

AIANÃ FRANCISCO SANTOS PEREIRA

**FLORÍSTICA, FITOSSOCIOLOGIA E RELAÇÃO SOLO VEGETAÇÃO NO
COMPLEXO RUPESTRE DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG**

Tese apresentada a Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Botânica, para obtenção do título de Doctor in Scientiae.

VIÇOSA

MINAS GERAIS – BRASIL

2016

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa

T

P436f
2016

Pereira, Aianã Francisco Santos, 1981-

Florística, Fitossociologia e relação solo vegetação no
complexo rupestre do Quadrilátero Ferrífero, MG / Aianã
Francisco Santos Pereira. – Viçosa, MG, 2016.
vi, 161f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexo.

Orientador: Carlos Ernesto Gonçalves R. Schaefer.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Plantas herbáceas. 2. Fitossociologia. 3. Canga.
4. Comunidades vegetais. 5. Vegetação. 6. Botânica.
7. Quadrilátero Ferrífero (MG). I. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Solos. Programa de Pós-graduação em
Botânica. II. Título.

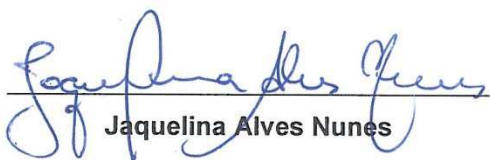
CDD 22 ed. 582.12

AIANÃ FRANCISCO SANTOS PEREIRA

FLORÍSTICA, FITOSSOCIOLOGIA E RELAÇÃO SOLO VEGETAÇÃO NO COMPLEXO
RUPESTRE DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG.

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Botânica, para obtenção do título de *Doctor in Scientiae*.

Aprovada: 06/07/2016


Jaquelina Alves Nunes


Andreza Viana Neri
(Coorientadora)


Felipe Nogueira Belo Simas


Walnir Gomes Ferreira Junior


Carlos Ernesto Gonçalves R. Schaefer
(Orientador)

SUMÁRIO

RESUMO	14
ABSTRACT	15
Introdução Geral	1
Objetivos Gerais	4
Objetivos específicos	4
Hipóteses	5
Material e métodos	5
Área de estudo	5
Amostragem da vegetação	6
Amostragem da vegetação herbácea	7
Amostragem da vegetação lenhosa	10
Bibliografia	13
<i>Capítulo I</i>	19
<i>Similaridade FLORÍSTICA EM Campo Rupestre sobre canga e quartzito No Quadrilátero Ferrífero, MG</i>	19
Resumo	20
Abstract	21
Introdução	22
Metodologia	23
Resultados	27
Discussão	58
Conclusões	61
Bibliografia	62
<i>Capítulo II</i>	66
<i>Relação solo-Vegetação no Complexo Rupestre Ferruginoso no Quadrilátero Ferrífero, MG.</i>	66
Resumo	67
Abstract	68
Introdução	69
Metodologia	70
Análise de dados	73
Análises realizadas	74
Resultados	74
Caracterização do solo	84
Caracterização físico química dos solos	86
Dinâmicas térmica e hídrica do solo	94
Seleção de variáveis	97

Discussão	110
Conclusões	113
Bibliografia	114
<i>Capítulo III</i>	<i>119</i>
<i>Dinâmica de ilhas florestais no complexo ferruginoso do quadrilátero ferrífero, MG.</i>	<i>119</i>
Resumo	120
ABSTRACT	121
INTRODUÇÃO	122
Metodologia	123
Resultados	128
Discussão	147
Conclusões	151
Bibliografia	152
<i>ANEXOS</i>	<i>159</i>

RESUMO

PEREIRA, Aianã Francisco Santos, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2016. **Florística, fitossociologia e relação solo-vegetação Complexo Rupestre do Quadrilátero Ferrífero, MG.** Orientador: Carlos Ernesto G. R. Schaefer.

Os complexos rupestres ferruginosos 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, a expansão urbana e, principalmente, a mineração. Em virtude da coincidência do complexo rupestre ferruginoso com ocorrências de minério de ferro com elevado valor comercial, torna-se necessário não só o desenvolvimento de estudos orientados para a identificação das possibilidades de exploração mineral, sem que haja o comprometimento destes ecossistemas, mas também a realização de pesquisas que possibilitem o melhor conhecimento acerca destas formações, o que possibilitará melhorar a proteção à biodiversidade destes ambientes. Diante do exposto, os objetivos do presente trabalho são: i) as características ecológicas destas formações, com ênfase na similaridade florística entre diferentes áreas de campo rupestre ferruginoso e entre o campo rupestre ferruginoso e o campo rupestre quartzítico; ii) estabelecer quais são as variáveis ambientais que controlam a distribuição espacial das espécies que compõem estas comunidades tão singulares e iii) avaliar a dinâmica ecológica das ilhas florestais sobre canga. Para tanto, selecionamos quatro áreas onde foram realizadas amostragens fitossociológicas contemplando os estratos herbáceo, arbustivo e arbóreo. Em cada área foram alocadas dez parcelas para cada estrato estudado, onde foram levantados os parâmetros fitossociológicos. As variáveis físicas e químicas do solo foram obtidas através da coleta de três amostras simples de solo em cada parcela fitossociológica. Já as variáveis térmicas e hídricas do solo foram obtidas através de sensores TDR que se encontram instalados nas áreas pesquisadas. O intervalo das medições para o estudo de dinâmica florestal foi de cinco anos. Os resultados demonstraram que a similaridade entre as áreas de campo rupestre ferruginoso é baixa sendo ainda menor entre estas e os campos rupestres quartzíticos. As variáveis ambientais que demonstraram significância estatística para a distribuição de abundância de espécies foram Al^{3+} trocável, Argila, e CTC efetiva. As ilhas florestais mostraram dinâmica intensa, indicando que estas comunidades não se encontram estáveis.

ABSTRACT

PEREIRA, Aianã Francisco Santos, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho of 2016. **Floristic, fitossociology and soil-vegetation relationship in Rupestre Complex of the Iron Quadrangle, MG.** Adviser: Carlos Ernesto G. R. Schaefer.

Ferruginous complex associated with rock outcrops, or Canga, in the Iron Quadrangle region have been under strong pressure from human activities, including the indiscriminate collection of species of landscape value, the use of fire, urban sprawl, and especially mining. By virtue of the coincidence of the rock rust complex with iron ore occurrences of high commercial value, it becomes necessary not only to the development of targeted research for identifying opportunities for mineral exploration, without the involvement of these ecosystems, but also the conducting research to enable a better knowledge of these formations, which will enable to improve the protection of biodiversity of these environments. Given the above, the objective of this study is to increase knowledge about the ecological characteristics of these formations, with emphasis on floristic similarity between different areas of ferruginous rocky fields and between the ferruginous rocky fields and quartzite rock field, establish what the environmental variables that control the spatial distribution of species that make up these communities so unique, finally study the ecological dynamics of forest thickets on sarong. We selected four areas which were carried out phytosociological samples of vegetation in its herbaceous, shrubs and trees. In each area ten plots were allocated to each stratum studied, where they raised their phytosociology. The physical and chemical parameters of soil were obtained by collecting three simple soil samples in each phytosociological plot. Since the thermal characteristics of the soil and water was obtained through TDR sensors that are installed in the screened areas. The range of measurements for studying forest dynamics was five. The results showed that the similarity between the areas of ferruginous rocky fields is low and between areas of ferruginous rocky fields and quartzite rock field is even smaller. The environmental variables that showed statistical significance for the distribution of species abundance were exchangeable Al 3+, clay, and CTC. Forest capons showed very strong momentum, indicating that these communities are not stable.

INTRODUÇÃO GERAL

O Quadrilátero Ferrífero está inserido na zona de transição de dois importantes hotspots brasileiros: a Mata Atlântica e o Cerrado, sendo possível encontrar entre as fisionomias de maior destaque, floresta estacional semidecidual, matas ripárias, florestas estacionais semidecíduais sibmontanas, montanas e altomontanas, ou “ilhas de altitude”, campo cerrado, cerrado strictu sensu e campos rupestres (JACOBI *et al.*, 2008).

O campo rupestre ferruginoso forma um verdadeiro complexo, caracterizado por apresentar vegetação associada a afloramentos de canga ferrífera, comuns no Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais. Esta formação vegetal foi denominada campos ferruginosos (RIZZINI, 1979), campo rupestre ferruginoso Jacobi *et al.* (2008) e Complexo Rupestre Ferruginoso (Pereira, 2010; Nunes, 2015).

Os campos rupestres ferruginosos do Quadrilátero ferrífero estão entre os ecossistemas mais ameaçados dos trópicos e menos estudados de Minas Gerais (JACOBI *et al.*, 2008). Estes representam cerca de 63,1% dos campos rupestres ferruginosos encontrados no território brasileiro, sendo o restante encontrado no Pará (18,0%) e o Mato Grosso do Sul (17,2%) (CARMO, 2010).

Jacobi (2007), estudando a flora encontrada sobre o campo rupestre ferruginoso, concluiu que esta é diversificada, rica em endemismos, com espécies raras e ameaçadas de extinção. Algumas delas são encontradas em localidades típicas, outras são endêmicas de áreas pequenas, usualmente confinadas a altitudes e substratos específicos, com pouca distribuição espacial, de maneira que sua sobrevivência depende de proteção (DOS SANTOS, 2010). Alves & Kolbek (1994) chamaram a atenção para a importância da conservação dessa vegetação que cresce nas cristas montanhosas isoladas, que se configuram como ilhas com vegetação de espécies endêmicas. Em vista disso, a região é considerada Área de Importância Biológica Extrema e Prioritária para a Conservação da Biodiversidade em Minas Gerais (COSTA *et al.*, 1998; DRUMMOND *et al.*, 2005).

Os campos rupestres ferruginosos revelam-se, na verdade, um verdadeiro complexo rupestre ferruginoso, no qual ocorre uma sequência fitofisionômica variando desde

campos herbáceos a arbustivos até ilhas florestais. Há a necessidade da realização de estudos que alcancem todas as variações fitofisionômicas de ocorrência, elucidando as relações ecológicas entre os fatores bióticos e abióticos destes ecossistemas.

A cobertura vegetal existente nas cristas serranas ferruginosas, principalmente nas cotas altimétricas superiores a 900 m, é dotada de características bastante singulares, entre as quais podem ser ressaltadas: o endemismo de parte da flora, resultante da colonização de substratos ricos em ferro, que indica a estreita relação entre solo e planta; a diversidade florística; 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; 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., 2008; MOURÃO, 2007; VIANA & LOMBARDI, 2007).

Muitas espécies que ocorrem nos campos rupestres apresentam adaptações morfológicas e/ou fisiológicas a ambientes xéricos, tais como folhas coriáceas ou suculentas, modificações de órgãos em estruturas de reserva, presença de pilosidade densa nas folhas e ramos, e anatomia Kranz (LARCHER, 1995).

Os 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 associada às formações ferríferas, levantamentos florísticos são escassos sendo que a maior parte deles foram realizados para a região de Carajás no Pará, como os de Secco & Mesquita, (1983); Silva et al., (1986); Silva et al., (1989) e Silva et al., (1996). Nunes et al., (2009) realizou a primeira descrição da transição floresta-campo rupestre na região de Carajás. No Quadrilátero Ferrífero, Mourão & Stehmann, (2007), realizaram levantamento da flora do campo rupestre sobre canga hematítica em Barão de Cocais, MG. Dutra et al., (2009), trabalharam com a fenologia reprodutiva e síndrome de polinização e

dispersão em espécies de Leguminosae dos campos rupestres do Parque Estadual do Itacolomi, em Minas Gerais. Já os trabalhos que tratam da taxonomia de grupos específicos, são mais comuns, principalmente os que abordam famílias botânicas específicas, como Dutra et al. (2009) que estudou as espécies de Papiplinoideae dos campos ferruginosos do Parque Estadual do Itacolomi, MG, e, as espécies de Mimosa L.(Leguminosae-Mimosoideae) dos campos rupestres de Minas Gerais.

Em relação aos trabalhos realizados na região do Quadrilátero Ferrífero, podemos citar: Porto & Silva, (1989); Teixeira & Lemos Filho, (2002); Vincent, (2004 e 2008) e Messias, (2011). Porto & Silva, (1989) analisaram as vegetações metalófilas de três regiões da Cadeia do Espinhaço, em Minas Gerais e na Serra de Carajás no Pará. Vincent, (2004) estudou a composição florística, a estrutura fitossociológica e as relações entre a vegetação e o solo em áreas de campos ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero.

Pouco se conhece sobre a dinâmica das comunidades florestais que ocorrem em associação com os campos rupestres ferruginosos. Outros trabalhos foram realizados em áreas de Floresta Estacional Semidecidual fora do Quadrilátero Ferrífero, dentre os quais citamos: Silva e Araújo, (2009) que trabalharam com Floresta Estacional Semidecidual em Uberlândia, MG. Oliveira Filho, (2004) estudou a dinâmica da comunidade arbórea de um remanescente florestal na Serra da Mantiqueira em MG, cujo objetivo principal foi avaliar se a comunidade permaneceu estável ao longo do período.

Outro ponto importante a ser considerado é a associação das áreas de campo rupestre ferruginoso com ocorrências de minério de ferro de elevado valor econômico. A atividade de mineração foi responsável por 80% da perda de área sofrida pelos campos rupestres ferruginosos do Quadrilátero Ferrífero nos últimos quarenta anos, (Carmo, 2010). A ameaça de extinção de espécies de ocorrência restrita (endêmicas) é muito grande, e agrava-se, pela constatação de que os campos rupestres ferruginosos possuem forte singularidade florística, com alta diversidade beta (JACOBI et al., 2007). Assim torna-se necessária a realização de pesquisas que possibilitem uma compreensão mais ampla acerca dos campos

rupestres, o que possibilitará melhorar a proteção à sua biodiversidade, bem como sua restauração e o correto enquadramento quanto ao seu estágio sucessional.

OBJETIVOS GERAIS

Os objetivos gerais do presente trabalho foram: i) avaliar a similaridade florística entre o campo rupestre ferruginoso e o campo rupestre quartzítico no Quadrilátero Ferrífero; ii) definir quais as variáveis pedológicas possuem influência na distribuição de abundância de espécies nas vegetações rupestres sobre solos ferruginosos e quartzíticos; iii) avaliar a dinâmica das comunidades florestais associadas aos campos rupestres ferruginosos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a similaridade florística entre as áreas de campo rupestre ferruginoso e campo rupestre quartzítico estudadas.
- Testar a utilização de variáveis hídricas e térmicas do solo em análises exploratórias (CCA) em comunidades vegetais.
- Compreender a dinâmica das ilhas florestais associadas aos campos rupestres ferruginosos, no Quadrilátero Ferrífero.
- Avaliar quais as espécies terão sua abundância relativa reduzida ao longo do tempo, permitindo demonstrar quais espécies são mais susceptíveis a efeitos competitivos dentro da comunidade. Buscou-se também identificar espécies que tiveram sua abundância aumentada ao longo do período, as quais seriam competidoras mais eficientes.
- Avaliar se a comunidade em estudo se encontra em um estágio climáxico ou se está evoluindo em direção a uma formação mais semelhante a matriz vegetacional circundante.

HIPÓTESES

- As áreas de campo rupestre ferruginoso apresentam baixa similaridade florística em relação às áreas de campo rupestre quartzítico.
- As variáveis químicas e físicas do solo exercem influência na distribuição da abundância de espécies nos campos rupestres ferruginosos e nos campos rupestres quartzíticos.
- As ilhas florestais associados aos campos rupestres quartzíticos se apresentam estáveis quanto as suas características fitossociológicas no intervalo de tempo de cinco anos.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A região onde a pesquisa foi desenvolvida, no Quadrilátero Ferrífero, têm precipitação média anual de 1250 mm (MESSIAS, 2011). As chuvas têm sazonalidade, sendo mais intensas nos meses de Novembro a Março. Nos meses de Maio a Julho a precipitação fica bem reduzida, impondo considerável déficit hídrico à vegetação (MESSIAS, 2011).

A área de trabalho foi selecionada a partir de estudos de dados geológicos da região do Quadrilátero Ferrífero, imagens do satélite Landsat e visitas de campo, nas quais os fragmentos observados foram analisados em relação ao seu grau de conservação e possibilidade de acesso. Durante as visitas de 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, foram selecionadas áreas em bom estado de conservação para a realização dos levantamentos florístico e fitossociológico.

A Chapada do Canga, situada no município de Mariana, (coordenadas 20° 9'31.89"S e 43°25'34.68"O), se encontra a 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)

A Serra de Capanema, no município de Ouro Preto, (coordenadas 20°10'50.03"S/43°37'48.67"O) e está a 1672 metros acima do nível do mar, na parte interna e montanhosa da borda Leste do Quadrilátero Ferrífero.

A Serra do Gandarela, porção central do Quadrilátero Ferrífero, (coordenadas 20° 2'32.79"S/ 43°41'23.89"O), a cerca de 1400 metros acima do nível do mar.

A área representativa do campo rupestre quartzítico, esta localizada na RPPN Capivari II (coordenadas 20°08'44"S/ 43°37'53"O , 1383 metros de altitude), no município de Itabirito, MG, também na porção central do Quadrilátero Ferrífero.

AMOSTRAGEM DA VEGETAÇÃO

A amostragem fitossociológica realizada para embasar a análises de similaridade, e relação solo vegetação foi feita contemplando os estratos herbáceo, arbustivo e arbóreo, sendo que cada estrato contou com a alocação em campo de dez parcelas em cada área de estudo, totalizando 80 parcelas.

Para a realização das análises fitossociológicas dependentes de área, foi aplicado o método de parcelas (MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974). Foram amostradas trinta parcelas de um metro quadrado para o estudo do estrato herbáceo, sendo dez parcelas em cada área. Trinta parcelas de vinte e cinco metros quadrados para o estudo do estrato arbustivo e vinte parcelas de cem metros quadrados para o estudo do estrato arbóreo, similarmente, dez parcelas foram alocadas em cada área de estudo. A Serra de Capanema possuiu por um incêndio durante a realização do estudo, impossibilitando a amostragem de seu estrato arbóreo. As parcelas foram alocadas com o auxílio de uma trena e demarcadas com estacas e delimitadas com barbante.

Na amostragem do estrato arbustivo, foram incluídos os indivíduos lenhosos vivos e mortos que apresentaram diâmetro de tronco ao nível do solo (DAS) igual ou

superior a 1 cm. Para a amostragem do estrato arbóreo, foram considerados todos os indivíduos lenhosos vivos e mortos que apresentaram circunferência de tronco ao nível do peito (CAP) igual ou superior a 15 cm.

Os indivíduos férteis foram coletados com o auxílio de tesoura de poda e podão (tesoura de poda alta) e armazenados em prensas de campo. Após coletado, o material fértil foi prensado em prensas de madeira e seco em estufas a 70-80°C até completar a secagem, mantendo boas características para sua identificação. Após a secagem do material, foram confeccionadas exsiccatas de acordo com técnicas convencionais (FIDALGO & BONONI, 1989). Os exemplares herborizados em exsiccatas foram registrados e inserido no Herbário da Universidade Federal de Viçosa – VIC, contribuindo com o seu acervo. A identificação foi realizada através da análise dos seus caracteres morfológicos, com o auxílio de bibliografia especializada e comparação com exsiccatas depositadas no Herbário VIC da UFV. Quando a identificação não foi possível, duplicatas do material foram enviadas para especialistas para que os mesmos confirmem a identificação do material. O sistema de classificação adotado para famílias e gêneros foi baseado em APGIII. A nomenclatura das espécies e seus respectivos autores foram consultados no site da Lista de Espécies da Flora do Brasil ([www.http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/listaBrasil](http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/listaBrasil)).

Para o estudo e discussões a cerca das características fitossociológicas, no que tange a sua estrutura horizontal e vertical da comunidade, utilizou-se os seguintes parâmetros fitossociológicos: Densidade (D), Dominância (Do), Frequência (F), Valor de Importância (VI) Mueller-Dombois & Ellenberg, (1974) e Índice de Similaridade Sorensen, Pielou (1984) e de Jaccard, (1901).

AMOSTRAGEM DA VEGETAÇÃO HERBÁCEA

A vegetação herbácea teve seus parâmetros fitossociológicos determinados através da composição de espécies, número de indivíduos, grau de cobertura do solo e abundância das espécies, seguindo o proposto por Braun-Blanquet (1979).

A escala de valor de cobertura e abundância das espécies em cada parcela foi determinada 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 cálculo dos parâmetros fitossociológicos para as espécies amostradas foram 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:

$$DR_i = \frac{100DA_i}{\sum_{i=1}^n DA_i}$$

Onde: DR_i = densidade relativa da espécie i (%); DA_i = densidade absoluta da espécie i (indivíduos por m²); n_i = 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.

$$AC_i = \sum \left(\frac{A_{pi} \cdot g_{ci}}{100} \right)$$

Onde: AC_i = Área de cobertura da espécie i (m²); A_{pi} = área da parcela i; g_{ci} = grau de cobertura da espécie i.

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

$$VCR_i = \frac{100 AC_i}{\sum_{i=1}^n AC_i}$$

Onde: VC_i = valor de cobertura da espécie i (%); A_{pi} = área da parcela i.

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

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

Onde: FA_i = 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.

$$FR_i = \frac{100FA_i}{\sum_{i=1}^n FA_i}$$

Onde: FR_i = frequência relativa da espécie i (%); FA_i = 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.

$$VI_i = DR_i + VCR_i + FR_i$$

Onde: V_i = densidade relativa da espécie i (%); VCR_i = valor de cobertura relativo da espécie i (%); FR_i = frequência relativa da espécie i (%)

AMOSTRAGEM DA VEGETAÇÃO LENHOSA

Os indivíduos lenhosos foram estudados através da análise de suas características fitossociológicas. Os indivíduos vivos ou mortos em pé, foram medidos e tiveram as seguintes características anotadas: diâmetro de tronco ao nível do solo (DAS) quando de porte arbustivo, e circunferência ao nível do peito (CAP), quando arbóreo, altura total estimada, sua família e sua espécie foram determinadas.

As características fitossociológicas da vegetação estudada foram analisadas através das seguintes fórmulas:

Densidade absoluta (DA): número de indivíduos (n) de uma determinada espécie na área amostrada.

(DA) = número de indivíduos amostrado da espécie na área da amostra (ha).

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

Densidade relativa (DR): número de indivíduos de uma espécie dividido pelo número de indivíduos de todas as espécies. É expresso em porcentagem.

$$DR = 100 n / N$$

n = número de indivíduos da espécie i

N = número total de indivíduos amostrados

Dominância (Do): A medida de dominância refere-se a ocupação do espaço pelas espécies numa área amostrada, expressa em termos de área basal ou valor de cobertura.

$$Do = DAS^2 \times \pi/4 \text{ ou}$$

$$Do = CAP^2/4\pi$$

Dominância Absoluta (DoA): é a relação da área basal de uma espécie com a área total amostrada.

$$DoA = Ab/A$$

Em que:

Ab = área basal em m² da espécie;

A = área total da amostragem

Dominância Relativa (DoR): é a relação entre a área basal total de determinada espécie e a área basal total de todas as espécies amostradas, expressa em porcentagem.

$$DoR = 100 AB / ABT$$

Em que:

AB = área basal em m² da espécie;

ABT = Área basal total em m²

Frequência (F): A frequência mostra a distribuição das espécies em uma determinada área e é obtida em valores absoluto e relativo (%).

Frequência Absoluta (FA): relação entre o número de unidades amostrais onde a espécie i ocorre e o número total de unidades amostrais, em porcentagem.

$$FA = 100 U / UT$$

Em que: U = número de unidades amostrais com a espécie

UT = número total de unidades amostrais

Frequência Relativa (FR): é a porcentagem entre a frequência absoluta de cada espécie em relação ao somatório das frequências absolutas de todas as espécies

$$FR = 100 FA / FA$$

Valor de Importância (VI): Correlaciona os parâmetros DR, FR e DoR em uma equação para comparar e hierarquizar espécies ocorrentes dentro de uma comunidade vegetal.

$$(VI) = DR + FR + DoR$$

BIBLIOGRAFIA

ALVES, R.J.V. & KOLBEK, J.. Plant Species Endemism in Savanna Vegetation on Table Mountains (Campo Rupestre) in Brazil. *Vegetatio*, 1994. 125-139.

BRAUN-BLANQUET, J.. *Fitosociologia. Bases Para el Estudio de las Comunidades Vegetales*. H. Blume Ediciones, 1979.

CARMO, F. F. Importancia Ambiental e Estado de Conservação dos ecossistemas de Canga no Quadrilátero Ferrífero e Proposta de Áreas-Alvo para a Investigação e Proteção da Biodiversidade em Minas Gerais. Dissertação de Mestrado, ECMVS-UFMG, 2010.

CONCEIÇÃO, A. A. & GIULIETTI, A.M.. Composição Florística e Aspectos Estruturais de Campo Rupestre em Dois Platôs do Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Hoehnea*, 2002. 29: 37-48.

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

DOS SANTOS, L. M.. Restauração de Campos Ferruginosos Mediante Resgate de Flora e Uso de *Topsoil* no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Tese de doutorado (Doutorado em botânica - ICB) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. 182p.

DOS SANTOS, L. M.. O Meio Natural em Belo Horizonte – Caracterização e Análise de Potencial Para Uso e Ocupação Preservacionista. Dissertação (Mestrado em Geografia Física do Instituto de Geociências – IGC) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001. 201p.

DUTRA, V. F., VIEIRA, M. F., GARCIA, F. C. P., & de LIMA, H. C. (2009). Fenologia reprodutiva, síndromes de polinização e dispersão em espécies de Leguminosae dos campos rupestres do Parque Estadual do Itacolomi, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia*, 2009. 371-387.

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

FIDALGO, O., & BONONI, V. L. Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, Instituto de Botânica, 1989.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Mapa de Biomas do Brasil: Primeira Aproximação. Rio de Janeiro. IBGE, 2004.

JACCARD, PAUL. Étude Comparative de la Distribution Florale Dans Une Portion des Alpes et des Jura, Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles, 1901. 547–579.

JACOBI, C. M. *et al.* Plant Communities on Ironstone Outcrops: a Diverse and Endangered Brazilian Ecosystem. In: Biodiversity Conservation, 2007. 2185–2200.

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.. Physiological Plant Ecology. Berlin, Springer, Verlag, 1995. 506 p.

MEGURO M., PIRANI, J.R., GIULIETTI A.M., MELLO-SILVA R.. Phytophysiology and Composition of the Vegetation of Serra do Ambrósio, Minas Gerais, Brazil. Rev Brasil Bot., 1994. 17:149–166.

MENDONÇA, M.P., & LINS, L.V. (Orgs.). Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora de Minas Gerais. Belo Horizonte. Fundação Biodiversitas, Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte, 2000. 160p.

MESSIAS M. T. B. Fatores Ambientais Condicionantes da Diversidade Florística em Campo Rupestre Quartzíticos e Ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Tese de doutorado. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011. 139p.

MOURÃO, A.; STEHMANN, J. R. Levantamento da Flora do Campo Rupestre Sobre Canga Hematítica Couraçada Remanescente na Mina do Brucutu, Barão de Cocais, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia*, 2007. 775-785.

MUELLER-DOMBOIS, D.& ELLEMBERG, H.. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. New York, John Wiley & Sons, 1974. 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.

NUNES, J. A. et al. Soil-vegetation relationships on a banded ironstone 'island', Carajás Plateau, Brazilian Eastern Amazonia. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 87, n. 4, p. 2097-2110, 2015.

OLIVEIRA FILHO A. T., CARVALHO W. A.C., MACHADO E. L.M., HIGUCHI P., APPOLINÁRIO V., CASTRO G. C., SILVA A. C., SANTOS R. M, BORGES L. F., CORRÊA B. S.e ALVES J. M. Dinâmica da Comunidade e Populações Arbóreas da Borda e Interior de um Remanescente Florestal na Serra da Mantiqueira, Minas Gerais, em um intervalo de cinco anos (1999-2004), *Revista Brasil. Bot.*,2004. 30:149-161.

PIELOU, E. C. *The interpretation of ecological data: a primer on classification and ordination*. John Wiley & Sons, 1984.

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

REBELLATO, L. & NUNES DA CUNHA, C. Efeito do “Fluxo Sazonal Mínimo da Inundação” Sobre a Composição e Estrutura de um Campo Inundável no Pantanal de Poconé, MT, Brasil. Acta Bot. Bras., 2005. 789-799.

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

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

SILVA, M., R., & ARAÚJO, G., M., Dinâmica da Comunidade Arbórea de uma Floresta Semidecidual em Uberlândia, MG, Brasil. Acta bot. bras., 2009. 49-56.

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

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

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

SORENSEN, T. "A Method of Establishing Groups of Equal Amplitude in Plant Sociology Based on Similarity of Species and its Application to Analyses of the Vegetation on Danish Commons". *Kongelige Danske Videnskabernes Selskab*, 1948. 1–34.

TEIXEIRA, W.A., LEMOS-FILHO J.P., Fatores Edáficos e a Colonização de Espécies Lenhosas em uma Cava de Mineração de Ferro em Itabirito, Minas Gerais. *Revista Árvore*, 2002. 25–33

VIANA, P.L. & LOMBARDI, J.A.. Florística e Caracterização dos Campos Rupestres Sobre Canga na Serra da Calçada, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia*, 2007. 58: 159-177.

VINCENT, R.C.. 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, 2004. 145p.

VINCENT, R.C. & Meguro, M.. Influence of Soil Properties on the Abundance of Plant Species in Ferruginous Rocky Soils Vegetation, Southeastern Brazil *Revista Brasil. Bot.*, 2008. 31:377-388.

