

**INTERAÇÕES ESPÉCIE-AMBIENTE NA
COLONIZAÇÃO DE UMA VOÇOROCA EM
ITUMIRIM, MINAS GERAIS.**

RICARDO AYRES LOSCHI

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2009

RICARDO AYRES LOSCHI

**INTERAÇÕES ESPÉCIE-AMBIENTE NA COLONIZAÇÃO DE UMA
VOÇOROCA EM ITUMIRIM, MINAS GERAIS.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração em Ciências Florestais, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador:

José Aldo Alves Pereira

Co-orientador:

Evandro Luiz Mendonça Machado

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2009

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Loschi, Ricardo Ayres.

Interações espécie-ambiente na colonização de uma voçoroca em Itumirim, Minas Gerais / Ricardo Ayres Loschi. – Lavras : UFLA, 2009.

67 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: José Aldo Alves Pereira.

Bibliografia.

1. Voçoroca. 2. Regeneração natural. 3. Método de agulha. 4. Relações espécie-ambiente. 5. Análise multivariada I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 631.45

RICARDO AYRES LOSCHI

**INTERAÇÕES ESPÉCIE-AMBIENTE NA COLONIZAÇÃO DE UMA
VOÇOROCA EM ITUMIRIM, MINAS GERAIS.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração em Ciências Florestais, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 12 de fevereiro de 2009

José Aldo Alves Pereira – UFLA

Ary Teixeira de Oliveira Filho – UFMG

João José Granate de Sá e Melo Marques – UFLA

José Aldo Alves Pereira
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2009

À minha mãe Regina, ao meu pai Nilson, ao meu irmão Eduardo e à minha avó Carmelita (*In memorian*).

OFEREÇO

*“Vigie seus pensamentos, porque eles se tornarão palavras;
Vigie suas palavras, pois elas se transformarão em atos;
Vigie seus atos, porque eles se tornarão seus hábitos;
Vigie seus hábitos, pois eles formarão seu caráter;
Vigie seu caráter, porque ele será o seu destino.”*
(Teócrito – 310-250 AC)

*“Se Houver uma camisa branca e preta pendurada no varal durante uma
tempestade, o atleticano torce contra o vento.”*
(Roberto Drumond)

Aos médicos, enfermeiros, amigos e todos àqueles que apoiaram e lutaram junto com a minha família no tratamento de saúde do meu Pai.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me orientar nesta caminhada.

Aos meus pais, meu irmão e demais familiares, pelo incentivo, confiança e amor em todos os momentos da minha vida.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciências Florestais, pela oportunidade oferecida e apoio técnico.

À Capes, pela concessão da bolsa de estudos e à Fapemig, pelo financiamento deste trabalho.

Ao professor Dr. José Aldo Alves Pereira, pela orientação, amizade, compreensão e, principalmente, por ter acreditado em mim.

Ao professor Dr. Evandro Luiz Mendonça Machado, pela orientação, amizade e dedicação na elaboração deste trabalho.

Aos professores Dr. Ary Teixeira de Oliveira Filho e Dr. João José Granate de Sá e Melo Marques, membros da banca examinadora, pelas sugestões e críticas construtivas que enriqueceram a versão final deste trabalho e demais contribuições.

Aos professores Dr. Rubens Manoel dos Santos e Dr. Marco Aurélio Leite Fontes, pela amizade e apoio na elaboração deste trabalho.

Aos amigos Leandro Carlos, Daniel Pifano, Malcon, Anne, Isaías e Danilo, pela amizade, esforço nos trabalhos de campo e disponibilidade de contribuição.

Aos amigos Fábio, Hisaias e Murilo, pela amizade, confiança e generosa hospitalidade.

Aos amigos Leonardo Oigusuku, Leandro Carlos, Paulo Hein, Rodrigo Goulart, Richard Rebouças, Izaias Fernandes, Denis Conrado e Rodrigo Pádua, pela grande amizade e respeito.

Aos amigos do Instituto Estadual de Florestas Daniel, Marina, Ana Dantas, Márcio, Alberto, Vanderlei, Marcos, Alcilane, Paulo César, Jair e Rosana, pela amizade, confiança, ética e solidariedade.

Aos amigos da Pós-Graduação Jean, Totonho, Alan, Dôra, Emílio, Paulo e demais pós-graduandos, pela amizade e bons momentos compartilhados.

À secretária Roseane, pela atenção, competência e paciência.

Ao Sr. Sílvio Donizete Rezende, por autorizar a realização deste estudo em sua propriedade.

Enfim, à todos que contribuíram com a realização deste trabalho, meu muito obrigado.

SUMÁRIO

	Página
APRESENTAÇÃO.....	i
ARTIGO	
INTERAÇÕES ESPÉCIE-AMBIENTE NA COLONIZAÇÃO DE UMA VOÇOROCA EM ITUMIRIM, MINAS GERAIS.....	1
RESUMO.....	2
ABSTRACT	3
1 INTRODUÇÃO	4
2 MATERIAL E MÉTODOS	6
2.1 Descrição da área	6
2.2 Levantamento da regeneração natural	7
2.3 Obtenção das variáveis ambientais.....	8
2.4 Análise dos dados	9
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
3.1 Ambiente Físico	13
3.2 Estrutura e florística do componente regenerante.....	17
3.3 Análise das relações espécie-ambiente	26
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
ANEXOS	45

APRESENTAÇÃO

A erosão hídrica tem causado perda acentuada de solo e de água, comprometendo a disponibilidade hídrica, em quantidade e qualidade, e a fertilidade do substrato edáfico, o que tem gerado discussões a respeito da sustentabilidade da sociedade contemporânea. O estágio mais avançado da erosão hídrica, as voçorocas, é extremamente desolador, já que uma vez instalada esta forma de erosão, torna-se quase sempre inviável sua eliminação, deixando cicatrizes profundas na paisagem.

O presente estudo, intitulado “Interações espécie-ambiente na colonização de uma voçoroca em Itumirim, Minas Gerais”, foi executado em uma voçoroca situada no Município de Itumirim, Minas Gerais, com os objetivos de conhecer e avaliar a composição florística, a estrutura e a diversidade das espécies em regeneração na voçoroca e verificar a influência dos fatores edáficos na distribuição e ocorrência das espécies regenerantes.

Trabalhos que buscam conhecer os atributos de solo, além da composição florística e as características ecológicas das espécies ocorrentes em ambientes alterados por processos de voçorocamento são de grande relevância para programas que visam à conservação, à preservação e à recuperação desses ecossistemas. Porém, observa-se uma grande carência de estudos desenvolvidos e divulgados com essa finalidade, merecendo destaque o trabalho realizado por Farias et al. (1993).

A presente dissertação foi estruturada em um artigo, de acordo com a opção de formatação de dissertações e teses do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. O artigo foi preparado para submissão à revista *Acta Botanica Brasilica*.

Lavras, 27 de janeiro de 2009.

Ricardo Ayres Loschi

**INTERAÇÕES ESPÉCIE-AMBIENTE NA COLONIZAÇÃO DE UMA
VOÇOROCA EM ITUMIRIM, MINAS GERAIS.**

(O artigo será transcrito no formato do Periódico Científico *Acta Botanica Brasilica* e encaminhado para submissão)

Ricardo Ayres Loschi ¹
José Aldo Alves Pereira ¹
Evandro Luiz Mendonça Machado ³
Leandro Carlos ¹
João José Granate de Sá e Melo Marques ²
Rubens Manoel dos Santos ¹

TÍTULO RESUMIDO: Interações espécie-ambiente na colonização de uma voçoroca

Autor para correspondência: Ricardo Ayres Loschi.
e-mail: riloschi@gmail.com

¹ Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, 37200-000 Lavras, MG.

² Departamento de Ciências do Solo, Universidade Federal de Lavras, 37200-000 Lavras, MG.

³ Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Vale do Jequitinhonha e Mucuri, 39100-000 Diamantina, MG.

RESUMO

LOSCHI, Ricardo Ayres. **Interações espécie-ambiente na colonização de uma voçoroca em Itumirim, Minas Gerais**. 2009. 67p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

Objetivou-se com este trabalho conhecer e avaliar a composição florística, a estrutura e a diversidade das espécies em regeneração numa voçoroca em Itumirim, MG (21°16'S e 44°50'W) e verificar a influência dos fatores edáficos na distribuição e ocorrência das espécies. A voçoroca possui uma área de 0,9 ha, e foi subdividida em três setores denominados como *braços* “A”, “B” e “C”. Para o levantamento estrutural da vegetação foi empregado o método de agulha, sendo amostrados 574 pontos distribuídos sistematicamente pelos três *braços*. Cada ponto foi estratificado no terreno em função de um gradiente topográfico. Foi realizado também um levantamento florístico com o propósito de registrar todas as espécies de hábito arbustivo-arbóreo ocorrentes na voçoroca. Para a obtenção das variáveis ambientais (análises físico-química, compactação e umidade dos solos) foram determinados 119 pontos de coletas de solos localizados paralelos as transeções do levantamento estrutural. Observou-se nos três *braços* um predomínio de solos/sedimentos com altos teores de areia e com baixa fertilidade. No levantamento estrutural verificou-se que as espécies do grupo das “graminóides” e “samambaias” dominaram amplamente todos os setores. No levantamento florístico, referente às espécies de hábito arbustivo-arbóreo, foram registradas nos três *braços* 73 espécies, distribuídas em 63 gêneros e 33 famílias botânicas. De maneira geral, a ordenação das espécies pela CCA na voçoroca mostrou que as espécies do grupo das “graminóides” tendem a ser mais abundantes nas áreas mais baixas, úmidas e relativamente mais férteis, ocorrendo o contrário para as espécies do grupo das “samambaias”, já que estas se tornaram mais abundantes à medida que houve uma ascensão topográfica com a conseqüente redução da umidade e aumento do adensamento do solo. Observou-se que a grande maioria das espécies de hábito arbustivo-arbóreo não apresentou importantes correlações com as principais variáveis ambientais utilizadas na CCA.

Palavras-chave: voçoroca, regeneração natural, método de agulha, relações espécie-ambiente, análise multivariada.

¹ Comitê Orientador: José Aldo Alves Pereira – UFLA (Orientador), Evandro Luiz Mendonça Machado – UFVJM (Co-orientador).

ABSTRACT

LOSCHI, Ricardo Ayres. **Species-environment interactions in the colonization of a gully at Itumirim, Minas Gerais**. 2009. 67p. Dissertation (Master's Degree in Forestry) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.¹

It was aimed with this work to know and to evaluate the floristic composition, structure and diversity of the regenerating species in a gully at Itumirim, MG (21°16'S and 44°50'W) and verify the influence of the edaphic factors in the distribution and occurrence of the species. The gully possesses an area of 0.9 ha and it was subdivided into three sectors named *arms* “A”, “B” and “C”. For the structural survey of the vegetation, the needle method was used, that is, 574 spots distributed systematically in the three *arms* being sampled. Each spot was stratified on the terrain as related to a topographic gradient. Also a floristic survey was accomplished with the purpose of recording all the species of arbustive-arboreal habit occurring in the gully. For the obtaining the environmental variables (physicochemical analyses, compactation and moisture of the soils), 119 soil-collecting spots situated parallel to the structural survey transections were determined. A predominance in the three *arms* of soils/sediments with high sand contents and poor fertility was found. In the structural survey, it was found that the species of the group of “grass-like” and “ferns” dominated widely all the sectors. In the floristic survey concerning the species of arbustive-arboreal habit, 73 species were recorded in the three *arms*, distributed in 63 genera and 33 botanical families. In general, the ordering of the species by CCA in the gully showed that the species of the group of the grass-like ones tend to be more plentiful in the lowest, most moisture and relatively more fertile areas, the contrary occurring for the species of the “fern” group, since, these become more abundant as there was a topographical rise with the consequent reduction of humidity and increase of soil compaction. It was found that the great majority of the species of arbustive-arboreal habit presented important correlations with the main environmental variables utilized at CCA.

Key words: gully, natural regeneration, needle method, species-environment species, multivariate analysis.

¹ Guidance Committee: José Aldo Alves Pereira – UFLA (Adviser), Evandro Luiz Mendonça Machado – UFVJM (Co-adviser).

1 INTRODUÇÃO

Na bacia do alto rio Grande, região de estudo, o problema da erosão assume proporções alarmantes, sendo a paisagem caracterizada pela intensa presença de voçorocas, gerando problemas de ordem ambiental, econômica e social (Silva et al., 1993). A erosão e as questões associadas não são apenas problemas locais, mas ameaças a bacias hidrográficas inteiras (Araujo et al., 2005).

A erosão do solo é um fenômeno que tem preocupado o homem nas últimas décadas, despertando interesse de pesquisadores no que se refere às causas que levam a sua origem, evolução e controle, em razão desta atingir e inutilizar extensas áreas de terras, levando, até mesmo, a uma descaracterização completa do meio físico. Embora os processos erosivos sejam estudados em vários países, seus mecanismos ativadores, bem como as condições predisponentes, são variáveis e específicos para cada região, que são dependentes de uma gama de fatores naturais, tais como o clima, as condições de relevo, a natureza do terreno (substrato rochoso e materiais inconsolidados) e a cobertura vegetal (Pedro & Lorandi, 2004).

A erosão hídrica é um dos mais ativos processos de degradação ambiental, sobretudo em regiões de clima tropical. A erosão age de forma variada: da mais sutil, como a laminar, muitas vezes despercebida, até a mais evidente e desastrosa, como a que desenvolve as voçorocas (Parzanese, 1991).

A voçoroca é a forma mais espetacular de erosão, ocasionada por grandes concentrações de enxurrada que passam, ano após ano, no mesmo sulco, que vai se ampliando pelo deslocamento de grandes massas de solo, e formando grandes cavidades em extensão e profundidade, sendo de recuperação muito difícil (Bahia et al., 1992).

O conhecimento das espécies vegetais com capacidade de se estabelecerem em locais com condições adversas, associadas aos padrões de

dispersão e de regeneração natural, é fundamental para o controle dos processos erosivos, ampliando as possibilidades de sucesso nas intervenções direcionadas para a recuperação de áreas degradadas (Seitz, 1994).

Uma das estratégias mais recomendadas em planos de recuperação é reproduzir o padrão natural das comunidades vegetais, o que aumenta a probabilidade de sucesso na recuperação ambiental, além de contribuir para reduzir os custos desses projetos (Araújo et al., 2006). Em uma área devastada pelo fenômeno do voçorocamento, a importância da vegetação, entre outras, está na captação e transformação de energia, que manterá toda a cadeia trófica, gerando sítios ecológicos associados aos fatores ambientais (Farias et al., 1993).

A presença da regeneração e o vigor da vegetação dependem da disponibilidade de nutrientes e da umidade do solo, fatores que normalmente se acham em níveis inadequados em áreas erodidas (Resende et al., 2007).

Estudos que buscam conhecer os atributos de solo, além da composição florística e as características ecológicas das espécies ocorrentes em ambientes alterados por processos de voçorocamento têm muito a contribuir com programas que visam à conservação, à preservação e à recuperação desses ecossistemas. No entanto, verifica-se que são raros os estudos desenvolvidos e divulgados com esse intuito em voçorocas, merecendo destaque o trabalho realizado por Farias et al. (1993). Com isso, o presente trabalho foi desenvolvido em uma voçoroca localizada no município de Itumirim, MG, com os objetivos de conhecer e avaliar a composição florística, a estrutura e a diversidade das espécies em regeneração na voçoroca e verificar a influência dos fatores edáficos na distribuição e ocorrência das espécies regenerantes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição da área

O presente estudo foi conduzido em uma área sobre o efeito de erosão hídrica severa, conhecida popularmente como voçoroca, localizada no Município de Itumirim, Minas Gerais (Figura 1). A área encontra-se nas coordenadas de 21°16'S e 44°50'W, com altitude média de 880 m, em uma região de relevo suave. A voçoroca tem uma área de 0,9 ha, que foi subdividida em três setores (Figura 2), os quais serão denominados daqui em diante como *braços* “A”, “B” e “C”. A definição dos mesmos foi realizada tendo como base o nível de atividade erosiva, onde o local “A” é o mais estável, o “B” encontra-se em contínuo avanço e o “C” é intermediário quanto ao padrão de desenvolvimento da atividade erosiva.

As classes de solos predominantes no local são os Latossolos Vermelho-Amarelos e Cambissolos, derivados da alteração do gnaisse-granítico com predominância dos últimos. O clima é de transição entre Cwa e Cwb, de acordo com a classificação climática de Köppen (Antunes, 1986), onde Cwa é caracterizado como mesotérmico, com inverno seco e verão chuvoso, no qual a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C e a do mês mais quente é superior a 22°C, enquanto que no Cwb, a temperatura média do mês mais quente é inferior a 22°C. Os dados climáticos completos mais próximos são encontrados para o Município de Lavras, MG (21°14'S e 45°W, com 918 m de altitude), onde a temperatura média anual é de 19,4°C e a precipitação média anual é de 1.530 mm (Brasil, 1992). A vegetação original da região era composta por um mosaico de diferentes fitofisionomias de cerrados e matas (Queiroz et al., 1980; Carvalho, 1992), as quais foram substituídas por pastagens e culturas agrícolas, restando apenas pequenos fragmentos da vegetação original, geralmente bastante antropizados.

2.2 Levantamento da regeneração natural

Para avaliação qualitativa e quantitativa dos elementos regenerantes da vegetação foi empregado o método de agulha, o qual vem sendo utilizado em investigações de formações herbáceas, pastagens e na descrição dos estratos inferiores em comunidades mais estratificadas (Buselato & Bueno, 1981; Mantovani, 1987; Castellani & Stubblebine, 1993; Sá, 1996; Almeida & Araújo, 1997; Vieira & Pessoa, 2001; Frizzo & Porto, 2004).

