	0,3	0,34	1,94	11,78	15,58	0,14
E2-M		4,99	0,94	9,75	0,25	0,03	0,06	1,04	0,3	0,36	1,34	16,69	22,56	0,13
E3-U	2	5,2	0,35	-	0,21	0,04	0,02	2,18	0,25	0,27	2,43	7,54	10,17	0,12
E4-C	3	5,38	0,33	4,88	0,13	0,19	0,04	1,9	0,33	0,37	2,23	11,62	15,18	0,07
E5-M		4,94	0,62	9,75	0,19	0,08	0,07	2,25	0,29	0,36	2,54	19,37	11,77	0,48
E6-C	4	5,24	0,62	-	0,18	0,08	0,04	0,71	0,26	0,3	0,96	13,39	26,68	0,03
E7-M		5,09	1,5	-	0,18	0,11	0,06	0,78	0,29	0,35	1,08	15,45	27,84	0,04
Ref		4,63	4,73	9,57	0,57	0,23	4,18	30,1	1,05	5,22	31,14	79,8	3,46	5,11

PH em água: Relação solo-água 1:2,5. P e K: Extrator Mehlich-1. Ca, Mg e Al: Extrator KCl 1 mol L⁻¹. t: Capacidade de troca de cátions efetiva. T: Capacidade de troca de cátions a pH 7,0. m: Saturação de alumínio. V: Saturação por bases. MO: Matéria orgânica determinado pelo método colorimétrico. Não tem desvio padrão para área 2, por ser representado por um estrato único. Ref: Dados obtidos em área referencia em Campo Rupestre, por AMARAL *et al.*, 2013.

Estes autores encontraram valores de 5,1 (dag/kg) para MO, 4,73mg/dm³ para P; 95,7mg/dm³ para K e valores consideravelmente superiores aos encontrados aqui, para Ca e Mg, conseqüentemente, SB. De acordo com a interpretação de Alvarez *et al.* (1999), utilizada para solos agrícolas, os teores de P, Mn, t, MO, Ca, K, SB e CTC encontrados neste trabalho são classificados como de níveis muito baixos. Os outros atributos são inclusos na classe de níveis baixos: Zn, Mg, H+Al.

Os teores mais baixos dos nutrientes P, K e SB foram registrados nos estratos da área 4 (Tabela 3). Os altos teores de areia no substrato degradado refletem também na fertilidade. Peculiaridade inerente a solos em quartzito, que têm baixo teor de carbono e conteúdo de nutrientes indicando uma degradação contínua, processo promovido pela intensa lixiviação e menor manutenção por falta de argilas (BENITES *et al.*, 2007). Contudo, para Silva *et al.* (2004), estes resultados já eram esperados, uma vez que estes substratos constituem materiais pouco intemperizados.

Uma provável técnica para evitar que o P seja um elemento limitante para a regeneração natural, é o uso de espécies com alto potencial para a formação de micorrizas: fatores que são importantes no manejo de recuperação de áreas (Siqueira *et al.*, 1998). Outra sugestão, seria a adoção de práticas silviculturais que aumentam percentual de MO no solo,

uma vez que o desaparecimento progressivo da matéria orgânica gera a imobilização do P, diminuindo sua disponibilidade para a comunidade vegetal (MONTAGNINI; JORDAN, 2002).

Em relação à classificação agronômica utilizada para interpretação dos níveis nutricionais dos solos do Estado de Minas, a saturação por base (SB) apresentou variação de classificação por estratos: E7 e E8 (área 4) e E2 (área 1) são classificados como baixos e os estratos restantes em muito baixo. Para m% (saturação por Al^{3+}), os estratos E2 (área 1) E4, E5 (área 3), E6 e E7 (área 4) são classificados como baixos e os E1 (área 1), E3 (área 2), E5 (área 3), E6 e E7 (área 4) de níveis muito baixos. Para V% (saturação por bases) E1, E3, E4, E5, são muito baixos e E6, E7 e E2 são baixos. E para o Cu, E5, E7, E8, E9, E10 e E11 são baixos e os outros, muito baixos.

Entretanto, essa classificação não é capaz de indicar a magnitude das limitações nutricionais que estes solos possam estar oferecendo para a vegetação de campo rupestre local, visto que uma mesma condição nutricional pode ser limitante ou não, dependendo da espécie em particular, da variedade desta ou mesmo do genótipo individual (CHAPIN *et al.*, 1986; NEGREIROS *et al.*, 2009).

Para a capacidade de troca catiônica (t) presente no solo os valores encontrados variam de 0,96 a 2,48 Cmoc/dm³, considerados muito baixos e indicativos de solo arenoso com baixo teor de matéria orgânica e, quando argiloso, com predomínio de argilas de baixa atividade, o que corrobora com dados físicos dos substratos e valores de MO obtidos.

O atributo MO obtido para todas as áreas foi muito baixo, variando entre 0,03 a 0,2 dag/kg (Tabela 3). Na área 4, valores nulos foram encontrados para os estratos marginais e centrais. Valores superiores foram encontrados na área 3, nos estratos marginais. Nestes estratos foi observado presença de uma regeneração natural mais complexa e composição florística diversificada, o que pode acarretar na imobilização mais significativa do Ca e Mg, elementos considerados componentes estruturais dos vegetais (MORAES *et al.*, 2008) além do fato de atuarem no ciclo biogeoquímico pela vegetação, diferentemente de outros materiais orgânicos em solos associados com afloramentos rochosos (BENITES *et al.* 2007).

O baixo nível de matéria orgânica em substratos degradados acarreta em sua baixa resiliência, para Longo *et al.* (2005) tal deficiência é um fator fundamental a se considerar no manejo da recuperação de substratos degradados, como suporte para o estabelecimento e desenvolvimento da futura vegetação colonizadora.

Devido ao aumento dos teores médios de matéria orgânica na área de referência em relação a outras situações, pode-se inferir que as áreas referenciadas têm maior fecundidade e maior resiliência (LONGO *et al.*, 2011), em comparação com as áreas degradadas em processo de regeneração.

Assim, a perda de matéria orgânica é uma característica que deve ser exercida durante a restauração do substrato degradado (LONGO *et al.*, 2005), uma vez que atua como um suporte para o estabelecimento e desenvolvimento de vegetação colonizadora. E os valores encontrados para o parâmetro profundidade máxima tanto em estratos marginais quanto centrais foram altos nas áreas 3 e 4, assim como o DMG (Tabela 4).

Um percentual significativamente maior de areia foi encontrado nos solos da área 4, o que era esperado a partir de seu substrato rochoso, constituído por quartzitos puros da Formação Galho do Miguel (Tabela 4).

A textura arenosa e a topografia podem explicar a presença acentuada de material coluvial principalmente nas áreas 1 e 4, uma vez que este tipo de solo e a inclinação mais acentuada do relevo acentuam a propensão à erosão, com consequente lixiviação de seus constituintes químicos. Tal afirmação é sustentada pelos valores do diâmetro médio geométrico (DMG) obtidos em análise de estabilidade pelo método de peneiramento em água no qual, quanto menor o valor de diâmetro médio maior a erodibilidade do solo.

Densidade (Ds) e porosidade total (Pt) de solos são atributos fortemente relacionados. A Ds pode explicar parte do volume de água disponível (AD) no solo do Cerrado. (GOEDERT, 2005; ALVES *et al.*, 2007). A proporção entre macro e microporos é outra característica que influencia o volume de água disponível em solos (BRADY; WEIL, 2002).

Valores elevados para densidade do solo, é efeito imediato quando ocorre a degradação de sua estrutura, o que acarreta a redução da macroporosidade. Alves (1992), Anjos *et al.* (1994) e Veiga *et al.* (1994) observaram em solos degradados, que há relação inversa entre densidade do solo e porosidade total.

Reichert *et al.* (2003) consideram 1,55 Mg m⁻³ para densidade do solo como densidade crítica para o bom crescimento do sistema radicular em solos de textura média. Pode-se considerar então, apenas os estratos marginais da área 1 e 3 em condição de densidade dos substratos degradados inclusos no limite crítico para o desenvolvimento das plantas. Este resultado para densidade do solo, pode estar associado ao processo natural do

solo ou ao acúmulo de pressões pelo tráfego de máquinas escavadeiras ainda na época da retirada do cascalho. (RODRIGUES *et al.* 2007)

Diretamente relacionado ao processo de compactação da estrutura do solo, os valores obtidos para resistência mecânica a penetração (RP Max.) ultrapassam os valores obtidos em áreas de extração de ouro e diamante, bem como solo referência de Campo Rupestre (Tabela 4) obtidos no estudo de Amaral (2012). Valores de RP Max. a partir de 2,5MPa são considerados limitantes para o crescimento e desenvolvimento adequado de plantas cultivadas (CAMARGO; ALLEONI, 1997). Assim, os substratos das quatro áreas degradadas apresentam limitações ao crescimento das plantas nas camadas de 0 a 40 cm, havendo a necessidade de algumas práticas silviculturais de preparo do solo antes da semeadura ou plantio de mudas durante o processo de recuperação destas áreas degradadas visando favorecer o desenvolvimento das plantas colonizadoras.

Tabela 4: Atributos físicos do substrato superficial (0-20 cm) de onze estratos definidos neste estudo, em quatro áreas degradadas.

Id.	Área	%Areia	%Silte	%Argila	Ds	Dp	DMG	PT	Ma	Mic	Prof. Max	RP Max.
E1-C	1	77,45	11,55	11	1,61	2,43	0,91	36,79	13,22	23,57	6,5	3,73
E2-M		84,43	13,33	2,25	1,48	2,66	1,15	44,49	20,27	24,21	17,75	4,19
E3-U	2	48,85	20,59	30,55	1,64	2,42	1,46	31,51	6,95	12,26	9,27	3,52
E4-C	3	65,28	21,1	13,62	1,41	2,66	0,95	48,34	22,96	18,77	12,29	4,29
E5-M		65,33	20,29	11,86	1,34	2,56	1	52,14	15,7	27,8	22	3,85
E6-C	4	89,1	6,57	4,33	1,56	2,5	0,43	37,86	14,13	23,73	19,88	4,53
E7-M		88,69	8,42	2,89	1,58	2,51	0,46	37,19	16,25	20,94	18,07	4,52
	Ref.	30,6	25,1	44,3								1,87

Ref.: Área referência de Campo Rupestre. % Areia: porcentagem de areia; % Silte: porcentagem de silte; %Argila: Porcentagem de argila; Ds: Densidade aparente do solo (g/cm³); Dp: Densidade de partículas (g/cm³); DMG: Diâmetro médio geométrico (mm); PT (%): Porosidade total; Ma (%): Macro porosidade; Mic (6KPa): Micro porosidade; Prof. Max: Profundidade Máxima (cm); Resistencia máxima a penetração (MPa). E: estrato, M: Marginal, C: Central.

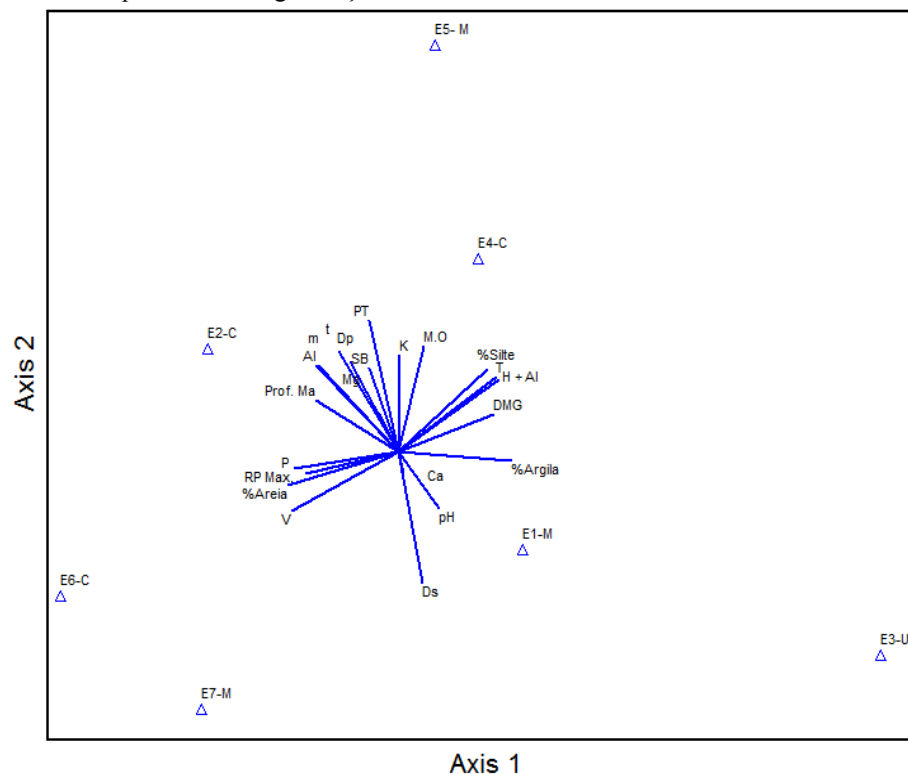
A análise de componentes principais (Figura 10) foi realizada a partir de uma matriz dos sete estratos por 22 parâmetros físicos e químicos inseridos para interpretação. Os eixos 1 e 2 explicaram 69,7% da variância global dos dados.

A ordenação dos estratos por vetores das variáveis ambientais, nos dois primeiros componentes da PCA, indica que os estratos da área 1, são divergentes, estando os estratos marginais (E1-M) localizados próximos ao alto percentual de argila, pH, Ca. Os estratos centrais, (E2-C) se aproximam do alto teor de areia, Al, m, t e PT.

Na porção superior, concentram-se os estratos da área 3,(E4-C, E5-M) com maiores teores de MO, K, Silte, T e SB. Já o estrato único da área 2, (E3-U) localiza-se afastado dos demais estratos por apresentar maiores teores de argila e DMG.

Formam um grupo à esquerda do gráfico, os estratos da área 4, positivamente correlacionados com porcentagem de areia, uma vez que apresenta maiores teores desta variável (89,1%) logo, maior densidade aparente do solo.

Figura 10 - Análise de componentes principais (PCA) das variáveis ambientais coletadas de sete estratos em quatro áreas degradadas em processo de regeneração natural.



E:Estratos; M: Marginal; C:Central; U:Unico

O PH indica as condições gerais de fertilidade de solo (BRADY; WEIL, 2002), e a disponibilidade de nutrientes é fortemente influenciada por ele (Malavolta, 1987). Dos 17 atributos químicos analisados no substrato degradado das quatro áreas (PH, P, K, Ca, Mg, Al, H+Al, SB, t, T, m(%), V(%), M.O, Cu, Fe, Mn, e Zn.) na PCA realizada, (Figura 10) o pH em água, como pode ser observado na PCA, correlacionou-se inversamente com doze deles: Cu, K+, Zn, Mn, P, Al, H+Al, SB, M.O, Fe, t, e m% (Figura 10).

A partir da análise da PCA, nota-se a relação inversa entre os parâmetros Pt (porosidade total) e a Ds (Densidade aparente do solo). Os estratos E6-C e E7-M, (área 4) apresentaram os maiores valores para Ds enquanto que os maiores valores de Pt foram dos estratos E3-U (marginal área 1), E5-M (marginal área 3) onde o volume colúvio é mais maior

com presença forte gramíneas; (estratos marginais da área 3) nos quais a regeneração natural é mais complexa e composição florística mais diversificada.

A profundidade do solo é extremamente variável, em função da topografia local, com solos muito rasos em encostas íngremes e solos mais profundos sobre as áreas mais estáveis (BENITES *et al.* 2003) Esta variável foi significativa na PCA, com alto valor de variação e se correlacionando positivamente com macro e micro porosidade, níveis de P e Mg. Atingindo maiores cotas no estrato E5, marginal da área 3 no ambiente mais desenvolvido da área, e novamente o E2, marginal da área 1.

Visto que não foi observado nenhum tipo de regeneração substancial de vegetação nas áreas degradadas após aproximadamente 5 décadas de retirada do solo superficial e abandono, há indicações de que a alteração da estrutura física combinada com a lixiviação e a descaracterização química destes solos tenham sido os principais fatores que impediram a regeneração natural dessas áreas.

Tal fato sugere que cascalheiras inseridas em Campos Rupestres sejam ambientes extremamente frágeis e de baixa resiliência, com tendência a erosão e conseqüente lixiviação de seus constituintes químicos.

Deste modo, caixas de empréstimo de cascalho em campos Rupestres, demandam estratégias de restauração ecológica de áreas degradadas condizentes com suas peculiaridades bióticas e abióticas, em contraste com os métodos tradicionais de revegetação de áreas degradadas. Nesses ambientes devem ser empregadas técnicas que mantenham as propriedades naturais de baixa fertilidade dos campos rupestres, a fim de prevenir a invasão de espécies exóticas nessas áreas.

4- CONCLUSÕES

Os dados apresentados permitem concluir que a área foi degradada entre a década de 1960 e 1970, pela fotointerpretação de fotografias aéreas.

A partir caracterização dos atributos químicos e físicos dos substratos degradados, observou-se que os estes apresentam elevada limitação ao desenvolvimento de plantas colonizadoras, devido a carência de macronutrientes, matéria orgânica e capacidade de troca catiônica. Além do predomínio de solos com alta porcentagem de areia, classificando-os como solos arenosos, de alta densidade.

A partir da PCA, foi possível verificar que as variáveis ambientais se distribuem de forma homogênea dentro das áreas, baixa variância dentro de cada área.

A partir comparação realizada entre atributos químicos e físicos de substratos degradados e solos referência de Campo Rupestre e possível sugerir que a construção da estrada asfaltada modificou as condições físicas e químicas do solo adjacente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A.A de. **Análise geomorfológica: reflexão e aplicação.** (Uma contribuição ao conhecimento das formas de relevo do Planalto de Diamantina-MG). SP, Tese de Livre-Docência, Departamento de Geografia, FFLCH-USP, 1982.

ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (eds). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação.** Viçosa (MG): Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, p.25-32. 1999.

ALVES, M.C. **Sistemas de rotação de culturas com plantio direto em Latossolo Roxo:** Efeitos nas propriedades físicas e químicas. 1992, 173p. Piracicaba, Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1992.

