

AIANÃ FRANCISCO SANTOS PEREIRA

**FLORÍSTICA, FITOSSOCIOLOGIA E RELAÇÃO SOLO-VEGETAÇÃO EM CAMPO
RUPESTRE FERRUGINOSO DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG**

Dissertação apresentada a
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de
Pós Graduação Botânica, para
obtenção do título de *Magister
Scientiae*.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2010**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

P436f
2010

Pereira, Aianã Francisco Santos, 1981-
Florística, fitossociologia e relação solo-vegetação em
campo rupestre ferruginoso do Quadrilátero Ferrífero, MG /
Aianã Francisco Santos Pereira. – Viçosa, MG, 2010.
xi, 97f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Inclui anexo.

Orientador: Carlos Ernesto G. Reynaud Schaefer.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Vegetação - Classificação. 2. Solos - Classificação.
3. Botânica - Quadrilátero Ferrífero (MG). 4. Comunidades
vegetais - Quadrilátero Ferrífero (MG). 5. Plantas e solo.
6. Plantas - Identificação. 7. Comunidades vegetais -
Identificação. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

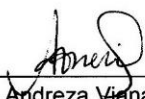
CDD 22. ed. 581.7

Aianã Francisco Santos Pereira

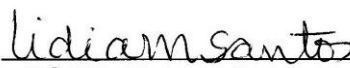
**FLORÍSTICA, FITOSSOCIOLOGIA E RELAÇÃO SOLO-VEGETAÇÃO EM CAMPO
RUPESTRE FERRUGINOSO NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG.**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Botânica, para
obtenção do título de *Magister
Scientiae*.

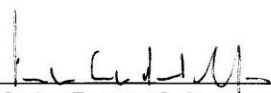
APROVADA: 28 de julho de 2010.


Prof.ª Andreza Viana Neri
(Co-Orientadora)


Prof.ª Flavia Maria da Silva Carmo
(Co-Orientadora)


Dr.ª Lidia Maria dos Santos


Dr. Waldir Gomes Ferreira Júnior


Prof. Carlos Ernesto G. Reynaud Schaefer
(Orientador)

À Deus e a virgem Soberana Criadora
Pela graça e dom concedidos.
Á todos que contribuíram e vibraram
para a realização deste trabalho

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por tudo

Aos meus pais, pelo dom da vida

À Luciane pela cumplicidade e tantas vitórias

Aos meus filhos, esperança para o futuro

Ao meu avô Lucio por acreditar em mim

À vó Carminha “*in memoriam*”

À vó Dulce, Cidimar e vô armando, obrigado

À Universidade Federal de Viçosa, fonte de sabedoria desde o curso técnico, grato pela formação.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos viabilizadora deste trabalho.

Ao professor Carlos Ernesto G. R. Schaefer pelos valiosos ensinamentos

A Lídia, fonte do interesse inicial, verdadeiro, pelo mundo vegetal das formações ferríferas.

Aos professores Walnir, Andreza, Flavia, Meubles, Felipe Simas por toda a ajuda, correções e encaminhamentos.

CONTEÚDO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	viii

CAPÍTULO I

FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA EM CAMPO RUPESTRE FERRUGINOSO DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG. 1

1. INTRODUÇÃO.....	4
2. OBJETIVOS	8
2.1. OBJETIVO GERAL	8
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
3. METODOLOGIA	9
3.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	9
3.2. FITOFISIONOMIAS ESTUDADAS.....	12
3.2.1. <i>Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo</i>	12
3.2.2. <i>Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo</i>	16
3.2.3. <i>Capão Florestal</i>	20
3.2.4. <i>Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso</i>	22
3.3. DIAGRAMA DE PERFIL DE VEGETAÇÃO E SOLO.....	23
4. RESULTADOS	24
4.1 FLORÍSTICA	24
4.2. FITOSSOCIOLOGIA	30
4.2.1. <i>Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo</i>	30
4.2.2. <i>Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo</i>	33
4.2.2.1. <i>Estrato Herbáceo</i>	33
4.2.2.2. <i>Estrato Arbustivo</i>	35
4.2.3. <i>Capão florestal</i>	38
4.2.4. <i>Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso</i>	43
5. DISCUSSÃO.....	45
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
CAPÍTULO II.....	55
RELAÇÕES SOLO-VEGETAÇÃO EM CAMPOS RUPESTRES SOBRE CANGA FERRÍFERA NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG.....	55
RESUMO	56
1. INTRODUÇÃO.....	58
2. METODOLOGIA	60
2.1 ÁREA DE ESTUDO.....	60
2.2. CARACTERIZAÇÃO DA VEGETAÇÃO	63
2.2.1. AMOSTRAGEM DA VEGETAÇÃO.....	66
2.3. CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS.....	66
2.4. ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	67

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
3.1 CARACTERIZAÇÃO DOS PERFIS DE SOLO	69
3.1.1. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DOS SOLOS.....	72
3.3. ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA (CCA)	79
4 CONCLUSÃO	90
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
ANEXOS.....	97

RESUMO

PEREIRA, Aianã Francisco Santos, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2010. **Florística, fitissociologia e relação solo-vegetação em Campo Rupestre Ferruginoso do Quadrilátero Ferrífero, MG.** Orientador: Carlos Ernesto G. R. Schaefer. Co-orientadores: Andreza Viana Neri e Flavia Maria da Silva Carmo.

O Quadrilátero Ferrífero está localizado em uma área de transição entre dois grandes domínios morfoclimáticos brasileiros, confrontando em sua borda oeste com o Domínio do Cerrado e em sua borda leste com o Domínio dos Mares de Morros florestados. Esta transição também ocorre em relação aos biomas Cerrado e Mata Atlântica. A vegetação associada às formações ferríferas, comuns no Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais, foi denominada Campo Rupestre Ferruginoso e está associada a afloramentos de itabiritos ou jaspilitos ricos em Fe, em diversos graus de intemperismo, cujas principais ocorrências no Brasil são a serra de Carajás no Pará e o Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais. Estes estão entre os ecossistemas mais ameaçados e menos estudados de Minas Gerais. Os solos sobre formações ferríferas de maneira geral são rasos, distróficos, e com alta concentração de concreções ferruginosas. Nas formações superficiais de canga, estes fatores exercem forte controle na distribuição da cobertura vegetal, submetendo a vegetação a forte pressão de seleção. Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar os solos típicos de uma área representativa de Formação Ferrífera na borda leste do Quadrilátero Ferrífero, no município de Mariana, em Minas Gerais, estudar a relação entre atributos do solo e a distribuição de espécies vegetais ao longo de um gradiente fitofisionômico e caracterizar as diferentes fitofisionomias presentes na área. Para tanto, foram selecionados os fragmentos mais conservados pertencentes às fitofisionomias: *Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo*, *Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso*, *Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo* e *Capão Florestal*. A composição florística da área foi determinada através da coleta de material fértil de forma aleatória em toda a área, as coletas foram efetuadas em intervalos bimensais, de forma a contemplar a estação seca e a estação chuvosa. A composição fitossociológica da vegetação de porte herbáceo foi determinada através da implantação de parcelas

distribuídas de forma aleatória na área de estudo. Na área abrangida pelas parcelas foram determinadas a composição de espécies, o número de indivíduos, o grau de cobertura e abundância das espécies. A caracterização do solo das diferentes fitofisionomias foi realizada através da descrição de um perfil de solo representativo em cada fitofisionomia. A classificação dos solos foi realizada de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. A caracterização química e física dos solos foi realizada através da coleta sistemática de três amostras simples, em cada parcela do levantamento fitossociológico, as coletas seguiram as profundidades do perfil descrito. Para verificar a existência de diferenças entre as características químicas dos solos das fitofisionomias estudadas, realizou-se uma análise de variância (ANOVA) com o teste Tuckey para diferenças significativas ($p < 0.05$) para tal utilizou-se o programa Statistica 6. Foram calculados os coeficientes de correlação linear (Pearson) entre variáveis químicas dos solos para cada área de estudo, sendo consideradas significativas as correlações com $p < 0,05$. Os resultados obtidos permitiram estratificar as fitofisionomias presentes na área estudada, propondo-se as seguintes fitofisionomias: (1) Capões Florestais Semidecíduais; (2) Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo; (3) Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo; (4) Campo Rupestre Ferruginoso Brejoso. As fitofisionomias identificadas foram confirmadas através da constatação da existência de padrões específicos de solos e vegetação em cada ambiente. A profundidade do solo e da serapilheira, combinados, e o tipo de intemperismo da canga são fatores determinantes para a distribuição destas fitofisionomias. Os ambientes de Campo Herbáceo e Campo Arbustivo, respectivamente apresentaram solos rasos, com horizonte A de cerca de 3 cm e profundidade total de cerca de 15cm, repousando sobre a canga couraçada contínua (horizonte litoplântico), sendo ambos classificados como PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplântico típico. Entre os perfis descritos, o perfil 3, representativo do Capão Florestal, Classificado como PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico, foi o que apresentou maior profundidade, chegando à mais de 60 cm. Já o solo do Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso foi Classificado como PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplântico Húmico. Os solos sob fitofisionomias de Campo Rupestre Ferruginoso se mostraram sempre muito pobres, ácidos e intemperizados, mas possuem importantes variáveis em atributos químicos físicos e morfológicos, que governam ou influenciam a distribuição de espécies e o adensamento de biomassa.

ABSTRACT

PEREIRA, Aianã Francisco Santos, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho of 2010. **Floristic, fitossociology and soil-vegetation relationship in Ferruginous Campo Rupestre of the Iron Quadrangle, Brazil.** Adviser: Carlos Ernesto G. R. Schaefer. Co-advisors: Andreza Viana Neri e Flavia Maria da Silva Carmo.

The Iron Quadrangle is located in a transition area between two major morphoclimatic Brazilian areas confronting in its western border with the Dominion of Cerrado and its eastern border with the mastery of the seas of forested hills. This transition also occurs in relation to Cerrado and Atlantic Forest biomes. The vegetation associated with iron formations, common in the Iron Quadrangle, in Minas Gerais was called Ferruginous Campo rupestre and is associated with outcrops of itabirites or jaspilites rich in Fe, in different degrees of weathering, the main events in Brazil are in the Serra of Carajás in Para state and in the Iron Quadrangle in Minas Gerais. These are among the ecosystems most threatened and least studied of Minas Gerais. The soil on iron formations are generally shallow, dystrophic, and with high concentration of ferruginous concretions. In the superficial formations of the canga, these factors exert a strong control on the distribution of vegetation cover, submitting the vegetation at strong selection pressure. Within this context, the objective of this study was to characterize the typical soils representative of iron formation on the eastern edge of the Iron Quadrangle in the city of Mariana, Minas Gerais, to study the relationship between the soil attributes and distribution of plant species along of a vegetational gradient and characterize the different phytophysiology in the area. To this end, we selected the most conserved fragments belonging to the vegetation types: Herbaceous Ferruginous Campo rupestre, Herbaceous Ferruginous Campo Rupestre Wetland, Shrub Ferruginous Campo Rupestre and Capão Forest. The floristic composition of the area was determined by collecting fertile material at random throughout the area, collections were made at two weekly intervals, in order to cover the dry season and rainy season. The phytosociological composition of herbaceous vegetation was determined through the implementation of plots distributed randomly in the study area. In the area covered by the plots were determined the species composition, the number of individuals, the degree of coverage and abundance of species. The soil characterization of the different phytophysiology done by describing a representative soil profile in each

phytophysiognomy. The soil classification was performed according to the Brazilian System of Soil Classification. The chemical and physical characterization of soils was carried out through the systematic collection of three single specimens in each portion of the phytosociological survey, the sampling followed the depths of the profile described. To check for differences between the chemical characteristics of soils vegetation types studied, there was an analysis of variance (ANOVA) with Tukey test for significant differences ($p < 0.05$) for that used the program Statistica 6. We calculated the correlation coefficients (Pearson) between soil chemical variables for each study area, being considered significant correlations with $p < 0.05$. The results allowed to stratify the phytophysiognomies present in the area studied, proposing the following phytophysiognomies: (1) Capão semideciduous forests, (2) Shrub Ferruginous Campo Rupestre, (3) Herbaceous Ferruginous Campo Rupestre, (4) Herbaceous Ferruginous Campo Rupestre Wetland. The phytophysiognomies identified were confirmed by the finding of specific patterns of soils and vegetation in each environment. The depth of soil and leaf litter, combined, and the type of weathering of the yoke are determining factors for the distribution of these phytophysiognomies. The environments Herbaceous Field and Field shrub, respectively had shallow soils with A horizon of about 3 cm and total depth of about 15cm, resting on the canga battleship continuous (litoplíntic horizon), both classified as typical Litoplíntic Petric Plinthosol. Among the profiles described, the profile 3, representing the Capão Forest Ranked Latossolic Petric Plinthosol, showed the greatest depth, reaching more than 60 cm. But the rusty soil of Herbaceous Ferruginous Campo Rupestre Wetland was Humic Petric Plinthosol. Soils under phytophysiognomies of Ferruginous Campo Rupestre have always been very poor, acidic and weathered, but are important variables in physical chemical and morphological attributes, which govern or influence the distribution of species and density of the biomass.

CAPITULO I

FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA EM CAMPO RUPESTRE FERRUGINOSO DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG.

RESUMO

O Quadrilátero Ferrífero está localizado em uma área de transição entre dois grandes domínios morfoclimáticos brasileiros, confrontando em sua borda oeste com o Domínio do Cerrado e em sua borda leste com o Domínio dos Mares de Morros florestados. Esta transição também ocorre em relação aos biomas Cerrado e Mata Atlântica.

A vegetação associada às formações ferríferas, comuns no Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais, foi denominada Campos Ferruginosos. Estes estão entre os ecossistemas mais ameaçados e menos estudados de Minas Gerais.

Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar as diferentes fitofisionomias presentes em um remanescente de Campo Rupestre Ferruginoso, no município de Mariana, na borda leste do Quadrilátero Ferrífero, MG. Para tanto, foram selecionados os fragmentos mais conservados pertencentes as fitofisionomias: *Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo*, *Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso*, *Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo* e *Capão Florestal*.

A composição florística da área foi determinada através da coleta de material fértil de forma aleatória em toda a área, as coletas foram efetuadas em intervalos bimensais, de forma a contemplar a estação seca e a estação chuvosa.

A composição fitossociológica da vegetação de porte herbáceo foi determinada através da implantação de trinta parcelas (1,0X1,0m) distribuídas de forma aleatória na área de estudo. Na área abrangida pelas parcelas foram determinadas a composição de espécies, o número de indivíduos, o grau de

cobertura e abundância das espécies, seguindo o proposto por Braun-Blanquet (1979).

O estudo da estrutura da comunidade de porte arbustivo se deu através da implantação de 20 parcelas de 5X5 metros. Estas parcelas foram distribuídas ao longo de 4 parcelas maiores com 25 X 5 metros, alocados de forma aleatória. Todos os indivíduos presentes nas parcelas demarcadas que apresentaram o diâmetro a altura do solo (DAS) igual ou maior que 1cm, foram amostrados, tiveram seu DAS medido com auxílio de paquímetro e sua altura mensurada com auxílio de fita métrica, isto para todos os arbustos vivos e mortos em pé.

Para o estudo da fitofisionomia de porte florestal, foram alocadas aleatoriamente 10 parcelas de 10 X 10m em diferentes capões. Todos os indivíduos com diâmetro a altura do peito, (1,3 metros de altura - DAP), superior ou igual a 3 cm tiveram sua circunferência medida com auxílio de fita métrica, sua espécie determinada, e sua altura total estimada.

Ao todo foram registradas 138 espécies em toda a área, distribuídas em 91 gêneros subordinados a 43 famílias botânicas, destas, 8 famílias são monocotiledôneas e apresentam 30 espécies e 35 famílias são eudicotiledôias somando 108 espécies

Os resultados obtidos permitiram estratificar as fitofisionomias presentes na área estudada, propondo-se as seguintes fitofisionomias: (1) Capões Florestais Semidecíduais; (2) Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo; (3) Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo; (4) Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso.

As fitofisionomias identificadas foram confirmadas através da constatação da existência de padrões específicos de solos e vegetação em cada ambiente. A profundidade do solo e da serapilheira, combinados, e o tipo de intemperismo da canga são fatores determinantes para a distribuição destas fitofisionomias.

1. INTRODUÇÃO

Atividades econômicas na região do Quadrilátero Ferrífero foram estabelecidas desde o início do período colonial mineiro dando origem a cidades como Mariana, Ouro Preto, Congonhas, Sabará, Nova Lima, entre outras. Essas atividades marcaram o território por ações predatórias iniciadas com a mineração de ouro, no desmatamento para construção das cidades e no uso da terra para a agricultura.

Dentro desse contexto, os Campos Rupestres Ferruginosos associados aos afloramentos rochosos na região do Quadrilátero Ferrífero vêm sofrendo forte pressão de atividades antrópicas, incluindo a coleta indiscriminada de espécies de valor paisagístico, o uso do fogo para limpeza de áreas, a expansão urbana e também a mineração. O Quadrilátero Ferrífero é responsável por 70% da produção brasileira de minério de ferro (DNPM, 2006).

Em virtude da coincidência das áreas de Campo Rupestre Ferruginoso com ocorrências ferríferas de elevado valor comercial, torna-se necessário o desenvolvimento de estudos orientados para a identificação das possibilidades de exploração mineral, sem o comprometimento destes ecossistemas, de forma a proteger sua biodiversidade.

O Quadrilátero Ferrífero se localiza em uma área de transição entre dois grandes domínios morfoclimáticos brasileiros, confrontando em sua borda oeste com o Domínio do Cerrado e em sua borda leste com o Domínio dos Mares de Morros florestados. Esta transição também ocorre em relação aos biomas Cerrado e Mata Atlântica, conferindo à região um caráter ecotonal.

Como o Quadrilátero Ferrífero está inserido na zona de transição destes *hotspots* brasileiros é possível encontrar várias fisionomias de destaque: Floresta Estacional Semidecidual; Matas Ripárias; Florestas Montanas ou “Capões de Altitude”; Campo Cerrado; Cerrado *sensu strictu* e Campos Rupestres (JACOBI *et al.*, 2008).

A vegetação associada às formações ferríferas, comuns no Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais foi denominada Campos Ferruginosos (RIZZINI, 1979). Estes estão entre os ecossistemas mais ameaçados e menos estudados de Minas Gerais (JACOBI *et al.*, 2008).

Uma vez que este tipo de vegetação cresce diretamente sobre as jazidas minerais de ferro, supõe-se que haja influência de altas concentrações de elementos metálicos sobre a flora, possivelmente representando o fator seletivo mais crítico, juntamente com a pobreza de nutrientes e a baixa capacidade de retenção de água dos solos. Em função dos altos teores de metais pesados no solo, as plantas podem apresentar ecótipos com nanismo ou gigantismo (PORTO & SILVA, 1989). Dependendo das características do solo, o Campo Rupestre pode apresentar indivíduos de maior porte formando um Campo Rupestre Arbustivo (NUNES, 2009).

Muitas espécies que ocorrem nestes ambientes apresentam adaptações morfológicas e/ou fisiológicas a ambientes xerofíticos, tais como folhas coriáceas ou suculentas, modificações de órgãos em estruturas de reserva, presença de pilosidade densa nas folhas e ramos, e até anatomia Kranz, presente em espécies com metabolismo CAM (LARCHER, 1995). Estas espécies são descritas como *pseudometalófitas*, *eumetalófitas* ou *hiperacumuladoras*. As espécies consideradas *pseudometalófitas* são típicas de solos que apresentam baixas concentrações de metais mas também toleram solos com altas concentrações de metais. As *eumetalófitas* são as espécies que apresentam algum mecanismo de resistência ou tolerância a metais presentes no solo, enquanto as espécies *hiperacumuladoras* são aquelas que concentram altos teores de metais em seus tecidos (WHITING *et al.*, 2004).

Estudos florísticos sobre os campos rupestres no Brasil são mais abundantes na Cadeia do Espinhaço, especialmente em solos quartzíticos

(GIULIETTI *et al.*, 1997; MEGURO *et al.*, 1994; CONCEIÇÃO & GIULIETTI, 2002). Em relação aos estudos sobre a vegetação de canga, levantamentos florísticos são escassos, sendo a maior parte deles realizada na Serra de Carajás, no estado do Pará (SECCO & MESQUITA, 1983; SILVA *et al.*, 1986; SILVA & Rosa, 1989 e SILVA *et al.*, 1996). Em relação aos trabalhos realizados na região do Quadrilátero Ferrífero, estes são raros e recentes, podendo-se citar: Porto & Silva (1989), Teixeira & Lemos Filho (2002), Vincent (2004), Mendonça (2006), Jacobi *et al.* (2007), Viana & Lombardi (2007) e Stehmann & Oliveira (2007). Porto & Silva (1989) analisaram a vegetação metalófila de três regiões da Cadeia do Espinhaço, em Minas Gerais. Enquanto que Teixeira & Lemos Filho (2002) trataram da distribuição de espécies lenhosas colonizadoras de uma cava de mineração abandonada e Vincent (2004) estudou a composição florística, a estrutura fitossociológica e as relações entre a vegetação e o solo em áreas de campos ferruginosos e quartzíticos.

Entretanto nenhum destes trabalhos, seja de ecologia ou de florística e fitossociologia considerou a existência de um Complexo Rupestre Ferruginoso, ignorando assim fotofisionomias de Capão Florestal, Campo Brejoso e outros que compõe o gradiente ambiental amostrado nestas áreas.

A flora encontrada sobre essas formações é diversificada, rica em endemismo, conta com espécies raras e ameaçadas de extinção. Algumas delas são encontradas em localidades típicas, outras são endêmicas de áreas pequenas, usualmente restritas a altitudes e substratos específicos, com pequena distribuição espacial, de maneira que sua sobrevivência depende de proteção. Alves & Kolbek (1994) chamaram a atenção para a importância da conservação dessa vegetação das cristas isoladas, que se configuram como ilhas com vegetação de espécies endêmicas. Em vista disso, a região veio a ser considerada área de importância biológica extrema e prioritária para a conservação da biodiversidade em Minas Gerais, (COSTA *et al.*, 1998; DRUMMOND *et al.*, 2005).

Em síntese, as características da cobertura vegetal existente nas cristas serranas ferruginosas, principalmente nas cotas altimétricas superiores a 900m, são bastante singulares, entre as quais podem ser ressaltadas: o

endemismo de parte de sua flora, resultante da colonização de substratos ferruginosos, sugerindo uma estreita relação entre solo e vegetação; a diversidade florística e fitofisionômica – campestres, arbustivas e arbóreas; os mecanismos de sobrevivência de suas espécies, que incluem adaptações anatômicas, morfológicas e fisiológicas, desenvolvidos em virtude dos ambientes inóspitos a que essas espécies estão sujeitas, com elevadas amplitudes térmicas e hídricas diárias e anuais; e o crescimento lento, bem como sua ocorrência restrita.(PORTO & SILVA, 1989; MENDONÇA & LINS, 2000; DOS SANTOS, 2001; TEIXEIRA & LEMOS FILHO, 2002; VINCENT, 2004; JACOBI *et al.*, 2007; MOURÃO, 2007; VIANA & LOMBARDI, 2007). Tal conjunto tão destacado de características singulares denota a importância da realização de estudos aprofundados nestes ambientes ainda hoje pouco estudados.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Caracterizar a flora de um remanescente de Campo Rupestre Ferruginoso da borda leste do Quadrilátero Ferrífero, MG.

2.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar a composição florística de um fragmento de Campo Rupestre Ferruginoso da borda Leste do Quadrilátero Ferrífero.
- Elaborar lista florística de espécies, atualizada;
- Caracterizar a estrutura horizontal e vertical das diferentes fitofisionomias estudadas.
- Avaliar a diversidade das diferentes fitofisionomias presentes nos Campos Rupestres Ferruginosos.

3. METODOLOGIA

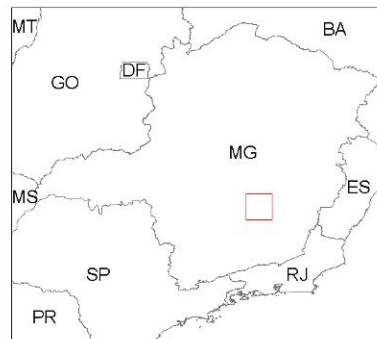
3.1. Descrição da área de estudo

O Quadrilátero Ferrífero está localizado na porção central do Estado de Minas Gerais (Figura 1), Inserido em uma região de transição entre os Biomas da Mata Atlântica e o Cerrado. A região é caracterizada por uma grande complexidade geológica, geomorfológica e pedológica que condicionam a ocorrência de um mosaico de vegetações arbóreas (Matas de Galeria, Capões Florestais), savânicas (Cerrado, Campo Rupestre Quartzítico e Ferruginoso) e herbáceas (Campo Limpo, Campo Cerrado).

As maiores cotas altimétricas estão situadas na serra do Caraça (2.072m) e as cotas mais baixas (600m) se localizam a sudeste de Ouro Preto, na borda leste do quadrilátero ferrífero (BARBOSA & RODRIGUES, 1967). Duas importantes bacias hidrográficas recebem contribuições dessa região para sua formação: a Noroeste, têm-se a bacia do rio São Francisco, com os rios Paraopeba e Velhas; e a Sudeste têm-se a bacia do rio Doce, com o rio Piracicaba e o rio Santa Barbara.

De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo Cwb (STRAHLER,1963). Este clima se caracteriza por verão mais brando e temperatura média anual mais baixa (17,4 - 19,8 °C). Os meses de dezembro, janeiro e fevereiro são os que registram as maiores precipitações, sendo o índice médio pluviométrico anual de 1.800 mm.

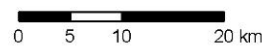
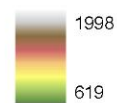
Localização



Legenda

- Área de Estudo
- Rodovias
- Limites Municipais

Altimetria (m)



Coordenadas Geográficas
Datum SAD 69

Fonte:
Limites e Rodovias: dados IBGE
Altimetria: dados do SRTM (USGA/NASA),
disponível em <http://srtm.csi.cgiar.org>

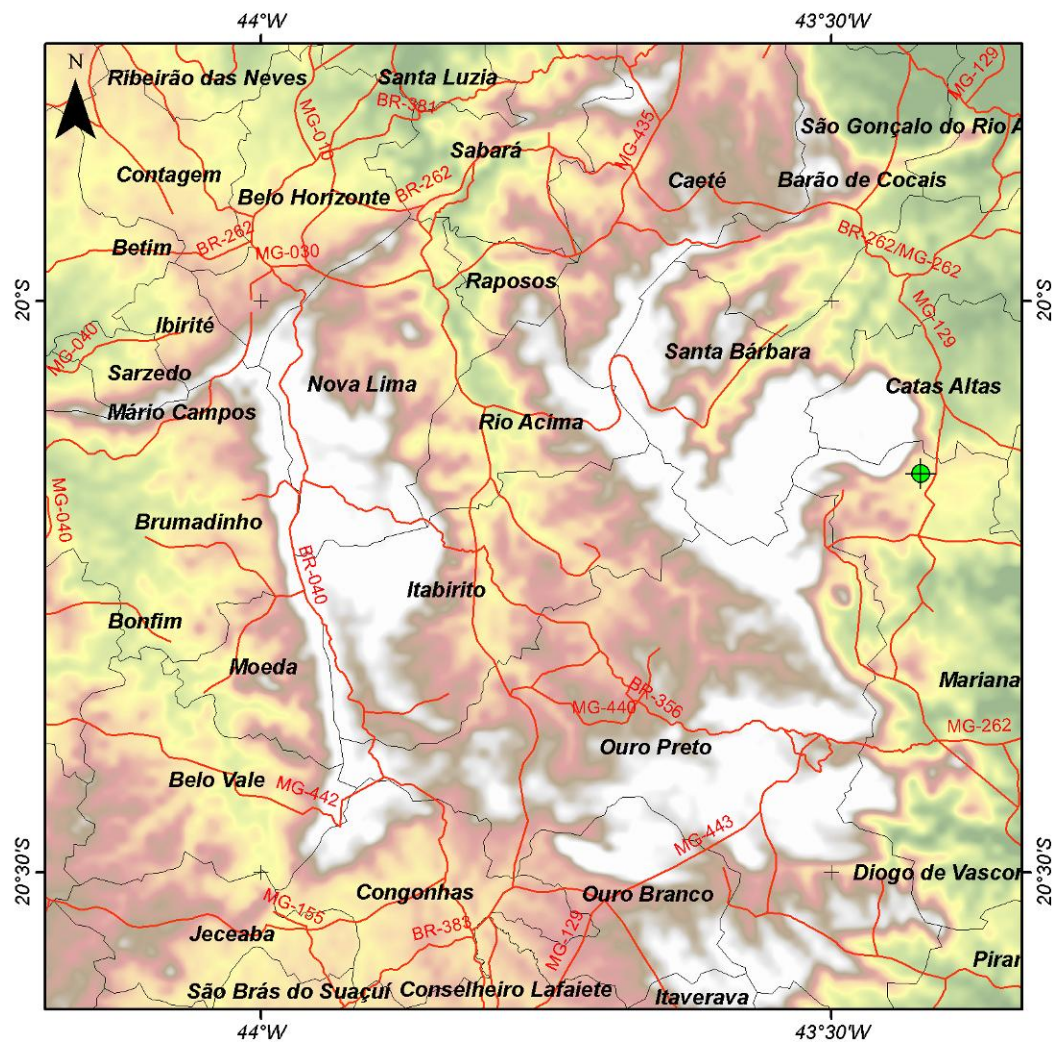


Figura 1 – Localização da área de estudo, Chapada do Canga, Município de Mariana, Mg.