CAPÍTULO I

SIMILARIDADE FLORÍSTICA EM CAMPO RUPESTRE SOBRE CANGA E QUARTZITO NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG

RESUMO

Ainda hoje pouco se sabe sobre a similaridade florística entre diferentes áreas de campos rupestres. Diante do pequeno número de trabalhos que buscam compreender os padrões de distribuição das espécies que compõem estas formações vegetais, é fundamental a realização de pesquisas voltadas ao entendimento dos padrões de similaridade entre diferentes áreas destas formações, identificando possíveis relações com variáveis ambientais determinantes para a ocorrência de diferenças e semelhanças. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a similaridade florística entre duas áreas de campo, uma sobre canga e outra sobre quartzito, ambas localizadas no Quadrilátero Ferrífero, e compará-las a uma área de campo rupestre quartzítico, também na borda leste do quadrilátero ferrífero, em Minas Gerais. A amostragem da vegetação foi realizada através da alocação de parcelas fitossociológicas em cada área de estudo. Foram alocadas trinta parcelas de 1x1m para o estudo da vegetação herbácea, trinta parcelas de 5x5 m para amostragem de vegetação arbustiva e vinte parcelas de 10x10 m para a vegetação arbórea. Foram realizadas análises de agrupamento através dos Índices de Similaridade de Sorensen e de Jaccard e do diagrama de Venn. Foi gerado um dendrograma, pelo algoritmo de ligação de média não-ponderada (UPGMA). As áreas de Campo Rupestre Ferruginoso se mostraram pouco similares entre si, com as maiores diferenças florísticas entre os Campos Rupestres Ferruginosos e os Campos Rupestres Quartzíticos. O Campo Rupestre Ferruginoso e o Campo Rupestre Quartzítico não representam uma unidade fitofisionômica sob o aspecto da composição de espécies, no contexto do Quadrilátero Ferrífero. As diferenças florísticas observadas não podem ser atribuídas à distância geográfica existente entre as áreas estudadas, e sim ao seu substrato.

ABSTRACT

Even today, little is known about the floristic similarity between different areas of rocky fields. Before the small number of studies that seek to understand the distribution patterns of the species that compose these crop formations, it is essential to conduct research aimed at understanding the patterns of similarity between different areas of these formations, in order to assess the similarities and differences in composition a particular plant community, identifying possible determinants relations with environmental variables for the occurrence of these differences and similarities. Within this context, the objective of this study was to evaluate the floristic similarity between two different areas of rocky fields ferruginous on the eastern edge of the Iron Quadrangle, and compares them to a quartzite rock field area, also on the eastern edge of the Iron Quadrangle in Minas Gerais. The vegetation sampling was carried out by allocating phytosociological plots in each study area. Thirty plots were allocated 1x1m, thirty sample plots of scrub vegetation of 5x5m each one twenty arboreal vegetation plots of 10x10m. Cluster analysis was performed using the Similarity Index of Sorensen and Jaccard and Venn diagram. It was generated a dendrogram, the average connection algorithm unweighted (UPGMA). The areas of Campo Rupestre Ferruginous proved somewhat similar to each other with the greatest floristic differences between the ferruginous rocky fields and quartzite rock fields. The Field Ferruginous and Field quartzite not represent a physiognomy unit from the aspect of species composition in the context of the Quadrangle. The observed floristic differences can not be atribuidas existing geographical distance between the studied areas.

INTRODUÇÃO

Os campos rupestres ferruginosos constituem uma formação vegetal que cresce exclusivamente sobre Canga Laterítica. De acordo com Dorr II (1969) e Castro (2008), as Cangas são afloramentos formados há milhões de anos, resultante do intemperismo de rochas ferríferas subjacentes - tais como os itabiritos e diamictitos ferruginosos - e posterior enriquecimento relativo de ferro, resultando em couraças que podem atingir dezenas de metros de espessura e se estender por milhares de hectares.

A vegetação associada às Cangas abriga espécies novas para a ciência, e elevada diversidade alfa e beta (VIANA & LOMBARDI, 2007; JACOBI & CARMO, 2008a; CARMO & JACOBI, 2013). Embora os campos rupestres ferruginosos sejam reconhecidos como uma unidade florística, eles apresentam grande heterogeneidade de habitats, determinados por fatores edafoclimáticos tais como: natureza do substrato, topografia, profundidade do solo e microclima (CONCEIÇÃO & GIULIETTI, 2002; CONCEIÇÃO & PIRANI, 2007; JACOBI *et al.*, 2007).

As cangas distribuem-se insularmente nas porções mais altas do relevo, recobrando jazidas de minério de ferro e constituindo extensos platôs interconectados por vales e escarpas. Esta característica insular funciona como barreira natural entre os topos de serra onde essas formações ocorrem, e dificultam os processos de dispersão, sendo uma das características citadas por Alves & Kolbek (2010), para justificar a baixa similaridade observada entre estas áreas de campo rupestre.

Escassos são os estudos a respeito da similaridade florística entre diferentes áreas de campos rupestres. Os principais trabalhos com esta linha de abordagem são: Vincent (2004) e Mourão & Stehmann (2007). O primeiro comparou a similaridade florística entre alguns fragmentos de campo rupestre ferruginoso e quartzítico no quadrilátero ferrífero. O segundo buscou comparar algumas áreas de campo rupestre ferruginoso e quartzítico no quadrilátero ferrífero com áreas da Serra de Carajás (PA) e da Chapada Diamantina (BA). Ambos os trabalhos relatam baixa similaridade entre as áreas estudadas.

Diante do pequeno número de trabalhos que buscam compreender os padrões de distribuição das espécies que compõe estas formações vegetais, é fundamental a realização de pesquisas voltadas ao entendimento dos padrões de similaridade entre diferentes áreas destas formações, como forma de avaliar as semelhanças e diferenças na composição de determinada comunidade vegetal, identificando possíveis relações com variáveis ambientais determinantes para a ocorrência destas diferenças e semelhanças (MEIRA-NETO & MARTINS, 2002).

Ainda de acordo com Meira-Neto & Martins, (2002), a utilização de métodos florístico-comparativos permite estabelecer a identidade fitogeográfica de certa comunidade ao confrontar suas semelhanças e diferenças de composição com as de outras regiões, identificando quais são as espécies mais importantes nessas comparações e quais são os possíveis fatores determinantes dessas variações.

Dentro deste contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a similaridade florística entre duas diferentes áreas de campo rupestre ferruginoso na borda leste do Quadrilátero Ferrífero, e compara-las a uma área de campo rupestre quartzítico, também na borda leste do quadrilátero ferrífero, em Minas Gerais, bem como avaliar a dinâmica das ilhas florestais que ocorrem sobre a Canga.

METODOLOGIA

As áreas sobre campo rupestre ferruginoso foram: Capanema (coordenadas 20°10'50.03"S/43°37'48.67" O; 1672m de altitude) e Serra do Gandarela (coordenadas 20° 2'32.79"S/ 43°41'23.89" O, 1400m de altitude). A área sobre campo rupestre quartzítico esta localizada na RPPN Capivari II (coordenadas 20°08'44"S/ 43°37'53" O, 1383m de altitude), no município de Itabirito.

A Serra de Capanema possui maior altitude, 1672m, abriga diversos empreendimentos minerários e seus Campos Rupestres Ferruginosos são bastante ricos e se destacam principalmente pelo baixo nível de interferência antrópica.

A Serra do Gandarela esta localizada exatamente no centro do Quadrilátero Ferrífero, fato que lhe confere posição privilegiada para troca de diásporos com outras áreas de campo rupestre. Também é a área com maior extensão de campo

rupestre ferruginoso dentro de nosso estado (CARMO, 2010), possui formações de elevada riqueza florística e ainda é pouco conhecida para a ciência.

A área sobre campo rupestre quartzítico, localizada no Município de Itabirito, na RPPN Capivari II, possui posição geográfica intermediária entre a Serra de Capanema e a Serra do Gandarela. Suas formações vegetais se encontram em bom estado de conservação e por se tratar de uma área cercada, apresenta poucos sinais de distúrbio de origem antrópica.

A amostragem da vegetação foi realizada através da alocação de parcelas fitossociológicas em cada área de estudo (MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974), desta forma, foram consideradas duas áreas sobre campo rupestre ferruginoso e uma área sobre campo rupestre quartzítico.

Ao todo foram consideradas as listagens florísticas resultantes da amostragem de dez parcelas de vegetação herbácea em cada área de estudo, totalizando trinta parcelas de 1x1m, trinta parcelas de amostragem de vegetação arbustiva, de 5x5m cada uma e vinte parcelas de vegetação arbórea de 10x10m.

Para avaliar a similaridade florística entre as áreas, foram realizadas análises de agrupamento através dos Índices de Similaridade de Sorensen, (1948) e de Jaccard, (1901), e o diagrama de Venn. Para o cálculo destes índices foram utilizados dados binários. A partir da matriz de similaridade gerada, e obtido um dendrograma, gerado pelo algoritmo de ligação de média não-ponderada (UPGMA).



Figura 1: Área de estudo, Campo Rupestre Ferruginoso e Campo Rupestre Quartzítico.

O índice de Sorensen (ISs) é obtido empregando-se a fórmula:

$$ISs = 2C/A+B$$

Onde A = nº de espécies na área A; B = nº de espécies na área B; C = nº comum de espécies nas áreas A e B.

Enquanto o índice de similaridade de jaccard é obtido através do emprego da seguinte fórmula:

$$Ij = A/(A+B+C)$$

Onde A= Número de espécies comuns as duas comunidade; B= Número de espécies exclusivas a comunidade A; C= Número de espécies exclusivas da comunidade B.

O diagrama de Venn é uma demonstração gráfica da similaridade florística entre as áreas. Este método se baseia na teoria de conjuntos matemáticos para evidenciar quantas espécies são exclusivas a cada uma das áreas amostradas e quantas espécies são compartilhadas entre as diferentes áreas amostradas.

Com o intuito de se avaliar a distinção entre os diferentes grupos amostrados, com ênfase na diferenciação entre os substratos onde as amostragens foram realizadas, foi utilizada a técnica de NMDS (escalonamento multidimensional não métrico). O NMDS é uma das técnicas de ordenação mais robustas, e frequentemente, resume mais informação em menos eixos de ordenação que outras técnicas indiretas de ordenação (LEGENDRE & LEGENDRE, 1998). Embora seja uma técnica de ordenação e não de agrupamento, fornece uma visão gráfica bastante didática, formada a partir do ordenamento não métrico das distâncias de similaridade baseadas na abundância das espécies nas unidades amostrais estudadas.

Para se avaliar quais as espécies responsáveis pela diferenciação entre as unidades amostrais foi utilizado o teste de Simper (Similaridade percentual) que se baseia na abundância das espécies para analisar quais são as espécies que mais contribuíram para a diferenciação dos grupos estudados, portanto, é um teste que ranqueia quais são as espécies que mais contribuem dissimilaridade entre as áreas.

Embora a análise de Simper seja esclarecedora, ela ainda não nos responde a uma questão que nos inquieta: Se estas são as espécies que mais diferenciam estes ambientes, quais seriam as espécies que mais caracterizariam estes diferentes ambientes?

Para responder a este questionamento, utilizamos a análise IndVal, Dufrêne e Legendre, (1997), que se baseia na abundância das espécies nas diferentes unidades amostrais, dando ênfase aquelas que ocorrem de forma exclusiva, em determinados grupos, daquelas que ocorrem em mais de um grupo de unidades amostrais.

Por fim, outra questão relevante para se concluir sobre a similaridade das fitofisionomias estudadas, é a variabilidade espacial observada em campo. A variabilidade observada na distribuição das espécies em campo se encontra associada a algum fator ambiental específico, ou esta variabilidade se deve unicamente ao acaso, representado neste caso pela distância geográfica existente entre as unidades amostrais.

Com o intuito de se responder adequadamente à última pergunta, procedeu-se o teste de Mantel, McCune & Grace, (2002), que compara a variabilidade na ocorrência das espécies nas unidades amostrais com a distância geográfica existente entre as unidades amostrais, medida em metros, através de suas coordenadas geográficas.

RESULTADOS

Ao longo dos trabalhos de campo, foram mensurados 2400 indivíduos em todas as fitofisionomias estudadas, distribuídos em 60 famílias botânicas, das quais 49 famílias de eudicotiledôneas e 10 famílias são de monocotiledôneas. Ao todo foram amostradas 228 espécies, distribuídas em 180 gêneros botânicos.

A família de maior riqueza específica foi Myrtaceae com 30 espécies registradas; Fabaceae, Lauraceae e Poaceae apresentaram 17 espécies cada; Melastomataceae apresentou 16 espécies; Asteraceae apresentou 15 espécies; Cyperaceae e Euphorbiaceae apresentaram 10 espécies cada; Rubiaceae com 9 espécies;

Sapindaceae com sete espécies; Apocynaceae e Orquidaceae com 4 espécies cada; Bromeliaceae, Convolvulaceae, Primulaceae, Velloziaceae e Vochysiaceae somaram 3 espécies cada uma; Annonaceae, Aquifoliaceae, Burseraceae, Ericaceae, Hypericaceae, Malpighiaceae, Ochnaceae, Polygonaceae e Solanaceae contaram com duas espécies cada; as demais famílias botânicas contaram com uma espécie cada uma.

O gênero de maior riqueza específica foi *Myrcia* com onze espécies amostradas; *Miconia* com 9 nove espécies; *Ocotea* e *Eugenia* com seis espécies cada; *Baccharis* e *Bulbostylis* com quatro espécies amostrados cada um; *Lychnophora*, *Evolvulus*, *Croton*, *Tibouchina*, *Myrsine*, *Matayba*, *Vellozia* e *Vochysia* com três espécies cada; *Alchornea*, *Amaioa*, *Aspidosperma*, *Cattleya*, *Coccoloba*, *Cupania*, *Echinochloa*, *Fimbristylis*, *Guatteria*, *Ilex*, *Inga*, *Lagenocarpus*, *Mimosa*, *Ouratea*, *Protium*, *Psychotria*, *Trembleya* e *Vismia* com duas espécies amostradas cada um; os demais gêneros amostrados contaram com uma espécie cada um.

Tabela 2. Lista florística com os locais de coleta das espécies no Complexo Rupestre No Quadrilátero Ferrífero, MG.

Família	Espécies	Local de coleta								
		CPN ABT	CPN HER	CPV ABO	CPV ABT	CPV HER	GND ABO	GND ABT	GND HER	
Acantaceae										
	<i>Ruellia sp.</i>					x				
Anacardiaceae										
	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.			x						
Annonaceae										
	<i>Guatteria sellowiana</i> Schldl.			x			x			
	<i>Guatteria villosissima</i> A.St.-Hil.			x						
Apiaceae										
	<i>Klotzschia brasiliensis</i> Cham.					x				
Apocynaceae										
	<i>Aspidosperma sp.1</i>			x						
	<i>Aspidosperma sp.2</i>						x			
	<i>Hemipogon sp.</i>									x
	<i>Mandevilla tenuifolia</i> Woodson		x							
Aquifoliaceae										
	<i>Ilex sp.</i>						x			x
Araliaceae										
	<i>Hydrocotyle quinqueloba</i>									x
Arecaceae										

Geonoma schottiana Mart.

x

x

Família	Espécies	Local de coleta								
		CPN ABT	CPN HER	CPV ABO	CPV ABT	CPV HER	GND ABO	GND ABT	GND HER	
	<i>Asteraceae</i> sp.2	x				x		x		
	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	x			x			x		
	<i>Baccharis platypoda</i> DC.				x			x		
	<i>Baccharis</i> sp.1		x							
	<i>Baccharis</i> sp.2	x						x		
	<i>Chromolaena squalida</i> (DC.)	x	x					x		
	<i>Dasyphyllum sprengelianum</i> Gard.				x					
	<i>Eremanthus erythropappus</i> DC.			x	x		x			
	<i>Lychnophora pinaster</i> Mart.	x	x		x			x		
	<i>Lychnophora syncephala</i> Sch.Bip.				x					
	<i>Lycnophora</i> sp.		x							
	<i>Piptolepis</i> sp.						x			
	<i>Trichogonia</i> sp.	x							x	
Bignoniaceae										
	<i>Bignoniaceae</i> sp.						x			
Bromeliaceae										
	<i>Cryptanthus schwackeanus</i> Mez		x						x	
	<i>Dyckia rariflora</i> Schult. & Schult.f.		x							
	<i>Vriesea minarum</i> L.B.Sm.		x							

Burseraceae

Protium brasiliense (Spreng.) Engl. x

Família	Espécies	Local de coleta								
---------	----------	-----------------	--	--	--	--	--	--	--	--

CPN	CPN	CPV	CPV	CPV	GND	GND	GND
ABT	HER	ABO	ABT	HER	ABO	ABT	HER

<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.)			x			x			
-------------------------------------	--	--	---	--	--	---	--	--	--

Celastraceae

<i>Maytenus gonoclada</i> Mart.			x			x			
---------------------------------	--	--	---	--	--	---	--	--	--

Chloranthaceae

<i>Hedyosmum brasiliense</i> Mart. ex Miq.			x						
---	--	--	---	--	--	--	--	--	--

Chrysobalanaceae

<i>Chrysobalanaceae</i> sp.						x			
-----------------------------	--	--	--	--	--	---	--	--	--

<i>Clethra scabra</i> Pers.			x	x		x			
-----------------------------	--	--	---	---	--	---	--	--	--

Clusiaceae

<i>Garcinia</i> sp.			x			x			
---------------------	--	--	---	--	--	---	--	--	--

Combretaceae

<i>Gaultheria eriophylla</i> (Pers.)				x					
--------------------------------------	--	--	--	---	--	--	--	--	--

Convolvulaceae

<i>Evolvulus elegans</i> Moric.			x						x
---------------------------------	--	--	---	--	--	--	--	--	---

<i>Evolvulus filipes</i> Mart.			x						
--------------------------------	--	--	---	--	--	--	--	--	--

<i>Evolvulus</i> sp.1									x
-----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	---

Cunoniaceae

<i>Lamanonia ternata</i> Vell.						x			
--------------------------------	--	--	--	--	--	---	--	--	--

Cyatheaceae

Cyathea delgadii Sternb. x

Família	Espécies	Local de coleta								
		CPN ABT	CPN HER	CPV ABO	CPV ABT	CPV HER	GND ABO	GND ABT	GND HER	
Cyperaceae	<i>Bulbostylis paradoxa</i> (Spreng.)					x				
	<i>Bulbostylis</i> sp.1		x						x	
	<i>Bulbostylis</i> sp.2		x							
	<i>Cyperaceae</i> sp.1								x	
	<i>Fimbristylis</i> sp.2					x		x		
	<i>Lagenocarpus rigidus</i> Nees		x			x			x	
	<i>Lagenocarpus</i> sp.		x			x				
Ericaceae	<i>Agarista</i> sp.								x	
	<i>Gaylussacia</i> sp.		x					x	x	
Eriocaulaceae	<i>Eriocaulaceae</i> sp.					x				
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum</i> sp.				x					
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.			x				x		
	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.			x				x		

Aparisthium cordatum (A.Juss.) x

Croton erythroxyloides Baill. x

Família	Espécies	Local de coleta								
		CPN ABT	CPN HER	CPV ABO	CPV ABT	CPV HER	GND ABO	GND ABT	GND HER	
	<i>Croton urucurana</i> Baill.			x						
	<i>Euphorbia</i> sp.		x							
	<i>Microstachys corniculata</i> (Vahl)	x						x		
Fabaceae										
	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.			x						
	<i>Dalbergia foliolosa</i> Benth.			x						
	<i>Fabaceae</i> sp.2			x						
	<i>Fabaceae</i> sp.3			x						
	<i>Fabaceae</i> sp.4			x						
	<i>Fabaceae</i> sp.5			x						
	<i>Fabaceae</i> sp.6			x			x			
	<i>Fabaceae</i> sp.7			x						
	<i>Fabaceae</i> sp.8			x						
	<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.			x			x			
	<i>Inga vera</i> Willd.			x			x			
	<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel			x						
	<i>Mimosa aurivillus</i> Mart.	x								

Ocotea spixiana (Nees) Mez x x

Ocotea tristis (Nees & Mart.) Mez x

Família	Espécies	Local de coleta								
		CPN ABT	CPN HER	CPV ABO	CPV ABT	CPV HER	GND ABO	GND ABT	GND HER	

Malpighiaceae

Banisteriopsis campestris (A.Juss.)

Little x

Byrsonima variabilis A.Juss. x x

Melastomataceae

Clidemia hirta (L.) D.Don x x

Leandra sp. x

Miconia chartacea Triana x

Miconia corallina Spring x

Miconia latecrenata (DC.) Naudin x

Miconia sp.1 x

Miconia sp.2 x

Miconia sp.3 x

Miconia sp.4 x

Microlicia sp.1 x

Microlicia sp.2 x

Tibouchina candolleana (Mart. ex DC.) Cogn. x x

<i>Tibouchina heteromalla</i> (D.Don)								
Cogn.	x		x	x				x
<i>Tibouquina</i> sp.			x	x				
<i>Trembleya laniflora</i> (D.Don) Cogn.	x		x					

Família	Espécies	Local de coleta								
		CPN ABT	CPN HER	CPV ABO	CPV ABT	CPV HER	GND ABO	GND ABT	GND HER	
	<i>Trembleya parviflora</i> (D.Don) Cogn.				x					
Meliaceae										
	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.			x				x		
Monimiaceae										
	<i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perkins			x						
Moraceae										
	<i>Ficus</i> sp.			x						
Myrtaceae										
	<i>Calyptranthes pulchella</i> DC.							x		
	<i>Eugenia</i> sp.1			x						
	<i>Eugenia</i> sp.2			x						
	<i>Eugenia</i> sp.3			x						
	<i>Eugenia</i> sp.4			x				x		
	<i>Eugenia</i> sp.5			x						
	<i>Eugenia</i> sp.6			x						
	<i>Myrcia amazonica</i> DC.			x				x		

<i>Myrcia eriocalyx</i> DC.		x
<i>Myrcia hartwegiana</i> (O.Berg) Kiaersk.	x	x
<i>Myrcia obovata</i> (O.Berg) Nied.	x	x

Família	Espécies	Local de coleta								
		CPN ABT	CPN HER	CPV ABO	CPV ABT	CPV HER	GND ABO	GND ABT	GND HER	
	<i>Myrcia robusta</i> Sobral			x			x			
	<i>Myrcia</i> sp.1						x			
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.			x			x			
	<i>Myrcia subcordata</i> DC.						x			
	<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.						x			
	<i>Myrcia venulosa</i> DC.						x			
	<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex						x			
	<i>Myrtaceae</i> sp.1			x	x		x			
	<i>Myrtaceae</i> sp.2				x		x			
	<i>Myrtaceae</i> sp.4			x			x			
	<i>Myrtaceae</i> sp.8			x						
	<i>Myrtaceae</i> sp.9						x			
	<i>Myrtaceae</i> sp.10			x						
	<i>Myrtaceae</i> sp.11			x						
	<i>Myrtaceae</i> sp.12			x						
	<i>Pimenta</i> <i>pseudocaryophyllus</i> (Gomes)						x			

<i>Echinochloa</i> sp.	x	
<i>Echinolaena inflexa</i> (Poir.) Chase	x	
<i>Poaceae</i> sp.1		x
<i>Poaceae</i> sp.3		x
<i>Poaceae</i> sp.4		x

Família	Espécies	Local de coleta								
		CPN ABT	CPN HER	CPV ABO	CPV ABT	CPV HER	GND ABO	GND ABT	GND HER	
	<i>Poaceae</i> sp.6		x						x	
	<i>Poaceae</i> sp.7		x						x	
	<i>Poaceae</i> sp.8		x							
	<i>Poaceae</i> sp.9		x						x	
	<i>Poaceae</i> sp.10		x							
	<i>Poaceae</i> sp.11		x							
	<i>Poaceae</i> sp.12					x				
	<i>Poaceae</i> sp.13					x				
	<i>Poaceae</i> sp.14					x				
	<i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D.Webster					x				
Polygonaceae										
	<i>Coccoloba acrostichoides</i> Cham.	x			x					
	<i>Coccoloba scandens</i> Casar.				x					
Primulaceae										
	<i>Myrsine lancifolia</i> Mart.						x			

<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.)		
Hieron	x	
<i>Cupania</i> sp.	x	
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	x	x
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	x	x

Família	Espécies	Local de coleta								
		CPN ABT	CPN HER	CPV ABO	CPV ABT	CPV HER	GND ABO	GND ABT	GND HER	
	<i>Matayba</i> sp. 1			x			x			
Smilacaceae										
	<i>Smilax elastica</i> Griseb.				x					
Solanaceae										
	<i>Solanaceae</i> sp.						x			
	<i>Solanum</i> sp.						x	x		
Theaceae										
	<i>Laplacea fructicosa</i> (Schrad.) Kobuski							x		
Thymelaeaceae										
	<i>Daphnopsis utilis</i> Warm.				x					
Velloziaceae										
	<i>Vellozia caruncularis</i> Mart. ex Seub.								x	
	<i>Vellozia compacta</i> Mart. ex Schult. & Schult.f.								x	

	<i>Vellozia graminea</i> Pohl		x					x	
Verbenaceae									
	<i>Stachytarpheta mexiae</i> Moldenke	x							x
Vochysiaceae									
	<i>Vochysia</i> sp.							x	

Família	Espécies	Local de coleta								
		CPN ABT	CPN HER	CPV ABO	CPV ABT	CPV HER	GND ABO	GND ABT	GND HER	
	<i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl			x				x		
	<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.			x	x					
Winteraceae										
	<i>Drimys brasiliensis</i> Miers			x						
Xyridaceae										
	<i>Xyris</i> sp.							x		
NI										
	Morfoespécie sp.1							x		
	Morfoespécie sp.2							x		
	Morfoespécie sp.3							x		
	Morfoespécie sp.4							x		
	Morfoespécie sp.5	x								
	Morfoespécie sp.6	x								

CPN ABT= Capanema Arbustivo; CPN HER= Capanema Herbáceo; CPV ABO= Capivari Arbóreo; CPV ABT= Capivari Arbustivo; CPV HER= Capivari Herbáceo; GND ABO= Gandarela Arbóreo; GND ABT= Gandarela Arbustivo; GND HER= Gandarela Herbáceo.

Ao todo, 42 espécies foram identificadas apenas a nível de família, sendo treze espécies da família Poaceae, nove espécies de Lauraceae, oito Myrtaceae, sete espécies de Fabaceae. Seis espécies não puderam ser identificadas ao nível de família, permanecendo até o momento classificadas como morfoespécies.

As ilhas florestais sobre quartzito localizados na RPPN Capivari II (CPV ABO), foram os que apresentaram maior riqueza de espécies, contando com um total de 121 espécies amostradas. Em seguida, as ilhas florestais sobre formação ferrífera amostrados na Serra do Gandarela (GND ABO), que contou com 111 espécies amostradas.

Já entre as fitofisionomias de campo rupestre, a vegetação arbustiva dos campos rupestres quartzíticos amostrados na RPPN Capivari II (CPV ABT), exibiu a maior riqueza de espécies com um total de 47 espécies amostradas. Já a vegetação arbustiva amostrada sobre campo rupestre ferruginoso em Capanema (CPN ABT) apresentou um total de 29 espécies, enquanto o extrato arbustivo amostrado no campo rupestre ferruginoso na Serra do Gandarela exibiu riqueza específica de 27 espécies no estudo realizado.

Em relação aos extratos herbáceos amostrado nos campos rupestres, o que exibiu maior riqueza de espécies foi o de Capanema, sobre a formação ferrífera (CPN HER), com uma riqueza de 44 espécies amostradas. Em seguida está o extrato herbáceo amostrado na Serra do Gandarela (GND HER), também em formação ferrífera, com 35 espécies e a vegetação herbácea do campo rupestre quartzítico da RPPN Capivari II (CPV HER) com 31 espécies amostradas.

Estas diferenças na riqueza das espécies observadas, bem como as diferenças observadas nos números de indivíduos amostrados em cada espécie para as diferentes áreas amostradas se refletem nos índices de diversidade calculados para cada área (Tabela 3).

O Índice de Simpson, que leva em consideração as abundâncias observadas para cada espécie se mostrou maior para as ilhas florestais, sendo de 0,97 para as ilhas florestais da Serra do Gandarela (GND ABO) e de 0,96 para as ilhas florestais sobre quartzito da RPPN Capivari II (CPV ABO). Já para o estrato arbustivo dos campos rupestres, o local que apresentou maior índice de Simpson foi a RPPN capavari II (CPV ABT), com índice de 0,84, em seguida ficou a Serra do Gandarela (GND ABT) com 0,73 e posteriormente a Serra de Capanema (CPN ABT), com índice de Simpson de 0,62. Em relação ao estrato herbáceo, as duas áreas sobre formação ferrífera, Serra do Gandarela (GND HER) e a Serra de Capanema (CPN HER), apresentaram o mesmo valor, de 0,94 cada uma. Já a área de amostragem sobre quartzito (CPV HER) apresentou índice levemente menor, 0,92.

Tabela 3: Índices de diversidade das áreas amostradas.

	CPN ABT	CPN HER	CPV ABO	CPV ABT	CPV HER	GND ABO	GND ABT	GND HER
N Indivíduos	315	74	699	330	61	574	293	54
Shannon	1,64	3,17	3,83	2,30	2,76	3,83	1,76	3,00
Equitabilidade	0,55	0,91	0,85	0,67	0,91	0,87	0,61	0,95
N. espécies	29	44	121	47	31	111	27	35

O Índice de Shannon, que por sua vez, é mais sensível à presença de espécies raras se mostrou similar entre as ilhas florestais amostrados, RPPN Capivari II (CPV ABO) e Serra do Gandarela (GND ABO), sendo de 3,83 para cada um. Já para o estrato arbustivo, a área que apresentou o maior índice de diversidade de Shannon foi a RPPN Capivari II (CPV ABT), com 2,30, seguida pela Serra do Gandarela (GND ABT) com 1,76 e com menor índice de diversidade a Serra de Capanema (CPN ABT) com 1,64. As formações herbáceas por sua vez, se mostraram mais ricas na Serra de Capanema (CPN HER) com 3,17, seguida pela Serra do Gandarela (GND HER) 3,0, e posteriormente a RPPN Capivari (CPV HER) com 2,76.