ALVES, M.C.; SUZUKI, L.G.A.S.; SUZUKI, L.E.A.S. Densidade do solo e infiltração de água como indicadores da qualidade física de um Latossolo Vermelho distrófico em recuperação. **Revista Brasileira de Ciência Do Solo**, 31: 617-625, 2007.

AMARAL W. G. **Caracterização de áreas em Diamantina (MG) sob diferentes tipos de degradação:** Substrato, Dinâmica da vegetação e paisagem. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) –Departamento de Engenharia Florestal, Universidade dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012.

AMARAL, W.G.; PEREIRA, I.M.; MACHADO, E.L.; OLIVEIRA, P.A.; DIAS, L.G.; MUCIDA, D.P.; AMARAL, C.S. Relação das espécies colonizadoras com as características do substrato em áreas degradadas na Serra do Espinhaço Meridional. **Bioscience Journal**, 29 (5): 1696-1707, 2013.

ANJOS, J.T.; UBERTI, A.A.A.; VIZZOTO, V.J.; LEITE, G.B.; KRIEGER, M. Propriedades físicas em solos sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência Do Solo**, 15: 139-145, 1994.

AUGUSTIN, C.H.R.R.; FONSECA, B.M.; ROCHA, L.C. Mapeamento geomorfológico da Serra do Espinhaço Meridional: primeira aproximação. **Geonomos**, 19(2): 50-69, 2011.

BARBOSA, N.P.U.; FERNANDES, G.W.; CARNEIRO, M.A.A.; JÚNIOR, L.A.C. Distribution of non-native invasive species and soil properties in proximity to paved roads and unpaved roads in a quartzitic mountainous grassland of southeastern Brazil (rupestrian fields). **Biological Invasions**, 12 (11): 3745-3755, 2010.

BARTH, R.C. **Avaliação da recuperação de áreas mineradas no Brasil**. 1^a ed. Viçosa: UFV (Boletim Técnico SIF), 41p. 1989.

BENITES, V.M.; SCHAEFER, C.E.G.R.; SIMAS, F.N.B.; SANTOS, H.G. Soils associated with rock outcrops in the Brazilian mountain ranges Mantiqueira and Espinhaço. **Revista Brasileira de Botânica**, 30:569-577, 2007.

BRADY, N.C.; WEIL, R.R. **The nature and properties of soils**. 13^a ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2002. 960p.

CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento de plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1997. 132p.

CAMPOS, J. R. R., SILVA, A. C., VASCONCELLOS, L. L., SILVA, D. V., ROMÃO, R. V., SILVA, E. B.; GRAZZIOTTI, P. H. Pedochronology and development of peat bog in the environmental protection area Pau-de-Fruta - Diamantina, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência Do Solo**, 34(6):1965–1975. 2010.

CANARACHE, A. Penetrografaer a generalized semi-empirical model estimating soil resistance to penetration. **Soil Tillage Research**, 16 (1): 51-70, 1990.

CHAPIN, F.S.; VITOUSEK, P.M.; VAN CLEVE, K. The nature of nutrient limitation in plant communities. **American naturalist**, 127 (1): 48-58, 1986.

CHAVES, M.L.S.C.; ANDRADE, K.W.; BENITEZ, L. Pico do Itambé, Serra do Espinhaço, MG - Imponente relevo residual na superfície de erosão Gondwana. In: WINGE,M.; SCHOBENHAUS,C.; SOUZA,C.R.G.; FERNANDES,A.C.S.; BERBERT-BORN,M.; SALLUN FILHO,W.; QUEIROZ,E.T.; (Eds.) **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Brasília: CPRM, 2013. 332p.; v.3.

COLODRO, G.; ESPÍNDOLA, R. Alterações na fertilidade de um latossolo degradado em resposta à aplicação de lodo de esgoto. **Acta Scientiarum. Agronomy** 28(1):1-5, 2006.

DOSSIN, I.A.; DOSSIN, T.M.; CHAVES, M.L.S.C. Compartimentação litoestratigráfica do Supergrupo Espinhaço em Minas Gerais: Os grupos Diamantina e Conselheiro Mata. **Revista Brasileira de Geociências**, 20:178-186, 1990.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2000.

FOGAÇA, A. C. C. Geologia da Folha Diamantina. In: GROSSI-SAD, J. H.; LOBATO, L. M.; PEDROSA-SOARES, A. C.; SOARES-FILHO, B. S. (coordenadores e editores). **PROJETO ESPINHAÇO EM CD-ROM (textos, mapas e anexos)**. Belo Horizonte, COMIG - Companhia Mineradora de Minas Gerais. p. 1575-1665. 1997.

FROGBROOK, Z. Exploring the spatial relations between cereal yield and soil chemical properties and the implications for sampling. **Soil Use and Management**, 18(1):1-9, 2002.

GALVÃO, M.V.; NIMER, E. Clima. In: **Geografia do Brasil – Grande Região Leste**. Rio de Janeiro: IBGE, p. 139. 1965.

GOEDERT, W.J.; CORRÊA, R.S. Usos, degradação e qualidade do solo. In: CORRÊA, R.S.; BAPTISTA, G.M.M. (Orgs). **Mineração e áreas degradadas no Cerrado**. Brasília: Universa, p.159-172. 2004.

GOMIDE, P.H.O.; SILVA, M.L.N.; SOARES, C.R.F.S. Atributos Físicos, Químicos e Biológicos do Solo em Ambientes de Voçorocas no município de Lavras, MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 35: 567-577, 2011.

HAAG, H.P. **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais**. Campinas: Fundação Cargill, p. 162, 1985.

KIEHL, E.J. **Manual de edafologia**. São Paulo: Ceres, 1979. 262p.

LONGO, M.R.; A.I. RIBEIRO; W.J. MELO. Uso da adubação verde na recuperação de solos degradados por mineração na floresta amazônica. **Bragantia**, 70: 139-146. 2011.

LONGO, R.M.; RIBEIRO, A.I. MELO, W.J. Caracterização física e química de áreas mineradas pela extração de cassiteria. **Solos e Nutrição de Plantas**, 64(1):101-107, 2005.

LOPES, A.F.; MILAGRES A.R.; PIUZANA, D.; MORAIS, M.S. Viajantes e Naturalistas do século XIX: A reconstrução do antigo Distrito Diamantino na Literatura de Viagem. **Caderno de Geografia**, 21(36): 66-87, 2011.

LOPES, A.S.; SILVA, M.C.; GUILHERME, L.R.G. **Acidez do solo e calagem**. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas, 1991. 15p. (Boletim Técnico, 1).

MALAVOLTA, E. **Manual de calagem e adubação das principais culturas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1987. 496p.

MENEZES, N.L.; GIULIETTI, A.M. Campos rupestres. In: MENDONÇA, M.P.; LINS, L.V. (eds). **Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas Gerais**. Minas Gerais, Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas & Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte. P. 65-73. 2000.

MONTAGNINI, F.; JORDAN C. Reciclaje de Nutrientes. In: GUARIGUATA, MR; KATTAN, GH MONTAGNINI, Florencia; JORDAN, Cari F. Reciclaje de nutrientes. **Ecología y conservación de bosques neotropicales**. Cartago (Costa Rica): Libro Universitario Regional, p. 167-192, 2002.

MORAES, L.F.D.; CAMPELLO, E.F.C.; PEREIRA, M.G.; LOSS, A. Características do solo na restauração de áreas degradadas na reserva biológica de Poço das Antas, RJ. **Ciência Florestal**, 18(2):193-206, 2008.

MORALES, P.R.D. Prefacio. In: BELLIA, V. et al. **Introdução à gestão ambiental de estradas**. Rio de Janeiro: IME/FRF, 2005. 160p.

NEGREIROS, D.; FERNANDES, G.W.; SILVEIRA, F.A.O.; CHALUB, C. Seedling growth and biomass allocation of endemic and threatened shrubs of rupestrian fields. **acta oecologica**, 35(2):301-310, 2009.

NEVES, S.C; HORN, A.H.; FRAGA, L.M.S. Geoquímica ambiental da sub-bacia hidrografica do ribeirão das Pedras, Diamantina, MG. **Geonomos** 16(2): 63-68, 2008.

OLIVEIRA, C. G.; SEVERIANO, C. E.; MELLO, R. C. Dinâmica da Resistência à Penetração de um Latossolo Vermelho da Microrregião de Goiânia, GO. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, 11(3): 265-270, 2007.

PIGNATARO NETTO, I.T.; KATO, E.; GOEDERT, W.J. Atributos físicos e químicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob pastagens com diferentes históricos de uso. **Revista Brasileira de Ciência Do Solo**, 33:1441-1448, 2009.

PRADO. H do. **Pedologia Fácil**. 4^a ed. Piracicaba: H. do Prado, 2013. 284 p.

REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. & BRAIDA, J.A. Qualidade do solo e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **R. Ci. Amb.**, 27:29-48, 2003.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. **Cerrado: Ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa-CPAC, p.89-166. 1998.

RODRIGUES, G. B.; MALTONI, K. L.; CASSIOLATO, A. M. R. Dinâmica da regeneração do subsolo de áreas degradadas dentro do bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 73-80, 2007.

SAADI, A.A. Geomorfologia da Serra do Espinhaço em Minas Gerais e de suas Margens. Belo Horizonte, **Geonomos** 3(1): 41-63, 1995.

SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. V. S. F.; ALMEIDA-ABREU, P. A. (Org.). **Serra do Espinhaço Meridional: Paisagens e Ambientes**. 1ed. Diamantina: UFVJM - Faculdade de Ciências Agrárias, 2005. 272p.

SILVA, S. R.; PROCÓPIO S. O.; QUEIROZ, T.F.N.; DIAS, L. E. Caracterização de Rejeito de Mineração de Ouro para Avaliação de Solubilização de Metais Pesados e Arsênio e Revegetação Local. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 28: 189-196, 2004.

SIQUEIRA, J. O.; CARNEIRO, M. A. C.; CURTI, N.; ROSADO, S. C. S.; DAVIDE, A. C. Mycorrhizal colonization and mycotrophic growth of native wood species as related to successional groups in southeastern Brazil. **Forest Ecology and Management** 107: 241-252. 1998.

STCP ENGENHARIA DE PROJETOS LTDA. **Plano De Manejo Do Parque Estadual Do Biribiri. Planejamento Da Unidade De Conservação**. Volume I e II – Encarte 1. SDS-02/02 - Revisão Final. Curitiba – PR: Setembro, 2004.

VEIGA, M.; BASSIL, L.; ROSSO, A. **Degradação do solo e da água: Manual de uso, manejo e conservação do solo e da água**. 2ª ed. Florianópolis: Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 1994. 384 p.

VIANA, L. R.; FERNANDES, G. W.; SILVA, C. A. Ecological road threatens endemic Brazilian plant with extinction. **Plant Talk**, 41(15): 15. 2005.

WARRICK, A.W.; NIELSEN, D.R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D. (ed.) **Application of soil physics**. New York: Academic Press, p. 319-344, 1980.

Apêndice A: Atributos químicos do substrato superficial (0-20 cm) de quatro áreas sob diferentes tipos pretéritos de degradação em região de campo rupestre, sendo médias \pm desvios padrão das n amostras de cada uma das quatro áreas.

Id.	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	AR
PH (água)	5,21 \pm 0,31	5,2	5,215 \pm 0,28	5,24 \pm 0,31	4,63
P (mg/dm ³)	0,77 \pm 0,17	0,35	0,46 \pm 0,18	5,24 \pm 0,31	4,73
K (mg/dm ³)	9,75 \pm 0,00	0	9,75 \pm 4,89	0,00 \pm 0,00	9,57
Ca (Cmoc/dm ³)	0,23 \pm 0,01	0,21	0,19 \pm 0,09	0,18 \pm 0,03	0,57
Mg (Cmoc/dm ³)	0,04 \pm 0,02	0,04	0,12 \pm 0,09	0,09 \pm 0,04	0,23
Al (Cmoc/dm ³)	0,05 \pm 0,01	0,02	0,06 \pm 0,06	0,04 \pm 0,02	4,18
H + Al (Cmolc/dm ³)	1,34 \pm 0,00	2,18	2,13 \pm 0,60	0,71 \pm 0,15	30,1
SB (Cmoc/dm ³)	0,30 \pm 0,00	0,25	0,29 \pm 0,07	0,28 \pm 0,02	1,05
t (Cmoc/dm ³)	0,35 \pm 0,01	0,27	0,36 \pm 0,06	0,32 \pm 0,04	5,22
T (Cmoc/dm ³)	1,94 \pm 1,00	2,43	2,48 \pm 0,64	0,96 \pm 0,17	31,14
m (%)	14,23 \pm 3,47	7,54	17,02 \pm 6,09	13,39 \pm 5,38	79,8
V (%)	19,07 \pm 4,93	10,17	13,89 \pm 2,45	26,68 \pm 3,53	3,46
M.O (dag/kg)	0,13 \pm 0,01	0,12	0,2 \pm 0,27	0,03 \pm 0,04	5,11

PH em água: Relação solo-água 1:2,5. P e K: Extrator Mehlich-1. Ca, Mg e Al: Extrator KCl 1 mol L⁻¹. t: Capacidade de troca de cátions efetiva. T: Capacidade de troca de cátions a pH 7,0. m: Saturação de alumínio. V: Saturação por bases. MO: Matéria orgânica determinado pelo método colorimétrico. Não tem desvio padrão para área 2, por ser representado por um estrato único.

Apêndice B: Atributos físicos do substrato superficial (0-20 cm) de quatro áreas degradadas pela extração de cascalho para pavimentação da BR-367 na década de 60, e uma área referencia de Cerrado Rupestre na Serra do Espinhaço.

	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	AR
%Areia	80,94 \pm 4,93	48,85	65,28 \pm 2,13	89,1 \pm 3,96	30,6
%Silte	12,44 \pm 1,26	20,59	20,68 \pm 3,83	6,57 \pm 3,87	25,1
%Argila	6,82 \pm 6,19	30,55	12,76 \pm 3,99	3,08 \pm 1,67	44,3
Ds (g/cm ³)	1,55 \pm 0,07	1,64	1,41 \pm 0,09	1,56 \pm 0,06	
Dp (g/cm ³)	2,55 \pm 0,16	2,42	2,56 \pm 2,56	2,50 \pm 0,02	
DMG (mm)	1,03 \pm 0,17	1,46	1,0 \pm 0,20	0,46 \pm 0,05	
PT (%)	40,64 \pm 5,44	31,51	50,82 \pm 2,79	37,86 \pm 2,71	
Ma (%)	16,74 \pm 4,99	6,95	17,20 \pm 5,68	14,13 \pm 2,65	
Mic (6KPa)	23,89 \pm 0,45	12,26	21,52 \pm 8,62	21,96 \pm 1,87	
Prof. Max. (cm)	12,13 \pm 7,95	9,54	17,63 \pm 5,97	18,07 \pm 7,31	
RP Max. (MPa)	3,96 \pm 0,33	3,52	4,19 \pm 0,39	4,52 \pm 0,34	1,87

% Areia: porcentagem de areia; % Silte: porcentagem de silte; %Argila: Porcentagem de argila; Ds: Densidade aparente do solo; Dp: Densidade de partículas; DMG: Diâmetro médio geométrico; PT (%): Porosidade total; Ma (%): Macro porosidade; % Mic (a 6KPa): Micro porosidade; Prof. Max: Profundidade Máxima; Resistencia máxima a penetração; AR: Area referencia de Cerrado Rupestre, dados obtidos no trabalho de Amaral *et al.* (2013).

CAPÍTULO II – INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA FLORÍSTICA E ESTRUTURA DE CAMPOS RUPESTRES DEGRADADOS DA SERRA DO ESPINHAÇO MERIDIONAL

RESUMO

Este trabalho foi realizado em quatro áreas degradadas em processo de regeneração natural em Diamantina, MG, no trecho da BR- 367 que liga a zona urbana ao distrito de Guinda. A rodovia foi construído em área de campo rupestre do denominado Planalto de Diamantina abrangendo uma região que possui inúmeras referências quanto a sua importância para os ecossistemas campestres. O objetivo do trabalho foi relacionar a distribuição da abundância das espécies colonizadoras com os parâmetros físicos e químicos de solo. Para levantamento da comunidade vegetal foi empregado o método da interseção na linha. As espécies amostradas foram relacionadas a parâmetros físicos e químicos do substrato . Para analisar as correlações entre os gradientes ambientais e vegetacionais foi empregada a Análise de Correspondência Canônica (CCA). No geral foram amostrados 1.517 indivíduos, pertencentes a 22 famílias e 109 espécies, sendo que 22 espécies foram identificadas apenas ao nível de gênero. As espécies foram classificadas nas guildas de regeneração, estratificação e dispersão. Foram calculados, por estrato, os parâmetros fitossociológicos: frequência absoluta (FA) e frequência relativa (FR); cobertura absoluta (CA) e cobertura relativa (CR); e o valor de importância (VI). Verificou-se que houve relação entre os gradientes ambientais e a abundância e composição florística da vegetação colonizadora, estando a maioria das espécies correlacionadas com as variáveis químicas (MO, H+Al e V) e físicas (% areia, PT, DMG e RP). As espécies *Echinolaena inflexa*, *Aristida ekmaniana*, *Urochloa decumbens*, *Andropogon bicornis* sp., *Paspalum diamantinum* e *Mesosetum loliiforme* demonstraram uma alta plasticidade pois a maioria delas estiveram presentes em todas as quatro áreas, demonstrando capacidade de colonizar os diferentes ambientes. Este resultado sugere a necessidade de realizar estudos mais detalhados a respeito das suas dinâmicas populacionais, exigências e propagação, nas atividades de recuperar tais áreas degradadas.

Palavras-chave: Relação substrato-planta; análise multivariada; heterogeneidade espacial.