A área de trabalho foi escolhida a partir da realização de estudos detalhados a partir de dados geológicos da região do Quadrilátero Ferrífero, imagens do satélite Landsat e visitas a campo, nas quais os fragmentos observados foram analisados em relação ao seu grau de conservação e possibilidade de acesso. Durante as visitas a campo, foram obtidos Pontos de Controle Terrestre (PCT) utilizando GPS de navegação, compondo uma base georreferenciada para a identificação dos padrões representados nas imagens. A partir das visitas realizadas aos fragmentos, foi selecionada uma área sobre canga ferrífera em bom estado de conservação para a realização dos levantamentos florístico e fitossociológico, e coletas de solos complementares.

Assim a área denominada Chapada do Canga, situada no município de Mariana, foi selecionada para a realização deste estudo, (cordenadas UTM 23K 0664173 e 7770059), esta se encontra a cerca de 910 metros acima do nível do mar, estando inserida na borda leste do Quadrilátero Ferrífero, dentro do Bioma Mata Atlântica, segundo o mapa de Biomas do Brasil (IBGE, 2004).

3.2. Fitofisionomias estudadas

Selecionou-se os fragmentos mais conservados pertencentes as fisionomias de *Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo*, *Campo Rupestre Arbustivo Ferruginoso*, *Capão Florestal* e *Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso*.

3.2.1. Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo

A fisionomia *Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo* é formada por uma população de plantas herbáceas, em sua maioria *Vellozia gramineae* Pohl e *Vellozia tragacantha* (Mart. ex Schult. f.) Mart. ex Seub., que conferem à área aparência de um grande gramado, com algumas poaceae esparsas (Figura 2). O estudo da vegetação que compõe o *Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo* se deu através da implantação de 10 parcelas (1,0X1,0m) distribuídas de forma aleatória na área. Na área abrangida pelas parcelas foram determinadas a

composição de espécies, o número de indivíduos, o grau de cobertura e abundância das espécies, seguindo o proposto por Braun-Blanquet (1979).



Figura 2 – Em primeiro plano parcela de amostragem da vegetação do *Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo* e ao fundo *Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo*, Chapada do Canga, Mariana, MG.

A escala de valor de cobertura e abundância das espécies em cada parcela foi determinado mediante a estimativa visual da projeção horizontal dos indivíduos de cada espécie sobre o solo e transformado em porcentagem de cobertura de acordo com a seguinte escala (Tabela 1):

Tabela 1: Grau médio de cobertura e faixa de valor de cobertura, Braun-Blanquet (1979).

Grau de Cobertura	Porcentagem Média de Cobertura
----- % -----	-----
1 – 10	5
10 – 25	17,5
25 – 50	37,5
50 – 75	62,25
75 – 100	87,5

As fórmulas utilizadas para o calculo dos parâmetros fitossociológicos para as espécies amostradas foram as propostas por Rebellato & Nunes da Cunha (2005):

- Densidade Absoluta (DA) = número de indivíduos da espécie i por unidade de área:

$$DA_i = \frac{n_i}{A}$$

Onde: DA_i = densidade absoluta da espécie i (indivíduo por m²); n_i = número de indivíduo da espécie i; A = área total amostrada (m²).

- Densidade Relativa (DR) = porcentagem dos indivíduos da comunidade correspondente aos indivíduos da espécie i:

$$DRi = \frac{100DAi}{\sum_{i=1}^n DAi}$$

Onde: DRi = densidade relativa da espécie i (%); DAi = densidade absoluta da espécie i (indivíduos por m²); ni = número de indivíduos da espécie i.

- Área de Cobertura (AC) = somatório da projeção horizontal da parte aérea de todos os indivíduos da espécie i sobre o solo, dada em m².

$$ACi = \sum \left(\frac{Api \cdot gci}{100} \right)$$

Onde: ACi = Área de cobertura da espécie i (m²); Api = área da parcela i; gci = grau de cobertura da espécie i.

- Valor de Cobertura Relativo (VCR) = área de cobertura da espécie i expressa em m² dividida pelo somatório das área de cobertura de todas as espécies amostradas.

$$VCRi = \frac{100ACi}{\sum_{i=1}^n ACi}$$

Onde: VCRi = valor de cobertura da espécie i (%); Api = área da parcela i.

- Frequência Absoluta (FA) = porcentagem de unidades amostrais em que ocorre a espécie.

$$FAi = \frac{100p}{P}$$

Onde: FAi = frequência absoluta da espécie i (%); p = número de unidades amostrais (parcelas) em que ocorre a espécie; P = número total de unidades amostrais.

- Frequência Relativa (FR) = frequência absoluta da espécie i dividida pela soma da frequência absoluta de todas as espécies, expressa em porcentagem.

$$FRi = \frac{100FAi}{\sum_{ii=1}^n FAi}$$

Onde: FRi = frequência relativa da espécie i (%); FAi = frequência absoluta da espécie i (%).

- Valor de Importância = índice composto pela soma dos valores relativos de densidade, valor de cobertura e frequência de uma espécie. O Valor de Importância foi Calculado de acordo com o proposto por Mantovani, (1987). Valor de Importância Modificado:

$$VI_i = DRI + VCRi + FRi$$

Onde: Vli = densidade relativa da espécie i (%); VCRi = valor de cobertura relativo da espécie i (%); FRi = frequência relativa da espécie i (%)

3.2.2. Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo

A fitofisionomia campo rupestre ferruginoso arbustivo se caracteriza pelo adensamento de indivíduos de porte arbustivos entremeados por indivíduos de porte herbáceos descontínuos (Figura 3). Os indivíduos arbustivos são favorecidos muitas vezes por um pequeno aprofundamento do solo, o que ocorre a partir do maior fraturamento e rugosidade da superfície da canga, formando pequenos bolsões que retém o solo. Esses bolsões permitem que as raízes explorem um volume um pouco maior de solo, e a vegetação aumente de porte.



Figura 3 – Aspecto geral do *campo rupestre ferruginoso arbustivo* na Chapada do Canga, Mariana, MG.

O levantamento florístico-fitossociológico para descrição desta vegetação foi realizado através de duas metodologias distintas, uma para o estudo do estrato herbáceo e outra para o estudo dos indivíduos do estrato arbustivo.

3.2.2.1. Estrato herbáceo

Para o estudo da estrutura horizontal desta comunidade foram implantadas 10 parcelas (1,0 X 1,0m) distribuídas de forma aleatória na área. No perímetro das parcelas foram determinadas a composição de espécies o número de indivíduos por espécie e a escala de valor de cobertura das espécies, seguindo o proposto por Braun-Blanquet (1979). O grau de cobertura das espécies em cada parcela foi determinado através da estimativa visual da projeção horizontal dos indivíduos de cada espécie sobre o solo e transformado em

porcentagem de cobertura de acordo com a escala de grau de cobertura proposta na Tabela 1.

Os parâmetros fitossociológicos para as espécies amostradas foram calculados com as mesmas fórmulas utilizadas no item 3.2.1, apresentados por Rebellato & Nunes da Cunha (2005). O Valor de Importância foi Calculado de acordo com o proposto por Mantovani (1987), utilizando a fórmula descrita no item 3.2.1.

3.2.2.2. Estrato Arbustivo

O estudo da estrutura da comunidade de porte arbustivo se deu através da implantação de 20 parcelas de 5X5 metros. Estas parcelas foram distribuídas ao longo de 4 parcelas maiores com 25 X 5 metros, alocados de forma aleatória.

Todos os indivíduos presentes nas parcelas demarcadas que apresentaram o diâmetro a altura do solo (DAS) igual ou maior que 1cm, foram amostrados e tiveram seu DAS medido com paquímetro e sua altura mensurada com auxílio de fita métrica, isto para todos os arbustos vivos e mortos em pé.

Os parâmetros fitossociológicos foram estimados de acordo com o proposto por (MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974), com a finalidade de determinar a importância de cada espécie na composição da estrutura da comunidade. Os parâmetros fitossociológicos abordados foram os usuais: densidade, dominância e frequência absoluta e relativa, utilizados na composição de valor de importância.

Em relação à análise de heterogeneidade das parcelas amostradas, utilizou-se o Índice de Diversidade de Shannon (H') (BROWER & ZAR, 1984) e o Coeficiente de Equabilidade de Pielou (J) (PIELOU, 1975).

Os parâmetros fitossociológicos foram calculados com o uso do programa Mata Nativa 2 (CIENITEC, 2006), de acordo com o proposto por Mueller-Dombois e Ellenberg (1974) e Pielou (1975), a partir das seguintes fórmulas:

- Densidade Absoluta (DA) = número de indivíduos da espécie i por unidade de área:

$$DAi = \frac{ni}{A \times 10000 \text{ m}^2}$$

Onde: DAI = densidade absoluta da espécie i (indivíduo por ha); ni = número de indivíduo da espécie i; A = área total amostrada (m²).

- Densidade Relativa (DR) = porcentagem dos indivíduos da comunidade correspondente aos indivíduos da espécie i:

$$DRi = \frac{100DAi}{\sum_{i=1}^n DAi}$$

Onde: DRi = densidade relativa da espécie i (%); DAI = densidade absoluta da espécie i (indivíduos por ha); ni = número de indivíduos da espécie i.

- Dominância Absoluta (DoA) = Área basal de todos os indivíduos da espécie por unidade de área (m² por ha).

$$DoAi = \frac{ABi}{A \times 10000 \text{ m}^2}$$

Onde: DoAi = dominância absoluta da espécie; ABi = área basal da espécie i.

- Dominância Relativa (DoR) = área basal da espécie i expressa em porcentagem da área basal total de todas as espécies.

$$DoRi = \frac{100ABi}{\sum_{i=1}^n ABi}$$

Onde: DoRi = dominância relativa da espécie i (%); ABi = área basal da espécie i.

- Frequência Absoluta (FA) = porcentagem de unidades amostrais em que ocorre a espécie.

$$FAi = \frac{100p}{P}$$

Onde: FAi = frequência absoluta da espécie i (%); p = número de unidades amostrais (parcelas) em que ocorre a espécie

- Frequência Relativa (FR) = frequência absoluta da espécie dividida pela soma da frequência absoluta de todas as espécies, expressa em porcentagem.

$$FRi = \frac{100FAi}{\sum_{ii=1}^n FAi}$$

Onde: FRi = frequência relativa da espécie i (%); FAi = frequência absoluta da espécie i (%).

- Valor de Importância = índice composto pela soma dos valores relativos de densidade, dominância e frequência de uma espécie

$$VI_i = DRi + DoRi + FRi$$

Onde: DRi = densidade relativa da espécie i (%); DoRi = dominância relativa da espécie i (%); FRi = frequência relativa da espécie i (%)

3.2.3. Capão Florestal

Em condições locais que favorecem a acumulação de material edafizado, formando um manto de solo friável, sem cimentação, há acúmulo de nutrientes, MO e água, o que possibilita o aumento de porte da vegetação, formando pequenos Capões Florestais sobre canga (Figura 4). Estes Capões Florestais exibem formas circulares ou amebóides e se beneficiam do acúmulo de nutrientes, matéria orgânica (MO) e água que estes locais propiciam, podendo ocorrer tanto em depressões como nas partes mais altas do platô de canga.

Em função do porte florestal, da deciduidade do conjunto florestal não ultrapassar 50% no período seco e do clima estacional da região, o capão florestal pode ser classificado como Floresta Estacional Semidecidual Submontana, segundo Veloso et al. (1991).



Figura 4 – Vista frontal de um Capão Florestal Sobre Canga intemperizada, amostrado neste estudo, com campo herbáceo em primeiro plano e o Capão Florestal em segundo plano.

Para o estudo desta fitofisionomia foram alocadas aleatoriamente 10 parcelas de 10 X 10m em diferentes capões. Todos os indivíduos com diâmetro a altura do peito, (1,3 metros de altura - DAP), superior ou igual a 3 cm tiveram sua circunferência medida com auxílio de fita métrica, sua espécie determinada, e sua altura total estimada.

Para o estudo da comunidade, foram utilizados os parâmetros fitossociológicos de densidade, dominância, e frequência, bem como o valor de importância, que foram obtidos pelo programa Mata Nativa 2 (Cientec, 2006), de acordo com o proposto por Mueller-Dombois e Ellenberg (1974) e Pielou (1975), de acordo com as fórmulas do item 3.2.2.2.

3.2.4. Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso

O campo rupestre ferruginoso herbáceo brejoso é um ambiente herbáceo bem peculiar nos campos ferruginosos, cuja variação hidrológica é fortemente sazonal. Constituem ambientes brejosos geralmente intermitentes, oferecendo micro ambientes completamente distintos dos demais a sua volta (Figura 5). Apresenta características hidromórficas durante o período de chuvas e se torna um ambiente completamente seco e inóspito durante o período de estiagem. Isto condiciona a existência de uma comunidade vegetal com características estruturais e de composição de espécies distintas da vegetação circundante e fortemente adaptada à este regime sazonal extremo.



Figura 5 – Vista geral do *Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso*, em primeiro plano vê-se a área representada no diagrama de perfil.

O estudo desta fisionomia foi feito através da marcação de 10 parcelas com medidas de 1 X 1 m, distribuídas aleatoriamente na área inundável. Dentro destas parcelas procedeu-se a contagem de indivíduos por espécie e a

determinação do grau de cobertura da espécie, seguindo o proposto por Braun-Blanquet (1979).

O grau de cobertura das espécies em cada parcela foi determinado através da estimativa visual da projeção horizontal dos indivíduos de cada espécie sobre o solo e transformado em porcentagem de cobertura de acordo com a Tabela 1.

As fórmulas utilizadas para o cálculo dos parâmetros fitossociológicos para as espécies amostradas foram as apresentadas por Rebellato & Nunes da Cunha (2005) descritas no item 3.2.2.2.

3.3. Diagrama de Perfil de Vegetação e Solo

Para cada área amostrada, foi construído um diagrama de perfil, representando em escala a vegetação amostrada. Este método consiste na representação da fisionomia da vegetação, adequando o comprimento e a profundidade do perfil, evidenciando o porte, o posicionamento e as formas de vida das plantas. As espécies amostradas no diagrama de perfil de vegetação foram identificadas em campo, e quando isso não foi possível, as mesmas foram coletadas para posterior identificação no herbário da UFV. Os perfis das fisionomias estudadas foram desenhados em papel milimetrado, transferidos para papel vegetal e posteriormente coloridos. Em seguida estes perfis foram digitalizados e tratados em programas de edição de imagem para melhor visualização.

Foram elaborados quatro perfis na área amostrada, correspondentes as fisionomias: Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo, Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo, Capão Florestal e Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso.

4. RESULTADOS

4.1 Florística

Durante a execução dos trabalhos de campo foram registradas 108 espécies em toda a área, distribuídas em 91 gêneros subordinados a 42 famílias botânicas, destas, 8 famílias são monocotiledôneas e apresentam 30 espécies e 34 famílias são eudicotiledôias (Tabela 2).

A família com maior riqueza florística foi Myrtaceae, com 16 espécies representando 11,59% do total das espécies amostradas. Melastomataceae teve 10, enquanto Asteraceae e Fabaceae obtiveram 9 cada uma, o que representou 7,25 e 6,87% das espécies amostradas. Poaceae contou com 8 espécies, 5,80% do total de espécies amostrados e Malpigiaceae, Lauraceae, Rubiaceae e Velloziaceae apresentaram 7 cada e 5,07% do total (Tabela 3).

As famílias de monocotiledôneas de maior riqueza foram Poaceae com 8 espécies, somando 5,80% das espécies amostradas seguida por Cyperaceae com 7 e 5,07%, respectivamente (Figura 6).

As famílias Anacardiaceae, Apocynaceae, Celastraceae, Combretaceae, Elaeocarpaceae, Ericaceae, Eriocaulaceae, Salicaceae, Humiriaceae, Iridaceae, Lacistmataceae, Lamiaceae, Lythraceae, Malvaceae, Mayacaceae, Monimiaceae, Ochnaceae, Malpigiaceae, Phyllanthaceae, Polygonaceae, Rutaceae, Sapotaceae e Simaroubaceae apresentaram apenas uma espécie cada, representando cada uma, 0,72% das espécies amostradas em todas as famílias (Tabela 3).

Tabela 2 - Lista florística das Espécies amostradas em quatro fitofisionomias; Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo (CRFH), Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo (CRFA), estrato herbáceo (EH) e estrato arbustivo (EA), Capão Florestal (CF) e Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso (CRFB) em Mariana, MG.

Família	Espécies	CRFH	CRFA		CF	CRFB
			EH	EA		
Anacardiaceae	<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J. D. Mitch				X	
Annonaceae	<i>Guatteria sellowiana</i> Schltdl.				X	
	<i>Guatteria villosissima</i> A.St.-Hil.				X	
	<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng				X	
	<i>Xylopia sericea</i> A. St.-Hil.				X	
Apocynaceae	<i>Mandevilla tenuifolia</i> (J.C.Mikan) Woodson	X				
Aquifoliaceae	<i>Ilex subcordata</i> Reissek	X		X		
	<i>Ilex theezans</i> Mart.	X				
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin				X	
	<i>Schefflera vinosa</i> (Cham. & Schltdl.) Frodin & Fiaschi				X	
Asteraceae	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.			X		
	<i>Baccharis reticularia</i> DC.			X		
	<i>Dasyphyllum sprengelianum</i> (Gardner.) Cabrera			X		
	<i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.) MacLeish			X	X	
	<i>Eremanthus incanus</i> (Less.)			X	X	
	<i>Lychnophora syncephala</i> Sch.Bip.			X		
	<i>Lychnophora pinaster</i> Mart.			X		
	<i>Mikania</i> sp. F.W.Schmidt			X		
	<i>Pseudobrickellia angustissima</i> (Spreng. ex Baker) R.M.King & H.Rob.			X		
Bromeliaceae	<i>Cryptanthus schwacheanus</i> Mez		X			
	<i>Dyckia rariflora</i> Schult.f.		X			
Burseraceae	<i>Protium brasiliense</i> (Spreng.) Engl.				X	
	<i>Protium heptaphyllum</i> L.Marchand				X	
Celastraceae	<i>Maytenus gonoclada</i> Mart.				X	
Clusiaceae	<i>Clusia arrudea</i> Planch. & Triana				X	
	<i>Tovomita leucantha</i> Planch. & Triana				X	
Combretaceae	<i>Buchenavia pabstii</i> Marquete & C.Valente				X	

Continua...

Tabela 2 – Continuação...

Família	Espécies	CRFH	CRFA		CF	CRFHB
			EH	EA		
Cyperaceae	<i>Bulbostylis eleocharoides</i> Kral & M.T.Strong	X				
	<i>Cyperaceae sp1</i>					X
	<i>Cyperaceae sp 2</i>					X
	<i>Lagenocarpus rigidus</i> (Kunth.) Nees		X			X
	<i>Rhynchospora consanguinea</i> (Boeckeler)	X				
	<i>Rhynchospora exaltata</i> C.B.Clarke in Urb.	X				
	<i>Rhynchospora setigera</i> (Griseb.)	X				
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea monosperma</i> (Benth.)				X	
Ericaceae	<i>Agarista pulchra</i> (G.Don)	X				
Eriocaulaceae	<i>Paepalanthus sp.</i> (Kunth)					X
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Muell. Arg.				X	
	<i>Croton comosus</i> Müll.Arg.			X		
	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.				X	
	<i>Phyllanthus klotzschianus</i> Müell. Arg.			X		
	<i>Sebastiania glandulosa</i> (Mart.) Pax			X		
	<i>Abarema brachystachya</i> (DC.) Barneby & J.W.Grimes				X	
	<i>Bauhinia rufa</i> (Graham)			X		
Fabaceae	<i>Chamaecrista mucronata</i> (Spreng.) H.S.Irwin & Barneby			X		
	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.				X	
	<i>Dalbergia villosa</i> Benth.				X	
	<i>Galactia martii</i> DC.			X		
	<i>Machaerium brasiliense</i> (Vogel)				X	
	<i>Stryphnodendron polyphyllum</i> Mart.				X	
	<i>Swartzia oblata</i> R.S. Cowan				X	
Salicaceae	<i>Casearia decandra</i> Jacq.			X	X	
Humiriaceae	<i>Humiriastrum dentatum</i> (Casar.) Cuatrec.			X		
	<i>Neomarica rupestris</i> (Ravenna) Chukr		X			
Lacistemataceae	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.				X	
Lamiaceae	<i>Vitex montevidensis</i> Cham.				X	
Lauraceae	<i>Cinnamomum quadrangulum</i> Kosterm.			X		
	<i>Cryptocaria saligna</i>			X		
	<i>Cryptocaria sp.</i> (Gay)				X	
	<i>Ocotea bicolor</i> Vattimo-Gil				X	
	<i>Ocotea percoriacea</i> Kosterm.				X	
	<i>Ocotea sp</i> Aubl.				X	
	<i>Ocotea tristis</i> Mart. ex Nees			X	X	

Continua...

Tabela 2 – Continuação...

Família	Espécies	CRFH	CRFA		CF	CRFHB
			EH	EA		
Lythraceae	<i>Diplusodon buxifolius</i> DC.		X	X		
Malpighiaceae	<i>Byrsonima variabilis</i> A. Juss.			X		
	<i>Heteropterys anoptera</i> A.Juss.			X		
	<i>Heteropterys campestris</i> A. Juss.			X		
	<i>Heteropterys</i> sp. Kunth			X		
	<i>Pera glabrata</i> Poepp. ex Baill.				X	
Malvaceae	<i>Sida glaziovii</i> K.Schum.	X				
Mayacaceae	<i>Mayaca</i> sp.					X
Melastomataceae	<i>Cambessedesia hilariana</i> DC.	X				
	<i>Leandra cancellata</i> Cogn.			X		
	<i>Miconia cinnamomifolia</i> Naudin				X	
	<i>Miconia corallina</i> Spring ex Mart.				X	
	<i>Miconia sellowiana</i> Naudin				X	
	<i>Miconia theazans</i> (Bonpl.) Cogn.				X	
	<i>Miconia trianaei</i> Cogn. In Mart.				X	
	<i>Miconia chartacea</i> Triana				X	
	<i>Tibouchina heteromalla</i> Cogn.			X		
	<i>Tibouchina multiflora</i> Cogn.			X		
Monimiaceae	<i>Macropheplus ligustrinus</i> Perkins				X	
Myrsinaceae	<i>Myrsine lancifolia</i> Mart.				X	
	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.				X	
	<i>Myrsine</i> sp.L.				X	
Myrtaceae	<i>Calyptanthus pulchella</i> DC.				X	
	<i>Eugenia cerasiflora</i> Kurz				X	
	<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.			X		
	<i>Eugenia sonderiana</i> O.Berg.				X	
	<i>Eugenia</i> sp. 1				X	
	<i>Eugenia</i> sp. 2			X	X	
	<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner)			X	X	
	D.Legrand & Kausel					
	<i>Myrcia amazonica</i> DC.				X	
	<i>Myrcia eriocalyx</i> DC.				X	
	<i>Myrcia obovata</i> Nied. In Engl. & Prantl				X	
	<i>Myrcia pulchra</i> Kiaersk.			X	X	
	<i>Myrcia splendens</i> DC.			X	X	
	<i>Myrcia venulosa</i> DC.				X	
	<i>Psidium robustum</i> O.Berg				X	
	<i>Siphoneugena densiflora</i> O.Berg			X	X	
	<i>Siphoneugena kiaerskoviana</i> (Burret) Kausel				X	
Ochnaceae	<i>Ouratea semiserrata</i> Engl.			X	X	

Continua...

Tabela 2 – Continuação...

Família	Espécies	CRFH	CRFA		CF	CRFHB
			EH	EA		
Orchidaceae	<i>Acianthera teres</i> (Lindl.) Luer	X	X			
	<i>Cattleya bicolor</i> Lindl.				X	
	<i>Oncidium gracile</i> (Lindl.) Beer	X	X			
Poaceae	<i>Axonopus conduplicatus</i> G.A.Black	X				
	<i>Axonopus siccus</i> Kuhlman.	X	X			
	Poaceae sp1	X				X
	Poaceae sp2					X
	Poaceae sp3					X
	<i>Panicum subulatum</i> Spreng.	X				
	<i>Panicum wettsteinii</i> Hack.		X			
	<i>Paspalum pilosum</i> Lam.	X				X
Polygonaceae	<i>Coccoloba acrostichoides</i> Cham.			X		
Rubiaceae	<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.				X	
	<i>Cordia concolor</i> (Cham.) Kuntze				X	
	<i>Declieuxia fruticosa</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Kuntze			X		
	<i>Ferdinandusa speciosa</i> Pohl			X		
	<i>Ixora schottiana</i> Müll.Arg.				X	
	<i>Palicourea croceoides</i> Ham.				X	
	<i>Psyllocarpus laricoides</i> Mart. & Zucc.			X		
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.				X	
Sapindaceae	<i>Cupania emarginata</i> Cambess.				X	
	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.				X	
	<i>Matayba marginata</i> Radlk.				X	
Sapotaceae	<i>Micropholis gardneriana</i> Pierre				X	
Simaroubaceae	<i>Simaba glabra</i> Engl. In Mart.				X	
Velloziaceae	<i>Barbacenia flava</i> Mart. ex Schult.			X		
	<i>Vellozia albiflora</i> Pohl		X			
	<i>Vellozia brachypoda</i> L.B.Sm. & Ayensu			X		
	<i>Vellozia compacta</i> Mart.			X		
	<i>Vellozia graminea</i> Pohl	X	X			
	<i>Vellozia tragacantha</i> Mart. ex Seub.	X				
	<i>Velosia</i> sp2			X		
	<i>Lippia gracilis</i> Schauer			X		
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta glabra</i> Cham.			X		
	Morfoespécie 1				X	X
	Morfoespécie 2					X

Tabela 3 – Principais famílias botânicas amostradas, número de gêneros por espécie, número de espécies amostradas por família e a porcentagem em relação ao total de espécies amostradas.

