

**Universidade Federal de Juiz de Fora**

Pós-Graduação em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação dos Recursos  
Naturais

**José Hugo Campos Ribeiro**

**A vegetação lenhosa sobre solos quartzíticos na Serra Negra (Rio Preto, MG):  
estrutura, diversidade e gradientes ambientais**

**Juiz de Fora  
2013**

José Hugo Campos Ribeiro

**A vegetação lenhosa sobre solos quartzíticos na Serra Negra (Rio Preto, MG):  
estrutura, diversidade e gradientes ambientais**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação dos Recursos Naturais da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação dos Recursos Naturais.

**Orientador: Prof. Dr. Fabrício Alvim Carvalho**

Juiz de Fora  
2013

Ribeiro, José Hugo Campos.

A vegetação lenhosa sobre solos quartzíticos na Serra Negra (Rio Preto, MG): estrutura, diversidade e gradientes ambientais / José Hugo Campos Ribeiro. -- 2013.

52 f. : il.

Orientador: Fabrício Alvim Carvalho

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ecologia, 2013.

1. Campo rupestre. 2. dominância ecológica. 3. relação solo-planta. 4. Serra da Mantiqueira. I. Carvalho, Fabrício Alvim, orient. II. Título.

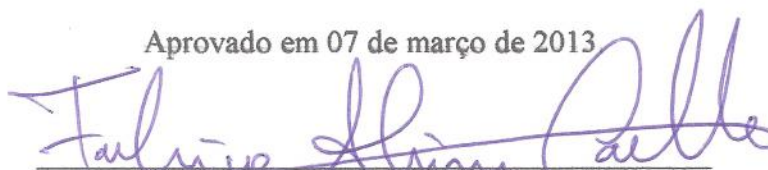
**A VEGETAÇÃO LENHOSA SOBRE SOLOS QUARTZÍTICOS NA SERRA  
NEGRA (RIO PRETO, MG): ESTRUTURA, DIVERSIDADE E GRADIENTES  
AMBIENTAIS**

**José Hugo Campos Ribeiro**

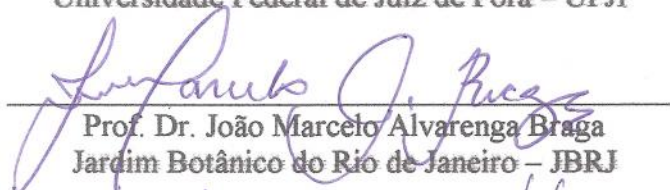
Orientador: Dr. Fabrício Alvim Carvalho

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais.

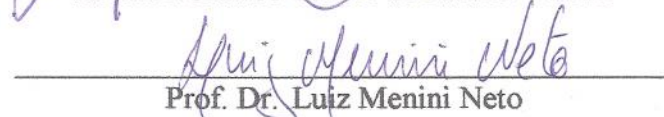
Aprovado em 07 de março de 2013



Prof. Dr. Fabrício Alvim Carvalho  
Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF



Prof. Dr. João Marcelo Alvarenga Braga  
Jardim Botânico do Rio de Janeiro – JBRJ



Prof. Dr. Luiz Menini Neto  
Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente ao PGECOL (UFJF) pela oportunidade de realizar esse trabalho e por todo o apoio em sua execução. Ao CNPq pela bolsa de estudos e pelo financiamento do projeto (CNPq 472921/2011-8).

Ao Prof. Fabrício Alvim Carvalho, pela oportunidade e pela confiança, por todos os conselhos e ensinamentos nesses dois anos de trabalho conjunto. À Prof.<sup>a</sup> Fátima Regina Gonçalves Salimena, que me apresentou à Botânica e à Serra Negra, pela colaboração e pela amizade. Aos professores Dr. João Marcelo Alvarenga Braga e Dr. Luiz Menini Neto pela colaboração e sugestões.

Aos moradores da Serra Negra e vila do Funil, pelo apoio, confiança e por permitirem a realização desse estudo.

A todos os colegas da pós-graduação, do laboratório de Ecologia Vegetal e do Herbário Leopoldo Krieger (CESJ), pelos conselhos, pela ajuda na realização das diversas etapas desse trabalho e também pelas conversas e momentos de descontração. Vocês tornaram esse trabalho muito mais fácil e divertido. Em especial ao Eduardo (Dudu) e Cassiano, que me acompanharam em quase todas as coletas, passaram os mesmos apertos, subiram a serra, atolaram, rolaram barranco abaixo, mediram quase duas mil plantas, sempre com bom humor.

Aos amigos (Camila, Emily, Gabriane, Livia, Patricia, Sarah, Tércia e Vinícius), pela amizade, os momentos de descontração e desabafo, os conselhos e tudo o mais. Não tenho como agradecer por tudo o que vocês já fizeram, vocês sabem o quanto são importantes para mim. Aos meus familiares, que mesmo não entendendo o que eu acho de tão interessantes “nesses matos”, nunca deixaram de me apoiar. Ao meu pai e meu irmão, por todo o apoio, amor e confiança. Às minhas duas mães, as maiores entusiastas dessa realização, que infelizmente se foram tão cedo e não podem comemorar comigo agora, mas estão sempre presentes em tudo que faço. Amo todos vocês.

São tantas as pessoas que ajudaram, direta ou indiretamente, nesse trabalho que tenho medo de que minha memória limitada não me permita lembrar de todos agora. Se esqueci de alguém, por favor me perdoem. A todos vocês meu muito obrigado. Longos dias e belas noites.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: a) Localização da Serra Negra entre os municípios de Rio Preto, Lima Duarte, Santa Bárbara do Monte Verde e Olaria, Zona da Mata de Minas Gerais, Região Sudeste do Brasil; b) vista geral da Serra Negra, parte do complexo da Serra da Mantiqueira, mostrando o relevo montanhoso. .... 9
- Figura 2: a e b) Formações arbustivo-arbóreas sobre solos quartzíticos na Serra Negra, Rio Preto, MG; b e c) detalhes da vegetação. .... 12
- Figura 3: Localização das parcelas para estudo da vegetação sobre solo quartzítico na Serra Negra, Rio Preto, MG. Fonte: Google Earth® ..... 13
- Figura 4: a) Distribuição dos caules em classes de diâmetro (cm) e b) somatório das áreas basais (m<sup>2</sup>) por classe de diâmetro (cm), na vegetação sobre solos quartzíticos na Serra Negra, Rio Preto, MG..... 21
- Figura 5: Distribuição em classes de diâmetro (cm) dos indivíduos das espécies de maior Valor de Importância (VI) na vegetação sobre solos quartzíticos na Serra Negra, Rio Preto, MG..... 22
- Figura 6: Distribuição em classes de altura (m) para a vegetação sobre solos quartzíticos na Serra Negra, Rio Preto, MG..... 23
- Figura 7: Porcentagem de indivíduos perfilhados para as espécies de maior VI (códigos das espécies de acordo com o Anexo 2) na vegetação sobre solos quartzíticos na Serra Negra, Rio Preto, MG. A linha tracejada indica a porcentagem de indivíduos perfilhados para a comunidade (28.3%)..... 25
- Figura 8: Diagrama *tripplot* gerado para a CCA entre as principais variáveis ambientais e as espécies de maior densidade (n 10) na vegetação sobre solos quartzíticos na Serra Negra, Rio Preto, MG. Setas: variáveis ambientais; círculos: parcelas; triângulos: espécies. Códigos das espécies segundo o Anexo 2..... 29

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1: Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na vegetação sobre solo quartzítico na Serra Negra, Rio Preto, MG. Espécies ordenadas segundo valor decrescente de Valor de Importância. Código= código utilizado nas análises; DoA: dominância absoluta (m<sup>2</sup>); FA: frequência absoluta; DA: Densidade absoluta; DoR: dominância relativa (%); FR: frequência relativa (%); DR: densidade relativa (%); VI: Valor de importância (DoR+FR+DR)..... 18
- Tabela 2: Dados de perfilhamento para a comunidade e principais populações (ordenadas por valor decrescente de VI, conforme indicado na Tabela 1) na vegetação sobre solos quartzíticos na Serra Negra, Rio Preto, MG..... 25
- Tabela 3: Valores (média ± desvio padrão) das variáveis ambientais para as 10 parcelas e de vegetação sobre solos quartzíticos na Serra Negra, Rio Preto, MG. Siglas e descrição das variáveis segundo o Anexo 1..... 27
- Tabela 4: Estimadores dos dois primeiros eixos da CCA entre as abundâncias das espécies de maior densidade (n 10) e as principais variáveis ambientais para a vegetação sobre solos quartzíticos na Serra Negra, Rio Preto, Mg. .... 28
- Tabela 5: Correlações das principais variáveis nos dois primeiros eixos da CCA das abundâncias das espécies de maior densidade (n 10) na vegetação sobre solos quartzíticos na Serra Negra, Rio Preto, MG. Valores significativos (>0.3 ou <-0.3) em negrito. Siglas das variáveis conforme o Anexo 1..... 28

**SUMÁRIO**

LISTA DE FIGURAS .....	vi
LISTA DE TABELAS .....	vii
RESUMO .....	1
ABSTRACT .....	2
INTRODUÇÃO .....	3
OBJETIVOS .....	8
OBJETIVOS .....	8
Objetivo geral .....	8
Objetivos específicos .....	8
MATERIAL E MÉTODOS .....	9
Área de Estudo .....	9
Amostragem e coleta de dados.....	11
Variáveis ambientais .....	13
Análise dos dados .....	14
Riqueza e diversidade .....	14
Estrutura da vegetação.....	14
Análise de gradientes .....	15
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	16
Riqueza e diversidade .....	16
Estrutura da vegetação .....	17
Variáveis ambientais .....	26
Análise de gradientes .....	28
Implicações para a conservação. ....	31
CONCLUSÕES .....	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	34
ANEXOS .....	40
Anexo 1: Variáveis ambientais levantadas para o estudo da vegetação sobre solo quartzítico na Serra Negra, Rio Preto, MG. ....	40
Anexo 2: Espécies amostradas na vegetação sobre solos quartzíticos na Serra Negra, Rio Preto, MG. (Nº= número de coletor). ....	41



## RESUMO

**(A vegetação lenhosa sobre solos quartzíticos na Serra Negra (Rio Preto, MG): estrutura, diversidade e gradientes ambientais.)** A Serra Negra é um componente do complexo da Serra da Mantiqueira em Minas Gerais, Brasil. Apresenta um mosaico vegetacional onde predominam florestas ombrófilas e campos rupestres. Fisionomias arbustivo-arbóreas ocorrem sobre solos quartzíticos. O presente estudo tem o objetivo de investigar os padrões de estrutura e diversidade da vegetação lenhosa sobre solo quartzítico na Serra Negra e sua relação com as variáveis ambientais e édáficas. Dez parcelas (20m X 50m) foram alocadas aleatoriamente em manchas de campo rupestre ao longo da paisagem, totalizando um hectare de amostra. Foram medidos todos os indivíduos lenhosos com diâmetro a 30cm do solo (DAB) maior ou igual a 3 cm. Foram mensurados o DAB, altura e espécie de cada indivíduo. Para a análise das variáveis édáficas, foram coletadas amostras de solo superficial (20 cm de profundidade) em cada parcela. Foram levantadas ainda a altitude, declividade e porcentagens de cobertura por rocha, solo exposto e vegetação. Foram amostrados 1899 indivíduos, distribuídos em 30 famílias e 68 espécies. Foi encontrada uma forte dominância ecológica, com cerca de 30% dos indivíduos pertencentes a uma única espécie, *Eremanthus incanus* (Less.) Less. (Asteraceae). O índice de diversidade de Shannon (H') encontrado foi de 2,74 nats/indivíduo e a equabilidade (J) foi de 0.65. A análise de correspondência canônica (CCA) mostrou que as variáveis altitude e cobertura por solo exposto foram as mais correlacionadas com a estrutura da vegetação. As duas espécies mais abundantes e ecologicamente importantes nesta fitofisionomia, *E. incanus* e *E. erythropappus* (DC.) MacLeish, apresentam potencial econômico e são exploradas na região, principalmente para lenha. A sobre exploração dessas espécies, aliada a outros fatores como o crescimento do turismo, podem apresentar riscos para a conservação da flora da região.

Palavras-chave: Campo rupestre; dominância ecológica; relação solo-planta; Serra da Mantiqueira.

**ABSTRACT**

**(The woody vegetation on quartzitic soils in Serra Negra (Rio Preto, MG): structure, diversity and environmental gradients.)** Serra Negra is a part of the Mantiqueira range in Minas Gerais, Brazil. It presents a vegetation mosaic with the predominance of ombrophilous forests and rupestrian fields. Physiognomies with shrubs and trees occur on quartzitic soils. This study aims to investigate structure and diversity patterns of the woody vegetation on quartzitic soils in Serra Negra and the relationship with environmental and edaphic variables. Ten quadrats (20m X50m) were randomly located on rupestrian fields along the landscape, totaling one hectare. All individuals with diameter at 30cm above ground (DAB) equal or greater than 3cm were sampled. The diameter, height and species were measured for each individual sampled. To analyze the edaphic factors, samples of superficial soil (20 cm depth) were taken for each quadrat. Other variables analyzed were altitude, steepness and percentages of rock, exposed soils and vegetation coverages. 1899 individuals were sampled, which included 30 families and 68 species. We found a high dominance, with around 30% of the individuals belonging to a single species, *Eremanthus incanus* (Less.) Less. (Asteraceae). The Shannon index found was 2.74 nats/ind and the equability (J) was 0.65. The canonical correspondence analysis (CCA) showed that altitude and coverage by exposed soil were the variables with high correlation with vegetation structure. The most abundant and important species in this physiognomy, *E. incanus* e *E. erythropappus*, have economical value and are local explored for firewood. The overexploitation of this species allied with other factors, such the increases in tourist activities, could be a treat for the conservation of regional flora.

Keywords: Rupestrian fields; ecological dominance; plant-soil relationship; Mantiqueira Range.

## INTRODUÇÃO

Entende-se por biodiversidade a relação entre a variedade e abundância de espécies em uma determinada unidade de estudo (MAGURRAN, 2004). Nesse sentido, a biodiversidade pode ser dividida em dois componentes: a riqueza de espécies e a equabilidade. A riqueza de espécies se refere ao número de espécies ocorrentes na unidade de estudo, enquanto a equabilidade descreve a variabilidade nas abundâncias dessas espécies. (MAGURRAN, 2004). A falta de trabalhos que avaliem a biodiversidade em muitas regiões, principalmente com relação à flora, é apontada como um dos principais desafios para a conservação dos recursos naturais no Brasil (GIULIETTI *et al.*, 2005).

A biodiversidade não se distribui de forma homogênea através do planeta, sendo notoriamente maior nas regiões tropicais decaindo em direção às maiores latitudes (HILLEBRAND, 2004). ANTONELLI & SANMARTÍN (2011) discutem essa questão com ênfase para a flora do Neotrópico. Esses autores dividem as possíveis explicações em mecanismos bióticos (adaptação aos solos, interações interespecíficas, conservação de nicho, capacidade de dispersão, etc.) e mecanismos abióticos (tempo, temperatura, pluviosidade, área, surgimento de cadeias montanhosas, mudanças hidrológicas, etc.), mas enfatizam a importância da interação e sinergia entre estes complexos mecanismos.