CHAPTER II - ENVIRONMENTAL VARIABLES INFLUENCE IN THE FLORISTIC AND STRUCTURE OF DEGRADED RUPESTRY FIELDS OF THE SOUTHERN ESPINHAÇO RANGE

ABSTRACT

This work was carried out in four degraded areas in regeneration process at Diamantina municipally, in the stretch of the BR-367 that connects the city to the Guinda district. The highway was built in the ruspertian fields of the Diamantina Plateau called covering a region that has many references regarding their importance as the rupestrian ecosystems. The objective was to relate the distribution of abundance of colonizing species with the physical and chemical parameters of substrate. To survey the plant community was employed the method of intersection on the line, relating to the substrate collection points (0-20 cm) and analyzed their physical and chemical parameters. To analyze the correlations between environmental and vegetation gradients it was used to Canonical Correspondence Analysis (CCA). Overall we sampled 1,517 individuals belonging to 22 families and 109 species, and 22 species were identified only in terms of gender. The species were classified in the regeneration guilds, dispersion and estratification. They were calculated for each stratum, the phytosociology: absolute frequency (AF), relative frequency (RF), absolute coverage (CA) on cover (CR), and the importance value (VI). It was found that there was a relationship between environmental gradients and the abundance and composition of colonizing vegetation, leaving most species most strongly correlated with the chemical variables (MO, H + Al and V) and physical (% sand, PT, DMG and RP). The species *Echinolaena inflexa*, *Aristida ekmaniana*, *Urochloa decumbens*, *Andropogon bicornis* sp., *Paspalum diamantinum* e *Mesosetum loliiforme* showed a high plasticity because most of them were present in all four areas or at least three of the four areas studied, showing that they were able to colonizing the different environments in the region. This result suggests that may be used in similar colonization degraded environments. However, more detailed studies about their population dynamics, and spread requirements are needed in order to know their real aptitude for this purpose.

Keywords: Soil-plant relation; multivariate analysis; spatial heterogeneity.

1- INTRODUÇÃO

O trecho da BR- 367 que liga a zona urbana de Diamantina ao seu distrito Guinda, Minas Gerais, foi construído em áreas de Campo Rupestre do denominado Planalto de Diamantina (ABREU, 1982) ou Planalto Meridional do Espinhaço (SAADI, 1995) abrangendo uma região que possui inúmeras referências quanto a sua importância para ecossistemas campestres (GIULIETTI *et al.* 1997; MEGURO *et al.* 1996; RAPINI *et al.* 2008). A região, apesar do seu importante valor conservacionista, apresenta diversos locais pontuais de empréstimo e jazidas de material granular que foram consumidos em obras rodoviárias desta própria via ao longo das décadas de 1960 a 1980.

Na região são encontradas espécies vegetais endêmicas, raras e ameaçadas e ainda são insuficientes os estudos ecológicos ou de conservação (VIANA *et al.*, 2005; BARBOSA; FERNANDES, 2008; BARBOSA *et al.*, 2010). A carência de dados da literatura sobre a relação fertilidade do solo e a vegetação natural ainda é considerada um obstáculo a planos de conservação e manejo em áreas de Campo Rupestre, bem como à restauração das áreas degradadas (ALMEIDA; SÁNCHEZ, 2005), sendo considerado primordial no processo de seleção de espécies potenciais a se estabelecerem e promoverem suas efetivas colonizações (NEGREIROS *et al.* 2008, 2009).

Um grande desafio na recuperação do Cerrado recai sobre o fato da flora característica apresentar estrutura composta consideravelmente por um componente herbáceo-arbustivo. O conhecimento quanto a reprodução e manejo destas espécies é ainda restrito, comprovado pela produção dos viveiros de mudas, restringido a espécies arbóreas e refletindo, portanto, um entrave tecnológico para a recuperação das fitofisionomias de Cerrado (DURIGAN, 2013; SILVA *et al.* 2014)

Uma restauração ecológica preconiza o manejo e a indução dos processos ecológicos, visando aproveitar ou estimular a resiliência do ecossistema. Para isso, o conhecimento da vegetação colonizadora das áreas degradadas, bem como aspectos relacionados as condições edáficas e à autoecologia das espécies, são fundamentais para a definição de metodologias de restauração (RODRIGUES; GANDOLFI, 1998)

Neste sentido, a hipótese testada neste trabalho é se existe relação entre os gradientes ambientais e a estrutura e composição florística da regeneração natural presente em quatro áreas degradadas pela extração de cascalho para construção da BR-367, em área do Planalto de Diamantina.

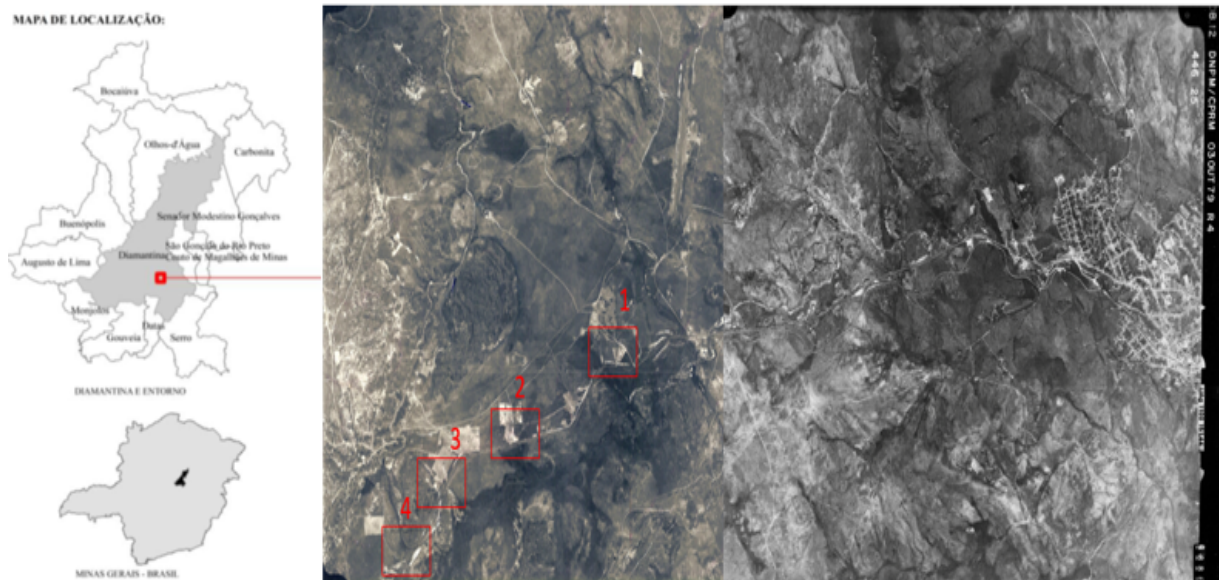
2- MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização das áreas

As quatro áreas de estudo estão compreendidas nas proximidades da BR-367, no percurso entre o município de Diamantina e seu distrito Guinda (Figura 1). Foram selecionadas quatro áreas degradadas pela extração de cascalho localizadas dentro da chamada, pelos órgãos públicos, faixa de domínio, que trata-se da base física sobre a qual assenta uma rodovia, a 15 metros dos limites das estradas de rodagem, (Art. 50 do Código de Trânsito Brasileiro) estando então, preservadas de atividades antrópicas desde a retirada do material mineral.

Dados gerais de localização e aspectos fisiográficos encontram-se na Tabela 1. O clima da região é do tipo mesotérmico, com verões chuvosos e invernos secos, temperatura média entre 17,4°C e 19,8°C (GALVÃO; NIMER, 1965) e precipitação anual em torno de 1400 mm, distribuída em estações distintas: chuvosa (novembro a janeiro); seca (maio a setembro); e os demais meses, de transição.

Figura 1: Mosaico de fotografias aéreas de sobrevôo de 1979 contendo as 4 áreas em estudo demarcadas em vermelho, já degradadas, com forte reflectância devido ao substrato exposto.



Fonte: Obra 12/DNPM-CPRM/1979. Escala nominal das fotografias: 1: 25.000. Data do voo: 12/07 a 27/10/1979. Executado pela Embrafoto.

Tabela 1: Descrição das quatro áreas degradadas pela extração de cascalho nas margens da rodovia MG-367 na região de Diamantina.

Área	Vegetação	Coordenadas	Extensão da Área	Form. Rochosa	Solo
1	Campestre	18°15' 24"S 43°40'21"O	0,76ha	Quartzitos da São João da Chapada em transição para filitos da Fm. Sopa Brumadinho	Neossolo vermelho Acriférico
2	Campestre	18°15' 24"S 43°40' 17"O	0,74ha	Filitos da Fm. Sopa Brumadinho	Latossolo Vermelho Acriférico
3	Campestre	18°15' 24"S 43°40' 34"O	0,47 ha	Filitos da Fm. Sopa Brumadinho em transição para quartzitos da Fm. Galho do Miguel	Latossolo Vermelho acriférico/ afloramento rochoso
4	Campestre	18°15'45"S 43°40' 35"O	0,56 ha	Quartzitos da Fm. Galho do Miguel	Neossolo Litólico Quartzarênico/Neossolo Quartzarênico Hidromórfico

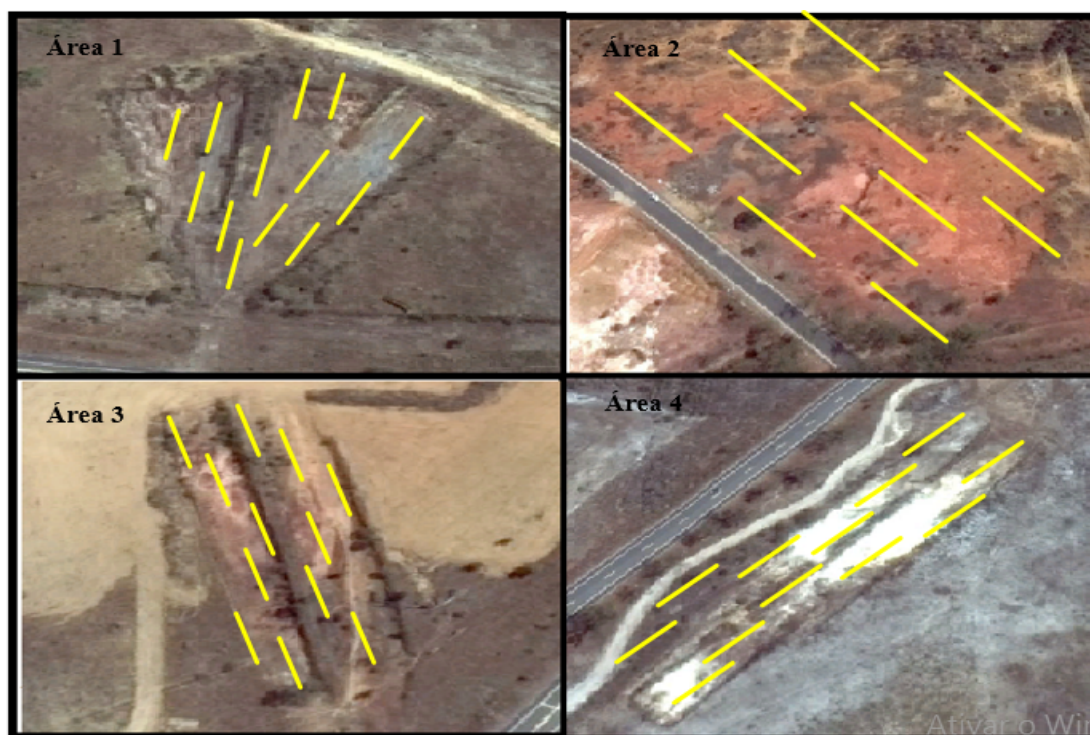
Fonte: Neves et al. (2008); Amaral et al. (2013).

2.2 Estratificação das áreas e amostragem da vegetação

As áreas encontram-se em rochas filíticas e quartzíticas do Supergrupo Espinhaço (FOGAÇA, 1997) e devido a heterogeneidade apresentada por cada uma, foi necessário estratificá-las. Foram definidos então, dois estratos: marginais e centrais para as áreas 1, 3 e 4. A área 2 não foi estratificada, sendo caracterizada pela presença de crosta laterítica contínua (Tabela 2). Os estratos marginais das áreas 1, 3 e 4 consistem nas suas regiões limítrofes seja com áreas de entorno, seja com os taludes remanescentes, nos quais se observou menor presença de afloramento rochoso e regeneração natural mais acentuada. Os estratos centrais caracterizam-se, em sua maioria, por solo compactado e substrato rochoso (Figura 2).

Para levantamento da comunidade vegetal foi empregado o método da interseção na linha (CANFIELD, 1941, 1950) em locais onde anteriormente foram coletadas amostras do substrato, com o objetivo de correlacionar as atributos do substrato e vegetação colonizadora de cada área. As linhas, de 10m cada, foram alocadas de acordo com a extensão das áreas e estratos pré-definidos (Tabela 2), sendo cada um representado por três linhas, com exceção para estrato único, E3 (área 2) com 12 linhas (Tabela 2). Totalizaram, portanto, 12 linhas em cada área.

Figura 2 - Croqui da localização das linhas para amostragem da regeneração nas quatro áreas degradadas deste estudo em Imagem.



Fonte: Image Digital Globe, 2014

Tabela 2: Tabela contendo as áreas, estratos e sua localização em cada área (central ou marginal), número de linhas, famílias e espécies por estrato.

Área	Estrato	Localização	N. de linhas
1	E1	Central	3
	E2	Marginal	9
2	E3	Único	12
	E4	Marginal	3
3	E5	Central	3
	E6	Marginal	3
	E7	Central	3
	E8	Marginal	3
4	E9	Central	3
	E10	Marginal	3
	E11	Central	3

Cada linha foi subdividida em dez unidades amostrais (UA) contínuas, demarcadas a cada metro por uma vareta de ferro, totalizando 480 UAs. Assim como foi sugerido por Munhoz e Felfili (2006, 2008), sobre cada UA foi colocada uma régua, adaptada, constituída

de um cano PVC, demarcado com uma fita métrica com 1,0 m de comprimento. Foi anotada em cada seguimento, a ocorrência de cada espécie por hábito, herbáceo, arbustivo e arbóreo.

Foram calculados os parâmetros fitossociológicos: frequência absoluta (FA) e frequência relativa (FR); cobertura absoluta (CA) e relativa (CR) segundo Munhoz e Felfili (2006) adaptado de Kent e Coker (1992) e o valor de importância (VI) segundo Mueller-Dombois e Ellenberg (1974) resultando da soma da cobertura e frequência relativas, dividido por dois.

Com o objetivo de comparar os diferentes setores das áreas estudadas quanto ao perfil de estratégias ecológicas de suas espécies herbáceas, estas foram classificadas em três sistemas de guildas de acordo com as estratégias de regeneração, estratificação e dispersão. Espécies classificadas nas guildas de regeneração seguiram definição de Swaine e Whitmore (1988). Quanto às guildas de dispersão, as espécies foram classificadas de acordo com Van der Pijl (1982).

Quanto a identificação das plantas, um montante das espécies conhecidas foram identificadas *in situ*. A partir das restantes plantas, material botânico foi coletado para posterior identificação e para comparação com espécimes inventariadas no Herbário Jeanini Felfili da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. As espécies foram identificadas em famílias, de acordo com o sistema *Angiosperm Phylogeny Group III* (Angiosperm Phylogeny Group, 2009).

Análise de Espécies Indicadoras (ISA) (DUFRENE; LEGENDRE, 1997) processada pelo programa PC-ORD para Windows versão 6.0 (MCCUNE; MEFFORD, 2011) foi utilizada como ferramenta na determinação das preferências das espécies pelas quatro áreas estudadas. Este método combina a informação sobre a concentração da abundância de uma espécie em um certo grupo de unidades amostrais e sobre a fidelidade da ocorrência desta espécie a este mesmo grupo. Um valor indicador (*ValInd*) é gerado para cada espécie em cada grupo e a significância da diferença de um valor gerado pelo acaso é determinada pelo teste de permutação de Monte Carlo. Com isso, uma espécie só é considerada indicadora de um habitat quando apresenta o maior *ValInd* para o mesmo e o resultado do teste de Monte Carlo é significativo.

2.3 Análise química e física dos substratos

As análises químicas e físicas do substrato foram realizadas de acordo com o protocolo da Embrapa (2000). As primeiras foram conduzidas ao Laboratório de Física do Solo da DAG-UFVJM e as químicas ao Laboratório de caracterização de substratos florestais do DEF-UFVJM. As amostras foram coletadas entre os meses de janeiro e fevereiro de 2016.

A matriz de variáveis ambientais incluiu inicialmente todos os parâmetros químicos do solo: Ph em água; teores de P, K, Ca, Mg e Al; complexo sortivo, acidez potencial (H +Al), saturação por bases (V%), soma de bases (SB), CTC a pH 7 (T), CTC efetiva (t) e saturação por alumínio (m%) e matéria orgânica (M.O). Físicos : areia, silte e argila mensurados segundo o método da pipeta (EMBRAPA, 1997), densidade de partícula pelo método do balão volumétrico, densidade aparente do solo, porosidade total, micro e macro porosidade, obtidos nas amostras indeformadas do solo pelo método do anel volumétrico a partir das coletas de amostras de solo com estrutura indeformada por meio de um anel de aço (Kopecky) de volume interno de 50 cm³. Resistência mecânica à penetração na camada de 0-30 cm, utilizando-se Penetrographer modelo PAT SC-60.

2.4 Análise de dados

Avaliação de dados gerados pelas guildas de regeneração, hábito e estágio sucessional.

Avaliação de parâmetros ambientais: Frequência relativa e absoluta; Cobertura relativa e absoluta; Valor de importância.

Análise de espécie indicadora.

Para análise das correlações entre os gradientes ambientais e vegetacionais foi empregada a Análise de Correspondência Canônica (CCA) (TER BRAAK, 1987) utilizando o programa PC-ORD for Windows versão 6.0 (MCCUNE; MEFFORD, 2011). A CCA realizada, com as variáveis estabelecidas inicialmente, eliminando posteriormente, as variáveis ambientais fracamente correlacionadas (<0,5 com eixos 1 e 2) ou quando muito redundantes entre si, sendo elas: P, K, Ca, Mg, Al, SB, t, T, m(%), Ds, Dp, DMG, PT(%), Ma(%), Mic(%) e Prof. Max.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os quatro ambientes estudados às margens da BR-367 resultaram em um total de 1.517 indivíduos, pertencentes a 22 famílias e 109 espécies (Tabela 3), das quais 21 espécies foram identificadas apenas ao nível de gênero.