Família	Número de gêneros	Número de Espécies	% do Número de Espécies
Myrtaceae	6	16	11,59
Melastomataceae	4	10	7,25
Asteraceae	6	9	6,52
Fabaceae	9	9	6,52
Poaceae	3	8	5,80
Cyperaceae	5	7	5,07
Lauraceae	3	7	5,07
Rubiaceae	7	7	5,07
Velloziaceae	2	7	5,07
Malpighiaceae	4	6	3,62
Euphorbiaceae	4	5	3,62
Annonaceae	2	4	2,90
Myrsinaceae	1	3	2,17
Orchidaceae	3	3	2,17
Sapindaceae	2	3	2,17
Araliaceae	2	2	1,45
Bromeliaceae	2	2	1,45
Burseraceae	2	2	1,45
Clusiaceae	2	2	1,45
Verbenaceae	2	2	1,45
Anacardiaceae	1	1	0,72
Apocynaceae	1	1	0,72
Aquifoliaceae	1	1	0,72
Celastraceae	1	1	0,72
Combretaceae	1	1	0,72
Elaeocarpaceae	1	1	0,72
Ericaceae	1	1	0,72
Eriocaulaceae	1	1	0,72
Salicaceae	1	1	0,72
Humiriaceae	1	1	0,72
Iridaceae	1	1	0,72
Lacistemataceae	1	1	0,72
Lamiaceae	1	1	0,72
Lythraceae	1	1	0,72
Malvaceae	1	1	0,72
Mayacaceae	1	1	0,72
Monimiaceae	1	1	0,72
Ochnaceae	1	1	0,72
Polygonaceae	1	1	0,72
Rutaceae	1	1	0,72
Sapotaceae	1	1	0,72
Simaroubaceae	1	1	0,72
Indeterminadas		2	1,44

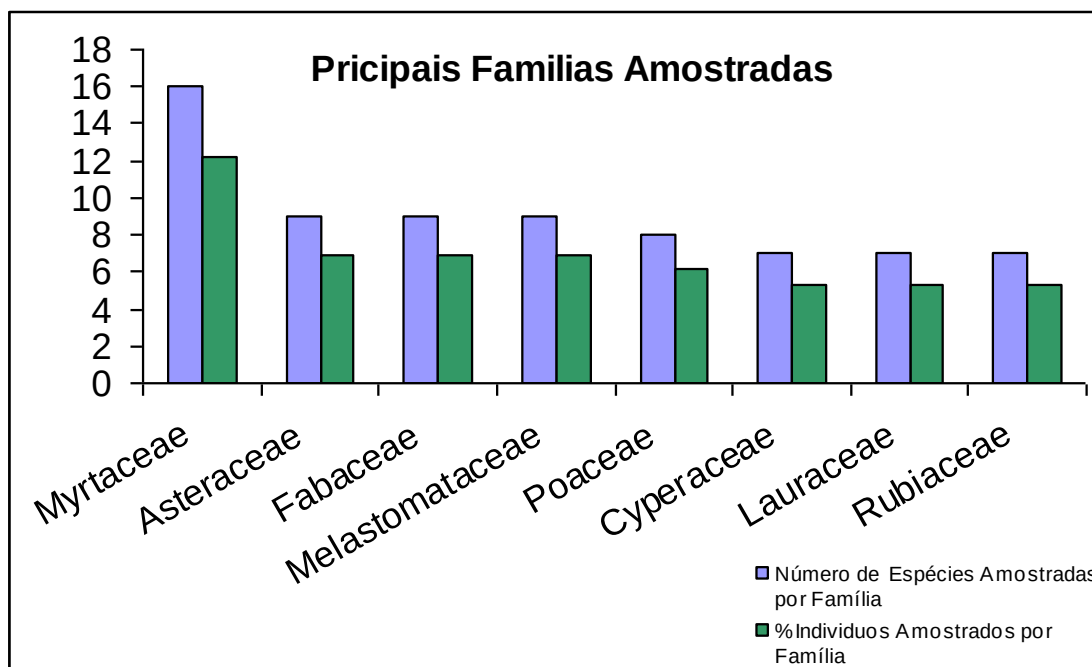


Figura 6 – Principais famílias amostradas em relação ao número de indivíduos e % de indivíduos amostrados.

Duas espécies permanecem sem identificação, outras 11 espécies foram identificadas apenas a nível de gênero, sendo 3 espécies da família Poaceae, 2 espécies da família Myrtaceae, 2 Malpigiaceae, 2 Lauraceae, 1 Eriocaulaceae e 1 Mayacaceae.

As famílias mais ricas em número de gêneros foram Fabaceae com 9 gêneros amostrados, Rubiaceae com 7, Asteraceae e Myrtaceae com 6 cada uma e Melastomataceae com 4. Os gêneros que apresentaram maior riqueza específica foram *Myrcia* com 6 espécies, *Eugenia*, *Miconia* e *Vellozia* com 5 cada uma, e *Ocotea*, com 4.

4.2. Fitossociologia

4.2.1. Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo

Para esta fisionomia 1013 indivíduos foram amostrados.

Em relação à composição florística, o Campo ferruginoso Herbáceo apresentou 10 espécies, distribuídas em 7 gêneros pertencentes a 4 famílias botânicas. Entre as famílias amostradas Poaceae foi a que apresentou maior

riqueza, com 4 espécies; Cyperaceae obteve 3 e Velloziaceae teve 2, Melastomataceae apenas 1.

Nesta fitofisionomia *Vellozia graminea* foi a espécie que mais se destacou, com valor de importância de 21,79% e 100% de frequência absoluta, estando presente, portanto, em todas as parcelas amostradas. Com relação ao número de indivíduos amostrados e ao valor de cobertura, 92,10% e 68,30% respectivamente, pertencem a esta espécie (Tabela 4, Figura 7). A espécie *Axonopus siccus* foi a que obteve o segundo maior de valor de importância, 3,23, o que se deve principalmente a sua frequência relativa elevada, 14,29% (Tabela 4).

A estrutura vertical da comunidade foi ilustrada por meio da elaboração de um diagrama de perfil (1,0X0,5m), onde é possível observar a fitofisionomia estudada (Figura 8).

Com relação a diversidade florística desta área, a fisionomia Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo obteve um Índice de diversidade de Shannon (H') de 1,87, e Índice de equabilidade de Pielou (J') calculada para esta fisionomia de 0,81.

Tabela 4 - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas no campo ferruginoso herbáceo, em Mariana, MG, ordenadas de forma decrescente em valor de importância, em que FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; DA = densidade absoluta (número de indivíduos/m²); DR = densidade relativa (%); VCR = Valor de cobertura relativo; VI = Valor de Importância (%)

Nome científico	Família	FA	FR	DA	DR	VCR	VI
<i>Vellozia graminea</i>	Velloziaceae	100,00	35,71	93,30	92,10	68,30	21,79
<i>Axonopus siccus</i>	Poaceae	40,00	14,29	2,10	2,07	12,68	3,23
<i>Rhynchospora consanguinea</i>	CyMalpigiaceae	50,00	17,86	0,30	0,30	4,32	2,50
<i>Bulbostylis eleocharoides</i>	CyMalpigiaceae	20,00	7,14	0,50	0,49	7,78	1,71
<i>Rhynchospora setigera</i>	CyMalpigiaceae	20,00	7,14	1,30	1,28	1,15	1,06
<i>Axonopus conduplicatus</i>	Poaceae	10,00	3,57	2,10	2,07	2,02	0,85
<i>Vellozia tragacantha</i>	Velloziaceae	10,00	3,57	0,10	0,10	2,02	0,63
<i>Panicum subulatum</i>	Poaceae	10,00	3,57	1,20	1,18	0,58	0,59
<i>Paspalum pilosum</i>	Poaceae	10,00	3,57	0,05	0,50	0,58	0,03
<i>Cambessedesia hilariana</i>	Melastomataceae	10,00	3,57	0,30	0,30	0,58	0,49
<i>Paspalum pilosum</i>	Poaceae	10,00	3,57	0,10	0,10	0,58	0,47

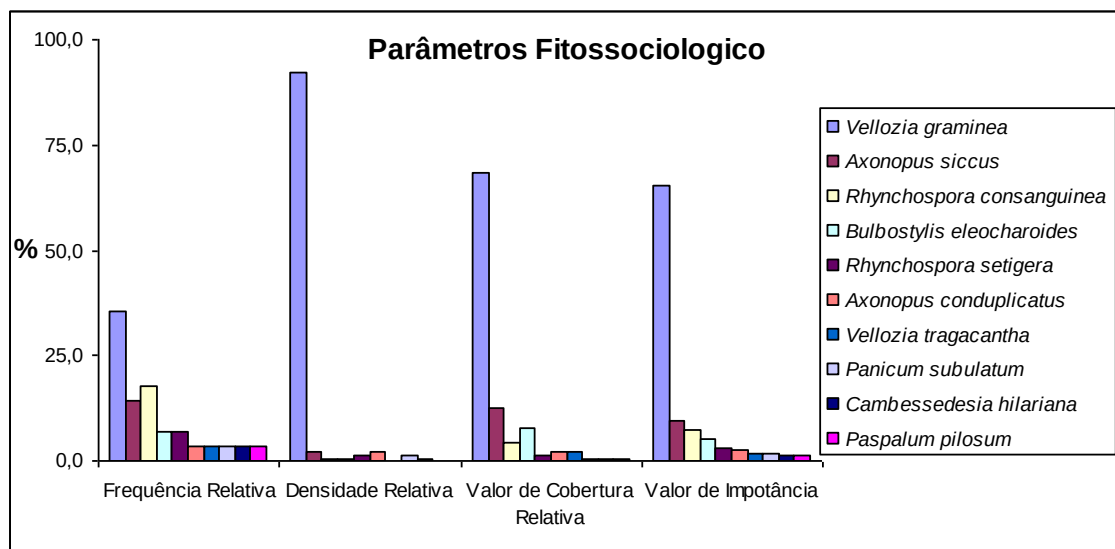


Figura 7 – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas no campo ferruginoso herbáceo, mariana, MG.

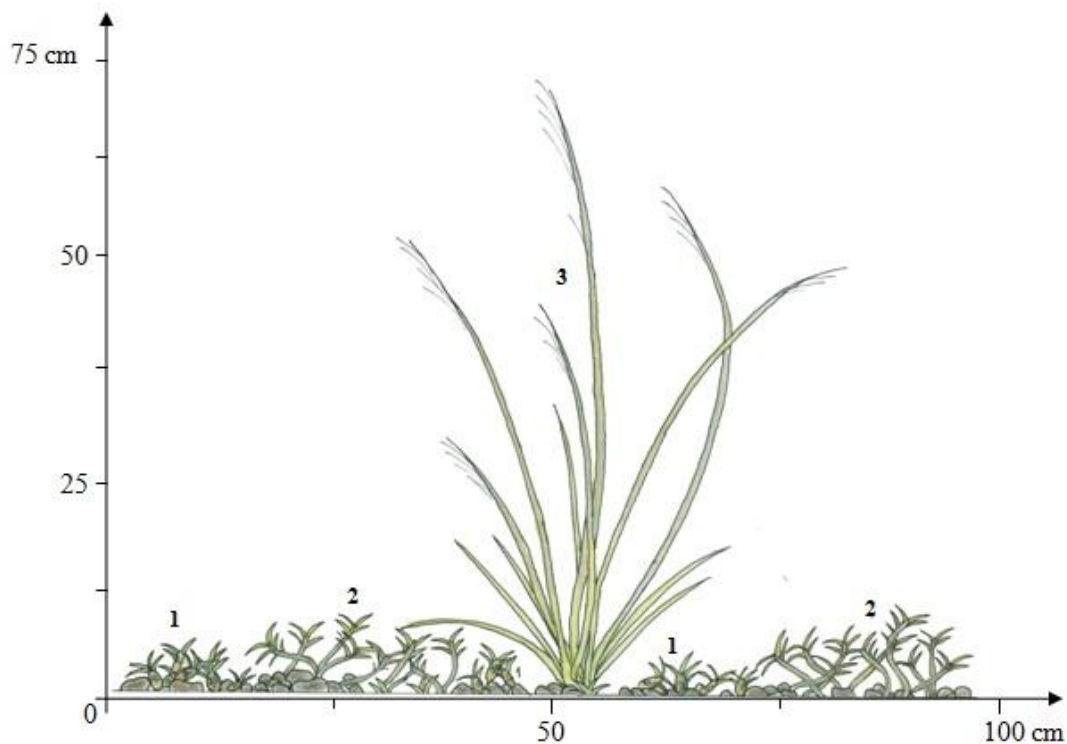


Figura 8 – Diagrama de perfil da fisionomia campo rupestre ferruginoso herbáceo, ilustrando a estrutura vertical da população. 1- *Vellozia graminea*, 2- *Vellozia tragacantha*, 3- *Axonopus siccus*. Escala 1:30; dimensão: 1,0X0,5m. (Ilustração: Olívia)

4.2.2. Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo

O *campo rupestre ferruginoso arbustivo* apresenta grande dominância de espécies de porte arbustivo, que dão nome à fisionomia, porém possui um significativo estrato herbáceo, que apresenta características florísticas e estruturais distintas das encontradas para o estrato arbustivo. Assim os resultados foram organizados em duas seções, *Estrato Herbáceo do CRA*, e *Estrato Arbustivo do CRA*.

4.2.2.1. Estrato Herbáceo

No estrato herbáceo do CRA obteve-se 179 indivíduos em 10m² de área amostrada. Nesta área foram levantadas 11 espécies inclusas em 9 gêneros, pertencentes a 6 famílias botânicas, todas Monocotiledôneas.

Dentre os indivíduos amostrados, *Axonopus siccus* foi a espécie que obteve maior valor de importância, com 38,63%. A segunda espécie de maior VI nesta fisionomia foi *Cryptanthus schwacheanus*, com 12,87%. A soma dos valores de importância destas duas espécies perfazem 51,50% do valor de importância do estrato herbáceo amostrado nesta fisionomia (Figura 9). O valor de cobertura relativo obtido por *Axonopus siccus* nesta amostragem (47,11%) (Tabela 5), foi o parâmetro que mais contribuiu para o alto valor de importância obtido para esta espécie.

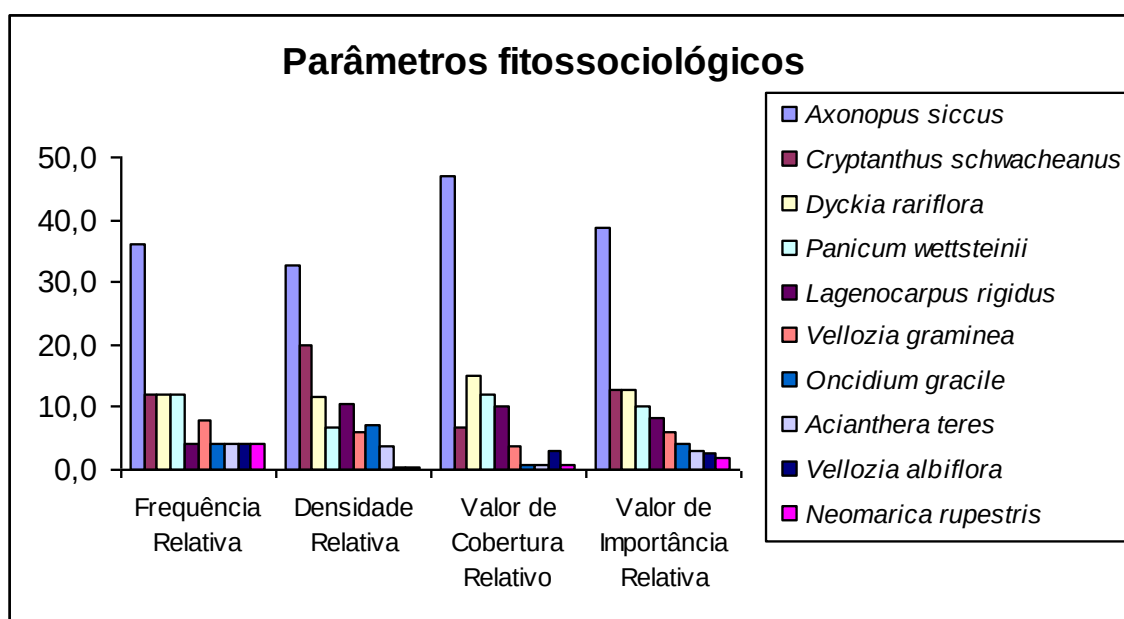


Figura 9 – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na vegetação de porte herbáceo do campo rupestre ferruginoso arbustivo, Mariana, MG.

O índice de diversidade de Shannon (H') calculado nesta fisionomia foi de 1,94, enquanto o índice de equabilidade de Pielou (J'), foi de 0,84.

Tabela 5 - Parâmetros fitossociológicos das espécies de porte herbáceo amostradas em um Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo, em Mariana, MG, ordenadas de forma decrescente em valor de importância, em que FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa (%); DA = densidade absoluta (número de indivíduos/m²); DR = densidade relativa (%); VCR = Valor de Cobertura relativa(%) e VI = valor de importância.

Espécie	Família	FA	FR	DA	DR	VCR	VI
<i>Axonopus siccus</i>	Poaceae	90,0	36,0	5,9	32,7	47,1	
		0	0	0	8	1	38,63
		30,0	12,0	3,6	20,0		
<i>Cryptanthus schwacheanus</i>	Bromeliaceae	0	0	0	0	6,61	12,87
		30,0	12,0	2,1	11,6	14,8	
<i>Dyckia rariflora</i>	Bromeliaceae	0	0	0	7	8	12,85
		30,0	12,0	1,2		11,9	
<i>Panicum wettsteinii</i>	Poaceae	0	0	0	6,67	8	10,22
	CyMalpigiaceae	10,0		1,9	10,5	10,3	
<i>Lagenocarpus rigidus</i>	e	0	4,00	0	6	3	8,29
		20,0		1,1			
<i>Vellozia graminea</i>	Velloziaceae	0	8,00	0	6,11	3,72	5,94
		10,0		1,3			
<i>Oncidium gracile</i>	Orchidaceae	0	4,00	0	7,22	0,83	4,01
		10,0		0,7			
<i>Acianthera teres</i>	Orchidaceae	0	4,00	0	3,89	0,83	2,90
		10,0		0,1			
<i>Vellozia albiflora</i>	Velloziaceae	0	4,00	0	0,56	2,89	2,48
		10,0		0,1			
<i>Neomarica rupestris</i>	Iridaceae	0	4,00	0	0,56	0,83	1,79

4.2.2.2. Estrato Arbustivo

Com relação a amostragem da vegetação de porte arbustivo, foram medidos e identificados 1036 indivíduos, inclusos em 31 gêneros, pertencentes a 42 espécies de fanerógamas, inseridas em 16 famílias botânicas.

O índice de diversidade de Shannon foi de 2,60 e o índice de equabilidade de Pielou foi de 0,69, indicando a inexistência de dominância pronunciada entre as espécies amostradas neste levantamento.

As principais famílias botânicas em termos de riqueza de espécies foram Asteraceae (8 espécies), Myrtaceae (6 espécies), Velloziaceae, Lauraceae e Malpighiaceae com 4 espécies cada (Figura 10).

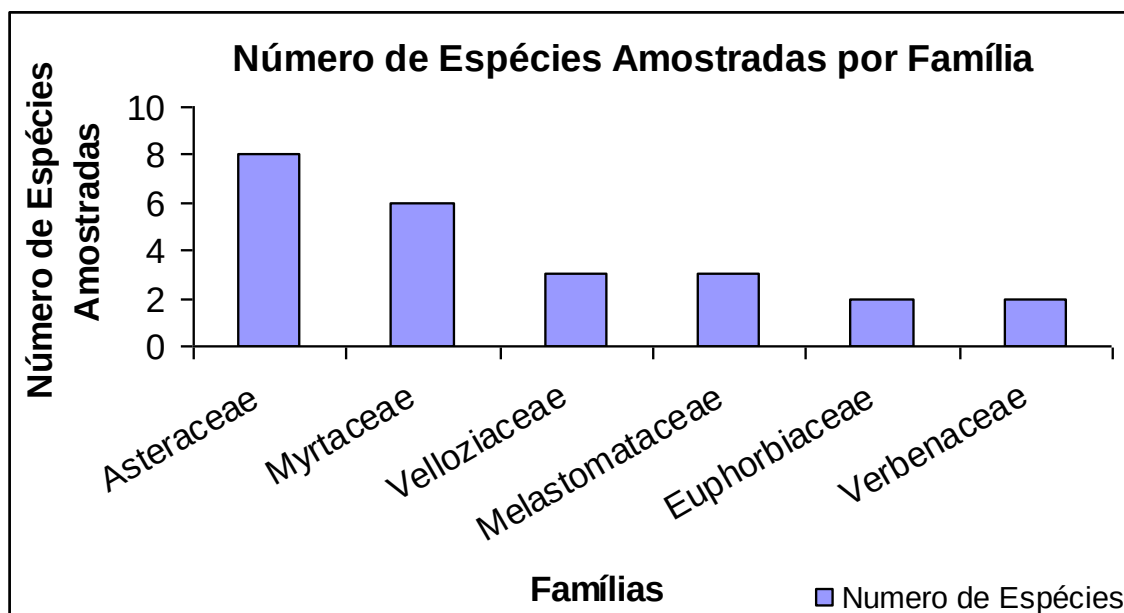


Figura 10 – Número de espécies amostradas na vegetação arbustiva do campo rupestre ferruginoso arbustivo em suas principais famílias, Mariana, MG.

Vellozia compacta foi a espécie que apresentou maior valor de importância para esta fisionomia (30,38%), em seguida os arbustos mortos em pé (8,25%), *Stachytarpheta glabra* (6,07%) foi a terceira espécie de maior valor de importância seguida de *Eremanthus incanus*, que obteve (5,63%) (Figura 11) (Tabela 6).

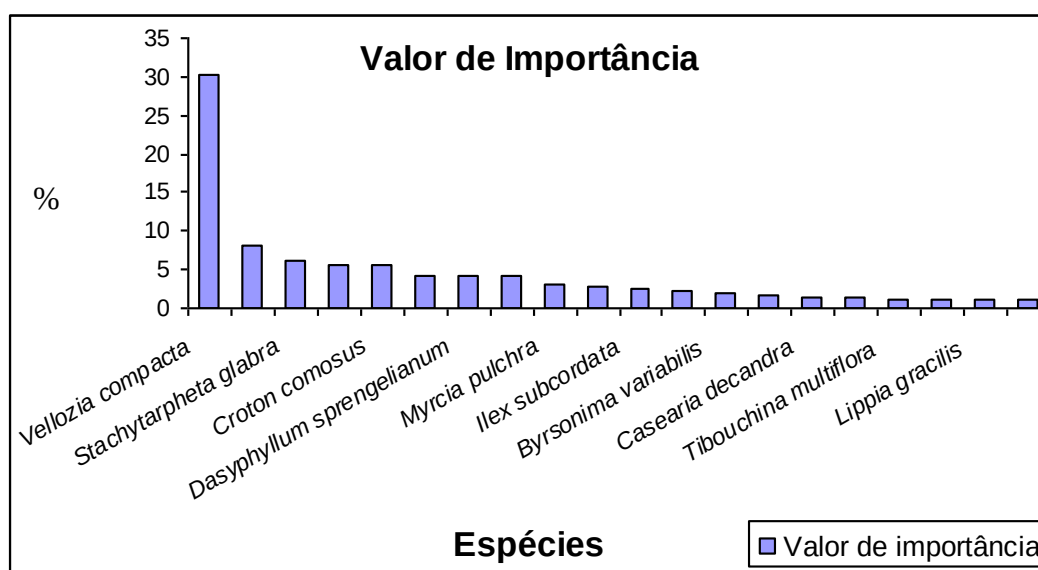


Figura 11 – Valor de importância das principais espécies amostradas na vegetação de porte arbustivo do campo rupestre ferruginoso arbustivo.

Tabela 6 - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas no campo rupestre arbustivo sobre Canga Couraçada, Chapada do Canga, Mariana-MG, ordenadas de forma decrescente em valor de importância, em que N = número de indivíduos; DA = densidade absoluta (número de indivíduos/ha); DR = densidade relativa (%); FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa (%); DoA = dominância absoluta (m²/ha); DoR = dominância relativa (%); VC = Valor de Cobertura (%) e VI = valor de importância (%)

Espécie	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC (%)	VI (%)
<i>Vellozia compacta</i>	350	7000	33,78	70	6,33	25,67	51,03	42,41	30,38
<i>Morta</i>	91	1820	8,78	95	8,60	3,70	7,36	8,07	8,25
<i>Stachytarpheta glabra</i>	53	1060	5,12	90	8,14	2,49	4,95	5,03	6,07
<i>Eremanthus incanus</i>	87	1740	8,4	50	4,52	2,00	3,97	6,18	5,63
<i>Croton cf. comosus</i>	53	1060	5,12	90	8,14	1,69	3,35	4,23	5,54
<i>Sebastiania glandulosa</i>	41	820	3,96	80	7,24	0,86	1,70	2,83	4,30
<i>Dasyphyllum sprengelianum</i>	71	1420	6,85	60	5,43	0,24	0,48	3,67	4,25
<i>Tibouchina heteromalla</i>	41	820	3,96	60	5,43	1,45	2,89	3,42	4,09
<i>Myrcia pulchra</i>	34	680	3,28	35	3,17	1,43	2,85	3,07	3,10
<i>Lychnophora pinaster</i>	28	560	2,7	30	2,71	1,55	3,08	2,89	2,83
<i>Ilex subcordata</i>	18	360	1,74	15	1,36	2,06	4,10	2,92	2,40
<i>Barbacenia flava</i>	15	300	1,45	15	1,36	2,12	4,21	2,83	2,34
<i>Byrsonima variabilis</i>	25	500	2,41	25	2,26	0,56	1,12	1,77	1,93
<i>Pseudobrickellia angustissima</i>	15	300	1,45	20	1,81	0,80	1,59	1,52	1,61
<i>Casearia decandra</i>	14	280	1,35	15	1,36	0,90	1,79	1,57	1,50
<i>Cinnamomum quadrangulum</i>	8	160	0,77	35	3,17	0,10	0,20	0,48	1,38
<i>Tibouchina multiflora</i>	6	120	0,58	30	2,71	0,21	0,42	0,50	1,24
<i>Lychnophora syncephalla</i>	6	120	0,58	30	2,71	0,16	0,31	0,44	1,20
<i>Lippia gracilis</i>	10	200	0,97	25	2,26	0,15	0,29	0,63	1,17
<i>Myrceugenia miersiana</i>	7	140	0,68	25	2,26	0,23	0,46	0,57	1,13
<i>Bauhinia rufa</i>	6	120	0,58	20	1,81	0,08	0,15	0,36	0,85
<i>Leandra cancellata</i>	4	80	0,39	20	1,81	0,16	0,32	0,35	0,84
<i>Eremanthus erythropappus</i>	6	120	0,58	20	1,81	0,04	0,08	0,33	0,82
<i>Velosia sp 2</i>	1	20	0,1	5	0,45	0,90	1,78	0,94	0,78
<i>Baccharis reticularia</i>	8	160	0,77	15	1,36	0,10	0,19	0,48	0,77
<i>Heteropterys anoptera</i>	9	180	0,87	15	1,36	0,04	0,09	0,48	0,77
<i>Psyllocarpus laricoides</i>	3	60	0,29	15	1,36	0,15	0,29	0,29	0,65
<i>Heteropterys campestris</i>	2	40	0,19	10	0,90	0,24	0,47	0,33	0,52
<i>Eugenia puniceifolia</i>	3	60	0,29	10	0,90	0,03	0,06	0,17	0,42
<i>Diplusodon buxifolius</i>	3	60	0,29	10	0,90	0,01	0,01	0,15	0,40
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	2	40	0,19	10	0,90	0,05	0,11	0,15	0,40
<i>Heteropterys sp.</i>	3	60	0,29	5	0,45	0,02	0,03	0,16	0,26
<i>Myrcia splendens</i>	2	40	0,19	5	0,45	0,04	0,07	0,13	0,24
<i>Coccoloba acrostichoides</i>	2	40	0,19	5	0,45	0,02	0,05	0,12	0,23
<i>Cryptocaria saligna</i>	1	20	0,1	5	0,45	0,03	0,05	0,08	0,20
<i>Ouratea semiserrata</i>	1	20	0,1	5	0,45	0,03	0,05	0,08	0,20
<i>Vellozia cf. brachypoda</i>	1	20	0,1	5	0,45	0,01	0,02	0,06	0,19
<i>Eugenia sp. 2</i>	1	20	0,1	5	0,45	0,00	0,01	0,05	0,19
<i>Ocotea tristis</i>	1	20	0,1	5	0,45	0,00	0,01	0,05	0,19
<i>Declieuxia fruticosa</i>	1	20	0,1	5	0,45	0,00	0,01	0,05	0,18
<i>Phyllanthus klotzschianus</i>	1	20	0,1	5	0,45	0,00	0,00	0,05	0,18
<i>Siphoneugena densiflora</i>	1	20	0,1	5	0,45	0,00	0,01	0,05	0,18
Total	1036	20720	100	1105	100,00	50,29	100,00	100,00	100,00

As famílias que apresentaram maiores números de indivíduos amostrados foram Velloziaceae com 367 indivíduos, representando 38,84% do total; Asteraceae, com 223 e 23,6%; Euphorbiaceae com 94, 9,95%; Verbenaceae com 63 e 6,67%; e Melastomataceae com 51 e, 5,4%.

A estrutura fisionômica da comunidade foi ilustrada através da elaboração de um perfil diagrama, desenhado em campo em papel milimetrado na escala de 1:20 e com dimensões de 5 X 1,5 metros (Figura 12).