Abordagens recentes usando modelagem ambiental e grandes conjuntos de dados de diferentes localidades demonstram a importância de fatores como pluviosidade, temperatura média anual e evapotranspiração para explicar o gradiente latitudinal de diversidade (KREFT & JETZ, 2007). Esses autores ressaltam ainda a importância da grande heterogeneidade ambiental para a alta diversidade dos trópicos. Essa heterogeneidade se deve a grande diversidade de ambientes que podem ser encontrados mesmo em pequenas áreas. Nesse contexto se destacam as regiões de montanhas, que podem apresentar um conjunto de características diferentes da paisagem ao redor (CHAVERRI-POLINI, 1998).

As montanhas possuem características bióticas, abióticas, sociais, culturais e econômicas distintas. Estruturalmente podem ser reconhecidas pela combinação de grandes altitudes e terrenos inclinados, clima diverso e alta ocorrência de endemismos (UNEP/CBD/AHTEG-MB, 2003). São de grande importância para a manutenção da biodiversidade e dos recursos naturais (PRATT & PRESTON, 1998; PRICE, 1998). Apresentam diversos tipos de ambientes e formações vegetacionais, sendo difícil classificar suas comunidades vegetais (CHAVERRI-POLINI, 1998).

As montanhas tropicais abrigam uma grande diversidade biológica, sobretudo com relação à flora (MARTINELLI, 2007), tendendo a apresentar uma alta ocorrência de espécies endêmicas. Em recente trabalho sobre os endemismos da Serra do Espinhaço em Minas Gerais foram apresentadas 178 espécies de plantas vasculares endêmicas dessa região (ECHTERNACHT *et al.*, 2011). Outro estudo no Sudeste do Brasil, no planalto do Itatiaia (RIBEIRO *et al.*, 2007), mostra a importância das espécies endêmicas para a estrutura da vegetação em afloramentos rochosos. Esse estudo apontou que cerca de 14% das espécies encontradas são endêmicas. Além disso, algumas espécies endêmicas se mostraram de grande importância para a estrutura da vegetação, sendo dominantes em alguns habitats e fundamentais para o processo de colonização das superfícies rochosas.

A flora de regiões de grandes altitudes tende também a apresentar uma composição diferente das regiões mais baixas adjacentes. No sul da Chapada Diamantina, região Centro-Oeste do Brasil, o compartilhamento de espécies entre as florestas montanas e a vegetação decidual das terras baixas de seu entorno é muito baixo (NASCIMENTO *et al.*, 2010). Outro exemplo vem da vegetação que se desenvolve no Planalto do Itatiaia, que apresenta pouca relação com a Floresta Atlântica do seu entorno (RIBEIRO *et al.*, 2007). Nesse último caso, chama à atenção a marcante presença de elementos com características de climas mais amenos e temperados, como a ocorrência e dominância de muitas espécies com metabolismo C3.

Por outro lado, em termos fitogeográficos, a composição de espécies e os padrões de diversidade local (alfa) de espécies tende a ser mais parecida entre diferentes conjuntos de montanhas. Isso é válido mesmo quando essas regiões estão separadas por grandes extensões de terrenos mais baixos. Esse padrão é conhecido para a vegetação das montanhas da África Tropical (HEDBERG, 1969). Apesar de estarem separadas por quilômetros de distância, as comunidades vegetais que se desenvolvem nessas montanhas apresentam uma grande similaridade florística e estrutural. Acredita-se que essas comunidades vegetais estejam isoladas desde sua formação. Dessa forma a explicação para o alto grau de compartilhamento de espécies deve envolver mecanismos de dispersão à longa distância (HEDBERG, 1969). Padrões semelhantes foram reportados para florestas montanas no Sudeste do Brasil, onde a altitude é apontada como um fator mais importante do que a distância geográfica para explicar as similaridades florísticas (MEIRA-NETO e MARTINS, 2002). ABREU *et al.* (2011), estudando a família Orchidaceae em regiões serranas do Sudeste do Brasil, também apontam que a distância geográfica teve pouca influência nas relações de similaridade florística.

Outro fator importante para a diversidade de plantas nas montanhas tropicais é a grande heterogeneidade de ambientes encontrados nessas regiões. Habitats com características muito distintas podem ser encontrados lado a lado, levando a ocorrência de espécies com diferentes adaptações em uma pequena área (RIBEIRO *et al.*, 2007). Dessa forma há uma grande diferenciação da composição de espécies entre habitats de uma mesma região. Isso mostra que a alta diversidade beta (WHITTAKER *et al.*, 2001) é um componente importante desses sistemas.

Essa heterogeneidade ambiental leva também a ocorrência de vários casos de micro endemismos. É comum nessas regiões de montanhas que várias espécies estejam restritas a determinados habitats, conferindo um aspecto de mosaico para a paisagem. Os micro endemismos podem ser uma consequência das condições extremas apresentadas por diferentes habitats e das diferentes adaptações de cada espécie a esses habitats (CONCEIÇÃO *et al.*, 2007).

A grande ocorrência de endemismos e o baixo compartilhamento de espécies com as regiões mais baixas conferem às montanhas aspectos únicos. Assim, formações vegetacionais típicas desses ambientes podem ser reconhecidas. Neste contexto, podemos destacar os campos rupestres e campos de altitude, duas das formações típicas das serras do Sudeste do Brasil (VASCONCELOS, 2011). Essas formações vegetais ocorrem sobre afloramentos rochosos e solos rasos, nos topos das serras (BENITES *et al.*, 2007) e são chamadas por vezes de refúgios vegetacionais, por apresentarem características muito distintas da vegetação do seu entorno (IBGE, 2012). São constituídas por um mosaico de tipos de vegetação, podendo variar de áreas abertas cobertas por vegetação herbácea até adensamentos de arbustos e pequenas árvores (BENITES *et al.*, 2007; CAIAFA e SILVA, 2005; VASCONCELOS, 2011).

A distinção entre campos de altitude e campos rupestres é feita principalmente com base no tipo de rocha sobre a qual ocorrem e na composição florística, mas ainda é motivo de discussões (CAIAFA e SILVA, 2005). Os campos de altitude ocorrem sobre rochas ígneas, como granitos e gnaisses, principalmente na Serra da Mantiqueira e na Serra do Mar, enquanto os campos rupestres ocorrem sobre quartzitos e arenitos, ao longo da Serra do Espinhaço, na Chapada dos Veadeiros, no Norte de Roraima e em outras ocorrências isoladas (BENITES *et al.*, 2007). De maneira geral, os campos de altitude são listados na literatura como sendo totalmente inseridos no domínio da Mata Atlântica, parte importante dos denominados “ecossistemas associados” (IBGE, 2012), enquanto os campos rupestres encontram-se mais associados aos domínios dos biomas Cerrado e Caatinga (VASCONCELOS, 2011).

No entanto ainda existe grande discussão sobre a delimitação dos diferentes tipos de vegetação de montanhas tropicais. Aparentemente, os campos de altitude e campos rupestres não podem ser separados simplesmente pela sua composição florística, embora existam táxons endêmicos de cada formação (ALVES e KOLBEK, 2009). Mais estudos são necessários para contribuir com essa discussão, sobretudo em áreas que apresentam características intermediárias entre os dois tipos de formação (VASCONCELOS, 2011). Esse é o caso de áreas de afloramento quartizítico no domínio da Mata Atlântica, como a Serra do Ibitipoca e a Serra Negra, ambas parte do complexo da Mantiqueira, no Sudeste de Minas Gerais.

A Serra Negra em específico, alvo do presente estudo, é um componente do complexo da Serra da Mantiqueira em Minas Gerais (Figura 1) e apresenta um mosaico vegetacional onde predominam manchas de floresta ombrófila e campos rupestres, especialmente sobre neossolo quartzarênico. O levantamento florístico da Serra Negra, em fase final de execução, vem demonstrando sua grande riqueza de espécies em escala regional, com 1020 espécies de fanerógamas (SALIMENA *et al.*, 2011; SALIMENA *et al.*, no prelo), 209 espécies de pteridófitas (SOUZA *et al.*, 2012) e 93 espécies de briófitas (AMORIM, 2013) catalogadas até o momento.. Muitas dessas espécies são consideradas de ocorrência rara ou endêmica, e algumas se encontram ameaçadas de extinção. Foram também encontradas espécies novas para a ciência, em processo de descrição, e novos registros botânicos para o estado de Minas Gerais (SALIMENA *et al.*, 2011; SALIMENA *et al.*, no prelo).

Atualmente, a exploração desordenada dos recursos naturais coloca essa grande biodiversidade em risco. As montanhas apresentam um importante papel na conservação da biodiversidade, pois ainda apresentam ambientes pouco modificados, principalmente devido à dificuldade de acesso. Esse fato, em conjunto com a sua alta heterogeneidade ambiental, permite que as montanhas tropicais abriguem ainda uma boa parcela da biodiversidade originalmente presente em suas regiões (NASCIMENTO *et al.*, 2010). Dessa forma, torna-se importante o estudo dessa grande biodiversidade remanescente em ambientes de montanhas.

Os estudos em campos rupestres são, em sua maioria, essencialmente descritivos, muitas vezes se resumindo a apresentação de listas de composição florística. Recentemente, vem crescendo o interesse na investigação das relações ecológicas e estrutura dessas comunidades. Vários estudos vêm apontando a importância de diversos fatores ambientais, principalmente relacionados ao solo e litologia, influenciando a composição e estrutura florísticas dessas áreas (BENITES *et al.*, 2007; CONCEIÇÃO *et al.* 2007; LEMES, 2009; MESSIAS *et al.*, 2012).

Sob a denominação de campos rupestres, encontram-se na verdade um mosaico de vegetações, desde fisionomias herbáceas a formações arbustivo-arbóreas. Isso justificaria a proposta de classificação dessas áreas como Complexos Rupestres de Altitude sobre Quartzito, denominação que enfatiza a presença de diversas fisionomias associadas a esses ambientes (BENITES *et al.*, 2003).

Os estudos quantitativos realizados nesses ambientes utilizaram até o presente momento metodologias que enfocam principalmente no compartimento herbáceo, como o método de Braun-Blanquet de avaliação da cobertura vegetal (KENT e COKER, 1992). Na Serra Negra, a presença de formações arbustivo-arbóreas associadas aos afloramentos quartzíticos é marcante, e um estudo específico com metodologia adequada à amostragem de indivíduos lenhosos e sua relação com as variáveis ambientais foi necessário. Observações de campo indicam que essa fisionomia não é homogênea ao longo da paisagem, tendendo a apresentar variações na composição e abundância das espécies. Dessa forma, este estudo é o primeiro a investigar os padrões quantitativos de diversidade e estrutura desta fitofisionomia na região e seus gradientes ambientais, ou seja, como a variação na estrutura da vegetação se relaciona com a variação de fatores ambientais (parâmetros químicos e estruturais do solo, relevo, altitude, etc.).

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo geral**

Analisar os aspectos de estrutura, diversidade e gradientes ambientais da vegetação arbustivo-arbórea sobre solos quartzíticos na Serra Negra, Rio Preto, MG.

### **Objetivos específicos**

- Realizar o levantamento fitossociológico da vegetação lenhosa sobre solos quartzíticos na Serra Negra, Rio Preto, MG.
- Descrever a estrutura da vegetação quanto a abundâncias, distribuição de diâmetros, altura e perfilhamento das diferentes espécies.
- Levantar as variáveis ambientais relacionadas às características físicas e químicas do solo, altitude, declividade e cobertura do solo.
- Investigar a relação entre as principais variáveis ambientais e a estrutura da vegetação (abundâncias das espécies).



## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de Estudo

A Serra Negra está situada entre os municípios de Rio Preto, Lima Duarte, Santa Bárbara do Monte Verde e Olaria, nas coordenadas aproximadas de 21°58'35"S e 43°52'44"W (Figura 1a), e faz parte do Complexo da Mantiqueira. Compreende o conjunto formado pelo Serrote de Santa Clara e o Serrote de São Gabriel, os conjuntos serranos mais ou menos paralelos: “Serrote de São Lourenço, Serrote da Matinha e Serrote do Mato Limpo” e a Serra Negra Ocidental (VALENTE *et al.*, 2011). Apresenta elevações entre 900m e 1698m e precipitação média anual de 1886mm. O clima é do tipo Cwb, segundo classificação de Köppen (PEEL *et al.*, 2007), mesotérmico úmido, com invernos secos e frios e verões brandos e úmidos.

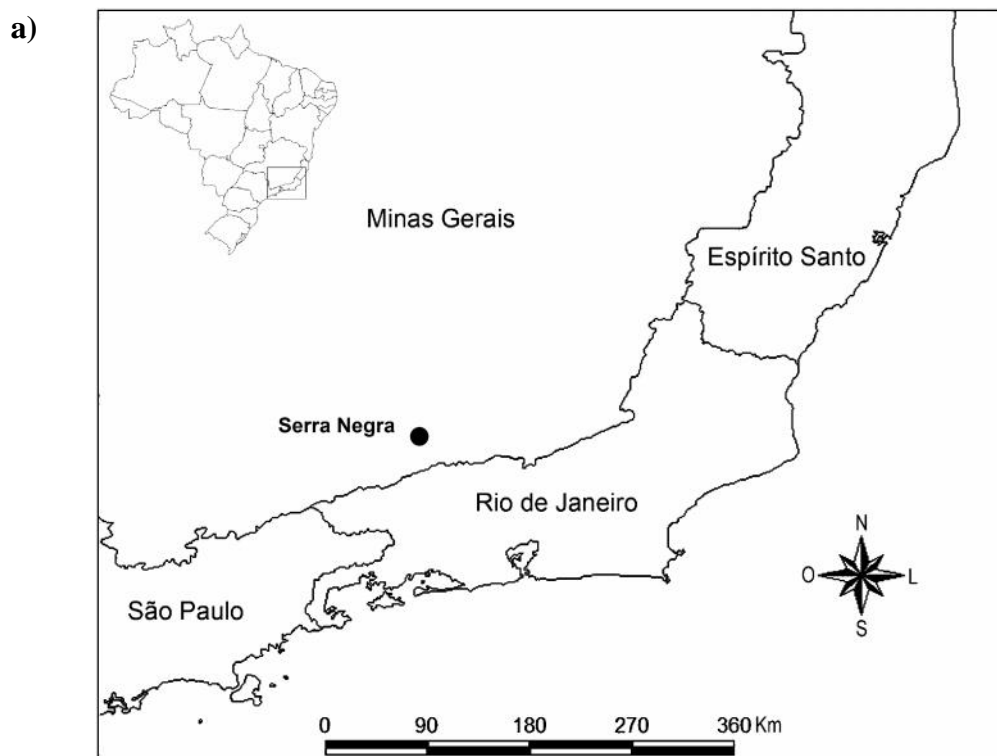


Figura 1: a) Localização da Serra Negra entre os municípios de Rio Preto, Lima Duarte, Santa Bárbara do Monte Verde e Olaria, Zona da Mata de Minas Gerais, Região Sudeste do Brasil; b) vista geral da Serra Negra, parte do complexo da Serra da Mantiqueira, mostrando o relevo montanhoso.