Quando analisada a riqueza das áreas, a Área 1 apresentou 54 espécies, na área 2 encontramos 60 espécies, na área 3 foram 63 espécies e na área 4, 52 espécies. Esses valores foram superiores aos encontrados por Pereira *et al.* (2015), estudando a estrutura da vegetação colonizadora de uma área de empréstimo de cascalho no Parque Estadual do Biribiri, sítio que compreende aproximadamente 10ha. Estes autores obtiveram 15 famílias e 32 espécies.

A amostragem da vegetação por área totalizou 18 famílias e 53 espécies na área 1; 16 famílias e 57 espécies na área 2; 18 famílias e 56 espécies na área 3 e 17 famílias e 48

espécies na área 4. Ao se analisar a riqueza em espécies por área pode-se afirmar que não há considerável discrepância entre os quatro ambientes: A área 2 apresentou 57 espécies, seguido pela área 3, com 56, área 1 com 53 e, finalmente, a área 4 com 48 espécies.

A análise conjunta da composição florística em nível de família, para todas as áreas, mostrou que, em ordem decrescente, as famílias com maior riqueza foram: Poaceae (30), Asteraceae (17), Fabaceae (11), Melastomataceae (10), Cyperaceae (7), Xyridaceae (5), que juntas somam 68% dos indivíduos amostrados.

Considerando as espécies que ocorreram concomitantemente nos quatro ambientes (com um ou mais indivíduos em cada área), verificou-se um número baixo de espécies: *Rhynchospora riedeliana*, *Cambessedesia hilariana*, *Paepalanthus* sp., *Marcetia taxifolia*, *Echinolaena inflexa*, *Mesosetum loliiforme*, *Paspalum lineari*, *Paspalum* sp., *Polygala paniculata*, *Borreria verticillata*, *Xyris* sp.

As espécies com ocorrência registrada em três das quatro áreas, formam um grupo superior ao anterior: *Ageratum fastigiatum*, *Chromolaena barrosoae*, *Lychnophora* sp., *Trichogonia vill.*, *Evolvulus alsinoides*, *Scleria* sp., *Aeschynomene* sp., *Mimosa paucifolia*, *Hyptis crinita*, *Sida rhombifolia*, *Lavoisiera bergii*, *Microlicia* sp., *Microlicia* sp.2, *Andropogon bicornis*, *Andropogon leucostachyus*, *Andropogon* sp., *Aristida brasiliensis* Longhi-Wagner, *Aristida ekmanian* Henrard., *Aristida recurvata* Kunth, *Melinis minutiflora*, *Diodella teres*, *Urochloa decumbens*.

Já aquelas que foram amostradas em uma única área, formam um número expressivo de espécies: *Asclepias adscendens*, *Mandevilla* sp., *Acanthospermum australe*, *Achyrocline satureioides*, *Baccharis scandens*, *Eremanthus incanus*, *Lychnophora ericoides*, *Porophyllum angustissimum*, *Pterocaulon rugosum*, *Symphopappus brasiliensis*, *Tagetes minuta*, *Kyllinga odorata*, *Croton campestris*, *Dalbergia miscolobium*, *Desmodium adscendens*, *Desmodium barbatum*, *Eriosema crinitum*, *Stylosanthes guianensis*, *Stylosanthes viscosa*, *Cuphea ericoides*, *Cuphea* sp. *Waltheria douradinha*, *Desmocelis villosa*, *Microlicia* sp.3, *Campomanesia adamantinum*, *Phyllanthus* sp., *Aristida riparia*, *Aristida* sp., *Axonopus* sp., *Hyparrhenia* sp., *Loudetiopsis crysotrix*, *Panicum* sp., *Panicum sumatrense*, *Paspalum acuminatum*, *Paspalum diamantinum*, *Saccharum asperum*, *Schyzachirium* sp., *Polygala obovata*, *Polygala violacea*, *Lippia hermannioides*, *Xyris diamantinae*, *Xyris pterygoblephara*, *Xyris* sp.1, *Xyris* sp.2, *Xyris tortula* Martius.

Esta análise mostrou-se similar a estudo realizado em área, também de extração de cascalho, no Parque Estadual do Biribiri por Pereira et al. (2015), em que identificaram diferença significativa na composição das espécies colonizadoras em três áreas estudadas. Em que, do mesmo modo, prevaleceu maior número de espécies que apresentaram-se em uma

única área, como também foi evidente a fraca ocorrência de uma espécie simultaneamente nas quatro áreas de estudo (Figura 3).

A regeneração de uma floresta se desenvolve em direção à maior complexidade de formas, sendo diretamente influenciada pelo tempo decorrente desde a perturbação e pelo tipo de distúrbio (RONDON-NETO *et al.*, 2000). Deste modo, a distribuição da predominância de espécies pioneiras nas quatro áreas estudadas sugere que o passado de distúrbios e a baixa qualidade do substrato local tenha levado estas áreas a permanecerem em etapa seral pioneira ainda que passados aproximadamente 50 anos de degradação (Tabela 3).

Figura 3 –Diagrama de Venn extraído da composição florística das quatro áreas degradadas em Campo Rupestre em processo de regeneração natural, as margens da BR-367 em Diamantina, MG. Demonstrando as espécies exclusivas e comuns entre os áreas.

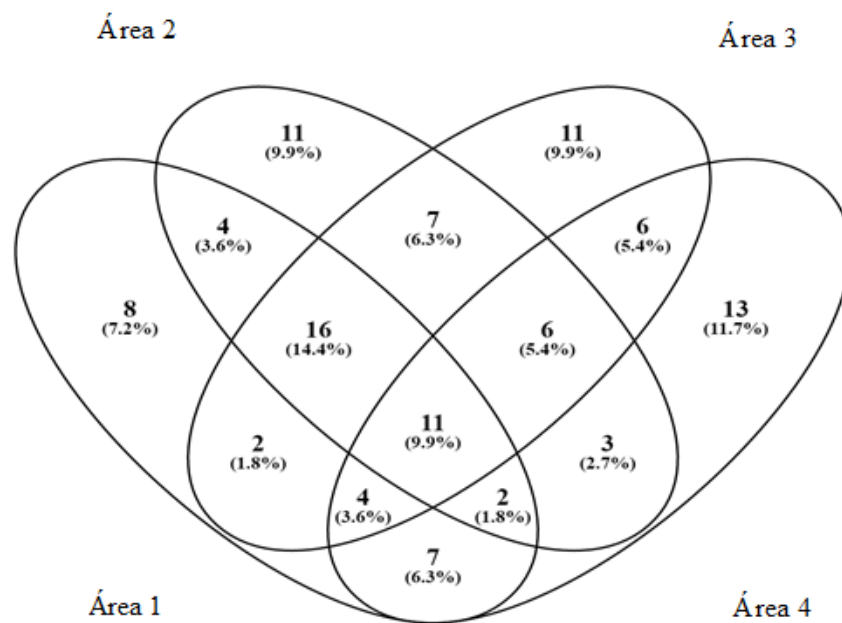


Tabela 3: Relação das espécies herbácea/arbustivo registrados nas áreas de estudo dispostas em ordem alfabética por Família.

Família e espécie	SD	Hábito	GR	Área
Amaranthaceae				
<i>Alternanthera tenella</i> Colla	Ane	Erva	-	3
Apocynaceae				
<i>Asclepias adscendens</i> (Schltr.) Schltr.	Ane	Erva	Não P	4
<i>Mandevilla</i> sp.	NI	NI	NI	4
Asteraceae				
<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze	Zoo	Erva	Não P	1
<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	Ane	Erva	P	3
<i>Ageratum fastigiatum</i> (Gardner) R.M.King & H.Rob.	Ane	Erva	P	1,2,3
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Ane	SA	P	2,3
<i>Baccharis platypoda</i> DC.	Ane	SA	P	2,4
<i>Baccharis scandens</i> (Ruiz & Pav.) Pers.A.St.-Hil.	Ane	SA	P	2
<i>Chromolaena barrosoae</i> R.M.King & H.Rob.	Ane	SA	P	2,3,4
<i>Chromolaena squalida</i> (DC.) R.M.King & H.Rob.	Ane	SA	P	
<i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.) MacLeish	Ane	Arb	P	2,3
<i>Eremanthus incanus</i> (Less.)	Ane	Arb	P	4
<i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz & Pav.		Erva	P	
<i>Lychnophora ericoides</i> Mart.	Ane	Arbusto	P	4
<i>Lychnophora</i> sp.	Ane	Arbusto	N.I	2,3,4
<i>Porophyllum angustissimum</i> Gardner	Ane	Arbusto	P	2
<i>Pterocaulon rugosum</i> (Vahl) Malme	Ane	Erva	P	1
<i>Symphyopappus brasiliensis</i> (Gardner) R.M.King & H.Rob.	-	Arbusto	-	1
<i>Tagetes minuta</i> L.	N.I	N.I	N.I	3
<i>Trichogonia villosa</i> Sch.Bip. ex Baker	Ane	SA		1,2,3
Convolvulaceae				
<i>Evolvulus alsinoides</i> L.	Auto	Erva	-	1,2,3
Cyperaceae				
<i>Kyllinga odorata</i> Vahl	NI	SA	NI	2
<i>Lagenocarpus rigidus</i> Nees	Auto	Erva	P	3,4
<i>Lagenocarpus tenuifolius</i> Nees	Auto	Erva	P	
<i>Rhynchospora globosa</i> (Kunth) Roem. & Schult.	Auto	Erva	P	1,3,4
<i>Rhynchospora riedeliana</i> C.B.Clarke	Auto	Erva	P	1,2,3,4
<i>Scleria</i> sp.	Zoo	Erva	Não P	1,2,4
Eriocaulaceae				
<i>Paepalanthus</i> sp.	ind.	Erva	-	1,2,3,4
<i>Syngonanthus minutulus</i> (Steud.) Moldenk	Ane	Erva	-	3,4
Euphorbiaceae				
<i>Croton antisiphiliticus</i> Mart.	Auto	SA	P	1,3
<i>Croton campestris</i> A.St.-Hil	Auto	SA	P	4
Fabaceae				
<i>Aeschynomene denticulata</i> Rudd	-	SA	-	1,3

Cont. da Tabela 3

<i>Aeschynomene</i> sp.	NI	SA	NI	1,3,4
<i>Chamaecrista rotundifolia</i> (Pers.) Greene	Auto	SA	P	1,2
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	Auto	Arb	NP	3
<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	Zoo	SA	-	2
<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth.	Auto	SA	P	1
<i>Eriosema crinitum</i> (Kunth) G.Don	Auto	SA	P	3
<i>Mimosa paucifolia</i> Benth.	Auto	SA	P	1,2,3
<i>Stylosanthes guianensis</i> (Aubl.) Sw.	Auto	Erva	P	2
<i>Stylosanthes viscosa</i>	Auto	Erva	P	1
<i>Zornia reticulata</i> Sm.	Auto	SA	Não P	2,3
Gleicheniaceae				
<i>Dicranopteris</i> sp.	NI	Erva	NI	1,4
Lamiaceae				
<i>Hyptis crinita</i> Benth.	Auto	Erva	P	1,2,3
Lythraceae				
<i>Cuphea ericoides</i> Cham & Schit dl.	Auto	Arbusto	P	3
<i>Cuphea</i> sp.	Auto	SA	P	3
<i>Cuphea diosmifolia</i> A.St.-Hil.	Auto	SA	P	1,4
Malpighiaceae				
<i>Banisteriopsis</i> sp.	Ane	Arbusto	NI	1,2
<i>Byrsonima</i> Rich. ex Kunth	Zoo	Arbusto	P	1,4
Malvaceae				
<i>Sida planicaulis</i>	Auto	SA	P	1,2
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Auto	SA	P	1,2,3
<i>Waltheria douradinha</i> A.St.-Hil.	Auto	SA	P	2
Melastomataceae				
<i>Cambessedesia hilariana</i> (Kunth) DC.	Zoo	Erva	P	1,2,3,4
<i>Desmocelis villosa</i> (Aubl.)		Arbusto	P	3
<i>Lavoisiera adamantium</i> Barreto ex Pedersoli	Ane	Erva	P	1,4
<i>Lavoisiera bergii</i> Cogn.	Ane	Erva	P	1,3,4
<i>Lavoisiera imbricata</i> (Thunb.) DC	Ane	Erva	P	2,3
<i>Marcetia taxifolia</i> (A.St.-Hil.) DC.	Ane	Arbusto	P	1,2,3,4
<i>Microlicia</i> sp	Ane	SA	P	1,2,4
<i>Microlicia</i> sp.1	Ane	SA	P	1,4
<i>Microlicia</i> sp.2	Ane	SA	P	1,2,3
<i>Microlicia</i> sp.3	Ane	SA	P	1
Myrtaceae				
<i>Campomanesia adamantinum</i> Cambess.	Zoo	SA	Não P	3
<i>Eucalypto</i> sp.	Ane	Arb	Não P	3,4
Orobanchaceae				
<i>Esterhazyia macrodonta</i> (Cham.) Benth.	NI	SA	NI	1,4
Phyllanthaceae				
<i>Phyllanthus</i> sp.	Zoo	Erva	P	4

Cont. da Tabela 3

Poaceae				
<i>Andropogon bicornis</i> L.	Ane	Erva	P	1,2,3
<i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth	Ane	Erva	P	2,3,4
<i>Andropogon</i> sp.	Ane	Erva	P	1,2,3
<i>Aristida brasiliensis</i> Longhi-Wagner	Ane	Erva	P	1,2,3
<i>Aristida ekmaniana</i> Henrard.	Ane	Erva	P	1,3,4
<i>Aristida recurvata</i> Kunth	Auto	Erva	P	1,2,3
<i>Aristida riparia</i> Trin	Auto	Erva	P	2
<i>Aristida</i> sp.	Auto	Erva	P	2
<i>Axonopus aureus</i> P. Beauv.	Auto	Erva	P	1,2
<i>Axonopus</i> sp.	Auto	Erva	P	4
<i>Echinolaena inflexa</i> (Poir.) Chase	Auto	Erva	P	1,2,3,4
<i>Eragrostis bahiensis</i> Schrad. ex Schult.	Auto	Erva	P	2,4
<i>Hypparrhenia</i> sp.	Auto	Erva	P	2
<i>Loudetiopsis crysotrix</i> (Nees)	Auto	Erva	P	3
<i>Melinis minutiflora</i> P.Beauv.	Ane	Erva	P	1,2,3
<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	Ane	Erva	P	1,2
<i>Mesosetum loliiforme</i> (Hochst.) Chase	Auto	Erva	P	1,2,3,4
<i>Panicum</i> sp.	Auto	Erva	P	4
<i>Panicum sumatrense</i> Roth	Auto	Erva	P	4
<i>Paspalum acuminatum</i> Raddi	Auto	Erva	P	2
<i>Paspalum diamantinum</i> Swallen	Auto	Erva	P	3
<i>Paspalum glaucescens</i> Hack	Auto	Erva	P	2,3
<i>Paspalum lineare</i> Trin.	Auto	Erva	P	1,2,3,4
<i>Paspalum</i> sp.	Auto	Erva	P	1,2,3,4
<i>Saccharum asperum</i> (Nees) Steud.	Ane	Erva	P	4
<i>Schizachyrium condensatum</i> (Kunth) Nees	Auto	Erva	P	2,4
<i>Schizachyrium sanguineum</i> (Retz.) Alston	Auto	Erva	P	2,4
<i>Schyzachirium</i> sp.	Ane	Erva	P	3
<i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D.Webster	Ane	Erva	P	1,2,3
Polygalaceae				
<i>Polygala obovata</i> A.St.-Hil. & Moq.	Auto	Erva	P	2
<i>Polygala paniculata</i> L.	Auto	SA	Não P	1,2,3,4
<i>Polygala violacea</i> Aubl.	Auto	Erva	-	2
Rubiaceae				
<i>Borreria eryngioides</i> Cham. & Schltldl.	Zoo	SA	P	2,4
<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.Mey.	Zoo	SA	P	1,2,3,4
<i>Diodella teres</i> (Walter) Small	Auto	Erva	P	1,2,3
<i>Spermacoce</i> sp.	NI	Erva	P	1
Verbenaceae				
<i>Lippia hermannioides</i> Cham.	Auto	SA	P	2
Xyridaceae				
<i>Xyris diamantinae</i> Malme	Ane	Erva	P	4

Cont. da Tabela 3

<i>Xyris pterygoblephara</i>	Ane	Erva	P	4
<i>Xyris</i> sp.	Ane	Erva	P	1,2,3,4
<i>Xyris</i> sp.1	Ane	Erva	P	4
<i>Xyres</i> sp.2	Ane	Erva	P	4
<i>Xyris tortula</i> Martius	Ane	Erva	P	4

SD: Síndrome de dispersão, GR: Guilda de regeneração, P: Pioneira, Não P: Não pioneira, Ane: Anemocórica, Auto: autocórica, Zoo: zoocórica, SA: Subarbusto, Arb: arbusto, Se: Secundária.

Tal fato é também comprovado pela presença das famílias Asteraceae e Melastomataceae, ocupando as primeiras posições no ranking das famílias mais importantes na área (ARAÚJO *et al.*, 2006). A presente distribuição da abundância de indivíduos arbustivo-arbóreos nas guildas de regeneração, sugere que o passado de distúrbios e o substrato pode ter interferido na abundância e proporção de espécies pioneiras, secundária inicial, secundária tardia e clímax (NUNES *et al.*, 2003).

Divergindo destes resultados, estudo realizado por Amaral *et al.* (2013), em áreas próximas, de extração de ouro, diamante e voçoroca, apresentou maiores valores para espécies não pioneiras, considerando o estrato arbóreo e arbustivo.

Não houve diferenças significativas entre as quatro áreas estudadas com relação ao hábito das espécies colonizadoras, há predomínio de espécies herbáceas. Também não foram encontradas diferenças expressivas entre as áreas nas proporções de indivíduos para diferentes guildas de dispersão. As espécies anemocóricas prevalecem, confirmando a importância desta síndrome de dispersão na colonização de áreas abertas em processo de colonização inicial (WILLIAMS-LINERA, 1990). Já a zoocoria assume valores inferiores o que pode estar associado a presença de um número menor de plantas em estágio mais avançado de sucessão.