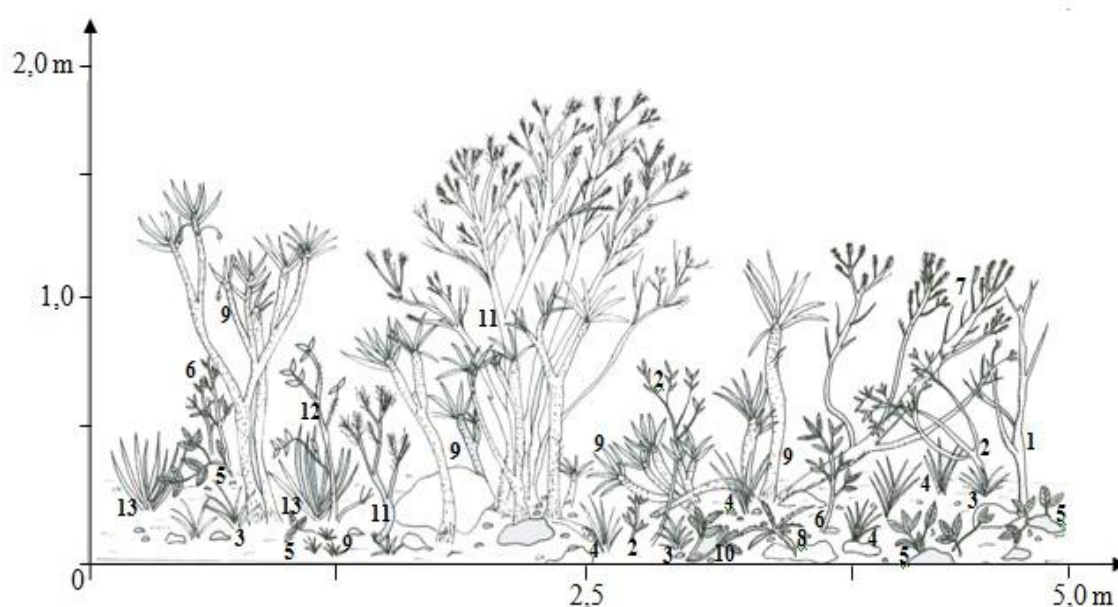


Figura 12 – Diagrama de perfil ilustrando a estrutura fisionômica das populações amostradas no campo rupestre ferruginoso arbustivo. 1 – Morta; 2 - *Sebastiania glandulosa*; 3 - *Axonopus siccus*; 4 - *Panicum wettsteini*; 5 - *Clitoria* sp.; 6 - *Croton* cf. *comosus*; 7 - *Lychnophora pinaster*; 8 - *Dyckia rariflora*; 9 - *Vellozia compacta*; 10 - *Stachytarpheta glabra*; 11 - *Lychnophora syncephalla*; 12 - *Dasyphyllum sprengelianum*; 13 - *Neomarica rupestris*. Escala 1:20. Dimensão 5 X 1,5 metro. (Ilustração: Olívia)

4.2.3. Capão florestal

No Capão Florestal foram amostrados 705 indivíduos arbóreos distribuídos em 67 espécies, pertencentes a 45 gêneros de 26 famílias botânicas (Tabela 5). Em relação a diversidade, o índice de Shannon calculado para esta fisionomia foi de 3,24 e a o índice de equabilidade de 0,77, indicando boa distribuição das espécies na área, não havendo, portanto, dominância expressiva de nenhuma espécie nos capões florestais.

As principais famílias botânicas amostradas no levantamento fitossociológico, em termos de riqueza de espécies foram: Myrtaceae, com 15 espécies, seguida por Fabaceae (7), Lauraceae (5), Melastomataceae (4), Rubiaceae e Sapindaceae (3 cada) (Figura 14).

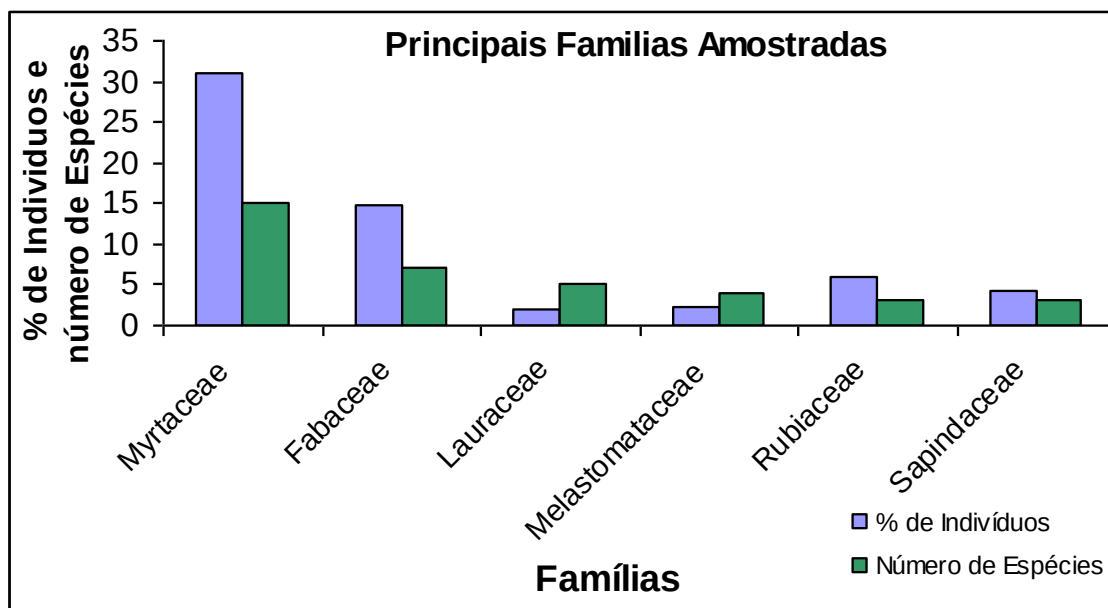


Figura 14 – Famílias amostradas com maior riqueza de espécies e % de indivíduos amostrados na fitofisionomia capão florestal em Mariana, MG. (Myrtaceae, Fabaceae, Lauraceae, Melastomataceae, Rubiaceae e sapindaceae).

Em relação ao número de indivíduos a família Myrtaceae mais uma vez se destacou, apresentando 201 indivíduos, representando 31,11% do total. Em seguida aparece a família Malpigiaceae, que se destacou pelo número elevado de indivíduos amostrados (112), representando 17,34% do total. Fabaceae também se destacou com 95 indivíduos, representando 14,71% do total. Rubiaceae apresentou 39 indivíduos amostrados, e 6,04%; e Annonaceae com 30 indivíduos, representou 4,64% do total.

Com relação aos principais gêneros amostrados, o gênero *Myrcia* foi o que apresentou maior riqueza, com 6 espécies, seguido por *Eugenia*, *Miconia* e *Ocotea* com 4 espécies cada. O gênero *Myrsine* também se destacou com 3 espécies.

As espécies que mais se destacaram com relação ao valor de importância foram: *Copaifera langsdorffii* (11,98%), *Pera glabrata* (8,81%), *Myrcia amazonica* (8,60%). As árvores mortas em pé somaram 7,71% do VI da área e *Machaerium brasiliense* com 5,46% (Tabela 7).

Tabela 7 - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas nos Capões Florestais, Chapada do Canga, Mariana-MG, ordenadas de forma decrescente em valor de importância, em que N = número de indivíduos; DA = densidade absoluta (número de indivíduos/ha); DR = densidade relativa (%); FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa (%); DoA = dominância absoluta (m²/ha); DoR = dominância relativa (%); VC = Valor de Cobertura (%) e VI% = valor de importância (%).

Nome Científico	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC (%)	VI (%)
<i>Copaifera langsdorffii</i>	67	670	9,50	100	4,78	8,78	21,65	15,58	11,98
<i>Pêra glabrata</i>	112	1120	15,89	60	2,87	3,11	7,66	11,77	8,81
<i>Myrcia amazonica</i>	101	1010	14,33	80	3,83	3,10	7,64	10,98	8,60
<i>Morta</i>	58	580	8,23	100	4,78	4,10	10,11	9,17	7,71
<i>Machaerium brasiliense</i>	14	140	1,99	50	2,39	4,86	11,99	6,99	5,46
<i>Amaioua guianensis</i>	37	370	5,25	100	4,78	2,04	5,02	5,14	5,02
<i>Cupania emarginata</i>	15	150	2,13	50	2,39	1,47	3,61	2,87	2,71
<i>Eugenia sonderiana</i>	24	240	3,40	60	2,87	0,57	1,41	2,41	2,56
<i>Guatteria villosissima</i>	21	210	2,98	70	3,35	0,39	0,95	1,96	2,43
<i>Xylopia brasiliensis</i>	6	60	0,85	30	1,44	1,91	4,71	2,78	2,33
<i>Alchornea triplinervia</i>	6	60	0,85	30	1,44	1,85	4,57	2,71	2,28
<i>Eugenia cerasiflora</i>	11	110	1,56	70	3,35	0,45	1,11	1,33	2,01
<i>Eugenia sp. 1</i>	15	150	2,13	70	3,35	0,19	0,47	1,30	1,98
<i>Lacistema pubescens</i>	16	160	2,27	60	2,87	0,23	0,56	1,42	1,90
<i>Matayba marginata</i>	11	110	1,56	60	2,87	0,44	1,09	1,33	1,84
<i>Myrsine umbellata</i>	14	140	1,99	50	2,39	0,32	0,80	1,39	1,73
<i>Siphoneugena kiaerskoviana</i>	11	110	1,56	50	2,39	0,29	0,71	1,14	1,56
<i>Calythranthes pulchella</i>	8	80	1,13	60	2,87	0,22	0,55	0,84	1,52
<i>Casearia decandra</i>	8	80	1,13	60	2,87	0,22	0,54	0,84	1,52
<i>Myrsine lancifolia</i>	13	130	1,84	40	1,91	0,27	0,66	1,25	1,47
<i>Guatteria sellowiana</i>	8	80	1,13	50	2,39	0,35	0,86	1,00	1,46
<i>Eremanthus erythropappus</i>	5	50	0,71	40	1,91	0,66	1,62	1,17	1,42
<i>Ocotea tristis</i>	8	80	1,13	40	1,91	0,18	0,44	0,79	1,16
<i>Myrcia pulchra</i>	8	80	1,13	40	1,91	0,13	0,33	0,73	1,12
<i>Schefflera morototoni</i>	8	80	1,13	40	1,91	0,09	0,22	0,68	1,09
<i>Macropheplus ligustrinus</i>	5	50	0,71	40	1,91	0,21	0,51	0,61	1,05
<i>Miconia chartacea</i>	5	50	0,71	30	1,44	0,17	0,42	0,57	0,86
<i>Sloanea monosperma</i>	4	40	0,57	20	0,96	0,43	1,07	0,82	0,86
<i>Eugenia sp. 2</i>	9	90	1,28	20	0,96	0,12	0,28	0,78	0,84
<i>Miconia trianaei</i>	5	50	0,71	30	1,44	0,12	0,30	0,50	0,81
<i>Psidium robustum</i>	6	60	0,85	20	0,96	0,18	0,44	0,65	0,75
<i>Abarema brachystachya</i>	3	30	0,43	30	1,44	0,12	0,30	0,36	0,72
<i>Miconia sellowiana</i>	3	30	0,43	30	1,44	0,09	0,22	0,32	0,69
<i>Myrcia splendens</i>	3	30	0,43	30	1,44	0,07	0,17	0,30	0,68
<i>Protium brasiliense</i>	4	40	0,57	20	0,96	0,11	0,28	0,42	0,60
<i>Ocotea sp. 1</i>	1	10	0,14	10	0,48	0,48	1,19	0,66	0,60
<i>Ouratea semiserrata</i>	6	60	0,85	10	0,48	0,16	0,40	0,62	0,58
<i>Miconia cinnamomifolia</i>	2	20	0,28	20	0,96	0,17	0,41	0,35	0,55

Continua...

Tabela 7- continuação

Nome Científico	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC (%)	VI (%)
<i>Clusia arrudea</i>	3	30	0,43	20	0,96	0,07	0,16	0,29	0,51
<i>Matayba guianensis</i>	1	10	0,14	10	0,48	0,29	0,72	0,43	0,45
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	2	20	0,28	20	0,96	0,02	0,05	0,17	0,43
<i>Protium heptaphyllum</i>	2	20	0,28	10	0,48	0,20	0,49	0,38	0,42
<i>Simaba glabra</i>	4	40	0,57	10	0,48	0,06	0,15	0,36	0,40
<i>Schefflera vinosa</i>	3	30	0,43	10	0,48	0,07	0,16	0,29	0,36
<i>Ixora schottiana</i>	1	10	0,14	10	0,48	0,16	0,40	0,27	0,34
<i>Cryptocaria sp.</i>	1	10	0,14	10	0,48	0,15	0,37	0,26	0,33
<i>Maytenus gonoclada</i>	3	30	0,43	10	0,48	0,04	0,09	0,26	0,33
<i>Dalbergia villosa</i>	2	20	0,28	10	0,48	0,08	0,19	0,24	0,32
<i>Tapirira obtusa</i>	1	10	0,14	10	0,48	0,12	0,30	0,22	0,31
<i>Eremanthus incanus</i>	1	10	0,14	10	0,48	0,12	0,30	0,22	0,31
<i>Myrcia venulosa</i>	1	10	0,14	10	0,48	0,11	0,27	0,21	0,30
<i>Swartzia oblata</i>	2	20	0,28	10	0,48	0,03	0,07	0,17	0,28
<i>Siphoneugena densiflora</i>	1	10	0,14	10	0,48	0,09	0,21	0,18	0,28
<i>Micropholis gardneriana</i>	2	20	0,28	10	0,48	0,02	0,05	0,17	0,27
<i>Xylopia sericea</i>	1	10	0,14	10	0,48	0,05	0,13	0,13	0,25
<i>Ocotea percoriacea</i>	1	10	0,14	10	0,48	0,06	0,14	0,14	0,25
<i>Stryphnodendron polyphyllum</i>	1	10	0,14	10	0,48	0,03	0,06	0,10	0,23
<i>Myrceugenia miersiana</i>	1	10	0,14	10	0,48	0,03	0,08	0,11	0,23
<i>Ocotea bicolor</i>	1	10	0,14	10	0,48	0,02	0,05	0,10	0,22
<i>Tovomita leucantha</i>	1	10	0,14	10	0,48	0,01	0,03	0,08	0,22
<i>Cordia concolor</i>	1	10	0,14	10	0,48	0,01	0,03	0,09	0,22
<i>Buchenavia pabstii</i>	1	10	0,14	10	0,48	0,02	0,05	0,10	0,22
<i>Myrcia obovata</i>	1	10	0,14	10	0,48	0,01	0,03	0,09	0,22
<i>Vitex montevidensis</i>	1	10	0,14	10	0,48	0,02	0,04	0,09	0,22
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1	10	0,14	10	0,48	0,01	0,03	0,09	0,22
<i>Morfoespécie 1</i>	1	10	0,14	10	0,48	0,01	0,03	0,09	0,22
<i>Myrsine sp.</i>	1	10	0,14	10	0,48	0,01	0,02	0,08	0,21
<i>Myrcia eriocalyx</i>	1	10	0,14	10	0,48	0,01	0,02	0,08	0,21
Total	705	7050	100	2090	100	40,56	100	100	100

A estrutura fisionômica desta fitofisionomia foi a que se mostrou mais distinta das demais, exibindo porte arbóreo dominante como pode ser observado no diagrama de perfil desenhado em campo. na escala de 1:40 e com dimensões de 10,0 X 2,0 metro (Figura 15).

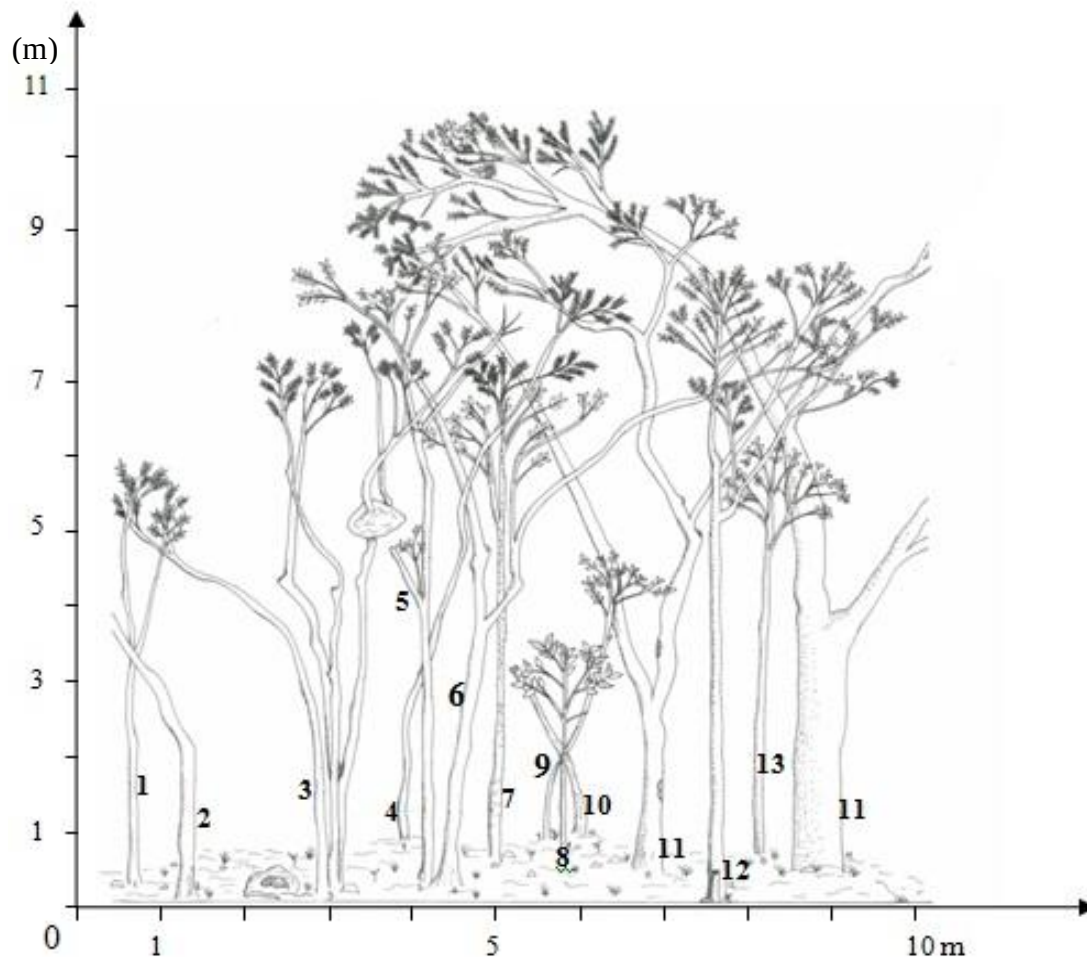


Figura 15 – Perfil diagrama ilustrativo da estrutura fisionômica da fitofisionomia capão florestal, Chapada do Canga, Mariana, MG. 1- *Eugenia* sp.1; 2- *Pera glabrata* Poepp. ex Baill; 3- *Tapirira obtusa* (Benth.) J. D. Mitch; 4- *Dalbergia villosa* Benth.; 5- *Lacistema pubescens* Mart.; 6- *Protium heptaphyllum* March.; 7- *Myrcia splendens* DC.; 8- *Amaioua guianensis* Aubl.; 9- *Calythranthes pulchella* DC.; 10- *Lacistema Pubescens*; 11- *Guatteria villosissima* A.St.-Hil.; 12- *Morta*; 13- *Copaifera langsdorffii* Desf.; 14- *Tovomita leucantha* (Schltdl.) Planch. & Triana ; 15- *Cupania emarginata* Cambess.; 16- *Copaifera langsdorffii* Desf. (Ilustração: Olivia)

4.2.4. Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso

O campo rupestre ferruginoso herbáceo brejoso, assim como as demais amostragens de vegetação herbácea, contou com 10 parcelas de 1 m² para a sua amostragem fitossociológica. Durante a amostragem foram mensurados 1039 indivíduos, distribuídos em 9 espécies, pertencentes a 4 famílias botânicas. Nesta fisionomia ainda restam 2 morfoespécies sem identificação e outras 2 identificadas a nível de gênero, enquanto outras 5 espécies foram identificadas apenas em nível de família. As famílias botânicas de maior riqueza foram Poaceae com 4 espécies, seguida de Cyperaceae com 3 espécies. As famílias Eriocaulaceae e Mayacaceae obtiveram apenas 1 espécie cada.

A espécie que obteve maior valor de importância foi *Paepalanthus sp.* com VI igual a 30,63%, 80% de frequência relativa nas parcelas amostradas e 35,97% de densidade relativa. *Cyperaceae sp2* foi a segunda espécie com maior VI (21,79) para esta fisionomia, com baixa frequência relativa (20,0%), mas com alto valor de importância devido ao seu elevado valor de cobertura relativo (23,33%). As duas espécies em questão somaram juntas, 52,42% do valor de importância (Figura 16), (Tabela 8).

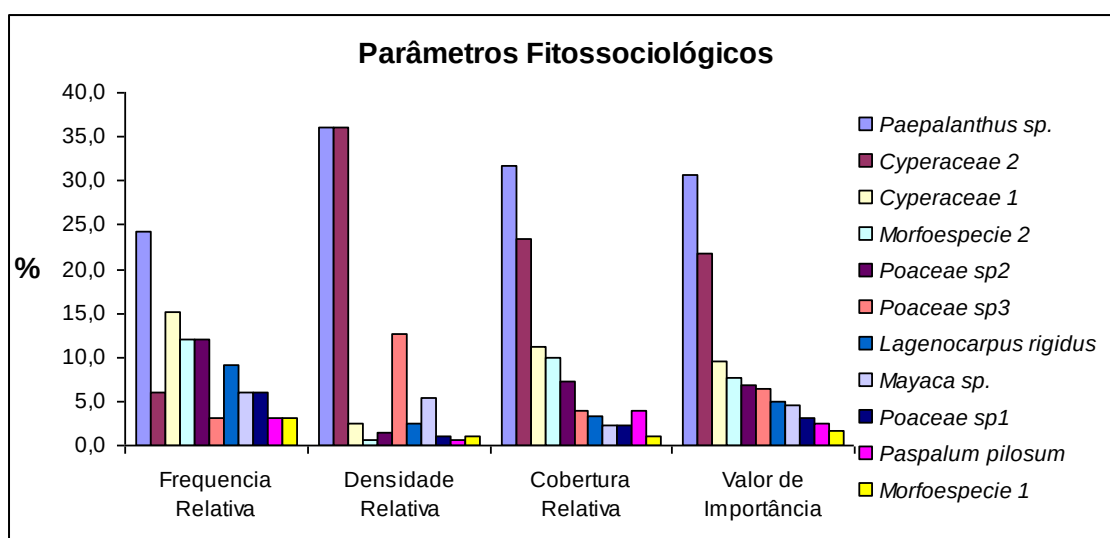


Figura 16 - Principais Espécies Amostradas no campo rupestre ferruginoso herbáceo brejoso, Chapada do Canga, Mariana, MG. (*Paepalanthus sp1*, *Cyperaceae sp2*, *Cyperaceae sp1*, *Morfoespecie 2*, *Poaceae sp2*).

Tabela 8 - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas em um campo rupestre ferruginoso brejoso, Mariana, MG, ordenadas de forma decrescente em valor de importância, em que FR = frequência relativa (%); DR = densidade relativa (%); VCR = Valor de Cobertura relativa (%) e VI (%) = valor de importância.

Nome científico	Família	FR	DR	VCR	VI
<i>Paepalanthus</i> sp.	Eriocaulaceae	24,24	35,97	31,67	30,63
Cyperaceae2	CyMalpigiaceae	6,06	35,97	23,33	21,79
Cyperaceae1	CyMalpigiaceae	15,15	2,52	11,11	9,59
Morfoespecie 2		12,12	0,72	10,00	7,61
Poaceae sp2	Poaceae	12,12	1,44	7,22	6,93
Poaceae sp3	Poaceae	3,03	12,59	3,89	6,50
<i>Lagenocarpus rigidus</i>	CyMalpigiaceae	9,09	2,52	3,33	4,98
<i>Mayaca</i> sp.	Mayacaceae	6,06	5,40	2,22	4,56
Poaceae sp1	Poaceae	6,06	1,08	2,22	3,12
<i>Paspalum pilosum</i>	Poaceae	3,03	0,72	3,89	2,55
Morfoespecie 1		3,03	1,08	1,11	1,74

Quanto a diversidade desta fisionomia, o Índice de diversidade de Shannon (H') foi de 2,19, enquanto o índice de equabilidade de Pielou (J') foi de 0,91.

A estrutura fisionômica desta fitofisionomia também foi estudada através do diagrama de perfil que ilustra a distribuição e o porte dos indivíduos amostrados no espaço. Este diagrama de perfil foi desenhado em papel milimetrado na escala de 1;30 e sua dimensão foi de 5,0 X 0,5 metros (Figura 17).

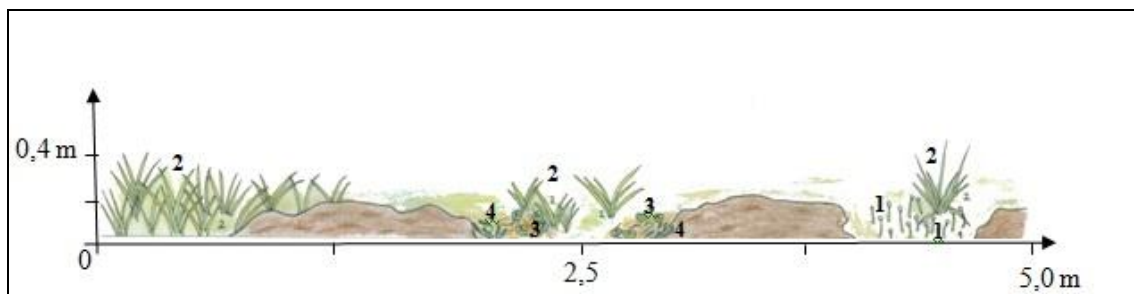


Figura 17- Diagrama de perfil ilustrativo da estrutura fisionômica do campo rupestre ferruginoso herbáceo brejoso, Chapada do Canga, Mariana, MG. 1 - *Paepalanthus* sp; 2 - *Cyperaceae* 1; 3 - Morfoespecie 1; 4 - *Mayaca* sp. (Ilustração: Olivia)

5. DISCUSSÃO

Quando comparamos os resultados do presente trabalho com os de outros realizados no Quadrilátero Ferrífero (Giulietti et al., 1987; Pirani et al., 2003; Mendonça, 2006; Jacobi et al., 2007; Viana & Lombardi, 2007; Stehmann & Oliveira, 2007; Jacobi, 2008), percebemos que os parâmetros florísticos e fitossociológicos obtidos se mostraram dentro do padrão observado para a área estudada.

Durante os trabalhos de campo foram amostradas 138 espécies pertencentes a 93 gêneros, estes subordinados a 43 famílias botânicas, isto representa 29,47% da riqueza de espécies amostradas nos quatro levantamentos sobre substrato ferruginoso citados acima, 36,4% da riqueza de gêneros e 50,0% do número de famílias presentes nestes trabalhos.

A família que apresentou maior número de espécies foi Myrtaceae com 16 espécies amostradas, Melastomataceae apresentou 10 espécies, Asteraceae e Fabaceae 9 espécies cada uma, Poaceae foi a quinta família em número de espécies amostradas e a mais rica entre as famílias de Monocotiledoneas com 8 espécies amostradas. De acordo com Jacobi, (2008), as cinco famílias que mais contribuem em número de espécies para a riqueza da flora dos Campos Rupestres Ferruginosos são: Asteraceae (59 spp), Poaceae (30 spp.) Orchidaceae e Myrtaceae (28 spp.) e Melastomataceae (23 spp.). Desta forma, dentre as cinco principais famílias em número de espécies levantadas para o Quadrilátero Ferrífero, Jacobi (2008), quatro estão entre as cinco principais famílias amostradas neste trabalho.

As 16 espécies da família Myrtaceae amostradas neste trabalho representam 57,14% da riqueza citada por Jacobi (2008), para áreas sobre substrato ferruginoso, o que evidencia ainda mais a importância desta família para a riqueza florística desta área, em especial para a fitofisionomia capão florestal. Velloziaceae também obteve riqueza de espécies elevada (7 spp.), representando 54,54% das espécies amostradas sobre Campo Rupestre Ferruginoso no Quadrilátero Ferrífero.

As famílias Anacardiaceae, Apocynaceae, Celastraceae, Combretaceae, Elaeocarpaceae, Ericaceae, Eriocaulaceae, Salicaceae, Humiriaceae, Iridaceae, Lacistemataceae, Lamiaceae, Lythraceae, Malvaceae, Mayacaceae,

Monimiaceae, Ochnaceae, Malpigiaceae, Phyllanthaceae, Polygonaceae, Rutaceae, Sapotaceae e Simaroubaceae, embora tenham apresentado apenas uma espécie cada, representando cada uma, 0,72% das espécies amostradas, possuem grande importância para a riqueza florística total, e somadas representam 18,0 % da riqueza de espécies amostradas. Portanto, quando pensamos em conservação, é importante levarmos em consideração estas famílias que juntas constituem importante fração da riqueza específica destas áreas.