Com relação à equabilidade, as ilhas florestais se mostraram bastante próximas, 0,87 na Serra do Gandarela (GND ABO) e 0,85 na RPPN Capivari II (CPV ABO). Os estratos arbustivos exibiram menor equabilidade, 0,67; 0,61 e 0,55 para as áreas RPPN Capivari (CPV ABT), Serra do Gandarela (GND ABT) e Serra de Capanema (CPN ABT), respectivamente. O estrato herbáceo exibiu as maiores equabilidades observadas entre as unidades amostrais, sendo maior na Serra do Gandarela (GND HER) 0,95 e similar para a Serra de Capanema (CPN HER) e para a RPPN Capivarill (CPV HER) 0,91.

Com o intuito de compreendermos a similaridade florística entre as áreas estudadas, é importante avaliarmos também o número de espécies que ocorre de forma exclusiva nos ambientes amostrados e aquelas que são compartilhadas entre duas ou mais áreas (Figura ,Figura 3 e Figura). Os diagramas de Venn que se seguem, fornecem uma maneira simples de visualizarmos esta condição de compartilhamento de espécies entre uma ou mais áreas bem como o número de espécies que ocorrem de forma exclusiva, ou seja, o número de espécies que ocorrem apenas em uma dada fitofisionomia, ou ainda, o número de espécies que ocorrem apenas em determinada área, não ocorrendo em nenhuma outra área ou fitofisionomia.

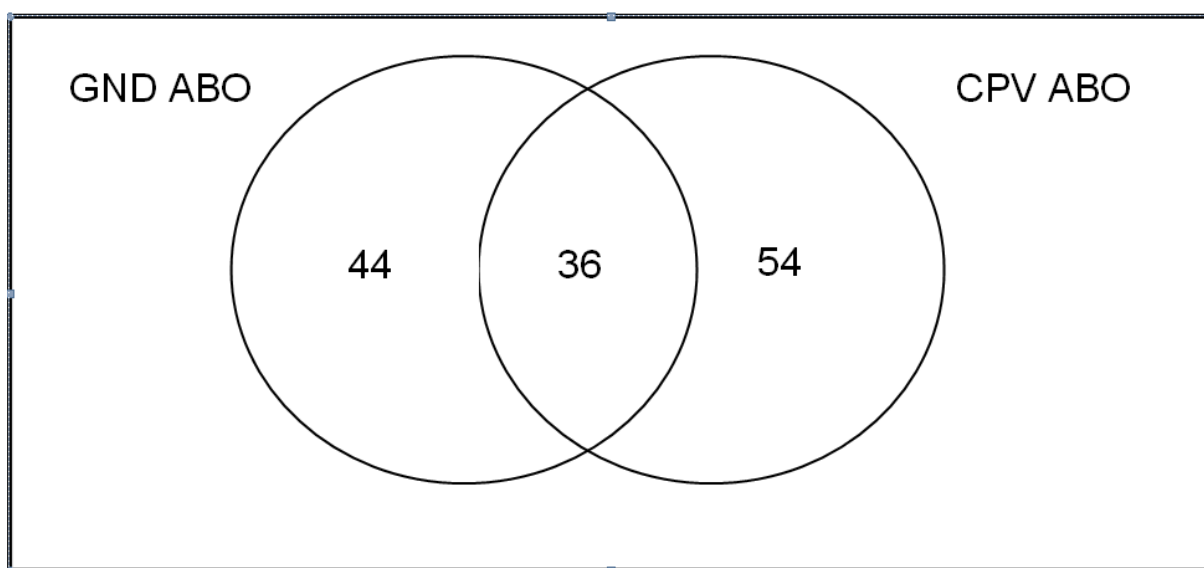


Figura 2. Diagrama de Venn entre as amostras de ilha florestal sobre formação ferrífera (GND ABO) e ilha florestal sobre quartzito (CPV ABO)

O diagrama de Venn acima (figura 2) demonstra o compartilhamento e a exclusividade das espécies arbóreas. Podemos observar que das 134 espécies arbóreas amostradas, 36 espécies são compartilhadas entre as duas áreas amostradas (GND ABO e CPV ABO), enquanto 44 espécies ocorreram de forma exclusivas nas ilhas florestais sobre formação ferrífera (GND ABO) e 54 espécies ocorreram de forma exclusiva nas ilhas florestais sobre quartzito (CPV ABO).

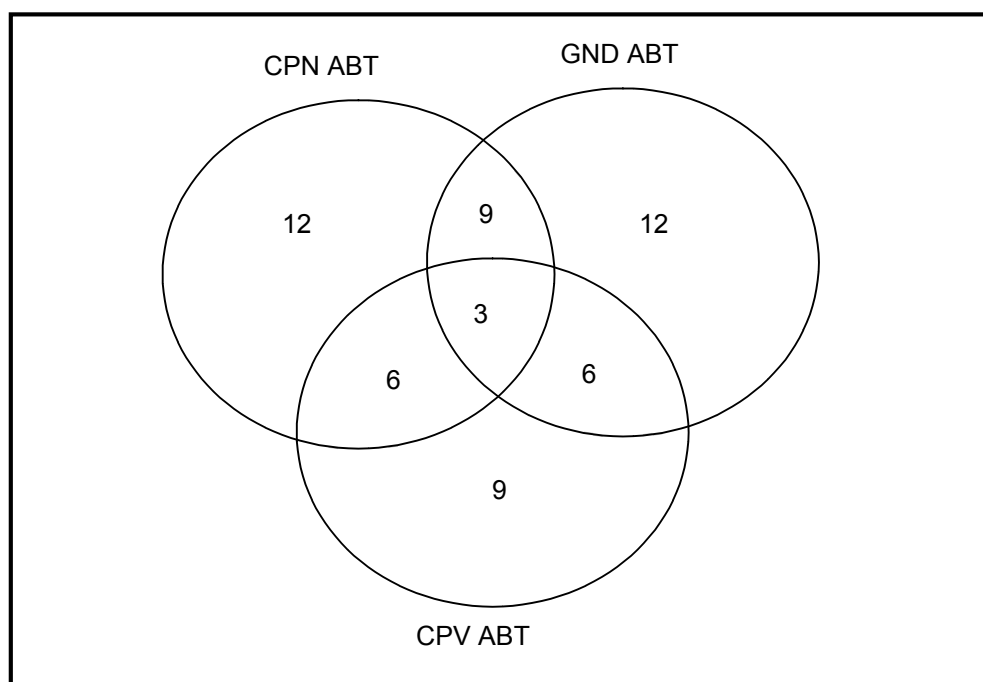


Figura 3. Diagrama de Venn entre as amostras de campo rupestre arbustivo sobre formação ferrífera (GND ABT e CPN ABT) e campo rupestre arbustivo sobre quartzito (CPV ABT).

De forma semelhante, o estrato arbustivo dos campos rupestres também mostrou grande número de espécies ocorrendo de forma exclusiva entre as áreas amostradas. Na Figura 3 podemos visualizar que das 57 espécies amostradas, 12 ocorreram de forma exclusiva na Serra de Capanema (CPN ABT), outras 12 espécies ocorreram exclusivamente na Serra do Gandarela (GND ABT) e outras 9 espécies ocorreram exclusivamente na RPPN Capivari II (CPV ABT). Com relação ao compartilhamento de espécies entre as áreas amostradas, 9 espécies foram compartilhadas entre a Serra de Capanema e a Serra do Gandarela, 6 espécies foram compartilhadas entre a Serra de Capanema e a RPPN Capivari II e outras 6 espécies foram compartilhadas entre a Serra do Gandarela e a RPPN Capivari II. Somente 3 espécies estiveram presentes nas amostragens realizadas nas três diferentes áreas.

O estrato herbáceo exibiu comportamento semelhante ao estrato arbustivo, com a maior parte das espécies ocorrendo de forma exclusiva entre as áreas amostradas. Na Figura observamos que ao todo foram amostradas 66 espécies, das quais, 19 ocorreram de forma exclusiva na Serra de Capanema (CPN HER), 14 espécies ocorreram unicamente na Serra do Gandarela (GND HER) e 17 espécies ocorreram unicamente na RPPN Capivari (CPV HER). Entre as espécies que foram amostradas em mais de uma área, a Serra de Capanema e a Serra do Gandarela, compartilharam 10 espécies, a Serra de Capanema e a RPPN Capivari II compartilharam 4 espécies e a Serra do Gandarela e a RPPN Capivari II compartilharam apenas 1 espécie. Apenas uma espécie, *Lagenocarpus rigidus* Nees, foi compartilhada entre as três áreas amostradas.

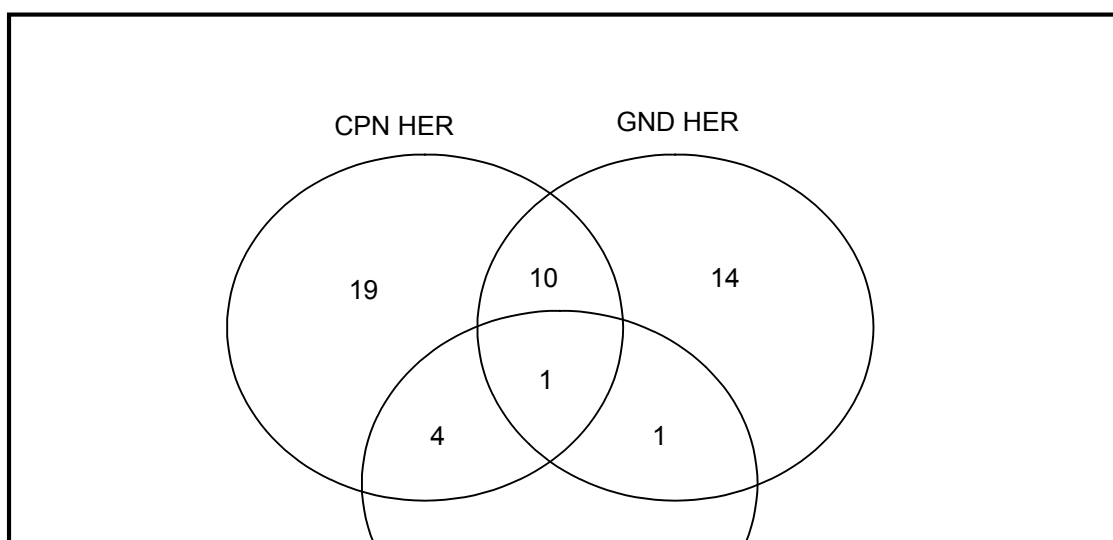


Figura 4. Diagrama de Venn entre as amostras de campo rupestre herbáceo sobre formação ferrífera (GND HER e CPN HER) e campo rupestre herbáceo sobre quartzito (CPV HER), no Quadrilátero Ferrífero, MG..

As técnicas de agrupamento também se configuram importantes ferramentas para análise e estudo de similaridade florística entre diferentes áreas ou ambientes, dentre as quais se destaca o método de agrupamento de dendrogramas elaborados através de UPGMA.

Na Figura é possível notar a formação de três grandes grupos bem distintos entre si, e que refletem as diferentes tipologias vegetais amostradas. O primeiro grande grupo formado evidencia a similaridade observada entre as ilhas florestais, que formam um grupo distinto dos demais grupos. Importante notar que embora as ilhas florestais formem um grupo distinto dos demais, a similaridade observada entre as ilhas florestais sobre formação ferrífera (GND ABO) e as ilhas florestais sobre quartzito (PDV ABO) também foi considerada baixa, fruto da grande diferença na composição florística observada entre estes ambientes.

O segundo grande grupo, formado pelo agrupamento das espécies arbustivas, se subdivide em dois grupos menores, um formado a partir de uma maior similaridade florística entre as áreas sobre substrato ferruginoso (CPN ABT e GND ABT) e um segundo grupo formado pelas unidades amostrais alocadas sobre substrato quartzítico (CPV ABT).

O terceiro grande grupo foi formado pelas espécies herbáceas amostradas e reflete o mesmo princípio observado na formação dos dois grandes grupos anteriores, refletindo os diferentes substratos abordados no processo de amostragem. Neste

grande grupo também visualizamos, de forma inequívoca, a maior similaridade florística entre as áreas amostradas sobre o mesmo substrato, com a formação de dois subgrupos, um formado sobre substrato ferrífero (GND HER e CPN HER) e outro formado sobre substrato quartzítico (CPV HER).

Com o intuito de se avaliar a distinção entre os diferentes grupos amostrados, com ênfase na diferenciação entre os substratos onde as amostragens foram realizadas, foi utilizada a técnica de NMDS, que embora seja uma técnica de ordenação e não de agrupamento, fornece uma visão gráfica bastante didática, formada a partir do ordenamento não métrico das distâncias de similaridade baseadas em presença e ausência das espécies nas unidades amostrais estudadas.

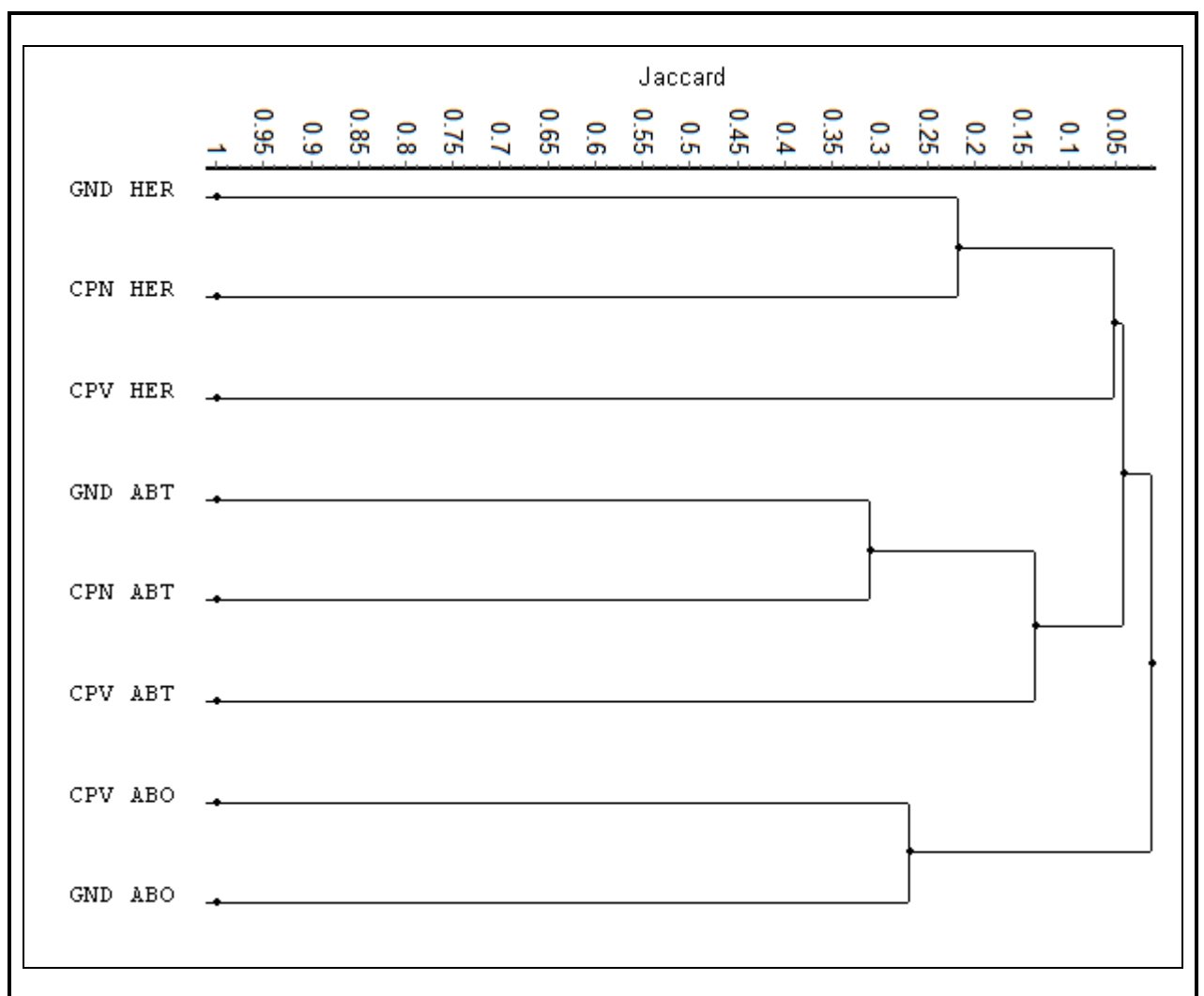


Figura 5. Dendrograma de similaridade florística entre as áreas amostradas, elaborado através do método UPGMA.

Na Figura 6, observamos o resultado gráfico gerado a partir da ordenação não métrica das distâncias de similaridade geradas a partir dos dados de presença e ausência das espécies nas parcelas amostrais. Nele fica nítida a maior similaridade entre as formações florestais amostradas (GND ABO e CPV ABO), embora os dois grupos fiquem em quadrantes distintos, ficando claro que embora sejam mais similares entre si em relação aos demais grupos amostrados possuem diferenças florísticas notáveis entre si.

Já o estrato arbustivo, formou o grupo com maior afinidade florística entre as áreas amostradas (CPN ABT, GND ABT e CPV ABT). Neste grupo houve forte agregação entre as diferentes áreas amostradas e o agrupamento gerado não refletiu a diferença de substrato que norteou a alocação das unidades amostrais em campo.

O estrato herbáceo por sua vez, seguiu o comportamento esperado, se diferenciando dos demais grupos arbóreos e arbustivos e em adição a isto, formou-se um agrupamento entre as áreas amostrais alocadas sobre formação ferrífera (CPV HER e PCN HER) no primeiro quadrante superior, enquanto as parcelas de vegetação herbácea alocadas sobre quartzito ficaram no primeiro quadrante inferior.

Embora as técnicas de agrupamento e ordenação sejam bastante ilustrativas, de fácil visualização e nos forneçam importantes informações a respeito da formação de grupos diagnósticos para o estudo de comunidades vegetais, os mesmos não identificam diretamente quais foram as espécies que mais contribuíram para a delimitação dos grupos e conseqüentemente, quais são as espécies que efetivamente diferenciam as áreas ou grupos populacionais estudados.

Com o intuito de se investigar quais são as espécies que mais contribuem com a diferenciação na similaridade florística das áreas estudadas, optamos por realizar duas diferentes análises que se prestam a este tipo de abordagem, o teste de Simper e a análise IndVal.

O teste de Simper se baseia na abundância das espécies para analisar quais são as espécies que mais contribuíram para a diferenciação dos grupos estudados, ou seja, é um teste que ranqueia quais são as espécies que mais contribuem dissimilaridade

entre as áreas, em consequência, este teste ranqueia quais são as espécies que mais contribuem para se diferenciar os grupos estudados (Tabela 4).

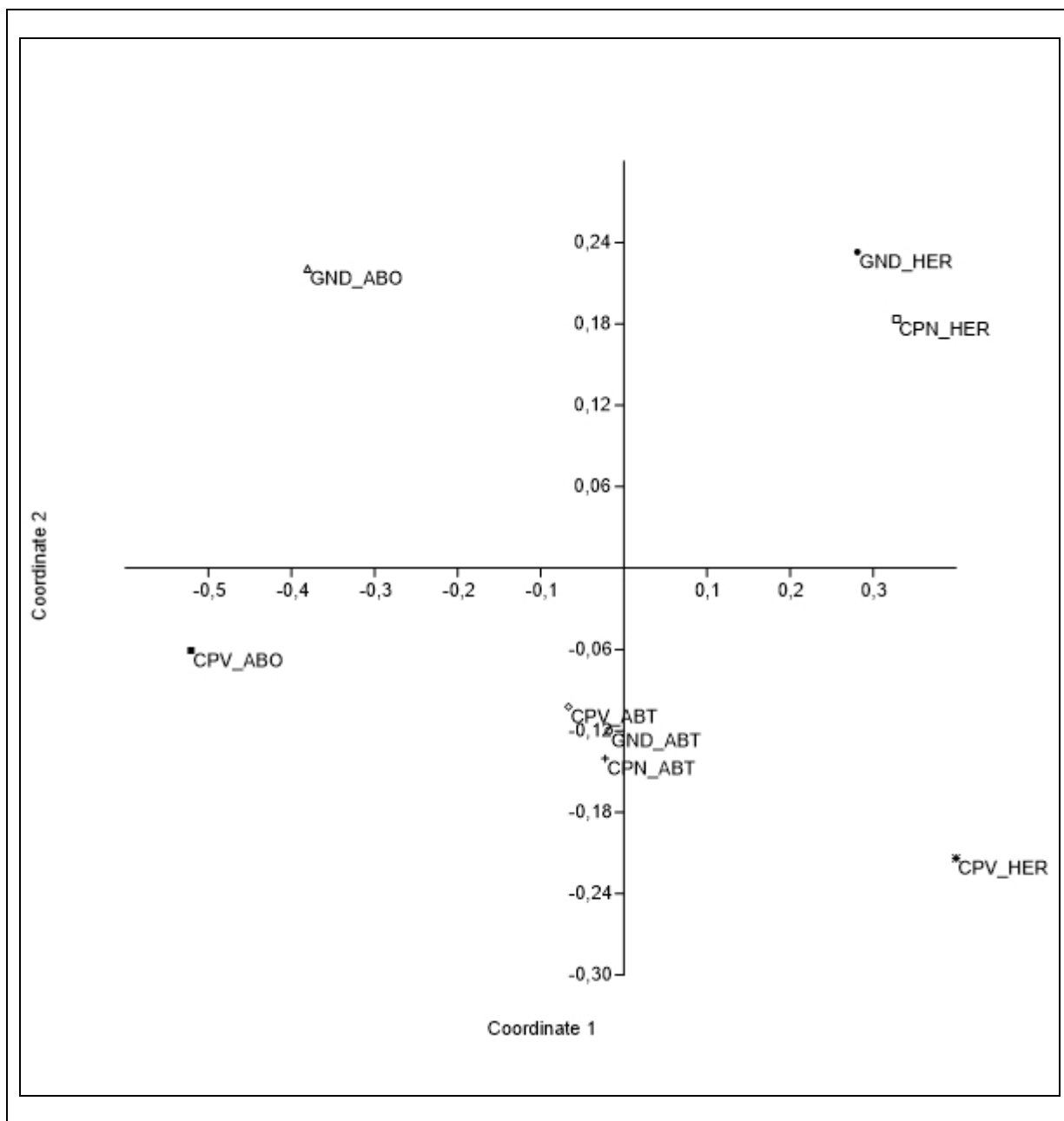


Figura 6. NMDS das áreas amostradas.

Tabela 4. Teste de Simper entre as áreas amostrais no Complexo Rupestre no Quadrilátero Ferrífero, MG..

Espécie	Contrib.%	Cumulative%
---------	-----------	-------------

<i>Lychnophora pinaster</i> Mart.	17,32	17,32
<i>Tibouchina heteromalla</i> (D.Don)_Cogn.	4,53	21,85
<i>Vellozia compacta</i> Mart._ex_Schult._&_Schult.f.	3,78	25,63
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	2,26	27,89
<i>Trembleya laniflora</i> (D.Don)_Cogn.	2,21	30,10
<i>Baccharis platypoda</i> DC.	2,05	32,15
<i>Tibouchina candolleana</i> (Mart._ex_DC.)_Cogn.	1,94	34,10
<i>Coccoloba acrostichoides</i> Cham.	1,90	36,00
<i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.)_MacLeish	1,88	37,87
<i>Roupala montana</i> Aubl.	1,54	39,41

De acordo com a Tabela 4, que mostra os resultados do teste de Simper, a espécie *Lychnophora pinaster* Mart. foi responsável por 17,32% da diferenciação possível das áreas amostradas, com base em sua distribuição de abundância nas parcelas amostradas. *Tibouchina heteromalla* (D.Don) Cogn. Foi responsável por 4,53%, *Vellozia compacta* Mart. ex Schult. & Schult.f. responsável por 3,78%, *Baccharis dracunculifolia* DC, responsável por 2,26%, *Trembleya laniflora* (D.Don) Cogn. responsável por 2,21% da dissimilaridade, *Baccharis platypoda* DC., responsável por 2,05%, *Tibouchina candolleana* (Mart. ex_DC.) Cogn. responsável por 1,94%, *Coccoloba acrostichoides* Cham. responsável por 1,90%, *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish, responsável por 1,88% e *Roupala montana* Aubl. responsável por 1,54%. Estas dez espécies juntas respondem por 39,41% da dissimilaridade observada entre as diferentes unidades amostrais.

Embora a análise de Simper seja esclarecedora, ela ainda não nos responde a uma questão que nos inquieta: Se estas são as espécies que mais diferenciam estes ambientes, quais seriam as espécies que mais caracterizariam estes diferentes ambientes?

Para responder a este questionamento, utilizamos a análise IndVal, que se baseia na abundância das espécies nas diferentes unidades amostrais, dando ênfase aquelas que ocorrem de forma exclusiva àquelas que ocorrem em mais de um grupo de unidades amostrais (Tabela 5).

Na Tabela 5, estão listadas as espécies que obtiveram valor de probabilidade significativo ao nível de $P(0,01)$, nela podemos verificar que apenas as fitofisionomias florestais obtiveram um número representativo de espécies que obtiveram significância estatística para serem consideradas como espécies que caracterizam os ambientes avaliados. Na análise IndVal, os valores de IV variam de zero a cem, onde zero são as espécies que ocorrem indistintamente entre todos os grupos amostrados e cem são as espécies que ocorrem de forma exclusiva em algum grupo amostral.

Por fim, uma questão que deve ser analisada para se concluir adequadamente as questões relativas a similaridade das fitofisionomias estudadas esta ligada a variabilidade espacial observada em campo. Isto é: a variabilidade observada na distribuição das espécies em campo está associada a algum fator ambiental específico ou esta variabilidade se deve unicamente ao acaso, representado neste caso pela distância geográfica existente entre as unidades amostrais?

Com o intuito de se responder adequadamente esta pergunta, procedeu-se o teste de Mantel que compara a variabilidade na ocorrência das espécies nas unidades amostrais com a distância geográfica existente entre as unidades amostrais, medida em metros, através de suas coordenadas geográficas. Pelo teste de Mantel, a distância geográfica existente entre os pontos de amostrais não foi capaz de explicar a de forma significativa a diferença de similaridade de espécies observada entre estes pontos amostrais, sendo o teste de Mantel não significativo para as análises construídas a partir da distância de Bray-Curtis ($r=-0,26$; $P=0,91$). Portanto a hipótese de que a variação na similaridade das espécies observadas em campo se deve a distância geográfica existente entre os pontos amostrais foi refutada.

Tabela 5. IndVal das principais espécies amostradas. P(0,01)

Espécie	Grupo	(IV)	P
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	CPV ABO	80.0	0.0680
<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	CPV ABO	80.0	0.0680
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	CPV ABO	94.1	0.0680
<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	CPV ABO	100.0	0.0680
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	CPV ABO	100.0	0.0680
<i>Croton</i> sp.1	CPV ABO	100.0	0.0680
<i>Croton</i> sp.2	CPV ABO	100.0	0.0680
<i>Croton urucurana</i> Baill.	CPV ABO	100.0	0.0680
<i>Cupania</i> sp.	CPV ABO	100.0	0.0680
<i>Cyathea delgadii</i> Sternb.	CPV ABO	100.0	0.0680
<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	CPV ABO	100.0	0.0680
<i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.)	CPV ABO	90.0	0.0730
<i>Eugenia</i> sp.3	CPV ABO	100.0	0.0680
<i>Fabaceae</i> sp.4	CPV ABO	100.0	0.0680
<i>Ficus</i> sp.	CPV ABO	100.0	0.0680
<i>Garcinia</i> sp.	CPV ABO	87.5	0.0680
<i>Geonoma schottiana</i> Mart.	CPV ABO	88.9	0.0680
<i>Guatteria sellowiana</i> Schldl.	CPV ABO	94.7	0.0680
<i>Hedyosmum brasiliense</i> Mart. ex Miq.	CPV ABO	100.0	0.0680
<i>Hyptidendron asperrimum</i> (Spreng.)	CPV ABO	100.0	0.0680
<i>Inga vera</i> Willd.	CPV ABO	80.0	0.0680

Espécie	Grupo	(IV)	P
<i>Lauraceae sp.5</i>	CPV ABO	100.0	0.0680
<i>Lauraceae sp.8</i>	CPV ABO	83.3	0.0680
<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	CPV ABO	100.0	0.0680
<i>Myrcia amazonica</i> DC.	CPV ABO	93.8	0.0680
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	CPV ABO	73.1	0.0728
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	CPV ABO	96.8	0.0586
<i>Ocotea spixiana</i> (Nees) Mez	CPV ABO	90.9	0.0680
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	CPV ABO	90.9	0.0680
<i>Persea rufotomentosa</i> Nees & Mart.	CPV ABO	80.0	0.0680
<i>Protium brasiliense</i> (Spreng.) Engl.	CPV ABO	100.0	0.0680
<i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.)	CPV ABO	100.0	0.0680
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	CPV ABO	100.0	0.0680
<i>Tibouchina candolleana</i> (Mart. ex DC.)	CPV ABO	98.5	0.0680
<i>Trembleya parviflora</i> (D.Don) Cogn.	CPV ABO	100.0	0.0680
<i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl	CPV ABO	89.1	0.0728
<i>Amaioua intermedia</i> Mart. ex Schult. &	GND ABO	100.0	0.0660
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	GND ABO	93.3	0.0660
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	GND ABO	100.0	0.0660
<i>Ilex sp.</i>	GND ABO	100.0	0.0660
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	GND ABO	91.7	0.0660
<i>Matayba sp. 1</i>	GND ABO	87.5	0.0660

Espécie	Grupo	(IV)	P
<i>Miconia chartacea</i> Triana	GND ABO	100.0	0.0660
<i>Miconia corallina</i> Spring	GND ABO	100.0	0.0660
<i>Miconia sp.1</i>	GND ABO	100.0	0.0660
<i>Mirsine sp.</i>	GND ABO	100.0	0.0660
<i>Myrcia eriocalyx</i> DC.	GND ABO	100.0	0.0660
<i>Myrcia sp.1</i>	GND ABO	100.0	0.0660
<i>Myrcia subcordata</i> DC.	GND ABO	100.0	0.0660
<i>Myrcia venulosa</i> DC.	GND ABO	100.0	0.0660
<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex)	GND ABO	100.0	0.0660
<i>Myrsine lancifolia</i> Mart.	GND ABO	100.0	0.0660
<i>Myrtaceae sp.4</i>	GND ABO	88.9	0.0660
<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	GND ABO	100.0	0.0660
<i>Ocotea percoriacea</i> Kosterm.	GND ABO	100.0	0.0660
<i>Ouratea floribunda</i> (A.St.-Hil.) Engl.	GND ABO	93.8	0.0660
<i>Ouratea semiserrata</i> (Mart. & Nees) Engl.	GND ABO	97.4	0.0330
<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i> (Gomes)	GND ABO	100.0	0.0660
<i>Piptolepis sp.</i>	GND ABO	100.0	0.0660
<i>Rubiaceae sp.</i>	GND ABO	100.0	0.0660
<i>Siphoneugena sp.1</i>	GND ABO	94.4	0.0660
<i>Ternstroemia carnososa</i> Cambess.	GND ABO	100.0	0.0660
<i>Vismia parviflora</i> Cham. & Schltdl.	GND ABO	64.7	0.0958

DISCUSSÃO

Durante a amostragem fitossociológica foram amostradas 228 espécies, comparada a Mourão & Stehman (2007), que obtiveram em seu levantamento sobre canga 117 espécies; enquanto Messias (2011) encontrou 224 espécies em seu levantamento realizado na serra de Antonio Pereira em Mariana, MG. Em outras áreas de canga, Scalon, (2012), amostrou 137 espécies no Morro do Cruzeiro em Ouro Preto, Viana & Lombardi (2007) levantaram 358 espécies na Serra da Calçada, e Jacob et al. (2007) amostraram 222 espécies. Nota-se, portanto, que a riqueza observada no presente trabalho esta dentro do esperado para estes ambientes e representa parte significativa da riqueza florística conhecida para estas formações.