Foram amostrados 574 pontos (260 em “A”, 123 em “B” e 191 em “C”). Os pontos foram distribuídos sistematicamente pelos *braços* em 17 transeções (cinco em “A”, cinco em “B” e sete em “C”) (Figura 2), dispostos de forma a transpor perpendicularmente o *braço* em seu sentido de maior declividade, do topo passando pelo vale e terminando no topo novamente (Figura 3). As distâncias foram de 10 m entre transeções e 1 m entre pontos. Cada ponto foi estratificado segundo sua localização no terreno (Figura 3), divididos em: baixada úmida – “BU” (onde há surgência de água); terço inferior – “TI” (porção do terreno próximo a surgência de água e a mais baixa da encosta); terço médio – “TM” (porção intermediária da encosta) e terço superior – “TS” (porção mais alta da encosta). Assim, cada transeção possui sete setores, sendo dois terços superiores, dois médios, dois inferiores e uma baixada úmida.

A agulha utilizada possui cerca de 5 mm de diâmetro e 2 m de altura e, quando solta verticalmente sobre o solo em cada ponto, são anotadas as espécies tocadas pela mesma e o número de toques. Todos os indivíduos tocados pela agulha, independentemente do seu hábito, foram amostrados. Pontos com solo desnudo também foram considerados, entendendo-se aqui solo desnudo como ponto sem ocorrência de toque. Como o foco do trabalho está relacionado principalmente com as espécies de hábito arbustivo-arbóreo em regeneração na voçoroca, as espécies pertencentes às famílias botânicas Cyperaceae, Eriocaulaceae, Iridaceae e Poaceae foram todas agrupadas como “ervas

graminóides” ou apenas “graminóides”, assim como as espécies das famílias Dennstaedtiaceae e Gleicheniaceae (pteridófitas) foram agrupadas como “samambaias”. Foi realizado também um levantamento florístico em caminhadas de varredura por toda a voçoroca, com o propósito de registrar todas as espécies de hábito arbustivo-arbóreo que não foram observadas no levantamento estrutural. As espécies observadas nos *braços* “A”, “B” e “C” foram registradas em função dos seguintes setores: baixada (baixada úmida e terço inferior) e encosta (terço médio e terço superior). Todas as espécies não identificadas no local foram coletadas e herborizadas para posterior identificação no Herbário da Universidade Federal de Lavras (Herbário ESAL). As espécies foram classificadas em famílias de acordo com o sistema do Angiosperm Phylogeny Group - APG (2003).

As espécies verificadas no levantamento florístico foram classificadas segundo o seu grupo ecológico, adotando-se a metodologia descrita por Swaine e Whitmore (1988), com modificações sugeridas por Oliveira-Filho et al. (1994), nas seguintes categorias: pioneiras (P), clímax exigente de luz (CL) e clímax tolerante à sombra (CS). Quanto às síndromes de dispersão, as espécies foram classificadas, de acordo com Pijl (1982), nas categorias: anemocóricas (Ane), zoocóricas (Zoo) e autocóricas (Aut).

2.3 Obtenção das variáveis ambientais

Foram determinados 119 pontos de coletas de solos localizados paralelos as transeções do levantamento da regeneração natural, a fim de causar o menor impacto à mesma. Nestes pontos, foram realizadas coletas de solo/sedimento superficial (0-20 cm) para as análises químicas, texturais e umidades, além da avaliação da resistência à penetração nas profundidades de 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm.

Para as análises químicas e texturais foram coletadas amostras compostas de 500g, sendo estas analisadas pelo Laboratório do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras, utilizando-se o protocolo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa (1997). As variáveis obtidas foram: pH em água, P, K, Ca, Mg, Al, acidez potencial (H+Al), soma de bases (SB), CTC efetiva (t), CTC potencial (T), saturação por bases (V), saturação por alumínio (m), P remanescente, matéria orgânica (MO), além dos teores de areia, silte e argila.

A determinação do teor de umidade do solo foi realizada por meio do método gravimétrico, que se constitui da coleta, mensuração do peso úmido e seco das amostras de solo superficial, condicionadas em estufa regulada a uma temperatura de 100-105°C por um período de 24 horas (Gardner, 1986). Esta quantificação foi realizada a intervalos de dois meses durante um período de um ano, sempre no princípio da manhã.

A resistência mecânica do solo à penetração foi obtida por meio da utilização do penetrômetro de impacto, modelo IAA/PLANALSUCAR-STOLF, segundo metodologia preconizada por Stolf et al. (1983). Foram realizadas três repetições em cada ponto. Os cálculos foram realizados com o apoio do programa computacional de Stolf (1991) "PENETRON", sendo que os valores obtidos em Kgf.cm^{-2} , foram multiplicados pela constante 0,098 para transformação em unidades MPa. Os solos ocorrentes nos três *braços* da voçoroca e na área de confluência foram classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006) até o nível de subgrupo (4º nível categórico).

2.4 Análise dos dados

Para cada espécie e em cada setor dos três *braços* da voçoroca, foram obtidos os seguintes parâmetros fitossociológicos: Média de toques: $\text{MTi} = \text{NTi} /$

N_{Pi} ; Frequência absoluta: $FA_i = 100.N_{Pi} / NTP$; Vigor absoluto: $VA_i = 100.N_{Ti} / NTP$; Índice de cobertura: $IC_i = FA_i + VA_i$. Onde: N_{Ti} = N° de toques da espécie i ; N_{Pi} = N° de pontos com a espécie i ; NTP = N° total de pontos. A média de toques (MT_i) foi obtida a partir da relação entre o número de vezes que a espécie tocou na agulha e o número de pontos onde a espécie ocorreu. Esse parâmetro indica o número médio de estratos da folhagem de uma espécie cobrindo o solo verticalmente (Goodall, 1952). A frequência absoluta ou cobertura absoluta (FA_i) refere-se à porcentagem de unidades amostrais com ocorrência de uma determinada espécie (como no método de pontos, o toque da agulha indica a cobertura do ponto por um ou mais indivíduos de uma ou mais espécies, este parâmetro pode expressar tanto a frequência como a cobertura) (Matteucci & Colma, 1982). O vigor absoluto (VA_i) reflete a estratificação ou a cobertura vertical de uma espécie e depende da sua forma de vida e desenvolvimento. Pode ser usado na indicação da dominância ou notabilidade das espécies, seja por sua altura, cobertura ou densidade (Matteucci & Colma, 1982). Por fim, o índice de cobertura (IC) resulta da soma da frequência absoluta com o vigor absoluto da espécie.

Para a realização das análises florísticas, somente com as espécies de hábito arbustivo-arbóreo registradas no levantamento florístico, foi preparado um banco de dados contendo a relação das mesmas. Ao final, o banco de dados continha dados binários de presença ou ausência de 73 espécies de hábito arbustivo-arbóreo encontradas na baixada (baixada úmida e terço inferior) e encosta (terço médio e terço superior) dos *braços* “A”, “B” e “C”. Foi realizada uma análise de correspondência retificada (DCA) das três áreas, baseada na composição de sua flora com o intuito de se determinar o grau de similaridade florística entre os setores baixada e encosta dos três *braços*. A análise foi realizada pelo programa PC-ORD for Windows versão 4.14 (McCune & Mefford, 1999). Além da DCA, a similaridade florística foi avaliada pelo do

índice de Jaccard (SJ), segundo a fórmula $SJ = c / (a + b + c)$. Onde: c = número de espécies em comum entre as amostras; a = número de espécies exclusivas da amostra A; b = número de espécies exclusivas da amostra B. De acordo com Brower & Zar (1984), este índice é uma medida de simples compreensão, definida pela proporção de espécies em comum.

Para a realização de análises das correlações entre as variações ambientais e distribuição das abundâncias das espécies registradas no levantamento estrutural, foram feitas análises de correlação canônica (CCA), para a qual foram preparadas duas matrizes. A primeira matriz utilizada foi obtida a partir dos dados de vegetação encontrados na área. A segunda matriz foi formada a partir dos dados ambientais obtidos das análises físico-química, compactação e umidade dos solos. A CCA correlaciona simultaneamente duas matrizes, uma matriz de abundância de espécies por amostra e uma matriz correspondente de variáveis ambientais, por isto é chamada de análise de gradientes mista. Assim, produz uma ordenação simultânea de espécies, amostras e variáveis ambientais, ou seja, realiza uma análise direta dos gradientes na vegetação. A matriz de variáveis ambientais inclui, inicialmente, todas as variáveis coletadas, e após uma CCA preliminar são eliminadas aquelas que produzem baixas correlações com os eixos de ordenação e também as redundantes entre si. Com isso, após realizar uma CCA preliminar, com as 23 variáveis ambientais estabelecidas inicialmente para cada *braço*, foram eliminadas aquelas variáveis ambientais fracamente correlacionadas ou altamente redundantes com outras variáveis. Para o *braço* “A”, a CCA final foi processada com as sete variáveis mais representativas e mais fortemente correlacionada com os eixos de ordenação: saturação por bases (V), pH, umidade máxima (U% Max) e umidade mínima (U% Min), resistência do solo à penetração (RP) nas profundidades 0-20 cm (RP1), 20-40 cm (RP2) e 40-60 cm (RP3). Para o *braço* “B”, as variáveis mais representativas e mais fortemente

correlacionadas com os eixos de ordenação foram: frações argila e silte, matéria orgânica (MO), CTC efetiva (t) e resistência do solo à penetração (RP) na profundidade 0-20 cm (RP1). Já para o *braço* “C”, foram: frações areia e silte, umidade máxima (U% Max) e resistência do solo à penetração (RP) nas profundidades 0-20 cm (RP1), 20-40 cm (RP2) e 40-60 cm (RP3). Para a realização destas análises, foi utilizado o programa Pc-Ord for Windows, versão 4.14 (McCune & Merfford, 1999).

A análise de espécies indicadoras (ISA) (Dufrene & Legendre, 1997) foi usada para dar suporte estatístico aos padrões observados. A partir do cálculo da abundância relativa e da frequência de ocorrência de cada espécie em cada um dos setores obtém-se um valor indicativo baseado na seguinte fórmula: $I_{xj} = FO_{xj} * AR * x_j / 100$, onde: x = espécie analisada; j = unidade amostral analisada; I = valor indicativo da espécie x no setor j; FO = frequência de ocorrência da espécie x no setor j; AR = abundância relativa da espécie x no setor j. Os valores obtidos na análise são testados estatisticamente, de forma a diferenciá-los do acaso, pelo teste de Monte Carlo com 1000 repetições (McCune & Mefford, 1997). Com isso, uma espécie só foi considerada indicadora de um setor da voçoroca quando apresentou o maior índice do teste “Indicator Species Analysis” para o referido setor e a significância do teste de Monte Carlo superior a 95%.

As comparações entre as médias das variáveis ambientais para os quatro setores do relevo de cada *braço* foram realizadas por meio de análises de variância pelo teste F com comparações múltiplas via “bootstrap” análogas ao procedimento de Tukey, a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Ambiente Físico

Nos três *braços* da voçoroca (Figura 2) foram identificados solos pertencentes a três classes, a saber: Cambissolos, Gleissolos e Neossolos. Na baixada úmida e terço inferior do *braço* “A” foi encontrado o Neossolo Flúvico Tb distrófico típico. Nos terços médio e superior da encosta sul e contíguas às entradas dos *braços* “B” e “C”, ocorre uma transição de Cambissolo Flúvico Tb distrófico típico a sedimentos provenientes da continuidade dos processos erosivos. O Gleissolo Háptico Tb distrófico típico compõe os terços médio e superior da outra encosta do *braço* “A”. Em “B”, só foram observados sedimentos, já que os processos erosivos encontram-se bastante ativos, enquanto que em “C” fora apenas diagnosticada a transição de Cambissolo Flúvico Tb distrófico típico a sedimentos. Já na área de confluência dos três *braços*, o solo predominante foi o Cambissolo Háptico Tb distrófico típico.

O material originado da alteração do gnaisse-granítico, precursor das classes de solos predominantes na região de estudo (Latosolos e Cambissolos), é altamente susceptível à erosão (Silva et al., 1993), além de desenvolver solos de baixa fertilidade (Reatto et al., 2008). De acordo com Silva et al. (1993), as voçorocas não desenvolvidas por atividades antrópicas estão associadas aos Cambissolos que formam sistemas pedológicos muito instáveis devido aos declives acentuados, pequena espessura do sólum, elevados teores de silte e areia fina, vegetação predominante de campo cerrado e baixa permeabilidade. Ainda, segundo os mesmos autores, a concentração de água em algum ponto do terreno é suficiente para dar início ao processo erosivo, que pode evoluir facilmente para a forma de voçoroca.

As médias e desvios padrão das variáveis ambientais nos setores dos três *braços* da voçoroca encontram-se na Tabela 1, juntamente com os resultados de comparações estatísticas.

As médias de pH indicaram acidez média (Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - CFSEMG, 1999) em praticamente todos os setores dos três *braços*, exceto o terço superior de “A”, sendo neste caso, o valor médio considerado como acidez elevada. Os maiores valores médios de pH foram encontrados na baixada úmida dos três *braços*. Apenas em “A” houve um decréscimo contínuo do valor de pH à medida que foi aumentado o gradiente topográfico em direção ao terço superior. Já a saturação por Al^{3+} (m) mostrou padrão oposto, com valores médios menores na baixada úmida. Somente a baixada úmida em “B” apresentou valores médios de saturação por Al^{3+} considerados como baixo (CFSEMG, 1999), enquanto que os demais setores de “B”, a baixada úmida e o terço inferior de “A” apresentaram valores considerados médios. Já os terços médio e superior de “A” e todos os setores de “C” apresentaram valores considerados altos. Nos *braços* “A” e “B” houve um aumento contínuo do valor de saturação por Al^{3+} à medida que foi aumentando o gradiente topográfico em direção ao terço superior.

Em valores de pH do solo iguais ou inferiores a 5,0, podendo ocorrer também em solo com pH até 5,5, o íon trivalente Al^{3+} , considerado o mais tóxico, prevalece na solução do solo, inibindo o crescimento de raízes (Kochian et al., 2002). De acordo com Fageria (1984), para uma dada espécie, o pH crítico das concentrações tóxicas, depende de vários fatores do solo, como os minerais argilosos predominantes, nível de matéria orgânica e concentrações de outros cations, ânions e sais totais. Segundo Kochian et al. (2002), o efeito sobre a planta resulta em um sistema radicular pouco desenvolvido, limitando a exploração das camadas mais profundas de solo, restringindo a absorção de água e de nutrientes.

A soma de bases (SB), resultado da soma dos níveis de Ca, Mg e K, mostra que os valores médios são considerados como muito baixo (CFSEMG, 1999) em todos os setores dos *braços* “A” e “C”, bem como na baixada úmida

de “B”. Já nos terços inferior, médio e superior de “B” esses valores são considerados como baixo (CFSEMG, 1999).

O *braço* “C” apresentou valores médios de saturação por bases (V) consideradas como muito baixo em todos os setores, diferente de “B”, onde todos os setores tiveram valores considerados apenas como baixo (CFSEMG, 1999). Porém, apenas em “A” houve diferença significativa entre os setores, apresentando valores considerados baixos na baixada úmida e terço inferior e muito baixo nos terços médio e superior.

Com relação à matéria orgânica, todos os setores de “B” e o terço superior de “C” apresentaram valores médios considerados como muito baixos. Já nos demais setores de “C” e em todos os setores de “A” esses valores são baixos (CFSEMG, 1999). Pode-se notar que em “A” os maiores valores médios são observados nos terços médio e superior, diferente do que ocorre em “C”, onde a baixada úmida e o terço inferior apresentaram os maiores valores. A matéria orgânica pode ser considerada como sinônimo de fertilidade dos solos sob condições tropicais (Raij, 1981), além de ter um efeito importante sobre a estruturação do solo e formação de agregados estáveis (Resende, 1985; Roth et al., 1991), favorecendo uma maior permeabilidade do solo e reduzindo sua suscetibilidade à erosão (Ângulo et al., 1984; Venturim & Bahia, 1998). A ausência de matéria orgânica em solos degradados faz com que estes apresentem baixa resiliência, ou seja, a reação ambiental para retorno às condições anteriores pode não ocorrer ou ser muito lenta (Carpanezzi et al., 1990).

De modo geral, há um predomínio de solos com altos teores de areia nos três *braços* da voçoroca. Observa-se também que, quanto mais próximo da baixada úmida, maior é a quantidade de areia no solo, havendo uma redução gradativa com a aproximação do terço superior. Segundo Goulart (2005), quanto mais próximo do gradiente inferior da voçoroca, menor a quantidade de argila no solo, ocorrendo o inverso para a areia, refletindo em aumento da

granulometria do solo, demonstrando que as partículas mais finas são retiradas do sistema à medida que o processo de voçorocamento intensifica-se.

Como a parte mais ativa do solo e de maior importância é a integrada pelas menores partículas e que minerais argilosos e compostos orgânicos, em virtude dos seus tamanhos, áreas específicas e propriedades de superfície, atuam como agentes cimentantes entre partículas grosseiras, como silte e areia (Guérif, 1988; Bahia & Ribeiro, 1998; Resende et al., 2007), pode-se julgar os efeitos deste evento sobre a erodibilidade e fertilidade do solo. Observa-se na da Tabela 1 que os três *braços* da voçoroca apresentaram valores médios para a CTC efetiva (t) considerados muito baixos (baixada úmida de “B” e “C”) e baixos (demais setores) (CFSEMG, 1999).

Os valores máximos (U% Max) e mínimos (U% Min) de umidade do solo, ou seja, aqueles verificados respectivamente nos períodos mais chuvosos e secos mostram que em todos os setores dos três *braços* os valores são sempre menores à medida que há uma ascensão no gradiente topográfico (Goulart, 2005). O maior e menor valor de umidade do solo foi registrado respectivamente na baixada úmida e terço superior, ambos do *braço* “A”. Esperava-se que o menor valor de umidade fosse encontrado em “B”, já que nesta área praticamente não existe vegetação e teoricamente há uma maior evaporação de água do solo (Bragagnolo & Mielniczuk, 1990). As maiores amplitudes (U% Amp) de valores para umidade do solo foram todas observadas na baixada úmida dos três *braços*, evidenciando uma maior instabilidade hídrica nestes setores.