A família Mayacaceae é uma família de Monocotiledôneas que apresenta apenas um gênero. Seus representantes são ervas que crescem em locais brejosos, lagoas ou rios. A distribuição das espécies de *Mayaca* Aubl. é essencialmente Neotropical, com exceção *M. baumii* Gürke, encontrada em Angola, na África. Atualmente são reconhecidas quatro espécies neotropicais para a família (*M. fluviatilis* Aubl., *M. kunthii* Seub., *M. longipes* Mart. ex Seub. e *M. sellowiana* Kunth), sendo o Brasil seu centro de origem e diversidade Carvalho (2007). A presença da família Mayacaceae neste levantamento aumenta a importância da área estudada, pois esta abriga uma espécie do gênero *Mayaca*. Esta família basal de Monocotilidônea da ordem Poales ainda não possui relato de ocorrência para áreas de campo rupestre ferruginoso na literatura, aumentando o número de famílias, gêneros e espécies presentes nestes ambientes.

Em relação a áreas disjuntas ao Quadrilátero Ferrífero, como a serra de Carajás no Pará, Nunes (2010), encontrou a família Fabaceae como a mais importante em três das quatro fisionomias amostradas em seu estudo. Silva & Rosa (1989), Morellato & Rosa (1991), Silva *et al.* (1987), apud Nunes (2010), também obtiveram em seus estudos Fabaceae como família mais rica em formações florestais e campo rupestres ferruginosos em Carajás. Para a flora do Quadrilátero Ferrífero, Fabaceae também aparece com frequência entre as famílias mais ricas em número de espécies. Viana & Lombardi (2007), citam Poaceae, Asteraceae, Fabaceae e Myrtaceae como as famílias mais ricas em seu levantamento.

Com relação aos gêneros que apresentaram maior riqueza florística neste trabalho, *Myrcia* se destacou com 6 espécies, *Eugenia*, *Miconia* e *Vellozia* com 5 espécies cada com uma e *Ocotea* 4. Para Jacobi (2008), os dez

gêneros de maior riqueza de espécies em Campos Rupestres Ferruginosos são: *Myrcia*, *Solanum*, *Vellozia*, *Baccharis*, *Eugenia*, *Panicum*, *Leandra*, *Lippia*, *Miconia* e *Passiflora*. Dos quatro gêneros de maior riqueza deste trabalho, três estão entre os dez gêneros mais ricos em Campos Rupestres Ferruginosos. A exceção é o gênero *Ocotea*, o que se deve, em parte, ao método de amostragem que contemplou toda a amplitude fitofisionômica do gradiente vegetacional e, em parte, a própria localização da área, inserida no bioma Mata Atlântica que apresenta maior representatividade da família Lauraceae.

O capão florestal foi a fisionomia estudada que apresentou maior riqueza de espécies, obtendo índice de diversidade de Shannon (H') de 3,24, o maior entre as fisionomias amostradas. Em relação a equabilidade (J), o valor obtido para esta fisionomia foi de 0,77, indicando não haver dominância das espécies de maior frequência. O índice de diversidade Shannon encontrado por Nunes (2019) para capões florestais na Serra de Carajás, Pará, foi de 3,13 enquanto a equabilidade foi 0.84.

Dentre as fitofisionomias amostradas, o capão florestal e o campo rupestre ferruginoso arbustivo foram os que apresentaram maior similaridade florística, com total de 10 espécies comuns às duas fisionomias, o que representa 9,17% da riqueza total de espécies destas fisionomias. Desta forma, 57 espécies, representando 85,08%, são exclusivas do capão florestal. Já no campo rupestre ferruginoso arbustivo, 32 espécies (76,2%) são exclusivas desta fisionomia. Com relação a amostragem do estrato herbáceo, entre o *campo rupestre ferruginoso herbáceo* e o estrato herbáceo do *campo rupestre ferruginoso arbustivo* ocorreram duas espécies em comum, o que representa 10,0% das espécies herbáceas destas fisionomias.

Entre o estrato herbáceo do *campo rupestre ferruginoso arbustivo* e o *campo rupestre ferruginoso herbáceo brejoso*, houve apenas uma espécie em comum, representando 10,0% das espécies amostradas nestas fisionomias. Desta forma, 80,0% das espécies amostradas no estrato herbáceo do *campo rupestre ferruginoso herbáceo* lhes são exclusivas; no estrato herbáceo do *campo rupestre ferruginoso arbustivo* 70,0% das espécies são exclusivas, enquanto que na fisionomia *campo rupestre ferruginoso herbáceo brejoso* 90,91% das espécies amostradas se mostram exclusivas desta fisionomia inundável.

Nunes (2009) estudando capões florestais sobre canga, amostrou 44 espécies de 32 gêneros e 25 famílias botânicas na Serra de Carajás, no Pará. A autora constatou que 52,27% espécies amostradas eram exclusivas desta fisionomia. A comparação entre estes dados sugere uma maior riqueza florística dos capões florestais do Quadrilátero Ferrífero e uma menor exclusividade de espécies nos capões florestais da Serra de Carajás.

No campo ferruginoso arbustivo, foram amostrados 31 gêneros, pertencentes a 42 espécies estas espécies inseridas em 16 famílias botânicas. O índice de Shannon foi calculado, obtendo-se o valor de 2,60, para a equabilidade de Pielou foi obtido o valor de 0,69. Nesta fitofisionomia, 76,2% das espécies amostradas são exclusivas. Em Carajás, no Pará, Nunes (2010) amostrou 43 espécies, 31 gêneros e 22 famílias botânicas em fisionomia semelhante. Das espécies amostradas 18 (41,86%) ocorreram exclusivamente no ambiente de campo rupestre ferruginoso arbustivo. O Índice de Diversidade de Shannon (H') obtido pela autora foi de 2,37 e equabilidade (J') 0,78. Para esta fisionomia os valores de diversidade e equabilidade se mostraram bem próximos com leve tendência de maior riqueza na área do Quadrilátero Ferrífero.

No estrato herbáceo do *campo ferruginoso arbustivo* 70,0% das espécies são exclusivas e no *campo ferruginoso herbáceo brejoso*, 90,91% das espécies amostradas são exclusivas desta fisionomia. Os índices de diversidade e similaridade também foram próximos entre os ambientes de amostragem do estrato herbáceo, sendo o índice de Shannon (H') de 1,87; 1,94; 2,19; e a equabilidade de Pielou (J') de 0,81; 0,84 e 0,91 ; para o campo rupestre ferruginoso herbáceo, para o estrato herbáceo do campo rupestre ferruginoso arbustivo e campo rupestre ferruginoso brejoso respectivamente

Viana & Lombardi (2007), no Quadrilátero Ferrífero, obtiveram 36,6% de espécies exclusivas no campo rupestre de canga couraçada, estes dados somados aos do presente trabalho sugerem uma baixa similaridade florística existente entre as fisionomias que compõem os campo rupestres ferruginosos, sugerindo não se tratar de estágios sucessionais na evolução da comunidade vegetal, e sim de ambientes muito peculiares que exigem adaptações bastante específicas.

6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos permitem estratificar as fitofisionomias presentes na área estudada, Chapada do Canga, em Mariana, MG. Assim foram identificadas e propostas as seguintes fitofisionomias: (1) Capões Florestais Semidecíduais; (2) Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo; (3) Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo; (4) Campo Rupestre Ferruginoso Brejoso.

As fitofisionomias identificadas no “Complexo Rupestre Ferruginoso” foram confirmadas através da constatação da existência de padrões específicos de solos e vegetação em cada ambiente. A profundidade do solo e da serapilheira, combinados, e o tipo de intemperismo da canga são fatores determinantes para a distribuição das fitofisionomias.

O Capão Florestal desenvolvido sobre canga intemperizada foi a fitofisionomia que apresentou a maior diversidade florística, possuindo também os solos mais profundos e argilosos.

A presença marcante de espécies das famílias Lauraceae e Myrtaceae nos Capões Florestais indica sua afinidade com formações Florestais Semidecíduais da região de Mar-de-Morros, (Zona da Mata) de Minas Gerais.

Os Índices de diversidade de Shannon de equabilidade de Pielou calculados se mostraram dentro do citado pela literatura para outras áreas de Campo Rupestre Ferruginoso. No entanto, a diversidade observada foi maior que em outras áreas correlatas como em Carajás, onde foram feitos estudos com metodologia similar.

O presente trabalho atendeu ao objetivo geral, de contribuir para a compreensão da geodiversidade dos campos rupestres ferruginosos do Quadrilátero Ferrífero, com ênfase em área representativa de sua borda leste, inserida no bioma Mata Atlântica.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R.J.V. & KOLBEK, J. 1994. *Plant species endemism in savanna vegetation on table mountains (Campo Rupestre) in Brazil.* **Vegetatio**, **113**: 125-139.

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

BALTAZAR, O. F., RAPOSO, F.O. *Programa levantamentos geológicos básicos do Brasil. Folha Mariana (SF.23-X-B-I). Estado de Minas Gerais. Escala: 1:100.000. Rio de Janeiro: CPRM, 1993. p.17-93.*

BRAUN-BLANQUET, J. 1979. *Fitosociologia. Bases para el estudio de las comunidades vegetales.* **H. Blume Ediciones**, **17**.

BROWER, J. E. & ZAR, J. H. 1984. *Field and laboratory methods for general ecology. 2.ed. Iowa, Wm. C. Brown Company.*

CIENTEC 2, 2006. *Consultoria e Desenvolvimento de Sistemas. Mata Nativa 2 – Manual do usuário. Viçosa, Cientec, 295p.*

CONCEIÇÃO, A. A. & GIULIETTI, A.M. 2002. *Composição florística e aspectos estruturais de campo rupestre em dois platôs do Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil.* **Hoehnea**, **29**: 37-48.

COSTA, C.M.R.; HERRMANN, G.; MARTINS, C.S.; LINS, L.V. & LAMAS, I.R. 1998. *Biodiversidade em Minas Gerais – Um atlas para sua conservação.* **Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas.**

DALANESI, P. E.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. 2004. *Flora e estrutura do componente arbóreo da floresta do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras, MG, e correlações entre a distribuição das espécies e variáveis ambientais.* **Acta Botanica Brasilica** **18**: 737-757.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). 2006. *Anuário Mineral Brasileiro, Parte III: estatística por substâncias*, 77 pp.

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

DRUMMOND, G.M.; MARTINS, C.S.; MACHADO, A.B.M.; SEBAIO, F.A.; ANTONINI, Y.(ORGS.). (2005) *Biodiversidade em Minas Gerais - Um Atlas para Sua Conservação.* 2ª ed. Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas. 222 p.

EMBRAPA. 2006. *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.* 2ª ed. Brasília, 306 p.

FERREIRA-JÚNIOR, W. G.; SILVA, A. F.; SCHAEFER, C. E. G. R.; MEIRANETO, J. A. A.; DIAS, A. S.; IGNÁCIO, M.; MEDEIROS, M. C. M. P. 2007. *Influence of soils and topographic gradients on tree species distribution in a Brazilian Atlantic Tropical Semideciduous Forest.* **Edinburgh Journal of Botany** **64**: 137-157.

GIULIETTI, A.M., PIRANI, J.R. & HERLEY, R.M. 1997. *Espinhaço Range region. Centers of plant diversity. A guide and strategy for their conservation Vol. 3. The Americas.* **National Museum of Natural History, Smithsonian Institution.** Washington, p. 397-404.

JACOBI, C. M. et al. *Plant communities on ironstone outcrops: a diverse and endangered Brazilian ecosystem.* In: **Biodiversity Conservation**, v.16, p. 2185–2200, 2007.

JACOBI C.M., *Afloramentos ferruginosos: Um ecossistem diverso e ameaçado.* In: *I Simpósio afloramentos ferruginosos no quadrilátero ferrífero: Biodiversidade, conservação e perspectivas de sustentabilidade.* **Belo Horizonte, 2008. Anais.. p. 2.**

LARCHER,W. 1995. *Physiological Plant ecology.* Berlin, Spring, Verlag 506 p.

MEGURO M., PIRANI, J.R., GIULIETTI A.M., MELLO-SILVA R. (1994) *Phytophysiognomy and composition of the vegetation of Serra do Ambrósio, Minas Gerais, Brazil.* **Rev Brasil Bot 17:149–166.**

MENDONÇA, M.P., & LINS, L.V. (Orgs.). 2000. *Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas Gerais.* **Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte. 160p.**

MOURÃO, M.A.A. 2007. *Caracterização hidrogeológica do aquífero cauê, Quadrilátero Ferrífero, MG.* 297f. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Escola de Engenharia, **Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2007.**

MUELLER-DOMBOIS, D.& ELLENBERG, H. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology.* New York, John Wiley & Sons, 820p

NUNES, J. A. 2009. *Florística, estrutura e relação solo-vegetação em gradiente fitofisionômico sobre canga, na Serra-sul, flona de Carajás – Pará.* Dissertação (Mestrado em botânica) **Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2007.**

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

PORTO, M.L. & SILVA, M.F.F. 1989. *Tipos de Vegetação Metalófila em Áreas da Serra de Carajás e de Minas Gerais, Brasil.* **Acta Botanica Brasilica 3: 1989.**

RAUNKIER, C. 1934. *The life forms of plants and statistical plant geography.* Oxford, Clarendon Press.

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

SHEPHERD, G. J. 1996. *Fitopac 1, Manual de usuário.* Campinas, São Paulo, Departamento de Botânica; Universidade Estadual de Campinas.

STRAHLER, A.N. *The Koppen climate classification system.* In: (Ed.). *Physical geography.* 2nd ed. New York: John Willey, 1963. p.185-188.

SECCO, R. S. & A. L. MESQUITA. 1983. *Nota Sobre a Vegetação de Canga da Serra Norte.I.* **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, Nova Série Botânica, 59: 1-13.**

SILVA, M.F.F., MENEZES, N.L., CAVALCANTE, P.B. & JOLY, C.A. 1986. *Estudos Botânicos: histórico, atualidade e perspectivas.* In: *Carajás – Desafio Político, Ecologia e Desenvolvimento.* CNPq, Ed. Brasiliense. Brasília.

SILVA, M.F.F. & ROSA, N.A. 1989. *Análise do Estrato Arbóreo da Vegetação sobre Jazidas de Cobre na Serra dos Carajás-Pará.* **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica 5: 175-206.**

SILVA, M. F. F.; R. S. SECCO & M. G. A. Lobo. 1996. *Aspectos Ecológicos da Vegetação Rupestre da Serra dos Carajás (PA).* **Acta Amazônica 26(1/2): 17-44.**

TEIXEIRA, W.A., LEMOS-FILHO J.P., (2002). *Fatores edáficos e a colonização de espécies lenhosas em uma cava de mineração de ferro em Itabirito, Minas Gerais.* **Revista Árvore 26:25–33**

VIANA, P.L. & LOMBARDI, J.A. 2007. *Florística e caracterização dos campos rupestres sobre canga na Serra da Calçada, Minas Gerais, Brasil.* **Rodriguésia 58: 159-177.**

VINCENT, R.C. 2004. *Florística, fitossociologia e relações entre a vegetação e o solo em área de campos ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais.* **Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 145p.**

Capítulo II

RELAÇÕES SOLO-VEGETAÇÃO EM CAMPOS RUPESTRES SOBRE CANGA FERRÍFERA NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG

RESUMO

Os campos rupestres ferruginosos são um tipo de vegetação associada a afloramentos de itabiritos ou jaspilitos ricos em Fe, em diversos graus de intemperismo, e cujas principais ocorrências no Brasil são a serra de Carajás no Pará e o Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais.

Os solos sobre formações ferríferas de maneira geral são rasos, distróficos, e com alta concentração de concreções ferruginosas. Nas formações superficiais de canga, estes fatores exercem forte controle na distribuição da cobertura vegetal, submetendo a vegetação a forte pressão de seleção.

Neste contexto, o objetivo deste capítulo foi caracterizar os solos típicos de uma área representativa de Formação Ferrífera na borda leste do Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais, e estudar a relação entre atributos do solo e a distribuição de espécies vegetais ao longo de um gradiente fitofisionômico.

A área estudada está situada na cabeceira do rio Piracicaba, bacia do rio Doce, caracteriza-se por verão mais brando e temperatura média anual mais baixa (17,4 - 19,8 °C). De acordo com a classificação climática de Koppen, a região é Cwb, os meses de dezembro, janeiro e fevereiro são os que registram as maiores precipitações, sendo o índice médio pluviométrico anual de 1.800 mm.

Foram identificados quatro padrões de vegetação (fitofisionomias) associados ao Campo Rupestre Ferruginoso sobre canga: Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo, Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo, Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso e o Capão Florestal. A amostragem da vegetação foi realizada através do método de parcelas. Para a amostragem da vegetação, foi utilizado o método de parcelas, tendo sido alocadas ao todo 60 parcelas de modo a contemplar estas unidades fitofisionômicas.

Para cada fitofisionomia foi descrito um perfil de solo representativo. A classificação dos solos foi realizada de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. A caracterização química e física dos solos foi realizada através da coleta sistemática de três amostras simples, em cada parcela do levantamento fitossociológico, as coletas seguiram as profundidades do perfil descrito.

Para verificar a existência de diferenças entre as características químicas dos solos das fitofisionomias estudadas, realizou-se uma análise de variância (ANOVA) com o teste Tuckey para diferenças significativas ($p < 0.05$) para tal utilizou-se o programa Statistica 6. Foram calculados os coeficientes de correlação linear (Pearson) entre variáveis químicas dos solos para cada área de estudo, sendo consideradas significativas as correlações com $p < 0,05$.

Os ambientes de Campo Herbáceo e Campo Arbustivo, respectivamente apresentaram solos rasos, com horizonte A de cerca de 3 cm e profundidade total de cerca de 15cm, repousando sobre a canga couraçada contínua (horizonte litoplântico), sendo ambos classificados como PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplântico típico. Entre os perfis descritos, o perfil 3, representativo do Capão Florestal, Classificado como PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico, foi o que apresentou maior profundidade, chegando à mais de 60 cm. Já o solo do Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso foi Classificado como PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplântico Húmico,

Os solos sob fitofisionomias de Campo Rupestre Ferruginoso se mostraram sempre muito pobres, ácidos e intemperizados, mas possuem importantes variáveis em atributos químicos físicos e morfológicos, que governam ou influenciam a distribuição de espécies e o adensamento de biomassa.

1. INTRODUÇÃO

Os Campos Rupestres Ferruginosos são formações vegetais associadas a afloramentos de itabiritos ou jaspilitos ricos em Fe, em diversos graus de intemperismo, e cujas principais ocorrências no Brasil são a serra de Carajás no Pará e o Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais. Rizzini, (1979) descreveu esta vegetação incluindo-a no conceito de Campos Rupestres, e a denominou Campos Ferruginosos.

Em se tratando de campos rupestres, a natureza das rochas dos afloramentos é usualmente utilizada na sua classificação (RIZZINI, 1979) e parece ser determinante na sua composição florística. A vegetação associada a afloramentos hematíticos tem sido classificada como Campo Rupestre sobre Canga (VIANA & LOMBARDI, 2007), Campos Ferruginosos (VINCENT *et al.* 2002; VINCENT, 2004), Campos Rupestres Ferruginosos (VINCENT, 2008) ou Vegetação sobre Canga (SECCO & MESQUITA 1983; SILVA, 1991).

O solo é resultado de alterações do material de origem (rocha) ao longo do tempo, sob a influência de fatores climáticos, topográficos e bióticos. Assim, o solo expressa tanto as características de seu material de origem quanto os

processos pedogenéticos atuantes. De acordo com Resende *et al.* (1995), o solo é um excelente estratificador de ambientes, determinando muitas vezes o tipo de vegetação em função da disponibilidade de nutrientes e água, permitindo uma identificação dos estratos que compõe a paisagem.

Sobre Formações Ferríferas, de maneira geral, os solos são rasos, distróficos, e com alta concentração de concreções ferruginosas. Nas formações superficiais de canga, estes fatores exercem forte controle na distribuição da cobertura vegetal (SCHAEFER *et al.*, 2008), submetendo a vegetação à pressão de seleção. Estes fatores, associados, levam a vegetação dos Campos Rupestres Ferruginosos a apresentar adaptações morfológicas e/ou fisiológicas xeromórficas ou escleromórficas, tais como folhas coriáceas ou suculentas, modificações de órgãos em estruturas de reserva, presença de pilosidade densa nas folhas e ramos, e até anatomia Kranz, presente em espécies com metabolismo CAM (LARCHER, 1995).

Rizzini (1979) descreveu dois tipos de substrato ferruginoso que diferem quanto ao grau de agregação de suas partículas e dão suporte a dois tipos de campos rupestres ferruginosos. Quando a couraça laterítica forma um lajedo, encontra-se o Campo Rupestre Ferruginoso de canga couraçada. Já quando a canga se mostra fragmentada, permitindo um maior acúmulo de solo e maior permeabilidade, desenvolve-se o Campo Rupestre Ferruginoso de canga nodular.

Como os Campos Rupestres Ferruginosos consistem num tipo de vegetação que cresce diretamente sobre jazidas minerais de elevado valor econômico, a extração de minério de ferro exerce forte pressão sobre estes ambientes. Desta forma, são necessários estudos para embasar as ações necessárias para mitigar ou compensar os impactos negativos sobre os meios físico e biótico.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar os solos típicos de uma área representativa de Formação Ferrífera na borda leste do Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais, e estudar a relação entre atributos do solo e a distribuição de espécies vegetais ao longo de um gradiente fitofisionômico.

2. METODOLOGIA

2.1 Área de Estudo

O Quadrilátero Ferrífero está localizado na porção central do estado de Minas Gerais, inserido em uma região de transição entre os Biomas da Mata Atlântica e do Cerrado (Figura 1). A região é caracterizada por uma grande complexidade geológica, geomorfológica e pedológica que condiciona a ocorrência de um mosaico de vegetações arbóreas (matas de galeria e capões), savânicas (cerrado) e campos rupestres. A área estudada no presente trabalho é conhecida como “Chapada do Canga”, localizada na região da borda leste do Quadrilátero Ferrífero, no município de Mariana, em Minas Gerais (Figura 1).

As maiores cotas altimétricas estão situadas na serra do Caraça (2.072m) e as cotas mais baixas (600m) se localizam a sudeste de Ouro Preto, na borda leste do Quadrilátero Ferrífero (BARBOSA & RODRIGUES, 1967). A área estudada no presente trabalho representa um nível aplainado em cota próxima a 900 m de altitude. Duas importantes bacias hidrográficas recebem contribuições dessa região para sua formação: a noroeste, têm-se a bacia do rio São Francisco, com os rios Paraopeba e Velhas; e a sudeste têm-se a bacia do rio Doce, com o rio Piracicaba e o rio Santa Barbara. A área estudada esta situada na cabeceira do rio Piracicaba.

De acordo com a classificação climática de Koppen, a classificação climática para a região é Cwb (STRAHLER, 1963). O clima Cwb, caracteriza-se por verão mais brando e temperatura média anual mais baixa (17,4 - 19,8 °C). Os meses de dezembro, janeiro e fevereiro são os que registram as maiores precipitações, sendo o índice médio pluviométrico anual de 1.800 mm

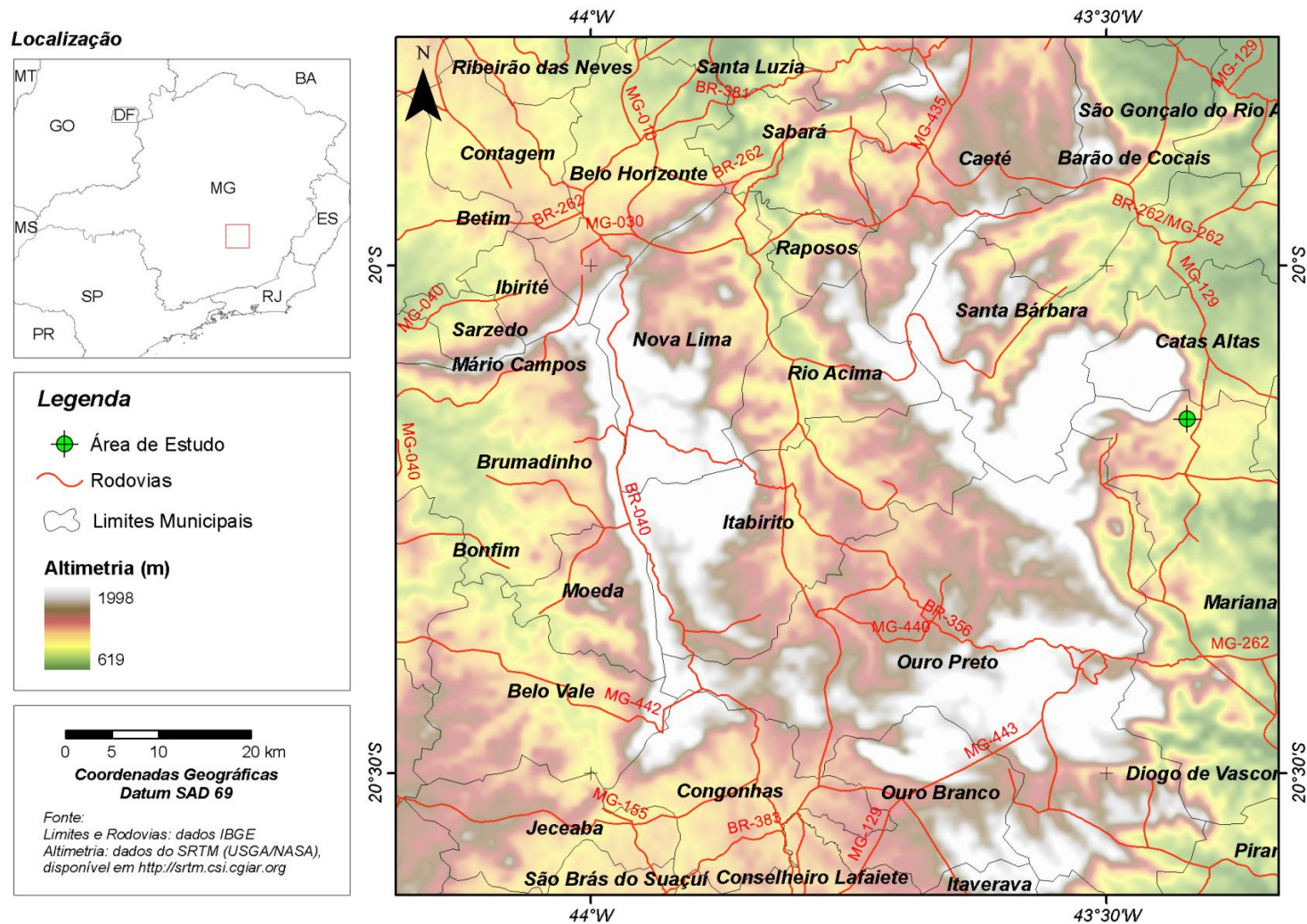


Figura 1. Localização da área de estudo no município de Mariana, Minas Gerais.

Em relação a sua inserção geológica, o Quadrilátero Ferrífero está localizado na borda sul do Cráton do São Francisco, uma unidade geotectônica de idade Brasileira (ALMEIDA, 1977). O Quadrilátero pode ser dividido em três grandes unidades geológicas: Embasamento e Supergrupo Rio das Velhas, do Arqueano; e Supergrupo Minas, do Proterozóico Inferior (ALKMIM & MARSHAK, 1998; IBRAM, 2003).

As Formações Ferríferas pertencem ao Supergrupo Minas no grupo Itabira. Os solos típicos desta formação são solos geralmente rasos, tais como, Neossolos Litólicos, Cambissolos e Plintossolos Pétricos, com vegetação que varia de campestre ao florestal altimontana, esta última em bolsões latossólicos (SCHAEFER et al., 2008). O mesmo autor ressalta que o material de origem destes solos, no Quadrilátero Ferrífero, se constitui de um espesso pacote saprolítico, composto de oxi-hidróxidos de ferro, caulinita, gibbsita e eventualmente quartzo, produtos de alteração de rochas itabiríticas que constituem, por sua vez, minério de interesse comercial.

2.2. Caracterização da vegetação

Foram identificados quatro padrões de vegetação (fitofisionomias) associados ao Campo Rupestre Ferruginoso sobre canga (Tabela 1, Figura 2): Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo, Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo, Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso e o Capão Florestal. A caracterização detalhada destas fitofisionomias bem como a estrutura e composição florística foram apresentados em Pereira (Cap. 1 deste volume).