Jacobi (2008) considera Asteraceae, Poaceae, Orchidaceae, Myrtaceae, Melastomataceae, Fabaceae, Solanaceae e Rubiaceae como as famílias de maior riqueza específica. Já Mourão & Stehman (2007) consideraram Asteraceae, Fabaceae, Myrtaceae, Melastomataceae e Orchidaceae as famílias de maior representatividade nos campos rupestres ferruginosos e quartzíticos. Carmo & Jacobi (2013), consideraram Poaceae, Orchidaceae, Cyperaceae, Bromeliaceae, e Eriocaulaceae as famílias de hábito herbáceo mais representativas, enquanto Asteraceae, Solanaceae, Melastomataceae, Verbenaceae, e Malpighiaceae as famílias mais ricas em espécies de hábito arbustivo. Entre as espécies arbóreas, as famílias consideradas mais ricas segundo o mesmo autor são Myrtaceae, Melastomataceae e Lauraceae. Desta forma, indicamos que as principais famílias amostradas no presente trabalho corroboram os trabalhos acima quanto a representatividade em termos de riqueza das principais famílias amostradas.

Viana & Lombardi (2007) obtiveram maior riqueza de espécies nas formações herbáceas e arbustivas do que nas formações florestais amostradas. Carmo & Jacobi (2013) também encontraram maior riqueza específica entre as formações abertas em relação as ilhas florestais. No presente trabalho entretanto, as formações florestais se mostraram mais diversas em relação as formações herbáceas e arbustivas.

Quanto a diversidade dos ambientes amostrados, a mesma se mostrou dentro do esperado para estes ambientes, chegando a 3,17 para formações herbáceas sobre

campo rupestre ferruginoso, Messias (2011) encontrou valores próximos, obtendo índice de Shannon (H') de 2,92 para os campos rupestres ferruginosos. Já as formações quartzíticas se mostraram ainda mais diversas no trabalho de Messias (2011) (H' =3,36), entretanto no presente trabalho os valores de H' para os campos rupestres quartzíticos se mostraram mais modestos (H' =2,76) para as formações herbáceas.

As ilhas florestais também exibiram elevada riqueza florística. Meguro et al. (1994) relataram valores de H' da ordem 4,33 para ilhas florestais quartzíticos. Alves (2014) encontrou valores da ordem de H' = 3,2 para ilhas florestais na mesma região do presente trabalho, bastante próximos aos valores obtidos no presente trabalho (H' =3,83), nas ilhas florestais quartzíticos. As ilhas florestais sobre formações ferruginosas possuem poucos estudos para efeito de comparação. Pereira (2010) obteve H' =3,24 em formações similares, enquanto a presente amostragem obteve o mesmo valor (H' =3,83) das formações florestais quartzíticas, evidenciando a alta diversidade destas formações.

Embora os dados de diversidade nos forneçam importante contribuição para o entendimento acerca destas formações, a similaridade florística entre estas formações consiste no foco deste capítulo e será abordada a partir da exclusividade das espécies em relação aos ambientes amostrados bem como o compartilhamento de espécies entre algumas formações.

Neste intuito, observamos inicialmente o trabalho de Viana & Lombardi (2007), que demonstraram a grande exclusividade das espécies. Viana & Lombardi (2007) relataram 61,3% de exclusividade das espécies ocorrentes nas formações florestais dos campos rupestres ferruginosos. Embora trabalhos direcionados a comparar as formações florestais de ambientes ferruginosos e quartzíticos sejam escassos, o presente trabalho reforça a ideia de um baixo compartilhamento de espécies entre estes ambientes, onde apenas 27,8% das espécies de hábito arbóreo foram compartilhadas entres estes dois ambientes e 72,2% das espécies ocorreram exclusivamente em um destes ambientes.

De forma similar, quando Viana & Lombardi (2007) trataram da exclusividade das espécies de porte herbáceo e arbustivo, relataram 54,3% de exclusividade das

espécies amostradas. Os resultados aqui analisados demonstram que 57,8% das espécies de arbustos ocorreram de forma exclusiva nos ambientes amostrados. As espécies herbáceas amostradas, apresentam ainda maior exclusividade aos ambientes em que ocorrem, exibindo 75,75% de exclusividade.

Embora Messias (2011) tenham afirmado que áreas mais próximas sobre litologias distintas apresentam maior similaridade florística em relação a áreas mais distantes entre si sobre a mesma litologia, os dados aqui apresentados refutam tal afirmação, indicando maior similaridade florística entre as áreas amostrais sobre a mesma litologia (formação ferrífera) mais distantes entre si do que entre áreas mais próximas geograficamente sobre litologias distintas (Quartzito/Ferroginoso). Conforme pode ser observado na análise de escalonamento multidimensional, realizada através da distância de Bray-Curtis, a litologia sobre a qual se desenvolve a fitofisionomia é preponderante na determinação de sua composição florística em relação a distância geográfica entre as unidades amostrais.

Deixando para um momento posterior a discussão a respeito da influência da litologia sobre a composição das espécies, tragamos a análise de Simper onde se demonstra que apenas dez das espécies amostradas respondem por 39,41% de toda a dissimilaridade observada entre as unidades amostrais, fato este que fomenta a busca por grupos de espécies capazes de caracterizar, bem como diferenciar tais ambientes amostrais.

Ademais, afim de se investigar se a distância geográfica é responsável pela dissimilaridade florística observada entre os grupos amostrais, procedeu-se o teste de Mantel, que conduzido através da distância de Bray-Curtis refutou tal suposição ($r=0,-0,26$; $P=,91$), ensejando o aprofundamento das pesquisas que norteiem a busca dos fatores preponderantes, que influenciam e direcionam a ocorrência de tais espécies sob determinadas condições.

CONCLUSÕES

- 1- As áreas estudadas se mostraram bastante diversas e pouco similares em termos de composição de espécies, a outras áreas de campo rupestre já estudadas no Quadrilátero Ferrífero de MG.
- 2- As áreas de Campo Rupestre se mostraram pouco similares entre si, com as maiores diferenças florísticas entre os campos rupestres ferruginosos e os campos rupestres quartzíticos.
- 3- O Campo Rupestre Ferruginoso e o Campo Rupestre Quartzítico não representam uma unidade fitofisionômica sob o aspecto da composição de espécies, no contexto do Quadrilátero Ferrífero.
- 4- As Ilhas florestais foram as fitofisionomias estudadas que se mostraram menos similares entre os dois substratos amostrados, atribuído ao seu isolamento e tamanho menor.
- 5- As diferenças florísticas observadas não podem ser atribuídas distância geográfica existente entre as áreas estudadas.

BIBLIOGRAFIA

ALVES, R. J V; KOLBEK, J.. Can campo rupestre vegetation be floristically delimited based on vascular plant genera?. *Plant Ecology*, v. 207, n. 1, p. 67-79, 2010.

ALVES, R. J. V. et al. **Circumscribing campo rupestre–megadiverse Brazilian rocky montane savanas**. *Brazilian Journal of Biology*, v. 74, n. 2, p. 355-362, 2014.

CARMO, Flavio Fonseca; JACOBI, Claudia Maria. A vegetação de canga no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: caracterização e contexto fitogeográfico. 2013.

CASTRO, P.T.A.. Cangas: a influência da geodiversidade na biodiversidade. In: *Simpósio Afloramentos Ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero: Biodiversidade, Conservação e Perspectivas de Sustentabilidade*. Belo Horizonte. Pp. 30-51. 2008.

CONCEIÇÃO, A. A. & GIULIETTI, A.M.. Composição Florística e Aspectos Estruturais de Campo Rupestre em Dois Platôs do Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Hoehnea*, 2002. 29: 37-48.

CONCEIÇÃO, A. A.; PIRANI, J. R.; MEIRELLES, S. T.. Floristics, structure and soil of insular vegetation in four quartzite-sandstone outcrops of " Chapada Diamantina", Northeast Brazil. *Brazilian Journal of Botany*, v. 30, n. 4, p. 641-656, 2007.

DORR, J.V.N. 1969. Physiographic, stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. *Washington Geol. Survey Prof. Paper*. 110 p. (641-A)

DUFRÊNE, Marc; LEGENDRE, Pierre. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological monographs*, v. 67, n. 3, p. 345-366, 1997.

JACCARD, P. Étude Comparative de la Distribution Florale Dans Une Portion des Alpes et des Jura, *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles*, 1901. 547–579.

JACOBI, C. M. et al. Plant Communities on Ironstone Outcrops: a Diverse and Endangered Brazilian Ecosystem. In: *Biodiversity Conservation*, 2007. 2185–2200.

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

LEGENDRE, Pierre; GALLAGHER, Eugene D. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia*, v. 129, n. 2, p. 271-280, 2001.

MCCUNE, Bruce; GRACE, James B.; URBAN, Dean L. *Analysis of ecological communities*. Glenden Beach, OR: MjM software design, 2002.

MEGURO M., PIRANI, J.R., GIULIETTI A.M., MELLO-SILVA R.. Phytophysognomy and Composition of the Vegetation of Serra do Ambrósio, Minas Gerais, Brazil. *Rev Brasil Bot.*, 1994. 17:149–166.

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

MESSIAS M. T. B. Fatores Ambientais Condicionantes da Diversidade Florística em Campo Rupestre Quartzíticos e Ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Tese de doutorado. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011. 139p.

MOURÃO, A.; STEHMANN, J. R. Levantamento da Flora do Campo Rupestre Sobre Canga Hematítica Couraçada Remanescente na Mina do Brucutu, Barão de Cocais, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia*, 2007. 775-785.

Scalon, V. R, Martins, C.e Cândido, E. S.. Florística dos remanescentes de campo rupestre sobre canga no Campus Morro do Cruzeiro/ UFOP, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil. *MG-Biota*, Belo Horizonte, V.5.2012.

SORENSEN, T. "A Method of Establishing Groups of Equal Amplitude in Plant Sociology Based on Similarity of Species and its Application to Analyses of the Vegetation on Danish Commons". *Kongelige Danske Videnskabernes Selskab*, 1948. 1-34.

VIANA, P.L. & LOMBARDI, J.A.. Florística e Caracterização dos Campos Rupestres Sobre Canga na Serra da Calçada, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia*, 2007. 58: 159-177.

VINCENT, R.C.. 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, 2004. 145p.

CAPITULO II

RELAÇÃO SOLO-VEGETAÇÃO NO COMPLEXO RUPESTRE FERRUGINOSO NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG.

RESUMO

Muitos pesquisadores tem se dedicado a responder perguntas aparentemente simples sobre quais fatores ambientais realmente controlam as distribuições de abundância das espécies vegetais. Atualmente as variáveis pedológicas são bastante utilizadas em escalas espaciais pequenas. O objetivo do presente trabalho é investigar a influência das variáveis pedológicas químicas e físicas sobre a distribuição da abundância das espécies em áreas de campo rupestre ferruginoso e quartzítico. Foram alocadas trinta parcelas em cada uma das áreas, sendo dez parcelas (1x1m) para a vegetação herbácea, dez parcelas (5x5m) para o estrato arbustivo e dez parcelas (10x10m) para o estudo do componente arbóreo. Todos os indivíduos vivos ou mortos em pé, com DAS>1,0cm ao nível do solo, no caso de porte arbustivo e com CAP>15,0cm no caso de porte arbóreo, foram mensurados e tiveram sua altura total registrada. Os resultados das análises químicas e físicas do solo e os dados do monitoramento térmico e hídrico do solo foram testados quanto a sua normalidade através do teste de Komolgorov Smirnov. As variáveis de solo que apresentaram distribuição normal foram utilizadas para a realização da análise de componentes principais (PCA). A escolha do modelo seguiu o Critério de Informação de Akaike Corrigido – AICc. Foi realizada a análise de correspondência canônica (CCA) executada com base nas variáveis ambientais e as abundâncias absolutas das espécies que apresentaram abundância absoluta igual ou superior a cinco indivíduos ao longo de toda a amostragem fitossociológica. Para testarmos a hipótese de que as variáveis ambientais elencadas exercem influência direta sobre a distribuição da abundância de espécies observadas nas unidades amostrais, realizamos um GLM (Generalized Linear Model). A dinâmica térmica e hídrica do solo se mostrou bem diferente entre os solos desenvolvidos sobre a formação ferrífera daqueles desenvolvidos sobre solos derivados de quartzito. Alumínio trocável, Argila e CTC efetiva se mostraram significativamente relacionados com a distribuição de abundância das espécies, sendo as responsáveis diretas por tais variações.

ABSTRACT

Many researchers have been devoted to answer seemingly simple questions about which environmental factors actually control such distributions of abundance of plant species. Currently the soil variables are widely used in small spatial scales. The objective of this study is to investigate the influence of physical and chemical soil variables on the distribution of species abundance in areas of ferruginous and quartzite rock field. Thirty plots were allocated to each of the areas, these ten plots (1x1m) for herbaceous vegetation ten plots (5x5m) for shrub and ten plots (10x10m) to study the tree component. All living or dead standing with DAP > 1.0 cm at ground level, in the case of shrubby and CAP > 15,0cm in the case of tree size, were measured and had their full height recorded. The results of chemical and physical analyzes of soil and information on the thermal and ground water monitoring were tested for normality by the Komolgorov Smirnov test. soil variables with normal distribution were used to perform the principal component analysis (PCA). The choice of model followed the Akaike Information Criterion - AICc. The canonical correspondence analysis was performed (CCA) executed based on environmental variables and absolute abundances of species with absolute abundance less than five individuals throughout the phytosociological sampling. To test the hypothesis that environmental variables listed directly influence the distribution of abundance of species observed in the sample units, we conducted a GLM (Generalized Linear Model). The thermal dynamics and soil water showed very different between soils developed on the iron formation of those developed derivative of quartzite soils. Exchangeable aluminum, clay, t and Zn were significantly related to distribution of abundance observed in the field, being directly responsible for such variations.

INTRODUÇÃO

Muitos pesquisadores tem se dedicado a responder perguntas aparentemente simples sobre quais fatores ambientais realmente controlam as distribuições de abundância das espécies vegetais (ALVIM & ARAÚJO 1952; SILVA JÚNIOR et al. 1987). O clima sempre foi muito utilizado neste sentido e a percepção da íntima relação existente entre a vegetação e o solo também é bastante antiga (CLEMENTS *et al.*, 1938; HOLDRIDGE *et al.*, 1947 citados por COUTINHO, 2008).

Atualmente as variáveis pedológicas são bastante utilizadas em pesquisas que buscam entender a distribuição espacial da abundância das espécies no espaço (VINCENT, 2008; MESSIAS et al., 2011; NUNES, 2015), em escalas espaciais pequenas.

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 (PEREIRA, 2010).

O solo é a expressão das alterações sofridas pelo material de origem (rocha) ao longo do tempo, sob a influência dos fatores climáticos, topográficos e bióticos. Assim, ele expressa tanto as características de seu material de origem quanto os processos pedogenéticos atuantes (PEREIRA, 2010). O solo é um excelente estratificador de ambientes, determinando muitas vezes o tipo de vegetação em função da disponibilidade de nutrientes e água, permitindo a identificação dos estratos que compõe a paisagem, (RESENDE et al., 1995).

Variáveis climáticas são historicamente mais utilizadas em escalas menores, em nível regional (PILLAR, 1995; OLIVEIRA, 2004). Diferentemente das variáveis pedológicas, as variáveis climáticas exigem experimentos de maior duração em campo devido a sazonalidade ao longo dos anos. O desenvolvimento dos métodos de pesquisa e coleta de variáveis climáticas, principalmente hídricas e térmicas, sofreu grande avanço nos últimos anos, o que possibilitou a utilização destas variáveis em análises exploratórias que buscam entender como os fatores microclimáticos norteiam a distribuição da abundância das espécies em escalas espaciais mais detalhadas (GONG *et al.* 2003).

Ainda assim, atualmente existem poucos equipamentos capazes de monitorar a umidade e a temperatura do solo, principalmente quando consideramos a necessidade de precisão nestas medidas.

Atualmente se destaca o método TDR (Time Domain Reflectometry), que consiste na emissão de um pulso eletromagnético de alta voltagem através da linha sonda no solo (TOPP, 2003). A velocidade de transmissão do pulso depende da constante dielétrica do meio e, portanto, do conteúdo de água no solo (GONG et al, 2003; TOPP, 2003; CAMPBELL SCIENTIFIC, 2006). A principal vantagem deste método é possibilitar medições rápidas, precisas e contínuas em longos períodos de tempo (ALFARO SOTO, 2007).

Dentro deste contexto, o objetivo do presente trabalho é investigar a influência das variáveis pedológicas químicas e físicas sobre a distribuição da abundância das espécies em áreas de campo rupestre ferruginoso e quartzítico, bem como avaliar se a utilização de variáveis relacionadas a dinâmica hídrica e térmica dos solos pode melhorar a precisão dos modelos exploratórios utilizados atualmente nos campos rupestres ferruginosos.

Avaliaremos ainda se as diferenças observadas entre as variáveis químicas, físicas, hídricas e térmicas são significativamente diferentes entre áreas próximas, mas sobre litologias distintas e se estas variáveis podem explicar parte das diferenças de similaridade florística e estrutura fitossociológica observadas em campo entre o complexo rupestre ferruginoso e o complexo rupestre quartzítico.

METODOLOGIA

Através das análises de imagens de satélite foram selecionadas duas áreas representativas das litologias de interesse, quartzito e formação ferrífera. Estas áreas foram visitadas para conferência de seu estado de conservação e possibilidade de acesso.

Desta forma a área selecionada para representar a formação ferrífera foi alocada na Serra de Capanema, no município de Ouro Preto (coordenadas 20°10'50.03"S/43°37'48.67"O; 1672m de altitude), e a área de estudo representativa

do campo rupestre quartzítico foi alocada próximo a RPPN Capivari II, (coordenadas 20°08'44"S/ 43°37'53"O , 1383m de altitude), no município de Itabirito.

De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo Cwa, clima úmido e verão quente, estação seca curta, (STRAHLER,1963). Este se caracteriza por verão brando e temperatura média anual entre 17,4 e 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.

O levantamento das características fitossociológicas da vegetação foi realizado através da alocação de trinta parcelas em cada uma das áreas. Dez parcelas (1x1m) foram destinadas ao estudo da vegetação herbácea, dez parcelas (5x5m) ao estudo do estrato arbustivo e dez parcelas (10x10m) ao estudo do componente arbóreo destas duas áreas. Perfazendo assim um total de sessenta parcelas fitossociológicas. Todos os indivíduos arbustivos vivos ou mortos em pé, com DAS>1,0cm ao nível do solo, e com CAP>15,0cm no caso de porte arbóreo, foram mensurados e tiveram sua altura total registrada. Nestas parcelas foram levantados os dados usuais em estudos fitossociológicos (Muller Dambois & ElleMBERG, 1974), que se referem a frequência, densidade e dominância dos indivíduos que compõe a comunidade em estudo.

O levantamento de solos foi realizado com base na abertura e descrição de perfis, seguida da caracterização química e física (fertilidade natural, textura, estrutura, densidade, permeabilidade, horizontes e profundidade). Os solos foram classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

As classes de solo identificadas foram utilizadas em análises comparativas da vegetação, consideradas em subunidades correspondendo, cada classe a um "habitat de solo", conforme proposto por Dalanesi et al. (2004). Cada habitat de solo foi subdividido em pedoambientes de acordo com Ferreira-Júnior et al. (2007).

Para as análises e relações entre o solo e a vegetação, foram coletadas três amostras simples de 0,5 litros da camada superficial (0-20 cm) em cada parcela do levantamento fitossociológico. As amostras de solos coletadas foram encaminhadas

para análise química e física no Laboratório de Análise de Rotina de Solos do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa.

Posteriormente, a partir do resultado analítico das três amostras, foram calculados a média e o desvio padrão das variáveis químicas analisadas e aplicadas a análise de variância (ANOVA). As variáveis do solo determinadas foram: acidez ativa (pH); teores de P, K, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Zn, Fe, Mn e Cu; acidez trocável (Al^{3+}) e potencial (Al+H); soma de bases (SB) e saturação por bases (V); capacidade de troca catiônica total - CTC- (T) e efetiva (t); saturação por alumínio (m), além dos teores de matéria orgânica (MO) e fósforo remanescente (P-rem).

O monitoramento da dinâmica térmica e hídrica do solo foi realizado por dispositivos do tipo datalogger, modelo Campbell CR1000, equipados com sensores de temperatura do solo modelo 107 Temperature Probe e de umidade do solo modelo CS616-L, ambos da Campbell Scientific® (FERRARI, 2013).

Nas fitofisionomias Campo Rupestre Ferruginoso e Campo Rupestre Quartzítico, os sensores de umidade do solo foram instalados a profundidades de 10 e 30 cm, enquanto que nas fitofisionomias arbóreas as profundidades foram de 10, 30 e 100 cm. Para cada camada de solo monitorada, foram utilizados três sensores de umidade (três repetições), perfazendo um total de trinta (30) sensores de umidade do solo instalados.

Quanto ao monitoramento da dinâmica térmica, um (1) sensor de temperatura do solo foi colocado a 5,0 centímetros de profundidade, em cada um dos sítios monitorados. Um (1) sensor de temperatura do ar foi colocado a 1,50 metros de altura do solo em cada um dos sítios estudados. O equipamento foi programado para realizar leitura dos dados a cada 60 minutos.



Figura 7: Montagem dos sensores para monitoramento térmico e hídrico em Campo Rupestre Ferruginoso e Campo Rupestre Quartzítico no Quadrilátero Ferrífero, MG.

ANÁLISE DE DADOS

Os resultados das análises químicas e físicas do solo e os dados do monitoramento térmico e hídrico do solo foram testados quanto a sua normalidade através do teste de Komolgorov Smirnov, ao nível de 0,01 de significância. As mesmas, exceto pH, foram logaritmizadas (Log+1). Apenas as espécies que obtiveram número de indivíduos superior a cinco na amostragem fitossociológica total foram utilizadas para as análises.

As variáveis do monitoramento térmico e hídrico do solo consideradas para as análises foram as seguintes: temperatura média mensal; temperatura máxima mensal; temperatura mínima mensal; umidade média mensal; umidade máxima mensal; umidade mínima mensal. Estes dados foram testados quanto a sua

normalidade (Komalgorov Smirnov, 0,05) e passaram por análise de variância (ANOVA).

ANÁLISES REALIZADAS

As variáveis de solo que apresentaram distribuição normal foram utilizadas para a realização da análise de componentes principais (PCA), visando a correlação entre as variáveis de solo e as áreas amostradas.

Com o objetivo de embasar a escolha das variáveis explanatórias em critérios analíticos, diminuindo a subjetividade de tais escolhas, optamos por utilizar o Critério de Informação de Akaike Corrigido – AICc (BOZDOGAN, 1987).

Uma vez determinadas as variáveis ambientais para o modelo explanatório de relação solo x vegetação procedemos com a análise de correspondência canônica (CCA) executada com base nas referidas variáveis ambientais e as abundâncias absolutas das espécies que apresentaram cinco ou mais indivíduos ao longo de toda a amostragem fitossociológica.

Por fim, com o objetivo de testarmos a hipótese de que as variáveis ambientais elencadas exercem influência direta sobre a distribuição da abundância de espécies observada nas unidades amostrais, realizamos um GLM (Generalized Linear Model). Para a realização do GLM, utilizamos como medida de abundância de espécies das áreas amostradas os escores dos dois eixos obtidos através do escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS), (GUISAN, 1999).

RESULTADOS

Com o intuito de se investigar a influência das características ambientais na distribuição da abundância das espécies foram consideradas as amostragens fitossociológicas em duas áreas, a Serra de Capanema e a RPPN Capivari II. A primeira área representa as formações vegetacionais que se desenvolvem sobre formação ferrífera, já a segunda área representa a vegetação desenvolvida sobre substrato quartzítico.

Ao longo destas amostragens foram mensurados 2053 indivíduos, dos quais, 1544 indivíduos foram considerados para as análises aqui abordadas, por apresentarem abundância total igual ou superior a cinco indivíduos. Estes indivíduos estão distribuídos em duas formações vegetais (campo rupestres e ilhas florestais), subdivididas em três diferentes estratos baseados no hábito de crescimento de cada um deles (estrato arbóreo, estrato arbustivo e estrato herbáceo).

Os indivíduos amostrados estão incluídos em 38 famílias botânicas, 56 gêneros e 94 espécies. As famílias com maior número de gêneros foram Asteraceae e Myrtaceae, com 5 gêneros cada; Poaceae e Melastomataceae com 3 gêneros cada uma; Lauraceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae, Fabaceae, Sapindaceae e Cyperaceae contaram com 2 gêneros cada uma. As demais famílias botânicas contaram apenas com um gênero amostrado.

As famílias botânicas que obtiveram maior riqueza específica foram: Myrtaceae, com 15 espécies; Asteraceae com 8 espécies amostradas; Poaceae e Lauraceae com 7 espécies amostradas; Melastomataceae com 6 espécies amostradas; Euphorbiaceae e Rubiaceae com 4 espécies cada uma; Fabaceae, Sapindaceae e Primulaceae apresentaram 3 espécies cada uma; Cyperaceae, Burseraceae, Ochnaceae, Polygonaceae, Velloziaceae e Vochysiaceae apresentaram 2 espécies cada uma. As demais famílias botânicas apresentaram apenas uma espécie ao longo das amostragens de campo.

Tabela 6. Lista florística demonstrando os locais de coleta e a abundância absoluta das espécies coletadas (Ab_A).