A distribuição de abundância das espécies foi relacionada com variáveis do solo, por ordenação em análise de correspondência canônica (CCA). As variáveis mais representativas e mais fortemente correlacionadas com os eixos de ordenação, que foram: H+Al, T, V, M.O, % areia, % argila, Ds (densidade do solo), DMG (Diâmetro médio geométrico), porosidade total, profundidade máxima.

Os autovalores da CCA para os dois primeiros eixos de ordenação foram de 0.427 (eixo 1) e 0.365 (eixo 2). Os dois valores baixos, indicam gradiente curto no qual a maioria das espécies distribui-se entre os dois extremos, com algumas delas variando apenas a abundância relativa (TER BRAAK, 1995; 1988). Os dois primeiros eixos explicaram 19.6 % (eixo 1) e 16,8% (eixo 2) da variância global dos dados (total acumulado: 36,4%), indicando muito 'ruído' ou variância remanescente não explicada. Apesar disso, a significância das

relações espécie-ambiente não foi prejudicada, pois a CCA produziu correlações máximas espécie-ambiente nos dois primeiros eixos.

O teste de permutação de Monte Carlo indicou que as abundâncias das espécies e as variáveis ambientais foram significativamente correlacionadas nos dois primeiros eixos de ordenação ($P=0,001$). Ou seja, as variáveis ambientais mensuradas foram aparentemente suficientes para explicar a maior parte da variação da abundância das espécies relacionada ao ambiente, embora reste uma quantidade de variação não explicada bastante expressiva.

As variáveis ambientais mais fortemente correlacionadas com o primeiro eixo foram, em ordem decrescente, H + Al, SB, T, V (%), M.O, % Areia, % Argila, DMG, PT, RP Max.; Para o segundo eixo, destacaram-se H + Al, SB, % Areia. Para os estratos da área 1, as variáveis mais representativas e mais fortemente correlacionadas com os eixos de ordenação foram areia, porosidade total e matéria orgânica. Na área 2, foram: argila, T, DMG e H+Al. Já a área 3, foi altamente correlacionada com a matéria orgânica e porosidade total. A área 4, seus estratos localizam-se distante dos demais por apresentar os menores teores de argila, matéria orgânica, porosidade total e mais altos de resistência a penetração.

A variável matéria orgânica demonstrou forte influência na distribuição da abundância das espécies estando positivamente correlacionada com o teor de porosidade total, diâmetro médio geométrico, H+Al, e T. Os resultados da CCA são mostrados nos diagramas da Figura 3a).

A estratégia de impulsionar a sucessão ecológica é o principal respaldo das atividades de restauração de áreas degradadas (ANAND; DESROCHERS, 2004). Devido a isso, a escolha correta das espécies que iniciarão esse processo é essencial para o sucesso em áreas degradadas.

Embora em conjunto as áreas apresentem semelhança florística, a análise de correspondência canônica demonstrou concentração dos estratos formando três grupos (Figura 3b) . As distintas características ambientais podem ter sido as responsáveis por tais variações, o que sugere a necessidade de diagnósticos detalhados de locais a serem recuperados, pois dentro de uma mesma área, é possível encontrar ambientes com diferentes níveis de degradação que demandariam intervenções diferenciadas.

A formação de grupos, observada pela aproximação dos estratos nos diagramas, podem ser explicados pela diferença quanto a formação geológica/pedológica de cada local. Este mosaico de comunidades, embora muitas vezes retratados apenas como Campos Rupestres, é influenciado pela natureza do substrato geológico (GIULIETTI *et al.*, 2000) e pode resultar em ambientes diferentes de acordo com a rocha de origem, sendo recomendado a especificação do substrato geológico para retratá-los (VINCENT; MEGURO, 2008).

O primeiro, formado na sua maioria por estratos da área 1 e 3 sendo fortemente influenciado pela M.O, PT e DMG, composto basicamente das seguintes espécies correlacionadas: *Evolvulus alsinoides*, *Hyptis crinita*, *Aeschynomene* sp., *Marcetia taxifolia*.

A forte presença da espécie *Evolvulus alsinoides* encontrada nos sítios 1, 2 e 3 pode ser justificada por este gênero ser mais frequente em ambiente de campos abertos e em bordas de estrada e matas, tendo espécies típicas de áreas ruderais (CONCEIÇÃO *et al*, 2014).

Já o segundo grupo é composto apenas pelo estrato E3 (área 2) cujo solo característico é o Latossolo Vermelho Acriférico contendo os percentuais mais elevados de argila, prevalecem gramíneas exóticas como: *Melinis minutiflora*, *Andropogon bicornis*, *Melinis repens* (Willd.) Zizka. e *Paspalum lineare* Trin.

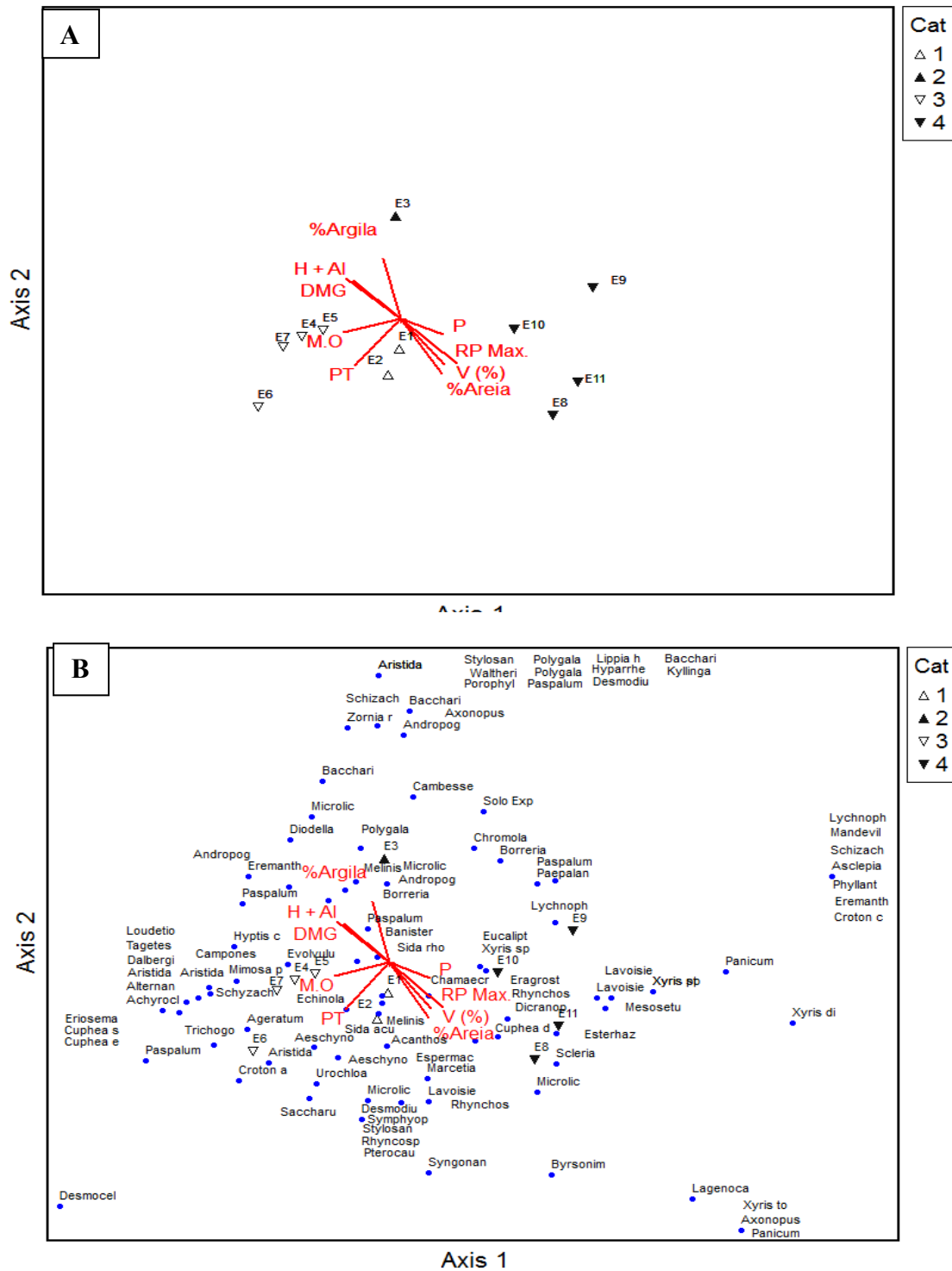
O terceiro e último grupo é formado por estratos referentes a área 4: E8, E9, E10 e E11 onde há predominância de Neossolos quartzarênicos vinculados aos quartzitos da Formação Galho do Miguel, fortemente influenciado pela porcentagem de areia, V e RP max, caracterizado pelas principais espécies correlacionadas: *Eremanthus erythropappus*, *Lychnophora ericoides*, *Lavoisiera imbricata* e *Xyris* sp.

A tendência da espécie *Eremanthus erythropappus* de preferir solos mais arenosos foi registrada por Loschi *et al.* (2011) e Amaral *et al.* (2013) em área de extração de diamante no Planalto Meridional do Espinhaço.

Como sugerido pelo estudo de Silva (2014) a presença das espécies *Lavoisiera adamantium*, *Lavoisiera imbricata* e espécies do gênero *Microlicia*, pode ser explicada por suas morfologias serem adaptada a ambientes com alta insolação e vento e, portanto, frequentes em áreas abertas de campo rupestre.

Espécies das famílias Eriocaulaceae e Xyridaceae ocorreram predominantemente nos estratos da área 4, sendo algumas dessa última família classificadas como indicadoras desse ambiente o que desperta interesse quanto ao seu uso em programas de restauração de campos rupestres quartzíticos (OLIVEIRA, 2015).

Figura 3 - Diagrama de ordenação dos estratos (A) e espécies (B) produzidos pela análise de correspondência canônica (CCA) da distribuição do número de indivíduos de 109 espécies herbácea-arbustiva em quatro áreas sob processo de degradação por empreendimentos rodoviário em Diamantina, MG.



*Nos diagramas A e B, \triangle :Área 1, representada pelos estratos E1 e E2; \blacktriangle :Área 2,estrato único E3; ∇ :Área3, estratos E4, E5, E6 e E7; \blacktriangledown :Área 4: estratos E8, E9, E10, E11.

A amostragem da vegetação realizada por meio do método da interseção na linha forneceu dados que permitiram calcular importantes parâmetros fito sociológicos: frequência absoluta (FA) e relativa (FR), cobertura absoluta (CA) e relativa (CR) e valor de importância IVI.

Deste modo, verificou-se as espécies que apresentaram maior valor de importância conforme Tabela 4. No geral, foram, em ordem decrescente, *Echinolaena inflexa* (Poaceae), *Aristida ekmaniana* (Poaceae), *Urochloa decumbens* (Poaceae), *Andropogon bicornis* sp., *Marcetia taxifolia* (Melastomataceae), *Microliacia* sp. (Melastomataceae), *Rhynchospora riedeliana* (Cyperaceae), *Rhynchospora globosa* (Cyperaceae), *Paspalum diamantinum*, (Poaceae), *Mesosetum loliiforme* (Poaceae), *Hyptis crinita*. Estas espécies foram responsáveis por 33,9% do VI, 33,14% da cobertura relativa e 31,65% da frequência relativa (Tabela 1).

Compondo o ranking das onze espécies de maior valor de importância (Tabela 2), seis pertencem à família Poaceae, duas da família Cyperaceae, duas à família Melastomataceae e uma Lamiaceae, o que reforça a importância destas famílias em formações campestres. As espécies *Echinolaena inflexa*, *Aristida ekmaniana*, *Urochloa decumbens*, *Andropogon bicornis* sp., *Paspalum diamantinum* e *Mesosetum loliiforme*, mesmo com diferentes posições no ranking de valor de importância, demonstraram ainda, uma alta plasticidade pois a maioria delas estiveram presentes em todas as quatro áreas ou pelo menos três das quatro áreas estudadas, mostrando que foram capazes de colonizar os diferentes ambientes da região.

Este resultado sugere que poderão ser utilizadas na colonização de ambientes degradados semelhantes aos aqui estudados. Contudo, estudos mais detalhados a respeito das suas dinâmicas populacionais, exigências e propagação são necessários a fim de conhecer sua real aptidão para tal fim.

As espécies das famílias Poaceae e Cyperaceae apresentaram, nos estratos, cobertura relativa sempre maior que frequência relativa (Tabela apêndice B), indicativo de sua capacidade de auxiliar na cobertura do substrato em locais degradados (OLIVEIRA, 2015). Esse resultado é devido a forma de vida dessas espécies que se distribuem amplamente na vegetação em densas touceiras ou indivíduos rizomatosos ou estoloníferos (MUNHOZ; FELFILI, 2006).

Cont. da Tabela 4

Identificação	VI.1	VI.2	VI.3	VI.4	VI.5	VI.6	VI.7	VI.8	VI.9	VI.10	VI.11
<i>Scleria</i> sp.	-	0,53	0,48	-	-	-	-	1,86	-	-	-
<i>Paepalanthus</i> sp.	1,33	0,49	0,6	1,18	-	-	-	-	2,55	3,14	-
<i>Syngonanthus minutulus</i> (Steud.) Moldenk	-	-	-	-	-	1,64	-	-	-	-	2,55
<i>Croton antisiphiliticus</i> Mart.	-	0,49	0,47	-	-	-	1,77	-	-	-	-
<i>Croton campestris</i> A.St.-Hil	-	-	-	-	-	-	-	-	2,12	-	-
<i>Aeschynomene denticulata</i> Rudd	2,42	0,5	0,47	-	-	-	1,62	-	-	-	-
<i>Aeschynomene</i> sp.	1,46	0,71	0,47	1,29	2,39	-	1,57	-	-	1,54	-
<i>Chamaecrista rotundifolia</i> (Pers.) Greene	2,25	0,53	0,49	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	-	-	-	1,44	2,27	-	-	-	-	-	-
<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth.	-	0,56	0,47	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eriosema crinitum</i> (Kunth) G.Don	-	-	-	0,87	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mimosa paucifolia</i> Benth.	2,71	-	0,01	2,13	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stylosanthes guianensis</i> (Aubl.) Sw.	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stylosanthes viscosa</i> Sw.	-	0,49	0,47	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Zornia reticulata</i> Sm.	-	-	0,28	0,9	2,15	-	-	-	-	-	-
<i>Dicranopteris</i> sp.	1,63	0,95	0,47	-	-	-	3,13	-	2,91	-	-
<i>Hypis crinita</i> Benth.	-	1,02	1,14	4,73	14,03	-	-	-	-	-	-
<i>Cuphea ericoides</i> Cham & Schit dl.	-	-	-	1,13	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cuphea</i> sp.	-	-	-	0,9	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cuphea diosmifolia</i> A.St.-Hil.	2,13	2,91	1,42	-	-	-	-	-	2,37	-	-
<i>Banisteriopsis</i> sp.	1,75	0,59	0,59	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Byrsonima</i> Rich. ex Kunth	-	0,49	0,47	-	-	-	-	1,55	-	-	-
<i>Sida acuta</i> Burm.f.	2,33	0,52	0,97	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sida rhombifolia</i> L.	2,33	0,8	0,54	0,9	-	1,57	-	-	-	-	-
<i>Waltheria douradinha</i> A.St.-Hil.	-	-	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cambessedesia hilariana</i> (Kunth) DC.	1,29	-	0,21	0,87	-	-	-	1,86	-	-	-
<i>Desmocelis villosa</i> (Aubl.)	-	-	-	-	-	4,14	-	-	-	-	-
<i>Lavoisiera adamantium</i> Pedersoli	-	0,55	0,47	-	-	-	-	1,65	-	-	-
<i>Lavoisiera bergii</i> Cogn.	-	1,51	1,42	-	-	-	1,72	1,55	-	1,65	-
<i>Lavoisiera imbricata</i> (Thunb.) DC	-	-	0,33	-	-	-	-	4,11	-	1,99	2,36
<i>Marcetia taxifolia</i> (A.St.-Hil.) DC.	2,17	4,15	1,9	2,57	-	10,09	1,82	5,53	-	4,82	2,3