Tabela 1. Principais características das fitofisionomias estudadas

Fitofisionomia	Características gerais
Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso	Ocorre em nível rebaixado em relação à superfície aplainada circundante, transformando-se em uma lagoa com vegetação aquática no período chuvoso. A medida que a estação seca avança, a lagoa chega a ficar completamente seca por alguns meses do ano.
Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo	Ocorre diretamente sobre a canga aflorante, em locais onde o solo raramente ultrapassa 10 cm de profundidade, com dominância das espécies <i>Vellozia graminea</i> e <i>Vellozia tragacantha</i> que conferem à área a aparência de um verdadeiro gramado. Observou-se a presença de antigos termiteiros formando pequenos murundus onde o solo se aprofunda um pouco, chegando a 20 cm de profundidade.
Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo	Ocorre em porções mais fraturadas da couraça de canga onde ocorrem solos mais profundos que no Campo Herbáceo. Exibe dominância marcante das espécies <i>Vellozia compacta</i> , <i>Lychnophora pinaster</i> e <i>Stachytarpheta glabra</i> também têm presença marcante e juntas caracterizam esta fitofisionomia. O Campo Ferruginoso Arbustivo também possui um estrato herbáceo disposto de forma esparsa em meio aos indivíduos de porte arbustivo.
Capão Florestal	Fragmentos florestais pequenos, de formato circular ou amebóide, associados a leves depressões (20 a 40cm) no relevo aplainado local. Ocorre em solos mais profundos, com menor grau de concrecionamento. O horizonte B apresenta características latossólicas, 20 a 100 cm de profundidade. Apresenta as seguintes espécies características: <i>Copaifera langsdorffii</i> , <i>Myrcia amazonica</i> , <i>Machaerium brasiliense</i> , <i>Eugenia sonderiana</i> e <i>Miconia corallina</i> .



Figura 2. Fitofisionomias amostradas. A: Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo; B: Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso na época da chuva; C: Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso na época da seca; D: Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo com destaque para a espécie *Vellozia compacta*; E: Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo com destaque para a espécie *Lychnophora pinaster*; F: Vista geral do Capão Florestal com Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo em primeiro plano; G: Vista geral do Capão Florestal com Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo em primeiro plano.

2.2.1. Amostragem da vegetação

Para a amostragem de vegetação, foi utilizado o método de parcelas proposto por Mueller-Dombois & Ellenberg (1974) e Braun-Blanquet (1979), sendo alocadas 60 parcelas de modo a contemplar as unidades fitofisionômicas presentes na área de estudo: Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo, amostrado com 10 parcelas de 1X1 m; Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo com 20 parcelas de 5X5 m, dispostas em quatro transectos alocados de forma aleatória na área, para o estudo do estrato arbustivo, e 10 parcelas de 1X1 m para o estudo do estrato herbáceo.

Todos os arbustos vivos ou mortos em pé com DAS (diâmetro a altura do solo) igual ou maior que 1 cm foram identificados quanto a sua espécie e tiveram seu DAS e altura total determinados com auxílio de paquímetro e fita métrica. O Capão Florestal contou com alocação de 10 parcelas de 10X10 m cada, sendo considerados todos os indivíduos com circunferência a 1,30 m do solo (CAP) maior ou igual a 10 cm.

A identificação do material botânico foi feita por meio de literatura especializada e por comparação no Herbário V IC do Departamento de Biologia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa. Para atualização dos binômios específicos foram utilizados o índice de espécies do Royal Botanic Gardens of Kew (1993) e as informações disponíveis no site do Missouri Botanical Garden (disponível em: <http://www.mobot.org/W3T/search/vast.html>, no mês de junho de 2010). O sistema de classificação adotado foi APG II (SOUZA & LORENZI, 2008).

2.3. Caracterização dos solos

Para cada fitofisionomia foi descrito um perfil de solo representativo, seguindo-se os procedimentos de Lemos e Santos (2005). A classificação dos solos foi realizada de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

Para a caracterização química e física dos solos foram coletadas, em cada parcela do levantamento fitossociológico, três amostras simples,

homogêneas dos horizontes A e B, seguindo as profundidades do perfil descrito. As coletas obedeceram a necessidade de representar a área completa da parcela.

No capão florestal as amostras de solo foram consideradas as profundidades de 0 a 20 cm para o horizonte A e de 20 a 40 cm para o Bw₁. Coletou-se uma amostra extra para representar o horizonte Bw₂, conforme descrição do perfil.

Para o Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo, foram coletadas amostras de solo separadamente, tanto nas parcelas do estrato arbustivo como nas do estrato herbáceo desta fitofisionomia. Para estes e o Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo e Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso, as coletas de solo seguiram o mesmo padrão de profundidade: 0 a 3 cm para ao horizonte A e 3 a 10 cm para a camada subsuperficial.

Após a coleta as amostras de solo foram acondicionadas em sacos plásticos etiquetados. Em laboratório as amostras de solo foram secas ao ar e passadas na peneira 2 mm. A fração inferior a 2 mm foi submetida à análises químicas e físicas de rotina, realizadas no Laboratório de Análise de Solos do Departamento de Solos da UFV. Para a interpretação das características químicas seguiu-se a recomendação para uso de fertilizantes em Minas Gerais, 5ª Aproximação (RIBEIRO *et al.*, 1999)

2.4. Análises estatísticas

Para verificar a existência de diferenças entre as características químicas dos solos das fitofisionomias estudadas, realizou-se uma análise de variância (ANOVA), seguida do teste t de Tuckey (ZAR, 1996) a 5% de probabilidade ($p < 0.05$). Para tal utilizou-se o programa Statistica 6 (StatSoft, Inc, 2003). Foram calculados os coeficientes de correlação linear (Pearson) entre variáveis químicas dos solos para cada área de estudo, sendo consideradas significativas as correlações com $p < 0,05$ (ZAR, 1996).

Para analisar as correlações entre variáveis ambientais e abundância de espécies foi empregada a análise de correspondência canônica (CCA) (TER BRAAK, 1987). De acordo com Ter Braak (1995), a CCA possibilita uma

análise de ordenação direta de gradientes, explicando a distribuição das espécies com base nas variáveis ambientais. Para essa análise foram elaboradas duas matrizes: uma matriz de vegetação contendo o número de indivíduos das espécies nas parcelas amostradas, e uma matriz ambiental contendo os dados de solos. A análise foi realizada com o auxílio do Programa PC-ORD (MC CUNE e MEFFORD, 1999). Foram consideradas apenas as espécies com número de indivíduos maior ou igual a cinco indivíduos em todo o levantamento fitossociológico, pois segundo Gauch (1982). Em técnicas de ordenação, espécies raras interferem muito pouco nos resultados, podendo até dificultar a interpretação da CCA. Dessa forma, a matriz de vegetação foi composta de 72 espécies e a matriz ambiental das seguintes variáveis: pH em H₂O, Fósforo (P), Cálcio (Ca), Alumínio (Al), Sódio (Na), Ferro (Fe), Magnésio (Mg), Potássio (K), Fósforo remanescente (P-rem) e Matéria Orgânica (MO).

Para verificar o nível de significância dos resultados apresentados pela ordenação canônica, permitindo avaliar a probabilidade de acertos nas relações encontradas entre as variáveis da comunidade e as variáveis ambientais, foi empregado o teste de permutação de Monte Carlo (TER BRAAK, 1988; 1994).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização dos perfis de solo

Para cada fisionomia estudada, um perfil de solo representativo (Figura 3) indicou atributos morfológicos característicos dos ambientes como cor, profundidade e estrutura relacionados ao comportamento do solo na paisagem.

Os perfis 1 e 2, representando os ambientes de Campo Herbáceo e Campo Arbustivo, respectivamente são solos rasos, com horizonte A de cerca de 3 cm e profundidade total de cerca de 15cm, repousando sobre a canga couraçada contínua (horizonte litoplântico), sendo ambos classificados como PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplântico típico. Diferem entre si pelo fato do perfil 2 ocorrer em área de maior fragmentação e fraturamento da canga, permitindo maior penetração de raízes de plantas de porte arbustivo, com formação de serapilheira delgada e descontínua. Já o perfil 1, no Campo Herbáceo, é formado por uma camada argilosa de coloração amarelada repousando diretamente sob a canga horizontalizada, sem formação de serapilheira.

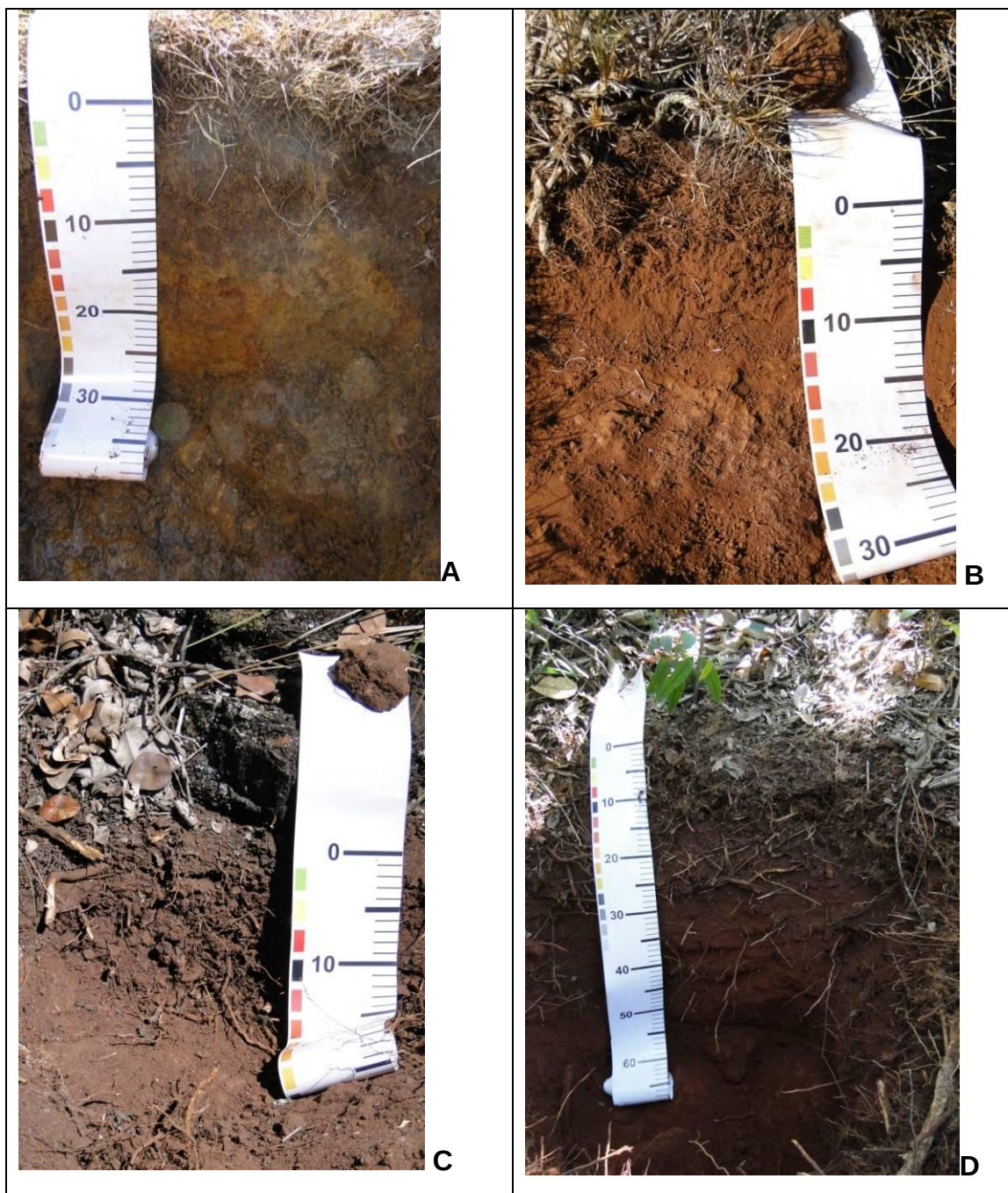


Figura 3. Perfis de solo estudados em cada fitofisionomia. A: Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso, Plintossolo Pétrico Litoplintico Húmico; B: Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo, Plintossolo Pétrico Litoplintico típico; C: Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo, Plintossolo Pétrico Litoplintico típico; D: Capão Florestal, Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico.

A pequena profundidade do solo e a presença do horizonte litoplintico indicam um sistema com baixa capacidade de infiltração e retenção de água, sendo passível então de freqüentes estresses hídricos, especialmente no Campo Herbáceo. Nas áreas mais planas ocorrem extremos de saturação de

água por curtos períodos, durante a estação chuvosa, conforme indica a coloração mais amarelada do perfil 1 (Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo) em relação ao perfil 2 (Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo), além de deficiência hídrica severa na estação seca.

Entre os perfis descritos, o perfil 3, representativo do Capão Florestal, Classificado como PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Latossólico, foi o que apresentou maior profundidade, chegando à mais de 60 cm. Apresenta serapilheira com mais de 10 cm de espessura, espessa em relação aos demais ambientes. O horizonte A chega a 25 cm de profundidade sobre horizonte com características latossólicas, porém com menos de 50 cm de profundidade, uma vez que a partir desta profundidade ocorrem concreções grandes ocupando a maior parte do volume do solo. Quanto a cor, o perfil do Capão Florestal apresentou coloração mais avermelhada, com pouca variação de sua coloração em profundidade.

Já o perfil 4, do Campo Brejoso, Classificado como PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplântico Húmico, apresentou uma camada escura, orgânica, superficial com 10 cm de profundidade, com transição abrupta para o horizonte subsuperficial, (Bif), que apresenta 20 cm de profundidade repousando sobre o horizonte litoplântico (canga compacta). Em profundidade, o solo apresenta coloração em tons de amarelo, com presença de mosqueado e concreções de plintita, indicando degradação da petroplintita e intensa redução e oxidação de fases de Fe.

A abertura das trincheiras ao longo da seqüência estudada permitiu observar que os diferentes ambientes são determinados, em grande parte, pela estrutura e forma da canga subjacente. Nas área de Campo, a camada de canga contínua encontra-se próxima a superfície atuando como barreira física ao aprofundamento de raízes a penetração de água. Em ambientes mais rebaixados, formam-se lagos aonde crescem espécies adaptadas e solos hidromórficos. Em porções mais fraturadas têm-se espécies arbustivas. Em determinados locais a degradação da canga se mostra mais avançada, com a presença de bolsões de solo aumentando a profundidade efetiva e o volume de solo a ser explorado pelas raízes, formando os Capões Florestais.

3.1.1. Caracterização física e química dos solos

Os resultados das análises físicas para caracterização dos solos representativos das fitofisionomias estudadas encontram-se na Tabelas 2.

Os solos representativos do estrato herbáceo e arbustivo, do Campo Ferruginoso Arbustivo, apresentaram os maiores teores de areia em relação aos demais perfis (Tabela 2), caracterizando textura franco-arenosa, seguido pelo Campo Rupestre Herbáceo (franco-argilo-arenoso). Já o Capão Florestal apresentou textura argilosa e baixo conteúdo de relativo silte. O solo do Campo Brejoso apresentou os maiores conteúdos de silte em relação aos demais ambientes e teores elevados de argila em relação aos Campos Rupestres, caracterizando textura franco-argilosa.

Tabela 2. Fração granulométrica, relação silte/argila e Classe Textural dos solos amostrados nos perfis Caracterização Física

Fisionomia	Horizonte	Areia	Areia	Silte	Argila	Sil/Arg ¹	Classe Textural
		Grossa	Fina				
%							
CRFHB ²	A	13,48	11,73	41,45	33,33	1,24	Franco argiloso
CRFHB	B	17,80	15,73	35,07	31,40	1,12	Franco argiloso
CRH ³	A	54,70	14,63	10,93	19,73	0,55	Franco Argilo Arenoso
CRH	B	53,07	16,17	10,27	20,50	0,50	Franco Argilo Arenoso
CRFAh ⁴	A	52,70	12,87	15,30	19,13	0,80	Franco Argilo Arenoso
CRFAh	B	55,00	15,07	12,97	16,97	0,76	Franco Arenoso
CRFA ⁵	A	63,63	11,40	11,35	14,15	0,80	Franco Arenoso
CRFA	B	62,72	14,67	10,20	12,42	0,82	Franco Arenoso
CF ⁶	A	25,53	12,27	18,33	43,87	0,42	Argila
CF	B	26,40	12,13	20,73	40,73	0,51	Argila

¹ Relação silte/argila. ² Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso, ³ Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo, ⁴ Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo Herbáceo, ⁵ Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo e ⁶ Capão Florestal.

A relação silte/argila é utilizada no SBCS (Sociedade Brasileira de Ciência do Solo) como critério para se inferir o grau de intemperismo de solos, sendo usada para a caracterização do horizonte B Latossólico (Bw), visto que solos mais intemperizados e com pedogênese mais avançada possuem baixos valores desta relação, uma vez que a fração silte é progressivamente transformada em fração argila ao longo do intemperismo químico e físico.

No presente estudo, o Campo Brejoso apresentou os maiores valores de silte/argila (Tabela 2), o que pode ser atribuído ao caráter deposicional deste

ambiente. Assim, sofre rejuvenescimento sazonal em função da deposição de materiais carreados das áreas mais elevadas.

Já o Campo Arbustivo está situado na porção mais elevada da paisagem, caracterizando um ambiente de perda, sofrendo então remoção das partículas mais finas, como a fração argila, resultando em acúmulo relativo das frações maiores (silte e areia).

O solo do Capão Florestal apresenta relação silte/argila $< 0,7$, um dos critérios para caracterização de material latossólico (SBCS, 2006). O elevado teor de argila e maior profundidade do solo permitem retenção de maior volume de água no solo e o desenvolvimento de vegetação arbórea, que por sua vez, acelera o processo de degradação da canga e formação de solo através de suas interações físicas e bioquímicas com o substrato mineral.

A baixa relação silte/argila do solo sob Campo Herbáceo deve-se, possivelmente, ao acúmulo em fraturas da canga de partículas finas trazidas de áreas mais elevadas ou da erosão de antigos termiteiros, que são freqüentes neste ambiente, visto que de forma geral a canga aflorante indica um alto grau de erosão do solo superficial.

Ribeiro (2009), estudando fitofisionomias dos campos ferríferos da Serra de Carajás, Pará, encontrou resultados semelhantes, onde a relação silte/argila se mostrou bem correlacionada com o grau de desenvolvimento dos solos, que no caso dos ambientes de canga ferrífera deve-se, em grande parte, ao grau de degradação desta. A relação silte/argila é útil ainda na separação de Cambissolos e Latossolos sobre canga ferrífera, visto que a mineralogia das frações granulométricas é semelhante e essencialmente oxídica (RIBEIRO, 2009).

Do ponto de vista químico (Tabela 3), os solos das áreas amostradas apresentaram acidez ativa elevada (pH 4,5 a 5,0), com exceção dos solos das parcelas do estrato herbáceo sob o Campo Arbustivo ($\text{pH } 4,27 \pm 0,28$) e das parcelas do Capão Florestal ($3,95 \pm 0,24$), que apresentam acidez muito elevada ($< 4,5$).

Tabela 3. Caracterização química da camada superficial dos solos coletados em quatro fitofisionomias no Município de Mariana, MG

Parâmetros	CRFHB ¹			CRFH ²			CRFAh ³			CRFA ⁴			CF ⁵		
	Média	s ⁶	f ⁷	Média	s	F	Média	s	f	Média	s	f	Média	s	F
pH _{H2O}	4,67	± 0,39	a	4,85	± 0,51	b	4,27	± 0,28	ac	4,61	± 0,18	c	3,95	± 0,24	d
P (g dm ⁻³)	4,21	± 1,65	a	2,77	± 0,50	ab	2,42	± 0,51	c	2,91	± 0,69	a	2,09	± 0,68	b
K (mmol _c dm ⁻³)	19,77	± 10,75	a	41,93	± 12,60	a	41,43	± 12,53	c	35,18	± 14,02	ad	31,10	± 14,57	ad
Ca (mmol _c dm ⁻³)	0,12	± 0,12	a	0,16	± 0,11	b	0,70	± 0,47	a	0,55	± 0,71	b	0,08	± 0,06	a
Mg (mmol _c dm ⁻³)	0,02	± 0,02	a	0,08	± 0,04	b	0,15	± 0,09	c	0,12	± 0,10	ab	0,08	± 0,03	a
Al (mmol _c dm ⁻³)	0,32	± 0,25	a	0,83	± 0,35	a	1,05	± 0,28	c	1,03	± 0,37	a	1,85	± 0,44	d
H+Al (mmol _c dm ⁻³)	9,44	± 1,67	ac	10,17	± 2,33	b	15,29	± 3,48	c	11,86	± 4,85	a	17,35	± 2,73	b
SB (mmol _c dm ⁻³)	0,18	± 0,15	a	0,35	± 0,17	b	0,95	± 0,57	a	0,76	± 0,83	b	0,26	± 0,11	a
CTC1 (mmol _c dm ⁻³)	0,50	± 0,29	a	1,17	± 0,31	b	2,00	± 0,54	c	1,79	± 0,97	b	2,11	± 0,51	b
V (%)	1,97	± 1,79	a	3,55	± 1,90	b	5,68	± 2,98	ac	5,26	± 3,99	ab	1,44	± 0,46	c
m (%)	58,88	± 26,64	a	68,68	± 16,94	a	55,63	± 18,71	a	65,02	± 19,16	a	87,61	± 3,78	b
MO dag dm ⁻¹	11,93	± 4,68	a	8,36	± 3,46	ab	8,66	± 3,90	b	7,08	± 6,18	a	7,40	± 1,91	a
P rem	8,22	± 1,86	a	28,62	± 9,04	b	34,40	± 3,74	c	37,72	± 6,43	b	11,09	± 3,07	c
Zn mg ⁻¹	1,77	± 0,46	a	0,89	± 0,63	ab	1,34	± 0,55	bcd	2,19	± 1,62	c	1,39	± 0,41	ac
Fe mg dm ⁻¹	198,70	± 66,66	a	223,88	± 78,00	a	171,53	± 68,10	a	297,23	± 113,16	b	221,06	± 125,33	a
Mn mg DM ⁻¹	21,29	± 15,70	a	29,23	± 39,39	bc	10,66	± 7,55	ab	18,68	± 20,67	ab	3,83	± 1,85	c
Cu mg Kg ⁻¹	0,14	± 0,10	b	0,42	± 0,21	c	0,00	± 0,00	a	0,54	± 0,17	d	0,69	± 0,28	e
Cr mg Kg ⁻¹	0,50	± 0,22	a	0,17	± 0,13	a	0,31	± 0,40	a	0,24	± 0,17	a	0,06	± 0,18	b
Ni mg Kg ⁻¹	0,02	± 0,02	ac	0,00	± 0,01	a	0,03	± 0,01	b	0,01	± 0,01	a	0,00	± 0,01	c
Cd mg Kg ⁻¹	0,83	± 0,79	a	0,96	± 0,43	b	1,27	± 0,38	c	0,17	± 0,22	a	0,67	± 0,11	a
Pb mg Kg ⁻¹	4,67	± 0,39	a	4,85	± 0,51	b	4,27	± 0,28	a	4,61	± 0,18	c	3,95	± 0,24	a

¹Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso, ²Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo, ³Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo Herbáceo,⁴Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo e ⁵Capão Florestal, ⁶Desvio Padrão, ⁷Diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Chama a atenção o caráter eletropositivo do solo sob Campo Brejoso, indicado pelos valores mais elevados de pH em KCl em relação ao pH em água. Em outras palavras, no pH atual do solo, predominam cargas positivas no complexo de troca, sendo portanto a capacidade de troca aniônica (CTA) superior à catiônica (CTC). O ambiente hidromórfico e de acúmulo de matéria orgânica inibem a cristalinidade de óxidos de ferro (SCHWERTMANN, 1985), favorecendo a formação de fases menos cristalinas com alta capacidade de adsorção aniônica na faixa de pH dos solos em estudo. Tal característica condiciona um comportamento diferenciado deste ecossistema quando comparado aos demais ambientes em termos de trocas iônicas.

Observa-se assim que o solo do Campo Brejoso foi o que apresentou o menor valor de CTC efetiva ($0,50 \pm 0,29 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), entre as fisionomias estudada, sendo considerada muito baixa (Ribeiro *et al* 1999). Por outro lado o Capão Florestal apresentou o valor médio mais elevado ($2,11 \pm 0,51 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$). Já a CTC a pH 7,0 e apresentou valores que variaram de alto ($8,61$ a $15,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), nas fitofisionomias Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso, Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo e Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo, a muito alto ($>15,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) nas demais fisionomias.

Os teores de todos os nutrientes são muito baixos, reduzindo ainda mais em subsuperfície, resultando em valores muito baixos de soma de bases (SB) e saturação por bases (V%) menores que $6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Tais características indicam fertilidade natural muito baixa, sugerindo a existência de mecanismos adaptativos extremamente eficientes pela vegetação natural.

O solo do Campo Brejoso apresentou o maior teor de matéria orgânica. A posição na paisagem condiciona o acúmulo de materiais carregados bem como o hidromorfismo sazonal. Em condições anaeróbias a decomposição da matéria orgânica pela microbiota é retardada, resultando no acúmulo de carbono orgânico no solo. A deposição de resíduos vegetais e animais resulta ainda na entrada de nutrientes no sistema.

Os demais ambientes apresentam valores relativamente elevados de matéria orgânica em superfície, decrescendo em profundidade. Dada à mineralogia oxidica de solos sobre afloramentos ferríferos (Ribeiro *et al* 1999), as partículas de óxidos de ferro tendem a apresentar balanço de carga positivo pois o pH do solo encontra-se abaixo do ponto de carga zero destes minerais.

Nestes sistemas, a geração de carga negativa pela matéria orgânica é essencial para manutenção da eletronegatividade do solo e retenção de cátions. Além disso, a redução dos teores de nutrientes em profundidade indica ainda o papel da matéria orgânica como fonte de nutriente através da ciclagem biogeoquímica.

Os teores médios de Al^{3+} obtidos foram muito variáveis, classificados desde baixo (0,21 a 0,50 $cmol_c\ dm^{-3}$), médio (0,51 a 1,00 $cmol_c\ dm^{-3}$) até alto (1,01 a 2,00 $cmol_c\ dm^{-3}$). A fisionomia Campo Rupestre Ferruginoso Brejoso foi a que obteve o menor valor de Al^{3+} , $0,32 \pm 0,25\ cmol_c\ dm^{-3}$, a fisionomia Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo obteve teores médios de Al^{3+} ($0,83 \pm 0,35$), as demais fisionomias apresentaram níveis de Al^{3+} acima de 1,01 $cmol_c\ dm^{-3}$. Com relação a saturação por alumínio os valores observados são altos (50,1 a 75,0%) e muito altos (> 75,0%); indicacando solos ácidos e toxidez por alumínio. O Capão Florestal foi a fisionomia estudada com maior valor de saturação por alumínio ($87,61 \pm 3,78\%$). Os efeitos fitotóxicos do alumínio são bem conhecidos e podem determinar a seleção de espécies com diferentes sensibilidades a fitotoxidez por este elemento.

O P remanescente (Prem) é uma medida rápida e eficiente da capacidade de adsorção de P de um determinado solo, que é resultado do tipo de mineral presente na fração argila e do conteúdo desta no solo. Os resultados mostram valores mais elevados Prem para os solos de Campo Rupestre Arbustivo e Arbustivo Herbáceo para ambas as profundidades, seguidos pelo Campo Herbáceo, indicando menor retenção de P pelo solo em relação aos demais solos estudados, que apresentaram valores bem mais reduzidos de Prem.

Considerando-se que todos os solos apresentam mineralogia semelhante, herdada da canga ferrífera, um dos principais motivos desta diferença de valor de Prem deve-se ao maior teor de argila dos solos sob Capão Florestal e Campo Brejoso em relação aos Campos Rupestres, uma vez que esta é a fração responsável pela retenção de íons no solo. Todavia, é possível que as condições pedoambientais sobre o Capão Florestal como maior teor de matéria orgânica, atividade de Al^{3+} e maior retenção de umidade em relação aos Campos bem drenados, favoreçam transformações das fases minerais, como por exemplo, aumentando substituição de Fe por Al na estrutura da Goethita, acentuando a capacidade de adsorção de P dos minerais da fração argila.

No caso do Campo Brejoso, apesar do menor teor de argila em relação ao Capão Florestal, os valores de Prem foram menores, indicando fases minerais "amorfos" com maior capacidade de adsorção de P. A oscilação das condições de oxi-redução nos ambiente hidromórficos prejudica a cristalinidade de minerais, resultando em fases mais hidratadas e de menor ordenamento cristalino. Apesar da maior capacidade de retenção de P, o solo do Campo Brejoso apresenta o maior valor de P disponível, indicando que o elemento é retido pelo solo com ligações de baixa energia, podendo ser acessado pelas plantas.

Os teores de Fe foram elevados, variando de 171 a 297 mg dm⁻³ para a camada superficial. Em subsuperfície os valores variaram entre 90 e 335 mg dm⁻³ (Tabela 4). Em ambas as profundidades o solo do Campo Rupestre Arbustivo apresentou os maiores valores e o Campo Brejoso os menores para este elemento.