Família	Espécie	Cód. Esp.	CPN	CPV	CPV	CPV	GND	Ab_A
			HER	ABO	ABT	HER	ABO	
Anacardiaceae								
	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Tap gui		x				5
Annonaceae								
	<i>Gutteria sellowiana</i> Schtdl.	Gua sel		x			x	20
Aquifoliaceae								
	<i>Ilex</i> sp.	Ile sp.					x	43
Arecaceae								
	<i>Geonoma schottiana</i> Mart.	Geo sch		x			x	10
Asteraceae								
	<i>Asteraceae</i> sp.2	Ast sp2					x	11
	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Bac dra				x		43
	<i>Baccharis platypoda</i> DC.	Bac pla				x		22
	<i>Baccharis</i> sp.2	Bac sp2						7
	<i>Chromolaena squalida</i> (DC.)	Chr squ	x					14
	<i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.)	Ere ery		x	x		x	62
	<i>Lychnophora pinaster</i> Mart.	Lyc pin	x			x		281
	<i>Trichogonia</i> sp.	Tri sp.	x					10
Burseraceae								
	<i>Protium brasiliense</i> (Spreng.)	Pro bra		x				22
	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.)	pro hep		x				27

Família	Espécie	Cód. Esp.	CPN HER	CPV ABO	CPV ABT	CPV HER	GND ABO	Ab_A
	<i>Maytenus gonoclada</i> Mart.	May gon		x			x	9
Chloranthaceae								
	<i>Hedyosmum brasiliense</i> Mart. ex Miq.	Hed bra		x				6
Clethraceae								
	<i>Clethra scabra</i> Pers.	cle sca		x	x		x	40
Clusiaceae								
	<i>Garcinia sp.</i>	Gar sp.		x			x	8
Cyatheaceae								
	<i>Cyathea delgadii</i> Sternb.	Cya del		x				12
Cyperaceae								
	<i>Bulbostylis sp.2</i>	Bul sp2	x					8
	<i>Lagenocarpus rigidus</i> Nees	Lag rig	x			x		5
Eriocaulaceae								
	<i>Eriocaulaceae sp.</i>	Eri sp.				x		5
Euphorbiaceae								
	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	Alc gla		x			x	7
	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	Alc tri		x			x	31
	<i>Croton sp.1</i>	Cro sp1		x				6
	<i>Croton urucurana</i> Baill.	Cro uru		x				22

Família	Espécie	Cód. Esp.	CPN HER	CPV ABO	CPV ABT	CPV HER	GND ABO	Ab_A
	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Cop lan		x				18
	<i>Fabaceae sp.4</i>	Fab sp4		x				6
	<i>Inga vera</i> Willd.	Ing ver		x			x	6
Hypericaceae								
	<i>Vismia parviflora</i> Cham. & Schltdl.	Vis par		x			x	17
Lamiaceae								
	<i>Hyptidendron asperrimum</i> (Spreng.)	Hyp asp		x				15
Lauraceae								
	<i>Lauraceae sp.4</i>	Lau sp4		x				7
	<i>Lauraceae sp.8</i>	Lau sp8		x			x	6
	<i>Ocotea lancifolia</i> (Schott) Mez	Oco lan		x			x	12
	<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	Oco odo					x	5
	<i>Ocotea percoriacea</i> Kosterm.	Oco per					x	9
	<i>Ocotea spixiana</i> (Nees) Mez	Oco spi		x			x	13
	<i>Persea rufotomentosa</i> Nees & Mart.	Per ruf		x			x	7
Malpighiaceae								
	<i>Byrsonima variabilis</i> A.Juss.	Byr var	x					5
Melastomataceae								
	<i>Miconia chartacea</i> Triana	Mic Cha					x	5
	<i>Miconia corallina</i> Spring	Mic cor					x	8

Família	Espécie	Cód. Esp.	CPN HER	CPV ABO	CPV ABT	CPV HER	GND ABO	Ab_A
	<i>Tibouchina heteromalla</i> (D.Don)							
	Cogn.	Tib het			x	x		15
	<i>Trembleya laniflora</i> (D.Don)							
	Cogn.	Ter lan			x			45
	<i>Trembleya parviflora</i> (D.Don)							
	Cogn.	Ter par		x				8
Meliaceae								
	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Cab can		x			x	18
Moraceae								
	<i>Ficus</i> sp.	Fic sp.		x				5
Myrtaceae								
	<i>Eugenia</i> sp.4	Eug sp4		x			x	5
	<i>Myrcia amazonica</i> DC.	Myr ama		x			x	16
	<i>Myrcia obovata</i> (O.Berg) Nied.	Myr obo		x			x	28
	<i>Myrcia robusta</i> Sobral	Myr rob		x			x	12
	<i>Myrcia rufipes</i> DC.	Myr ruf		x			x	27
	<i>Myrcia</i> sp.1	Myc sp1					x	15
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Myr spl		x			x	46
	<i>Myrcia subcordata</i> DC.	Myr sub					x	15
	<i>Myrcia venulosa</i> DC.	Myr vem					x	9
	<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex Willd.)	Myr flo					x	9
	<i>Myrtaceae</i> sp.1	Myr sp1		x	x		x	6

Família	Espécie	Cód. Esp.	CPN	CPV	CPV	CPV	GND	Ab_A
			HER	ABO	ABT	HER	ABO	
	<i>Myrtaceae sp.4</i>	Myr sp4		x			x	11
	<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i> (Gomes)	Pim pse					x	40
	<i>Siphoneugena sp.1</i>	Sip sp1		x			x	24
Ochnaceae								
	<i>Ouratea floribunda</i> (A.St.-Hil.) Engl.	Our flo		x			x	17
	<i>Ouratea semiserrata</i> (Mart. & Nees) Engl.	Our sem					x	29
Orquidaceae								
	<i>Cattleya fournieri</i> (Cogn.) Van den Berg	Cat fou	x				x	6
Penthaphylacaceae								
	<i>Ternstroemia carnosa</i> Cambess.	Ter car					x	7
Peraceae								
	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	Per gla		x			x	12
Poaceae								
	<i>Axonopus pellitus</i> (Nees ex)	Axo pel	x					9
	<i>Echinochloa sp.</i>	Ech sp.					x	5
	<i>Poaceae sp.11</i>	Poa sp11	x					5
	<i>Poaceae sp.12</i>	Poa sp12					x	5
	<i>Poaceae sp.13</i>	Poa sp13					x	8

Família	Espécie	Cód. Esp.	CPN HER	CPV ABO	CPV ABT	CPV HER	GND ABO	Ab_A
	<i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D.Webster	Uru dec				x		8
Polygonaceae								
	<i>Coccoloba acrostichoides</i> Cham.	Coc acr			x			41
	<i>Coccoloba scandens</i> Casar.	Coc sca			x			5
Primulaceae								
	<i>Myrsine lancifolia</i> Mart.	Myr lan					x	12
	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Myr umb		x	x			48
	<i>Myrsine sp.</i>	Myr sp.					x	15
Proteaceae								
	<i>Roupala montana</i> Aubl.	Rou mon		x	x		x	44
Rosaceae								
	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	Pru myr					x	6
Rubiaceae								
	<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	Ama gui		x			x	7
	<i>Amaioua intermedia</i> Mart. ex Schult.	Ama int					x	9
	<i>Psychotria vellosiana</i> Benth.	Psy vel		x			x	34
	<i>Rubiaceae sp.</i>	Rub sp.					x	5
Salicaceae								
	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	Cas arb		x				6

Família	Espécie	Cód. Esp.	CPN HER	CPV ABO	CPV ABT	CPV HER	GND ABO	Ab_A
	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Cup ver		x			x	17
	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Mat ela		x			x	12
	<i>Matayba sp. 1</i>	Mat sp1		x			x	8
Velloziaceae								
	<i>Vellozia compacta</i> Mart. ex Schantz.	Vel com			x			76
	<i>Vellozia graminea</i> Pohl	Vel gra	x			x		5
Vochysiaceae								
	<i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl	Voc thy		x			x	46
	<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	Voc tuc		x	x			5
Winteraceae								
	<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	Dri bra		x				8

Tabela 7 descreve as principais características apresentadas pelas diferentes áreas amostrais, principalmente em relação as suas características pedológicas e fitofisionômicas.

De forma geral, a vegetação herbácea dos campos rupestres, sejam eles ferruginosos ou quartzíticos, ocorre de forma condicionada às características do substrato subjacente, quais sejam, pequena profundidade efetiva do solo, que por sua vez condiciona menor disponibilidade hídrica e impossibilita o adensamento e crescimento do porte da vegetação que ali se desenvolve (PEREIRA, 2010; NUNES, 2015).

O estrato arbustivo se beneficia de porções mais fraturadas do substrato, onde há maior disponibilidade de volume de solo, ou maior profundidade efetiva para viabilizar e dar suporte ao seu desenvolvimento.

As ilhas florestais exibem forma tipicamente circular ou amebóide, e estão condicionadas a solos mais profundos, o que propicia a exploração de um maior volume de solo. A maior profundidade efetiva do solo ocorre de forma concomitante à alterações químicas e físicas do substrato, típicas do maior desenvolvimento pedogenético, facilmente observados nestas tipologias vegetacionais (PEREIRA, 2010).

Tabela 7. Fitofisionomias amostradas e suas principais características pedológicas, adaptado de Pereira, (2010)

Fitofisionomia	Características gerais
Campo Rupestre Herbáceo (CRH)	Ocorre diretamente sobre a canga aflorante e onde o quartzito aflora, em locais onde o solo raramente ultrapassa 10 cm de profundidade, com dominância das famílias Velloziaceae, Poaceae e Asteraceae. 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 Arbustivo (CRA)	Ocorre em porções mais fraturadas da couraça de canga e onde o quartzito aflora de forma fraturada, onde ocorrem solos mais profundos que no Campo Rupestre Herbáceo. Exibe dominância marcante da espécie <i>Vellozia compacta</i> . <i>Lychnophora pinaster</i> , <i>Stachytarpheta glabra</i> e <i>Trembleia lanifolia</i> também têm presença marcante e juntas caracterizam esta fitofisionomia. O Campo Arbustivo possui um estrato herbáceo disposto de forma esparsa em meio aos indivíduos de porte arbustivo.
Ilha Florestal (IF)	Fragmentos florestais, de formato circular ou amebóide, associados a leves depressões (20 a 40cm) no relevo local. Ocorrem solos mais profundos, com menor grau de concrecionamento. O horizonte B apresenta características latossólicas, com 20 a 100 cm de profundidade. Apresenta as seguintes espécies características: <i>Copaifera langsdorffii</i> , <i>Myrcia amazonica</i> , <i>Machaerium brasiliense</i> e <i>Miconia corallina</i> .

CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

O perfil de solo (figura 8), associado ao campo rupestre ferruginoso, é raso, com horizonte A apresentando 23 centímetros de profundidade, repousando diretamente sobre seu horizonte litoplíntico. Possui serapilheira delgada e presença expressiva de concreções ferruginosas, sendo classificado como Plintossolo pétrico litoplíntico típico.

Já o perfil localizado na ilha florestal sobre formação ferrífera, apresenta maior profundidade efetiva (50cm), e caráter concrecionário (petroplintita), característica de solos formados a partir de material ferruginoso. Este perfil também apresenta um horizonte intermediário caracterizado por apresentar características mistas dos horizontes A, B e C. Apresenta horizonte B com profundidade variando de 33 a 58 centímetros, com inexpressiva acumulação de argila e presença marcante de sesquióxidos de ferro. Por fim, apresenta horizonte C com intensa presença de concreções ferruginosas. Foi classificado como Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico.

O terceiro perfil caracteriza o campo rupestre quartzítico, com horizonte A delgado, repousando diretamente sobre a rocha, não apresentando horizonte B bem definido. Foi classificado como Neossolo Litólico Distrófico típico.

Por fim o quarto perfil de solo descrito representa a fitofisionomia ilha florestal sobre quartzito, apresentando horizonte A mais profundo. Não apresenta horizonte B, com seu horizonte A repousando diretamente sobre seu horizonte C, sendo classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico típico.



Figura 8: Vista geral das fitofisionomias amostradas e os perfis de solo.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO QUÍMICA DOS SOLOS

.Os solos representativos dos estratos herbáceo e arbustivo, do Campo Rupestre Ferruginoso, apresentaram elevados teores de areia, tanto areia grossa quanto areia fina (Tabela 8), caracterizando textura franco a franco-arenosa. Já o perfil da ilha florestal sobre formação ferrífera apresentou textura que variou ao longo do perfil de franco-argilosa até argila. O solo da ilha florestal sobre formação ferrífera foi o que apresentou os maiores conteúdos de silte em relação aos demais ambientes e elevados teores de argila em relação aos Campos Rupestres, caracterizando textura franco-argilosa.

Ao longo do processo de pedogênese, a fração silte é progressivamente transformada em fração argila ao longo do intemperismo químico e físico. A relação silte/argila é utilizada pela SBCS (Sociedade Brasileira de Ciência do Solo) como critério para se inferir o grau de intemperismo de solos, sendo utilizada para a caracterização do horizonte B Latossólico (Bw). Os solos mais intemperizados e com pedogênese mais avançada apresentam baixos valores desta relação (PEREIRA, 2010).

Os solos derivados das formações ferríferas, tanto os campos rupestres ferruginosos quanto as ilhas florestais sobre formação ferrífera apresentaram os maiores valores de silte/argila (Tabela 8), o que pode ser atribuído aos teores de silte mais elevados destes ambientes.

Já os campos rupestres quartzíticos e as ilhas florestais sobre quartzito possuem relevo mais movimentado em relação aos platôs originados pelas formações ferríferas. Esta característica de relevo mais movimentado propicia um ambiente de perda, que passa por um processo de remoção das partículas mais finas de forma mais intensa que os solos formados sobre as formações ferríferas, através deste processo a fração argila sofre maior remoção, resultando em acúmulo relativo das frações maiores (silte e areia), reduzindo de forma expressiva a sua relação silte/argila. O horizonte B da ilha florestal sobre formação ferrífera exibe relação silte/argila $<0,7$, característica necessária ao caráter latossólico conferido a este horizonte,(EMBRAPA,2006).

Tabela 8. Análises granulométricas dos perfis de solo

Horizonte		Análise Granulométrica					
Símbolo	Profundidade	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Classe Textural	Silte/Argila
	(cm)	dag/kg					
P1 - PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplíntico típico (CRF)							
Ac	0 – 15/23	34	18	29	19	Franco	1,53
A/F	15/23 – 30;40+	37	33	17	13	Franco-Arenosa	1,31
P2 - PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico (IFC)							
Ac/F	0 - 14	30	4	37	29	Franco-argilosa	1,28
Abc/F	14 - 33	41	4	37	29	Franco-argilosa	1,28
Bwc/F	33 - 58	37	3	18	42	Argila	0,43
Cc/F	58 - 92+	26	4	27	43	Argila	0,63

P3 - NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico (CRQ)

AR	0 – 8/27	35	33	15	17	Franco-arenosa	0,88
CR	8/27 - 38+	37	32	14	17	Franco-arenosa	0,82

P4 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico (IFQ)

A	0 - 22	40	22	16	22	Franco-Argilo- Arenosa	0,73
C ₁	22 - 43	42	23	13	22	Franco-Argilo- Arenosa	0,59
C ₂	43 - 86	48	21	26	5	Franco-Arenosa	5,2
C ₃	86 - 108+	47	22	14	17	Franco-Arenosa	0,82

As características químicas dos perfis estão apresentadas na Tabela 9. Os solos das áreas amostradas nas fitofisionomias de campo rupestre ferruginoso, campo rupestre quartzítico e ilha florestal sobre formação ferrífera apresentaram acidez ativa elevada (pH 4,5 a 5,0). Já os solos do perfil descrito na ilha florestal sobre quartzito apresentaram acidez muito elevada (< 4,5).

Os solos dos campos rupestres apresentaram grande variação em seus valores de CTC, especialmente os perfis do campo rupestre quartzítico (0,20 a 2,05 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) sendo considerados muito baixos a baixos (Ribeiro, 1999). Já o campo rupestre ferruginoso mostrou menor variação nos horizontes de solo (1,24 a 1,45 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$), também sendo considerados de baixo a muito baixo. Já os perfis de solo amostrados nas fitofisionomias florestais mostraram redução de CTC em profundidade, apresentando teores mais elevados no horizonte A e decrescendo nos perfis subsequentes. O perfil de solo da ilha florestal sobre formação ferrífera variou de 3,05 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ (médio) no horizonte A até 0,20 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ (muito baixo) em seu horizonte C. O perfil da ilha florestal quartzítica apresentou menor variação, indo de 3,80 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ (médio) no horizonte A até 1,95 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ (muito baixo) no horizonte C (teores classificados segundo (RIBEIRO, 1999).

A CTC a pH 7,0 apresentou valores mais baixos no campo rupestre quartzito (7,20 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ a 7,69 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$), sendo considerados médios. Todos os demais perfis de solo apresentaram valores de CTC a pH 7,0 considerados altos (>8,6 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) (RIBEIRO, 1999).

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 para sobreviver nestes ambientes oligotróficos (PEREIRA, 2010).

Os teores de P foram considerados muito baixos (<11,5 mg/dm^3) em todos os perfis de solo amostrados. Os valores de soma de bases (SB) também foram considerados

muito baixos em todos os perfis analisados ($<1,81 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$). De forma semelhante, os valores de saturação por bases (V%) também foram considerados muito baixos em todos os perfis analisados para todas as fitofisionomias estudadas.

O perfil do campo rupestre ferruginoso apresentou valores relativamente elevados de matéria orgânica em superfície, e o solo sob a ilha florestal em formação ferrífera apresentou teor de matéria orgânica muito elevado em seu horizonte superficial, decrescendo em profundidade chegando a ser médio em seu horizonte mais profundo. Já os perfis de solo sobre litologia quartzítica apresentaram teores de matéria orgânica entre médio e bom no campo rupestre quartzítico e variou na ilha florestal quartzítico de muito boa em seu horizonte superficial a baixo em seu horizonte subsuperficial.

De acordo com Ribeiro *et al.* (1999), nos sistemas ferruginosos, dada à mineralogia oxidica de solos sobre afloramentos ferríferos, 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. Pereira *et al.* (2010), salienta que nestes ambientes 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 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 muito baixos ($<0,21 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), médio (0,51 a $1,00 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) até alto (1,01 a $2,00 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$). A fitofisionomia campo rupestre quartzítico foi a que obteve o menor valor de Al^{3+} , em seu horizonte superficial, ($0,10 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$). Por outro lado, a fitofisionomia de ilha florestal quartzítico obteve teores mais altos de Al^{3+} em seu horizonte superficial, de $3,32 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. A saturação por alumínio exibiu valores que variaram de médios (31,5%) no campo rupestre ferruginoso a muito alto na ilha florestal quartzítica (95,30%). Estes valores indicam solos ácidos e com elevada toxidez por alumínio. A ilha florestal quartzítica foi a fisionomia estudada com maior valor de saturação por alumínio (95,3%).

De acordo com Pereira *et al.* (2010), o P remanescente (Prem) é uma medida rápida e eficiente da capacidade de adsorção de P em determinado solo, que é resultado do tipo de mineral presente na fração argila e do conteúdo desta no solo. Os perfis analisados mostram valores mais elevados de Prem no campo rupestre ferruginoso em comparação com o campo rupestre quartzítico.

Com exceção do horizonte subsuperficial da ilha florestal quartzítico que apresentou teor de Fe considerado baixo (17,80 mg dm⁻³), todos os demais horizontes e perfis analisados apresentaram teores de Fe foram elevados, variando de 61,7 a 187,7 mg dm⁻³ para as camadas superficiais. Em subsuperfície os valores variaram entre 17,80 e 212,70 mg dm⁻³ (tabela 9).

Os teores de Zn se mostraram maiores nos solos derivados das formações ferríferas, assumindo valores nas camadas superficiais, que variaram de 5,07 mg dm⁻³ no solo do campo rupestre ferruginoso a 3,74 mg dm⁻³ na ilha florestal sobre formação ferrífera. Já os solos derivados de quartzítico, apresentaram teores de Zn que variaram de 1,57 mg dm⁻³ na ilha florestal quartzítica a 1,90 mg dm⁻³ no campo rupestre quartzítico.

Os teores de Mn variaram de 13,1 mg dm⁻³ na camada superficial do campo rupestre ferruginoso a 20,3 mg dm⁻³ na camada superficial Ilha florestal sobre formação ferrífera, já os perfis relacionados ao substrato quartzítico apresentaram variação de 0,90 mg dm⁻³ no campo rupestre quartzítico a 3,90 mg dm⁻³ na camada superficial da ilha florestal quartzítico.

Os teores de Cu por sua vez, se mostraram mais elevados nos solos derivados das formações ferríferas, variando de 0,82 mg dm⁻³ na camada superficial da ilha florestal sobre formação ferrífera a 3,42 mg dm⁻³ na camada superficial do campo rupestre ferruginoso. Já os solos derivados do quartzito, as camadas superficiais variaram de 0,55 mg dm⁻³ na ilha florestal quartzítico a 0,61 mg dm⁻³ na camada superficial do campo rupestre quartzítico. Estes teores, de acordo com Ribeiro *et al.* (1999), variaram de baixo (0,4 a 0,7 mg dm⁻³), a alto (>1,2 mg dm⁻³).

Tabela 9. Análises químicas dos perfis de solo

Horizonte	Profundidade	pH	P		SB	t	T	Al ³⁺	H+Al	V	m	M.O.	C.O.	P-rem	ISNa	Zn	Fe	Mn	Cu
	cm	H ₂ O	KCl	mg/dm ³	cmol _c /dm ³			cmol _c /dm ³	%	%	dag/kg			mg/L	%	mg/dm ³			
P1 – PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplíntico típico (CRF)																			
Ac	(0,15/23)	5,03	4,11	2,00	0,85	1,24	11,20	0,39	10,30	7,60	31,50	4,21	2,45	21,10	7,99	5,07	184,20	13,10	3,42
A/F	(15/23-30/40)	4,99	3,90	2,40	0,86	1,45	10,40	0,59	9,50	8,30	40,70	5,00	2,91	26,90	8,04	4,72	212,70	13,00	2,14
P2 – PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário latossólico (IFC)																			
Ac/F	(0-14)	4,40	3,66	5,60	1,68	3,05	19,20	1,37	17,50	8,80	44,90	12,12	7,05	23,90	1,38	3,74	187,70	20,30	0,82
ABc/F	(14-33)	4,71	4,20	3,80	0,41	2,07	17,90	1,66	17,50	2,30	80,20	5,40	3,14	7,70	0,99	8,23	180,30	6,90	2,52
Bwc/F	(33-58)	4,95	4,45	2,20	0,30	0,98	15,10	0,68	14,80	2,00	69,40	4,74	2,76	5,30	2,97	3,53	141,60	3,00	0,85
Cc/F	(58-93+)	5,05	4,84	0,90	0,10	0,20	7,20	0,10	7,10	1,40	50,00	2,37	1,38	5,30	0,00	1,90	61,70	0,90	0,61

P3 – NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico (CRQ)

AR	(0-8/27)	5,05	4,84	0,90	0,10	0,20	7,20	0,10	7,10	1,40	50,00	2,37	1,38	5,30	0,00	1,90	61,70	0,90	0,61
CR	(8/27-38+)	4,62	3,88	3,50	0,49	2,05	7,69	1,56	7,20	6,40	76,10	4,21	2,45	33,70	2,27	6,03	150,60	3,60	5,25

P4 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico (IFQ)

A	(0-22)	4,09	3,61	6,50	0,48	3,80	18,00	3,32	17,50	2,70	87,40	8,23	4,78	17,10	1,46	1,57	159,00	3,90	0,55
C ₁	(22-43)	4,20	3,81	2,10	0,17	0,76	16,10	0,59	15,90	1,10	77,60	3,95	2,30	11,70	0,40	1,65	150,20	0,50	0,57
C ₂	(43-86)	4,51	4,23	1,10	0,11	2,35	8,61	2,24	8,50	1,30	95,30	1,71	0,99	14,20	0,00	1,12	110,20	0,40	0,39
C ₃	(86-108+)	4,63	4,37	0,90	0,10	1,95	6,70	1,85	6,60	1,50	94,90	1,45	0,84	20,10	0,00	0,99	17,80	0,30	0,37

DINÂMICAS TÉRMICA E HÍDRICA DO SOLO

As dinâmicas térmica e hídrica do solo também exibem comportamento distinto para as diferentes litologias estudadas, abaixo, podemos observar os gráficos gerados a partir dos dados médios mensais das temperaturas máxima, temperatura mínima e umidade média do solo.

Ao analisarmos a temperatura máxima entre os campos rupestres, notamos que as temperaturas foram sistematicamente maiores no campo rupestre ferruginoso (CPN ABT) em relação ao campo rupestre quartzítico (CPV ABT). As temperaturas mínimas dos campos rupestres mostraram comportamento similar, sendo sistematicamente maiores nos campos rupestres ferruginosos em relação aos campos rupestres quartzíticos.

As fitofisionomias arbóreas, por outro lado, mostraram comportamento térmico distinto, exibindo temperaturas máximas médias superiores nas ilhas florestais quartzíticas (CPV ABO) em relação as ilhas florestais sobre formação ferrífera (CPN ABO). As temperaturas mínimas das fitofisionomias arbóreas exibiram médias mais elevadas nas ilhas florestais sobre formação ferríferas (CPN ABO) em relação as ilhas florestais quartzíticas (CPV ABO). Este comportamento evidencia maior amplitude térmica das fitofisionomias arbóreas desenvolvidas sobre substrato quartzítico em relação às formações florestais desenvolvidas sobre formações ferríferas.

A umidade do solo demonstra que os campos rupestres ferruginosos (CPN ABO) apresentam maior umidade média do solo em relação aos campos rupestres quartzíticos (CPV ABO), este comportamento indica que os campos rupestres ferruginosos possuem maior capacidade de retenção de água do que os campos rupestres quartzíticos. Nas formações florestais, as diferenças nas umidades médias do solo se mostraram mais similares entre as duas litologias ao longo do ano, sendo levemente superior nas formações florestais sobre formações ferríferas em relação as formações florestais quartzíticas.

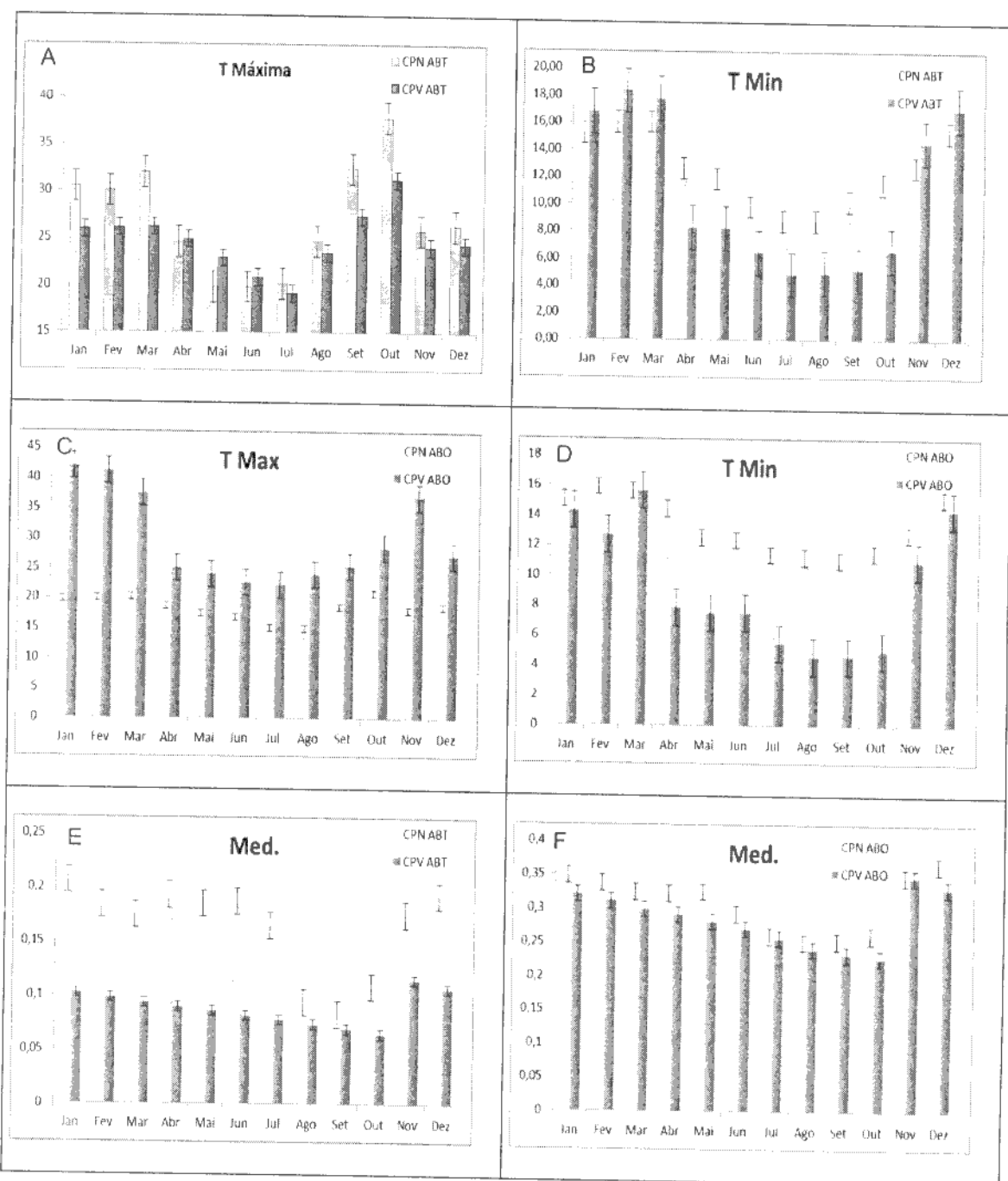


Figura 9. A- Temperatura máxima mensal no campo rupestre ferruginoso e no campo rupestre quartzítico; B- Temperatura mínima mensal do campo rupestre ferruginoso e do campo rupestre quartzítico; C- Temperatura máxima mensal da ilha florestal sobre formação ferrífera e da ilha florestal sobre quartzítico; D- Temperatura mínima mensal da ilha florestal sobre formação ferrífera e da ilha florestal sobre quartzítico; E- Umidade média do solo no campo rupestre ferruginoso e no campo rupestre quartzítico; F- Umidade média mensal da ilha florestal sobre formação ferrífera e da ilha florestal quartzítico.

Com o intuito de se comparar a variabilidade do conjunto de variáveis térmicas e hídricas do solo, foi realizada uma MANOVA entre as diferentes fitofisionomias. Os resultados da MANOVA refutam a hipótese de nulidade, sendo possível afirmar que as diferenças observadas entre estas variáveis são significativas (Pillai trace:1,55; F:15,67; P=0,01).