O relevo é montanhoso, com escarpas íngremes e vales encaixados (Figura 1b), destacando-se do domínio geomorfológico predominante de morros e colinas rebaixadas que caracteriza a porção mais dissecada do sopé da vertente sul da Mantiqueira (HEILBRON *et al.*, 2000). A geologia da região é composta predominantemente pelo Grupo Andrelândia, com solos do tipo Latossolo Amarelo Distrófico Típico e Latossolo Amarelo Distrófico Argissólico, além da presença de material arenoso (quartzito), tendo como característica baixa fertilidade natural (OLSZEVSKI *et al.*, 2008). Os quartzitos são descritos em dois litotipos para a região: quartzito grosseiro, com mais de 95% de quartzo e grãos variando entre 3 mm e 8 mm; quartzito impuro, com quartzo associado ao feldspato e traços de muscovita, apresentando grãos entre 1mm e 3mm (UAGODA *et al.*, 2011).

A região encontra-se sob o Domínio da Mata Atlântica apresentando um mosaico de tipos vegetacionais composto por fisionomias florestais, arbustivas, campestres e antrópicas. As formações florestais são descritas, de acordo com o sistema de classificação da vegetação brasileira (IBGE, 2012) como Floresta Ombrófila Densa Aluvial, Floresta Ombrófila Densa Montana e Floresta Ombrófila Densa Alto-Montana (Floresta Nebular) (VALENTE *et al.*, 2011), além de fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. Os campos rupestres ocorrem principalmente nas cumeeiras das serras, associados aos quartzitos (SALIMENA *et al.*, no prelo). As formações arbustivo-arbóreas (Figura 2), alvo do presente estudo, desenvolvem-se sobre solos arenosos de origem quartzítica (quartzito grosseiro), distribuindo-se ao longo da paisagem em manchas intercaladas com outras fisionomias. Essas formações foram descritas como “arbustais latifoliados” por SALIMENA *et al.* (no prelo) seguindo o sistema de classificação proposto por OLIVEIRA-FILHO (2009), também correspondendo ao “escrube”, segundo EITEN (1979).

### **Amostragem e coleta de dados**

A metodologia de amostragem foi a proposta para vegetação lenhosa em fitofisionomias campestres e rupestres do Brasil Central (FELFILI *et al.*, 2005). Definiu-se como universo amostral as manchas de vegetação arbustivo-arbórea sobre quartzito grosseiro (*sensu* UAGODA *et al.*, 2011), buscando contemplar o espaço mais amplo possível da fitofisionomia. Com ajuda de imagens de satélite e de informações dos moradores da região quanto ao acesso às áreas, foram sorteados 10 pontos dentro dessa fitofisionomia, com uma distância mínima de 500 m entre cada ponto. Em cada ponto sorteado foi alocada uma parcela de 20 m x 50 m, totalizando um hectare amostral. (Figura 3). Todas as parcelas foram georreferenciadas com a utilização de um aparelho GPS. A coleta de dados em campo ocorreu entre os meses de junho a agosto de 2012.

Foram medidos todos os indivíduos com diâmetro do caule 3 cm a uma altura de 30 cm do solo (diâmetro a altura da base, DAB). A altura desses indivíduos foi estimada por comparação com uma vara graduada. Para medir o diâmetro dos caules (DAB) utilizou-se um paquímetro digital.

Foi feita a coleta de material botânico para a identificação até o nível de espécie. A identificação do material botânico foi feita por consulta a literatura especializada, consulta a especialistas e comparação com o material depositado no herbário Leopoldo Krieger (CESJ) da Universidade Federal de Juiz de Fora. Os nomes das espécies e sinónimas botânicas foram conferidos pela Lista de Espécies da Flora do Brasil (2013) e a classificação das famílias botânicas seguiu o proposto por APG III (2009).



Figura 2: a e b) Formações arbustivo-arbóreas sobre solos quartzíticos na Serra Negra, Rio Preto, MG; b e c) detalhes da vegetação.

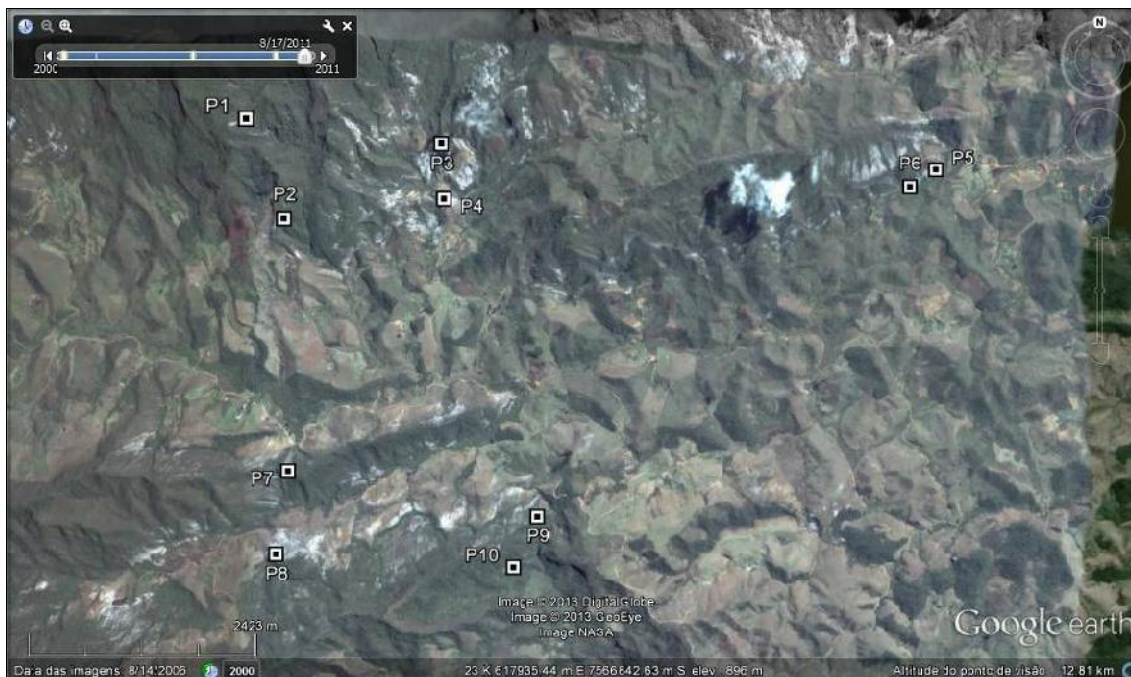


Figura 3: Localização das parcelas para estudo da vegetação sobre solo quartzítico na Serra Negra, Rio Preto, MG. Fonte: Google Earth®

### Variáveis ambientais

Em cada parcela foram coletadas cinco amostras simples de solo superficial (0-20 cm), nos vértices e centro da parcela. Para cada parcela, as amostras simples foram misturadas e homogeneizadas formando amostras compostas com cerca de 500g de solo. As amostras foram analisadas no Laboratório de Análises de Solos da Universidade Federal de Viçosa, seguindo o protocolo da EMBRAPA (1997). Cada amostra foi analisada em triplicata, para minimizar erros de análise, sendo apresentados seus valores médios e respectivos desvios padrões. As variáveis de solo obtidas, junto com as demais variáveis ambientais, são listadas no Anexo 1.

A altitude do centro de cada parcela foi aferida com ajuda de um barômetro digital. Também foram aferidas as altitudes de cada vértice das parcelas, para a estimativa da declividade. Para tal, tomou-se as altitudes do vértice mais alto e mais baixo e calculou-se a estimativa da declividade média (em porcentagem) pela fórmula adaptada de ANDERSON (2002):

$$\text{Declividade} = \frac{[(\text{altitude do vértice mais alto} - \text{altitude do vértice mais baixo}) / \text{distância entre os vértices}] \times 100}{1}$$

A declividade em porcentagem expressa como a distância vertical (altitude) varia em relação a distância horizontal (ANDERSON, 2002). Dessa forma, se um terreno possui, por exemplo, 45% de declividade significa que a cada 100m o terreno se eleva em 45m. A cobertura do solo foi avaliada e dividida em três categorias: rochas afloradas; solo exposto (areia quartzosa) desprovido de vegetação e solo

coberto por vegetação. A contribuição de cada categoria foi avaliada visualmente para cada parcela e expressa em porcentagens.

## **Análise dos dados**

### **Riqueza e diversidade**

Para estimar a diversidade de espécies foi utilizado o índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) na base logarítmica natural ( $e$ ). Por utilizar uma base logarítmica, esse índice é mais adequado a comunidades onde a abundância das espécies é muito desigual, equilibrando o peso de espécies dominantes (MAGURRAN, 2004). O índice de equabilidade de Pielou ( $J$ ), baseado em  $H'$ , foi utilizado para a estimativa da uniformidade na comunidade. Esse índice compara a diversidade encontrada ( $H'$ ) com a diversidade máxima esperada para a comunidade (se todas as espécies apresentassem o mesmo número de indivíduos) (MAGURRAN, 2004). Estimadores não paramétricos (Jackknife de 1ª e 2ª ordem) foram utilizados para estimar a riqueza máxima hipotética, baseado na riqueza encontrada e na heterogeneidade das amostras (MAGURRAN, 2004). As análises foram feitas no software PAST versão 2.08 (HAMMER, 2011).

### **Estrutura da vegetação**

Para a análise da estrutura foram avaliados os seguintes parâmetros fitossociológicos das espécies: freqüência, dominância, densidade e valor de importância – VI. Os parâmetros foram calculados conforme fórmulas descritas em KENT e COKER (1992). A freqüência considera o número de unidades amostrais em que a espécie ocorre (freqüência absoluta – FA) e fornece uma medida da dispersão da espécie na comunidade (comparando-se as freqüências relativas- FR). A densidade se refere ao número de indivíduos da espécie (densidade absoluta – DA) representados na amostra (nesse caso 1 ha) e pode mostrar a contribuição de cada espécie para a densidade da comunidade (densidade relativa – DR). A dominância fornece uma medida de biomassa, calculada pelo somatório das áreas basais dos indivíduos de determinada espécie (dominância absoluta – DoA) e a contribuição de cada espécie para a área basal da comunidade (dominância relativa – DoR). A área basal individual ( $Abi$ ) foi calculada pela aproximação da área de um círculo com diâmetro ( $D$ ) igual ao diâmetro do caule ( $Abi = \pi \times (D/2)^2$ ). Em caso de indivíduos perfilhados, foi feito o somatório das áreas basais de cada perfilho para obter a área basal individual. O valor de importância (VI) foi calculado pela soma dos valores relativos dos parâmetros anteriores ( $VI = FR + DR + DoR$ ) e fornece uma estimativa da importância de cada espécie na estruturação da comunidade. As espécies foram

ordenadas em ordem decrescente de VI. Os cálculos foram feitos no programa Microsoft Office Excel 2007<sup>®</sup>.

Foram elaborados gráficos da distribuição de diâmetros para a comunidade e para as principais populações (espécies com maior VI). Os intervalos de classe foram definidos por aproximação da fórmula de Spiegel (FELFILI e RESENDE, 2003) para a comunidade, resultando em um intervalo de classe de 2 cm. Os mesmos intervalos foram utilizados para a elaboração dos gráficos para as principais espécies, a fim de facilitar a comparação entre eles. É apresentado o ajuste logarítmico, sua equação e valor do coeficiente de correlação ( $r^2$ ) para cada distribuição. Foi elaborado ainda o gráfico de distribuição em classes de altura para a comunidade, utilizando um intervalo de classe de 0,5m. Os gráficos foram elaborados com o programa Microsoft Office Excel 2007<sup>®</sup>. Foram considerados perfilhados todos os indivíduos que possuíam ramificação acima do nível do solo e abaixo de 30 cm (FELFILI *et al.*, 2005). Apresenta-se a porcentagem de indivíduos perfilhados e o total de caules com DAB 3cm. São apresentados os resultados para a comunidade e para as principais populações (maiores VIs).

### **Análise de gradientes**

As relações entre as abundâncias das espécies e as variáveis ambientais foram investigadas através de uma análise de correspondência canônica (CCA). Essa análise permite ordenar simultaneamente os dados das espécies e variáveis ambientais, sendo utilizada como uma análise direta de gradientes ambientais (PALMER, 1993). Utilizou-se o software CANOCO for Windows ver. 4.5 (ter BRAAK e ŠMILAUER, 2002). Para a realização da CCA foram utilizadas duas matrizes: a matriz de espécies, contendo valores de densidade das espécies por parcela, e a matriz de variáveis ambientais, contendo os valores das variáveis descritas acima para cada parcela. As espécies que ocorrem em baixas densidades, por apresentarem um baixo número de observações na amostra, informam muito pouco sobre a relação com as variáveis ambientais podendo interferir na análise (FELFILI *et al.*, 2011). Assim, apenas as espécies com mais de 10 indivíduos na amostra foram consideradas para elaboração da matriz de espécies para a CCA, totalizando 23 espécies na análise. Variáveis ambientais que apresentaram alta redundância (altos fatores de inflação) foram removidas gradativamente da análise, como sugerido por FELFILI *et al.* (2007a). O teste de permutação de Monte Carlo foi aplicado para avaliar a significância das correlações do primeiro eixo e do conjunto de eixos da ordenação, adotando nível de significância de 95% (FELFILI *et al.*, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Riqueza e diversidade

Foram amostrados 1899 indivíduos, distribuídos em 30 famílias e 68 espécies (**Tabela 1**). A família com maior número de espécies foi Myrtaceae (16 espécies), seguida de Asteraceae e Melastomataceae (5 espécies cada) e Lauraceae e Primulaceae (4 espécies cada). Annonaceae, Ericaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Hypericaceae, Lamiaceae, Rubiaceae e Sapindaceae apresentaram duas espécies cada. Todas as outras famílias foram representadas por apenas uma espécie. A composição de famílias mais representativas é próxima ao que é relatado para a flora geral da Serra Negra (SALIMENA *et al.*, no prelo) e também se aproxima da composição das florestas da região (VALENTE *et al.*, 2011). As famílias Myrtaceae, Asteraceae, Melastomataceae, Lauraceae e Primulaceae são reconhecidas como importantes para as formações florestais em altitude no Domínio da Mata Atlântica (OLIVEIRA-FILHO e FONTES, 2000). Assim, de maneira geral, a vegetação lenhosa sobre solos quartzíticos na Serra Negra tende a se aproximar de outras formações da flora lenhosa na região.

O índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) encontrado foi de 2,74 nats/indivíduo e a equabilidade ( $J$ ) foi de 0.65. Não foram encontrados trabalhos que utilizaram metodologia semelhante em fisionomias semelhantes, impedindo uma comparação no Domínio da Mata Atlântica. No entanto, esses valores foram próximos ao encontrado para áreas de cerrado rupestre sobre solos quartzíticos no Piauí ( $H=2.75$  nats/ind,  $J=0.70$ ), fisionomia onde a mesma metodologia de amostragem foi aplicada (LINDOSO *et al.*, 2009). A riqueza de espécies também foi próxima às observadas por LIMA *et al.* (2010) para algumas áreas de cerrado rupestre no Brasil Central, utilizando mesma metodologia de amostragem, embora os valores de  $H'$  tenham sido um pouco mais elevados ( $H'$  entre 3,09 a 3,65). Esses valores elevados de  $H'$  devem-se ao fato de que os autores não incluíram no cálculo as espécies tipicamente predominantes nestas áreas, pertencentes às famílias Velloziaceae e Arecaceae. Estas comparações com tais fisionomias do Brasil Central mostram aspectos de certa proximidade nos padrões de diversidade alfa, concordando com as idéias de que áreas montanhosas e com solos litólicos, mesmo isoladas e distantes, tendem a apresentar padrões de diversidade parecidos (HEDBERG, 1969; CHAVERRI-POLINI, 1998; MARTINELLI, 2007).