Na camada superficial, o Zn variou de 0,89 mg dm⁻³ no solo do Campo Herbáceo a 2,2 mg dm⁻³ no Campo Arbustivo, apresentando correlação positiva com o teor de matéria orgânica ($r = 0,55$). O Mn variou de 3,8 mg dm⁻³ no Capão Florestal a 29,2 mg dm⁻³ no Campo Herbáceo, apresentando correlação positiva com a matéria orgânica do solo ($r = 0,48$). Os teores de Cu são classificados como muito baixo ($\geq 0,3$ mg dm⁻³) e baixo (0,4 a 0,7 mg dm⁻³), também igualmente correlacionados positivamente com o teor de matéria orgânica ($r = 0,47$).

Os valores de Cd foram muito baixo, próximo ao limite de detecção do equipamento. Os teores de Ni também foram baixos, variando de 0,06 mg dm⁻³ no solo de Capão Florestal a 0,5 mg dm⁻³ no solo do Campo Brejoso. Os valores de Pb variaram de 0,17 mg dm⁻³ no Campo Arbustivo a Rupestre a 1,3 mg dm⁻³ no extrato herbáceo desta fisionomia. Assim não se detectou níveis destacados de metais pesados nesses solos.

Tabela 4. Caracterização química da camada subsuperficial dos solos coletados em quatro fisionomias no Município de Mariana, MG

Parâmetros	CRFHB ¹			CRFH ²			CRFAh ³			CRFA ⁴			CF ⁵		
	Média	s ⁶	f ⁷	Média	s	f	Média	s	f	Média	s	f	Média	s	F
pH _{H2O}	5,02	± 0,39	a	4,93	± 0,54	b	4,31	± 0,29	c	4,69	± 0,14	a	4,35	± 0,36	c
P (g dm ⁻³)	4,75	± 2,22	a	2,73	± 0,50	b	2,21	± 0,48	bc	2,85	± 0,60	c	1,42	± 0,42	d
K (mmol _c dm ⁻³)	8,63	± 5,64	a	28,10	± 11,97	b	41,00	± 7,62	c	39,42	± 18,44	b	11,00	± 9,52	a
Ca (mmol _c dm ⁻³)	0,02	± 0,05	a	0,07	± 0,14	b	0,25	± 0,23	a	0,23	± 0,29	b	0,06	± 0,05	a
Mg (mmol _c dm ⁻³)	0,00	± 0,01	a	0,06	± 0,03	b	0,10	± 0,06	a	0,09	± 0,06	b	0,05	± 0,03	c
Al (mmol _c dm ⁻³)	0,09	± 0,13	ab	0,72	± 0,45	b	1,12	± 0,31	a	1,09	± 0,45	ab	0,96	± 0,72	c
H+Al (mmol _c dm ⁻³)	8,18	± 1,36	ab	9,14	± 2,76	a	13,95	± 2,91	ac	11,01	± 4,89	b	11,37	± 4,18	c
SB (mmol _c dm ⁻³)	0,04	± 0,06	a	0,21	± 0,21	b	0,45	± 0,29	a	0,41	± 0,36	b	0,14	± 0,09	a
CTC1 (mmol _c dm ⁻³)	0,13	± 0,16	a	0,92	± 0,53	b	1,57	± 0,37	a	1,51	± 0,61	b	1,10	± 0,78	c
V (%)	0,48	± 0,68	ab	2,16	± 1,26	b	3,04	± 1,87	a	3,50	± 2,47	b	1,10	± 0,59	a
m (%)	41,15	± 43,10	a	69,85	± 26,56	a	72,46	± 14,52	a	74,44	± 15,07	ba	80,86	± 23,01	b
MO dag dm ⁻¹	9,81	± 2,13	a	4,83	± 1,37	a	6,06	± 2,23	a	4,88	± 3,89	a	4,49	± 1,88	a
P rem	5,13	± 1,41	b	22,29	± 11,23	c	32,10	± 4,43	a	34,98	± 7,16	bc	9,40	± 3,51	b
Zn mg dm ⁻¹	0,76	± 0,43	a	0,20	± 0,34	b	0,88	± 0,38	c	1,30	± 0,98	a	0,69	± 0,25	a
Fe mg dm ⁻¹	90,53	± 42,00	a	250,96	± 121,51	b	190,55	± 67,36	c	335,23	± 154,42	c	96,86	± 68,69	a
Mn mg dm ⁻¹	10,95	± 9,97	a	5,05	± 6,68	b	4,78	± 2,69	ab	8,17	± 7,39	ab	2,25	± 1,01	b
Cu mg dm ⁻¹	0,08	± 0,08	a	0,31	± 0,20	a	0,00	± 0,00	a	0,52	± 0,29	b	0,44	± 0,24	b
Cr mg dm ⁻¹	0,01	± 0,00	a	0,00	± 0,00	b	0,00	± 0,00	b	0,00	± 0,00	b	0,03	± 0,04	b
Ni mg dm ⁻¹	0,35	± 0,14	a	0,19	± 0,22	b	0,22	± 0,06	b	0,21	± 0,14	b	0,04	± 0,11	c
Cd mg dm ⁻¹	0,01	± 0,01	a	0,00	± 0,01	b	0,02	± 0,01	ab	0,01	± 0,02	c	0,00	± 0,00	ab
Pb mg dm ⁻¹	1,22	± 0,88	a	0,67	± 0,58	c	1,36	± 0,40	a	0,18	± 0,21	d	0,71	± 0,16	d

¹Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso, ²Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo, ³Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo Herbáceo,⁴Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo e ⁵Capão Florestal, ⁶Desvio Padrão, ⁷Diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.3. Análise de Correspondência Canônica (CCA)

Com base nos resultados da amostragem fitossociológica, obteve-se a densidade absoluta das espécies (Tabela 5). Tais dados foram então utilizados junto com os dados de caracterização de solo em três repetições, para a realização da análise de correspondência canônica (CCA), visando investigar a relação entre as variáveis pedológicas e a distribuição dos indivíduos de cada espécie na comunidade vegetal. Ao todo, foram consideradas as 72 espécies mais abundantes e as 27 variáveis pedológicas analisadas na composição das matrizes de correlação.

Tabela 5: Família, nome científico, código de espécie e densidade absoluta das espécies que integram a CCA

Família	Espécie	Código	FA
Annonaceae	<i>Guatteria villosissima</i>	Gua vil	21
Annonaceae	<i>Guatteria sellowiana</i>	Gua sel	8
Annonaceae	<i>Xylopia brasiliensis</i>	Xyl bra	6
Aquifoliaceae	<i>Ilex subcordata</i>	Ile sub	18
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i>	Sch mor	8
Asteraceae	<i>Eremanthus erythropappus</i>	Ere ery	12
Asteraceae	<i>Eremanthus incanus</i>	Ere inc	87
Asteraceae	<i>Dasyphyllum sprengelianum</i>	Das spr	71
Asteraceae	<i>Lychnophora pinaster</i>	Lyc pin	28
Asteraceae	<i>Pseudobrickellia angustissima</i>	Pse Ang	15
Asteraceae	<i>Baccharis reticularia</i>	Bac	8
Asteraceae	<i>Lychnophora syncephalla</i>	Lych syn	6
Bromeliaceae	<i>Cryptanthus schwacheanus</i>	Cry sch	36
Bromeliaceae	<i>Dyckia rariflora</i>	Dyc rar	21
Cyperaceae	<i>Cyperaceae 2</i>	Cyp sp2	220
Cyperaceae	<i>Cyperaceae 1</i>	Cyp sp1	41
Cyperaceae	<i>Lagenocarpus rigidus</i>	Lag rig	31
Cyperaceae	<i>Rhynchospora setigera</i>	Rhy set	13
Cyperaceae	<i>Bulbostylis eleocharoides</i>	Bul ele	5
Eriocaulaceae	<i>Paepalanthus sp.</i>	Pae sp1	591
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	Alc tri	6
Euphorbiaceae	<i>Croton comosus</i>	Cro com	53
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania glandulosa</i>	Seb gla	41
Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	Cop lan	67
Fabaceae	<i>Machaerium brasiliense</i>	Mac bra	14
Fabaceae	<i>Bauhinia rufa</i>	Bau ruf	6
Flacourtiaceae	<i>Casearia decandra</i>	Cas dec	22
Lacistmataceae	<i>Lacistema pubescens</i>	Lac pub	16
Lauraceae	<i>Ocotea tristis</i>	Oco tri	8
Lauraceae	<i>Cinnamomum quadrangulum</i>	Cin qua	8
Malpighiaceae	<i>Byrsonima variabilis</i>	Byr var	25

Continua...

Tabela 5 cintinuação

Familia	Espécie	Código	FA
Malpighiaceae	<i>Heteropterys anoptera</i>	Het ano	9
Malpighiaceae	<i>Pera glabrata</i>	Per gla	112
Mayacaceae	<i>Mayaca sp.</i>	Tri sp1	52
Melastomataceae	<i>Miconia trianaei</i>	Mic tri	5
Melastomataceae	<i>Miconia chartacea</i>	Mic cha	5
Melastomataceae	<i>Tibouchina heteromalla</i>	Tib het	47
Melastomataceae	<i>Tibouchina multiflora</i>	Tib mul	6
Monimiaceae	<i>Macropelplus ligustrinus</i>	Mac lig	5
Myrsinaceae	<i>Myrsine umbellata</i>	Myr umb	14
Myrsinaceae	<i>Myrsine lancifolia</i>	Myr lan	13
Myrtaceae	<i>Myrcia amazônica</i>	Myr ama	101
Myrtaceae	<i>Eugenia sonderiana</i>	Eug son	24
Myrtaceae	<i>Eugenia sp1</i>	Eug sp1	15
Myrtaceae	<i>Siphoneugenia kiaerskoviana</i>	Sip Kia	11
Myrtaceae	<i>Eugenia cerasiflora</i>	Eug cer	11
Myrtaceae	<i>Eugenia sp. 2</i>	Eug sp.2	9
Myrtaceae	<i>Myrcia pulchra</i>	Myr pul	42
Myrtaceae	<i>Calypthranthes pulchella</i>	Cal pul	8
Myrtaceae	<i>Psidium robustum</i>	Psi Rob	6
Myrtaceae	<i>Myrceugenia miersiana</i>	Myr mie	7
Ochnaceae	<i>Ouratea semiserrata</i>	Our sem	6
Orchidaceae	<i>Oncidium gracile</i>	Onc grã	13
Orchidaceae	<i>Acianthera teres</i>	Aci ter	7
Poaceae	<i>Poaceae sp2</i>	Cap fl1	118
Poaceae	<i>Axonopus siccus</i>	Axo sic	80
Poaceae	<i>Poaceae sp3</i>	Cap fl2	35
Poaceae	<i>Axonopus conduplicatus</i>	Axo com	21
Poaceae	<i>Panicum subulatum</i>	Pan sub	12
Poaceae	<i>Panicum wettsteinii</i>	Pan wet	12
Poaceae	<i>Poaceae sp1</i>	Sap sp1	5
Rubiaceae	<i>Amaioua guianensis</i>	Ama gui	37
Sapindaceae	<i>Cupania emarginata</i>	Cup ema	15
Sapindaceae	<i>Matayba marginata</i>	Mat mar	11
Velloziaceae	<i>Vellozia compacta</i>	Vel com	350
Velloziaceae	<i>Barbacenia flava</i>	Bar fla	15
Velloziaceae	<i>Vellozia graminea</i>	Vel grã	945
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta glabra</i>	Sta gla	53
Verbenaceae	<i>Lippia gracilis</i>	Lip grã	10
	Morta	Morta	149
	Morfoespécie 2	Mor sp2	64

Os autovalores obtidos na análise de ordenação de variáveis do solo para os três eixos foram de 1,046 para o eixo um, 0,929 para o eixo 2 e 0,825 para o terceiro eixo (tabela 6). A porcentagem de variação explicada pelo primeiro eixo foi 9,1%, o segundo eixo explicou 8,1% e o terceiro eixo 7,2 % da variação total. Os três eixos somados explicaram 24,5% da variação total. O teste de permutação de Monte Carlo revelou que a abundância das espécies

variou significativamente em função das variáveis ambientais para os três eixos analisados.

Tabela 6. Resultados da análise de correspondência canônica (CCA) e do teste de permutação de Monte Carlo para autovalores, variância explicada (%), variância acumulada (%), correlação de Pearson entre espécies e solo, e significância da correlação

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
Autovalores	1,046	0,929	0,825
Variância explicada (%)	9,100	8,100	7,200
Variância Acumulada (%)	9,100	17,300	24,500
Correlação (Pearson) entre espécies e solo	0,964	0,979	0,960
Significância da correlação (teste de Monte Carlo)	0,010	0,010	0,010

A respeito da correlação existente entre as variáveis pedológicas e os eixos analisados, as variáveis que mais se destacaram em termos de correlação negativa no primeiro eixo foram silte (-0,908) e teor de P (-0,615), enquanto em termos de correlação positiva no primeiro eixo, Al^{+3} (0,749) e areia grossa (0,689) se destacaram (Tabela 7). O segundo eixo apresentou maior correlação negativa com P_{Rem} (0,698) e com Areia Grossa (0,623). Para as correlações positivas com segundo eixo, a variável Argila (0,856) e a variável Al^{+3} (0,436) se destacaram das demais. O terceiro eixo demonstrou maior correlação negativa com o Ca^{+2} (-0,323) e com Fe (-0,257), o mesmo eixo apresentou maior correlação positiva com Areia Fina (0,319) e pH_{H_2O} (0,283).

Tabela 7 – Resultados da análise de correspondência canônica (CCA), valores das correlações entre as variáveis e os eixos realizados entre variáveis químicas do solo e as densidades absolutas de espécies do Campo Rupestre ferruginoso herbáceo, Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo, Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso e Capão Florestal, na borda leste do Quadrilátero Ferrífero, Mariana, Minas Gerais

Variáveis	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
pH_{H_2O}	-0,310	-0,498	0,283
P	-0,615	-0,202	0,012
K^+	0,520	-0,221	0,273
Ca^{2+}	0,202	-0,423	-0,323
Mg^{2+}	0,580	-0,208	-0,207
Al^{3+}	0,749	0,436	-0,233
P_{Rem}	0,627	-0,698	-0,008
Fe	0,285	-0,275	-0,257
Areia Grossa	0,689	-0,623	0,110
Areia Fina	0,112	-0,007	0,319
Silte	-0,908	0,262	-0,179
Argila	-0,308	0,856	-0,145

Na Figura 4, entre os eixos 1 e 2 houve uma nítida separação das fisionomias Capão Florestal e Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso. As fisionomias Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo e Capão Florestal exibem maior correlação com argila no eixo 2 ao passo que o ambiente Brejoso apresentou maior correlação com o teor de silte, neste caso representado por minerais neoformados que não constituem reserva de nutrientes. No caso do Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo as maiores correlações ocorreram com o Al, P_{Rem} e K.

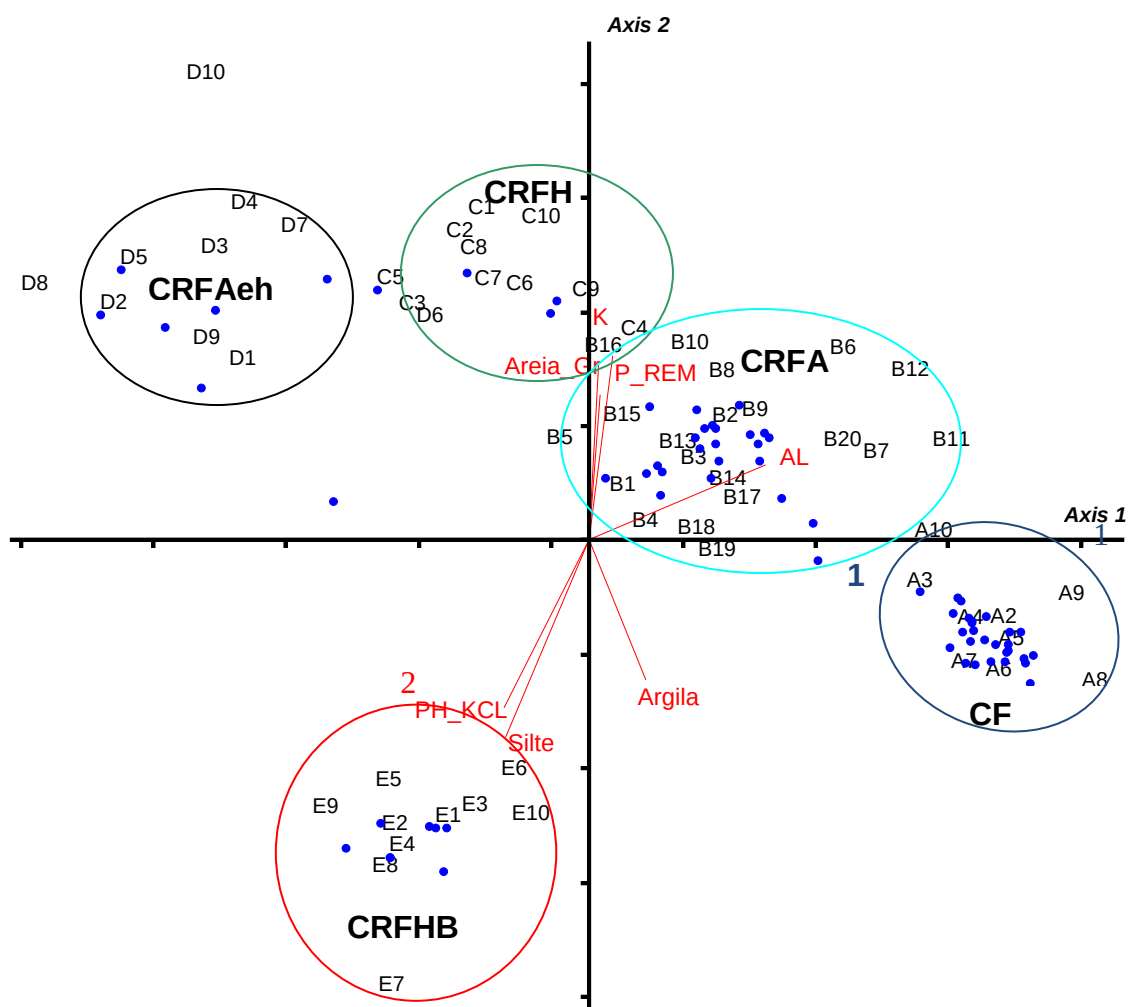


Figura 4. Diagrama de ordenação da análise de correspondência canônica (CCA) a partir de características químicas e físicas dos solos e das densidades absolutas de espécies das fitofisionomias: Capão Florestal (A); Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo (B); Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo (C); Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo estrato herbáceo (D); e Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso (E) em Mariana, Minas Gerais.

No Figura 5, entre os eixos 1 e 3 houve boa separação das fisionomias Capão Florestal e Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo. A fisionomia Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo exibe maior correlação com Areia Grossa (concreções fragmentadas), Zn e Fe no eixo 3, por outro lado a fisionomia Capão Florestal exibe maior correlação com argila no eixo 3 e Al^{+3} no eixo 2 .

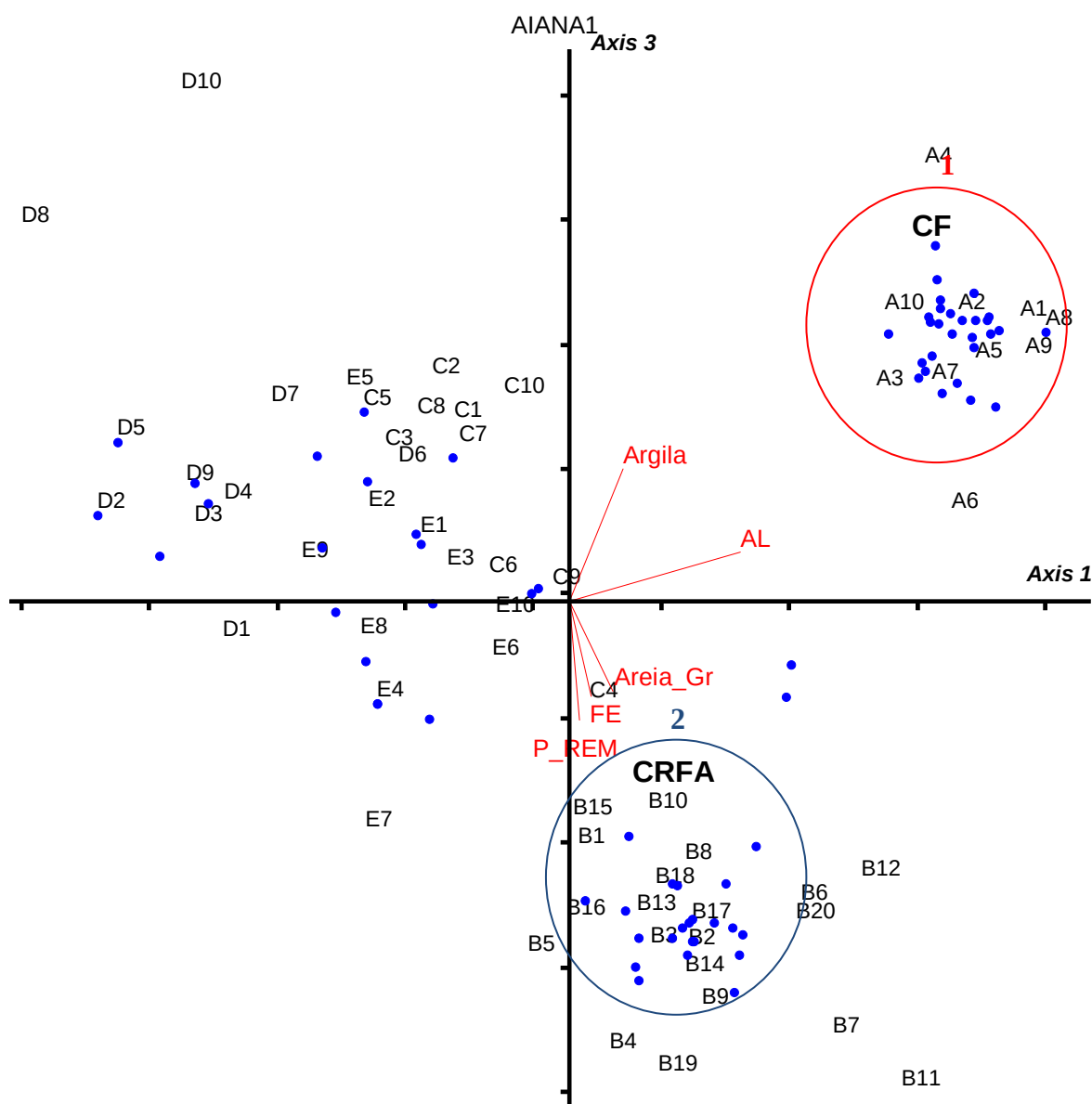


Figura 5 - Diagrama de ordenação da análise de correspondência canônica (CCA) a partir de características químicas e físicas dos solos e das densidades absolutas de espécies das fitofisionomias: Capão Florestal (A); Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo (B); Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo (C); Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo estrato herbáceo (D); e Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso (E) em Mariana, Minas Gerais.

Na Figura 6, entre os eixos 3 e 2, as fisionomia Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo foram bem separadas das demais. A fisionomia Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo exibe maior correlação com areia grossa, P_{Rem} , V e Fe entre os eixo 2 e 3, ao passo que o ambiente Brejoso apresentou maior correlação com o teor de silte (neste caso, micronodulos).

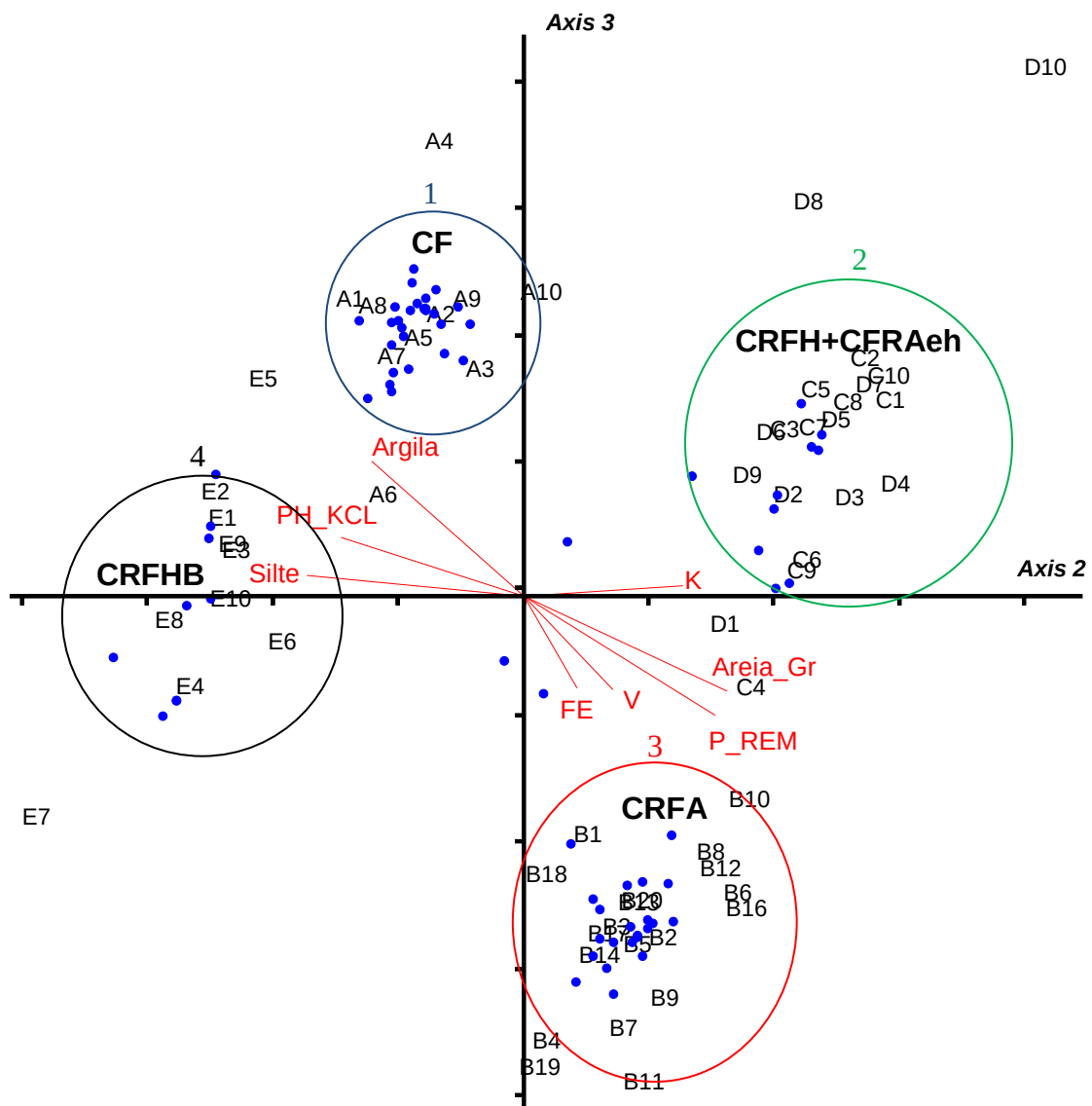


Figura 6 - Diagrama de ordenação da análise de correspondência canônica (CCA) a partir de características químicas e físicas dos solos e das densidades absolutas de espécies das fitofisionimias: Capão Florestal (A); Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo (B); Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo (C); Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo estrato herbáceo (D); e Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso (E) em Mariana, Minas Gerais.

As Figuras 7, 8 e 9 demonstram a influência das variáveis pedológicas na distribuição da densidade absoluta das espécies que compõem as diferentes fisionomias. Na figura 7, composta pelos eixos 1 e 2, foram formados três grupos de espécies. O grupo 1 formado por espécies típicas do Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo como *Vellozia compacta*, *Lychnophora pinaster*, *Stachytarpheta glabra* entre outras, exibem correlação positiva com os teores de Al^{+3} , este grupo também apresenta correlação positiva com os teores de areia grossa (pequenas concreções), K^+ e P_{rem} . As espécies que compõem o grupo 2, que formam a fisionomia do Capão Florestal possuem correlação com os teores de argila do solo, as espécies típicas desta fisionomia, como, *Copaifera langsdorffii*, *Myrcia amazonica* e *Pera glabrata*, se mostraram bastante agregadas quanto a sua distribuição em função das variáveis pedológicas, o que denota uma maior especificidade destas espécies quanto ao seu ambiente de ocorrência. Já o grupo 3, formado pelas espécies como, *Paepalanthus sp.*, *Axonopus conduplicatus* e *Cyperaceae sp1.*, compõem o Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso e revelam o mesmo padrão observado na figura 4, onde se pode constatar uma maior afinidade das espécies que compõe esta fisionomia por ambientes mais siltosos (ricos em micronódulos). Este grupo também exibiu forte correlação negativa com variáveis como: Al^{+3} , P_{rem} , areia grossa (pequenas concreções) e K .