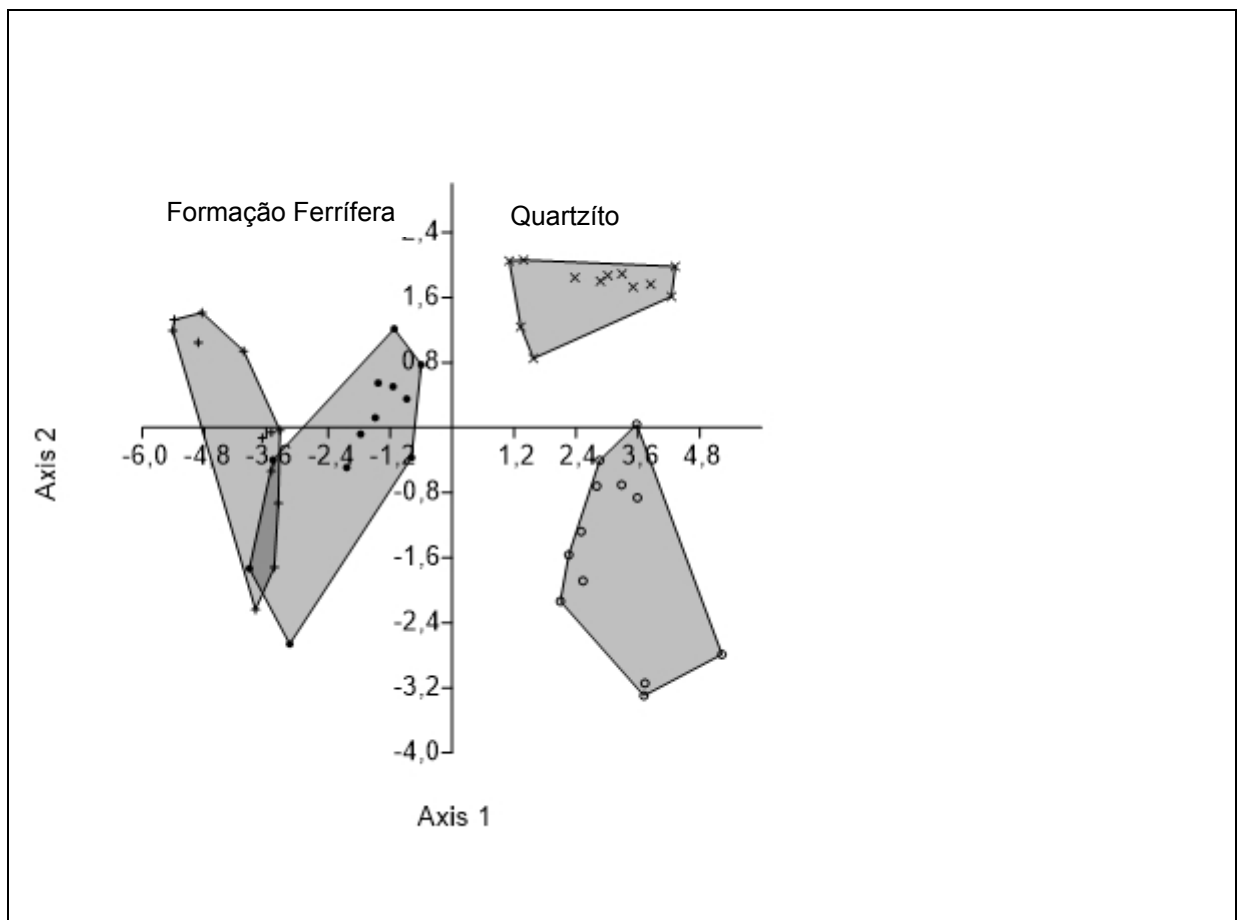


Figura 9. MANOVA realizada com os dados de variáveis térmicas e hídricas do solo. Axis 1: Formações Ferríferas. Axis 2: Quartzitos.

A Figura 9 representa as diferenças existentes entre as variáveis hídricas e térmicas do solo obtidas nas diferentes fitofisionomias ordenadas em relação as duas litologias amostradas (Formação ferrífera no eixo 1 e quartzito no eixo 2). Nele

podemos verificar que as diferenças entre as formações florestais foram mais significativas, formando dois grupos bem distintos, enquanto as variáveis obtidas para as fitofisionomias herbáceo arbustivas exibem diferenças relativas menores, havendo inclusive sobreposição entre as duas fitofisionomias estudadas.

SELEÇÃO DE VARIÁVEIS

Após a caracterização físico química dos solos, realizada através da coleta sistemática de três amostras compostas de solo em cada parcela fitossociológica amostrada, gerou-se um banco de dados composto por 18 variáveis químicas e 4 variáveis físicas para cada uma das parcelas amostradas. Entretanto, os modelos de predição de abundância de espécies, assim como qualquer modelo hipotético preditivo, deve buscar ser o mais parcimonioso possível. Embora as variáveis disponíveis ofereçam informação explanatória ao modelo, as variáveis que apresentam informações correlatas, ou colineares devem ser eliminadas como forma de se buscar o modelo hipotético que forneça um bom nível explicação com o menor número de variáveis possível. Outro problema normalmente enfrentado por pesquisadores que se utilizam de variáveis ambientais para análises exploratórias diz respeito a sua distribuição de probabilidade. Os modelos exploratórios mais robustos se baseiam em testes paramétricos, e possuem como pressuposto, o conhecimento prévio das distribuições de frequência das variáveis que serão utilizadas (Gotelli, 2011).

No presente estudo, as 22 variáveis pedológicas disponíveis, foram inicialmente testadas quanto a sua distribuição de probabilidade, buscou-se utilizar a distribuição normal de probabilidade para estas variáveis. Para tanto, todas as variáveis com exceção do pH, foram transformadas em escala logarítmica (Log+1). Após esta transformação todas as variáveis foram testadas pelo teste de Kolmogorov-Smirnov ao nível de significância de $P(0,01)$.

Ao final deste procedimento, 14 variáveis pedológicas cumpriram com estes requisitos e foram consideradas aptas a compor o modelo hipotético preditivo

explanatório que busca explicar a distribuição da abundância das espécies nos ambientes estudados, quais sejam: pH em H₂O; P; K; Al³⁺ trocável; Acidez potencial; t; MO; Cu; Mn; Fe; Zn; Areia Grossa; Silte e Argila.

Como forma de se observar a efetiva correlação entre as variáveis preditoras, optou-se pela realização da Análise de Correspondentes Principais (PCA). De acordo com Felfili (2011), citando McCune&Grace (2002), a PCA condensa as informações contidas em grandes números de variáveis em um pequeno grupo de novas composições dimensionais, tal que o arranjo dos pontos sofra a menor distorção possível, preservando a estrutura original dos dados. Este processo se dá através da sumarização dos dados redundantes, para colocar entidades similares em pontos próximos ao longo do eixo de ordenação.

Os resultados do presente estudo mostra uma forte correlação entre as variáveis ambientais e os eixos da ordenação, onde o primeiro eixo acumulou 35,1% da variância observada, já o segundo eixo da PCA, acumulou 30,5% enquanto o terceiro eixo da ordenação acumulou 8,3% da variância observada. Desta forma, os três primeiros eixos acumulam 73,9% da variância observada. Ressalta-se que considera-se como adequada a análise de componentes principais que acumula um mínimo de 30% da variância observada em seus três primeiros eixos .

Ao analisarmos a Tabela 10, que evidencia os autovalores observados entre as variáveis pedológicas e os eixos de ordenação, observamos no primeiro eixo maior contribuição das variáveis Mn (0,354); Silte e Fe (0,351); Zn (0,346); Fe (0,318); K(0,301); Cu(0,250); pH H₂O (0,195); MO (0,190) Al³⁺ potencial (0,136) e Al³⁺ (-0,198). No segundo eixo de ordenação por sua vez, observamos uma maior contribuição das variáveis: Areia grossa (0,304); pH H₂O (0,246); Cu (0,201); Argila (-0,441); Al³⁺ potencial (-0,431); MO (-0,394); Al³⁺ trocável (-0,301) e t (-0,287). Por fim o terceiro eixo também prestou importante contribuição, tendo como variáveis mais correlatas: t (0,595); Cu (0,412); K (0,344); Areia grossa (0,279); Al³⁺ trocável (0,178); Silte (-0,193); Argila (-0,191); Mn (-0,128).

Tabela 10. : Autovalores observados entre as variáveis ambientais e os três primeiros eixos de ordenação da PCA.

	Eixo01	Eixo02	Eixo03
pH H ₂ O	0,195	0,246	-0,025
P	0,318	-0,037	0,006
K	0,301	-0,093	0,344
Al ³⁺ trocável	-0,198	-0,391	0,178
Acidez potencial	0,136	-0,431	-0,024
t	0,081	-0,287	0,595
MO	0,190	-0,394	0,037
Cu	0,250	0,201	0,412
Mn	0,354	0,060	-0,128
Fe	0,351	0,080	0,047
Zn	0,346	0,034	0,059
Areia Grossa	-0,027	0,304	0,279
Silte	0,351	0,048	-0,193
Argila	0,027	-0,441	-0,191

Graficamente, os vetores plotados no gráfico de PCA indicam a maior associação entre variáveis correlatas que aparecem mais próximas, com menor ângulo entre as mesmas. Na figura 10, observamos grande correlação entre as variáveis ZN, Silte, Mn e ferro. As mesmas apresentam maior afinidade e contem informação explanatória mais correlata em relação as demais, sendo portando passíveis de serem reduzidas na composição do modelo explanatório final.

Já na figura 11 de PCA, composto pelos eixos 2 e 3, demonstram forte correlação entre as variáveis Al^{3+} potencial, MO e Al^{3+} trocável, o que pode indicar possível colinearidade entre as mesmas, indicando que as mesmas podem trazer informações similares ao modelo, devendo as mesmas ser reduzidas como forma de se chegar ao modelo mais parcimonioso no processo de exploração das causas das diferenças de abundância das espécies observadas em campo.

Figura 10. PCA entre os eixos 1 e 2.

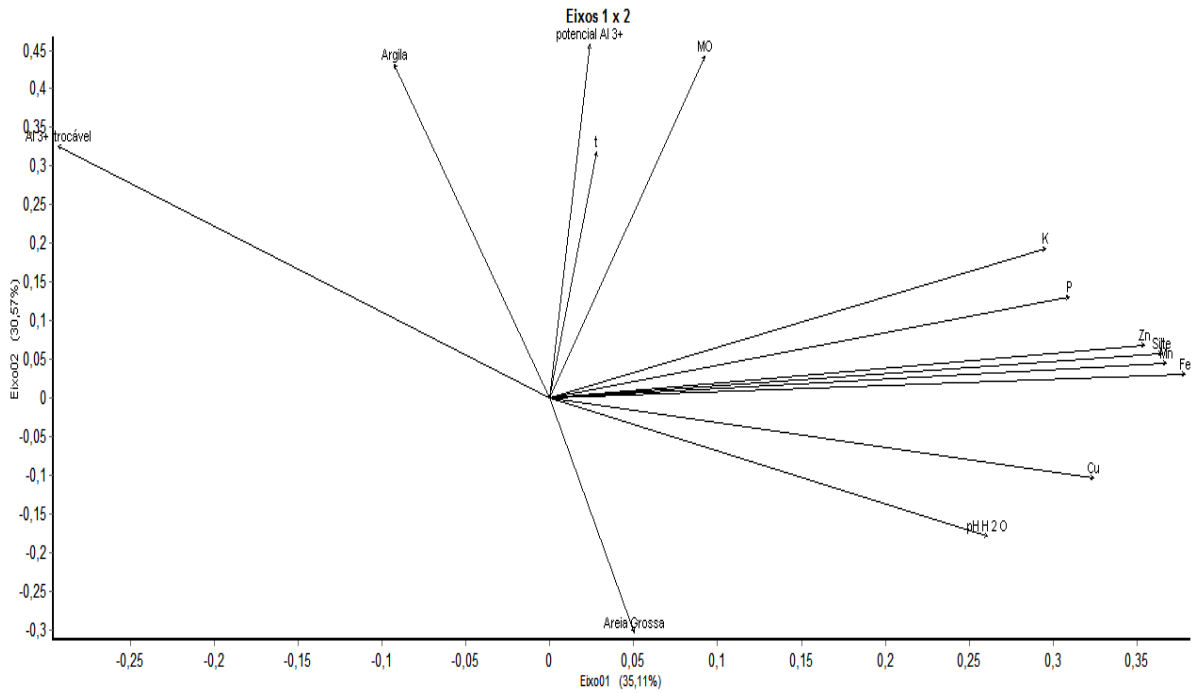


Figura 11. PCA entre os eixos 2 e 3.

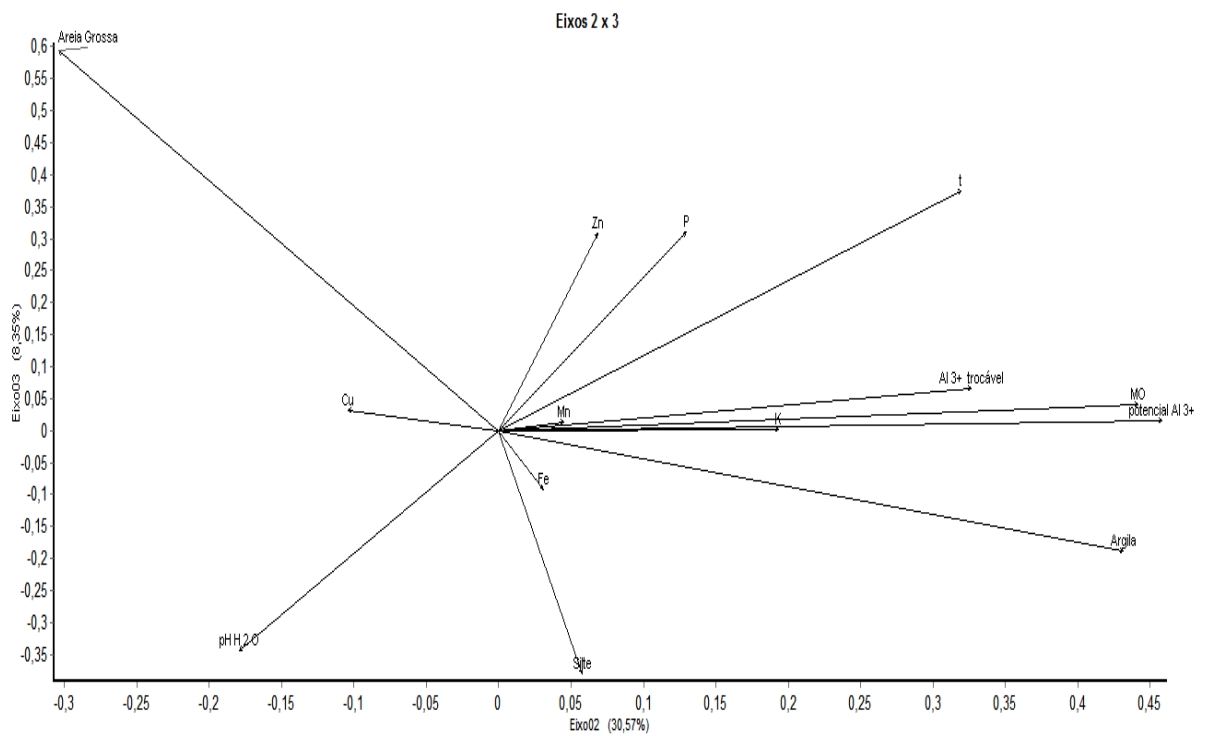
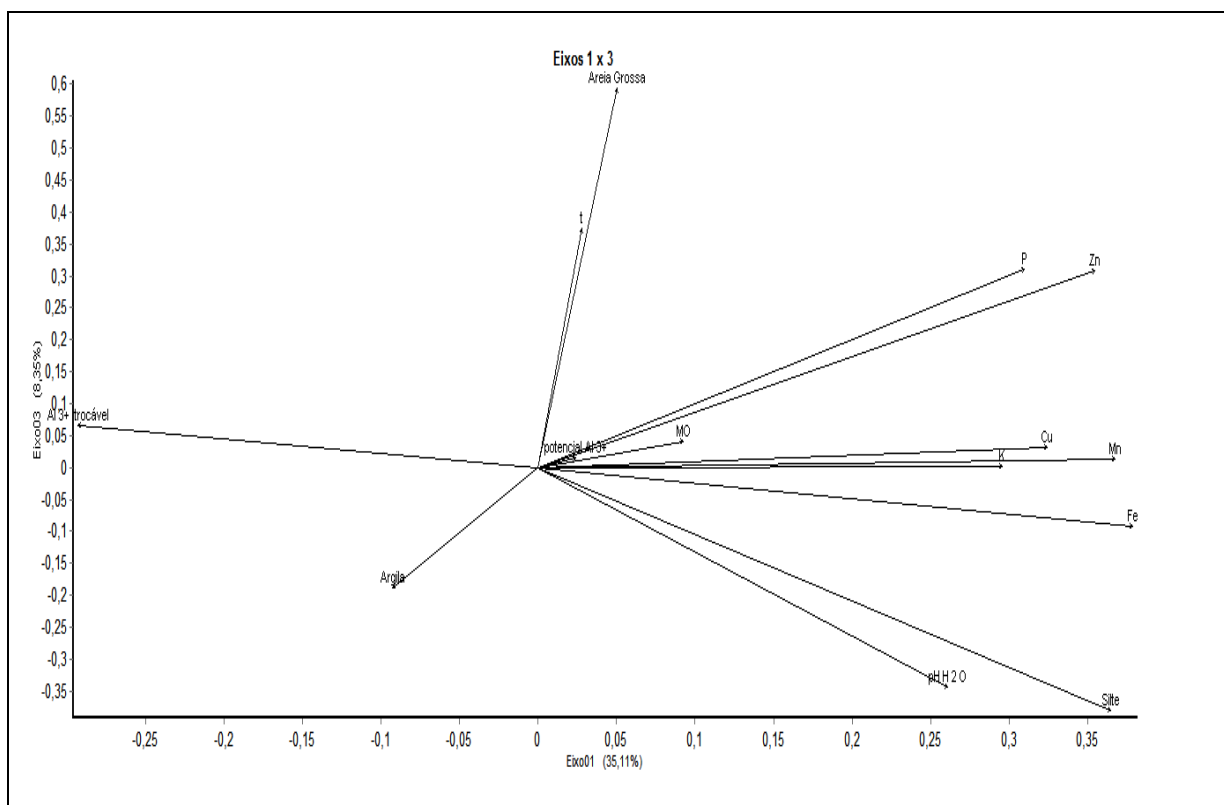


Figura12. PCA entre os eixos 3 e 1



Por fim, a figura 12, ordenação da PCA, formado pelos eixos 3 e 1, nos fornece a correlação entre as variáveis K, Cu, Mn e Fe e também entre as variáveis P e Zn, devendo portanto estas variáveis serem analisadas criteriosamente quanto a necessidade de sua manutenção no modelo exploratório final.

Embasado por esta leitura e buscando-se a parcimônia do modelo proposto, bem como embasar a escolha das variáveis explanatórias em critérios analíticos que diminuam a subjetividade de tais escolhas, seguindo o proposto por Burnham e Anderson (2004), que enfatizam a importância de selecionar modelos baseando-se em princípios científicos e não subjetivos, optamos por utilizar o Critério de Informação de Akaike Corrigido – AICc (Bozdogan, 1987).

O critério de Akaike é uma ferramenta para seleção de modelos, que oferece uma medida relativa da qualidade do ajuste de um modelo estatístico. O valor de AICc não só recompensa a qualidade do ajuste, mas inclui também uma penalização que

é uma função crescente do número de parâmetros estimados. Esta penalidade desencoraja o aumento do número de parâmetros livres no modelo buscando a melhora da qualidade do ajuste do modelo proposto, independentemente do número de parâmetros livres no processo de geração de dados.

Desta forma, através da utilização do Critério de Informação de Akaike Corrigido – AICc, que indica o modelo que fornece melhor ajuste estatístico com o menor número de variáveis, optamos por utilizar o modelo que apresentou o menor valor AICc, que se utiliza das seguintes variáveis ambientais para explicar a variação da abundância de espécies observada em campo: Cu; Zn; Silte; P; Al³⁺ trocável; t; MO; Fe; Areia grossa e Argila. Desta maneira, o modelo final proposto para se entender a variabilidade observada na distribuição de abundância das espécies observadas em campo foi composto pelas variáveis ambientais supra citadas e obteve o melhor entre os possíveis modelos analisados ($r^2=0,872$).

Uma vez determinadas as variáveis ambientais a serem utilizadas no modelo explanatório de relação solo X vegetação, resultados da análise de correspondência canônica (CCA) executada com base nas referidas variáveis ambientais e as abundâncias absolutas das espécies que apresentaram abundância absoluta igual ou superior a cinco indivíduos ao longo de toda a amostragem fitossociológica.

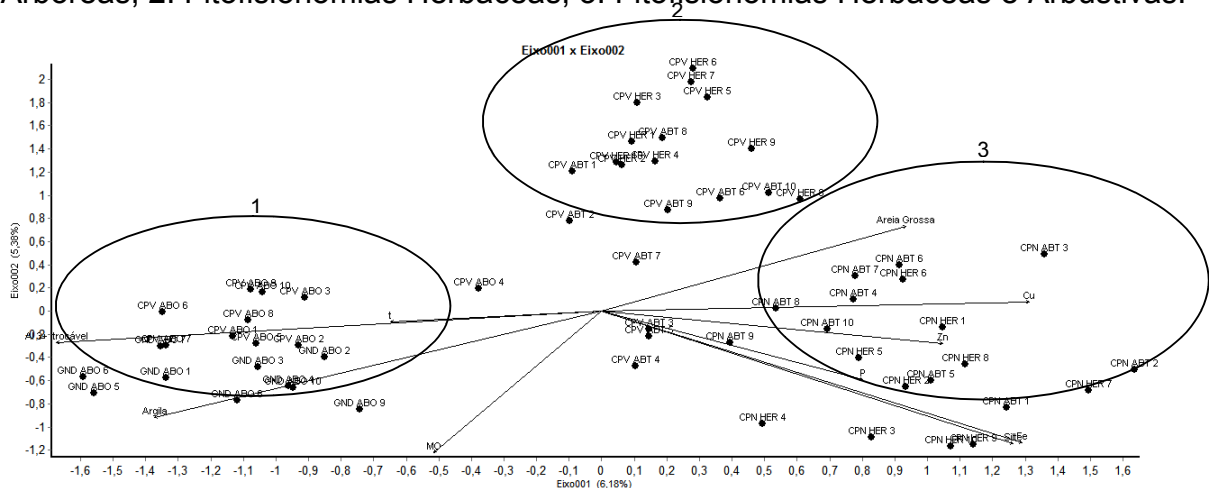
Tabela 11. Escores de correlação das variáveis ambientais da CCA.

Eixos	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
P	0,428	-0,317	-0,347
Al ³⁺ trocável	-0,896	-0,144	0,038
t	-0,347	-0,049	0,051
MO	-0,276	-0,653	-0,362
Cu	0,703	0,042	0,293
Fe	0,690	-0,606	-0,059
Zn	0,560	-0,149	-0,286
Areia Grossa	0,499	0,390	-0,065
Silte	0,676	-0,611	0,179
Argila	-0,734	-0,493	-0,131

Observamos na Tabela 11 os escores de correlação entre as variáveis ambientais e os três principais eixos de ordenação da análise de correspondência canônica realizada. Nela podemos a maior correlação com o primeiro eixo da análise de correspondência canônica do Cu (0,703), seguida pelo Fe que apresentou forte correlação positiva (0,609), silte (676), Zn (0,560), Areia grossa (0,499), P (428), MO (-0,276), t (-0,347), Argila (-0,734) e Al³⁺ trocavel (-0,896). O segundo eixo de ordenação apresentou em sua maioria correlações negativas, sendo as variáveis de maior correlação: Areia grossa (0,390), Cu (0,042), t (-0,049), Al³⁺ (-0,144), Zn (-0,149), P (-0,317), Argila (-0,493), Fe (-0,606), Silte (-0,611), MO (-0,653). Por fim o

terceiro eixo, embora ofereça o menor percentual de explanação, é também bastante relevante e sua correlação com as variáveis ambientais, se da como se segue: Cu (0,293), Silte (0,179), t (0,051), Al^{3+} trocável (0,038), Fe (-0,059), Areia grossa (-0,065), Argila (-0,131), Zn (-0,286), P (-0,347) e MO (-0,362).

Figura 13. CCA entre os eixos 1 e 2 e as parcelas amostrais. 1: Fitofisionomias Arbóreas; 2: Fitofisionomias Herbáceas; 3: Fitofisionomias Herbáceas e Arbustivas.



Como se pode observar, na figura 13, onde estão plotadas as unidades amostrais e os vetores compostos pelas variáveis ambientais, observamos a clara formação de três grupos bem distintos. No primeiro grupo (1) estão agrupadas as unidades amostrais formadas pelas fitofisionomias arbóreas, demonstrando maior afinidade destes ambientes com as variáveis: Argila, Al^{3+} trocável e Matéria Orgânica. O segundo grande grupo formado (2), agrupa as unidades amostrais do estrato herbáceo e arbustivo que se desenvolvem sobre substrato quartzítico. Já o terceiro grande grupo (3), reuniu as unidades amostrais de porte herbáceo e arbustivo localizadas sobre formação ferrífera, exibindo grande afinidade com Areia grossa, Cu, Zn, P, Silte e Fe.

Já a figura 14 formado a partir dos eixos 1 e 3 da análise de ordenação, nos possibilita uma clara separação entre as duas fitofisionomias florestais. Podemos observar maior afinidade do grupo 1, que representa as formações arbóreas desenvolvidas sobre substrato quartzítico, com a presença de Al^{3+} , enquanto o

segundo grupo (2), mostra maior afinidade com as variáveis Argila e Matéria Orgânica (MO).

Figura 14. CCA entre os eixos 1 e 3 e as parcelas amostrais.

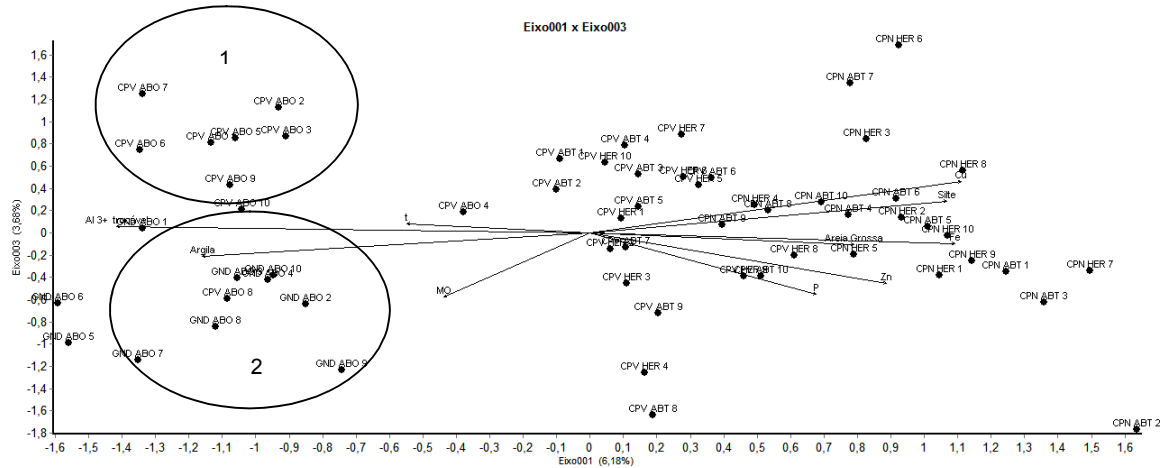
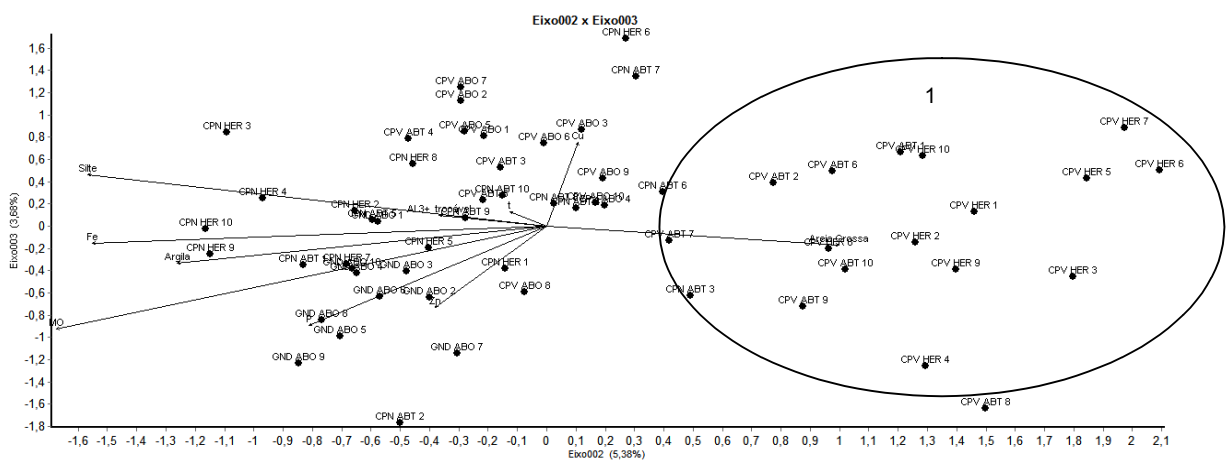


Figura 15. CCA entre os eixos 2 e 3 e as parcelas amostrais.



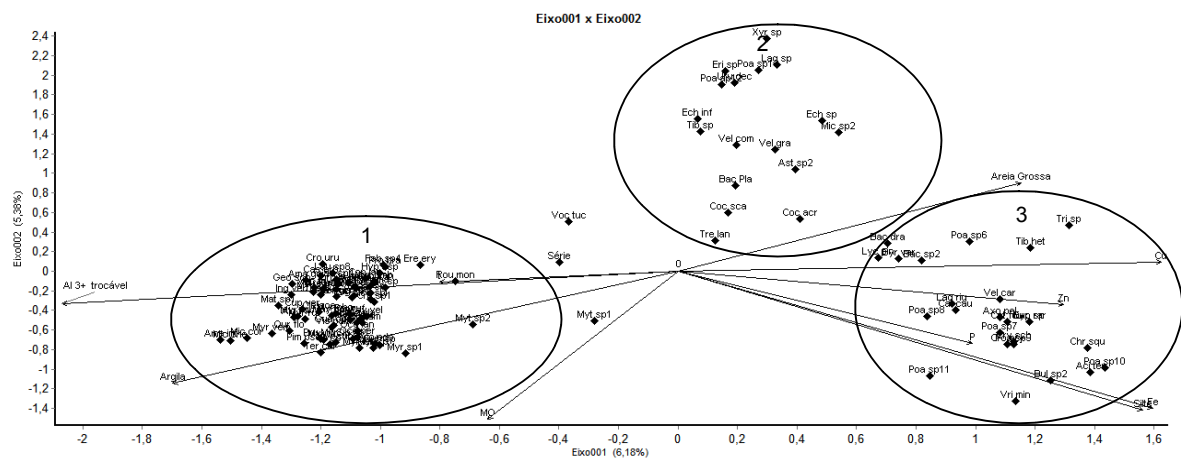
A figura 15, de ordenação formado pelos eixos 2 e 3, nos possibilita a confirmação da correlação existente entre as formações herbáceas e arbustivas desenvolvidas sobre substrato quartzítico (1), com a variável areia grossa, que se agrupam na porção direita do gráfico de ordenação.