Os resultados médios relacionados à resistência do solo à penetração indicam que ocorre um maior adensamento do solo de acordo com a topografia no sentido baixada úmida – terço superior, inverso do que foi observado para umidade do solo. Estes resultados concordam com os estudos desenvolvidos por Raney & Edminster (1961), citados por Silva Júnior (2001), nos quais se

concluiu que, em qualquer densidade do solo, a resistência mecânica à penetração está inversamente relacionada ao teor de água. Klein et al. (1998) ressaltam, ainda, que pequenas alterações na condição de umidade do solo proporcionam variações acentuadas na resistência do solo à penetração. Porém, nas profundidades de 20-40 e 40-60 cm de “B” os solos da baixada úmida parecem ser mais adensados que os do terço inferior. Tal situação pode ser explicada em função de haver uma maior proximidade com o material de origem do solo nestes locais, onde em alguns pontos da baixada úmida de “B” ocorreram materiais “pedregosos” dificultando a penetração. Percebe-se também que, quanto maior a profundidade do solo no perfil de 0-60 cm, maior é a resistência à penetração, indicando adensamento do solo. Esses aumentos estão relacionados, possivelmente, com a redução do teor de matéria orgânica nas camadas mais profundas do solo (Fialho et al., 1991). Verifica-se que, em geral, os valores médios de resistência do solo à penetração foram considerados baixos a moderados, de acordo com a classificação proposta por Soil Survey Staff (1993). Somente o terço superior de “A” e “C” e na profundidade de 40-60 cm tiveram os valores de resistência do solo à penetração (RP) tidos como altos, onde valores de 2,0 MPa são considerados limites entre as classe de resistência à penetração moderada e alta. Segundo Arshad et al. (1996), em solos com resistência à penetração maior que 2,0 MPa, o crescimento de raízes é limitado. Para Miller (1987), a penetração das raízes pode ser reduzida se a resistência do solo atingir valores da ordem de 3,0MPa. Entretanto, segundo Ehlers et al. (1983), quando o manejo adotado inclui práticas conservacionistas, como manutenção da serrapilheira e revolvimento mínimo do solo, os valores críticos são da ordem de 5,0 MPa, já que este aspecto está relacionado à permanência da porosidade e à atividade biológica do solo mais efetiva, propiciando uma maior estabilidade dos agregados.

A qualidade física do solo para o crescimento das plantas é determinada não só pela disponibilidade de água, aeração e temperatura, mas também pela resistência que a matriz do solo oferece à penetração das raízes (Hamblin, 1985; Letey, 1985). Num solo degradado, além da redução da quantidade de água disponível, a taxa de difusão de oxigênio e a resistência do solo à penetração podem limitar o crescimento das plantas na faixa de potenciais que determina a disponibilidade de água no solo (Reinert, 1998).

3.2 Estrutura e florística do componente regenerante

Através do levantamento estrutural foram registradas, para o estrato arbustivo-arbóreo, nos três *braços* da área de estudo, 28 espécies, pertencentes a 22 gêneros e 13 famílias botânicas (Tabela 2), com destaque especial para as famílias Asteraceae e Melastomataceae. Farias et al. (1993), estudando voçorocas em Ouro Preto, MG, observaram o mesmo padrão florístico. Gavilanes & Angieri Filho (1991), em levantamento da flora ruderal em Lavras, MG, Município vizinho ao local de estudo, encontraram a família Asteraceae como a de maior número de espécies nesses ambientes alterados, assim como Nappo et al. (2004) avaliando a dinâmica da regeneração natural em área minerada, em Poços de Caldas, MG. Guillaumon & Fontes (1992) indicam que espécies de melastomatáceas podem ser consideradas como sendo indicadoras de alto grau de deterioração do solo. Nota-se que a maior riqueza de espécies (Tabela 2) encontra-se no *braço* “A” seguido do “C” e do “B”.

Os gêneros *Miconia* e *Baccharis*, com quatro e três espécies respectivamente, foram os mais ricos e comumente se destacam em levantamentos estruturais e florísticos realizados em áreas degradadas e/ou perturbadas (Farias et al., 1993; Tabarelli & Mantovani, 1999; Rondon Neto et al., 2000; Nappo et al., 2004). Segundo Rondon Neto et al. (2000), a presença de espécies arbustivas do gênero *Baccharis* fornece subsídios que contribuem para

a afirmação de que a vegetação está em estágio inicial de sucessão, pois estas não ocorrem nos estádios sucessionais mais avançados. Para Klein (1980), estas espécies, após terem atingido um determinado estágio de desenvolvimento, não se estabelecem normalmente, processando-se, nesta fase, a transição para a instalação das primeiras espécies arbóreas. O gênero *Miconia* é um dos maiores de Melastomataceae no Brasil (Souza & Lorenzi, 2005). Podem ser componentes do sub-bosque de florestas primárias, porém ocorrem principalmente em áreas secundárias, bordas de floresta e clareiras naturais no interior de florestas e, por esta razão, podem ser consideradas como espécies pioneiras ou invasoras (Denslow et al., 1990; Ellison et al., 1993). Em geral, as plantas desse gênero produzem uma grande quantidade de sementes e suas plântulas podem se estabelecer rapidamente no solo de ambientes degradados (Snow, 1965; Stiles & Rosselli, 1983).

Verifica-se que as diferentes espécies que fazem parte do grupo das “graminóides” e “samambaias” dominaram amplamente todos os setores dos três braços da voçoroca (Tabela 2). No braço “A” as espécies de “graminóides” apresentaram os maiores valores do índice de cobertura em todos os setores, com exceção do terço médio, onde foram suplantadas pelas “samambaias”. Em “B”, apresentou-se baixa colonização por vegetação, porém mais uma vez houve o predomínio das “graminóides”. Os maiores valores de índice de cobertura para o braço “B” foram obtidos em todos os setores pelas espécies de “graminóides”. Já o braço “C”, foi quase que totalmente colonizado pelas espécies do grupo das “samambaias” (Tabela 2), com os valores de índice de cobertura superiores em todos os setores para esse grupo de planta, assim como foi a única área em que todos os setores apresentaram valores médios de saturação por Al^{3+} (Tabela 1) considerados altos (CFSEMG, 1999).

Conforme se observa na Tabela 2, na baixada úmida, em virtude dos maiores teores de areia e lençol freático elevado (deficiência de oxigênio), existe

uma grande dificuldade no estabelecimento de espécies de hábito arbustivo-arbóreo (Farias et al., 1993). Neste setor, as espécies de “graminóides” só não foram dominantes no *braço* “C”, onde as espécies de “samambaias” apresentaram um maior valor de índice de cobertura. Tal situação, talvez possa ser explicada pelo fato de que a surgência de água na baixada úmida de “C” seja sazonal, diferente do que acontece aos outros dois *braços*, onde esta surgência ocorre o ano inteiro. Segundo Farias et al. (1993), observando-se a sucessão das espécies sobre a área após o fenômeno da erosão até sua culminância em voçorocas, as gramíneas surgem primeiro e ocupam os fundos das voçorocas, onde há deficiência de drenagem, juntamente com aquelas espécies que participam, em comunidade, das mesmas condições adaptativas ambientais (teores baixos de nutrientes, solo arenoso e lençol freático elevado). Segundo os mesmos autores, nas áreas de baixada, há predominância de gramíneas como, *Andropogon bicornis* e *Aristida* sp.. Na baixada úmida (Tabela 2) do *braço* “B” não foi verificada nenhuma espécie de hábito arbustivo-arbóreo. No entanto, houve a presença da espécie arbustiva *Ludwigia elegans* nos *braços* “A” e “C”, bem como as espécies arbóreas *Duguetia lanceolata* e *Tapirira guianensis* e a arbustiva *Macairea radula* ocorrendo em “A”. Já no terço inferior (Tabela 2), mesmo com o domínio das espécies de “graminóides” e “samambaias”, já ocorreu um número maior de espécies de hábito arbustivo-arbóreo, com especial destaque para *L. elegans*, exceto em “B”, onde novamente não houve a presença de espécie de maior porte.

Com relação à ausência de toques (Tabela 2), os *braços* “A” e “C” foram os que apresentaram os menores valores, ou seja, são áreas que possuem um maior recobrimento do solo. No caso de “A” houve um maior recobrimento do solo nos terços médio e superior, enquanto que em “C”, foram a baixada úmida e o terço inferior que apresentaram um maior recobrimento do solo. Esses

resultados coincidem também com o maior teor de matéria orgânica encontrado no solo (Tabela 1).

Analisando os três *braços* da voçoroca, observa-se que um expressivo número de espécies de hábito arbustivo-arbóreo (*Bowdichia virgilioides*, *Byrsonima intermedia*, *Duguetia lanceolata*, *Eremanthus glomerulatus*, *Erythroxylum deciduum*, *Gochnatia polymorpha*, *Miconia chartacea*, *Myrcia tomentosa*, *Myrsine guianensis*, *Piptocarpha axillaris*, *Protium spruceanum*, *Styrax camporus* e *Vernonia* sp.) ocorreram em um único ponto, sendo estas consideradas raras na amostragem. Mantovani (1987) estudando diferentes fisionomias de cerrado, também registrou um número significativo de espécies ocorrendo em um único ponto. As espécies de hábito arbustivo-arbóreo que ocorreram em mais de um ponto são as seguintes: *Ludwigia elegans* (11); *Tibouchina candolleana* (8); *Piptocarpha macropoda* e *Baccharis dracunculifolia* (5); *Macairea radula*, *Miconia albicans* e *Baccharis tridentata* (4); *Tapirira guianensis*, *Miconia paulensis*, *Stryphnodendron adstringens* (3); *Myrsine umbellata*, *Leandra scabra*, *Solanum lycocarpum* e *Lithraea molleoides* (2).

Tibouchina candolleana foi a espécie de hábito arbustivo-arbóreo mais generalista do levantamento, já que foi a única que apareceu em três setores: terços inferior, médio e superior. É uma espécie que apresenta grande amplitude adaptativa, ocorrendo em diversos ambientes, o que pode estar relacionada à característica de pionerismo na ocupação de novas áreas e/ou devido a ser uma espécie oportunista, comum nos estágios iniciais de sucessão. De acordo com Nappo et al. (2004), *Tibouchina candolleana* e outras espécies avaliadas apresentaram desempenho superior na colonização e estruturação da área de estudo, sendo indicadas como espécies para uso nos programas de reabilitação de áreas mineradas em condições semelhantes sobre a estratégia sucessional, ou seja, com a determinação de proporção e número de espécies pioneiras,

secundárias e clímax, com o arranjo de distribuição das espécies e com o momento de plantio dessas espécies (simultâneo ou escalonado).

As espécies do grupo de “graminóides” e “samambaias” apresentaram as maiores médias de toques, além de ocorrerem na maioria dos pontos. Mantovani (1987) cita a forma de vida, o tamanho do indivíduo e a densidade dos agrupamentos como características que influenciam nos valores obtidos para os números de ocorrência e de toques.

De acordo com Vieira & Pessoa (2001), a rápida taxa de crescimento, a morfologia e a disposição foliar das gramíneas, além da deposição de grossa camada de folhas mortas, reduzem a disponibilidade de luz ao nível do solo, o que dificulta o estabelecimento e desenvolvimento de sementes e plântulas de elementos lenhosos. Ainda segundo estes autores, o sistema radicular superficial, peculiar a este grupo, aumenta a competição por nutrientes e água do solo, novamente interferindo no estabelecimento e crescimento de plântulas de indivíduos lenhosos. Purata (1986), estudando a florística e a estrutura de campos abandonados, observou que o favorecimento em direção à ocorrência predominante de espécies ruderais tende a retardar o processo sucessional, dificultando o estabelecimento de árvores de espécies pioneiras. As interações das espécies com o meio e com outras espécies seriam os agentes controladores da invasão e do estabelecimento de espécies arbustivas e arbóreas (Myster, 1993), destacando-se, entre estas, a competição entre espécies herbáceas e sementes e plântulas de espécies arbustivas e arbóreas.

Segundo Farias et al. (1993), *Gleichenia* sp. torna-se quase a única espécie nos barrancos íngremes que compõem as paredes das voçorocas, como os observados no *braço* “C”. De acordo com os mesmos autores, essa dominância se dá pelo fato dela ser uma espécie competente quanto ao recobrimento do solo (seus esporos são pequenos), podendo desenvolver-se em locais com pouca disponibilidade de água e baixa fertilidade. Segundo

Gliessman & Muller (1978), a espécie *Pteridium aquilinum* é uma samambaia cosmopolita e extremamente comum no Brasil, cuja capacidade de colonizar ambientes impedindo o estabelecimento de outras espécies vegetais é relacionada ao seu efeito alelopático. Este mecanismo de dominância estende-se desde os trópicos até as margens de florestas boreais (Peres et al., 2004). *P. aquilinum* (Saito & Luchini, 1998), *Gleichenia pectinata* (Peres et al., 1998; Peres & Malheiros, 2001) e *Gleichenia japonica* (Munesada et al., 1992) contêm fitotoxinas capazes de interferir na germinação e no crescimento de certas espécies vegetais, possuindo elevada capacidade em colonizar ambientes degradados e com alta atividade antrópica.

Observa-se (Tabela 2) que ao sair de um ambiente extremamente encharcado para um com maior oxigenação, as espécies de maior porte já ocorrem com mais frequência (Farias et al., 1993). Isso é o que acontece nos terços médio e superior das encostas, com exceção do *braço* “B”, onde nessa área só existem elementos arbustivo-arbóreos no terço superior. De acordo com Parrotta et al. (1997), o estabelecimento da cobertura vegetal arbórea e/ou arbustiva produz efeito catalítico no processo de reabilitação da área, pois promove mudanças das condições microclimáticas, aumentando a complexidade estrutural da vegetação e o desenvolvimento das camadas de serrapilheira e húmus, fazendo com que aumente a chegada de sementes na área e a atratividade dos agentes dispersores e, ao mesmo tempo, estas mudanças geram condições propícias à germinação e desenvolvimento das espécies.

No entanto, de acordo com Reis et al. (1999), em áreas degradadas pela ação humana, no primeiro momento, após o abandono, aparecerão algumas plantas consideradas como “daninhas” ou “mato”. São em geral samambaias (*P. aquilinum*, *G. pectinata*, dentre outras) e gramíneas, formando grandes touceiras. Estas plantas têm seus propágulos (sementes, frutos e esporos) transportados pelo vento, podendo vir de grandes distâncias. Apesar de ainda manterem níveis

menores de interação com animais, devido à adaptação ao transporte eólico, já representam uma vegetação perene. Estas plantas, assim, iniciam um processo de modificação do solo, aumentando sua aeração e quantidade de matéria orgânica. Ainda, segundo estes autores, a contenção dos processos erosivos, neste momento, ocorrem de forma inadequada, sendo preciso deixar a sucessão continuar para que haja uma efetiva proteção do solo. A primeira comunidade que ali se estabeleceu, a comunidade das espécies herbáceas, na próxima etapa é substituída pela de arbustos.

No levantamento florístico, referente às espécies de hábito arbustivo-arbóreo encontradas nos três *braços*, foram identificadas 73 espécies, distribuídas em 63 gêneros e 33 famílias botânicas (Tabela 3). As famílias com maiores riquezas de espécies foram: Fabaceae (10), Asteraceae (9), Melastomataceae (8) e Myrtaceae (7), representando 46,6% do total de espécies registradas. Os gêneros que apresentaram maior riqueza florística nos três *braços* foram: *Miconia* (4), *Baccharis* (3), *Psidium* (3), *Aegiphila* (2), *Myrsine* (2) e *Piptocarpha* (2). *Miconia tristis* foi a única que ocorreu nos três *braços*, porém apenas na encosta. Já *Tapirira guianensis*, *Protium spruceanum* e *Cecropia pachystachya* ocorreram, simultaneamente, na baixada e encosta dos *braços* “A” e “C”, bem como *Myrsine guianensis* ocorreu também, simultaneamente, na baixada e encosta dos *braços* “B” e “C”.

Algumas espécies lenhosas que se destacaram em levantamentos fitossociológicos e florísticos realizados em áreas degradadas e/ou perturbadas (Gavilanes & Angieri Filho, 1991; Farias et al., 1993; Valcarcel & Alterio, 1998; Tabarelli & Mantovani, 1999; Vieira & Pessoa, 2001; Nappo et al., 2004; Neri et al., 2005; Pinto et al., 2005; Alvarenga et al., 2006; Araújo et al., 2006; Corrêa & Mélo Filho, 2007) também foram registradas nos três *braços*: *Baccharis dracunculifolia*, *Bowdichia virgilioides*, *Byrsonima intermedia*, *Copaifera langsdorffii*, *Gochnatia polymorpha*, *Hieronyma alchorneoides*, *Lithraea*

molleoides, *Machaerium villosum*, *Miconia albicans*, *Platypodium elegans*, *Piptocarpha macropoda*, *Psidium guajava*, *Solanum lycocarpum*, *Stryphnodendron adstringens*, *Tapirira guianensis*, *Tibouchina candolleana*, *Trembleya parviflora* e *Vernonia* sp..

De maneira geral, os três *braços* apresentam composição florística de plantas pioneiras (Tabela 3), o que é comum em ambientes degradados e/ou perturbados (Roy, 1990; Farias et al., 1993; Tabarelli & Mantovani, 1999). A predominância das espécies pioneiras verificadas nos três *braços* indica que elas se encontram em estágio sucessional inicial (Corrêa & Mélo Filho, 2007). São espécies consideradas como colonizadoras e evidenciam sua importância na fase inicial do processo de recuperação da vegetação.