Os estimadores não paramétricos forneceram estimativas de riqueza máxima para a comunidade variando de 104 espécies para o Jackknife de 1ª ordem e 126



espécies para o Jackknife de 2ª ordem. Isto representa projeções de riqueza máxima hipotética na ordem de 53% a 85% em relação ao real observado. Se por um lado a equabilidade (J) indica a presença de uma forte dominância ecológica, onde apenas 65% da diversidade máxima (H') hipotética foi atingida, por outro lado as elevadas estimativas de riqueza demonstram uma alta heterogeneidade na distribuição das espécies na amostra. Ou seja, trata-se de uma fitofisionomia com grande dominância ecológica exercida por um pequeno conjunto de espécies, mas com um conjunto muito heterogêneo de espécies de menores densidades (ou localmente “raras”; *sensu* ADAMS, 2009) cujas freqüências contribuem para uma grande heterogeneidade em nível de paisagem. Estas análises mostram que estratégias de conservação da vegetação lenhosa no local devem contemplar a proteção de várias manchas de vegetação, para manter a heterogeneidade em nível regional, assim como observado por FELFILI & FELFILI (2001), FELFILI *et al.* (2004) e CARVALHO & FELFILI (2011) em suas análises das vegetações do Brasil Central.

### **Estrutura da vegetação**

A Tabela 1 mostra os parâmetros fitossociológicos da comunidade. Assim como observado no valor de equabilidade (J), os resultados mostram uma comunidade com forte dominância ecológica, onde mais de 50% do VI está concentrado em apenas cinco espécies: *Eremanthus incanus* (Less.) Less., *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish, *Eugenia flamingensis* O.Berg, *Byrsonima variabilis* A.Juss. e *Trembleya parviflora* (D.Don) Cogn.. As duas espécies de maior VI, sozinhas, são responsáveis por cerca de 33% do VI, 50% da dominância e 40% da densidade da comunidade, sendo espécies do gênero *Eremanthus* (Asteraceae). *Eremanthus incanus* se destaca como a espécie de maior VI, com quase 30% da dominância e densidade totais da comunidade. A ocorrência de dominância é comum nas comunidades vegetais em habitats com condições ambientais mais severas na Mata Atlântica (SCARANO, 2002). Nesses ambientes, essas espécies localmente abundantes geralmente apresentam importante papel no funcionamento e manutenção das comunidades (SCARANO *et al.*, 2001).

Tabela 1: Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na vegetação sobre solo quartzítico na Serra Negra, Rio Preto, MG. Espécies ordenadas segundo valor decrescente de Valor de Importância. Código= código utilizado nas análises; DoA: dominância absoluta (m<sup>2</sup>); FA: frequência absoluta; DA: Densidade absoluta; DoR: dominância relativa (%); FR: frequência relativa (%); DR: densidade relativa (%); VI: Valor de importância (DoR+FR+DR).

Espécie	Código	DA	DoA	FrA	DR	DoR	FrR	VI	Rank VI
<i>Eremanthus incanus</i>	Ere_inca	543	2.0454	7	28.59	29.70	5.04	63.33	1
<i>Eremanthus erythropappus</i>	Ere_eryt	203	1.3874	8	10.69	20.14	5.76	36.59	2
<i>Eugenia flamingensis</i>	Eug_flam	197	0.6171	7	10.37	8.96	5.04	24.37	3
<i>Byrsonima variabilis</i>	Byr_vari	159	0.4204	6	8.37	6.10	4.32	18.79	4
<i>Trembleya parviflora</i>	Tre_parv	113	0.3724	2	5.95	5.41	1.44	12.80	5
<i>Pseudobrickellia angustissima</i>	Pse_angu	85	0.2584	2	4.48	3.75	1.44	9.67	6
<i>Aspidosperma olivaceum</i>	Asp_div	61	0.1141	5	3.21	1.66	3.60	8.47	7
<i>Erythroxylum amplifolium</i>	Ery_ampl	63	0.2407	2	3.32	3.49	1.44	8.25	8
<i>Ocotea tristis</i>	Oco_tris	50	0.1153	5	2.63	1.67	3.60	7.90	9
<i>Myrcia pulchra</i>	Myr_pulc	37	0.1496	4	1.95	2.17	2.88	7.00	10
<i>Agarista glaberrima</i>	Aga_glab	48	0.1666	2	2.53	2.42	1.44	6.39	11
<i>Myrcia splendens</i>	Myr_sple	32	0.0743	5	1.69	1.08	3.60	6.36	12
<i>Matayba marginata</i>	Mat_marg	41	0.0802	4	2.16	1.16	2.88	6.20	13
<i>Eugenia involucrata</i>	Eug_invo	21	0.0341	6	1.11	0.49	4.32	5.92	14
<i>Ouratea semiserrata</i>	Our_semi	20	0.0764	4	1.05	1.11	2.88	5.04	15
<i>Clusia criuva</i>	Clu_criu	21	0.0803	3	1.11	1.17	2.16	4.43	16
<i>Myrcia hartwegiana</i>	Myr_hart	15	0.0636	3	0.79	0.92	2.16	3.87	17
<i>Myrsine umbellata</i>	Mys_umbe	15	0.0542	3	0.79	0.79	2.16	3.74	18
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	Ble_sali	29	0.0394	2	1.53	0.57	1.44	3.54	19
<i>Tibouchina</i> sp1	Tib_sp1	21	0.0837	1	1.11	1.22	0.72	3.04	20
<i>Tibouchina estrellensis</i>	Tib_estr	7	0.0174	3	0.37	0.25	2.16	2.78	21
<i>Persea rufotomentosa</i>	Per_rufa	4	0.0303	2	0.21	0.44	1.44	2.09	22
<i>Chamaecrista cathartica</i>	Cha_cath	6	0.0210	2	0.32	0.30	1.44	2.06	23
<i>Temstroemia brasiliensis</i>	Ter_bras	6	0.0112	2	0.32	0.16	1.44	1.92	24
<i>Lamanonia cuneata</i>	Lam_cune	9	0.0484	1	0.47	0.70	0.72	1.90	25
<i>Maytenus urbaniana</i>	May_urba	4	0.0049	2	0.21	0.07	1.44	1.72	26
<i>Gutteria australis</i>	Gua_aust	2	0.0059	2	0.11	0.09	1.44	1.63	27
<i>Myrsine lancifolia</i>	Mys_lanci	2	0.0027	2	0.11	0.04	1.44	1.58	28
<i>Myrcia venulosa</i>	Myr_venu	2	0.0016	2	0.11	0.02	1.44	1.57	29
<i>Clethra scabra</i>	Cle_scab	2	0.0015	2	0.11	0.02	1.44	1.57	30
<i>Alchomea triplinervia</i>	Alc_trip	3	0.0427	1	0.16	0.62	0.72	1.50	31
<i>Vismia magnoliifolia</i>	Vis_magn	7	0.0262	1	0.37	0.38	0.72	1.47	32
<i>Myrcia guianensis</i>	Myr_guia	8	0.0150	1	0.42	0.22	0.72	1.36	33

<i>Myrsine gardneriana</i>	Myr_gard	4	0.0174	1	0.21	0.25	0.72	1.18	34
<i>Myrcia mutabilis</i>	Myr_muta	5	0.0123	1	0.26	0.18	0.72	1.16	35
<i>Seguiera</i> sp.	Seg_sp	1	0.0250	1	0.05	0.36	0.72	1.13	36
<i>Macropelus schwackeanus</i>	Mac_schw	5	0.0097	1	0.26	0.14	0.72	1.12	37
<i>Tapirira obtusa</i>	Tap_obtu	1	0.0241	1	0.05	0.35	0.72	1.12	38
<i>Pera glabrata</i>	Per_glab	4	0.0122	1	0.21	0.18	0.72	1.11	39
<i>Hyptis monticola</i>	Hyp_mont	5	0.0049	1	0.26	0.07	0.72	1.05	40
<i>Gaylussacia densa</i>	Gay_dens	4	0.0069	1	0.21	0.10	0.72	1.03	41
Indeterminada 1	Indet1	2	0.0120	1	0.11	0.17	0.72	1.00	42
<i>Eugenia</i> sp.	Eug_sp1	3	0.0044	1	0.16	0.06	0.72	0.94	43
<i>Eugenia bimarginata</i>	Eug_bima	2	0.0078	1	0.11	0.11	0.72	0.94	44
<i>Ladenbergia hexandra</i>	Lad_hexa	1	0.0080	1	0.05	0.12	0.72	0.89	45
<i>Calea</i> sp.	Cal_sp	2	0.0019	1	0.11	0.03	0.72	0.85	46
<i>Vismia parviflora</i>	Vis_parv	2	0.0018	1	0.11	0.03	0.72	0.85	47
<i>Eugenia handroana</i>	Eug_hand	2	0.0018	1	0.11	0.03	0.72	0.85	48
<i>Miconia</i> sp1	Mic_sp1	1	0.0051	1	0.05	0.07	0.72	0.85	49
Fabaceae sp1	Fab_sp1	1	0.0041	1	0.05	0.06	0.72	0.83	50
<i>Cabralea canjerana</i>	Cab_canj	1	0.0027	1	0.05	0.04	0.72	0.81	51
<i>Xylopia brasiliensis</i>	Xyl_bras	1	0.0026	1	0.05	0.04	0.72	0.81	52
<i>Maprounea guianensis</i>	Map_guia	1	0.0026	1	0.05	0.04	0.72	0.81	53
<i>Pavonia viscosa</i>	Pav_visc	1	0.0021	1	0.05	0.03	0.72	0.80	54
<i>Persea willdenovii</i>	Per_will	1	0.0018	1	0.05	0.03	0.72	0.80	55
<i>Remijia ferruginea</i>	Rem_ferr	1	0.0017	1	0.05	0.03	0.72	0.80	56
<i>Vitex sellowiana</i>	Vit_sell	1	0.0014	1	0.05	0.02	0.72	0.79	57
<i>Miconia urophylla</i>	Mic_urop	1	0.0013	1	0.05	0.02	0.72	0.79	58
<i>Psidium firmum</i>	Psi_firm	1	0.0012	1	0.05	0.02	0.72	0.79	59
<i>Handroanthus albus</i>	Han_albu	1	0.0012	1	0.05	0.02	0.72	0.79	60
Myrtaceae sp1	Myrt_sp	1	0.0011	1	0.05	0.02	0.72	0.79	61
Lauraceae sp1	Lau_sp1	1	0.0010	1	0.05	0.01	0.72	0.79	62
<i>Myrsine</i> sp1	Mys_sp1	1	0.0009	1	0.05	0.01	0.72	0.78	63
<i>Cupania ludwigii</i>	Cup_ludb	1	0.0008	1	0.05	0.01	0.72	0.78	64
<i>Eugenia</i> sp2	Eug_sp2	1	0.0008	1	0.05	0.01	0.72	0.78	65
<i>Ilex subcordata</i>	Ile_subc	1	0.0008	1	0.05	0.01	0.72	0.78	66
<i>Verbesina pseudoclaussenii</i>	Ver_pseu	1	0.0008	1	0.05	0.01	0.72	0.78	67
<i>Eugenia widgrenii</i>	Eug_widg	1	0.0007	1	0.05	0.01	0.72	0.78	68
Total		1899	6.8872	139	100	100	100	300	-

As duas espécies com maior valor de importância, *Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus*, são conhecidas vulgarmente por “candeia”. São espécies lenhosas comuns nas fitofisionomias campestres no Domínio do Cerrado, ocorrendo também no Domínio da Mata Atlântica, em altitudes acima de 700 m.s.m. (MACLEISH, 1987). Algumas das espécies encontradas foram também registradas em formações florestais adjacentes às áreas de estudo (VALENTE *et al.*, 2011). Embora essas espécies tenham apresentado baixas densidades e frequências no presente estudo, elas são espécies importantes nas formações florestais. Segundo VALENTE *et al.*, (2011), *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll.Arg., por exemplo, ocorre como a espécie de maior valor de importância para a Floresta Ombrófila Densa Altomontana e a terceira espécie de maior valor de importância para a Floresta Aluvial na região e *Eugenia widgrenii* Sond. ex O.Berg e *Xylopia brasiliensis* Spreng. ocorrem como a segunda e terceira espécie de maior valor de importância para a Floresta Ombrófila Densa Montana. Esse compartilhamento também foi notado por SALIMENA *et al.*, (no prelo), que indicam várias espécies compartilhadas entre os diferentes tipos vegetacionais na Serra Negra. O compartilhamento de espécies com formações florestais também foi relatado para campos rupestres no Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais, onde as espécies florestais tendem a ocorrer como elementos ocasionais, apresentando menores portes, e muitas vezes mais ramificadas, devido a limitações impostas pelos aspectos edáficos (MESSIAS *et al.*, 2012).

A Figura 4a mostra a distribuição em classes de diâmetro para a comunidade. Observa-se que a maior parte dos indivíduos se concentra nas primeiras classes de diâmetro, diminuindo progressivamente nas classes superiores, em um padrão de J-reverso. Pode-se inferir que a comunidade apresenta potencial de manter sua estrutura ao longo do tempo, com um bom estoque de indivíduos jovens capazes de ocupar o lugar deixado por indivíduos mortos. O mesmo padrão é observado quando se trabalha com o somatório das áreas basais por classe de diâmetro, mostrando que a biomassa está acumulada nos menores indivíduos (Fig. 4 b). A Figura 5 mostra a distribuição de diâmetros para as espécies de maior VI na comunidade. Observa-se que no geral o padrão de J-reverso é mantido, mostrando que essas populações tendem a ser capazes de se manter na comunidade. Para algumas espécies esse padrão não fica tão claro, devido ao pequeno porte de seus indivíduos, não ocorrendo indivíduos nas maiores classes de diâmetro. A presença dessas espécies de pequeno porte dentre as espécies de maior VI se deve principalmente aos seus valores de densidade.