Cont. da Tabela 4

Identificação	VI.1	VI.2	VI.3	VI.4	VI.5	VI.6	VI.7	VI.8	VI.9	VI.10	VI.11
<i>Microlicia</i> sp.2	1,33	-	0,15	1,21	2,15	-	-	-	-	-	-
<i>Microlicia</i> sp.3	-	0,77	0,47	-	-	-	1,77	-	-	-	-
<i>Camponesia adamante</i>	-	-	-	-	2,58	-	-	-	-	-	-
<i>Eucalipto</i> sp.	-	-	-	3,11	2,33	-	5,51	-	6,54	8,41	-
NI	-	-	0,17	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Esterhazyia macrodonta</i> (Cham.) Benth.	-	0,5	0,47	-	-	-	-	-	-	1,76	-
<i>Phyllanthus choretroides</i> Müll.Arg.	-	-	-	-	-	-	-	-	2,51	-	-
<i>Andropogon bicornis</i> L.	2,21	4,62	2,87	3,09	2,33	3,45	4,75	-	-	-	-
<i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth	-	-	1,77	0,95	2,64	-	-	-	-	2,72	4,07
<i>Andropogon</i> sp.	5,46	4,92	4,13	-	-	-	4,7	-	-	-	-
<i>Aristida brasiliensis</i> Longhi-Wagner	-	0,52	0,57	1,31	2,33	2,22	4,49	-	-	-	-
<i>Aristida ekmaniana</i> Henrard.	3,67	5,32	2,36	5,02	6,58	6	9,04	-	2,16	-	-
<i>Aristida recurvata</i> Kunth	1,29	-	0,09	3,88	-	1,97	2,02	-	-	-	-
<i>Aristida riparia</i> Trin	-	-	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aristida</i> sp.	-	-	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Axonopus aureus</i> P. Beauv.	-	0,79	0,86	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Axonopus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	1,69	-	-	-
<i>Echinolaena inflexa</i> (Poir.) Chase	4,67	6,66	6,18	6,72	11,34	8,32	3,59	1,93	-	7,12	2,36
<i>Eragrostis bahiensis</i> Schrud. ex Schult.	-	-	0,1	-	9,51	4,04	1,87	1,79	-	1,54	12,55
<i>Hyparrhenia</i> sp.	-	-	0,22	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lagenocarpus rigidus</i> Nees	-	-	-	-	-	-	-	11,83	-	-	2,49
<i>Loudetiopsis crysotrix</i> (Nees)	-	-	-	-	-	1,42	-	-	-	-	-
<i>Melinis minutiflora</i> P.Beauv.	6,59	0,56	1,56	1,72	-	-	1,57	-	-	-	-
<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	5	0,86	0,53	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mesosetum loliiforme</i> (Hochst.) Chase	-	5,11	1,98	0,9	-	-	-	5,94	2,84	16,28	10,69
<i>Panicum</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	4,04	2,3	8,35	-
<i>Panicum sumatrense</i> Roth	-	-	-	-	-	-	-	1,83	-	-	-
<i>Paspalum acuminatum</i> Raddi	-	-	0,23	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Paspalum diamantinum</i> Swallen	-	-	-	6,77	3,94	12,28	6,46	-	-	-	-
<i>Paspalum glaucescens</i> Hack	-	-	0,97	-	-	2,76	-	-	-	-	-
<i>Paspalum lineare</i> Trin.	-	5,5	2,9	3,06	2,89	-	2,12	-	-	3,73	2,55
<i>Paspalum</i> sp.	-	0,61	0,63	0,87	-	1,68	-	-	2,77	3,61	-
<i>Saccharum asperum</i> (Nees) Steud.	1,46	12,08	3,3	0,87	-	4,71	3,89	-	-	-	-

Cont. da Tabela 4

Identificação	VI.1	VI.2	VI.3	VI.4	VI.5	VI.6	VI.7	VI.8	VI.9	VI.10	VI.11
<i>Schizachyrium condensatum</i> (Kunth) Nees	-	-	-	-	-	-	-	-	2,33	-	-
<i>Schizachyrium sanguineum</i> (Retz.) Alston	-	-	0,53	-	-	-	-	-	-	1,76	-
<i>Schyzachirium</i> sp.	-	-	-	0,87	7,65	-	-	-	-	-	-
<i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D. Webster	12,8	5,62	1,1	-	-	7,41	5,56	-	-	-	-
<i>Polygala obovata</i> A.St.-Hil. & Moq.	-	-	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polygala paniculata</i> L.	-	0,97	1,04	1,82	-	-	3,18	1,55	-	-	2,24
<i>Polygala violacea</i> Aubl.	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Borreria eryngioides</i> Cham. & Schltdl.	-	-	0,08	-	-	-	-	1,55	-	-	-
<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.Mey.	1,42	0,49	0,53	1,16	2,7	-	-	-	-	1,6	-
<i>Diodella teres</i> (Walter) Small	-	1,2	1,76	2,8	-	-	-	-	-	-	-
<i>Espermacoce</i> sp. NI	1,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Solo Exposto	9,76	-	27,54	16,3	8,27	8,6	11,62	27,35	45,79	-	31,77
<i>Lippia hermannioides</i> Cham.	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Xyris diamantinae</i> Malme	-	-	-	-	-	-	-	1,58	2,23	2,16	5,93
<i>Xyris pterygoblephara</i> Steud.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,1	-
<i>Xyris</i> sp.	3,17	3,8	3,51	0,9	2,15	-	1,67	3,55	5,07	1,54	2,24
<i>Xyris</i> sp.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,6	-
<i>Xyris tortula</i> Martius	-	-	-	-	-	-	-	1,69	-	-	-

V.I-1: Valor de importância dos estrato 1; V.I-2: Valor de importância do estrato 2; V.I-3: Valor de importância do estrato.

Algumas das gramíneas amostradas neste trabalho foram citadas em áreas degradadas situadas em borda de estrada na Serra do Cipó (BARBOSA *et al.* 2010) e são reconhecidas na literatura como potencialmente invasoras de campos rupestres: *Melinis minutiflora* (MARTINS *et al.* 2004) e *Andropogon bicornis* (MUNHOZ; FELFILI, 2007). Todas estas espécies são introduções não nativas, embora sejam comuns ao cerrado (savana) brasileiro.

Estradas diferem de outros tipos de distúrbios por apresentarem uma estrutura linear, atuando como corredores ou facilitam o acesso de espécies não nativas, em que muitas das quais se estabelecem e se tornam invasoras (CHRISTEN ; MATLACK, 2009). Barbosa *et al.* (2010) afirma que a construção e manutenção de estradas proporciona áreas seguras para invasão de espécies exóticas, uma vez que promove a germinação e estabelecimento dessas

indivíduos, devido a remoção das espécies nativas (e seu banco de sementes) (FRENKEL, 1970; SCHMIDT 1989; LONSDALE e LANE, 1994; GREENBERG et al., 1997; TROMBULAK e FRISSELL, 2000). Estas espécies encontram ao longo das estradas baixa concorrência em relação a densa vegetação nativa e geralmente estão expostas a muita luz (WESTER; JURVIK, 1983; PARENDES; JONES, 2000).

Os corredores gerados pela construção das estradas, agem também contribuindo para a dispersão de propágulos (intensificado pelo aumento do tráfego de humanos e vetores de animais) ou a abertura de novos habitats para espécies nativas que se tornam abundantes, em que muitas plantas nativas se comportam como espécies invasoras, como por exemplo, alecrim-do-campo (Asteraceae) (BARBOSA *et al.*, 2010) presente na amostragem deste trabalho.

Assim, pode-se afirmar que a pavimentação da BR-367 teve um papel auxiliar no processo de introdução e estabelecimento de espécies invasoras não nativas no Espinhaço Meridional. Esforços de agências governamentais e formuladores de políticas devem estar cientes para acompanhar esta invasão de espécies exóticas, com o monitoramento rodoviário intensivo. Métodos de controle devem ser implementadas a fim de evitar o agravamento do estabelecimento de ervas daninhas e evitar que aquelas já estabelecidas colonizem as estradas, se espalhando através das vegetações nativa, modificando a paisagem e, finalmente, causa danos graves para os serviços ecológicos, e até mesmo extinções das tantas espécies endêmicas (MOREIRA *et al.* 2010).

A categoria de solo exposto apresentou valor expressivamente elevado de cobertura e frequência relativa, principalmente para o estrato 3 (estrato único da área 2), e os estratos centrais, quando comparado ao encontrado por Amaral (2012) em áreas de cerrado rupestre, no Espinhaço Meridional. Possivelmente a retirada de grande quantidade de material, principalmente nos estratos centrais, para pavimentação da via, criou condições inadequadas para o desenvolvimento de alto número de espécies, uma vez que a maioria delas não suportaria condições limitantes, como a elevada compactação e a consequente baixa disponibilidade hídrica do solo, dentre outras características apresentadas pelos ambientes. Além disso, valores de resistência mecânica à penetração entre 2,45 e 4,9 Mpa verificadas nas áreas, resulta em limitações para o crescimento e desenvolvimento adequado das plantas (RIBEIRO *et al.* 2006; OLIVEIRA *et al.* 2007). Assim, poucas espécies teriam capacidade para colonizar aqueles ambientes.

Pode-se inferir então que maiores valores para categoria profundidade máxima, ocorreram nos estratos marginais das áreas. Este fato se deu pela forma em que as máquinas trabalharam na retirada do material mineral, em que foi conservado um volume superior de

solo nas bordas das áreas restando solos mais rasos nos estratos centrais, justificando também os máximos valores para resistência a penetração nos estratos centrais. Esta característica da degradação, pode ser relacionada também a concentração das espécies nos estratos marginais, como constatado na CCA, a presença mais acentuada das espécies é inversamente proporcional a resistência a penetração. Reforçando esta consideração, o registro de maior frequência e cobertura relativa para a categoria solo exposto nos estratos centrais.

Para elucidar este fato, tem-se os valores de importância para solo exposto, com números superiores nos estratos centrais: E1 (17,01%), E5 (12,38%), E7 (11,62%), E9 (45,79%) e E11 (31,77%); já em estratos marginais estes percentuais são mais baixos ou zero, como ocorreu nos estratos E2 e E10. No estrato E3 (único representativo da área 2) obteve-se um valor alto também, para esta categoria, com 27,54% da área sem cobertura vegetal.

Estes valores para solo exposto são altos quando comparado ao encontrado por Munhoz e Felfili (2006) em uma área de campo sujo recuperada após a passagem de fogo. Este fato pode estar relacionado ao comportamento das espécies no local junto ao alto grau de degradação destes sítios. Nota-se que de maneira geral as espécies não apresentaram valores elevados de cobertura relativa, como apresentados por Munhoz e Felfili (2006); Munhoz e Felfili (2007); Munhoz *et al.* (2008); Eugenio *et al.* (2011). Em um campo limpo úmido algumas espécies chegaram a apresentar 54,47% da cobertura relativa (MUNHOZ *et al.*, 2008). Esta menor cobertura relativa das espécies pode está relacionada às condições do ambiente de estudo que está sujeito a distúrbios frequentes como vento, solos rasos e com baixa fertilidade (CONCEIÇÃO *et al.*, 2014; RIBEIRO; WALTER, 1998) que assim acabou proporcionando maiores áreas descobertas no local.

Das 109 espécies analisadas pelo método das espécies indicadoras (Tabela 5), apenas uma, a *Xyris diamantinae* Malme, apresentou preferência significativa no ambiente da área 4, caracterizado por afloramentos quartzíticos e os neossolos litólicos.

Tabela 5 : Espécies com resultados significativos, pelo teste de Monte Carlo, na análise de espécie indicadora (ISA), realizada com base nas quatro áreas de campo rupestre.

Espécie	Área	VIO	VIE	s	P*
<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze	1	9,1	8,5	0,34	0,1228
<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	3	8,3	8,5	0,35	1
<i>Aeschynomene denticulata</i> Rudd	1	17,1	11,4	5,13	0,1246
<i>Aeschynomene</i> sp.	3	12	12,4	6,25	0,4339
<i>Ageratum fastigiatum</i> (Gardner) R.M.King & H.Rob.	3	12	12,4	7,19	0,5641
<i>Alternanthera tenella</i> Colla	3	12,4	16,1	4,85	0,2378
<i>Aristida riparia</i> Trin	2	16,7	8,4	0,35	1
<i>Aristida</i> sp.	2	8,3	8,4	0,34	1
<i>Asclepias</i> cf. <i>melladora</i> A ST. Hil	4	8,3	8,5	0,34	1
<i>Axonopus</i> sp.	4	8,3	8,5	0,34	1
<i>Baccharis scandens</i> (Ruiz & Pav.) Pers.A.St.-Hil.	2	8,3	8,5	0,34	1
<i>Banisteriopsis</i> sp.	1	10,2	9,1	5,36	0,4591
<i>Borreria eryngioides</i> Cham. & Schldtl.	2	15,4	9,1	5,63	0,1873
<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.Mey.	3	9,3	13	6,19	0,6937
<i>Byrsonima</i> Rich. ex Kunth	1	4,7	7,3	5,29	0,6001
<i>Cambessedesia hilariana</i> (Kunth) DC.	2	12,1	11,4	6,13	0,3279
<i>Camponesia adamantina</i>	3	8,3	8,5	0,34	1
<i>Chamaecrista rotundifolia</i> (Pers.) Greene	1	16,6	10,7	5,35	0,974
<i>Chromolaena barrosoae</i> R.M.King & H.Rob.	3	5,6	9,9	5,42	0,8048
<i>Croton antisyphiliticus</i> Mart.	3	6,8	9,4	4,18	1
<i>Croton campestris</i> A.St.-Hil	4	8,3	8,5	0,34	1
<i>Cuphea ericoides</i> cham & Schit dl.	3	8,3	8,5	0,35	1
<i>Cuphea</i> sp.	3	8,3	8,5	0,34	1
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	3	16,7	9,7	4,02	0,231
<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	2	8,3	8,5	0,35	1
<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth.	1	9,1	8,5	0,34	0,2308
<i>Eremanthus incanus</i> (Less.)	4	8,3	8,5	0,34	1
<i>Eriosema crinitum</i> (Kunth) G.Don	3	8,3	8,5	0,34	1
<i>Espermacoce</i> sp.	1	9,1	8,5	0,34	0,2366

Cont. tabela 5

Espécie	Área	VIO	VIE	s	P*
<i>Esterhazyia macrodonta</i> (Cham.) Benth.	4	6,1	8,9	4,52	1
<i>Hyparrhenia</i> sp.	2	8,3	8,5	0,34	1
<i>Kyllinga odorata</i> Vahl	2	8,3	8,5	0,35	1
<i>Lavoisiera adamantium</i> Pedersoli	1	5,2	7,5	5,18	0,4107
<i>Lavoisiera bergii</i> Cogn.	1	11,5	11,8	5,68	0,4675
<i>Lippia hermannioides</i> Cham.	2	8,3	8,5	0,34	1
<i>Loudetiopsis crysotrix</i> (Nees)	3	8,3	8,5	0,35	1
<i>Lychnophora ericoides</i> Mart.	4	8,3	8,5	0,34	1
<i>Lychnophora</i> sp.	4	17	11	5,45	0,1504
<i>Mandevilla</i> sp.	4	8,3	8,5	0,34	1
<i>Microlicia</i> sp.2	2	19,1	13,2	6,16	0,1306
<i>Microlicia</i> sp.3	1	7,4	9,3	4,39	0,4167
<i>Panicum sumatrense</i> Roth	4	8,3	8,5	0,34	1
<i>Paspalum acuminatum</i> Raddi	2	16,7	7,7	5,21	0,2566
<i>Phyllanthus choretroides</i> Müll.Arg.	4	8,3	8,5	0,34	1
<i>Polygala obovata</i> A.St.-Hil. & Moq.	2	16,7	9	4,24	0,218
<i>Polygala paniculata</i> L.	2	22,3	17,6	6,53	0,2032
<i>Polygala violacea</i> Aubl.	2	8,3	8,5	0,35	1
<i>Porophyllum angustissimum</i> Gardner	2	8,3	8,5	0,34	1
<i>Pterocaulon rugosum</i> (Vahl) Malme	1	9,1	8,5	0,34	0,231
<i>Rhyncosphora consanguinea</i> (Kunth) Boeckeler	1	9,1	8,5	0,34	0,2366
<i>Schizachyrium condensatum</i> (Kunth) Nees	4	8,3	8,5	0,34	1
<i>Scleria</i> sp.	4	5,4	9,9	5,55	1
<i>Stylosanthes guianensis</i> (Aubl.) Sw.	2	8,3	8,5	0,35	1
<i>Stylosanthes viscosa</i> Sw.	1	9,1	8,5	0,34	0,231
<i>Syngonanthus minutulus</i> (Steud.) Moldenk	3	4,8	7,8	5,2	0,814
<i>Tagetes minuta</i> L.	3	16,7	7,6	5,28	0,2378
<i>Trichogonia villosa</i> Sch.Bip. ex Baker	3	12,3	11,9	5,74	0,392

Cont. tabela 5

Espécie	Área	VIO	VIE	s	P*
<i>Waltheria douradinha</i> A.St.-Hil.	2	8,3	8,5	0,35	1
<i>Xyris diamantinae</i> Malme	4	41,7	11,4	5,88	0,002
<i>Xyris pterygoblephara</i> Steud.	4	8,3	8,5	0,35	1
<i>Xyris</i> sp.2	4	8,3	8,5	0,34	1
<i>Xyris tortula</i> Martius	4	8,3	8,5	0,34	1
<i>Zornia reticulata</i> Sm.	2	15,5	11,2	6,19	0,2108

VIO = valor indicador observado; VIE = valor indicador esperado; s = desvio padrão; p = significância para o teste de Monte Carlo.

4- CONCLUSÕES

Houve relação entre os gradientes ambientais e a abundância e composição florística da vegetação colonizadora.

Não houve diferença acentuada quanto às guildas de hábito, regeneração e síndrome de dispersão entre os quatro ambientes estudados, que foram definidos em etapa seral pioneira.

Não constatou-se diferença quanto a riqueza de espécies entre as áreas.

Houve diferença dos valores de frequência e cobertura relativa da categoria solo exposto entre os estratos. Estratos marginais apresentaram maiores valores para a categoria solo exposto.

De 29 parâmetros de substrato analisados, a distribuição da maioria das espécies apresentou maior correlação com as químicas: M.O, T, H+Al e V% e físicas DMG, PT, % Areia, RP Max.

As condições químicas e físicas reproduzidas nos substratos das quatro áreas pela retirada de material granulométrico e a pavimentação da BR-367, a qual os quatro ambientes estudados estão inseridos, contribuíram para os altos valores de frequência e cobertura relativa de gramíneas como *Echinolaena inflexa*, *Aristida ekmaniana*, *Urochloa decumbens* e *Andropogon bicornis* sp. Podendo assim ser indicada para recuperação de áreas de alto grau de degradação em campos rupestres quartzíticos nas regiões de Diamantina, uma vez que trabalhadas com controle.

Espécies das famílias Eriocaulaceae e Xyridaceae ocorreram quase que exclusivamente no ambiente sobre a Formação Galho do Miguel, despertando assim o interesse quanto ao uso das mesmas em projetos de restauração ambiental nesses ambientes.

Há a necessidade de se realizar mais estudos com esse foco em áreas degradadas com o propósito de se confirmar as tendências quanto a habitats preferenciais das espécies aqui listadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A.A de. **Análise geomorfológica: reflexão e aplicação. (Uma contribuição ao conhecimento das formas de relevo do Planalto de Diamantina-MG)**. SP, Tese de Livre-Docência, Departamento de Geografia, FFLCH-USP, 1982.

ALMEIDA, R.O.P.O.; SÁNCHEZ, L.E. Revegetação de áreas de mineração: critérios de monitoramento e avaliação do desempenho. **Revista Árvore**, 29: 47-54. 2005.