Considerando as síndromes de dispersão de sementes para as espécies de hábito arbustivo-arbóreo (Tabela 3), observa-se o predomínio da zoocoria (64%), seguido da anemocoria (33%) e autocoria (3%), validando a afirmativa de Campello (1998): a maioria das espécies tropicais é dispersa por via zoocórica ou anemocórica. A interação entre a fauna e a vegetação é fundamental no processo de recuperação de áreas degradadas (Guedes et al., 1997) e deve ser considerada durante o planejamento de projetos de reabilitação das áreas, já que a fauna exerce função essencial na dispersão de sementes de remanescentes próximos, contribuindo para a regeneração florestal em áreas degradadas (Parrotta et al., 1997; Wunderle Junior, 1997; Medellín & Gaona, 1999). Segundo Chada et al. (2004), critérios como a capacidade de estabelecimento em condições limitantes, o crescimento rápido, a grande deposição de serrapilheira e a atração de fauna são características desejáveis de espécies para plantios de reabilitação.

A análise de correspondência retificada (DCA) para as espécies registradas no levantamento florístico (Figura 4) mostrou que há uma maior similaridade florística entre a baixada e encosta do *braço* “C”, seguida das

encostas de “A” e “C”, corroborando os resultados apontados pelos índices de similaridade de Jaccard (SJ), que foram respectivamente 34,4% e 28,8% (Tabela 4). Considerando-se que 25% é o limite mínimo para duas áreas serem consideradas floristicamente semelhantes (Müller-Dombois & Ellenberg, 1974), pode-se afirmar que os valores de similaridade encontrados para as duas situações acima não são baixos. Os resultados observados entre os setores baixada e encosta de “C” indicam uma maior semelhança das condições ambientais nesta área. Tal afirmação pode ser reforçada pela surgência de água na baixada desta área ser sazonal, diferentemente do que acontece nos *braços* “A” e “B”, onde a surgência ocorre durante todo o ano. Além disso, o solo ocorrente por toda a extensão de “C” é uma transição entre Cambissolo Flúvico Tb distrófico típico e sedimentos, apresentando em todos os setores valores médios de saturação por Al^{3+} considerados altos e domínio absoluto das espécies do grupo das “samambaias”. Já no *braço* “A” houve a ocorrência de três classes de solos (Cambissolo, Gleissolo e Neossolo) e uma total ausência de solos no *braço* “B”, que apresenta apenas sedimentos recentes. Com relação à similaridade florística entre as encostas dos *braços* “A” e “C” é bem possível que seja o regime de água o principal fator ambiental associado à presença das espécies de hábito arbustivo-arbóreo (Farias et al., 1993). Todas as demais comparações apresentaram valores de similaridades considerados baixos (Tabela 4).

3.3 Análise das relações espécie-ambiente

Os resultados da análise de correspondência canônica (CCA) estão representados nas Tabelas 5 e 6 e nos diagramas de ordenação das Figuras 5, 6 e 7. Os autovalores da CCA para os dois primeiros eixos de ordenação obtidos para o *braço* “A” foram de 0,409 (eixo 1) e 0,251 (eixo 2), ambos considerados baixos (< 0,5 *sensu* ter Braak, 1995). O autovalor baixo indica que a maioria das

espécies está distribuída ao longo de todo o gradiente. Os dois primeiros eixos explicaram apenas 9,6% (eixo 1) e 5,9% (eixo 2) da variância global dos dados (total acumulado: 15,5%), indicando muito ‘ruído’ ou variância remanescente não explicada. No entanto, ‘ruído’ elevado constitui uma característica comum em dados de vegetação e isto não prejudica a significância das relações espécie-ambiente (ter Braak, 1987). Para o *braço* “B”, os autovalores para os dois primeiros eixos de ordenação da CCA, foram de 0,128 (eixo 1) e 0,063 (eixo 2), e os dois primeiros eixos explicaram apenas 16,3% (eixo 1) e 8,0% (eixo 2) da variância global dos dados (total acumulado: 24,3%), indicando novamente muito ‘ruído’ ou variância remanescente não explicada. Já em “C”, os autovalores obtidos para os dois primeiros eixos de ordenação canônica foram 0,005 (eixo 1) e 0,002 (eixo 2), com o primeiro eixo explicando 10,5% (eixo 1) e o segundo 4,1% (eixo 2) da variância global dos dados com um total acumulado de 14,6%, indicando também a presença de muito ‘ruído’ ou variância remanescente não explicada.

Verificou-se, através da CCA, que as correlações espécie-ambiente nos dois primeiros eixos para o *braço* “A” foram de 0,927 (eixo 1) e 0,934 (eixo 2), sendo que ambas foram significativas pelo teste de permutação de Monte Carlo ($p \leq 0,05$) (Tabela 5). Enquanto que no *braço* “B”, as correlações espécie-ambiente não foram significativas ($p \leq 0,05$). Já para o *braço* “C”, as correlações foram de 0,560 (eixo 1) e 0,570 (eixo 2), porém apenas o segundo eixo foi significativo ($p \leq 0,05$) de acordo com o referido teste.

À exceção da resistência do solo à penetração nas profundidades 0-20 cm (RP1) em “B” e 20-40 cm (RP2) em “C”, que apresentaram maior correlação com o eixo 2 (Tabela 6), todas as demais variáveis ambientais apresentaram correlação mais forte com o eixo 1.

Para o *braço* “A”, a ordenação dos setores no primeiro eixo (Figura 5A) sugere claramente a existência de um forte gradiente topográfico da baixada

úmida para os terços inferior, médio e superior, sendo os dois últimos muito similares entre si. Para os setores “BU” e “TI”, as variáveis edáficas que tiveram maior importância foram as seguintes: pH, umidade máxima (U% Max) e umidade mínima (U% Min) e saturação por bases (V). De acordo com Guilherme et al. (1993) e Furtini Neto et al. (2001), a inundação do solo promove consumo de íons de H^+ , havendo com isso a elevação do pH do solo, com conseqüente precipitação de Al^{3+} . Além disso, a presença de Neossolo Flúvico pode justificar a correlação da saturação por bases com os setores “BU” e “TI”, já que esta classe de solo é relativamente mais fértil (Carvalho et al., 2005; Resende et al., 2007). Já para os setores “TM” e “TS”, a resistência do solo à penetração nas profundidades 0-20 cm (RP1), 20-40 cm (RP2) e 40-60 cm (RP3) foram as variáveis ambientais que tiveram maior relevância. Verifica-se, através da ordenação das espécies pela CCA (Figura 5B), que as espécies *Ludwigia elegans*, *Macairea radula*, *Duguetia lanceolata*, *Tapirira guianensis* e o grupo das “graminóides” foram correlacionadas com o pH e, principalmente, com a drenagem mais deficiente do solo. Já as espécies do grupo das “samambaias” apresentaram uma maior correlação com a resistência do solo à penetração na profundidade de 0-20 cm (RP1). Observa-se também que boa parte da distribuição das espécies mostrou-se sem correlação com as principais variáveis ambientais utilizadas na CCA.

Para o *braço* “B”, percebe-se através da ordenação dos setores (Figura 6A) que não houve um padrão de agrupamento entre eles, assim como a falta de correlações claras com as cinco variáveis ambientais de maior peso, exceto a resistência do solo à penetração na profundidade de 0-20 cm (RP1) que apresentou correlação com algumas áreas do terço superior. Essa falta de padrão no agrupamento entre os setores pode ser justificada pelo fato de que toda a extensão deste *braço* é composta somente por sedimentos provenientes de processos erosivos ativos, com total ausência de solo. A ordenação das espécies

pela CCA (Figura 6B) mostra, através do primeiro eixo, que as espécies do grupo das “samambaias” apresentaram uma maior correlação com a fração silte e CTC efetiva (t). Já as espécies *Achyrocline satureoides*, *Miconia tristis* e *Solanum lycocarpum* apresentaram correlação no segundo eixo com a resistência do solo à penetração na profundidade 0-20 cm (RP1).

Para o braço “C”, assim como em “A”, a ordenação dos setores no primeiro eixo (Figura 7A) sugere claramente a existência de um forte gradiente topográfico da baixada úmida para os terços inferior, médio e superior, sendo que novamente os terços médio e superior são muito similares entre si. A fração areia e a umidade no período mais chuvoso (U% Max) foram as variáveis ambientais que apresentaram a maior correlação com a baixada úmida. Já os terços médio e superior tiveram maior correlação com a fração silte e resistência do solo à penetração nas profundidades de 0-20 cm (RP1), 20-40 cm (RP2) e 40-60 cm (RP3). Nota-se que a ordenação das espécies pela CCA (Figura 7B) apresenta-se semelhante à “A”, onde as espécies *Tapirira guianensis*, *Ludwigia elegans* e o grupo das “graminóides” obtiveram uma maior correlação com a fração areia e umidade máxima (U% Max), que são variáveis ambientais associadas às áreas mais baixas e úmidas. Já o grupo das “samambaias” correlacionou-se com a fração silte e novamente com a resistência do solo à penetração nas profundidades de 0-20 cm (RP1), 20-40 cm (RP2) e 40-60 cm (RP3). Segundo Resende et al. (2007), teores elevados de silte fazem com que os solos fiquem mais propensos ao encrostamento na superfície, provocados pelo impacto direto das gotas de chuva, dificultando a germinação e o estabelecimento da plântula. Consequentemente, essa condição ambiental favorece as espécies que apresentam uma maior plasticidade. As demais espécies não apresentaram correlação com as principais variáveis ambientais utilizadas na CCA.

De maneira geral, a ordenação das espécies pela CCA na voçoroca mostra que as espécies do grupo das “graminóides” tendem a ser mais abundantes nas áreas mais baixas, úmidas e relativamente mais férteis, ocorrendo o contrário para as espécies do grupo das “samambaias”, já que estas se tornam mais abundantes à medida que há uma ascensão topográfica com a conseqüente redução da umidade e aumento do adensamento do solo. Segundo Ashton (1990), é comum que a dominância ecológica seja mais pronunciada nos extremos de alta e baixa disponibilidade de recursos do solo. A ordenação das espécies também mostrou que a grande maioria das espécies de hábito arbustivo-arbóreo não apresentou importantes correlações com as principais variáveis ambientais utilizadas na CCA, talvez influenciadas pela baixa abundância das mesmas na regeneração natural. Outra característica importante da voçoroca estudada foi a presença de um grande número de espécies raras, o que é, na verdade, outro aspecto da forte dominância ecológica (Carvalho et al., 2005).

A baixa disponibilidade de nutrientes no solo conduz à persistência de espécies de pouca demanda nutricional, restringindo o estabelecimento e crescimento de indivíduos arbustivos e arbóreos, normalmente dependentes de maior fertilidade (Vieira & Pessoa, 2001). Alguns fatores podem interferir na regeneração natural, e conseqüentemente, no sucesso da reabilitação de uma área, como a acidez do substrato (Siqueira, 2002), baixa fertilidade (Parrotta, 1993; Vieira et al., 2001), competição com gramíneas e samambaias agressivas (Nepstad et al., 1991; Farias et al., 1993), predação de sementes e plântulas (Moutinho, 1998), stress hídrico, temperaturas extremas e compactação do substrato (Uhl et al., 1988, Sun et al., 1995; Reinert, 1998) e por fim, os propágulos introduzidos na área proveniente da vegetação vizinha (Harper, 1977; Uhl et al., 1982; Whitmore, 1984; Campello, 1998; Jesus & Rolim, 2005).

A análise de espécies indicadoras realizada para cada um dos braços indicou que *Ludwigia elegans* apresenta alta fidelidade (Tabela 7), e, portanto

pode ser considerada indicadora do setor baixada úmida para o *braço* “A” ($p = 0,002$). A espécie *Ludwigia elegans* é um arbusto encontrado em locais úmidos e alagados, considerada como uma das principais plantas daninhas em arroz irrigado (Embrapa, 2005). Segundo Souza & Lorenzi (2005), o gênero *Ludwigia* ocorre por todo o Brasil, principalmente associado a locais alagáveis. O grupo de espécies que compõem a guilda “samambaias” foi considerado indicador do terço superior do *braço* “C” ($p = 0,038$). Para os demais setores e para o *braço* “B” não houve mais nenhuma espécie considerada indicadora. O fato de terem sido encontradas poucas espécies indicadoras para cada setor, é característico de locais em estágio inicial de sucessão, onde a colonização inicial não define de forma clara uma compartimentação do espaço.

O modelo clássico de sucessão envolve uma substituição de grupos de espécies ao longo do tempo, à medida que as espécies predecessoras fornecem condições mais favoráveis para a invasão e estabelecimento de espécies mais tardias. Este é conhecido como o modelo de “substituição de espécies” de Egler (1954), e se dá por estágios mais definidos e discretos. Assim, as espécies invadem lentamente a área disponível à colonização e facilitam o estabelecimento de outras espécies, pois agem como abrigo para vetores de dispersão, melhoram as condições de fertilidade do solo e fornecem habitats adequados ao recrutamento. Em contrapartida, Woods (1989) considera que a regeneração de espécies florestais depende da capacidade das mesmas em vencerem a competição com as espécies herbáceas e gramíneas. Estas afirmações corroboram a hipótese de Finegan (1984), para o qual um conjunto de processos está envolvido nas transformações florísticas observadas durante o processo de regeneração, as quais ocorrem muito lentamente, como o presente estudo possibilita observar.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na área de estudo, há um predomínio de solos com altos teores de areia e com baixa fertilidade, existindo um maior adensamento do solo à medida que há uma elevação topográfica no sentido baixada úmida – terço superior, inverso do que foi observado para umidade do solo. As diferentes espécies que fazem parte do grupo das “graminóides” e “samambaias” dominaram amplamente todos os setores dos três *braços* da voçoroca.

A CCA para o *braço* “A” produziu as maiores correlações espécie-ambiente nos dois primeiros eixos de ordenação, ambas significativas pelo teste de permutação de Monte Carlo ($p \leq 0,05$). Nota-se, através da ordenação dos setores pela CCA, que os terços médio e superior foram muito similares entre si nos *braços* “A” e “C”. A ordenação das espécies também mostrou que a grande maioria das espécies de hábito arbustivo-arbóreo não apresentou importantes correlações com as principais variáveis ambientais utilizadas na CCA, talvez influenciadas pela baixa abundância das mesmas na regeneração natural da voçoroca. No entanto, observou-se um padrão de distribuição para as espécies de “graminóides” e “samambaias” correlacionadas respectivamente com uma maior umidade e adensamento do solo.

A espécie *Ludwigia elegans* na baixada úmida do *braço* “A” e as espécies de “samambaias” no terço superior do *braço* “C” foram consideradas como espécies indicadoras destes ambientes.

As espécies arbustivo-arbóreas encontradas no levantamento estrutural e florístico podem ser de grande utilidade na recuperação de voçorocas, já que apresentam indícios de capacidade de se desenvolverem em condições ambientais não muito favoráveis ou extremas para a sobrevivência de outros vegetais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A.L.; ARAÚJO, D.S.D. Comunidades vegetais do cordão arenoso externo da Reserva Ecológica Estadual de Jacarepiá, Saquarema, RJ. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v.3, n.1, p.47-63, 1997.
- ALVARENGA, A.P.; BOTELHO, S.A.; PEREIRA, I.M. Avaliação da regeneração natural na recomposição de matas ciliares em nascentes na região sul de Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v.12, n.4, p.360-372, out./dez. 2006.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v.141, n.4, p.399-436, Apr. 2003.
- ANGULO, R.J.; ROLOFF, G.; SOUZA, M.L.P. Relações entre a erodibilidade e agregação, granulometria e características químicas de solos brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.8, n.1, p.133-138, jun. 1984.
- ANTUNES, F.Z. Caracterização climática do Estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.138, p.9-13, jun. 1986.
- ARAÚJO, F.S.; MARTINS, S.V.; MEIRA NETO, J.A.A.; LANI, J.L.; PIRES, I.E. Estrutura da vegetação arbustivo-arbórea colonizadora de uma área degradada por mineração de caulim, Brás Pires, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.30, n.1, p.107-116, jan./fev. 2006.
- ARAÚJO, G.H.S.; ALMEIDA, J.R.; GUERRA, A.J.T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 320p.
- ARSHAD, M.A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J. **Methods for assessing soil quality**. Madison: Soil Science Society of America, 1996. p.123-141. (SSAA special publication, 49).
- ASHTON, P.S. Species richness in tropical forests. In: HOLM-NIELSEN, L.B.; NIELSEN, I.C.; BALSLEV, H. (Ed.). **Tropical forests: botanical dynamics, speciation and diversity**. London: Academic, 1990. p.239-251.
- BAHIA, V.G.; CURI, N.; CARMO, D.N.; MARQUES, J.J.G.S.M. Fundamentos de erosão do solo: tipos, formas, mecanismos, fatores determinantes e controle. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.16, n.176, p.25-31, 1992.

BAHIA, V.G.; RIBEIRO, A.V.R. **Conservação do solo e preservação ambiental**. Lavras: UFLA, 1998. 104p.

BRAGAGNOLO, N.; MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por palha de trigo e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, n.1, p.369-374, jun. 1990.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normas climatológicas: 1961-1990**. Brasília, DF, 1992. 132p.

BROWER, J.E.; ZAR, J.H. **Field and laboratory methods for general ecology**. 2.ed. Dubuque: W.C. Brown, 1984. 225p.

BUSELATO, T.C.; BUENO, O.L. Composição florística de dois campos localizados no município de Montenegro, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia Série Botânica**, Porto Alegre, v.26, p.65-84, 1981.

CAMPELLO, E.F.C. Sucessão vegetal na recuperação de áreas degradadas. In: DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. (Ed.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa, MG: UFV, 1998. p.183-196.

CARPANEZZI, A.A.; COSTA, L.G.S.; KAGEYAMA, P.Y.; CASTRO, C.F.A. Espécies pioneiras para recuperação de áreas degradadas: observações de laboratórios naturais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão, SP. **Anais...** Campos do Jordão: SBS, 1990. p.216-221.

CARVALHO, D.A. Flora fanerogâmica de campos rupestres da Serra da Bocaina, Minas Gerais: caracterização e lista de espécies. **Ciência e Prática**, Lavras, v.16, n.1, p.97-122, jan./jun. 1992.

CARVALHO, D.A.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; VILELA, E.A.; CURTI, N.; BERG, E. van den; FONTES, M.A.; BOTEZELLI, L. Distribuição de espécies arbóreo-arbustivas ao longo de um gradiente de solos e topografia em um trecho de floresta ripária do Rio São Francisco em Três Marias, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.28, n.2, p.329-345, jun. 2005.