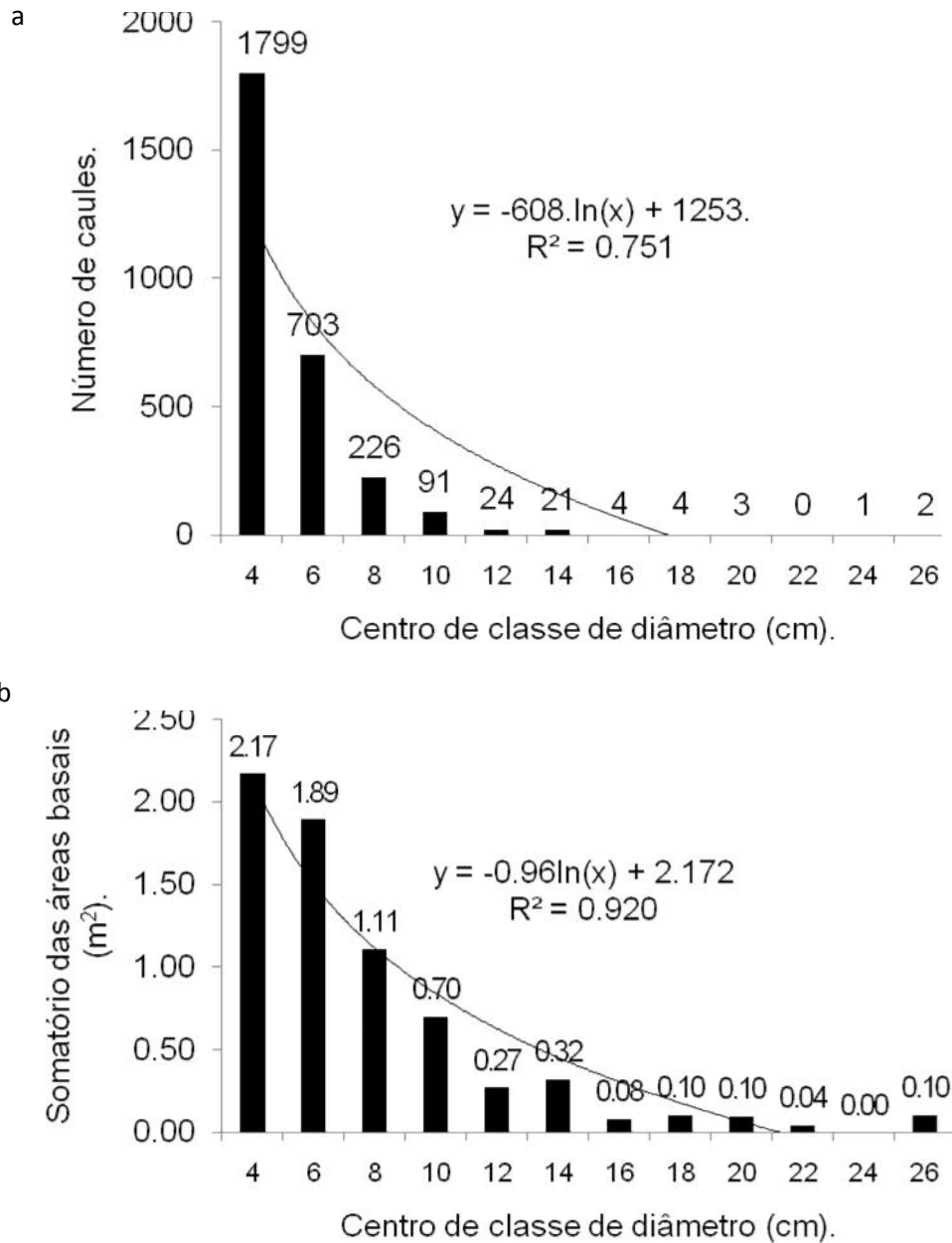


Figura 4: a) Distribuição dos caules em classes de diâmetro (cm) e b) somatório das áreas basais (m<sup>2</sup>) por classe de diâmetro (cm), na vegetação sobre solos quartzíticos na Serra Negra, Rio Preto, MG.

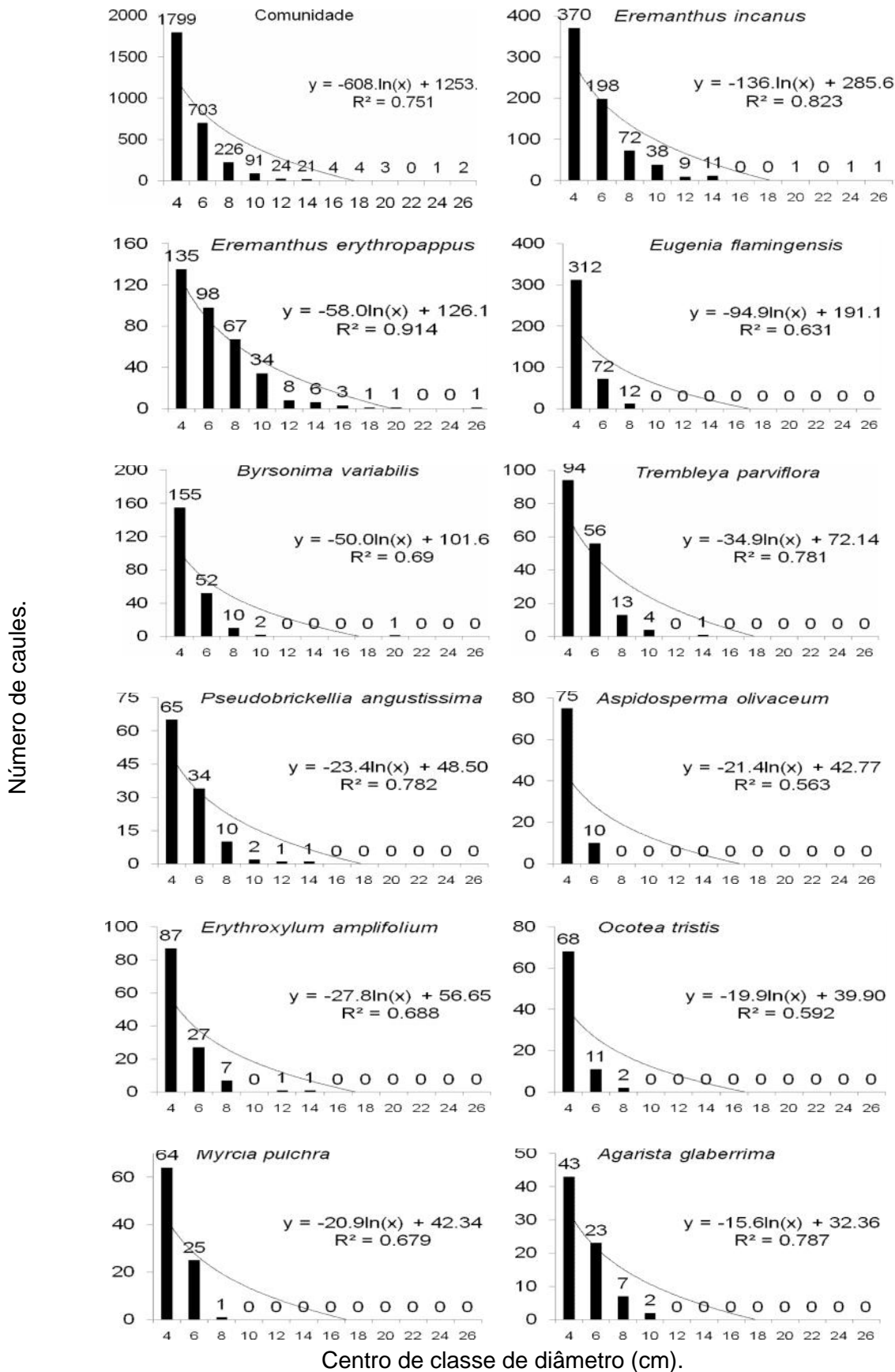


Figura 5: Distribuição em classes de diâmetro (cm) dos indivíduos das espécies de maior Valor de Importância (VI) na vegetação sobre solos quartzíticos na Serra Negra, Rio Preto, MG.

A Figura 6 mostra a distribuição dos indivíduos em classes de altura. Pode-se perceber que a comunidade é caracterizada por um grande número de indivíduos de pequeno porte, com alguns indivíduos se destacando e atingindo altura máxima de seis metros. Não é possível identificar a formação de diferentes estratos. Além disso, a vegetação não é contínua, ocorrendo de forma mais adensada em alguns pontos e esparsa em outros, mesmo em pequenas escalas (Figura 2 c, d).

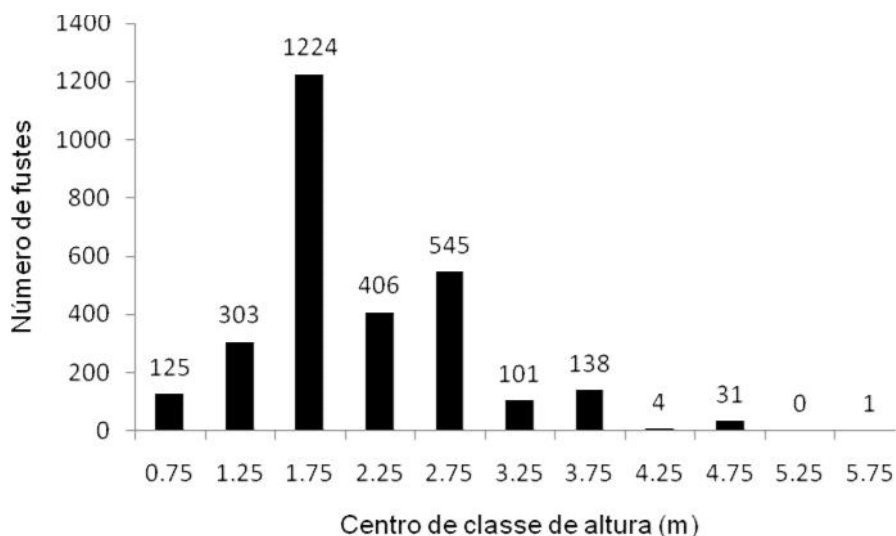


Figura 6: Distribuição em classes de altura (m) para a vegetação sobre solos quartzíticos na Serra Negra, Rio Preto, MG.

Outro aspecto interessante é o grande número de indivíduos perfilhados. Cerca de 28% dos indivíduos amostrados estavam perfilhados a 30 cm do solo. 48.5% das espécies apresentaram pelo menos um indivíduo perfilhado, sendo que dentre as espécies com pelo menos 10 indivíduos amostrados, apenas uma (*Tibouchina sp.*) não apresentou indivíduos perfilhados. A Tabela 2 mostra os dados de perfilhamento para a comunidade e principais populações. As espécies de maior VI apresentaram também uma alta porcentagem de indivíduos perfilhados (Figura 7). Isso indica que o perfilhamento é um processo importante para a comunidade, influenciando em sua estrutura.

O investimento na formação de perfilhos ocorre em detrimento do investimento em outros processos, principalmente na alocação de recursos para a reprodução (YOHIMASA e KUBO, 1997). Além disso, plantas perfilhadas tendem a ter menor biomassa e menor estatura do que plantas não-perfilhadas, sendo menos competitivas em ambientes sombreados (BOND e MIDGLEY, 2001). No entanto, o perfilhamento e capacidade de rebrota podem trazer vantagens, como forma de recuperação após distúrbios e perturbações capazes de causar a perda de biomassa aérea, como incêndios, ventos fortes e corte de madeira (BOND e MIDGLEY, 2001). Modelos

teóricos (YOHIWASA e KUBO, 1997; BELLINGHAM e SPARROW, 2000) mostram que o perfilhamento se torna vantajoso em situações onde a frequência e intensidade das perturbações é de intermediária a intensa. Embora o investimento em perfilhos possa diminuir o investimento na reprodução, ele aumenta a permanência e sobrevivência do indivíduo na comunidade, alterando a dinâmica populacional (BOND e MIDGLEY, 2001).

A ocorrência de altas taxas de perfilhamento não está relacionada apenas com a ocorrência de perturbações no ambiente. DUNPHY *et al.* (2000), estudando florestas secas tropicais em Porto Rico, encontraram uma alta taxa de perfilhamento e mostraram que em muitos casos os indivíduos perfilhados não mostravam indícios de terem sofrido corte ou algum tipo de perda de sua biomassa aérea. Muitas vezes, os indivíduos perfilhados mantinham o caule principal intacto. De fato, o modelo proposto por BELLINGHAM e SPARROW (2000) incorpora a produtividade do ambiente como fator importante na previsão da taxa de perfilhamento. Em ambientes com baixa produtividade, como em casos de baixa fertilidade do solo, o perfilhamento pode ser vantajoso mesmo sem a presença de perturbações constantes. BELLINGHAM e SPARROW (2009) encontraram que em florestas montanas tropicais na Jamaica, o perfilhamento estava relacionado principalmente à baixa fertilidade do solo. No presente estudo é provável que a alta taxa de perfilhamento, principalmente entre as espécies mais abundantes, esteja relacionada também a baixa fertilidade do solo (Tabela 3). Além disso, as condições edáficas não são favoráveis ao estabelecimento de indivíduos de grande estatura, e a competição por luz não parece ser um fator importante devido à ausência de um dossel contínuo.



Tabela 2: Dados de perfilhamento para a comunidade e principais populações (ordenadas por valor decrescente de VI, conforme indicado na Tabela 1) na vegetação sobre solos quartzíticos na Serra Negra, Rio Preto, MG.

Epécie	Total de indivíduos	%de indivíduos perfilhados	Total de caules
Comunidade	1899	28.33	2878
<i>Eremanthus incanus</i>	543	19.34	701
<i>Eremanthus erythropappus</i>	203	41.87	354
<i>Eugenia flamingensis</i>	197	45.18	396
<i>Byrsonima variabilis</i>	159	24.53	220
<i>Trembleya parviflora</i>	113	30.97	168
<i>Pseudobrickellia angustissima</i>	85	27.06	113
<i>Aspidosperma olivaceum</i>	61	19.67	85
<i>Erythroxylum amplifolium</i>	63	47.62	123
<i>Ocotea tristis</i>	50	34.00	81
<i>Myrcia pulchra</i>	37	43.24	90
<i>Agarista glaberrima</i>	48	35.42	75

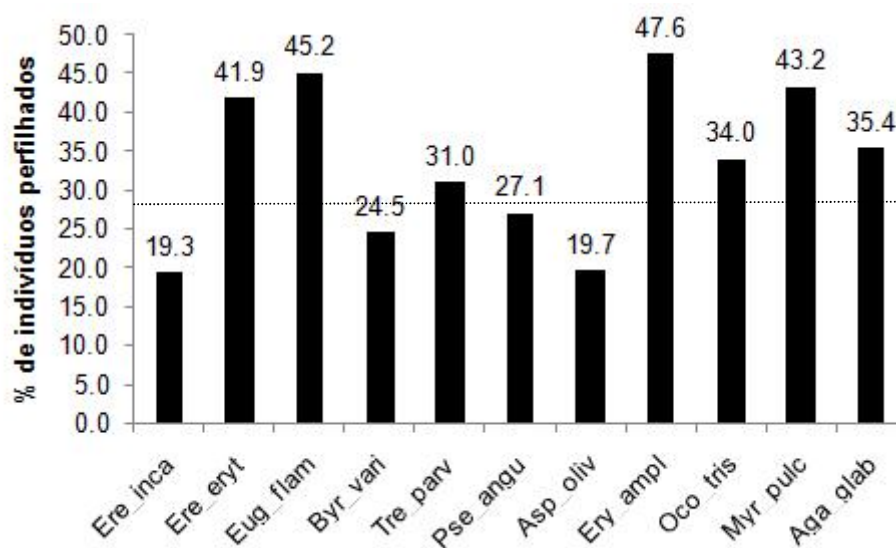


Figura 7: Porcentagem de indivíduos perfilhados para as espécies de maior VI (códigos das espécies de acordo com o Anexo 2) na vegetação sobre solos quartzíticos na Serra Negra, Rio Preto, MG. A linha tracejada indica a porcentagem de indivíduos perfilhados para a comunidade (28.3%).