AMARAL W. G. **Caracterização de áreas em Diamantina (MG) sob diferentes tipos de degradação: Substrato, Dinâmica da vegetação e paisagem**. (2012). Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) –Departamento de Engenharia Florestal, Universidade dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012.

AMARAL, W. G., PEREIRA, I. M., MACHADO, E. L., OLIVEIRA, P. A., DIAS, L. G., MUCIDA, D. P.; AMARAL, C.S. Relação das espécies colonizadoras com as características do substrato em áreas degradadas na Serra do Espinhaço Meridional. **Bioscience Journal** 29 (5): 1696-1707. 2013.

ANAND, M.; DESROCHERS, R. E. Quantification of restoration success using complex systems concepts and models. **Restoration Ecology**, v. 12, n. 1: 117-123, 2004.

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 161, p. 105-121, 2009.

BARBOSA, N.P.U.; FERNANDES, G.W. A destruição do jardim. **Scientific American Brasil**, 79: 82-84. 2008.

ARAÚJO, F. S.; MARTINS, S. V.; NETO, J. A. A. M.; LANI, J. L.; PIRES, I. E. Estrutura da vegetação arbustivo-arbórea colonizadora de uma área degradada por mineração de caulim, Brás Pires- MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.1, p.107-116, 2006.

BARBOSA, N.P.U.; FERNANDES, G.W.; CARNEIRO, M.A.A.; JÚNIOR, L.A.C. Distribution of non-native invasive species and soil properties in proximity to paved roads and unpaved roads in a quartzitic mountainous grassland of southeastern Brazil (rupestrian fields). **Biological Invasions**, v. 12 (11): 3745-3755, 2010.

SCHMIDT, W. Plant dispersal by motor cars. **Vegetatio**, v. 80, n. 2, p. 147-152, 1989.

CANFIELD, R. H. Application of the line interception method in sampling range vegetation. **Journal of Forestry**, v. 39, n. 4, p. 388-394, 1941.

CANFIELD, R. H. **Sampling ranges by the line interception method plant cover composition density degree of forage use**. EUA Forest Service, 1950.

CHRISTEN, D. C.; MATLACK, G. R. The habitat and conduit functions of roads in the spread of three invasive plant species. **Biological Invasions**, v. 11, n. 2, p. 453-465, 2009.

CONCEIÇÃO, G. M.; DOS SANTOS, D. S.; RODRIGUES, M.S. Aspectos florísticos e ecológicos da família convolvulaceae da área de proteção ambiental municipal do Inhamum, Caxias, Maranhão, Brasil. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, v. 5, n. 2, p. 595-613, 2014.

DURIGAN, G. Reflexões sobre a restauração ecológica em regiões de Cerrado. In: Simpósio de restauração ecológica, 5, 2013, São Paulo, **Anais**, 2013. p. 33-37.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Ciências do Solo. **Manual de métodos e análises de solo**. Rio de Janeiro, p. 212, 1997.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2000.

EUGÊNIO, C. U. O.; MUNHOZ, C. B. R.; FELFILI, J. M. Din mica temporal do estrato herbáceo-arbustivo de uma área de campo limpo úmido em Alto Paraíso de Goiás, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, Belo Horizonte, v. 25, n. 2, p. 497-507, 2011.

FOGAÇA, A. C. C. Geologia da Folha Diamantina. In: GROSSI-SAD, J. H.; LOBATO, L. M.; PEDROSA-SOARES, A. C. & SOARES-FILHO, B. S. (coordenadores e editores). **PROJETO ESPINHAÇO EM CD-ROM (textos, mapas e anexos)**. Belo Horizonte, COMIG - Companhia Mineradora de Minas Gerais. p. 1575-1665. 1997.

FRENKEL, R. E. **Ruderal vegetation along some California roadsides**. Univ. of California Press, 1977.

GALVÃO, M.V.; NIMER, E. Clima. In: **Geografia do Brasil – Grande Região Leste**. Rio de Janeiro: IBGE, p. 139. 1965.

GIULIETTI, A. M.; MENEZES, N. L. HARLEY, RM; QUEIROZ, LP; WANDERLEY, MGL & PIRANI, J.R. Caracterização e endemismos nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. In: CAVALCANTI, T.B; WALTER, B.M.T. **Tópicos atuais em botânica**. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Sociedade Botânica do Brasil, Brasília, p. 311-318. 2000.

GIULIETTI, A.M.; PIRANI, J.R.; HARLEY, R.M. 1997. Espinhaço Range region, eastern Brazil In: DAVIS S.D et al. (eds.). **Centers of plant diversity: a guide and strategy for their conservation**. v.3, Cambridge: IUCN Publication Unity, p. 397-404. 1997.

GREENBERG, C. H.; CROWNOVER, S. H.; GORDON, D. R. Roadside Soils: A Corridor for Invasion of Xeric Shrub by Nonindigenous Plants. **Natural Areas Journal**, v. 17, p. 2, 1997.

KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description and analysis, a practical approach**. London: Belhaven Press, 1992.

KOCH, J. M. Alcoa's mining and restoration process in south Western Australia. **Restoration Ecology**, v. 15 (4): S11-S16, 2007.

LONSDALE, W. M.; LANE, A. M. Tourist vehicles as vectors of weed seeds in Kakadu National Park, Northern Australia. **Biological Conservation**, v. 69, n. 3, p. 277-283, 1994.

LOSCHI, R. A., PEREIRA, J. A. A., MACHADO, E. L. M., CARLOS, L.; MARQUES, J. J. G. D. S. Species-environment interactions in the colonization of a gully in Itumirim, Minas Gerais. **Cerne**, 17(2), 161-180. 2011.

MARTINS, C. R.; LEITE, L. L.; HARIDASAN, M.. Capim-gordura (*Melinis minutiflora* P. Beauv.), uma gramínea exótica que compromete a recuperação de áreas degradadas em unidades de conservação. **Revista Árvore**, v. 28, n. 5, p. 739-747, 2004.

MOREIRA, R.G.; MCCAULEY, R.A; CORTES-PALOMEC, A.C; FERNANDES, G.W; OYAMA, K. Spatial genetic structure of *Coccoloba cereifera* (Polygonaceae), a critically endangered microendemic species of Brazilian rupestrian fields. **Conservation Genetics**, v. 11, n. 4, p. 1247-1255, 2010.

MCCUNE, B.; MEFFORD, M. **PC-ORD - Multivariate analysis of ecological data**. Version 6.0. Gleneden Beach: MjM Software, 2011.

MEGURO, M. PIRANI, J. R., DE MELLO-SILVA, R. E. N. A. T. O.; GIULIETTI, A. M.. Caracterização florística e estrutural de matas ripárias e capões de altitude da Serra do Cipó, Minas Gerais. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, p. 13-29, 1996.

MENEZES, N.L.; GIULIETTI, A.M. Campos rupestres. In: MENDONÇA, M.P.; LINS, L.V. (eds.), **Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, p. 65-73. 2000.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. John Wiley: New York, 1974.

MUNHOZ, C. B. R.; FELFILI, J. M. Fitossociologia do estrato herbáceo-subarbustivo de uma área de campo sujo no Distrito Federal, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 3, p. 671-685, 2006.

MUNHOZ, C. B. R.; FELFILI, J. M. Florística do estrato herbáceo-subarbustivo de um campo limpo úmido em Brasília, Brasil. **Biota neotrop.(Online, Ed. port.)**, v. 7, n. 3, p. 205-215, 2007.

MUNHOZ, C. B. R.; FELFILI, J. M.; RODRIGUES, C. Species-environment relationship in the herb-subshrub layer of a moist Savanna site, Federal District, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 1, p. 25-35, 2008.

NEGREIROS, D.; FERNANDES, G.W.; SIL- VEIRA, F.A.O.; CHALUB, C. Seedling growth and biomass allocation of endemic and threatened shrubs of rupestrian fields. **acta oecologica**, v. 35, n. 2, p. 301-310, 2009.

NEGREIROS, D.; MORAES, M.L.B.; FERNANDES, G.W. Caracterização da fertilidade dos solos de quatro leguminosas de campos rupestres, Serra do Cipó, MG, Brasil. **Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal**, v. 8, n. 3, p. 30-39, 2008.

NEVES, S. C; HORN, A. H; FRAGA, L. M. S. Geoquímica ambiental da subbacia hidrográfica do ribeirão das Pedras, Diamantina, MG. **Geonomos** 16(2): 63-68, 2008.

NORMAN, M. A.; KOCH, J. M.; GRANT, C. D.; MORALD, T. K.; WARD, S. C. Vegetation succession after bauxite mining in Western Australia. **Restoration Ecology**, v. 14, n. 2, p. 278-288, 2006.

NUNES, Y. R. F.; MENDONÇA, A. V. R.; BOTEZELLI, L.; MACHADO, E. L. M.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Variações da fisionomia, diversidade e composição de guildas da comunidade arbórea em um fragmento de Floresta Semidecidual em Lavras, MG. **Acta botanica brasílica**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 213-229, 2003.

OLIVEIRA, G. C.; SEVERIANO, E. C.; MELLO, C. R. Dinâmica da resistência à penetração de um Latossolo Vermelho da Microrregião de Goiânia, GO. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 3, p. 265-270, 2007.

OLIVEIRA, P. A. **Características fito fisionômicas de Campos Rupestres Quartzíticos e ferruginosos no Espinhaço Merdional, Minas Gerais** 2015. Dissertação (Mestrado em

Ciência florestal) –Departamento de Engenharia Florestal, Universidade dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2015.

PARENDES, L.A.; JONES, J.A. Role of light availability and dispersal in exotic plant invasion along roads and streams in the HJ Andrews Experimental Forest, Oregon. **Conservation Biology**, v. 14, n. 1, p. 64-75, 2000.

PEREIRA, I. M; GONZAGA, A. P. D; MACHADO, E. L. M; OLIVEIRA, M. L. R; MARQUES, I. C. Estrutura da vegetação colonizadora em ambiente degradado por extração de cascalho em Diamantina, MG. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 35, n. 82, p. 77-88, 2015.

PIRANI, J.R.; MELLO-SILVA, R.; GIULIETTI, A.M. Flora de Grão-Mogol, Minas Gerais, Brasil. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, 21:1-24. 2003.

RAPINI, A., RIBEIRO, P.L., LAMBERT, S.; PIRANI, J.R. A flora dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**, 4: 16-24. 2008.

RIBEIRO, A. I.; LONGO, R. M.; TEIXEIRA FILHO, A.; MELO, W. J. Diagnóstico de uma área compactada por atividade mineraria, na Floresta Amazônica, empregando métodos geoestatísticos à variável resistência mecânica à penetração do solo. **Acta Amazônica, Manaus**, v. 36, n. 1, p. 83-90, 2006.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. **Cerrado: Ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa-CPAC, p.89- 166. 1998.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: DIAS, L.E., MELLO, J.W. (Eds.). **Recuperação de Áreas Degradadas**. Viçosa, MG: UFV, SOBRADE, p.203-215. 1998.

RONDON-NETO, R. M.; BOTELHO, S. A.; FONTES, M. A. L.; DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Estrutura e composição florística da comunidade arbustivo arbórea de uma clareira de formação antrópica, em uma floresta estacional semidecídua montana. **Revista Cerne**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 79-94, 2000.

SAADI, A.. A geomorfologia da Serra do Espinhaço em Minas Gerais e de suas margens. **Revista Geonomos**, v. 3, n. 1, 1995.

SCHMIDT, W. Plant dispersal by motor cars. **Vegetatio**, v. 80, n. 2, p. 147-152, 1989.

SILVA, K. R. **Caracteres estruturais foliares e suas implicações na taxonomia de Lavoisiera, Microlicia e Trembleya (Microlicieae, Melastomataceae)**. 2014. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.

SILVA, L.C; CLEMENTE, VIEIRA, M. da COSTA; NASCIMENTO, A.R.T. Regeneração natural da comunidade arbórea em um remanescente de Floresta Estacional Decidual, Uberlândia – MG. **MG.BIOTA**, v.7, n.1, abr./jun. 2014

SWAINE, M. D.; WHITMORE, T. C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetatio**, v. 75, n. 1-2, p. 81-86, 1988.

TER BRAAK, C.J.F. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. In: **Theory and models in vegetation science**. Springer Netherlands, 1987. p. 69-77.

TER BRAAK, C.J.F. **Partial canonical correspondence analysis**. In: Classification Methods and Related Methods of Data Analysis (Ed. by H.H. Bock), North-Holland, Amsterdam, p. 551–558, 1988.

TER BRAAK, C. J. F.; VAN TONGEREN, O. F. R. **Data analysis in community and landscape ecology**. Cambridge University Press, 1995.

TROMBULAK, S. C.; FRISSELL, C. A. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. **Conservation biology**, v. 14, n. 1, p. 18-30, 2000.

VAN DER PIJL, L. et al. **Principles of dispersal in higher plants**. 3. ed., Berlin: Springer-Verlag, 1982.

VIANA, L. R.; FERNANDES, G. W.; SILVA, C. A. Ecological road threatens endemic Brazilian plant with extinction. **Plant Talk**, v. 41(15): 15. 2005.

VINCENT, R. C.; MEGURO, M.. Influence of soil properties on the abundance of plant species in ferruginous rocky soils vegetation, southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 31, n. 3, p. 377-388, 2008.

WESTERN, L.; JUVIK, J. O. Roadside plant communities on Mauna Loa, Hawaii. **Journal of Biogeography**, p. 307-316, 1983.

WILLIAMS-LINERA, G. Vegetation structure and environmental conditions of forest edges in Panama. **The Journal of Ecology**, p. 356-373, 1990.

Apêndice A : Planilha com dados de florística realizada nos taludes remanescentes da retirada de material das áreas 1, 3 e 4.

Área	Identificação	Família
1	<i>Eremanthus incanus</i> (Less.)	Asteraceae
1	<i>Vellozia</i> sp.	Velloziaceae
1	<i>Byrsonima dealbata</i> Griseb	Malpighiaceae
1	<i>Byrsonima</i> Rich. ex Kunth	Malpighiaceae
1	<i>Schyzachirium</i> sp.	Poaceae
1	<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	Poaceae
1	<i>Melinis minutiflora</i> P.Beauv.	Poaceae
1	<i>Baccharis platypoda</i> DC.	Asteraceae
1	<i>Lippia hermannioides</i> Cham.	Verbenaceae
1	<i>Dicranopteris</i> sp.	Dicranopteris
1	<i>Aristida recurvata</i> Kunth	Poaceae
1	<i>Evolvulus alsinoides</i> L.	Convolvulaceae
1	<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	Fabaceae
1	<i>Erythroxylum</i> sp.	Erythroxylaceae
1	<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. Cork	Clusiaceae
1	<i>Eriozema</i> sp.	Fabaceae
1	<i>Microlicia</i> sp. 3	Melastomataceae
1	<i>Trichogonia villosa</i> Sch.Bip. ex Baker	Asteraceae
1	<i>Croton antisiphiliticus</i> Mart.	Euphorbiaceae
1	<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.Mey.	Rubiaceae
1	<i>Jacaranda caroba</i> (Vell.) DC	Bignoniaceae
1	<i>Marcetia taxifolia</i> (A.St.-Hil.) DC.	Melastomataceae
1	<i>Chamaecrista desvauxii</i> (Collad) Killip	Fabaceae
1	<i>Stylosanthes viscosa</i> Sw..	Fabaceae
1	<i>Loudetiopsis crysotrix</i> (Nees)	Poaceae
1	<i>Paspalum</i> sp.	Poaceae
1	<i>Polygala paniculata</i> L.	Polygalaceae
1	<i>Banisteriopsis</i> sp.	Malpighiaceae.
1	<i>Andropogon</i> sp.	Poaceae
1	<i>Paspalum guttatum</i> Trin	Poaceae
1	<i>Lepidaploa rufogrisea</i> (A. St-Hil) H. Rob.	Asteraceae
1	<i>Aristida recurvata</i> Kunth	Poaceae
1	<i>Mesosetum loliiforme</i> (Hochst.) Chase	Poaceae
1	<i>Alternanthera tenella</i> Colla	Amarantaceae
1	<i>Microlicia</i> sp. 3	Melastomataceae
1	<i>Axonopus aureus</i> P. Beauv.	Poaceae
1	<i>Aristida ekmaniana</i> Henrard.	Poaceae

1	<i>Lavosieira sp.</i>	Melastomataceae
1	<i>Palicourea rigida Kunt.</i> ,	Rubiaceae
1	<i>Gaylussacia montana (Pohl)</i>	Ericaceae
3	<i>Loudetiopsis crysotrix</i> (Nees)	Poaceae
3	<i>Mimosa paucifolia</i> Benth.	Fabaceae
3	<i>Aristida recurvata</i> Kunth	Poaceae
3	<i>Aristida sp.</i>	Poaceae
3	<i>Evolvulus alsinoides</i> L.	Convolvulaceae
3	<i>Trichogonia villosa</i> Sch.Bip. ex Baker	Asteraceae
3	<i>Hyptis sp.</i>	Lamiaceae
3	<i>Melinis minutiflora</i> P.Beauv.	Poaceae
3	<i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O.Berg	Myrtaceae
3	<i>Erythroxylum suberosum</i> St	Erythroxylaceae
3	<i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart.	Erythroxylaceae
3	<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.Mey.	Rubiaceae
3	<i>Echinolaena inflexa</i> (Poir.) Chase	Paceae
3	<i>Eremanthus incanus</i> (Less.)	Asteraceae
3	<i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.) MacLeish	Asteraceae
3	<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	Fabaceae
3	<i>Paspalum sp.</i>	Poaceae
3	<i>Paspalum sp1.</i>	Poaceae
3	<i>Eriosema crinitum</i> (Kunth) G.Don	Fabaceae
3	<i>Panicum sp.</i>	Poaceae
3	<i>Lychnophora sp.</i>	Asteraceae
3	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Asteraceae
3	<i>Lepidaploa rufogrisea</i> (A.St.-Hil.) H.Rob.	Asteraceae
3	<i>Lippia hermannioides</i> Cham.	Verbenaceae
3	<i>Vellozia sp.</i>	Velloziaceae
3	<i>Trembleya parviflora</i> (D.Don) Cogn.	Melastomataceae
3	<i>Schizachyrium sanguineum</i> (Retz.) Alston	Poaceae
3	<i>Byrsonima dealbata</i> Griseb	Malpighiaceae
3	<i>Dicranopteris sp.</i>	Gleicheniaceae
3	<i>Microlicia sp. 1</i>	Melastomataceae
3	<i>Marcetia taxifolia</i> (A.St.-Hil.) DC.	Melastomataceae
3	<i>Dyckia sp.</i>	Bromeliaceae
3	<i>Croton antisiphiliticus</i> Mart.	Euphorbiaceae
3	<i>Banisteriopsis sp.</i>	Malpighiaceae
3	<i>Baccharis platypoda</i> DC.	Asteraceae
3	<i>Sapium. Sp</i>	Euphorbiaceae
3	<i>Kielmeyera lathrophyton</i> Saddi	Calophyllaceae
3	<i>Syagrus sp.</i>	Arecaceae