CASTELLANI, T.T.; STUBBLEBINE, W.H. Sucessão secundária inicial em mata mesófila, após perturbação por fogo. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.16, n.2, p.181-203, fev. 1993.

CHADA, S.S.; CAMPELLO, E.F.C.; FARIA, S.M. Sucessão vegetal em uma encosta reflorestada com leguminosas arbóreas em Angra dos Reis, RJ. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.28, n.6, p.801-809, nov./dez. 2004.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 5ª aproximação. Viçosa, MG: CFSEMG, 1999. 359p.

CORRÊA, R.S.; MÉLO FILHO, B. Levantamento florístico do estrato lenhoso das áreas mineradas no Distrito Federal. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.31, n.6, p.1099-1108, nov./dez. 2007.

DENSLOW, J.S.; SCHULTZ, J.C.; VITOUSEK, P.M.; STRAIN, B.R. Growth responses of tropical shrubs to treefall gap environments. **Ecology**, Durham, v.71, n.1, p.165-179, Jan. 1990.

DUFRENE, M.; LEGENDRE, P. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. **Ecological Monographs**, Lawrence, v.67, n.3, p.345-366, June 1997.

EGLER, F.E. Vegetation science concepts: I., initial floristic composition, a factor in old-field vegetation development. **Vegetatio**, The Hague, v.12, n.7, p.412-417, 1954.

EHLERS, W.; KOPKE, V.; HESSE, F.; BOHM, W. Penetration resistance and root growth of oats in tilled and untilled loess soil. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v.3, n.3, p.261-275, 1983.

ELLISON, A.M.; DENSLOW, J.S.; LOISELLE, B.A.; BRÉNES, D.M. Seed and seedling ecology of Neotropical Melastomataceae. **Ecology**, Washington, DC, v.74, n.6, p.733-1749, Dec. 1993.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 412p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultivo do arroz irrigado no Brasil**: plantas daninhas em arroz irrigado. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em:
<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrigadoBrasil/cap11_03>. Acesso em: 3 dez. 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FAGERIA, N.K. Resposta de cultivares de arroz à aplicação de calcário em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.19, n.7, p.883-889, jul. 1984.

FARIAS, C.A.; RESENDE, M.; BARROS, N.F.; SILVA, A.F. Dinâmica da revegetação natural de voçorocas na região de Cachoeira do Campo, município de Ouro Preto-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.17, n.3, p.314-326, maio/jun. 1993.

FIALHO, J.F.; BORGES, A.C.; BARROS, N.F. Cobertura vegetal e as características químicas e físicas e atividade da microbiota de um latossolo vermelho-amarelo distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, n.1, p.21-28, jun. 1991.

FINEGAN, B. Succession. **Nature**, London, v.312, p.109-115, Nov. 1984.

FRIZZO, T.C.E.; PORTO, M.L. Zoneamento da vegetação e sua relação com a ocorrência de estruturas mineralizadas na mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS, Brasil. **Iheringia Série Botânica**, Porto Alegre, v.59, n.1, p.5-12, mar. 2004.

FURTINI NETO, A.E.; VALE, F.R.; RESENDE, A.V.; GUILHERME, L.R.G.; GUEDES, G.A.A. **Fertilidade do solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 252p.

GARDNER, W.H. Water content. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis**: part I. Madison: Winconsin, 1986. chap.21, p.493-544. (Agronomy monograph, 9).

GAVILANES, M.L.; ANGIERI FILHO, C.N. d'. Flórua ruderal da cidade de Lavras, MG. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.5, n.2, p.77-88, fev. 1991.

GLIESSMAN, S.R.; MULLER, C.H. The allelopathic mechanisms of dominance in bracken (*Pteridium aquilinum*) in southern California. **Journal of Chemical Ecological**, New York, v.4, n.3, p.337-362, 1978.

GOODALL, D.W. Some considerations in the use of point quadrats for the analysis of vegetation. **Australian Journal of Scientific Research**, Melbourne, v.5, n.1, p.1-41, 1952.

GOULART, R.M. **Atributos de solos e comportamento de espécies florestais em processo de estabilização de voçorocas**. 2005. 91p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

GUEDES, M.C.; CAMPELLO, E.F.; MELO, V.A.; GRIFFITH, J.J. Seleção de espécies para recuperação de áreas degradadas por meio de ilhas de vegetação. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3., 1997, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: SOBRADE/UFV, 1997. p.279-282.

GUÉRIF, J. Résistance em traction dès agrégats terrux: influence de la texture, de la matière organique et de la teneur em eau. **Agronomie**, Paris, v.8, n.4, p.379-386, 1988.

GUILHERME, L.R.G.; CURI, N.; GUEDES, G.A.A.; VALE, F.R. Alterações em pH ocasionadas por calagem e inundação em solos de várzea cultivados com arroz. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.17, n.2, p.149-156, dez. 1993.

GUILLAUMON, J.R.; FONTES, M.A. Estudo para manejo dos campos antrópicos do Parque Estadual da Ilha Anchieta, zona de recuperação. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p.867-879.

HAMBLIN, A.P. The influence of soil structure on water movement, crop root growth and water uptake. **Advances in Agronomy**, San Diego, v.38, p.95-158, 1985.

HARPER, J.L. **Population biology of plants**. New York: Academic, 1977. 892p.

JESUS, R.M.; ROLIM, S.G. Experiências relevantes na restauração da mata atlântica. In: GALVÃO, A.P.M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. (Ed.). **Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. p.59-86.

KLEIN, R.M. Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí. **Sellowia**, Itajaí, v.32, p.165-389, 1980.

- KLEIN, V.A.; LIBARDI, P.L.; SILVA, A.P. Resistência do solo à penetração sob diferentes condições de umidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 3., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: SBEA, 1998. p.61-63.
- KOCHIAN, L.V.; PENCE, N.S.; LETHAM, L.D.; PINEROS, M.A.; MAGALHÃES, J.V.; HOEKENGA, O.A.; GARVIN, D.F. Mechanisms of metal resistance in plants: aluminum and heavy metals. **Plant Soil**, The Hague, v.247, p.109-119, 2002.
- LETEY, J. Relationship between soil physical properties and crop production. **Advances in Soil Science**, New York, v.1, p.277-294, 1985.
- MANTOVANI, W. **Análise florística e fitossociológica do estrato herbáceo-subarbustivo do cerrado na Reserva Biológica de Mogi-Guaçu e Itirapina, SP**. Campinas: Unicamp, 1987. 203p.
- MATTEUCCI, S.D.; COLMA, A. **Metodologia para el estudio de la vegetacion**. Washington, DC: Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos, 1982. 169p.
- MCCUNE, B.; MEFFORD, M.J. **Multivariate analysis of ecological data: version 3.0**. Glenden Beach: MJM, 1997. Software. 1CD-ROM.
- MCCUNE, B.; MEFFORD, M.J. **PC-ORD version 4.14**: multivariate analysis of ecological data. Glenden Beach: MjM, 1999. Software. CD-ROM.
- MEDELLÍN, R.A.; GAONA, O. Seed dispersal by bats and birds in forest and disturbed habitats of Chiapas, México. **Biotropica**, Washington, DC, v.31, n.3, p.478-485, Mar. 1999.
- MILLER, D.E. Effect of subsoiling and irrigation regime on dry bean production in the Pacific Northwest. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.51, p.784-787, 1987.
- MOUTINHO, P.R.S. Impactos da formação de pastagem sobre fauna de formigas: consequência para a recuperação florestal na Amazônia oriental. In: GASCON, C.; MOUTINHO, P. (Ed.). **Floresta Amazônica: dinâmica, regeneração e manejo**. Manaus: UFAM, 1998. p.155-170.
- MUELLER-DAMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Ains and methods of vegetation ecology**. New York: J.Wiley, 1974. 574p.

MUNESADA, K.; SIDDIQUI, H.L.; SUGA, T. Biologically active labdane-type diterpene glycosides from the rootstalks of *Gleichenia japonica*. **Phytochemistry**, Oxford, v.31, n.5, p.1533-1536, May 1992.

MYSTER, R.W. Tree invasion and establishment in old field at Hutcheson Memorial Forest. **The Botanical Review**, Bronx, v.59, n.4, p.251-272, Oct./Dec. 1993.

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

NEPSTAD, D.; UHL, C.; SERRÃO, E.A. Recuperation of a degraded Amazonian landscape: forest recovery and agricultural restoration. **Ambio**, Oslo, v.20, n.6, p.248-255, 1991.

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

OLIVEIRA FILHO, A.T.; VILELA, E.A.; CARVALHO, D.A.; GAVILANES, M.L. Effects of soils and topography on the distribution of tree species in a tropical riverine forest in south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.10, n.4, p.483-508, Aug. 1994.

PARROTTA, J.A. Secondary forest regeneration on degraded tropical lands: the role of plantations as “foster ecosystems”. In: LIETH, H.; LOHMANN, M. (Ed.). **Restoration of tropical forest ecosystems**. Netherlands: Kluwer Academic, 1993. p.63-73.

PARROTTA, J.A.; TURNBULL, J.W.; JONES, N. Catalyzing native forest regeneration on degraded tropical lands. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.99, n.1/2, p.1-7, 1997.

PARZANEZE, G.A.C. **Gênese e desenvolvimento de voçorocas em solos originados de rochas granitóides na região de Cachoeira do Campo, Minas Gerais**. 1991. 117p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PEDRO, F.G.; LORANDI, R. Potencial natural de erosão na área periurbana de São Carlos (SP). **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, v.56, n.1, p.28-33, jan./fev. 2004.

PERES, M.T.L.P.; MALHEIROS, A. Alelopatia: interações químicas entre espécies. In: YUNES, R.A.; CALIXTO, J.B. (Ed.). **Plantas medicinais sob a ótica da química medicinal moderna**. Chapecó: Argus, 2001. p.501-523.

PERES, M.T.L.P.; PIZZOLATTI, M.G.; QUEIROZ, M.H.; YUNES, R.A. Potencial de atividade alelopática de *Gleichenia pectinata* Willd (Pr.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.33, n.2, p.131-137, fev. 1998.

PERES, M.T.L.P.; SILVA, L.B.; FACCENDA, O.; HESS, S. Potencial alelopático de espécies de Pteridaceae (Pteridophyta). **Acta Botanica Brasílica**, São Paulo, v.18, n.4, p.723-730, abr. 2004.

PIJL, L. van der. **Principles of dispersal in higher plants**. 3.ed. Berlin: Springer-Verlag, 1982. 199p.

PINTO, L.V.A.; BOTELHO, S.A.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; DAVIDE, A.C. Estudo da vegetação como subsídio para propostas de recuperação das nascentes da bacia hidrográfica do ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.29, n.6, p.775-794, nov./dez. 2005.

PURATA, S.E. Floristic and structural changes during old-field succession in the Mexican tropics in relation to site history and species availability. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.2, p.257-276, 1986.

QUEIROZ, R.; SOUZA, A.G.; SANTANA, P.; ANTUNES, F.Z.; FONTES, M. **Zoneamento agroclimático do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Epamig, 1980. 114p.

RAIJ, B. van. Mecanismos de interação entre solos e nutrientes. In: _____. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, 1981. p.17-31.

REATTO, A.; CORREIA, J.R.; SPERA, S.T.; MARTINS, E.S. Solos do bioma cerrado: aspectos pedológicos. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J.F. (Ed.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, 2008. p.107-149.

REINERT, D.J. Recuperação de solos em sistemas agropastoris. In: DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. (Ed.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa, MG: UFV, 1998. p.163-176.

REIS, A.; ZAMBONIM, R.M.; NAKAZONO, E.M. **Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal**. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 1999. 43p. (Série Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 14).

RESENDE, M.N. Aplicações de conhecimentos pedológicos à conservação de solos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.128, p.3-18, 1985.

RESENDE, M.N.; CURTI, N.; REZENDE, S.B.; CORRÊA, G.F. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. Lavras: UFLA, 2007. 322p.

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 origem antrópica, em uma floresta estacional semidecídua montana, Lavras-MG, Brasil. **Cerne**, Lavras, v.6, n.2, p.79-94, jul./dez. 2000.

ROTH, C.H.; CASTRO FILHO, C.; MEDEIROS, G.B. Análise de fatores físicos e químicos relacionados com a agregação de um latossolo roxo distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, n.1, p.241-248, jun. 1991.

ROY, J. In search of the characteristics of plant invaders. In: CASTRI, F.D.I.; HANSEN, A.J.; DEBUSSCHE, M. (Ed.). **Biological invasion in Europe and Mediterranean Basin**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1990. p.335-352.

SÁ, C.F.C. Regeneração em área de floresta de restinga na Reserva Ecológica Estadual de Jacarepiá, Saquarema, RJ: I., estrato herbáceo. **Arquivos Jardim Botânico do Rio Janeiro**, Rio de Janeiro, v.34, n.1, p.177-192, jun. 1996.

SAITO, M.L.; LUCHINI, F. **Substâncias obtidas de plantas e a procura por praguicidas eficientes e seguros ao meio ambiente**. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1998. 46p.

SEITZ, R.A. A regeneração natural na recuperação de áreas degradadas. In: SIMPÓSIO SUL AMERICANO, 1.; SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2., 1994, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1994. p.103-110.

SILVA, A.C.; LIMA, J.M.; CURI, N. Relação entre voçorocas, usos da terra, solos e materiais de origem na região de Lavras (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.17, n.3, p.459-464, set./dez. 1993.

SILVA JÚNIOR, R.L. **Variabilidade espacial do índice de cone correlacionada com mapas de produtividade**. 2001. 132p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura Luíz de Queiroz, Piracicaba.

SIQUEIRA, L.P. **Monitoramento de áreas restauradas no interior do estado de São Paulo, Brasil**. 2002. 116p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

SNOW, D.W. A possible selective factor in the evolution of fruiting seasons in Tropical Forests. **Oikos**, Buenos Aires, v.15, n.2, p.274-281, 1965.

SOIL SURVEY STAFF. **Soil survey manual**. Washington, DC: USDASCS, 1993. 437p. (Handbook, 18).

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005. 640p.

STILES, F.G.; ROSSELLI, L. Consumption of fruits of the Melastomataceae by birds: how diffuse is coevolution? **Vegetatio**, Dordrecht, v.107/108, n.1, p.57-75, June 1983.

STOLF, R. Teoria e tese experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, n.3, p.229-235, set./dez. 1991.

STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V.L. **Recomendação para o uso do penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf**. Piracicaba: IAA/Planalsucar, 1983. 9p. (Série Penetrômetro de Impacto. Boletim técnico, 1).

SUN, D.; DICKINSON, G.R.; BRAGG, A.L. Direct seeding of *Alphitonia petriei* (Rhamnaceae) for gully revegetation in tropical northern Australia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.73, n.1/2, p.249-257, Apr. 1995.

SWAINE, M.D.; WHITMORE, T.C. On the definition of ecological species groups in Tropical Rain Forest. **Kluwer Academic Publisher**, Dordrecht, v.75, n.1/2, p.81-86, May 1988.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. A regeneração de uma floresta tropical montana após corte e queima (São Paulo-Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**, São Paulo, v.59, n.2, p.239-250, fev. 1999.

TER BRAAK, C.J.F. ter. The analysis of vegetation environment relationship by canonical correspondence analysis. **Vegetatio**, Dordrecht, v.69, n.1/3, p.69-77, Apr. 1987.

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

UHL, C.; BUSCHBACHER, R.; SERRÃO, E.A.S. Abandoned pastures in Eastern Amazonia: 1-patterns of plants succession. **Journal of Ecology**, Oxford, v.76, n.3, p.663-681, Sept. 1988.

UHL, C.; CLARK, H.; CLARK, H. Successional patterns associated with slash and burn agriculture in upper Rio Negro region of the Amazon Basin. **Biotropica**, Saint Louis, v.14, n.4, p.249-254, Dec. 1982.

VALCARCEL, R.; ALTERIO, C.F.V. d'. Medidas físico-biológicas de recuperação de áreas degradadas: avaliação das modificações edáficas e fitossociológicas. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.5, n.1, p.68-88, jan./dez. 1998.

VENTURIM, R.P.; BAHIA, V.G. Considerações sobre os principais solos de Minas Gerais e sua susceptibilidade à erosão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n.191, p.7-9, 1998.

VIEIRA, C.M.; PESSOA, S.V.A. Estrutura e composição florística do estrato herbáceo-subarbustivo de um pasto abandonado na Reserva Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, RJ. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v.52, n.80, p.17-30, 2001.

WHITMORE, T.C. **Tropical rain forests dynamics on the far east**. Oxford: Clarendon, 1984. 352p.

WOODS, P. Effects of logging, drought, and fire on structure and composition of tropical forest in Sabah, Malasia. **Biotropica**, Washington, DC, v.21, n.4, p.290-298, 1989.

WUNDERLE JUNIOR, J.M. The role of animal seed dispersal in accelerating native forest regeneration on degraded tropical lands. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.99, n.1/2, p.233-235, 1997.