**Variáveis ambientais**

A Tabela 3 mostra os valores para as variáveis ambientais levantadas para as 10 parcelas. Resultados parecidos são descritos para o Parque Estadual do Ibitipoca (DIAS *et al.*, 2003), que dista cerca de 25 km da área estudada e cuja litologia é semelhante, também apresentando rochas quartzíticas do grupo Andrelândia (OLSZEVSKI *et al.*, 2008). Esses valores caracterizam solos pobres e ácidos, comuns para as áreas com afloramentos quartzíticos em regiões montanhosas no sudeste do Brasil, onde a ciclagem de nutrientes exerce um importante papel na manutenção da vegetação (BENITES *et al.*, 2007).

Tabela 3: Valores (média  $\pm$  desvio padrão) das variáveis ambientais para as 10 parcelas e de vegetação sobre solos quartzíticos na Serra Negra, Rio Preto, MG. Siglas e descrição das variáveis segundo o Anexo 1.

Variáveis	Parcelas										Média Geral
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
pH	4.43 $\pm$ 0.06	4.23 $\pm$ 0.06	4.40 $\pm$ 0.00	4.13 $\pm$ 0.21	3.83 $\pm$ 0.06	4.37 $\pm$ 0.06	4.6 $\pm$ 0.10	4.27 $\pm$ 0.06	4.27 $\pm$ 0.06	4.8 $\pm$ 0.00	4.33 $\pm$ 0.26
P (mg/dm <sup>3</sup> )	3.67 $\pm$ 0.64	3.47 $\pm$ 0.23	1.63 $\pm$ 0.12	2.33 $\pm$ 0.12	0.90 $\pm$ 0.36	2.60 $\pm$ 0.2	1.97 $\pm$ 0.25	1.67 $\pm$ 0.15	2.73 $\pm$ 0.81	1.30 $\pm$ 0.20	2.23 $\pm$ 0.90
K (mg/dm <sup>3</sup> )	24.33 $\pm$ 4.93	12.67 $\pm$ 1.53	7.67 $\pm$ 0.58	13.67 $\pm$ 1.53	12.33 $\pm$ 1.15	15.67 $\pm$ 0.58	10 $\pm$ 1.00	8.33 $\pm$ 1.15	13.33 $\pm$ 0.58	7.33 $\pm$ 1.15	12.53 $\pm$ 5.01
Ca <sup>2+</sup> (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0.30 $\pm$ 0.00	0.20 $\pm$ 0.00	0.10 $\pm$ 0.00	0.50 $\pm$ 0.00	0.30 $\pm$ 0.00	0.10 $\pm$ 0.00	0.10 $\pm$ 0.00	0.10 $\pm$ 0.00	0.20 $\pm$ 0.00	0.10 $\pm$ 0.00	0.20 $\pm$ 0.13
Mg <sup>2+</sup> (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0.17 $\pm$ 0.06	0.10 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.01 $\pm$ 0.00	0.10 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.07 $\pm$ 0.06	0.00 $\pm$ 0.00	0.05 $\pm$ 0.06
Al <sup>3+</sup> (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0.47 $\pm$ 0.06	1.03 $\pm$ 0.06	0.50 $\pm$ 0.00	0.90 $\pm$ 0.10	2.17 $\pm$ 0.12	1.20 $\pm$ 0.00	0.70 $\pm$ 0.00	0.50 $\pm$ 0.00	0.27 $\pm$ 0.06	0.20 $\pm$ 0.00	0.79 $\pm$ 0.58
H+Al (cmolc/dm <sup>3</sup> )	3.91 $\pm$ 0.25	6.77 $\pm$ 1.08	3.03 $\pm$ 0.19	6.55 $\pm$ 0.09	14.25 $\pm$ 0.91	6.49 $\pm$ 0.34	3.47 $\pm$ 0.99	3.03 $\pm$ 0.42	2.03 $\pm$ 0.39	0.83 $\pm$ 0.17	5.03 $\pm$ 3.81
SB (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0.53 $\pm$ 0.04	0.33 $\pm$ 0.01	0.12 $\pm$ 0.00	0.64 $\pm$ 0.01	0.43 $\pm$ 0.00	0.14 $\pm$ 0.00	0.13 $\pm$ 0.01	0.12 $\pm$ 0.00	0.30 $\pm$ 0.06	0.12 $\pm$ 0.00	0.29 $\pm$ 0.19
CTC t (cmolc/dm <sup>3</sup> )	1.00 $\pm$ 0.10	1.37 $\pm$ 0.06	0.62 $\pm$ 0.00	1.54 $\pm$ 0.10	2.60 $\pm$ 0.12	1.34 $\pm$ 0.00	0.83 $\pm$ 0.01	0.62 $\pm$ 0.00	0.57 $\pm$ 0.06	0.32 $\pm$ 0.00	1.08 $\pm$ 0.67
CTC T (cmolc/dm <sup>3</sup> )	4.44 $\pm$ 0.29	7.10 $\pm$ 1.09	3.15 $\pm$ 0.19	7.18 $\pm$ 0.09	14.68 $\pm$ 0.91	6.63 $\pm$ 0.34	3.59 $\pm$ 1.00	3.14 $\pm$ 0.41	2.33 $\pm$ 0.42	0.95 $\pm$ 0.17	5.32 $\pm$ 3.90
V (%)	12 $\pm$ 0.00	4.67 $\pm$ 0.58	4.00 $\pm$ 0.00	9.00 $\pm$ 0.00	3 $\pm$ 0.00	2.00 $\pm$ 0.00	4.00 $\pm$ 1.00	3.67 $\pm$ 0.58	13.00 $\pm$ 2.65	13.00 $\pm$ 2.00	6.83 $\pm$ 4.43
m (%)	46.67 $\pm$ 1.53	75.67 $\pm$ 1.15	81 $\pm$ 0.00	58.33 $\pm$ 2.52	83.33 $\pm$ 0.58	90.00 $\pm$ 0.00	84.33 $\pm$ 0.58	81 $\pm$ 0.00	47.33 $\pm$ 10.02	63.00 $\pm$ 0.00	71.07 $\pm$ 15.95
MO (dag/kg)	3.93 $\pm$ 0.06	3.30 $\pm$ 0.17	2.27 $\pm$ 0.12	2.93 $\pm$ 0.25	5.83 $\pm$ 0.32	3.13 $\pm$ 0.06	2.23 $\pm$ 0.15	1.93 $\pm$ 0.06	2.23 $\pm$ 0.12	1.50 $\pm$ 0.20	2.93 $\pm$ 1.25
P-rem (mg/L)	52.63 $\pm$ 2.25	52.63 $\pm$ 2.25	51.87 $\pm$ 1.27	50.40 $\pm$ 2.20	44.6 $\pm$ 1.21	40.40 $\pm$ 3.21	43.90 $\pm$ 2.10	49.67 $\pm$ 1.27	52.60 $\pm$ 0.0	52.63 $\pm$ 2.25	49.13 $\pm$ 4.50
Argila (%)	3	6	5	3	4	2	2	4	2	3	3.40 $\pm$ 1.35
Silte (%)	4	3	4	3	3	3	2	2	3	4	3.10 $\pm$ 0.74
Areia (%)	93	91	91	94	97	95	96	94	95	93	93.90 $\pm$ 1.97
Rocha (%)	0	5	0	5	5	80	5	15	0	0	11.50 $\pm$ 24.50
Solo (%)	50	5	80	50	65	10	40	85	50	90	52.50 $\pm$ 29.08
Vegetação (%)	50	90	20	45	30	10	60	0	50	10	36.50 $\pm$ 27.69
Altitude (m)	1330	1122	1070	958	810	830	963	974	930	985	997.20 $\pm$ 150.01
Declividade (%)	42	15	41	17	51	50	38	32	48	16	34.91 $\pm$ 14.34

### Análise de gradientes

A análise de ordenação por CCA resultou em autovalores de 0.77 para o primeiro eixo e 0.44 para o segundo eixo (Tabela 4), sendo que autovalores maiores ou iguais a 0.3 ou menores ou iguais a -0.3 são considerados fortes para vegetações tropicais segundo discutido por FELFILI *et al.* (2011). Os autovalores altos, principalmente para o primeiro eixo, indicam que as espécies respondem a um gradiente ambiental relativamente forte. Os dois primeiros eixos responderam por 28% e 44.1% da variância cumulativa das espécies. Já as porcentagens de variância explicadas pelas variáveis ambientais foram de 38.9% para o primeiro eixo e 22.3% para o segundo eixo. Segundo o teste de permutação de Monte Carlo, os valores foram significativos ( $p < 0.05$ ) tanto para o primeiro eixo como para o conjunto de todos os eixos (Tabela 4).

Tabela 4: Estimadores dos dois primeiros eixos da CCA entre as abundâncias das espécies de maior densidade (n 10) e as principais variáveis ambientais para a vegetação sobre solos quartzíticos na Serra Negra, Rio Preto, Mg.

Estimadores	Eixo 1	Eixo 2	Todos os eixos
Autovalores	0.771	0.442	-
% cumulativa da variância das espécies	28.0	44.1	-
% cumulativa da variância explicada pelas variáveis ambientais	38.9	61.2	-
Teste de permutação de Monte Carlo (p)	0.002	-	0.002

A altitude e a cobertura por solo exposto foram as variáveis com correlações mais fortes com o primeiro eixo de ordenação (Tabela 5). Para o segundo eixo, as variáveis argila, altitude e rocha foram as mais correlacionadas.

Tabela 5: Correlações das principais variáveis nos dois primeiros eixos da CCA das abundâncias das espécies de maior densidade (n 10) na vegetação sobre solos quartzíticos na Serra Negra, Rio Preto, MG. Valores significativos ( $>0.3$  ou  $<-0.3$ ) em negrito. Siglas das variáveis conforme o Anexo 1.

Variáveis ambientais	Coeficientes de correlação		Correlações ponderadas			
	Eixo 1	Eixo 2	P	Argila	Rocha	Solo
P	-0.2152	<b>-0.3928</b>	-			
Argila	-0.2026	<b>0.6770</b>	-0.1085	-		
Rocha	0.0632	<b>0.4576</b>	-0.1703	-0.0548	-	
Solo	<b>0.6140</b>	-0.2774	<b>-0.3162</b>	0.0518	<b>-0.3644</b>	-
Altitude	<b>-0.6879</b>	<b>-0.6621</b>	<b>0.4651</b>	-0.2257	<b>-0.3316</b>	-0.1293

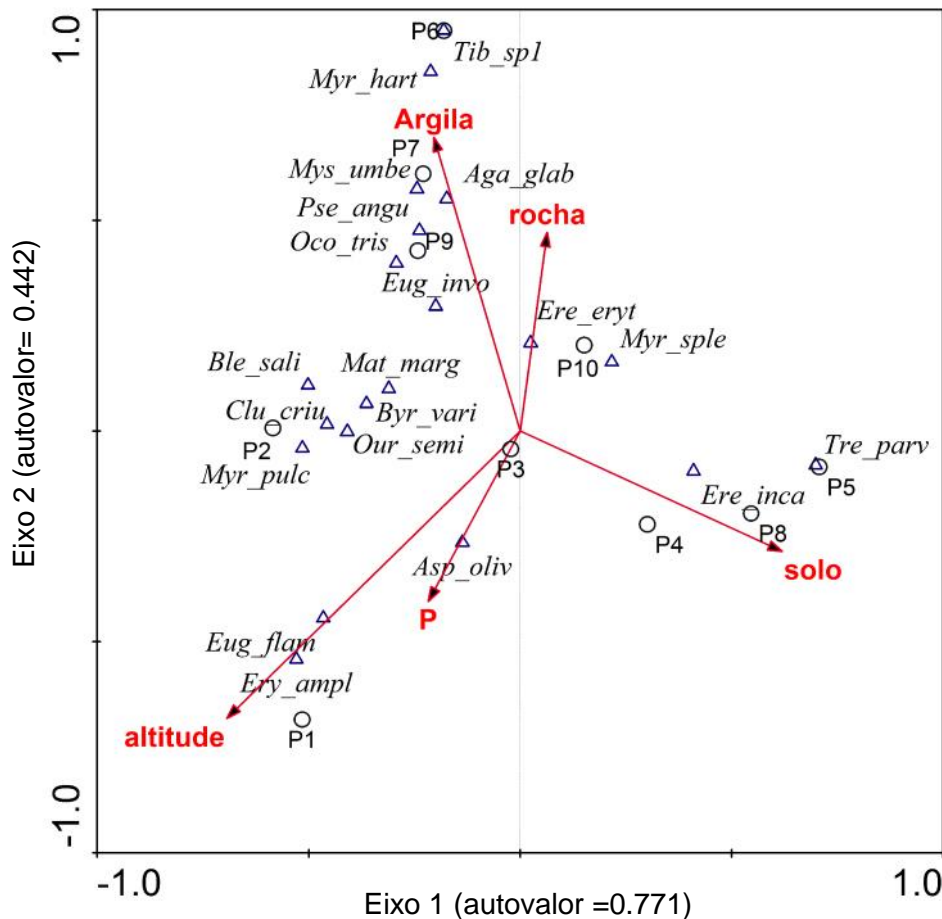


Figura 8: Diagrama *triplot* gerado para a CCA entre as principais variáveis ambientais e as espécies de maior densidade (n 10) na vegetação sobre solos quartzíticos na Serra Negra, Rio Preto, MG. Setas: variáveis ambientais; círculos: parcelas; triângulos: espécies. Códigos das espécies segundo o Anexo 2.

O diagrama *triplot* gerado para os dois primeiros eixos da CCA é mostrado na Figura 8. Observa-se que a altitude foi o fator que apresentou a maior correlação com o primeiro eixo canônico. A altitude é reconhecida como um dos principais fatores capazes de influenciar a composição e estrutura da vegetação nos trópicos (GENTRY, 1993; CHAVERRI-POLINI, 1998; OLIVEIRA-FILHO e FONTES, 2000; MARTINELLI, 2007; MEIRELES *et al.*, 2008). Na realidade, o gradiente altitudinal corresponde a um gradiente complexo, dentro do qual fatores ambientais mais específicos (como temperatura, pressão atmosférica, exposição ao sol, etc) podem estar operando (KENT e COKER, 1992).

Já para o segundo eixo, a porcentagem de argila na composição do solo foi o fator mais importante. O teor de argila está relacionado com a disponibilidade de nutrientes para as plantas. As partículas de argila são capazes de interceptar os nutrientes do solo, através de ligações iônicas, e dessa forma protegê-los da lixiviação e mantendo a concentração da solução do solo constante (LARCHER, 2006). As porcentagens de argila no solo foram muito baixas, variando de 2 a 6%. Esse baixo

teor de argila pode influenciar negativamente a disponibilidade de nutrientes para a vegetação, fazendo com que mesmo variações aparentemente pequenas tenham grande influência na estrutura da vegetação estudada. Analisando a Figura 8, vemos que sete espécies foram correlacionadas com essa variável: *Agarista glaberrima* (Sleumer) Judd, *Eugenia involucrata* DC., *Ocotea tristis* (Nees & Mart.) Mez, *Myrcia hartwegiana* (O.Berg) Kiaersk., *Myrsine umbellata* Mart., *Pseudobrickellia angustissima* (Spreng. ex Baker) R.M.King & H.Rob, *Tibouchina* sp1. Essas espécies ocorrem em fisionomias florestais, sendo que *Agarista glaberrima* e *Pseudobrickellia angustissima* estão associadas principalmente a formações no Domínio do Cerrado enquanto as demais espécies ocorrem principalmente em florestas ombrófilas e semidecíduas na Mata Atlântica (OLIVEIRA-FILHO, 2006; OLIVEIRA-FILHO, 2010). São espécies que também ocorrem nas formações florestais da Serra Negra (SALIMENA *et al.*, no prelo) e dessa forma, podem estar ocorrendo em áreas onde um pequeno aumento no teor de argila do solo fornece condições mais favoráveis e um pouco mais próximas do que é encontrado nos solos das florestas.