3	<i>Stylosanthes sp.</i>	Fabaceae
3	<i>Sisyrinchium vaginatum</i> Spreng	Iridaceae
3	<i>Zornia reticulata</i> Sm.	Fabaceae
3	<i>Jacaranda caroba</i> (Vell.) DC	Bignoniaceae
3	<i>Rhynchospora globosa</i> (Kunth) Roem. & Schult.	Cyperaceae
3	<i>Dyckia sp. 2</i>	Bromeliaceae
3	<i>Vellozia sp. 2</i>	Velloziaceae
3	<i>Vernonia sp.</i>	Asteraceae
3	<i>Byrsonima dealbata</i> Griseb	Malpighiaceae
3	<i>Schizachyrium sanguineum</i> (Retz.) Alston	Poaceae
3	<i>Microlicia sp. 2</i>	Melastomataceae
3	<i>Eragrostis bahiensis</i> Schrad. ex Schult.	Poaceae
4	<i>Eremanthus incanus</i> (Less.)	Asteraceae
4	<i>Lychnophora sp.</i>	Asteraceae
4	<i>Aristida sp.</i>	Poaceae
4	<i>Echinolaena inflexa</i> (Poir.) Chase	Poaceae
4	<i>Paspalum sp.</i>	Poaceae
4	<i>Schyzachirium sp.</i>	Poaceae
4	<i>Aristida recurvata</i> Kunth	Poaceae
4	<i>Lagenocarpus rigidus</i> Nees	Poaceae
4	<i>Eriosema crinitum</i> (Kunth) G.Don	Fabaceae
4	<i>Xyris sp.</i>	Xyridaceae
4	<i>Croton campestris</i> A.St.-Hil	Euphorbiaceae
4	<i>Evolvulus alsinoides</i> L.	Convolvulaceae
4	<i>Zornia reticulata</i> Sm.	Fabaceae
4	<i>Andropogon bicornis</i> L.	Poaceae
4	<i>Portulaca pilosa</i> L	Portulacaceae
4	<i>Byrsonima dealbata</i> Griseb	Malpighiaceae
4	<i>Zornia reticulata</i> Sm.	Fabaceae
4	<i>Waltheria sp.</i>	Malvaceae.
4	<i>Banisteriopsis sp.</i>	Malpighiaceae
4	<i>Chamaecrista desvauxii</i> (Collad) Killip	Fabaceae
4	<i>Microlicia sp 1.</i>	Melastomataceae
4	<i>Trembleya parviflora</i> (D.Don) Cogn.	Melastomataceae
4	<i>Trichogonia sp.</i>	Asteraceae
4	<i>Trichogonia sp.</i>	Poaceae
4	<i>Trichogonia sp.</i>	Xyridaceae
4	<i>Marcetia taxifolia</i> (A.St.-Hil.) DC.	Melastomataceae
4	<i>Evolvulus alsinoides</i> L.	Convolvulaceae
4	<i>Aristida sp.</i>	Poaceae
4	<i>Baccaris sp.</i>	Asteraceae

4	<i>Lavoisiera sp.</i>	Melastomataceae
4	<i>Gaylussacia montana (Pohl)</i>	Ericaceae
4	<i>Rhynchospora globosa(Kunth) Roem. & Schult.</i>	Cyperaceae
4	<i>Syagrus sp.</i>	Arecaceae
4	<i>Paepalanthus sp.</i>	Eriocaulaceae 2
4	<i>Trichogonia sp.</i>	Asteraceae
4	<i>Dicranopteris sp.</i>	Gleicheniaceae
4	<i>Cambecedesia</i>	Cambessedesia
4	<i>Vernonia sp.</i>	Asteraceae

<i>Esterhazyia macrodonta</i> (Cham.) Benth.	-	0,06	-	-	-	-	-	-	-	0,67	-
<i>Phyllanthus choretroides</i> Müll.Arg.	-	-	-	-	-	-	-	-	0,86	-	-
<i>Andropogon bicornis</i> L.	1,92	6,40	2,92	2,78	0,50	4,20	3,43	-	-	-	-
<i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth	-	-	3,53	0,21	1,11	-	-	-	-	2,58	3,79
<i>Andropogon sp.</i>	5,92	7,01	5,43	-	-	-	6,36	-	-	-	-
<i>Aristida brasiliensis</i> Longhi-Wagner	-	0,09	0,20	0,93	0,50	1,74	2,93	-	-	-	-
<i>Aristida ekmaniana</i> Henrard.	2,34	5,92	-	4,95	4,83	6,59	8,99	-	0,14	-	-
<i>Aristida recurvata</i> Kunth	0,08	-	0,19	4,38	-	1,23	1,01	-	-	-	-
<i>Aristida riparia</i> Trin	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aristida sp.</i>	-	-	0,08	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Axonopus aureus</i> P. Beauv.	-	0,63	0,78	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Axonopus sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,35	-	-	-
<i>Echinolaena inflexa</i> (Poir.) Chase	4,34	5,77	4,81	8,35	14,36	11,23	1,11	0,83	-	8,52	0,38
<i>Eragrostis bahiensis</i> Schrad. ex Schult.	-	-	0,20	-	14,85	2,68	0,71	0,56	-	0,22	16,41
<i>Hyparrhenia sp.</i>	-	-	0,44	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lagenocarpus rigidus</i> Nees	-	-	-	-	-	-	-	20,64	-	-	0,63
<i>Loudetiopsis crysotrix</i> (Nees)	-	-	-	-	-	0,14	-	-	-	-	-
<i>Melinis minutiflora</i> P.Beauv.	8,17	0,18	2,18	1,75	-	-	0,10	-	-	-	-
<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	7,51	0,79	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mesosetum loliiforme</i> (Hochst.) Chase	-	8,34	2,07	0,10	-	-	-	2,78	1,51	23,99	8,33
<i>Panicum sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	2,02	0,43	10,99	-
<i>Panicum sumatrense</i> Roth	-	-	-	-	-	-	-	0,63	-	-	-
<i>Paspalum acuminatum</i> Raddi	-	-	0,46	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Paspalum diamantinum</i> Swallen	-	-	-	10,15	3,71	16,45	9,90	-	-	-	-

<i>Paspalum glaucescens</i> Hack	-	-	1,93	-	-	2,83	-	-	-	-	-
<i>Paspalum lineare</i> Trin.	-	6,28	1,07	4,43	1,61	-	1,21	-	-	4,60	0,76
<i>Paspalum sp.</i>	-	0,27	0,32	0,05	-	0,65	-	-	1,37	4,37	-
<i>Saccharum asperum</i> (Nees) Steud.	0,42	17,55	-	0,05	-	1,30	4,75	-	-	-	-
<i>Schizachyrium condensatum</i> (Kunth) Nees	-	-	-	-	-	-	-	-	0,50	-	-
<i>Schizachyrium sanguineum</i> (Retz.) Alston	-	-	1,06	-	-	-	-	-	-	0,67	-
<i>Schyzachirium sp.</i>	-	-	-	0,05	11,14	-	-	-	-	-	-
<i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D.Webster	23,10	9,36	0,31	-	-	9,42	8,08	-	-	-	-
<i>Polygala obovata</i> A.St.-Hil. & Moq.	-	-	0,07	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polygala paniculata</i> L.	-	0,06	0,19	0,26	-	-	0,30	0,07	-	-	0,13
<i>Polygala violacea</i> Aubl.	-	-	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Borreria eryngioides</i> Cham. & Schltldl.	-	-	0,16	-	-	-	-	0,07	-	-	-
<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.Mey.	0,33	0,03	0,12	0,62	1,24	-	-	-	-	0,34	-
<i>Diodella teres</i> (Walter) Small	-	0,51	1,64	2,22	-	-	-	-	-	-	-
<i>Espermacoce sp.</i>	0,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>NI</i>	-	-	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Solo Exposto</i>	17,01	-	55,09	30,91	12,38	14,49	20,20	48,64	79,08	-	50,51
<i>Lippia hermannioides</i> Cham.	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Xyris diamantinae</i> Malme	-	-	-	-	-	-	-	0,14	0,29	1,46	3,16
<i>Xyris pterygoblephara</i> Steud.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,35	-
<i>Xyris sp.</i>	1,33	1,93	1,36	0,10	0,12	-	0,30	1,04	1,80	0,22	0,13
<i>Xyris sp.2</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,34	-
<i>Xyris tortula</i> Martius	-	-	-	-	-	-	-	0,35	-	-	-

<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth.	-	0,94	0,94	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eriosema crinitum</i> (Kunth) G.Don	-	-	-	1,69	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mimosa paucifolia</i> Benth.	2,50	-	-	3,39	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stylosanthes guianensis</i> (Aubl.) Sw.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stylosanthes viscosa</i> Sw.	-	0,94	0,94	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Zornia reticulata</i> Sm.	-	-	-	1,69	4,17	-	-	-	-	-	-
Gleicheniaceae	2,50	0,94	0,94	-	-	-	3,03	-	4,17	-	-
<i>Dicranopteris</i> sp.	2,50	0,94	0,94	-	-	-	3,03	-	4,17	-	-
Lamiaceae	-	1,89	1,89	3,39	4,17	-	-	-	-	-	-
<i>Hyptis crinita</i> Benth.	-	1,89	1,89	3,39	4,17	-	-	-	-	-	-
Lythraceae	2,50	2,83	2,83	3,39	-	-	-	-	4,17	-	-
<i>Cuphea ericoides</i> Cham & Schit dl.	-	-	-	1,69	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cuphea</i> sp.	-	-	-	1,69	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cuphea diosmifolia</i> A.St.-Hil.	2,50	2,83	2,83	-	-	-	-	-	4,17	-	-
Malpighiaceae	2,50	1,89	1,89	-	-	-	-	3,03	-	-	-
<i>Banisteriopsis</i> sp.	2,50	0,94	0,94	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Byrsonima</i> Rich. ex Kunth	-	0,94	0,94	-	-	-	-	3,03	-	-	-
Malvaceae	5,00	1,89	1,89	1,69	-	2,70	-	-	-	-	-
<i>Sida acuta</i> Burm.f.	2,50	0,94	0,94	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sida rhombifolia</i> L.	2,50	0,94	0,94	1,69	-	2,70	-	-	-	-	-
<i>Waltheria douradinha</i> A.St.-Hil.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Melastomataceae	15,00	13,21	13,21	6,78	4,17	8,11	12,12	27,27	4,17	22,86	13,04
<i>Cambessedesia hilariana</i> (Kunth) DC.	2,50	-	-	1,69	-	-	-	3,03	-	-	-
<i>Desmocelis villosa</i> (Aubl.)	-	-	-	-	-	2,70	-	-	-	-	-
<i>Lavoisiera adamantium</i> Pedersoli	-	0,94	0,94	-	-	-	-	3,03	-	-	-
<i>Lavoisiera bergii</i> Cogn.	-	2,83	2,83	-	-	-	3,03	3,03	-	2,86	-

<i>Lavoisiera imbricata</i> (Thunb.) DC	-	-	-	-	-	-	-	6,06	-	2,86	4,35
<i>Marcetia taxifolia</i> (A.St.-Hil.) DC.	2,50	3,77	3,77	3,39	-	5,41	3,03	6,06	-	5,71	4,35
<i>Microlicia</i> sp	2,50	1,89	1,89	-	-	-	3,03	-	-	5,71	-
<i>Microlicia</i> sp.1	5,00	2,83	2,83	-	-	-	-	6,06	4,17	5,71	4,35
<i>Microlicia</i> sp.2	2,50	-	-	1,69	4,17	-	-	-	-	-	-
<i>Microlicia</i> sp.3	-	0,94	0,94	-	-	-	3,03	-	-	-	-
Myrtaceae	-	-	-	3,39	8,33	-	3,03	-	4,17	5,71	-
<i>Camponesia adamante</i>	-	-	-	-	4,17	-	-	-	-	-	-
<i>Eucalipto</i> sp.	-	-	-	3,39	4,17	-	3,03	-	4,17	5,71	-
Orobanchaceae	-	0,94	0,94	-	-	-	-	-	-	2,86	-
<i>Esterhazyia macrodonta</i> (Cham.) Benth.	-	0,94	0,94	-	-	-	-	-	-	2,86	-
Phyllanthaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	4,17	-	-
<i>Phyllanthus choretroides</i> Müll.Arg.	-	-	-	-	-	-	-	-	4,17	-	-
Poaceae	32,50	37,74	37,74	33,90	45,83	54,05	51,52	30,30	20,83	34,29	39,13
<i>Andropogon bicornis</i> L.	2,50	2,83	2,83	3,39	4,17	2,70	6,06	-	-	-	-
<i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth	-	-	-	1,69	4,17	-	-	-	-	2,86	4,35
<i>Andropogon</i> sp.	5,00	2,83	2,83	-	-	-	3,03	-	-	-	-
<i>Aristida brasiliensis</i> Longhi-Wagner	-	0,94	0,94	1,69	4,17	2,70	6,06	-	-	-	-
<i>Aristida ekmaniana</i> Henrard.	5,00	4,72	4,72	5,08	8,33	5,41	9,09	-	4,17	-	-
<i>Aristida recurvata</i> Kunth	2,50	-	-	3,39	-	2,70	3,03	-	-	-	-
<i>Aristida riparia</i> Trin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aristida</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Axonopus aureus</i> P. Beauv.	-	0,94	0,94	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Axonopus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	3,03	-	-	-

<i>Echinolaena inflexa</i> (Poir.) Chase	5,00	7,55	7,55	5,08	8,33	5,41	6,06	3,03	-	5,71	4,35
<i>Eragrostis bahiensis</i> Schrad. ex Schult.	-	-	-	-	4,17	5,41	3,03	3,03	-	2,86	8,70
<i>Hyparrhenia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lagenocarpus rigidus</i> Nees	-	-	-	-	-	-	-	3,03	-	-	4,35
<i>Loudetiopsis crysotrix</i> (Nees)	-	-	-	-	-	2,70	-	-	-	-	-
<i>Melinis minutiflora</i> P.Beauv.	5,00	0,94	0,94	1,69	-	-	3,03	-	-	-	-
<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	2,50	0,94	0,94	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mesosetum loliiforme</i> (Hochst.) Chase	-	1,89	1,89	1,69	-	-	-	9,09	4,17	8,57	13,04
<i>Panicum</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	6,06	4,17	5,71	-
<i>Panicum sumatrense</i> Roth	-	-	-	-	-	-	-	3,03	-	-	-
<i>Paspalum acuminatum</i> Raddi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Paspalum diamantinum</i> Swallen	-	-	-	3,39	4,17	8,11	3,03	-	-	-	-
<i>Paspalum glaucescens</i> Hack	-	-	-	-	-	2,70	-	-	-	-	-
<i>Paspalum lineare</i> Trin.	-	4,72	4,72	1,69	4,17	-	3,03	-	-	2,86	4,35
<i>Paspalum</i> sp.	-	0,94	0,94	1,69	-	2,70	-	-	4,17	2,86	-
<i>Saccharum asperum</i> (Nees) Steud.	2,50	6,60	6,60	1,69	-	8,11	3,03	-	-	-	-
<i>Schizachyrium condensatum</i> (Kunth) Nees	-	-	-	-	-	-	-	-	4,17	-	-
<i>Schizachyrium sanguineum</i> (Retz.) Alston	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,86	-
<i>Schyzachirium</i> sp.	-	-	-	1,69	4,17	-	-	-	-	-	-
<i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D.Webster	2,50	1,89	1,89	-	-	5,41	3,03	-	-	-	-
Polygalaceae	-	1,89	1,89	3,39	-	-	6,06	3,03	-	-	4,35
<i>Polygala obovata</i> A.St.-Hil. & Moq.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polygala paniculata</i> L.	-	1,89	1,89	3,39	-	-	6,06	3,03	-	-	4,35
<i>Polygala violacea</i> Aubl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rubiaceae	5,00	2,83	2,83	5,08	4,17	-	-	3,03	-	2,86	-
<i>Borreria eryngioides</i> Cham. & Schldl.	-	-	-	-	-	-	-	3,03	-	-	-

<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.Mey.	2,50	0,94	0,94	1,69	4,17	-	-	-	-	2,86	-
<i>Diodella teres</i> (Walter) Small	-	1,89	1,89	3,39	-	-	-	-	-	-	-
<i>Espermacoce</i> sp.	2,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Solo Exposto	2,50	-	-	1,69	4,17	2,70	3,03	6,06	12,50	-	13,04
<i>Solo Exposto</i>	2,50	-	-	1,69	4,17	2,70	3,03	6,06	12,50	-	13,04
Verbenaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lippia hermannioides</i> Cham.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Xyridaceae	5,00	5,66	5,66	1,69	4,17	-	3,03	12,12	12,50	11,43	13,04
<i>Xyris diamantinae</i> Malme	-	-	-	-	-	-	-	3,03	4,17	2,86	8,70
<i>Xyris pterygoblephara</i> Steud.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,86	-
<i>Xyris</i> sp.	5,00	5,66	5,66	1,69	4,17	-	3,03	6,06	8,33	2,86	4,35
<i>Xyris</i> sp.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,86	-
<i>Xyris tortula</i> Martius	-	-	-	-	-	-	-	3,03	-	-	-