ANEXOS

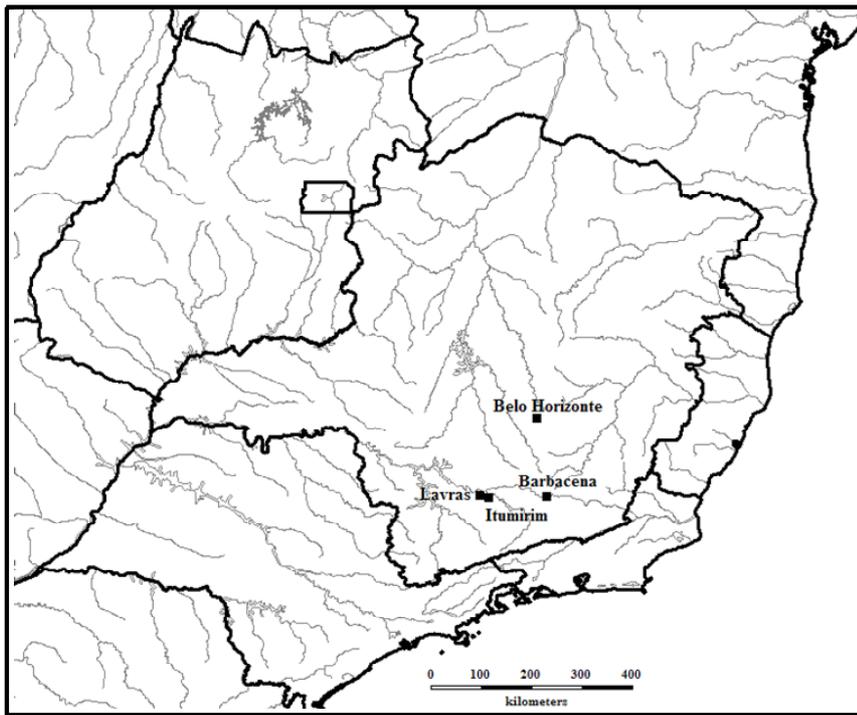


FIGURA 1 Localização geográfica do município de Itumirim, MG.

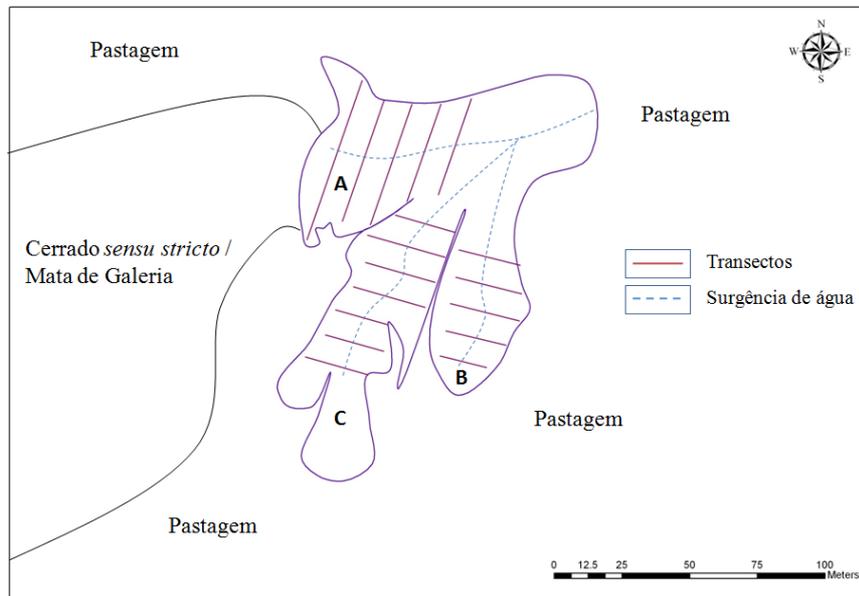


FIGURA 2 Mapa mostrando os três braços (“A”, “B” e “C”) da voçoroca estudada no município de Itumirim, MG, enfatizando a localização dos transectos analisados, a surgência de água e o entorno da área de estudo.

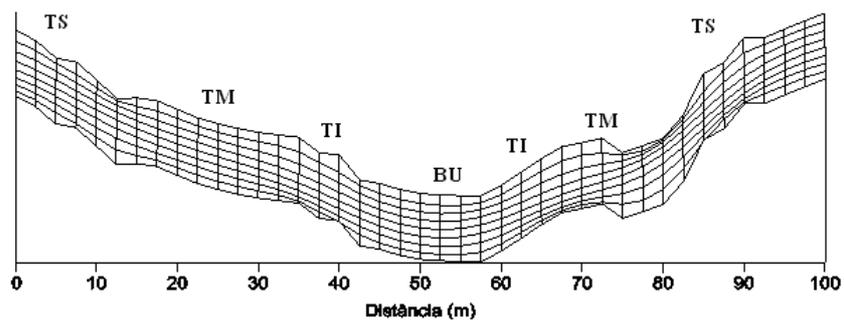


FIGURA 3 Diagrama de perfil representando a distribuição dos setores topográficos de uma voçoroca. Onde: BU = baixada úmida; TI = terço inferior; TM = terço médio; TS = terço superior.

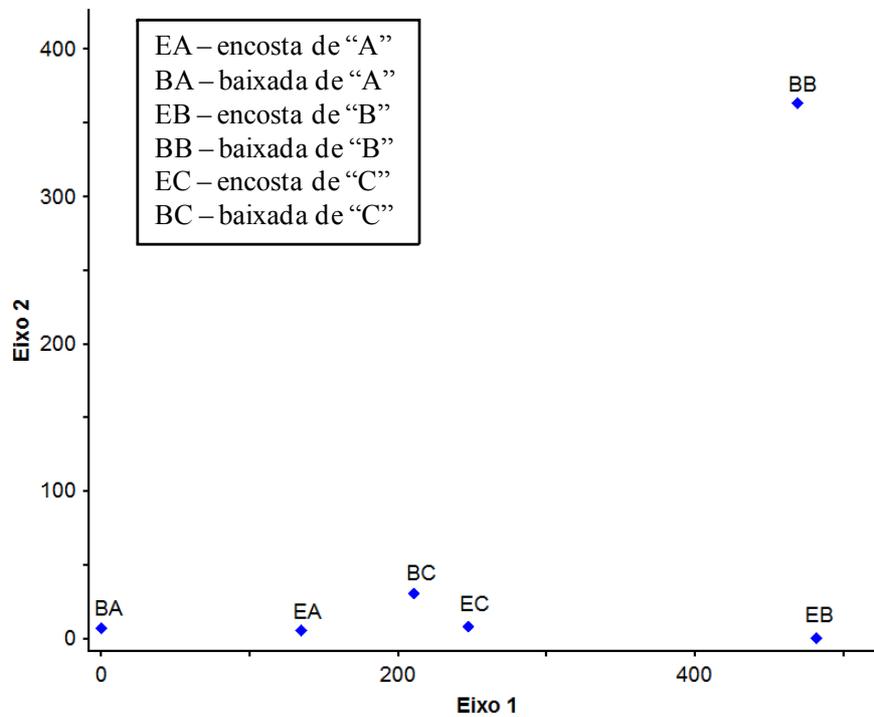


FIGURA 4 Diagrama de ordenação da análise de correspondência retificada (DCA) da composição da flora arbustivo-arbórea nos setores baixada e encosta dos *braços* “A”, “B” e “C” da voçoroca estudada no município de Itumirim, MG.

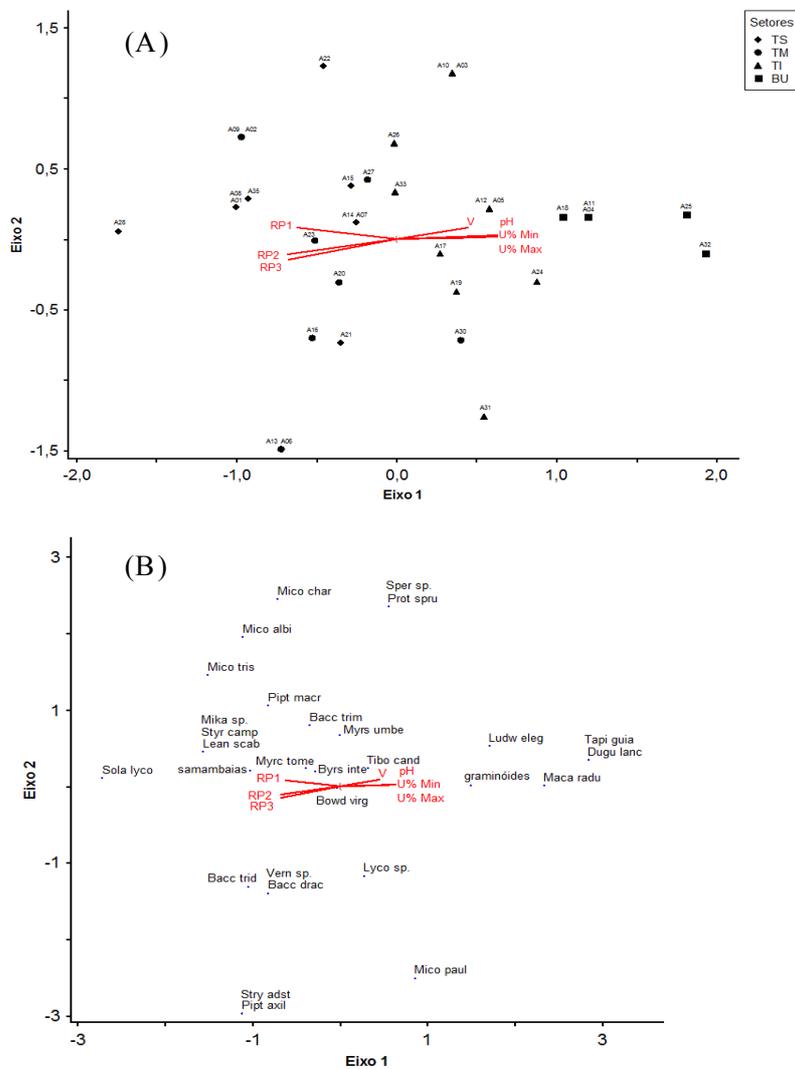


FIGURA 5 Análise de correspondência canônica (CCA): diagramas de ordenação dos setores (A) e espécies (B) baseados na distribuição das abundâncias de 29 espécies em 35 setores do *braço* “A” de uma voçoroca em Itumirim, MG, e sua correlação com as sete variáveis ambientais utilizadas (vetores). As espécies são identificadas pelo seu nome abreviado. Onde: BU = baixada úmida; TI = terço inferior; TM=terço médio; TS = terço superior.

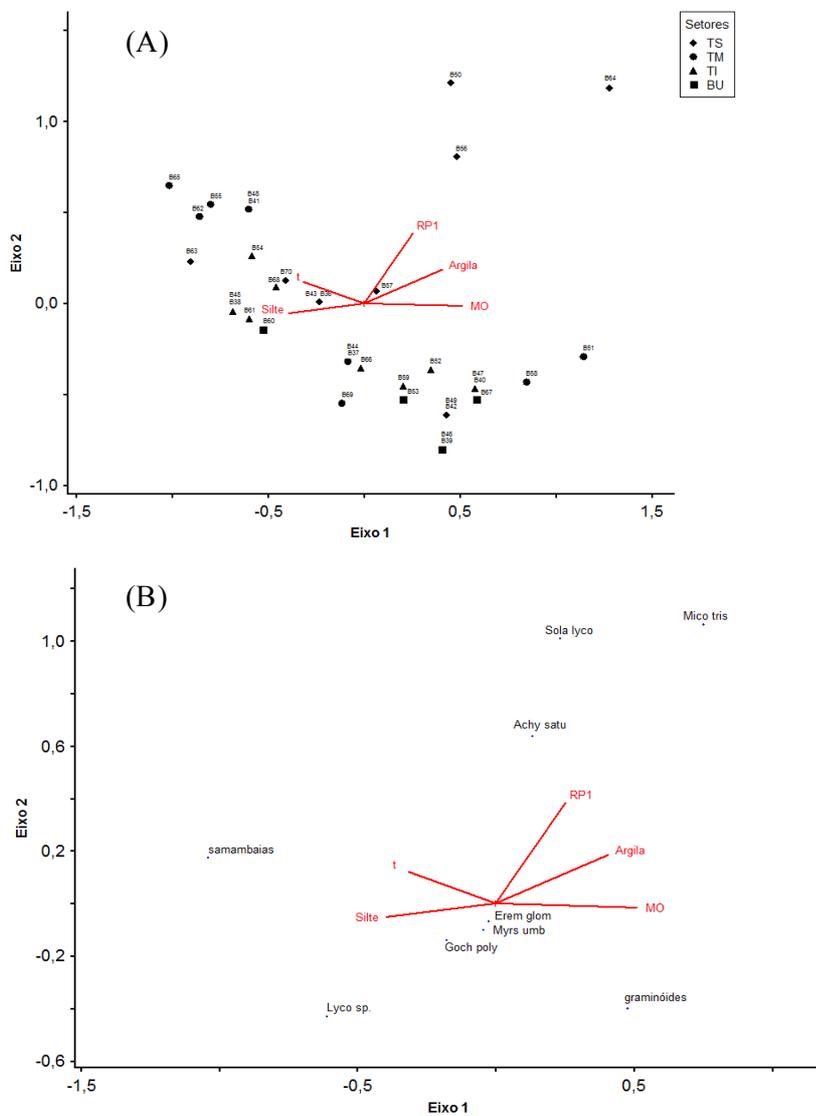


FIGURA 6 Análise de correspondência canônica (CCA): diagramas de ordenação dos setores (A) e espécies (B) baseados na distribuição das abundâncias de 10 espécies em 35 setores do *braço* “B” de uma voçoroca em Itumirim, MG, e sua correlação com as quatro variáveis ambientais utilizadas (vetores). As espécies são identificadas pelo seu nome abreviado. Onde: BU = baixada úmida; TI = terço inferior; TM = terço médio; TS = terço superior.

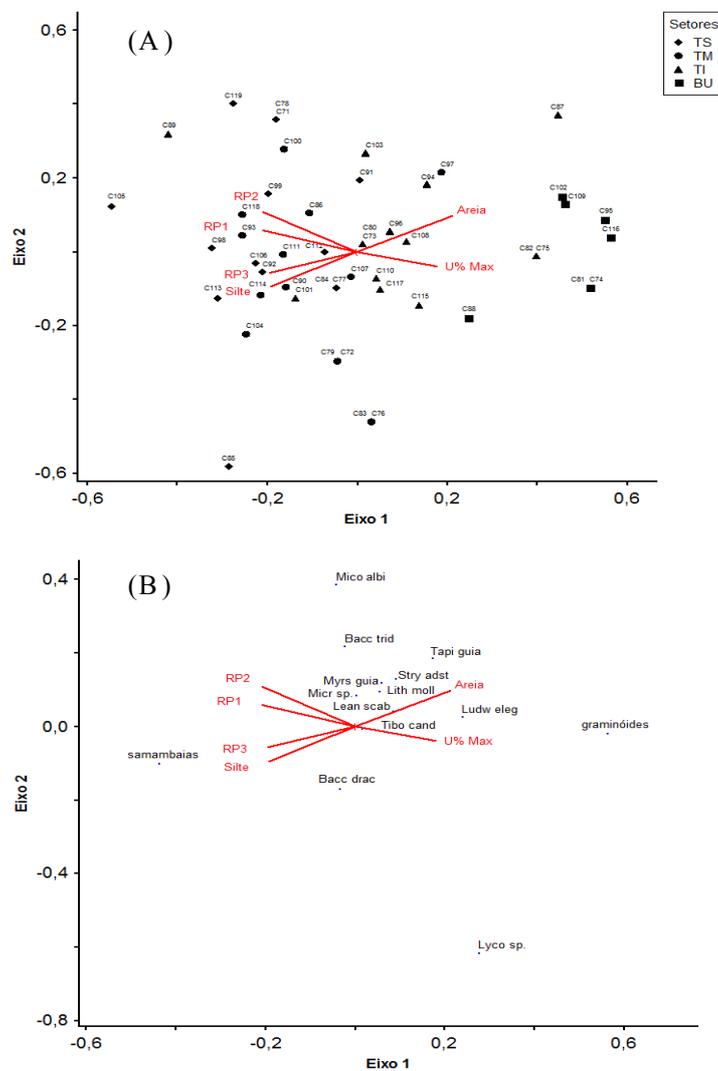


FIGURA 7 Análise de correspondência canônica (CCA): diagramas de ordenação dos setores (A) e espécies (B) baseados na distribuição das abundâncias de 14 espécies em 49 setores do *braço* “C” de uma voçoroca em Itumirim, MG, e sua correlação com as seis variáveis ambientais utilizadas (vetores). As espécies são identificadas pelo seu nome abreviado. Onde: BU = baixada úmida; TI = terço inferior; TM = terço médio; TS = terço superior.

TABELA 1 Variáveis do solo superficial (0–20 cm) e de resistência à penetração (profundidades de 0–20 cm, 20–40 cm e 40–60 cm) nos três *braços* de uma voçoroca em Itumirim, MG. Os valores são médias \pm desvios padrão das *n* amostras de cada um dos quatro setores dos três *braços* da voçoroca. Onde testes de F indicaram diferenças significativas entre os quatro setores, as médias seguidas de letras diferentes são significativamente diferentes. Em que: RP = resistência do solo à penetração; U% Max = umidade máxima; U% Min = umidade mínima; U% Amp = amplitude entre umidade máxima e mínima.