As variáveis solo e rocha representam valores de cobertura do solo nas parcelas. A rochosa pode representar restrições ao desenvolvimento arbóreo, impedindo o desenvolvimento das raízes e diminuindo a retenção de água no solo (LARCHER, 2006). Por outro lado, as fendas nas rochas podem criar micro-habitats, com acúmulo de serrapilheira e conseqüentemente maior teor de nutrientes (FELFILI *et al.*, 2007b). A variável solo representa a porcentagem de cobertura das parcelas que apresentava solo (areia quartzosa) completamente exposto, sem a cobertura de qualquer tipo de vegetação. Os solos quartzosos da região são frágeis e quando expostos podem sofrer com a ação erosiva forte e se tornarem ainda menos férteis (OLSZEVSKI *et al.*, 2008; UAGODA *et al.*, 2011).

A espécie *Eremanthus incanus* está correlacionada com altas porcentagens de cobertura por solo exposto. Isso pode ser um indicativo de boa capacidade de competição, uma vez que essa espécie foi a que apresentou maior densidade na amostra. Por outro lado, isso também pode indicar que essa espécie é capaz de se desenvolver bem mesmo em condições inapropriadas para as outras espécies da comunidade.

### **Implicações para a conservação.**

Três espécies encontradas são consideradas ameaçadas de extinção para o estado de Minas Gerais (FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, 2008). *Pseudobrickellia angustissima* e *Verbesina pseudoclaussenii* D.J.N.Hind, da família Asteraceae, são consideradas criticamente ameaçadas. *Handroanthus albus* (Cham.) Mattos (Bignoniaceae) é considerado vulnerável. Segundo a FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS (2008), que utilizou os critérios da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), as três espécies são consideradas ameaçadas principalmente por questões ligadas a sua área de ocupação e perda de habitat. Ainda, o Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora), ligado ao Jardim Botânico do Rio de Janeiro e que está avaliando e atualizando os dados sobre espécies ameaçadas no país, cita que *Verbesina pseudoclaussenii* é atualmente registrada apenas para a área de estudo (CNCFLORA, 2012). Como pode ser visto na Tabela 1, essa espécie ocorreu em baixa densidade, com apenas um indivíduo amostrado. Isso indica um pequeno tamanho populacional, aumentando os riscos para a espécie. É importante ressaltar ainda que *Pseudobrickellia angustissima* e *Handroanthus albus* são registrados pela primeira vez para a Serra Negra.

As duas espécies mais abundantes, *Eremanthus incanus* e *Eremanthus erythropappus*, possuem importância econômica, devido a sua madeira de alta durabilidade utilizada principalmente para fabricação de moirões e para lenha. Atualmente, a exploração comercial de candeias vem crescendo, para a extração de óleo essencial, que é utilizado na indústria de produtos dermatológicos e cosméticos. Seu princípio ativo, o alfabisabolol, tem propriedades antiflogísticas, antibacterianas, antimicóticas, dermatológicas e espasmódicas (BHLMANN et al., 1980; SILVÉRIO et al., 2008). A exploração eminente dessas espécies para extração de óleo pode representar um risco para a vegetação aqui estudada, uma vez que essas espécies possuem grande importância na conformação estrutural da comunidade lenhosa da área. Informações de moradores locais indicam que a madeira de candeia é comumente utilizada por eles para a confecção de cercas e móveis rústicos e como combustível para fogões a lenha, mas ainda com baixo impacto para suas populações naturais.

Dessa forma, estratégias de conservação da flora da região devem focar não apenas nas espécies raras e ameaçadas, mas também nas espécies localmente abundantes. Essas espécies abundantes podem apresentar papéis fundamentais na manutenção da comunidade vegetal (SCARANO, 2002) e também devem ser contempladas em planos de conservação da biodiversidade (SCARANO, 2009). A

exploração comercial das espécies lenhosas, se não for feita de modo planejado, pode também aumentar a exposição do solo, que se apresenta com uma estrutura frágil e sujeito a erosão (OLSZEVSKI *et al.*, 2008).

O crescimento do turismo na região é notável e pode representar um risco para a biodiversidade local. A região é composta por propriedades particulares e não possui um planejamento das atividades turísticas. A abertura de trilhas em locais inapropriados, a extração de plantas ornamentais, e a disposição inadequada de lixo e esgoto podem ser observadas em diversos pontos. Atualmente existem apenas duas unidades de conservação na área, RPPN Fazenda Serra Negra e RPPN São Lourenço do Funil. A grande heterogeneidade da vegetação implica que uma estratégia para sua efetiva conservação deve contemplar a maior área possível distribuída ao longo da paisagem. Assim, é necessário um maior esforço coordenado entre o poder público e a população local para garantir a conservação e o bom uso dos recursos naturais na região.



## CONCLUSÕES

A vegetação lenhosa sobre solos quartzíticos na Serra Negra apresentou estrutura marcada por forte dominância, contrastando com a riqueza de espécies já registrada para a área (SALIMENA *et al.*, no prelo). Isso se deve provavelmente aos fatores ambientais limitantes, como o solo pobre, que favorecem espécies com adaptações a essas condições. Por outro lado, os micro-habitats existentes nesse ambiente permitem o estabelecimento de maior diversidade de espécies que aparecem com pequena densidade.

Estruturalmente, a vegetação estudada é caracterizada por espécies de pequeno porte, com muitos indivíduos perfilhados e distribuídos de forma esparsa. Esses elementos justificam a denominação dessa vegetação como um arbustal latifoliado (OLIVEIRA-FILHO, 2009) ou escrube (EITEN, 1979). No entanto, seguindo o conceito de complexos rupestres de altitude (BENITES *et al.*, 2003), podemos inserir essa vegetação como uma faceta dos campos rupestres presentes na área de estudo.

As variáveis ambientais foram capazes de explicar a variação nas abundâncias nas espécies, mostrando a presença de um gradiente relativamente forte. As variáveis ambientais mais importantes estão relacionadas principalmente com aspectos físicos do solo e com a altitude.

As espécies dominantes na vegetação, do gênero *Eremanthus*, apresentam potencial econômico. A sua exploração, se não for acompanhada de medidas apropriadas de manejo, pode colocar em risco a conservação da flora da região. Outro risco que deve ser levado em conta é o crescimento do turismo na região que ainda é feito sem controle, visto que a Serra Negra é composta inteiramente por áreas particulares, muitas delas não povoadas. É necessário a discussão e implantação de medidas que visem preservar a biodiversidade da região, ao mesmo tempo em que permitam aos moradores o uso sustentável de seus recursos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, N. L.; MENINI-NETO, L. e KONNO, T. U. P. Orchidaceae das Serras Negra e do Funil , Rio Preto , Minas Gerais , e similaridade florística entre formações campestres e florestais do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 1, p. 58-70, 2011.

ADAMS, J. 2009. **Species Richness. Patterns in the diversity of life**. Chichester:Springer, 2009.

ALVES, R. J. V. e KOLBEK, J. Can campo rupestre vegetation be floristically delimited based on vascular plant genera? **Plant Ecology**, v. 207, n. 1, p. 67-79, 2009.

AMORIM, E. T. Estudo florístico e ecológico das briófitas da Serra Negra (Minas Gerais) e sua relação com outras áreas do sudeste do Brasil. Universidade Federal de Juiz de Fora . Dissertação de mestrado, 117p. 2013.

ANDERSON, P. S. Perfil e outras representações de relevo. In: ANDERSON, P. S. (Ed.). **Princípios de cartografia topográfica**. 2002. v. 2. Disponível em: <http://iilt.ilstu.edu/psanders/Cartografia/09%20Completo.pdf>, acesso em 08/02/2013.

ANTONELLI, A. e SANMARTÍN, I. Why are there so many plant species in the Neotropics? **Taxon**, v. 60, n. 2, p. 403-414, 2011.

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

BELLINGHAM, P. J. e SPARROW, A. D. Resprouting as a life history strategy in woody plant communities. **Oikos**, v. 89, n. 2, p. 409-416, 2000.

BELLINGHAM, P. J. e SPARROW, A. D. Multi-stemmed trees in montane rain forests: their frequency and demography in relation to elevation, soil nutrients and disturbance. **Journal of Ecology**, v. 97, n. 3, p. 472-483, 2009.

BENITES, V. de M.; CAIAFA, A. N.; MENDONÇA, E. S.; SCHAEFER, C. E. e KER, J. C. Solos e vegetação nos complexos rupestres de altitude da Mantiqueira e do Espinhaço. **Floresta e Ambiente**, v. 10, n. 1, p. 76-85, 2003.

BENITES, V. M.; SCHAEFER, C. E.; SIMAS, F. N. B. e SANTOS, H. G. Soils associated with rock outcrops in the Brazilian mountain ranges Mantiqueira and Espinhaço. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 4, p. 569-577, 2007.

BHLMANN, F.; ZDERO, C.; KING, R. M. e ROBINSON, H. Sesquiterpene lactones from *Eremanthus* species. **Phytochemistry**, v. 19, p. 2663-2668, 1980.

BOND, W. J. e MIDGLEY, J. J. Ecology of sprouting in woody plants: the persistence niche. **Trends in ecology & evolution**, v. 16, n. 1, p. 45-51, 2001.

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

CARVALHO, F. A. e FELFILI, J. M. Aplicação da diversidade alfa e beta para definição de áreas prioritárias para conservação: uma análise das florestas decíduais sobre afloramentos calcários no Vale do Paranã, Goiás. **Bioscience Journal**, v. 27, p. 830-838, 2011.

CHAVERRI-POLINI, A. Mountains, biodiversity and conservation. **Unasyuva**, v. 195, p. 22-33, 1998.

CNCFLORA. **Centro Nacional de Conservação da Flora**. Disponível em: <[http://www.cncflora.jbrj.gov.br/?q=pt-br/lista\\_vermelha/redlisting](http://www.cncflora.jbrj.gov.br/?q=pt-br/lista_vermelha/redlisting)>. Acesso em: 3 dez. 2012.

CONCEIÇÃO, A. A.; PIRANI, J. R. e MEIRELLES, S. T. Floristics , structure and soil of insular vegetation in four quartzite-sandstone outcrops of “ Chapada Diamantina ”, Northeast Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 4, p. 641-656, 2007.

DIAS, H. C. T.; SCHAEFER, C. E. G. R.; FERNADES-FILHO, E. I.; OLIVEIRA, A. P.; Michel, R. F. M. e LEMOS-JR., J. B. Caracterização de solos altimontanos em dois transectos no Parque Estadual do Ibitipoca. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 27, p. 469-481, 2003.

DUNPHY, B. K.; MURPHY, P. G. e LUGO, A. E. The tendency for trees to be multiple-stemmed in tropical and subtropical dry forests: Studies of Guanica forest , Puerto Rico. **Tropical Ecology**, v. 41, n. 2, p. 161-167, 2000.

ECHTERNACHT, L.; TROVÓ, M.; OLIVEIRA, C.T. e PIRANI, J.R . Areas of endemism in the Espinhaço Range in Minas Gerais, Brazil. **Flora**, v. 206, n. 9, p. 782-791, , 2011.

EITEN, G. Formas fisionômicas do Cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 2, n. 2, p. 139-148, 1979.

EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997.

FELFILI, M. C. e FELFILI, J. M. Diversidade alfa e beta no cerrado sensu stricto da Chapada Pratinha, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 15, n.2, p. 243-270, 2001.

FELFILI, J. M. e RESENDE, R. P. **Conceitos e métodos em fitossociologia**. Brasília: Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Brasília, 2003.

FELFILI, J. M.; SILVA JUNIOR, M. C.; SEVILHA, A. C.; FAGG, C. W. ; WALTER, B. M. T.; NOGUEIRA, P. E. e REZENDE, A. B. Diversity, floristic and structural patterns of cerrado vegetation in central Brazil. **Plant Ecology** , v. 175, p. 37-46, 2004.

FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A. e HAIDAR, R. F. **Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal**. Brasília: Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília., 2005.

FELFILI, J. M.; CARVALHO, F.A.; LIBANO, A. M.; VENTUROLI, F. e PEREIRA, B. A. S. **Análise multivariada em estudos de vegetação**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2007a.

FELFILI, J. M.; NASCIMENTO, A. R. T.; FAGG, C.W. e MEIRELLES, E. M. Floristic composition and community structure of a seasonally deciduous forest on limestone outcrops in Central Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 4, p. 611-621, 2007b.

FELFILI, J. M.; EISENLOHR, P. V.; MELO, M. M. R. F.; ANDRADE, L.A. e MEIRANETO, J. A. A. (Eds.). **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de caso**. 1 ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011.

FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS. **Revisão das listas das espécies da flora e da fauna ameaçadas de extinção do Estado de Minas Gerais**. Disponível em: <<http://www.biodiversitas.org.br/listas-mg>>. Acesso em: 3 dez. 2012.

GENTRY, A. H. Patterns of diversity and floristic composition in Neotropical montane forests. (S. P. Churchill et al., Eds.) In: Neotropical montane forests biodiversity and conservation symposium. **Anais...** Nova York, 1993.

GIULIETTI, A. M.; HARLEY, R. M.; QUEIROZ, L. P.; WANDERLEY, M. G. L.; VAN den BERG, C. Biodiversity and conservation of plants in Brazil. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 632-639, 2005.

HAMMER, Ø. **PAST- Paleontological Statistics. Reference Manual**. Oslo: Natural History Museum. University of Oslo. Disponível em: <<http://nhm2.uio.no/norlex/past/doc1.html>>, 2011.

HEDBERG, O. Evolution and speciation in a tropical high mountain flora. **Biological Journal of the Linnean Society**, n.1, p. 135-148, 1969.

HEILBRON, M.; TUPINAMBÁ, M.; EIRADO, L.G.; RRIBEIRO, A.; PACIULLO, F.V.P.; TROUW, R.A.; VALERIANO, C.M.; JUNHO, M.C.B.; ROIG, H.L.; NOGUEIRA, J.R.; MEDEIROS, R.M.; ROCHA, D.; POLONIA, J.; SILVA, R.R.; TOLEDO, C. **Geologia das folhas Santa Rita do Jacutinga e Rio Preto**. COMIG – UFMG – UFRJ – UERJ, 2000.

HILLEBRAND, H. On the generality of the latitudinal diversity gradient. **The American naturalist**, v. 163, n. 2, p. 192-211, 2004.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

KENT, M. e COKER, P. **Vegetation description and data analysis: a practical approach**. London: John Wiley & Sons Ltda., 1992.