A seguir observamos os gráficos de ordenação que exibem as correlações entre as espécies, representadas por sua abundância absoluta com as variáveis ambientais explanatórias. No gráfico 10, formado a partir do ordenamento dos eixos 1 e 2 é

possível observamos o agrupamento das espécies de porte arbóreo, em ambos os substratos amostrados, exibindo alta correlação com os vetores de Matéria Orgânica, Argila e Al^{3+} trocável. Resultados que corroboram com as análises físicas que demonstram clara preponderância da fração argila nestas fitofisionomias em relação às demais.

É possível ainda observar a afinidade das espécies herbáceo e arbustivas que compõe a fitofisionomia campo rupestre ferruginoso com os vetores das variáveis ambientais: Areia grossa; Cu; Zn; P; Silte e Fe. Esta afinidade se traduz no agrupamento destas espécies junto aos referidos vetores. O segundo grupo formado (2), agrupando as espécies herbáceas arbustivas que se desenvolvem sobre substrato quartzítico, demonstrou a correlação existente entre estas espécies em campo, embora não se relacionem a um vetor específico.

Figura 16. CCA entre os eixos 1 e 2 e as espécies amostradas.



A figura 16 mostra o ordenamento das espécies por sua vez, nos permitem a separação das espécies que formam as duas fitofisionomias de porte arbóreo. Aquelas desenvolvidas sobre substrato ferruginoso (1) exibem maior afinidade com os teores de Matéria Orgânica, Argila e Al^{3+} trocável, enquanto as espécies que compõe a fitofisionomia arbórea desenvolvida sobre substrato quartzítico (2), possui resposta aos teores de ctc (t) observados no solo.

Figura 16. CCA entre os eixos 1 e 3 e as espécies amostradas.

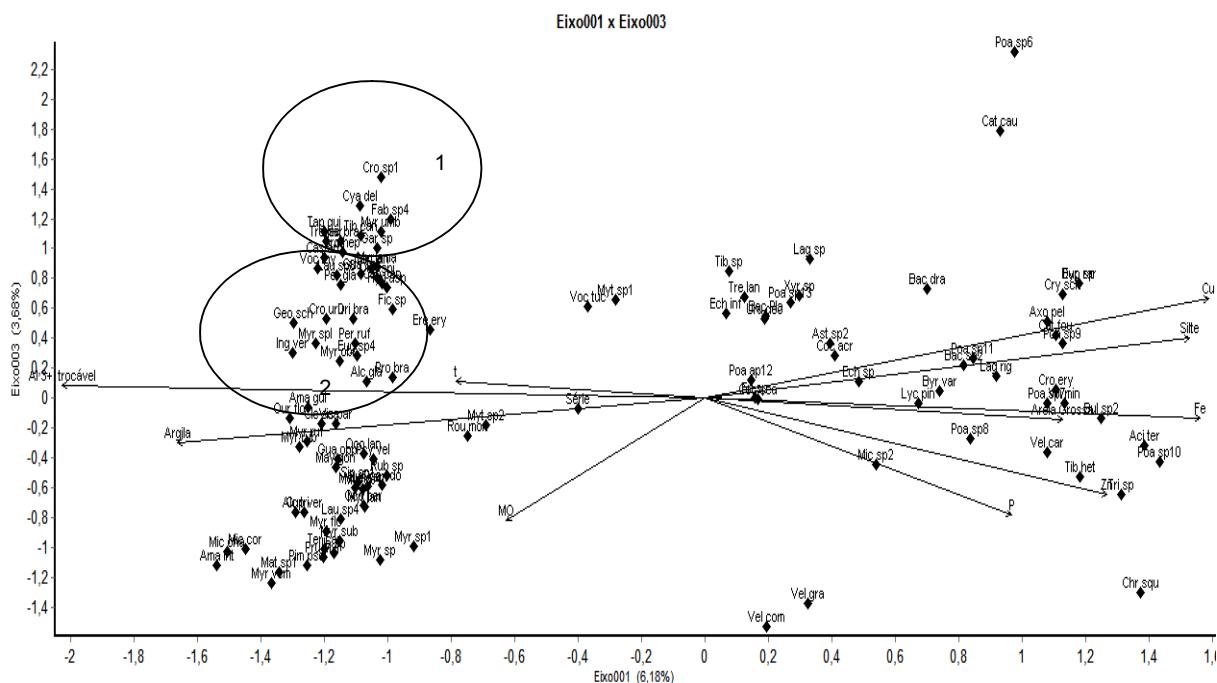
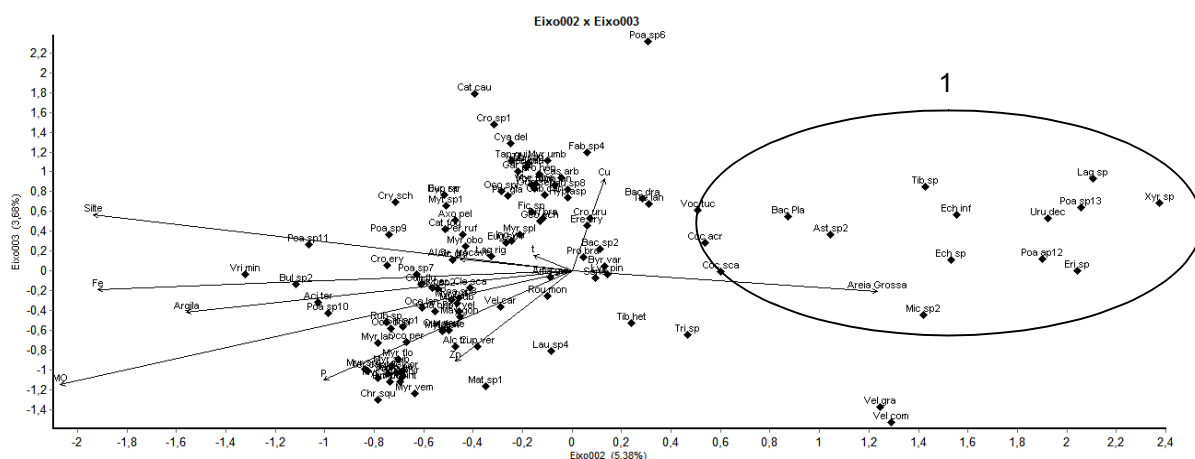


Figura 17. CCA entre os eixos 2 e 3 e as espécies amostradas.



Por fim, a figura 17, formado pela ordenação dos eixos 2 e 3, nos permitem observar o agrupamento das espécies que compõe o campo rupestre quartzítico, refletindo a sua correlação com os teores de areia grossa presente nestes ambientes.

Embora as técnicas de ordenação ofereçam um bom conteúdo explanatório acerca da associação entre variáveis ambientais e a composição da abundância de espécies em gradientes vegetacionais, os mesmos não permitem a realização de testes de hipóteses, de forma que se pode afirmar que a associação observada em seus gráficos de ordenação seja significativa do ponto de vista estatístico.

Para testarmos a hipótese de que as variáveis ambientais elencadas exercem influência direta sobre a distribuição da abundância de espécies observada nas unidades amostrais, realizamos um GLM (Generalized Linear Model). Para a realização do GLM, utilizamos como medida de abundância de espécies das áreas amostradas os escores dos dois eixos obtidos através de um escalonamento multidimensional não métrico (NMDS). Os resultados do GLM são exibidos na tabela 12, abaixo.

Tabela 12: Resultado do GLM entre os dois eixos do NMDS e as variáveis ambientais.

	P(Axis 1)		P(Axis 2)
Al trocável	0.00854	***	0.5901
Areia Grossa	0.72397		0.5504
Argila	0.08150	**	0.9337
Cu	0.29680		0.1945
Fe	0.61241		0.8322
MO	0.45079		0.7590
P	0.50570		0.8359
Silte	0.94525		0.1187
t	0.83397		0.0941 *
Zn	0.49012		0.0442 **

Nível de significância: *** (0,01),**(0,1),*(0,05)

O resultado do GLM demonstra que apenas quatro variáveis exercem influência significativa sobre a distribuição de abundância de espécies. No primeiro eixo do escalonamento multidimensional não métrico apenas Al³⁺ trocável e argila foram significativas enquanto no segundo eixo de escalonamento apenas t e Zn se mostraram significativos (Tabela 12).

DISCUSSÃO

A influência do solo sobre o estabelecimento da vegetação há muito é reconhecida, Vincent (2008), relata as dificuldades impostas ao estabelecimento das comunidades vegetais quando as mesmas se desenvolvem sobre solos com baixa profundidade efetiva, baixa retenção de água e baixos níveis de nutrientes. Os campos rupestres ferruginosos e quartzíticos se desenvolvem exatamente neste contexto, porém, as características físico-químicas do solo que exercem maior efeito sobre o estabelecimento destas comunidades vegetais ainda permanece incerta.

Os resultados obtidos no presente estudo corroboram com a pobreza nutricional destes ambientes (CONCEIÇÃO & GIULIETTI, 2002; TEIXEIRA & LEMOS-FILHO, 2002; PEREIRA, 2010; NUNES, 2015), com as análises de solo evidenciando alta acidez ativa, baixa saturação por bases, baixos teores de P e baixa capacidade de troca catiônica.

Embora a muito conhecidas, as variações microclimáticas no contexto do solo têm sido pouco abordadas nas pesquisas exploratórias. Stoutjesdijk & Barkman (1992) salientam que os fatores climáticos podem ser estudados em diferentes escalas, sendo as escalas microambientais as mais difíceis, dadas as dificuldades de se medir tais variações.

Também é de amplo conhecimento que a distribuição geográfica de muitas plantas é determinada, entre outros fatores, pela faixa de condições ambientais, dentre as quais, as variações de temperatura dentro de faixas necessárias à germinação de suas sementes (Labouriau, 1983). A temperatura do solo exerce importante papel ecológico devido a íntima interação entre solo-planta. Bergamaschi & Guadagnin (1993) atribuem esta importância às influências em inúmeros processos, como na germinação das sementes, o desenvolvimento das raízes, absorção de água e nutrientes do solo, difusão de solutos e gases e velocidade das reações químicas do solo entre outros.

Neste contexto a análise de variância realizada com as medidas médias de temperatura e umidade do solo mostrou que existe diferença estatística entre as diferentes áreas amostradas e mais uma medida que pode ser utilizada para diferenciar estes ambientes. Os resultados demonstram que os campos rupestres ferruginosos apresentaram temperatura máxima média sistematicamente superior aos campos rupestres quartzíticos, enquanto os campos rupestres quartzíticos exibiram temperaturas mínimas médias sistematicamente inferiores ao campo rupestre ferruginoso. Já nas formações florestais, as formações sobre substrato quartzítico obtiveram as maiores temperaturas máximas médias e as menores temperaturas mínimas médias.

Quanto a umidade, os campos rupestres ferruginosos apresentaram valores sistematicamente mais elevados, denotando maior capacidade de retenção de umidade deste solo. As formações florestais mostraram comportamento mais próximo.

As áreas estudadas foram bem diferenciadas quanto a composição de espécies, conforme evidenciado no primeiro capítulo, e também se mostraram bem distintas com base em suas características pedológicas, tanto na caracterização físico-química do solo como em sua dinâmica térmica e hídrica. As características químicas que mais contribuíram para a diferenciação dos locais estudados foram Manganês, Ferro, Zinco e Fosforo. Do ponto de vista físico, Silte, Areia Grossa e Argila foram as características físicas que mais contribuíram para a distinção das áreas estudadas, resultado este que esta em consonância com os resultados obtidos por Vincent (2008). Este resultado corrobora a hipótese da influência da dinâmica hídrica do solo na diferenciação destes ambientes, pois a relação entre as características físicas do solo e sua dinâmica hídrica reflete em sua característica edáfica de forma inequívoca.

Vincent (2008), atribui aos teores de metais como Cu, Zn, e Cd a distribuição de espécies nos campos rupestres ferruginosos, ao passo que neste trabalho as maiores correlações foram obtidas para Mn, Silte e Fe. No mesmo trabalho, Vincent (2008) atribuiu a correlação encontrada para a formação sobre quartzito as características

físico-químicas intermediárias destes solos, porém no presente trabalho as maiores correlações para este ambiente foram observadas para o seu alto teor de Areia Grossa.

Ademais, no trabalho citado acima, a autora reconhece a influência de certas características do solo sobre a distribuição da abundância das espécies entre as diferentes fitofisionomias estudadas, contudo não define quais são estas características pedológicas que de fato controlam esta distribuição de abundância de espécies. Até por que, a análise utilizada (CCA), não se presta a testar este tipo de hipótese, mas sim inferir de forma indireta sobre estas características.

Para suprir esta lacuna procedemos a elaboração de um modelo GLM com base na distância entre as diferentes áreas de estudo expressa através de da distância de Bray-Curtis ordenadas através da análise de escalonamento multi dimensional não métrico (NMDS) e das mesmas variáveis ambientais utilizadas na análise de correspondência canônica. Esta abordagem nos permitiu determinar quais variáveis realmente exercem efetiva influência sobre a distribuição de abundância de espécies observada.

Estes resultados atribuem significância estatística as variáveis Alumínio trocável, Argila, t e Zn como sendo as responsáveis diretas pela distribuição de abundância de espécies observada em campo.

CONCLUSÕES

- 1- Os solos desenvolvidos sobre formação ferrífera se mostraram bem distintos quanto as suas características físico-químicas.
- 2- A dinâmica térmica e hídrica do solo se mostrou bem diferente entre os solos desenvolvidos sobre a formação ferrífera daqueles desenvolvidos sobre solos derivados de quartzito e parece exercer influência direta sobre a distribuição de abundância das espécies.
- 3- Somente Alumínio trocável, Argila e t se mostraram significativamente relacionados a distribuição de abundância de observado em campo, sendo as responsáveis diretas por tais variações.

BIBLIOGRAFIA

ALFARO SOTO, M.A., KUMAYAMA, D.M., CHANG, H.K. Calibração de um reflectômetro para estudos do fluxo de água em solo não saturado. *Geociências*, São Paulo, UNESP, v.26, n.4, p.357-368, 2007.

ALVAREZ V, V. H., et al. "Interpretação dos resultados das análises de solos." *Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais 5* (1999): 25-32.

ALVIM, P. de T.; ARAÚJO, W. A. El suelo como factor ecológico en el desarrollo de la vegetación en el centro-oeste del Brasil. *Turrialba*, v. 2, n. 4, p. 153-160, 1952.

BERGAMASCHI, H.; GUADAGNIN, M. R.. Modelos de ajuste para médias de temperatura do solo, em diferentes profundidades. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 95-99, 1993.

BOZDOGAN, Hamparsum. Model selection and Akaike's information criterion (AIC): The general theory and its analytical extensions. *Psychometrika*, v. 52, n. 3, p. 345-370, 1987.

BURNHAM, Kenneth P.; ANDERSON, David R. Multimodel inference understanding AIC and BIC in model selection. *Sociological methods & research*, v. 33, n. 2, p. 261-304, 2004.

CAMPBELL SCIENTIFIC, 2002–2006. CS616 and CS625 Water Content Reflectometers. Instruction Manual Revision: 8/06. Campbell Scientific Inc., North Logan.

CONCEIÇÃO, A. A. & GIULIETTI, A.M.. Composição Florística e Aspectos Estruturais de Campo Rupestre em Dois Platôs do Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Hoehnea*, 2002. 29: 37-48.

DALANESI, P. E.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; F., M. A. L. 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 brasílica*, v. 18, n. 4, p. 737-757, 2004.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 1 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 412p.

FELFILI, J. M. et al. *Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos*. UFV, Viçosa, 2011.

FERRARI L. T.. *Geoambientes na RPPN Capivari II e Monitoramento Térmico e Hídrico em Solos de Canga Ferrífera e Quartzito, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado. UFV, 2013. 88p.

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.

GONG, Y., CAO, Q., SUN, Z., The effects of soil bulk density, clay content and temperature on soil water content measurement using time-domain reflectometry. *Hydrol. Process.* 17, 3601–3614. 2003.

GOTELLI, Nicholas J.; ELLISON, Aaron M. Princípios de estatística em ecologia. In: Princípios de estatística em ecologia. Artmed, 2011.

GUISAN, A.; W. S. B.; WEISS, A. D. GLM versus CCA spatial modeling of plant species distribution. *Plant Ecology*, v. 143, n. 1, p. 107-122, 1999.

LABOURIAU, L. G.; A germinação das sementes. 1983.

MCCUNE, Bruce; GRACE, James B.; URBAN, Dean L. Analysis of ecological communities. Gleneden Beach, OR: MjM software design, 2002.

MESSIAS M. T. B. Fatores Ambientais Condicionantes da Diversidade Florística em Campo Rupestre Quartzíticos e Ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Tese de doutorado. Universidade

MUELLER-DOMBOIS, D.& ELLEMBERG, H.. Aims and Methods of Vegetation Ecology. New York, John Wiley & Sons, 1974. 820p.

NUNES, J. A. et al. Soil-vegetation relationships on a banded ironstone 'island', Carajás Plateau, Brazilian Eastern Amazonia. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 87, n. 4, p. 2097-2110, 2015.

OLIVEIRA FILHO A. T., CARVALHO W. A.C., MACHADO E. L.M., HIGUCHI P., APPOLINÁRIO V., CASTRO G. C., SILVA A. C., SANTOS R. M, BORGES L. CORRÊA B F., S.e ALVES J. M. Dinâmica da Comunidade e Populações Arbóreas da Borda e Interior de um Remanescente Florestal na Serra da Mantiqueira, Minas Gerais, em um intervalo de cinco anos (1999-2004), *Revista Brasil. Bot.*,2004. 30:149-161.

PEREIRA, A. F. S.. Florística, Fitossociologia e Relação Solo Vegetação em Campo Rupestre Ferruginoso do Quadrilátero Ferrífero, MG. UFV, 2010. 107p.

PILLAR, V. D. Clima e vegetação. Clima. UFRGS, Departamento de Botânica. Disponível em: <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>, 1995.

RESENDE, M.. Pedologia: base para distinção de ambientes. Neput, 1995.

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

SANTOS, HG dos et al. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2006.

SILVA-JÚNIOR, M. C.; BARROS, N. F.; CÂNDIDO, J. F. Relações entre parâmetros do solo e da vegetação de cerrado na Estação Florestal de Experimentação de Paraopeba, MG. *Revista brasileira de Botânica*, v. 10, n. 2, p. 125, 1987.

STOUTJESDIJK, P. et al. *Microclimate, vegetation and fauna*. Opulus Press AB, 1992.

STRAHLER, A. N. The Koppen climate classification system. *Physical geography*. John Willey, New York, p. 185-188, 1963.

TEIXEIRA, W.A., LEMOS-FILHO J.P., Fatores Edáficos e a Colonização de Espécies Lenhosas em uma Cava de Mineração de Ferro em Itabirito, Minas Gerais. *Revista Árvore*, 2002. 25–33

TOPP, G., C. State of the art of measuring soil water content. *Hidrological Processes*: 17, 2993 – 2996. 2003.

VINCENT, R.C. & Meguro, M.. Influence of Soil Properties on the Abundance of Plant Species in Ferruginous Rocky Soils Vegetation, Southeastern Brazil *Revista Brasil. Bot.*, 2008. 31:377-388.

CAPÍTULO III

DINÂMICA DE ILHAS FLORESTAIS NO COMPLEXO FERRUGINOSO DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG.

RESUMO

As Ilhas Florestais sobre Canga são uma fitofisionomia associada aos campos rupestres ferruginosos, geralmente as Ilhas Florestais sobre canga possuem formato circular ou ameboide, apresentam transição abrupta com formações herbáceo-arbustivas circunvizinhas. Estas formações apresentam grande diversidade de espécies, possuem distribuição espacial restrita e sofrem forte pressão antrópica. Ainda assim, são pouco estudadas do ponto de vista da composição florística, estrutura fitossociológica e dinâmica temporal. O objetivo deste trabalho foi estudar a dinâmica desta comunidade em um intervalo de cinco anos. A área de estudo situada no município de Mariana (UTM 23K 0664173/ 7770059), a cerca de 910 metros de altitude. O inventário florestal foi conduzido através da alocação de dez parcelas (10X10 metros), distribuídas de forma aleatório na área de estudo. Todos os indivíduos vivos e mortos em pé com CAP superior a dez centímetros foram medidos. Estes indivíduos tiveram seu CAP e sua altura total mensuradas e foram identificados através de coletas de material botânico. Foram calculadas as taxas anuais médias de mortalidade (M) e recrutamento (R) de árvores individuais e taxas anuais médias de perda (P) e ganho (G) de área basal das árvores. Para a análise da dinâmica global da comunidade, foram calculadas as taxas de rotatividade em função do número de indivíduos e da área basal, a partir das médias das taxas de mortalidade e recrutamento e das taxas de perda e ganho de número de indivíduos e área basal. O número de espécies amostradas nos levantamentos realizados sofreu pequena alteração ao longo dos cinco anos. A comunidade passa por intenso processo de auto desbaste, exibindo expressiva redução no número de indivíduos presentes nas maiores classes de diâmetro. A comunidade não se encontra em seu clímax, mas sua dinâmica sugere que a mesma se encontra em fase avançada ou tardia de construção de seu ciclo de desenvolvimento.

ABSTRACT

Forest Ilhas on Canga form a vegetation type associated with ferruginous rocky fields, usually forest thickets on canga have circular or amoeboid shape, exhibit abrupt transition with herbaceous and shrub formations surrounding. These formations have great diversity of species, have limited spatial distribution and suffering strong anthropic pressure. Yet they are little studied from the point of view of its floristic composition, their phytosociological and their temporal dynamic structure. The objective of this work was to study the dynamics of this community at an interval of five years. The study area in the municipality of Mariana (UTM 23K 0664173/7770059), is about 910 meters above sea level. The forest inventory was conducted by allocating ten plots (10x10 meters), distributed in random order in the study area. All living and dead standing with CAP than ten centimeters were measured. These individuals had their DAP and its total height measurements and were identified by botanical material collections. the average annual mortality rates were calculated (M) and recruitment (R) of individual trees and average annual rates of loss (P) and gain (G) of basal area of trees. For the analysis of the global dynamics of the community, turnover rates were calculated according to the number of individuals and basal area, from the average mortality rates and recruitment and loss rates and gain number of individuals and basal area . The number of species sampled in the surveys conducted suffered little change over the five years. The community goes through an intense process of self thinning, exhibiting significant reduction in the number of individuals present in the larger diameter classes. The community is not at its climax, but its dynamics suggests that it is in advanced or late stage of construction of its development cycle.

INTRODUÇÃO

As ilhas Florestais Sobre Canga formam uma fitofisionomia associada aos campos rupestres ferruginosos. Geralmente as ilhas florestais sobre canga possuem formato circular ou ameboide, apresentam transição abrupta com formações herbáceo-arbustivas circunvizinhas. Segundo Veloso et al. (1991), a ilha florestal pode ser classificada como Floresta Estacional Semidecidual, de acordo com o porte florestal que estas ilhas apresentam, a deciduidade do conjunto florestal não ultrapassa 50% no período seco, e por apresentar clima estacional, com duas estações bem definidas.

Estas formações apresentam grande diversidade de espécies, possuem distribuição espacial restrita e sofrem forte pressão antrópica, assim como toda formação ferrífera. Ainda assim, são pouco estudadas do ponto de vista da composição florística e estrutura fitossociológica. Pereira, (2010), encontrou 108 espécies, 91 gêneros distribuídos em 42 famílias botânicas. Deste total, 8 famílias com 30 espécies foram de monocotiledôneas e 34 famílias pertencentes as eudicotiledôneas.

Com relação a dinâmica destas comunidades, pouco se conhece. Os principais trabalhos realizados com esta linha de abordagem foram em áreas de Floresta Estacional Semidecidual, dentre os quais citamos: Silva e Araújo, (2009), que trabalharam com Floresta Estacional Semidecidual em Uberlândia, MG; Oliveira Filho, (2007), que estudou a dinâmica da comunidade arbórea de um remanescente florestal na Serra da Mantiqueira em MG, o objetivo principal deste estudo foi avaliar a estabilidade da comunidade em um intervalo de cinco anos. Foram avaliadas a taxa de mortalidade e recrutamento, e, taxas de ganho e perda de área basal.

Dentre os principais trabalhos realizados em ilhas florestais no estado de Minas Gerais destacamos o trabalho de Valente (2009), que explorou as relações existentes entre o solo e a distribuição das espécies na Serra do Cipó em Minas Gerais. Neste trabalho o autor se ateve às ilhas florestais em meio aos campos rupestres quartzíticos da região.

A dinâmica temporal destas comunidades é ainda menos conhecida e seu entendimento é crucial para a avaliação das mudanças que ocorrem nos parâmetros fitossociológicos das espécies que compõe esta comunidade. Estas informações subsidiam programas de conservação, manejo e restauração destes ambientes bem como gerar parâmetros que auxiliem trabalhos de avaliação de estágios sucessionais nestas fitofisionomias.

METODOLOGIA

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 assim, 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 fitossociológicos.

A área de estudo, (Figura 18), situada no município de Mariana, (coordenadas UTM 23K 0664173 e 7770059), se encontra a cerca de 910 metros acima do nível do mar, estando inserida na borda leste do Quadrilátero Ferrífero, dentro do domínio Mata Atlântica.

de avaliar as mudanças na composição florística bem como as mudanças ocorridas na estrutura horizontal e vertical da comunidade.

Os parâmetros fitossociológicos mensurados em 2010 foram comparados com os parâmetros provenientes da medição realizada em 2015 através de análise de variância (ANOVA) e as diferenças entre estes parâmetros foram testados através do teste de tukey a 5% de probabilidade.

O inventário florestal foi conduzido através da alocação de dez parcelas (10X10 metros), distribuídas de forma aleatório na área de estudo. No primeiro levantamento, realizado em 2010, foram mensurados todos os indivíduos vivos e mortos em pé com CAP superior a dez centímetros. O segundo levantamento foi realizado em 2015, onde além dos indivíduos vivos foram também mensurados os indivíduos que haviam morrido no período e aqueles indivíduos que ingressaram na população através de incremento em seu diâmetro.

Seguindo o proposto por Sheil et al. (1995, 2000), assumimos que as mudanças em tamanho populacional por intervalo de tempo ocorrem em proporção constante em relação ao tamanho inicial da população, assim, foram calculadas as taxas anuais médias de mortalidade (M) e recrutamento (R) de árvores individuais e taxas anuais médias de perda (P) e ganho (G) de área basal das árvores por meio das seguintes expressões:

$$M = \{1 - [(N_0 - m)/N_0]^{1/t}\} \times 100,$$

$$R = [1 - (1 - r/N_t)^{1/t}] \times 100,$$

$$P = \{1 - [(AB_0 - AB_m + AB_d)/AB_0]^{1/t}\} \times 100, \text{ e}$$

$$G = \{1 - [1 - (AB_r + AB_g)/AB_t]^{1/t}\} \times 100,$$

Onde: t é o tempo decorrido entre os inventários, N₀ e N_t são, respectivamente, as contagens inicial e final de árvores individuais, m e r são, respectivamente, o número de árvores mortas e recrutas, AB₀ e AB_t são, respectivamente, as áreas basais inicial e final das árvores, AB_m é a área basal das árvores mortas, AB_r é a área

basal dos recrutas e ABd e ABg são, respectivamente, o decremento (por meio de quebra ou perda parcial do tronco) e o incremento em área basal das árvores sobreviventes.

Para a análise da dinâmica global da comunidade, foram calculadas as taxas de rotatividade em função do número de indivíduos e da área basal, a partir das médias das taxas de mortalidade e recrutamento e das taxas de perda e ganho de número de indivíduos e área basal. As fórmulas utilizadas são as propostas por Werneck & Franceschinelli, 2004. Como se segue:

$$TN = (M + R)/2$$

$$TAB = (P + G)/2$$

Onde: TN é a taxa de rotatividade em função do número de indivíduos; M é a taxa de mortalidade; R é a taxa de recrutamento; TAB é a taxa de rotatividade em função da área basal; P é a perda de indivíduos e G é o ganho de indivíduos.

Além destes parâmetros, foram calculadas a taxa de mudança líquida do número de árvores no período considerado (Ch_N) e a taxa de mudança líquida da área basal (Ch_{AB}), através das seguintes fórmulas:

$$Ch_N = [(N_t/N_0)^{1/t} - 1] \times 100,$$

$$Ch_{AB} = [(AB_t/AB_0)^{1/t} - 1] \times 100$$

Onde: N_0 e N_t são, respectivamente, as contagens inicial e final de árvores individuais; AB_0 e AB_t são, respectivamente, as áreas basais inicial e final das árvores,

As variáveis obtidas foram testadas pelo teste t entre as parcelas e na amostra total da população, assumindo que possuem distribuição normal e variâncias iguais (Zar, 1996).

Para verificar a independência entre frequências observadas para o número de indivíduos sobreviventes, mortos e recrutas nas classes de diâmetro e na amostra

total foi avaliada através da aplicação do teste Chi Quadrado. A diferença da contagem de mortos e recrutas, observadas entre as duas medições na amostra total foram avaliadas pelo contagem de Poisson (ZAR, 1996). A probabilidade adotada para todos os testes estatísticos foi de $p \geq 0,01$. Para a realização das análises foi utilizado o software Fitopac 2.1, Statistica 7 e Excel 2010.

A dinâmica da comunidade em suas classes de diâmetro foi avaliada em intervalos crescentes, o que diminui o efeito de “J” invertido, frequentemente observado neste tipo de distribuição. Este tipo de intervalo de classe de diâmetro visa diminuir o forte decréscimo de densidade observado nas maiores classes de diâmetro. Para tanto as classes de diâmetro elencadas foram: 3 a 6cm; 6 a 12cm; 12 a 24cm; 24 a 48cm e ≥ 48 cm.

Os eventos contabilizados para avaliarmos a dinâmica temporal observada em cada classe de diâmetro foram: Permanência na classe, mortes, recrutas, imigrantes e emigrantes. Cada um destes eventos foi calculado com base no número de indivíduos da comunidade que passou por cada um deles.

O teste Chi Quadrado foi utilizado para verificar se o número de árvores vivas e o número de árvores mortas em 2010 e 2015 são independentes das classes de diâmetro, enquanto a contagem de Poisson foi utilizada para avaliar se contagem de indivíduos ingressantes (Recrutas + Imigrantes) e egressos (Mortos + Emigrantes) na população são significativas.