Variáveis	Braço "A"												F	p	
	TS			TM			TI			BU					
pH	H ₂ O	5,00	\pm 0,22	c	5,21	\pm 0,19	bc	5,41	\pm 0,27	Ab	5,70	\pm 0,12	a	13.170	0.0000
P	mg/dm ³	1,17	\pm 0,77		2,06	\pm 2,51		1,16	\pm 0,54		2,62	\pm 1,28		1.605	0.1953
K	mg/dm ³	30,30	\pm 13,68		28,50	\pm 17,21		28,60	\pm 20,69		21,00	\pm 6,82		0.374	0.7817
Ca	cmolc/dm ³	0,21	\pm 0,03		0,33	\pm 0,26		0,32	\pm 0,09		0,40	\pm 0,10		2.046	0.1171
Mg	cmolc/dm ³	0,13	\pm 0,07		0,16	\pm 0,10		0,17	\pm 0,09		0,10	\pm 0,00		1.046	0.3845
Al	cmolc/dm ³	1,35	\pm 0,77	a	1,16	\pm 0,68	ab	0,58	\pm 0,52	Ab	0,36	\pm 0,35	b	4.265	0.0145
H+Al	cmolc/dm ³	4,35	\pm 2,57	a	4,05	\pm 1,77	ab	2,13	\pm 0,89	Ab	1,68	\pm 1,03	b	4.519	0.0094
SB	cmolc/dm ³	0,42	\pm 0,15		0,55	\pm 0,36		0,56	\pm 0,21		0,58	\pm 0,13		0.797	0.5031
t	cmolc/dm ³	1,78	\pm 0,74	a	1,71	\pm 0,48	a	1,13	\pm 0,50	Ab	0,90	\pm 0,37	b	4.505	0.0094
T	cmolc/dm ³	4,78	\pm 2,56	a	4,60	\pm 1,80	ab	2,69	\pm 0,84	Ab	2,22	\pm 1,03	b	4.260	0.0135
V	%	11,08	\pm 5,75	c	12,93	\pm 6,93	bc	22,84	\pm 8,49	Ab	28,74	\pm 11,95	a	8.154	0.0009
m	%	72,30	\pm 14,19	a	64,00	\pm 27,13	ab	40,90	\pm 28,02	Ab	32,00	\pm 24,83	b	4.850	0.0068
MO	dag/kg	1,47	\pm 0,63		1,39	\pm 0,61		0,89	\pm 0,25		0,90	\pm 0,76		2.637	0.0700
P-rem	mg/L	16,98	\pm 8,17	b	24,36	\pm 9,29	ab	28,82	\pm 7,86	Ab	33,34	\pm 11,33	a	4.812	0.0074
Areia	dag/kg	43,80	\pm 18,37	b	54,90	\pm 16,78	b	66,10	\pm 13,59	Ab	81,00	\pm 17,66	a	6.576	0.0017
Silte	dag/kg	23,40	\pm 13,09		19,80	\pm 13,39		15,80	\pm 9,81		8,40	\pm 10,85		1.916	0.1525
Argila	dag/kg	32,80	\pm 15,52	a	25,30	\pm 11,04	ab	18,10	\pm 7,39	Ab	10,60	\pm 6,88	b	5.291	0.0051
RP_0-20	MPa	1,57	\pm 0,36	a	1,41	\pm 0,34	a	0,79	\pm 0,11	B	0,55	\pm 0,00	b	24.975	0.0000
RP_20-40	MPa	1,79	\pm 0,39	a	1,74	\pm 0,46	a	0,91	\pm 0,15	B	0,55	\pm 0,00	b	25.406	0.0000
RP_40-60	MPa	2,82	\pm 0,61	a	2,28	\pm 0,49	a	1,50	\pm 0,18	B	0,55	\pm 0,00	c	36.336	0.0000

continua

TABELA 1 (continuação)

		Braço "A"																	
Variáveis		TS			TM			TI			BU		F	p					
U_Max	%	23,45	±	5,14	b	27,94	±	9,20	b	33,41	±	3,07	B	46,31	±	16,25	a	9.142	0.0003
U_Min	%	10,38	±	4,76	c	12,56	±	8,88	bc	19,29	±	3,50	B	28,89	±	4,77	a	12.702	0.0000
U_Amp	%	13,07	±	5,11		15,38	±	7,07		14,11	±	2,54		17,43	±	13,56		0.503	0.6812
		Braço "B"																	
Variáveis		TS			TM			TI			BU		F	p					
pH	H ₂ O	5,61	±	0,38		5,50	±	0,32		5,69	±	0,35		5,72	±	0,35		0.662	0.5772
P	mg/dm ³	0,96	±	1,70		1,33	±	1,04		0,90	±	0,94		0,82	±	0,40		0.311	0.8544
K	mg/dm ³	16,60	±	11,42		20,90	±	7,43		19,20	±	6,43		16,80	±	8,29		0.502	0.6801
Ca	cmolc/dm ³	0,42	±	0,40		0,56	±	0,32		0,45	±	0,26		0,28	±	0,11		0.941	0.4389
Mg	cmolc/dm ³	0,20	±	0,12		0,27	±	0,16		0,23	±	0,13		0,12	±	0,04		1.615	0.1979
Al	cmolc/dm ³	0,46	±	0,33		0,43	±	0,14		0,32	±	0,25		0,16	±	0,09		2.161	0.1092
H+Al	cmolc/dm ³	1,28	±	0,21		1,18	±	0,20		1,05	±	0,15		1,06	±	0,05		3.321	0.0304
SB	cmolc/dm ³	0,64	±	0,55		0,89	±	0,51		0,71	±	0,41		0,44	±	0,19		1.126	0.3481
t	cmolc/dm ³	1,11	±	0,54	ab	1,32	±	0,49	a	1,03	±	0,38	Ab	0,60	±	0,14	b	2.951	0.0480
T	cmolc/dm ³	1,93	±	0,41	ab	2,07	±	0,39	a	1,76	±	0,32	Ab	1,48	±	0,16	b	3.463	0.0272
V	%	31,31	±	16,26		40,57	±	16,13		38,99	±	13,68		28,96	±	7,71		1.190	0.3308
m	%	39,10	±	28,64		36,40	±	17,18		31,30	±	19,88		28,20	±	16,47		0.386	0.7634
MO	dag/kg	0,28	±	0,11		0,27	±	0,12		0,27	±	0,12		0,34	±	0,11		0.497	0.6812
P_rem	mg/L	26,71	±	9,79		34,46	±	7,86		35,53	±	5,88		31,74	±	6,94		2.494	0.0783
Areia	dag/kg	59,10	±	9,39		61,20	±	8,19		65,20	±	12,86		73,40	±	7,89		2.524	0.0751
Silte	dag/kg	28,40	±	14,28		31,30	±	11,45		26,80	±	13,39		18,00	±	4,90		1.327	0.2724
Argila	dag/kg	12,50	±	7,47		7,50	±	5,15		8,00	±	3,09		8,60	±	3,13		1.837	0.1572
RP_0-20	MPa	1,03	±	0,66	a	0,65	±	0,16	ab	0,59	±	0,09	Ab	0,55	±	0,00	b	3.249	0.0223
RP_20-40	MPa	1,33	±	0,66	a	0,74	±	0,19	b	0,62	±	0,11	B	0,70	±	0,12	b	7.231	0.0019
RP_40-60	MPa	1,80	±	0,76		1,44	±	0,50		1,17	±	0,43		1,69	±	1,32		1.391	0.2581
U_Max	%	23,21	±	7,16	c	25,99	±	6,04	bc	32,74	±	6,74	Ab	38,11	±	4,37	a	7.936	0.0003

continua

TABELA 1 (continuação)

		Braço "B"																	
Variáveis		TS			TM			TI			BU			F	p				
U_Min	%	15,59	±	8,32	18,59	±	7,78	23,21	±	9,33	26,66	±	2,62	2.806	0.0610				
U_Amp	%	7,62	±	3,32	7,40	±	5,17	9,53	±	4,47	11,45	±	3,63	1.321	0.2790				
		Braço "C"																	
Variáveis		TS			TM			TI			BU			F	p				
pH	H ₂ O	5,41	±	0,20	ab	5,29	±	0,27	ab	5,16	±	0,18	B	5,57	±	0,10	a	7.033	0.0005
P	mg/dm ³	0,54	±	0,14	b	0,63	±	0,26	b	0,67	±	0,32	B	1,27	±	0,34	a	13.096	0.0000
K	mg/dm ³	15,57	±	6,76	b	21,93	±	11,59	ab	28,00	±	11,81	A	17,14	±	3,76	ab	4.294	0.0120
Ca	cmolc/dm ³	0,16	±	0,13		0,16	±	0,06		0,17	±	0,07		0,20	±	0,06		0.287	0.8528
Mg	cmolc/dm ³	0,12	±	0,04		0,10	±	0,00		0,11	±	0,04		0,10	±	0,00		1.541	0.2065
Al	cmolc/dm ³	0,81	±	0,19	a	0,89	±	0,22	a	0,79	±	0,27	A	0,39	±	0,09	b	8.972	0.0001
H+Al	cmolc/dm ³	1,57	±	0,34		1,89	±	0,63		1,87	±	0,49		1,43	±	0,26		2.375	0.0739
SB	cmolc/dm ³	0,31	±	0,20		0,30	±	0,10		0,36	±	0,13		0,33	±	0,10		0.519	0.6886
t	cmolc/dm ³	1,13	±	0,21	a	1,19	±	0,25	a	1,16	±	0,34	A	0,73	±	0,13	b	5.673	0.0022
T	cmolc/dm ³	1,89	±	0,47		2,20	±	0,66		2,24	±	0,56		1,76	±	0,28		2.017	0.1158
V	%	16,71	±	5,55		15,17	±	4,46		16,30	±	4,15		19,54	±	2,90		1.456	0.2449
m	%	71,64	±	11,52	a	73,07	±	7,29	a	68,07	±	8,93	A	52,86	±	7,29	b	8.531	0.0001
MO	dag/kg	0,56	±	0,36	b	0,71	±	0,38	ab	1,01	±	0,32	A	0,74	±	0,29	ab	4.063	0.0123
P_rem	mg/L	36,46	±	3,23		36,13	±	3,99		36,44	±	5,14		36,16	±	3,75		0.023	0.9957
Areia	dag/kg	52,79	±	5,22	c	53,43	±	5,83	c	62,93	±	8,49	B	71,86	±	6,31	a	17.805	0.0000
Silte	dag/kg	38,43	±	6,62	a	35,71	±	8,25	a	26,71	±	6,99	B	19,57	±	5,53	b	14.762	0.0000
Argila	dag/kg	8,79	±	3,68		10,86	±	3,23		10,36	±	3,41		8,57	±	1,40		1.420	0.2543
RP_0-20	MPa	0,92	±	0,18	a	0,84	±	0,19	a	0,78	±	0,27	Ab	0,55	±	0,00	b	5.618	0.0033
RP_20-40	MPa	1,38	±	0,27	a	1,10	±	0,19	ab	1,07	±	0,30	B	0,68	±	0,16	c	12.480	0.0000
RP_40-60	MPa	2,25	±	0,40	a	2,10	±	0,37	ab	1,77	±	0,50	BC	1,34	±	0,22	c	9.357	0.0000
U_Max	%	23,90	±	4,79	b	29,12	±	5,79	b	38,28	±	10,08	A	44,00	±	10,45	a	14.335	0.0000
U_Min	%	15,73	±	5,74	b	19,46	±	5,74	ab	26,55	±	9,93	A	29,17	±	14,70	a	5.627	0.0024
U_Amp	%	8,17	±	4,01	b	9,66	±	3,43	b	11,73	±	3,80	Ab	14,84	±	6,48	a	4.463	0.0069

TABELA 2 Lista das espécies registradas nos três *braços* e quatro setores de uma voçoroca em Itumirim, MG, dispostas em ordem alfabética de famílias e acompanhadas dos parâmetros quantitativos obtidos nas amostras: MT = média de toques; FA = frequência absoluta; VA = vigor absoluto; IC = índice de cobertura. Os setores são: BU = baixada úmida; TI = terço inferior; TM = terço médio; TS = terço superior. Hábitos: AR = árvore; AB = arbusto; SB = subarbusto; TR = trepador; HB = herbáceo.

Família	Espécie	Hábito	Braço "A"															
			BU				TI				TM				TS			
			MT	FA%	VA%	IC%	MT	FA%	VA%	IC%	MT	FA%	VA%	IC%	MT	FA%	VA%	IC%
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	AR	1,00	2,70	2,70	5,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Annonaceae	<i>Duguetia lanceolata</i> A.St.-Hil.	AR	1,00	2,70	2,70	5,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Asteraceae	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	AB	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	1,56	4,69	6,25	1,00	1,32	1,32	2,63
	<i>Baccharis tridentata</i> Vahl.	AB	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	1,56	4,69	6,25	1,00	2,63	2,63	5,26
	<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC.	SB	-	-	-	-	1,00	2,33	2,33	4,65	2,00	3,13	6,25	9,38	-	-	-	-
	<i>Mikania</i> sp.	TR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	1,32	1,32	2,63
	<i>Piptocarpha axillaris</i> (Less.) Baker	AR	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	1,56	1,56	3,13	-	-	-	-
	<i>Piptocarpha macropoda</i> Baker	AR	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	3,13	6,25	9,38	1,00	3,95	3,95	7,89
	<i>Vernonia</i> sp.	AB	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	1,56	1,56	3,13	-	-	-	-
Blechnaceae	<i>Blechnum occidentale</i> L.	HB	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	1,56	3,13	4,69	-	-	-	-
Burseraceae	<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	AR	-	-	-	-	1,00	1,16	1,16	2,33	-	-	-	-	-	-	-	-
Cyperaceae/Eriocaulaceae/Iridaceae/Poaceae	graminóides	HB	2,89	48,65	140,54	189,19	3,07	67,44	206,98	274,42	2,48	39,06	96,88	135,94	3,84	56,58	217,11	273,68
Dennstaedtiaceae/Gleicheniaceae																		

continua

TABELA 2 (continuação)

Família	Espécie	Hábito	Braço "A"				Braço "B"				Braço "C"							
			MT	FA%	VA%	IC%	MT	FA%	VA%	IC%	MT	FA%	VA%	IC%				
	samambaias	HB	-	-	-	-	2,83	33,72	95,35	129,07	3,71	54,69	203,13	257,81	3,39	50,00	169,74	219,74
Erythroxylaceae																		
	<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	AR	-	-	-	-	1,00	1,16	1,16	2,33	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabaceae																		
	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	AR	-	-	-	-	1,00	1,16	1,16	2,33	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Cov.	AR	-	-	-	-	-	-	-	-	1,33	4,69	6,25	10,94	-	-	-	-
Lycopodiaceae																		
	<i>Lycopodium</i> sp.	HB	-	-	-	-	2,15	15,12	32,56	47,67	1,50	12,50	18,75	31,25	-	-	-	-
Malpighiaceae																		
	<i>Byrsonima intermedia</i> A.Juss.	AR	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	1,56	1,56	3,13	-	-	-	-
Melastomataceae																		
	<i>Leandra scabra</i> DC.	AB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	1,32	1,32	2,63
	<i>Macairea radula</i> (Bonpl.) DC.	AB	3,50	5,41	18,92	24,32	1,00	2,33	2,33	4,65	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Miconia albicans</i> Triana	AB	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	1,56	1,56	3,13	1,00	2,63	2,63	5,26
	<i>Miconia chartacea</i> Triana	AR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	1,32	1,32	2,63	
	<i>Miconia paulensis</i> Naudin	AB	-	-	-	-	1,67	3,49	5,81	9,30	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Miconia tristis</i> Spring	AR	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	3,13	3,13	6,25	-	-	-	-
	<i>Tibouchina candolleana</i> (Mart. ex DC.) Cogn.	AR	-	-	-	-	1,00	3,49	3,49	6,98	-	-	-	-	1,00	1,32	1,32	2,63
Myrsinaceae																		
	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	AR	-	-	-	-	1,00	1,16	1,16	2,33	-	-	-	-	-	-	-	-
Myrtaceae																		
	<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	AR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	1,32	1,32	2,63
Onagraceae																		

continua

TABELA 2 (continuação)

		Braço "A"															
Família		BU				TI				TM				TS			
Espécie	Hábito	MT	FA%	VA%	IC%	MT	FA%	VA%	IC%	MT	FA%	VA%	IC%	MT	FA%	VA%	IC%
<i>Ludwigia elegans</i> (Cambess.) H.Hara	AB	1,40	13,51	18,92	32,43	1,67	3,49	5,81	9,30	-	-	-	-	-	-	-	-
Orchidaceae																	
<i>Vanilla</i> sp.	TR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	1,32	1,32	2,63
Rubiaceae																	
<i>Spermacocce</i> sp.	HB	-	-	-	-	6,00	1,16	6,98	8,14	-	-	-	-	-	-	-	-
Solanaceae																	
<i>Solanum lycocarpum</i> A.St.-Hil.	AR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	1,32	1,32	2,63
Styracaceae																	
<i>Styrax camporus</i> Pohl	AR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	1,32	1,32	2,63
Ausência de toques		0,00	35,14	0,00	35,14	0,00	5,81	0,00	5,81	0,00	1,56	0,00	1,56	0,00	3,95	0,00	3,95
Total		1,70	108,11	183,78	291,89	2,56	143,02	366,28	509,30	2,71	132,81	359,38	492,19	3,10	131,58	407,89	539,47
		Braço "B"															
Família		BU				TI				TM				TS			
Espécie	Hábito	MT	FA%	VA%	IC%	MT	FA%	VA%	IC%	MT	FA%	VA%	IC%	MT	FA%	VA%	IC%
Asteraceae																	
<i>Achyrocline satureoides</i> (Lam.) DC.	HB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	2,04	2,04	4,08
<i>Eremanthus glomerulatus</i> Less.	AB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	2,04	4,08	6,12
<i>Gochmatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	AR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	2,04	2,04	4,08
Cyperaceae/Eriocaulaceae/Iridaceae/Poaceae																	
graminóides	HB	2,00	25,00	50,00	75,00	2,56	34,62	88,46	123,08	1,82	26,83	48,78	75,61	3,15	26,53	83,67	110,20
Demnstaedtiaceae/Gleicheniaceae																	
samambaias	HB	3,00	12,50	37,50	50,00	1,00	7,69	7,69	15,38	3,00	4,88	14,63	19,51	2,25	8,16	18,37	26,53
Lycopodiaceae																	
<i>Lycopodium</i> sp.	HB	-	-	-	-	1,33	11,54	15,38	26,92	1,50	4,88	7,32	12,20	-	-	-	-

continua

TABELA 2 (continuação)