KREFT, H. e JETZ, W. Global patterns and determinants of vascular plant diversity. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 104, n. 14, p. 5925-30, 2007.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. 3 ed. São Carlos: Rima, 2006. p. 550

LEMES, F. O. A. **Relações florísticas, fitossociológicas e aspectos edáficos de comunidades de campos rupestres da Serra do Itacolomi e Serra do Ouro Branco, Minas Gerais**. Universidade Federal de Ouro Preto. 2009.

LIMA, T. A.; PINTO, J. R. R.; LENZA, E. e PINTO, A. S. Florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea em uma área de cerrado rupestre no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas , Goiás. **Biota Neotropica**, v.10, n 2, p 159–166, 2010.

LINDOSO, G. S.; FELFILI, J. M.; COSTA, J. M. e CASTRO, A. A. J. F. Diversidade e estrutura do cerrado sensu stricto sobre areia (Neossolo Quartzarênico) na Chapada Grande Meridional, Piauí. **Revista de Biologia Neotropical**, v. 6, n. 2, p. 45-61, 2009.

Lista de Espécies da Flora do Brasil 2013 in <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>, acessado em 02/2013.

MACLEISH, N. F. F. Revision of *Eremanthus* (Compositae : Vernonieae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 74, n. 2, p. 265-290, 1987.

MAGURRAN, A. E. **Measuring biological diversity**. Oxford: Backwell Science, 2004.

MARTINELLI, G. Mountain biodiversity in Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 4, p. 587-597, 2007.

MEIRA-NETO, J. A. A. e MARTINS, F. R. Composição florística de uma floresta estacional semidecidual montana no município de Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 437-446, 2002.

MEIRELES, L. D.; SHEPHERD, G. J. e KINOSHITA, L. S. Variações na composição florística e na estrutura fitossociológica de uma floresta ombrófila densa alto-montana na Serra da Mantiqueira , Monte Verde , MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, n. 4, p. 559-574, 2008.

MESSIAS, M. C. T. B.; LEITE, M.G.P.; MEIRA-NETO, J. A. A e KOZOVITS, A. R. Fitossociologia de campos rupestres quartzíticos e ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 1, p. 230-242, 2012.

NASCIMENTO, F. H. F.; GIULIETTI, A. M. e QUEIROZ, L. P. Diversidade arbórea das florestas alto montanas no Sul da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 24, n. 3, p. 674-685, 2010.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. **Catálogo das árvores nativas de Minas Gerais-Mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais**. Lavras: Editora UFLA, 2006.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. Classificação das fitofisionomias da América do Sul cisandina tropical e subtropical: proposta de um novo sistema - prático e flexível - ou uma injeção a mais de caos? **Rodriguésia**, v. 60, n. 2, p. 237-258, 2009.

OLIVEIRA-FILHO, A.T. 2010. **TreeAtlas 2.0, Flora arbórea da América do Sul cisandina tropical e subtropical: Um banco de dados envolvendo biogeografia, diversidade e conservação**. Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em: <http://www.icb.ufmg.br/treetlan>. Acesso em: 10/01/2013.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. e FONTES, M. A. L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica**, v. 32, n. 4, p. 793-810, 2000.

OLSZEWSKI, N.; COSTA, L. M.; FERNANDES-FILHO, E. I. e COSTA, O. D. V. Paisagem e uso da terra em diferentes unidades geológicas em área sob influência do Rio Preto ( MG-RJ ). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 8, n. 2, p. 45-59, 2008.

PALMER, M. W. Putting things in even better order: the advantages of canonical correspondence analysis. **Ecology**, v. 74, n. 8, p. 2215-2230, 1993.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L. e MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrol. Earth Syst. Sci.**, v. 11, p. 1633-1644, 2007.

PRATT, D. J. e PRESTON, L. The economics of mountain resource flows. **Unasyuva**, v. 195, 1998.

PRICE, M. F. Mountains: globally important ecosystems. **Unasyuva**, v. 195, 1998.

RIBEIRO, K. T.; OPAZO, B. M. M. e SCARANO, F. R. Species composition and biogeographic relations of the rock outcrop flora on the high plateau of Itatiaia , SE-Brazil. **Revista Brasileira Boânica.**, v. 1, p. 623-639, 2007.

SALIMENA, F. R. G.; MATOZINHOS, C. N.; ABREU, N. L.; SOUZA, F. S.; RIBEIRO, J. H. C. e MENINI-NETO, L. Flora fanerogâmica da Serra Negra, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, (no prelo).

SALIMENA, F. R. G. MATOZINHOS, C. N.; ABREU, N. L.; SOUZA, F. S.; RIBEIRO, J. H. C. e MENINI-NETO . **Flora da Serra Negra**. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/floraserranegra/>>. Acesso em: 3 nov. 2012.

SCARANO, F. R. Structure, Function and Floristic Relationships of Plant Communities in Stressful Habitats Marginal to the Brazilian Atlantic Rainforest. **Annals of Botany** v.90 n.4, p. 517–524. 2002

SCARANO, F. R. Plant communities at the periphery of the Atlantic rain forest: Rare-species bias and its risks for conservation. *Biological Conservation*, v. 142, n. 6, p. 1201-1208. 2009.

SCARANO, F. R., H. M. DUARTE, K. T. RIBEIRO, P. J. F. P. RODRIGUES, E. M. B. BARCELLOS, A.C. FRANCO, J. BRULFERT, E. DELÉENS, AND U. LUTTGE Four sites with contrasting environmental stress in southeastern Brazil: relations of species, life form diversity, and geographic distribution to ecophysiological parameters. **Botanical Journal of the Linnean Society** v. 136 n. 4, p. 345–364. 2001

SILVÉRIO, M. S.; SOUSA, O.V.; DEL-VECHIO-VIEIRA, G.; MIRANDA, M.A; MATHEUS, F. C. e KAPLAN, M. A.C. Propriedades farmacológicas do extrato etanólico de *Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeish (Asteraceae). **Revista Brasileira de Farmacologia**, v. 18, n. 3, p. 430-435, 2008.

SOUZA, F. S.; SALINO, A.; VIANA, P. L.; SALIMENA, F. R. .G. Pteridófitas da Serra Negra, Minas Gerais, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 26, n. 2, p. 378-390, 2012.

TER-BRAAK, C. J. F. e ŠMILAUER, P. **CANOCO reference manual and user's guide to Canoco for Windows: Software for canonical community ordination (Version 4.5)**. Wageningen: Centre for Biometry, Wageningen, The Netherlands, 2002.

UAGODA, R.; AVELAR, A. e NETTO, A. L. C. Karstic morphology control in non-carbonate rocks: Santana basin, middle Paraíba do Sul river valley, Brazil. **Zeitschrift für Geomorphologie**, v. 55, n. 1, p. 1-13, 2011.

UNEP/CBD/AHTEG-MB. Programme of work on mountain biological diversity. **United Nations Environmental Program, Convention of Biological Diversity, Ad Hoc Technical Expert Group on Mountain Biodiversity**. United Nations Environment Programme, Montreal., 2003. .

VALENTE, A. S. M.; GARCIA, P.O.; SALIMENA, F.R.G. e OLIVEIRA-FILHO, A.T. Composição, estrutura e similaridade florística da Floresta Atlântica, na Serra Negra, Rio Preto–MG. **Rodriguésia**, v. 62, n. 2, p. 321-340, 2011.

VASCONCELOS, M. F. O que são campos rupestres e campos de altitude nos topos de montanha do Leste do Brasil? **Revista Brasileira de Botânica**, v. 34, p. 241-246, 2011.

WHITTAKER, R. J.; WILLIS, K. J. e FIELD, R. Scale and species richness : towards a general , hierarchical theory of species diversity. **Journal of Biogeography**, v. 28, p. 453-470, 2001.

YOHIWASA e KUBO, T. Optimal size of storage for recovery after unpredictable disturbances. **Evolutionary Ecology**, v. 11, n. 1, p. 41-65, 1997.

**ANEXOS**

Anexo 1: Variáveis ambientais levantadas para o estudo da vegetação sobre solo quartzítico na Serra Negra, Rio Preto, MG.

<b>Variável</b>	<b>Sigla</b>	<b>Unidade</b>
Potencial hidrogeniônico	pH	-
Fósforo disponível	P	mg/dm <sup>3</sup>
Potássio trocável	K	mg/dm <sup>3</sup>
Cálcio trocável	Ca2	cmolc/dm <sup>3</sup>
Magnésio trocável	Mg2	cmolc/dm <sup>3</sup>
Alumínio trocável	Al3	cmolc/dm <sup>3</sup>
Acidez total (H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> )	HAL	cmolc/dm <sup>3</sup>
Soma de bases	SB	cmolc/dm <sup>3</sup>
Capacidade de troca catiônica efetiva	CTCt	cmolc/dm <sup>3</sup>
Capacidade de troca catiônica a pH 7,0	CTCT	cmolc/dm <sup>3</sup>
Saturação por bases	V	%
Saturação por Alumínio	M	%
Matéria Orgânica	MO	dg/Kg
Fósforo remanescente	Prem	mg/L
Porcentagem de argila	Argila	%
Porcentagem de Silte	Silte	%
Porcentagem de Areia	Areia	%
Cobertura por rocha exposta	Rocha	%
Cobertura por solo exposto	Solo	%
Cobertura por vegetação	Vegetação	%
Altitude do ponto central da parcela	Altitude	m.s.m
Declividade	Declividade	%



Anexo 2: Espécies amostradas na vegetação sobre solos quartzíticos na Serra Negra, Rio Preto, MG. (Nº= número de coletor).

<b>Família /Espécie</b>	<b>Nº</b>
<b>Anacardiaceae</b>	
<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J.D.Mitch.	Salimena 1192
<b>Annonaceae</b>	
<i>Guatteria australis</i> A.St.-Hil	Abreu 132
<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	Dutra 22
<b>Apocynaceae</b>	
<i>Aspidosperma olivaceum</i> Müll.Arg.	Ribeiro 245
<b>Aquifoliaceae</b>	
<i>Ilex subcordata</i> Reissek	Abreu 140
<b>Asteraceae</b>	
<i>Calea</i> sp.	Ribeiro 229
<i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.) MacLeish	Ribeiro 262
<i>Eremanthus incanus</i> (Less.) Less.	Ribeiro 263
<i>Pseudobrickellia angustissima</i> (Spreng. ex Baker) R.M.King & H.Rob.	Ribeiro 237
<i>Verbesina pseudoclaussenii</i> D.J.N.Hind	Teles 402
<b>Bignoniaceae</b>	
<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos	Ribeiro 231
<b>Celastraceae</b>	
<i>Maytenus urbaniana</i> Loes.	Ribeiro 255
<b>Clethraceae</b>	
<i>Clethra scabra</i> Pers.	Salimena 1174
<b>Clusiaceae</b>	
<i>Clusia criuva</i> Cambess.	Ribeiro 233
<b>Cunoniaceae</b>	

---

<i>Lamanonia cuneata</i> (Cambess.) Kuntze	Ribeiro 240
<b>Ericaceae</b>	
<i>Agarista glaberrima</i> (Sleumer) Judd	Ribeiro 235
<i>Gaylussacia densa</i> Cham.	Ribeiro 232
<b>Erythroxylaceae</b>	
<i>Erythroxylum amplifolium</i> (Mart.) O.E.Schulz	Valente 393
<b>Euphorbiaceae</b>	
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	Valente 354
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	Ribeiro 264
<b>Fabaceae</b>	
<i>Chamaecrista cathartica</i> (Mart.) H.S.Irwin & Barneby	Ribeiro 252
Fabaceae sp1	Ribeiro 265
<b>Hypericaceae</b>	
<i>Vismia magnoliifolia</i> Cham. & Schltldl.	Ribeiro 259
<i>Vismia parviflora</i> Cham. & Schltldl.	Ribeiro 247
<b>Lamiaceae</b>	
<i>Hyptis monticola</i> Mart. ex Benth.	Ribeiro 228
<i>Vitex sellowiana</i> Cham.	Salimena 1202
<b>Lauraceae</b>	
Lauraceae sp1	Ribeiro 253
<i>Ocotea tristis</i> (Nees & Mart.) Mez	Ribeiro 261
<i>Persea rufotomentosa</i> Nees & Mart.	Ribeiro 230
<i>Persea willdenovii</i> Kosterm.	Matozinhos 132
<b>Malpighiaceae</b>	
<i>Byrsonima variabilis</i> A.Juss.	Ribeiro 236
<b>Malvaceae</b>	
<i>Pavonia viscosa</i> A.St.-Hil.	Ribeiro 242

---

---

**Melastomataceae**

<i>Miconia</i> sp1	Ribeiro 266
<i>Miconia urophylla</i> DC.	Mezzonato 21
<i>Tibouchina estrellensis</i> (Raddi) Cogn.	Ribeiro 248
<i>Tibouchina fissinervia</i> Cogn.	Ribeiro 260
<i>Trembleya parviflora</i> (D.Don) Cogn.	Ribeiro 246

**Meliaceae**

<i>Cabrlea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Salimena 1115
--	---------------

**Monimiaceae**

<i>Macropelus schwackeanus</i> (Perkins) I.Santos & Peixoto	Ribeiro 251
---	-------------

**Myrtaceae**

<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	Matozinhos 84
<i>Eugenia</i> sp1	Ribeiro 267
<i>Eugenia</i> sp2	Ribeiro 268
<i>Eugenia bimarginata</i> DC	Ribeiro 269
<i>Eugenia flamingensis</i> O.Berg	Ribeiro 250
<i>Eugenia handroana</i> D.Legrand	Antunes 170
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	Ribeiro 239
<i>Eugenia widgrenii</i> Sond. ex O.Berg	Antunes 163
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	Antunes 206
<i>Myrcia hartwegiana</i> (O.Berg) Kiaersk.	Antunes 171
<i>Myrcia mutabilis</i> (O.Berg) N.Silveira	Matozinhos 15
<i>Myrcia pulchra</i> (O.Berg) Kiaersk.	Ribeiro 249
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Ribeiro 244
<i>Myrcia venulosa</i> DC.	Antunes 179
<i>Psidium firmum</i> O.Berg	Ribeiro 270
Myrtaceae sp1	Ribeiro 271

---

---

**Ochnaceae**

*Ouratea semiserrata* (Mart. & Nees) Engl. Ribeiro 234

**Pentaphylacaceae**

*Ternstroemia brasiliensis* Cambess. Ribeiro 254

**Peraceae**

*Pera glabrata* (Schott) Poepp. ex Baill. Ribeiro 256

**Phytolaccaceae**

*Seguiera* sp. Ribeiro 272

**Primulaceae**

*Myrsine gardneriana* A.DC. Ribeiro 243

*Myrsine lancifolia* Mart. Ribeiro 227

*Myrsine umbellata* Mart. Ribeiro 258

*Myrsine* sp1 Ribeiro 273

**Rubiaceae**

*Ladenbergia hexandra* (Pohl) Klotzsch Oliveira 37

*Remijia ferruginea* (A.St.-Hil.) DC. Ribeiro 241

**Sapindaceae**

*Cupania ludowigii* Somner & Ferrucci Salimena 1204

*Matayba marginata* Radlk. Ribeiro 238

**Indeterminada**

Indeterminada 1 Ribeiro 274

---