Ainda na figura 7, podemos notar uma clara separação das espécies Capão Florestal e Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso. As fisionomias Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo e Capão Florestal exibem maior correlação com argila no eixo 2 ao passo que o ambiente Brejoso apresentou maior correlação com o teor de silte (micronódulos). No caso do Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo as maiores correlações ocorreram com o Al, P_{Rem} e K.

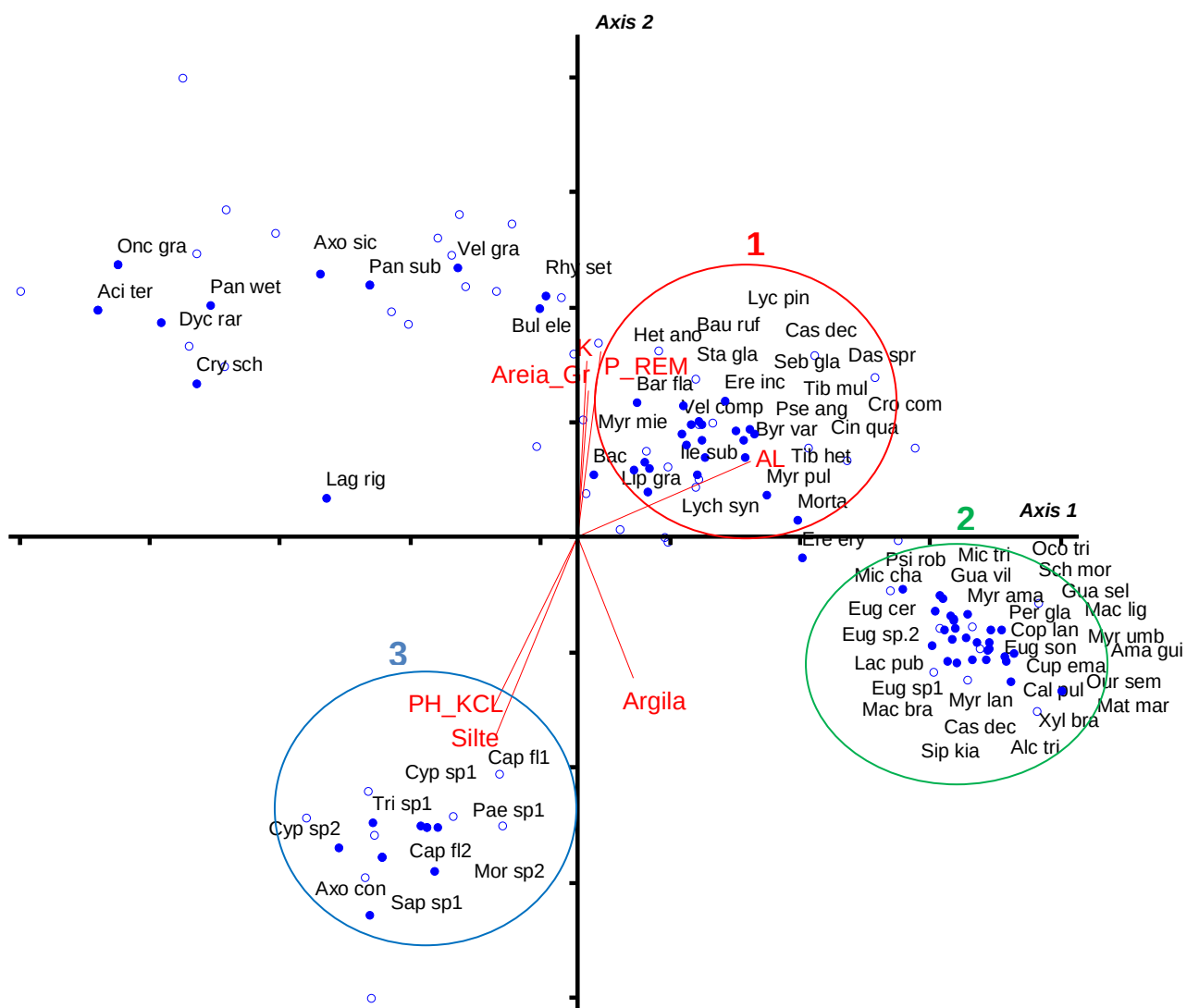


Figura 7- Diagrama de ordenação da análise de correspondência canônica (CCA) a partir de características químicas e físicas dos solos e das densidades absolutas de espécies das fitofisionomias:; Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo (1); Capão Florestal (2) e Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso (3) em Mariana, Minas Gerais.

Ao observarmos a Figura 8, formada pelos eixos 1 e 3, torna-se nítida a diferença existente o Capão Florestal e o Campo Ferruginoso Arbustivo.

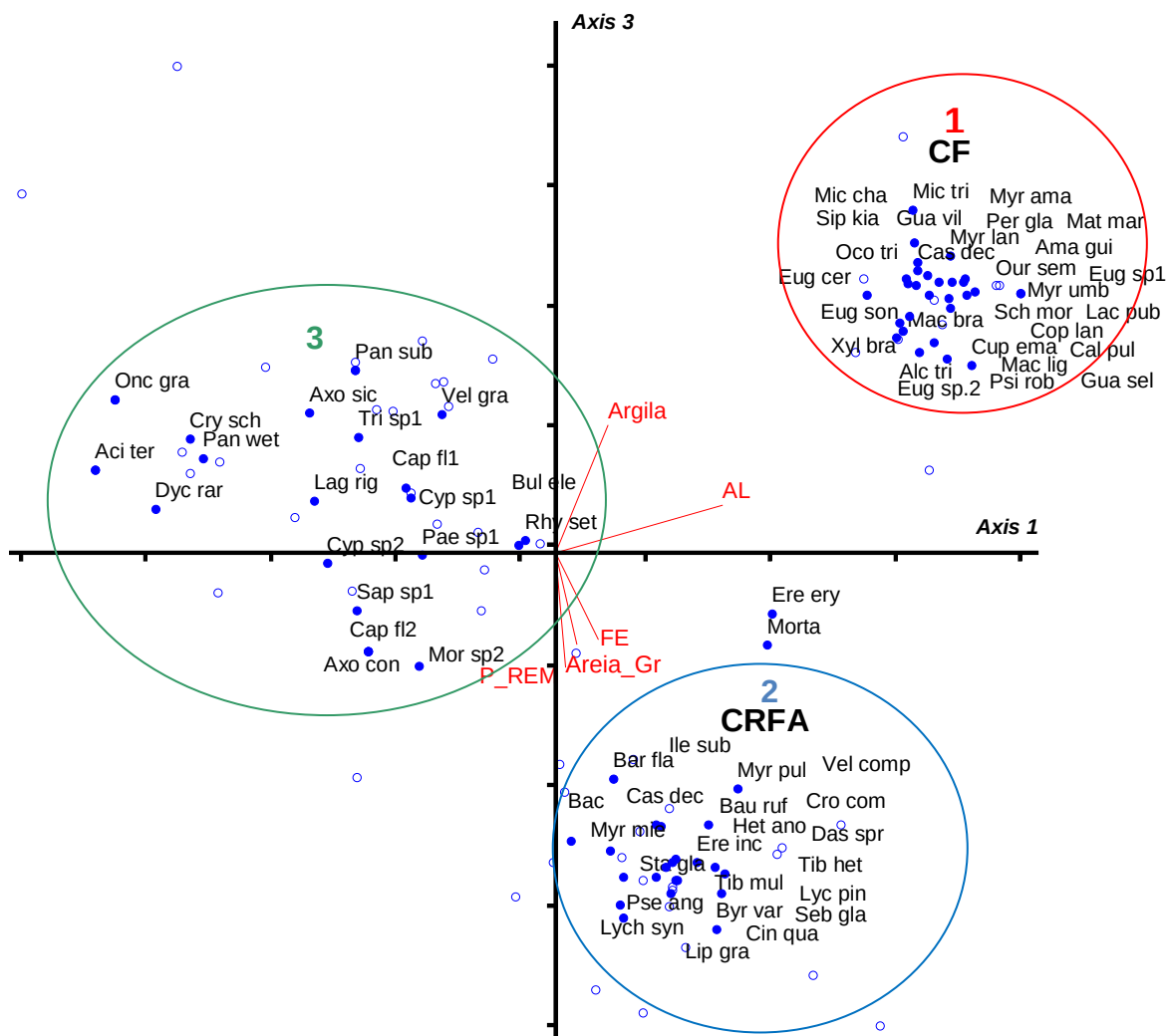


Figura 8 - Diagrama de ordenação da análise de correspondência canônica (CCA) a partir de características químicas e físicas dos solos e das densidades absolutas de espécies das fitofisionimias: Capão Florestal (1); Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo (2), em Mariana, Minas Gerais.

As espécies que compõe o Capão Florestal (círculo 1) se mostram novamente mais relacionadas aos teores de Argila e Al^{+3} , enquanto as espécies do Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo (circulo 2) apresentam maior correlação com os teores de areia grossa (concreções), Fe e P_{rem} . Já as espécies dispostas no grupo 3, são aquelas, em sua maioria de porte

herbáceo, que foram amostradas nas fisionomias do Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo e Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo. Estas espécies exibem correlações negativas em relação ao eixo 1, e se mostram dispersas pela área de plotagem denotando uma menor especificidade destas espécies com relação ao ambiente que ocupam. Não se pode inferir qualquer relação com os teores de Cd, Pb e Ni, pois estes foram baixos e não representam valores que possam influenciar a vegetação.

A Figura 9, abaixo, ordenou de forma clara quatro grupos principais de espécies amostradas, de acordo com sua correlação com as variáveis do solo. O grupo 1 agrupa as espécies do estrato herbáceo amostradas no Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo e no Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo. Estas espécies tiveram correlação positiva com K^+ e correlação negativa com a variável silte (micronódulos).

As espécies circunscritas no círculo 2, representam aquelas espécies que habitam o Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo, estas espécies demonstraram correlação positiva com variáveis como Fe, P_{rem} , V e areia grossa (concreção). Estas espécies também exibem correlações negativas com variáveis como teor de argila e de silte.

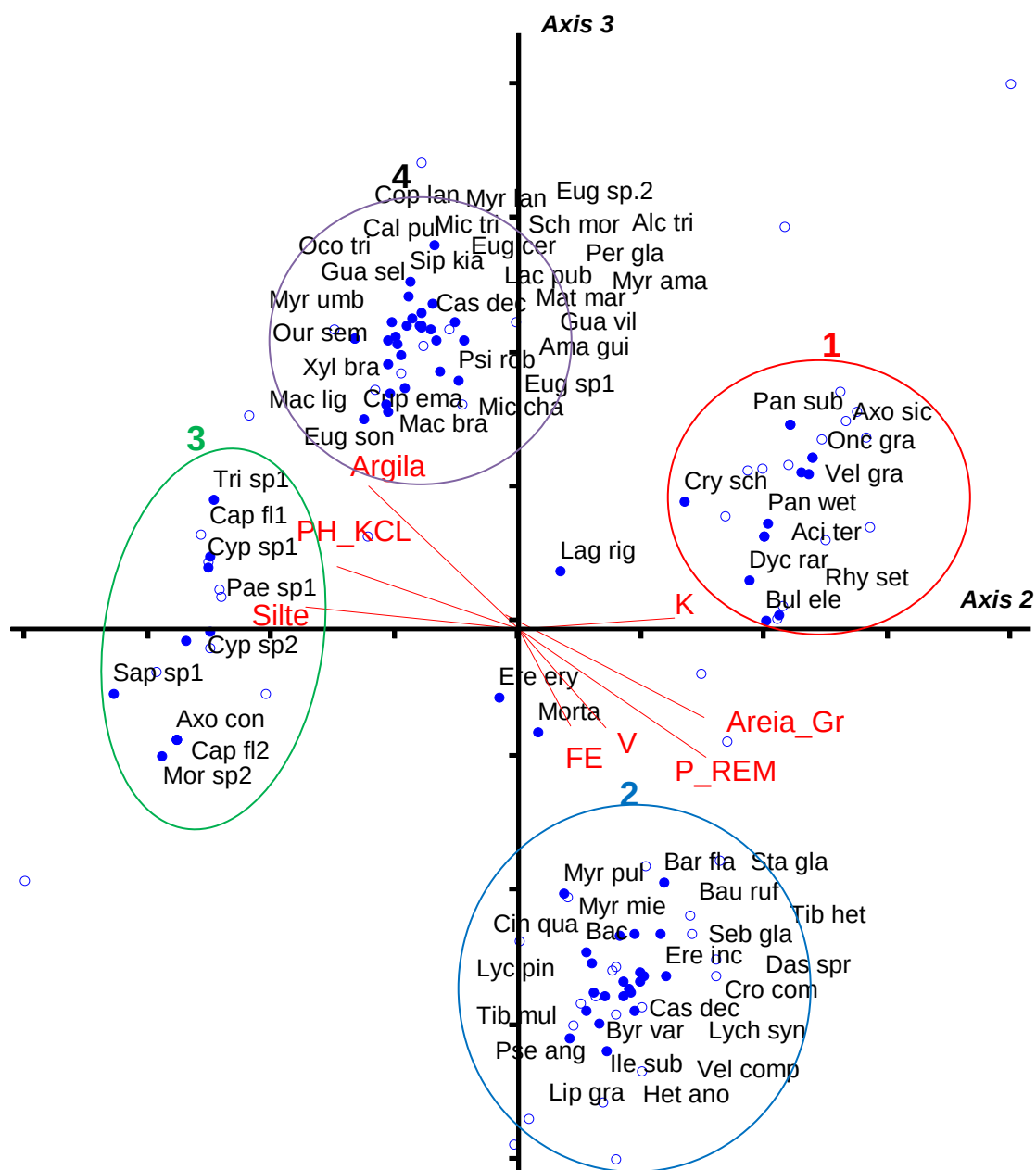


Figura 9 - Diagrama de ordenação da análise de correspondência canônica (CCA) a partir de características químicas e físicas dos solos e das densidades absolutas de espécies das fitofisionimias: Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo (1); Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo estrato herbáceo (1); Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo (2); Campo Rupestre Ferruginoso Herbáceo Brejoso (3) e Capão Florestal (4); em Mariana, Minas Gerais.

4 CONCLUSÃO

O estudo pioneiro de gradiente fitofisionômico de um fragmento de formação ferrífera do Quadrilátero Ferrífero revela que fatores pedológicos exercem um papel fundamental na distribuição das espécies e na ocorrência de fitofisionomias com porte e biomassa variáveis.

Os solos sob fisionomias de Campo Rupestre Ferruginoso são sempre muito pobres, ácidos, intemperizados, mas possuem importantes variáveis em atributos químicos físicos e morfológicos, que governam ou influenciam a distribuição de espécies e o adensamento de biomassa.

Os Campos Rupestres Ferruginosos Herbáceos Brejosos se relacionam a solos com elevadíssima capacidade de retenção de P, além de maior teor de silte, representando os micronódulos de canga, típicos deste ambiente.

No outro extremo o capão florestal se mostrou correlacionado com teor de alumínio e argila, revelando maior profundidade efetiva do solo, maior disponibilidade hídrica e de nutrientes.

O Campo Rupestre Ferruginoso Arbustivo representando estágios serais do gradiente que acompanha a degradação da canga, mostram correlação com

areia grossa (fragmentos de concreções) e K, evidenciando a liberação de nutrientes à medida que a canga se degrada favorecendo o aumento paulatino da biomassa, e formação de solo bem drenado.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. F. M. O *Cráton do São Francisco*. **Rev. Bras. Geoc.**, São Paulo, v.7, p.349-363, 1977.

ALKMIN, F. F. & MARSHAK, S. 1998. *Transamazonian Orogeny in the Southern São Francisco Craton Region, Minas Gerais, Brazil: evidence for Paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero*. **Precambrian Research**, 90: 29 – 5

ALVES, R.J.V. & KOLBEK, J. 1994. *Plant species endemism in savanna vegetation on table mountains (Campo Rupestre) in Brazil*. **Vegetatio**, **113**: 125-139.

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

BRAUN-BLANQUET, J. 1979. *Fitosociologia. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. **H. Blume Ediciones**, **17**.

CIENTEC 2, 2006. *Consultoria e Desenvolvimento de Sistemas. Mata Nativa 2 – Manual do usuário*. **Viçosa, Cientec**, **295p**.

CONCEIÇÃO, A. A. & GIULIETTI, A.M. 2002. *Composição florística e aspectos estruturais de campo rupestre em dois platôs do Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil*. **Hoehnea**, **29**: 37-48.

COSTA, C.M.R.; HERRMANN, G.; MARTINS, C.S.; LINS, L.V. & LAMAS, I.R. 1998. *Biodiversidade em Minas Gerais – Um atlas para sua conservação*. **Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas**.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). 2006. *Anuário Mineral Brasileiro, Parte III: estatística por substâncias*, 77 pp.

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

DRUMMOND, G.M.; MARTINS, C.S.; MACHADO, A.B.M.; SEBAIO, F.A.; ANTONINI, Y.(ORGS.). (2005) *Biodiversidade em Minas Gerais - Um Atlas para Sua Conservação*. 2ª ed. Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas. 222 p.

EMBRAPA. 2006. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2ª ed. Brasília, 306 p.

FERREIRA-JÚNIOR, W. G.; SILVA, A. F.; SCHAEFER, C. E. G. R.; MEIRA-NETO, J. A. A.; DIAS, A. S.; IGNÁCIO, M.; MEDEIROS, M. C. M. P. 2007. *Influence of soils and topographic gradients on tree species distribution in a Brazilian Atlantic Tropical Semideciduous Forest*. **Edinburgh Journal of Botany** 64: 137-157.

IBRAM. *Contribuição do IBRAM para o zoneamento ecológico-econômico e o planejamento ambiental de municípios integrantes da APA-SUL RMBH*. Brasília: 2003. 322p.

JACOBI C.M., *Afloramentos ferruginosos: Um ecossistema diverso e ameaçado*. In: *I Simpósio afloramentos ferruginosos no quadrilátero ferrífero: Biodiversidade, conservação e perspectivas de sustentabilidade*. Belo Horizonte, 2008. Anais.. p. 2.

LARCHER, W. 1995. *Physiological Plant ecology*. Berlin, Springer, Verlag 506 p.

- MEGURO M., PIRANI, J.R., GIULIETTI A.M., MELLO-SILVA R. (1994)**
Phytophysiology and composition of the vegetation of Serra do Ambrósio, Minas Gerais, Brazil. Rev Brasil Bot 17:149–166.
- MENDONÇA, M.P., & LINS, L.V. (Orgs.). 2000.** *Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas Gerais. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte. 160p.*
- MUELLER-DOMBOIS, D.& ELLENBERG, H. 1974.** *Aims and methods of vegetation ecology. New York, John Wiley & Sons, 820p*
- PIELOU, E. C. 1975.** *Ecological diversity. New York, Willey. 165 pp.*
- PORTO, M.L. & SILVA, M.F.F. 1989.** *Tipos de Vegetação Metalófila em Áreas da Serra de Carajás e de Minas Gerais, Brasil. Acta Botanica Brasilica 3: 1989.*
- RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B.; CORRÊA, G.F. 2002.** *Pedologia: base para distinção de ambientes. 4.ed. Viçosa, NEPUT.*
- RIBEIRO, A., S., S.; 2009.** *Pedologia Edogênese nos Geoambientes de Canga da Serra Sul, Floresta nacional de Carajás, Para, MG. 131p. Dissertação de mestrado (Mestrado em Solos e nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa. 2009*
- RIZZINI, C.T. 1979.** *Tratado de Fitogeografia do Brasil. Aspectos sociológicos e florísticos. HUCITEC/EDUSP, São Paulo, 374p.*
- SCHAEFER, C.E.G.R.; MENDONÇA, B., A., F.; RIBEIRO, A., S., S..** Solos desenvolvidos sobre canga ferruginosa no quadrilátero ferrífero, Minas Gerais. **Simpósio Afloramentos Ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero : Biodiversidade, Conservação e Perspectivas de Sustentabilidade.** Belo Horizonte : UFMF/ ICB, 2008.

SCHWERTMANN, U. 1985. The effect of environments on iron oxide minerals. *Adv. Soil Sci.*, v.1, p. 172-200.

SILVA, M.F.F. & ROSA, N.A. 1989. *Análise do Estrato Arbóreo da Vegetação sobre Jazidas de Cobre na Serra dos Carajás-Pará.* **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica 5: 175-206.**

SILVA, M.F.F. 1991. *Análise Florística da vegetação que cresce sobre canga hematítica em Carajás – Pará (Brasil).* **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica 7(1).**

SILVA, M. F. F.; R. S. SECCO & M. G. A. Lobo. 1996. *Aspectos Ecológicos da Vegetação Rupestre da Serra dos Carajás (PA).* **Acta Amazônica 26(1/2): 17-44.**

SOUZA, V. C. & LORENZI, H. 2008. *Botânica Sistemática guia ilustrado para identificação das Famílias de Angiospermas da flora Brasileira, baseado em APG II.* Nova Odessa, Instituto Plantarum.. 704 p.

STATSOFT, Inc. 2003. *Statistica (Data analysis software system), versão 6.*

TER BRAAK, C. J. F. & PRENTICE, C. 1988. *A theory of gradient analysis.* **Adv. Ecol. Rcs. 18: 271-317.**

TER BRAAK, C. J. F.. 1994. *Canonical community ordination. Part I: basic theory end ter BRAAK, C.J.F. Ordination. 1995.* In: JONGMAN, R.H.G.; TER BRAAK, C.J.F.; VAN TONGEREN, O.F.R. *Data analysis in community and landscape ecology.* Cambrigde: **Cambridge University Press**, p. 91-173.

TEIXEIRA, W.A., LEMOS-FILHO J.P., (2002). *Fatores edáficos e a colonização de espécies lenhosas em uma cava de mineração de ferro em Itabirito, Minas Gerais.* **Revista Árvore 26:25–33**

VIANA, P.L. & LOMBARDI, J.A. 2007. *Florística e caracterização dos campos rupestres sobre canga na Serra da Calçada, Minas Gerais, Brasil.* **Rodriguésia** **58: 159-177.**

VINCENT, R.C.; JACOBI, C.M.; ANTONINI, Y. 2002. *Diversidade na adversidade.* **Ciência Hoje** **31 (185): 64-67.**

VINCENT, R.C. 2004. *Florística, fitossociologia e relações entre a vegetação e o solo em área de campos ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais.* **Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 145p.**

ZAR, J.H. 1996. *Biostatistical Analysis.* New Jersey, **Prentice Hall.** 662 p.

Anexos

Tabela correlação de Pearson.

	pH _{H2O}	pH _{KCL}	P	K	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	t	T	V	m	MO	P _{REM}	Zn	Fe	Mn	Cu	Cr	Ni	Cd	Pb
pH _{H2O}	1,00	0,26	0,28	0,11	0,01	-0,02	-0,62	-0,55	0,01	-0,41	-0,52	0,18	-0,37	0,00	0,21	0,01	0,04	0,47	-0,02	-0,37	0,14	-0,06	-0,17
pH _{KCL}	0,26	1,00	0,32	-0,44	-0,41	-0,50	-0,51	-0,44	-0,44	-0,65	-0,47	-0,39	-0,02	0,17	-0,75	-0,16	-0,36	0,15	-0,18	0,03	0,24	-0,09	0,18
P	0,28	0,32	1,00	-0,07	0,17	0,02	-0,36	-0,13	0,14	-0,14	-0,10	0,13	-0,19	0,34	-0,11	0,36	0,17	0,16	-0,04	-0,17	0,26	0,14	-0,03
K	0,11	-0,44	-0,07	1,00	0,56	0,65	0,22	0,38	0,62	0,59	0,44	0,63	-0,45	0,34	0,32	0,35	0,41	0,45	0,22	-0,05	0,02	0,07	-0,08
Ca	0,01	-0,41	0,17	0,56	1,00	0,84	0,02	0,38	0,99	0,72	0,49	0,89	-0,64	0,53	0,38	0,74	0,28	0,43	0,02	-0,16	0,18	0,35	-0,17
Mg	-0,02	-0,50	0,02	0,65	0,84	1,00	0,14	0,43	0,89	0,73	0,52	0,85	-0,58	0,39	0,38	0,63	0,29	0,43	0,14	-0,06	0,14	0,25	-0,13
Al	-0,62	-0,51	-0,36	0,22	0,02	0,14	1,00	0,74	0,06	0,70	0,70	-0,13	0,48	-0,02	-0,05	0,04	0,28	-0,33	0,47	0,45	-0,33	-0,11	-0,06
H + Al	-0,55	-0,44	-0,13	0,38	0,38	0,43	0,74	1,00	0,42	0,79	0,99	0,11	0,05	0,37	-0,18	0,35	0,40	-0,11	0,26	0,32	-0,07	0,25	0,01
SB	0,01	-0,44	0,14	0,62	0,99	0,89	0,06	0,42	1,00	0,75	0,52	0,91	-0,65	0,52	0,39	0,73	0,30	0,45	0,06	-0,14	0,17	0,33	-0,17
t	-0,41	-0,65	-0,14	0,59	0,72	0,73	0,70	0,79	0,75	1,00	0,83	0,56	-0,14	0,35	0,24	0,55	0,40	0,10	0,35	0,20	-0,09	0,16	-0,16
T	-0,52	-0,47	-0,10	0,44	0,49	0,52	0,70	0,99	0,52	0,83	1,00	0,22	-0,04	0,41	-0,12	0,42	0,41	-0,05	0,25	0,29	-0,04	0,27	-0,01
V	0,18	-0,39	0,13	0,63	0,89	0,85	-0,13	0,11	0,91	0,56	0,22	1,00	-0,75	0,35	0,52	0,64	0,20	0,54	0,00	-0,22	0,17	0,21	-0,20
m	-0,37	-0,02	-0,19	-0,45	-0,64	-0,58	0,48	0,05	-0,65	-0,14	-0,04	-0,75	1,00	-0,35	-0,20	-0,48	-0,09	-0,55	0,23	0,30	-0,36	-0,30	0,06
MO	0,00	0,17	0,34	0,34	0,53	0,39	-0,02	0,37	0,52	0,35	0,41	0,35	-0,35	1,00	-0,27	0,59	0,28	0,48	0,00	-0,04	0,31	0,31	0,11
P _{REM}	0,21	-0,75	-0,11	0,32	0,38	0,38	-0,05	-0,18	0,39	0,24	-0,12	0,52	-0,20	-0,27	1,00	0,11	0,17	0,05	-0,01	-0,34	-0,14	0,01	-0,23
Zn	0,01	-0,16	0,36	0,35	0,74	0,63	0,04	0,35	0,73	0,55	0,42	0,64	-0,48	0,59	0,11	1,00	0,47	0,51	0,29	-0,06	0,25	0,22	-0,37
Fe	0,04	-0,36	0,17	0,41	0,28	0,29	0,28	0,40	0,30	0,40	0,41	0,20	-0,09	0,28	0,17	0,47	1,00	0,17	0,49	0,07	0,09	0,02	-0,39
Mn	0,47	0,15	0,16	0,45	0,43	0,43	-0,33	-0,11	0,45	0,10	-0,05	0,54	-0,55	0,48	0,05	0,51	0,17	1,00	0,12	-0,18	0,29	0,05	-0,15
Cu	-0,02	-0,18	-0,04	0,22	0,02	0,14	0,47	0,26	0,06	0,35	0,25	0,00	0,23	0,00	-0,01	0,29	0,49	0,12	1,00	0,34	-0,16	-0,35	-0,47
Cr	-0,37	0,03	-0,17	-0,05	-0,16	-0,06	0,45	0,32	-0,14	0,20	0,29	-0,22	0,30	-0,04	-0,34	-0,06	0,07	-0,18	0,34	1,00	-0,15	-0,12	0,01
Ni	0,14	0,24	0,26	0,02	0,18	0,14	-0,33	-0,07	0,17	-0,09	-0,04	0,17	-0,36	0,31	-0,14	0,25	0,09	0,29	-0,16	-0,15	1,00	0,31	0,05
Cd	-0,06	-0,09	0,14	0,07	0,35	0,25	-0,11	0,25	0,33	0,16	0,27	0,21	-0,30	0,31	0,01	0,22	0,02	0,05	-0,35	-0,12	0,31	1,00	0,13
Pb	-0,17	0,18	-0,03	-0,08	-0,17	-0,13	-0,06	0,01	-0,17	-0,16	-0,01	-0,20	0,06	0,11	-0,23	-0,37	-0,39	-0,15	-0,47	0,01	0,05	0,13	1,00