		Braço "B"															
Família		BU				TI				TM				TS			
Espécie	Hábito	MT	FA%	VA%	IC%	MT	FA%	VA%	IC%	MT	FA%	VA%	IC%	MT	FA%	VA%	IC%
Melastomataceae																	
<i>Miconia tristis</i> Spring	AR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	4,08	8,16	12,24
Myrsinaceae																	
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	AR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	2,04	2,04	4,08
Solanaceae																	
<i>Solanum lycocarpum</i> A.St.-Hil.	AR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	2,04	4,08	6,12
Ausência de toques		0,00	62,50	0,00	62,50	0,00	57,69	0,00	57,69	0,00	68,29	0,00	68,29	0,00	59,18	0,00	59,18
Total		0,88	100,00	87,50	187,50	1,00	111,54	111,54	223,08	0,67	104,88	70,73	175,61	1,15	108,16	124,49	232,65
		Braço "C"															
Família		BU				TI				TM				TS			
Espécie	Hábito	MT	FA%	VA%	IC%	MT	FA%	VA%	IC%	MT	FA%	VA%	IC%	MT	FA%	VA%	IC%
Anacardiaceae																	
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	AR	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	1,92	1,92	3,85	1,00	1,16	1,16	2,33
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	AR	-	-	-	-	1,00	5,13	5,13	10,26	-	-	-	-	-	-	-	-
Asteraceae																	
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	AB	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	1,92	5,77	7,69	2,00	2,33	4,65	6,98
<i>Baccharis tridentata</i> Vahl.	AB	-	-	-	-	2,00	2,56	5,13	7,69	-	-	-	-	-	-	-	-
Cyperaceae/Eriocaulaceae/Iridaceae/Poaceae																	
graminóides	HB	1,60	33,33	53,33	86,67	2,60	12,82	33,33	46,15	-	-	-	-	3,00	1,16	3,49	4,65
Dennstaedtiaceae/Gleicheniaceae																	
samambaias	HB	4,42	80,00	353,33	433,33	4,91	87,18	428,21	515,38	4,79	90,38	432,69	523,08	4,67	70,93	331,40	402,33
Fabaceae																	
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Cov.	AR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	1,16	1,16	2,33

continua

TABELA 2 (continuação)

Família	Espécie	Hábito	Braço "C"															
			BU				TI				TM				TS			
			MT	FA%	VA%	IC%	MT	FA%	VA%	IC%	MT	FA%	VA%	IC%	MT	FA%	VA%	IC%
Lycopodiaceae																		
	<i>Lycopodium</i> sp.	HB	2,00	6,67	13,33	20,00	1,20	12,82	15,38	28,21	2,00	9,62	19,23	28,85	1,00	1,16	1,16	2,33
Melastomataceae																		
	<i>Leandra scabra</i> DC.	AB	-	-	-	-	-	-	-	-	3,00	1,92	5,77	7,69	-	-	-	-
	<i>Miconia albicans</i> Triana	AB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,00	1,16	5,81	6,98
	<i>Microlicia</i> sp.	HB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	1,16	2,33	3,49
	<i>Tibouchina candolleana</i> (Mart. ex DC.) Cogn.	AR	-	-	-	-	3,00	2,56	7,69	10,26	1,00	1,92	1,92	3,85	1,33	3,49	4,65	8,14
Myrsinaceae																		
	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	AR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	1,16	1,16	2,33
Onagraceae																		
	<i>Ludwigia elegans</i> (Cambess.) H.Hara	AB	1,00	6,67	6,67	13,33	1,00	5,13	5,13	10,26	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ausência de toques		0,00	6,67	0,00	6,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,85	0,00	3,85	0,00	23,26	0,00	23,26
	Total		3,20	133,33	426,67	560,00	3,90	128,21	500,00	628,21	4,19	111,54	467,31	578,85	3,30	108,14	356,98	465,12

TABELA 3 Relação das espécies arbustivo/arbóreas registradas no interior da voçoroca em Itumirim, MG, dispostas em ordem alfabética de família. Em que: GE = Grupo ecológico (P = pioneira, CL = clímax exigente de luz e CS = clímax tolerante à sombra); SD = Síndrome de Dispersão (Zoo = zoocórica, Ane = anemocórica e Aut = autocórica). Hábitos: AR = árvore; AB = arbusto. Setores: B = baixada; E = encosta.

Família	Espécie	Hábito	GE	SD	Braço					
					"A"		"B"		"C"	
					Setor	Setor	Setor	Setor	Setor	Setor
					B	E	B	E	B	E
Acanthaceae	<i>Aphelandra clausenii</i> Wassh.	AB	P	Ane	X	X				
Anacardiaceae	<i>Anacardium humile</i> st. hill.	AB	CS	Zoo						X
	<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	AR	CL	Zoo		X			X	X
	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	AR	CL	Zoo	X	X			X	X
Annonaceae	<i>Duguetia lanceolata</i> A.St.-Hil.	AR	CS	Zoo	X					
Araliaceae	<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch.	AR	CS	Zoo		X				
Asteraceae	<i>Baccharis dentata</i> (Vell.) G.M.Barroso	AB	P	Ane		X				
	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	AB	P	Ane		X				X
	<i>Baccharis tridentata</i> Vahl.	AB	P	Ane	X	X			X	
	<i>Eremanthus glomerulatus</i> Less.	AB	P	Ane				X	X	X
	<i>Gochmatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	AR	P	Ane				X		
	<i>Piptocarpha axillaris</i> (Less.) Baker	AR	P	Ane		X				
	<i>Piptocarpha macropoda</i> Baker	AR	P	Ane		X				
	<i>Vernonanthura phosphorica</i> (Vell.) H.Rob.	AB	P	Ane						X
	<i>Vernonia</i> sp.	AB	P	Ane		X				
Bignoniaceae	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	AR	CL	Ane		X				
Burseraceae	<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	AR	CS	Zoo	X	X			X	X
Clusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	AR	CS	Zoo	X					
	<i>Kielmeyera speciosa</i> A.St.-Hil.	AR	CL	Ane		X			X	X
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	AR	CS	Zoo	X					
Euphorbiaceae	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	AR	CL	Zoo		X				X
Fabaceae	<i>Acosmium dasycarpum</i> (Vogel) Yakovlev	AB	CL	Ane		X				
	<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	AR	CL	Zoo		X			X	

continua

TABELA 3 (continuação)

Família	Espécie	Hábito	GE	SD	Braço					
					"A"		"B"		"C"	
					Setor	Setor	Setor	Setor	Setor	Setor
					B	E	B	E	B	E
	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	AR	CL	Ane	X				X	X
	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	AR	CS	Zoo	X	X				X
	<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	AR	P	Ane		X				
	<i>Desmodium</i> sp.	AB	P	Zoo	X					
	<i>Leucochloron incuriale</i> (Vell.) Barneby & J.W.Grimes	AR	CL	Aut						X
	<i>Machaerium villosum</i> Vogel	AR	CL	Ane		X				
	<i>Platypodium elegans</i> Vogel	AR	CL	Ane		X				
	<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Cov.	AR	CS	Zoo		X			X	X
Lacistemataceae										
	<i>Lacistema hasslerianum</i> Chodat	AB	CS	Zoo	X	X				
Lamiaceae										
	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	AR	P	Ane		X				X
	<i>Aegiphila verticillata</i> Vell.	AR	P	Ane		X				
Lauraceae										
	<i>Aniba firmula</i> (Nees & Mart.) Mez	AR	CS	Zoo	X					X
Loganiaceae										
	<i>Antonia ovata</i> Pohl.	AB	P	Ane	X					
Lythraceae										
	<i>Cuphea ingrata</i> Cham. & Schtdl.	AB	P	Zoo		X				
	<i>Diplusodon virgatus</i> Pohl	AB	P	Zoo		X				
Magnoliaceae										
	<i>Magnolia ovata</i> (A.St.-Hil.) Sprengel	AR	CS	Zoo	X					
Malpighiaceae										
	<i>Byrsonima intermedia</i> A.Juss.	AR	CL	Zoo		X			X	
Malvaceae										
	<i>Bastardiopsis densiflora</i> (Hook. & Arn.) Hassl.	AR	P	Ane		X				
	<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart. & Zucc.) A.Robyns	AR	CS	Ane		X				
Melastomataceae										
	<i>Leandra scabra</i> DC.	AB	CS	Zoo		X				X
	<i>Macairea radula</i> (Bonpl.) DC.	AB	P	Zoo	X					
	<i>Miconia albicans</i> Triana	AB	P	Zoo		X				X
	<i>Miconia chartacea</i> Triana	AR	P	Zoo		X				
	<i>Miconia paulensis</i> Naudin	AB	P	Zoo	X	X				X
	<i>Miconia tristis</i> Spring	AR	P	Zoo		X		X		X
	<i>Tibouchina candolleana</i> (Mart. ex DC.) Cogn.	AR	P	Ane	X				X	X
	<i>Trembleya parviflora</i> (D.Don) Cogn.	AB	P	Zoo	X	X				
Myrsinaceae										
	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	AR	CL	Zoo			X	X	X	X
	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	AR	CL	Zoo		X				
Myrtaceae										
	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	AR	P	Zoo	X					

continua

TABELA 3 (continuação)

Família	Espécie	Hábito	GE	SD	Braço							
					"A"		"B"		"C"			
					Setor	Setor	Setor	B	E	B	E	
	<i>Myrcia pulchra</i> (O.Berg) Kiaersk.	AR	P	Zoo		X						
	<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	AR	CL	Zoo	X	X						
	<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i> (Gomes) Landrum	AR	CL	Zoo	X							
	<i>Psidium guineense</i> Sw.	AR	P	Zoo		X						
	<i>Psidium guajava</i> L.	AR	P	Zoo		X						
	<i>Psidium myrtilloides</i> O.Berg	AR	P	Zoo								X
Nyctaginaceae												
	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	AR	P	Zoo								X
Onagraceae												
	<i>Ludwigia elegans</i> (Cambess.) H.Hara	AB	P	Ane	X							X
Phyllanthaceae												
	<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão	AR	CL	Aut	X							
Piperaceae												
	<i>Piper gaudichaudianum</i> Kunth	AB	CL	Zoo	X							
Rubiaceae												
	<i>Cordia elliptica</i> (Cham.) Kuntze	AR	P	Zoo	X	X						
	<i>Ferdinandusa speciosa</i> Pohl	AR	CL	Zoo		X						X
	<i>Rudgea viburnoides</i> (Cham.) Benth.	AR	CL	Zoo		X						
Sapotaceae												
	<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre	AR	CS	Zoo		X						
Siparunaceae												
	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	AR	CS	Zoo		X						X X
Solanaceae												
	<i>Solanum lycocarpum</i> A.St.-Hil.	AB	P	Zoo		X						X
Styracaceae												
	<i>Styrax camporus</i> Pohl	AR	CL	Zoo	X	X						
Urticaceae												
	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	AR	P	Zoo	X	X						X X
Verbenaceae												
	<i>Duranta vestita</i> Cham.	AB	P	Zoo		X						
	<i>Lippia brasiliensis</i> (Link) T. Silva	AB	P	Zoo								X X

TABELA 4 Número de espécies em comum (lado superior direito) e índices de similaridade florística de Jaccard (lado inferior esquerdo) entre os setores baixada e encosta dos *braços* “A”, “B” e “C” de uma voçoroca em Itumirim, MG. Onde: BA = baixada do *braço* “A”; EA = encosta do *braço* “A”; BB = baixada do *braço* “B”; EB = encosta do *braço* “B”; BC = baixada do *braço* “C”; EC = encosta do *braço* “C”.

Setores	BA	EA	BB	EB	BC	EC
BA	-	12	1	0	7	8
EA	18,8%	-	0	1	10	17
BB	4,5%	0,0%	-	1	1	1
EB	0,0%	2,3%	20,0%	-	2	4
BC	19,4%	18,2%	6,3%	10,5%	-	11
EC	17,4%	28,8%	3,7%	14,3%	34,4%	-

TABELA 5 Resumo dos resultados da análise de correspondência canônica (CCA) para os *braços* “A”, “B” e “C” de uma voçoroca em Itumirim, MG. São fornecidos resultados para os dois primeiros eixos de ordenação.

Resumo CCA	Braço "A"		Braço "B"		Braço "C"	
	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2	eixo 1	eixo 2
Autovalores	0,409	0,251	0,128	0,063	0,005	0,002
Variância dos dados das espécies (%)	9,6	5,9	16,3	8,0	10,5	4,1
Variância explicada cumulativa (%)	9,6	15,5	16,3	24,3	10,5	14,6
Correlações espécie-ambiente	0,927	0,934	0,714	0,631	0,560	0,570
Significância das correlações pelo teste de Monte Carlo	0,050	0,020	0,232	0,207	0,080	0,030

TABELA 6 Coeficientes de correlação entre as variáveis ambientais e os dois primeiros eixos de ordenação da análise de correspondência canônica (CCA). Dados obtidos nos *braços* "A", "B" e "C" de uma voçoroca em Itumirim, MG. Onde: U% Max = umidade máxima; U% Min = umidade mínima; RP1, RP2 e RP3 = resistência do solo à penetração, respectivamente nas profundidades de 0-20cm, 20-40cm e 40-60cm.

Variáveis	Braço "A"		Braço "B"		Braço "C"	
	eixo1	eixo 2	eixo1	eixo 2	eixo1	eixo 2
pH	0.640	0.012	-	-	-	-
Al	-	-	-	-	-	-
V	0.514	0.110	-	-	-	-
t	-	-	-0,374	0,150	-	-
MO	-	-	0,608	-0,020	-	-
Areia	-	-	-	-	0.393	-0.116
Silte	-	-	-0,469	-0,065	-0.350	0.121
Argila	-	-	0,486	0,232	-	-
RP1	-0.720	0.105	0.299	0,480	-0.401	-0.214
RP2	-0.788	-0.140	-	-	-0.324	-0.355
RP3	-0.786	-0.192	-	-	-0.393	0.059
U% Max	0.728	0.022	-	-	0.273	0.216
U% Min	0.730	0.033	-	-	-	-

TABELA 7 Análise de espécies indicadoras, em função dos setores analisados nos braços "A", "B" e "C" de uma voçoroca em Itumirim, MG, conforme significância do teste de Monte Carlo. Onde: 1 = terço superior (TS); 2 = terço médio (TM); 3 = terço inferior (TI); 4 = baixada úmida (BU); VI = valor indicativo; s = desvio padrão; p = significância. Espécies dispostas em ordem alfabética.

Espécies	Braço "A"					Braço "B"					Braço "C"				
	Setor	(VI)	Mean	S.Dev	p	Setor	(VI)	Mean	S.Dev	p	Setor	(VI)	Mean	S.Dev	P
<i>Achyrocline satureoides</i> (Lam.) DC.	-	-	-	-	-	1	10,0	11,6	3,65	1,000	-	-	-	-	-
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	2	6,7	11,6	6,82	1,000	-	-	-	-	-	1	3,8	8,0	4,81	1,000
<i>Baccharis tridentata</i> Vahl.	1	10,0	13,4	7,70	0,715	-	-	-	-	-	3	7,1	8,1	2,48	1,000
<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC.	2	12,3	13,7	7,49	0,352	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Blechnum occidentale</i> L.	2	10,0	11,5	3,59	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	3	10,0	11,6	3,68	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Byrsonima intermedia</i> A.Juss.	2	10,0	11,6	3,67	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Duguetia lanceolata</i> A.St.-Hil.	4	20,0	11,4	3,53	0,145	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eremanthus glomerulatus</i> Less.	-	-	-	-	-	1	10,0	11,3	3,44	1,000	-	-	-	-	-
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	3	10,0	11,4	3,47	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gochmatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	-	-	-	-	-	1	10,0	11,5	3,57	1,000	-	-	-	-	-
"graminóides"	1	26,7	29,0	2,68	0,809	1	22,3	26,4	9,50	0,609	4	13,9	12,5	6,04	0,336
<i>Leandra scabra</i> DC.	1	10,0	11,3	3,44	1,000	-	-	-	-	-	2	7,1	8,1	2,49	1,000
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3,6	8,0	5,30	1,000
<i>Ludwigia elegans</i> (Cambess.) H.Hara	4	61,0	15,9	7,80	0,002	-	-	-	-	-	3	7,1	9,0	5,04	0,847
<i>Lycopodium</i> sp.	3	22,6	18,9	8,41	0,242	3	11,4	12,8	7,22	0,773	3	12,7	14,6	6,10	0,504
<i>Macairea radula</i> (Bonpl.) DC.	4	15,8	11,6	6,63	0,351	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Miconia albicans</i> Triana	1	10,0	12,4	7,14	0,513	-	-	-	-	-	1	7,1	8,1	2,48	1,000
<i>Miconia chartacea</i> Triana	1	10,0	11,4	3,50	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Miconia paulensis</i> Naudin	3	10,0	11,4	3,46	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Miconia tristis</i> Spring	2	10,0	11,3	3,44	1,000	1	20,0	12,0	6,54	0,247	-	-	-	-	-
<i>Microlicia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	7,1	8,1	2,47	1,000

continua

TABELA 7 (continuação)

Espécies	Braço "A"					Braço "B"					Braço "C"				
	Setor	(VI)	Mean	S.Dev	p	Setor	(VI)	Mean	S.Dev	p	Setor	(VI)	Mean	S.Dev	P
<i>Mikania</i> sp.	1	10,0	11,3	3,44	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	1	10,0	11,3	3,38	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	7,1	8,1	2,46	1,000
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	3	10,0	11,4	3,51	1,000	1	10,0	11,3	3,44	1,000	-	-	-	-	-
<i>Piptocarpha axillaris</i> (Less.) Baker	2	10,0	11,3	3,45	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Piptocarpha macropoda</i> Baker	2	10,7	13,6	7,25	0,567	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	3	10,0	11,4	3,55	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"samambaias"	3	35,7	26,0	6,08	0,074	1	15,7	17,2	7,32	0,626	1	30,4	27,6	1,74	0,038
<i>Solanum lycocarpum</i> A.St.-Hil.	1	10,0	11,5	3,56	1,000	1	10,0	11,6	3,65	1,000	-	-	-	-	-
<i>Spermacoce</i> sp.	3	10,0	11,4	3,46	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Cov.	2	10,0	11,3	3,45	1,000	-	-	-	-	-	1	7,1	8,2	2,58	1,000
<i>Styrax camporus</i> Pohl	1	10,0	11,3	3,44	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	4	20,0	11,4	3,53	0,145	-	-	-	-	-	3	14,3	7,9	5,22	0,248
<i>Tibouchina granulosa</i> Cogn.	3	14,4	12,9	7,22	0,364	-	-	-	-	-	1	11,7	10,6	5,88	0,404
<i>Vanilla</i> sp.	1	10,0	11,4	3,50	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Vernonia</i> sp.	2	10,0	11,4	3,50	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-