Para o estudo da dinâmica da população, foram elencadas as catorze espécies que apresentaram número de indivíduos superior a dez na amostra total amostrada. Desta forma, foram eleitas quatorze espécies para a realização do estudo das populações amostradas.

A homogeneidade das parcelas com relação ao aumento ou redução de área basal nos dois inventários foi verificada através do teste do Chi Quadrado. As variações observadas no número de indivíduos recrutados e mortos entre as duas amostragens foi verificada através da contagem de Poisson. A indecência entre os números de arvores mortas e sobreviventes e entre o número de recrutas e

sobreviventes foi avaliada pelo teste do Chi Quadrado para as duas amostragens realizadas.

A rotatividade para o número de indivíduos e para a área basal bem como as mudanças líquida observada no número de indivíduos e área basal para as catorze espécies elencadas foram representadas graficamente.

RESULTADOS

O primeiro inventário realizado na área de estudo contou com um total de 692 indivíduos amostrados, pertencentes a 26 famílias botânicas e 67 espécies (Figura 19). Já no segundo levantamento foram amostrados 682 indivíduos, o número de famílias botânicas não foi alterado nos dois levantamentos. Na segunda amostragem foram encontradas 65 espécies, duas a menos que na primeira medição. As espécies *Cordia concolor* (Cham.) Kuntze (Rubiaceae) e *Siphoneugena densiflora* Berg (Myrtaceae) foram amostradas apenas no primeiro levantamento, não estando presentes na segunda medição.

Durante a amostragem, foram registrados 88 indivíduos mortos. Isto representa 12,71% do total de indivíduos amostrados. A taxa de mortalidade ficou em 2,68 (% ano⁻¹). A área basal dos indivíduos mortos foi de 0,57m². A espécie que apresentou maior número de indivíduos mortos foi *Pera glabrata* (Schott) Poepp. ex Baill. com 12 indivíduos (1,73%), em seguida a espécie *Lacistema pubescens* Mart. e *Myrcia amazonica* DC. com 6 indivíduos mortos amostrados cada uma, o que representa 0,86%.ano⁻¹.

Na segunda amostragem foi registrado o ingresso de 78 novos indivíduos na comunidade, sendo este numero inferior a mortalidade observada no período medido. Os indivíduos mortos estavam distribuídos em 34 espécies e 26 famílias botânicas. A espécie com maior número de indivíduos recrutados foi *Myrcia amazonica* DC. com 9 indivíduos, seguida por *Copaifera langsdorffii* Desf., *Eugenia sonderiana* Berg e *Pera glabrata* Poepp. ex Baill. com 5 indivíduos recrutados cada uma. A taxa de recrutamento para o período avaliado foi de 2,40 (%.ano⁻¹) (Tabela 12).

O índice de diversidade de Shannon para a primeira amostragem foi de 3,206 e de 3,164 na segunda amostragem. O índice de equabilidade de Pielou foi de 0,76 na primeira amostragem e 0,75 na segunda amostragem.



Figura 19: Vista geral das ilhas florestais amostradas. A-Vista frontal das ilhas florestais amostrados; B-Vista frontal das ilhas florestais amostrados; C- Vista do interior das ilhas florestais amostrados; D-Vista do interior das ilhas florestais amostrados.

Tabela 12. Parâmetros de dinâmica da comunidade das ilhas florestais sobre canga.

Amostragem:	Total
Número de parcelas (N)	10
Número de árvores:	
Inicial (2010)	692
Final (2015)	682
Sobreviventes	604
Mortas	88
Recrutas	78
Taxa de mortalidade (% ano-1)	2,68
Taxa de recrutamento (% ano-1)	2,40
Taxa de rotatividade (% ano-1)	2,54
Taxa de mudança (% ano-1)	-0,29
Área basal:	
Inicial (2010)	3,73
Final (2015)	3,68
Mortas (m ²)	0,57
Decremento dos sobreviventes (m ²)	0,002

Recrutas (m ²)	0,15
<hr/>	
Incremento dos sobreviventes (m ²)	0,033
Taxa de perdas (% ano ⁻¹)	3,28
Taxa de ganhos (% ano ⁻¹)	1,02
Taxa de rotatividade (% ano ⁻¹)	2,15
Taxa de mudança (% ano ⁻¹)	-0,27
<hr/>	

As frequências absolutas das espécies demonstraram queda de 1990 ocorrências no primeiro inventário para 1920 na segunda medição (3,517%). A área basal total amostrada apresentou redução, passando de 3,98 para 3,95 m²ha⁻¹ (0,75%). A densidade absoluta de indivíduos exibiu redução, passando de 6920 na primeira amostragem, para 6810 indivíduos/há⁻¹ na segunda amostragem, redução de 1,58%.

A comunidade, quando estratificada através de suas classes de diâmetro demonstrou alta heterogeneidade. Nas classes de diâmetros menores houve aumento no número de indivíduos amostrados enquanto as classes de maior diâmetro sofreram redução no número de indivíduos amostrados (Tabela 13). Os indivíduos mortos por sua vez, obitiveram maiores contagens nas menores classes de diâmetro, principalmente na classe de 3 a 6 cm, onde o número de indivíduos mortos chegou a 67,8% do total de indivíduos mortos.

.Entre as medições realizadas em 2010 e 2015 observou-se que as alterações no número de indivíduos em cada classe de diâmetro diferiram significativamente dos valores esperados ($X^2= 16,70$; $p=0,001$).

O número de indivíduos mortos por classes de diâmetro também sofreu alteração significativa ($X^2=6,142$, $p=0,188$) com relação ao valor esperado de sua distribuição. As principais alterações foram observadas na classe de diâmetro de 3 a 6

centímetros e na classe de 6 a 12 centímetros, onde o número de indivíduos mortos foi inferior ao que seria esperado.

Tabela 13. Parâmetros de dinâmica da comunidade em suas classes de diâmetro

DAP (cm)	N ° de árvores			Mortos			Emigr. ¹	Recr. ²	Cont. Poisson	
	2010	2015	Esp. ⁴	N □ ⁵	Esp.	% ano ⁻¹	N □	N □	Z	p
3 a 6	401	411	408,95	59	65,57	3,13	39	61	0,0001	ns
>6 a 12	185	206	196,92	23	25,56	2,62	13	15	0,0001	ns
>12 a 24	76	57	66,98	4	4,45	1,08	1	2	0,0504	ns
>24 a 48	29	8	18,63	0	0,00	0,00	0	0	0,3033	ns
>48	1	0	0,50	1	1,11	100,00	0	0	0,3033	ns
Totais	692	682		87			53	78		

*1- Emigrantes, 2- Recrutadas, 3- Imigrantes, 4- Valor Esperado, 5- Número de imigrantes.

Observou-se ainda que a contagem de indivíduos ingressantes na população (imigrantes + recrutadas) foi inferior ao número de egressos (mortos + emigrantes) na população ($X^2=10,682, p=0,0304$). A maior alteração observada entre o número de indivíduos ingressantes e egressos se deu na classe de diâmetro de 3 a 6 centímetros, que apresentou 59 indivíduos mortos e 39 emigrantes. Este maior dinamismo nas menores classes de diâmetro já era esperada.

Ao longo do período avaliado, foram observados 88 indivíduos mortos e 78 indivíduos foram recrutados, o número de mortos foi significativamente superior ao número de recrutadas ($Z=0,7748; p=0,2192$). A classe de diâmetro de 3 a 6

centímetros foi a que recebeu maior número de recrutas, 61, o maior percentual de indivíduos mortos ocorreu na mesma classe de diâmetro, 3 a 6 centímetros, 59 indivíduos.

Com relação a dinâmica das populações amostradas, *Copaifera langsdorffii* Desf. foi a que obteve maior IVI na segunda medição, (42,94), a segunda espécie de maior IVI foi *Pera glabrata* Poepp. ex Baill., com 29,80, esta espécie que obteve os maiores números de indivíduos, contabilizando 127 indivíduos no primeiro levantamento e 120 no segundo.

As espécies que apresentaram maior área basal em 2015 foram: *Copaifera langsdorffii* Desf.; *Myrcia amazonica* DC.; *Pera glabrata* Poepp. ex Baill. e *Xylopia brasiliensis* Spreng. com 1.04; 0.37; 0.35 e 0.25m² respectivamente. As espécies que obtiveram maiores perdas de área basal foram *Machaerium brasiliense* Vog.; *Eremanthus erythropappus* (DC.) N.F.F.MacLeish e *Eugenia cerasiflora* Kurz, 0,30; 0,04 e 0,02m² respectivamente.

No primeiro levantamento, 17 espécies foram responsáveis por 70,30% do IVI das espécies amostradas (tabela 13), e no segundo levantamento, 19 espécies foram responsáveis por 71,61% do IVI. Dentre as demais espécies amostradas, todas mudaram de posição em relação ao seu IVI no intervalo de tempo medido, evidenciando maior dinamismo destas populações que compõe as menores porções do IVI (Tabela 13).

A densidade de indivíduos sofreu redução, passando de 6820 para 6810 ind./há⁻¹, ao todo, 31 espécies mantiveram sua densidade absoluta, 16 espécies tiveram sua densidade aumentada e 20 espécies sofreram redução em sua densidade. *Pera glabrata* Poepp. ex Baill. foi a espécie que sofreu maior variação de densidade, passando de 1270 ind./ha⁻¹ para 1200ind./há⁻¹. *Eugenia cerasiflora* Kurz e *Miconia chartacea* Triana, também registraram importante redução na densidade de suas populações, passando de 120 para 80 e de 50 para 10 ind./há⁻¹, respectivamente. *Myrcia amazonica* DC., *Eugenia sonderiana* Berg e *Matayba marginata* Radlk., foram as espécies que apresentaram maior crescimento em sua densidade absoluta,

passando de 1040 para 10170, 240 para 270 e 120 para 150ind./há⁻¹ respectivamente, como observado na Tabela 13.

Tabela 14. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas

	2010			2015			2010	2015
	AB	DA	IVI	AB	DA	IVI	Posição	
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	0.9671	780	40.5586	1.0404	780	42.9462	1	1
<i>Pera glabrata</i> Poepp. ex Baill.	0.3413	1270	29.9304	0.3587	1200	29.8079	2	2
<i>Myrcia amazonica</i> DC.	0.3411	1040	27.6075	0.3765	1070	29.3901	3	3
<i>Machaerium brasiliense</i> Vog.	0.5356	140	17.9727	0.2346	140	11.1065	4	5
<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	0.1056	400	13.4557	0.1270	420	14.5848	5	4
<i>Cupania emarginata</i> Cambess.	0.1613	150	8.7271	0.1998	160	10.0015	6	6
<i>Eugenia sonderiana</i> Berg	0.0630	240	8.0646	0.0732	270	9.4600	7	7
<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	0.2102	60	7.6488	0.2527	80	8.9385	8	8
<i>Guatteria villosissima</i> A.St.-Hil.	0.0424	210	7.6151	0.0503	220	8.1470	9	10
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spr.)	0.2041	60	7.4937	0.2344	60	8.8865	10	9
<i>Eremanthus erythropappus</i>	0.1597	50	6.7384	0.1148	40	5.0499	11	17
<i>Eugenia cerasiflora</i> Kurz	0.0494	120	6.4917	0.0259	80	4.4339	12	19
<i>Eugenia</i> sp. 1	0.0209	150	6.2099	0.0266	170	7.3348	13	11
<i>Matayba marginata</i> Radlk.	0.0487	120	5.9714	0.0600	150	6.8440	14	12

<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	0.0252	160	5.9601	0.0218	140	5.7318	15	14
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	0.0356	150	5.5740	0.0327	130	5.3386	16	15
<hr/>								
<i>Siphoneugena kiaerskoviana</i> (Burret) Kausel	0.0318	110	4.9008	0.0397	130	2.9761	17	25
<i>Calypthranthes pulchella</i> DC.	0.0246	80	4.7894	0.0201	70	3.0984	18	24
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	0.0243	80	4.7817	0.0127	70	3.9534	19	21
<i>Guatteria sellowiana</i> Schltld.	0.0384	80	4.6324	0.0467	80	4.9585	20	18
<i>Myrsine lancifolia</i> Mart.	0.0294	130	4.6270	0.0399	140	5.1476	21	16
<i>Ocotea tristis</i> (Nees) Mez	0.0199	80	3.6647	0.0262	90	4.0679	22	20
<i>Myrcia pulchra</i> Kiaersk.	0.0146	80	3.5315	0.0170	70	3.5408	23	22
<i>Macropeplus ligustrinus</i> Perkin	0.0229	60	3.4510	0.0196	50	2.7909	24	26
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.)	0.0101	80	3.4183	0.0108	80	3.5313	25	23
<i>Sloanea monosperma</i> Vell.	0.0477	40	2.7799	0.0533	40	0.8173	26	53
<i>Miconia chartacea</i> Triana	0.0188	50	2.7029	0.0026	10	0.7332	27	57
<i>Eugenia</i> sp. 2	0.0126	90	2.6222	0.0138	90	2.7127	28	27
<i>Miconia trianaei</i> Cogn. in Mart.	0.0134	50	2.5664	0.0064	30	2.1643	29	33
<i>Psidium robustum</i> Berg	0.0198	60	2.3680	0.0239	70	2.6730	30	28
<i>Abarema brachystachya</i> (DC.)	0.0134	30	2.2764	0.0147	30	2.3737	31	30
<i>Miconia sellowiana</i> Naud.	0.0097	30	2.1845	0.0121	40	2.4551	32	29

<i>Myrcia splendens</i> DC.	0.0078	30	2.1367	0.0088	40	2.3713	33	31
<i>Ocotea</i> sp. 1	0.0530	20	2.1201	0.0563	20	2.2362	34	32
<i>Ouratea semiserrata</i> Engl.	0.0178	70	1.9607	0.0186	60	1.8727	35	36
<i>Protium brasiliense</i> Engl.	0.0125	40	1.8971	0.0131	40	1.9591	36	35
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	0.0182	20	1.7517	0.0303	20	2.1015	37	34
<i>Clusia arrudea</i> Planch.	0.0073	30	1.6205	0.0110	30	1.7597	38	37
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	0.0321	10	1.4518	0.0398	10	1.6735	39	38
<i>Simaba glabra</i> Engl. in Mart.	0.0081	50	1.4276	0.0046	20	0.9305	40	48
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	0.0023	20	1.3521	0.0014	10	0.7034	41	64
<i>Protium heptaphyllum</i> March.	0.0217	20	1.3354	0.0224	20	1.3815	42	40
<i>Ixora schottiana</i> Müll.Arg.	0.0181	20	1.2450	0.0221	20	1.3733	43	41
<i>Eremanthus incanus</i> Less.	0.0135	20	1.1290	0.0128	20	1.1383	44	45
<i>Schefflera vinosa</i> (Cham. & Schltdl.) March.	0.0072	30	1.1170	0.0078	30	1.1576	45	44
<i>Ocotea percoriacea</i> Kosterm.	0.0062	30	1.0910	0.0054	20	0.9505	46	47
<i>Cryptocaria</i> sp.	0.0166	10	1.0631	0.0212	10	1.2036	47	43
<i>Maytenus gonoclada</i> Mart.	0.0040	30	1.0368	0.0112	50	1.5388	48	39
<i>Dalbergia villosa</i> Benth.	0.0085	20	1.0057	0.0062	10	0.8243	49	52

<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J. D.	0.0133	10	0.9814	0.0221	10	0.7117	50	61
<i>Myrcia venulosa</i> DC.	0.0120	10	0.9480	0.0140	10	1.0202	51	46
<i>Siphoneugena densiflora</i> Berg	0.0095	10	0.8865	-	-	5.9959	52	13
<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D.Legrand & Kausel	0.0036	20	0.8809	0.0019	10	0.7149	53	60
<i>Swartzia oblata</i> R.S. Cowan	0.0029	20	0.8644	0.0023	20	1.2256	54	42
<i>Cordia concolor</i> (Cham.) Kuntze	0.0028	20	0.8608	-	-	0.0000	55	67
<i>Micropholis gardneriana</i> Pierre	0.0022	20	0.8474	0.0011	10	0.6950	56	66
<i>Xylopia sericea</i> A. St.-Hil.	0.0057	10	0.7900	0.0079	10	0.8669	57	51
<i>Stryphnodendron polyphyllum</i> Mart.	0.0029	10	0.7199	0.0059	10	0.8731	58	50
<i>Ocotea bicolor</i> Vattimo-Gil	0.0024	10	0.7069	0.0044	10	0.7798	59	54
<i>Buchenavia pabstii</i> Marquete & C.Valente	0.0022	10	0.7033	0.0027	10	0.7370	60	56
<i>Vitex montevidensis</i> Cham.	0.0016	10	0.6877	0.0020	10	0.7040	61	63
<i>Morfoespécie 1</i>	0.0015	10	0.6842	0.0021	10	0.7209	62	58
<i>Myrcia obovata</i> Nied. in Engl. & Prantl	0.0013	10	0.6787	0.0037	10	0.7607	63	55
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	0.0013	10	0.6787	0.0035	20	0.9039	64	49
<i>Tovomita leucantha</i> (Schltdl.)	0.0012	10	0.6782	0.0017	10	0.7175	65	59

Planch. & Triana

<i>Myrsine</i> sp.	0.0011	10	0.6736	0.0012	10	0.6970	66	65
<i>Myrcia eriocalyx</i> DC.	0.0010	10	0.6713	0.0014	10	0.7040	67	62

Os resultados apresentados a seguir são referentes as catorze espécies que apresentaram mais de dez indivíduos na primeira amostragem realizada em 2010.

Quando considerada a amostra da população, oito famílias foram contempladas. A família de maior riqueza foi Myrtaceae com quatro espécies amostradas, seguida por Fabaceae, Myrsinaceae e Sapindaceae com duas espécies amostradas cada. Os generos de maior riqueza foram *Myrsine* e *Eugenia* com duas espécies amostradas cada um.

No primeiro levantamento, 502 indivíduos foram mensurados e no segundo 499 indivíduos. A espécie que obteve maior número de indivíduos amostrados foi *Pera glabrata* Poepp. ex Baill. com 127 indivíduos mensurados no primeiro levantamento e 120 no segundo. Em seguida estão *Myrcia amazonica* DC. e *Copaifera langsdorffii* Desf. com 104 e 78 indivíduos no primeiro levantamento e 107 e 78 no segundo levantamento respectivamente.

O número de mortos destas espécies no período avaliado foi de 47 indivíduos e os recrutas foram também 47 indivíduos. *Siphoneugena kiaerskoviana* (Burret) Kausel foi a espécie que obteve maior número de indivíduos mortos (12), enquanto *Myrcia amazonica* DC. foi a espécie que obteve maior contagem de recrutas (9).

A área basal das espécies selecionada para o estudo de comunidade sofreu considerável redução, passando de 2,78m² em 2010 para 2,56m² em 2015. Entretanto, esta redução de área basal não foi significativa pelo teste t (t=0,0763; p=0,47).

A espécie que sofreu maior redução de área basal foi *Machaerium brasiliense* Vog., que passou de 0,54 para 0,23m².ha⁻¹. Por outro lado, *Copaifera langsdorffii* Desf. foi a espécie que apresentou maior crescimento em área basal entre as espécies amostradas, passando de 0,97 para 1,04m².ha⁻¹.

Ao analisarmos o número de indivíduos amostrados por parcela, (Tabela 14), percebemos que em 3 parcelas houve um aumento do número de indivíduos, nas demais parcelas, a medição efetuada em 2010 obteve número de indivíduos maior em relação a amostragem de 2015.

O comportamento observado para a área basal das parcelas amostrais (Tabela 14), foi crescente em 8 das dez parcelas amostradas em 2015, diferente do observado na amostragem realizada em 2010.

Quando realizamos o estudo da comunidade estratificada por classe de diâmetro, a mesma mostra um decréscimo contínuo do número de indivíduos conforme aumentam as classes de diâmetro.

Já a área basal analisada nas respectivas classes de diâmetro, se mostrou maior nas classe de diâmetro centrais, tendo sido crescente em 3 das cinco classes de diâmetro entre as duas medições (Tabela 14).

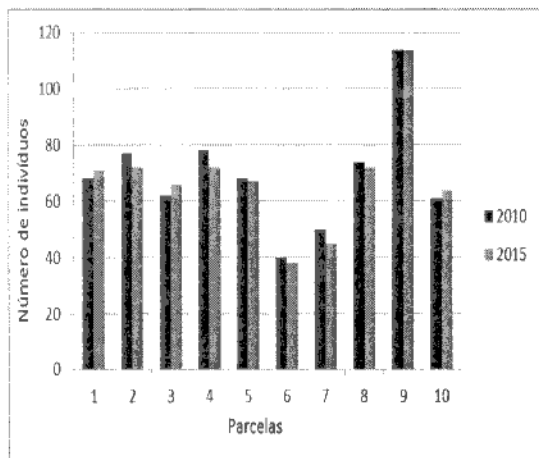
Outro aspecto interessante diz respeito ao número de indivíduos que entra em relação ao número de indivíduos que sai da população. Esta medida, chamada de Turnover do número de espécies, nos dá a real medida de ganho ou de perda do número de indivíduos de cada espécie analisada (Tabela 15).

Tabela 15. Parâmetros avaliados na dinâmica das populações. *N1-Número de árvores em 2010, N2-Número de árvores em 2015, m-número de indivíduos mortos, r- Número de indivíduos recrutados, z- Contagem de Poisson, p- Sinificancia, AB1- Área basal em 2010, AB2- Área basal em 2015, AB+- Número de indivíduos que apresentaram aumento de área basal, AB- - Número de indivíduos que apresentaram redução de área basal, X² e p- Valor do teste Qui-Quadrado.

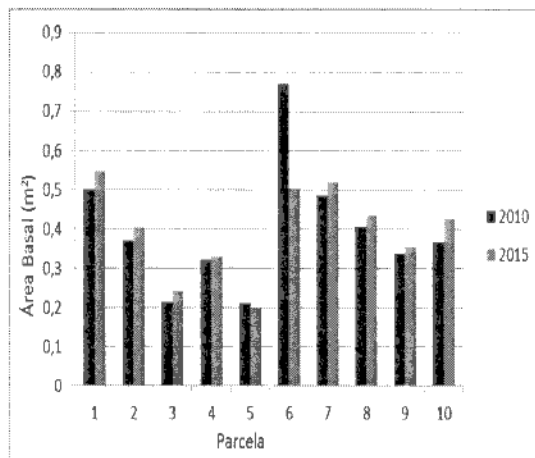
Espécie	Família	Número de Arvores				Poisson		Área Basal				Qui-Quadrado	
		N1	N2	m	r	Z	p	AB1	AB2	AB+	AB-	X2	p
<i>Pera glabrata</i> Poepp. ex Baill.	Peraceae	127	120	12	5	1,696	0,04	0.34	0.36	5	1	0,015	0,90
<i>Myrcia amazonica</i> DC.	Myrtaceae	104	107	6	9	-0,759	0,22	0.34	0.38	6	2	0,074	0,78
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Fabaceae	78	78	5	5	0,000	0,50	0.97	1.04	9	1	0,349	0,55
<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	Rubiaceae	40	42	2	4	-0,778	0,21	0.11	0.13	9	1	0,349	0,55
<i>Eugenia sonderiana</i> Berg	Myrtaceae	24	27	2	5	-1,099	0,13	0.06	0.07	4	2	0,302	0,58
<i>Guatteria villosissima</i> A.St.-Hil.	Annonaceae	21	18	1	2	-0,521	0,30	0.04	0.05	6	1	0,064	0,79
<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	16	14	6	4	0,612	0,27	0.03	0.02	5	2	0,163	0,68
<i>Cupania emarginata</i> Cambess.	Sapindaceae	15	16	1	2	-0,521	0,30	0.16	0.20	5	0	1,071	0,30

<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Myrsinaceae	15	13	4	0	2,092	0,01	0.04	0.03	3	2	0,511	0,47
<i>Machaerium brasiliense</i> Vog.	Fabaceae	14	14	2	2	0	0,5	0.54	0.23	5	1	0,016	0,90
<i>Myrsine lancifolia</i> Mart.	Myrsinaceae	13	14	0	3	-1,732	0,04	0.03	0.04	4	0	0,857	0,35
<i>Matayba marginata</i> Radlk.	Sapindaceae	12	15	0	3	-1,732	0,04	0.05	0.06	6	0	1,286	0,25
<i>Eugenia cerasiflora</i> Kurz	Myrtaceae	12	8	5	1	1,620	0,05	0.05	0.03	2	5	3,829	0,05
<i>Siphoneugena kiaerskoviana</i> (Burret) Kausel	Myrtaceae	11	13	1	2	-0,521	0,30	0.03	0.04	6	0	1,286	0,25

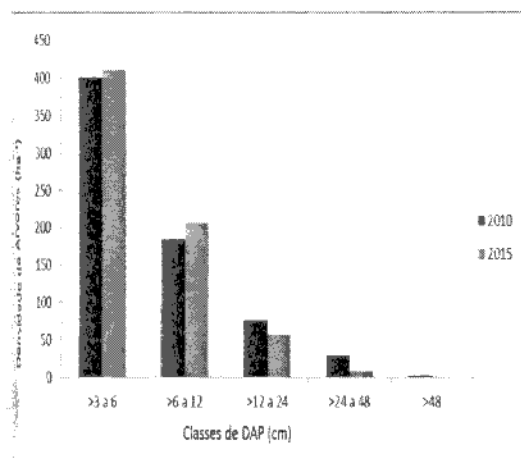
A- Número de indivíduos por parcela



B- Área basal por parcela.



C- Densidade de árvores por classes de diâmetro.



D- Área basal por classe de diâmetro.

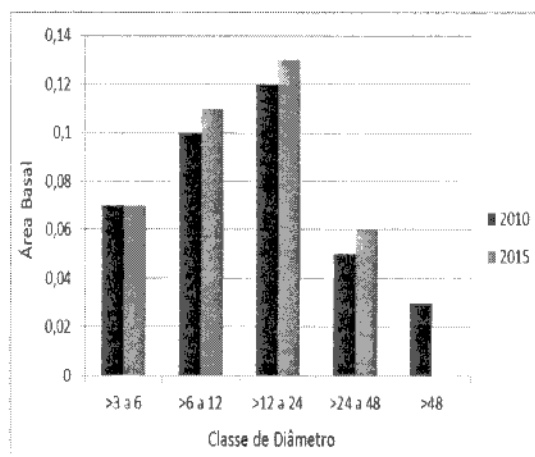


Figura 21: A- Gráfico do número de indivíduos por parcela; B- Área basal por parcela; C- Densidade de árvores por classes de diâmetro; D- Área basal por classe de diâmetro.

O Turnover da área basal de cada espécie também é muito importante, pois demonstra o ganho ou a perda em área basal da espécie analisada. Esta medida é complementar ao Turnover do número de espécies, uma vez que a mesma espécie pode apresentar aumento em número de indivíduos, ou seja, de densidade populacional e ainda assim apresentar redução de área basal e conseqüentemente de sua dominância na população.

A 16 apresenta as taxas líquidas de mudanças do número de indivíduos e as taxas líquidas de mudança das áreas basais das espécies, estas medidas são expressas em porcentagem e quando negativas indicam diminuição do número de indivíduos ou de sua área basal no período avaliado.

Tabela 16. *Turnover* do número de indivíduos (TN), *turnover* da área basal (TAB), taxa de mudança líquida do número de indivíduos (ChN) e taxa de mudança líquida da área basal (ChAB).

Espécie	Família	TN	TAB	ChN	ChAB
<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	Rubiaceae	1,50	3,33	0,98	3,76
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Fabaceae	1,32	1,15	0,00	1,47
<i>Cupania emarginata</i> Cambess.	Sapindaceae	2,00	2,72	1,30	4,37
<i>Eugenia cerasiflora</i> Kurz	Myrtaceae	6,43	3,77	-7,79	-12,11
<i>Eugenia sonderiana</i> Berg	Myrtaceae	2,87	3,11	2,38	3,04
<i>Guatteria villosissima</i> A.St.-Hil.	Annonaceae	1,36	3,98	-0,89	3,49
<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	7,74	5,61	-2,64	-2,87
<i>Machaerium brasiliense</i> Vog.	Fabaceae	3,04	0,67	0,00	-15,22
<i>Matayba marginata</i> Radlk.	Sapindaceae	2,18	3,31	4,56	4,26

<i>Myrcia amazonica</i> DC.	Myrtaceae	1,46	1,90	0,57	1,99
<i>Myrsine lancifolia</i> Mart.	Myrsinaceae	0,74	3,56	1,49	6,29
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Myrsinaceae	4,65	3,91	2,82	-1,72
<i>Pera glabrata</i> Poepp. ex Baill.	Peraceae	1,41	1,27	1,13	1,00
<i>Siphoneugena kiaerskoviana</i> (Burret)	Myrtaceae	1,64	3,40	3,40	4,50

TN- Turnover do número de indivíduos, TAB- Turnover da área basal, ChN- Taxa de mudança líquida do número de indivíduos, ChAB- Taxa de mudança líquida da área basal.

A espécie que apresentou maior Turnover do número de indivíduos no período avaliado foi *Lacistema pubescens* Mart. (7,74), seguida por *Eugenia cerasiflora* Kurz (6,43) e *Myrsine umbellata* Mart. (4,65). Por outro lado, as espécies mais estáveis em relação a rotatividade do número de indivíduos foram: *Myrsine lancifolia* Mart. (0,74); *Copaifera langsdorffii* Desf. (1,32) e *Gutteria villosissima* A.St.-Hil. (1,36) (Tabela 16).

Com relação ao Turnover da área basal, as espécies que apresentaram as maiores variações foram: *Lacistema pubescens* Mart. (5,61); *Gutteria villosissima* A.St.-Hil. e *Myrsine umbellata* Mart. (3,91). Já as espécies *Machaerium brasiliense* Vog. (0,67); *Copaifera langsdorffii* Desf. (1,15) e *Pera glabrata* Poepp. ex Bail. Exibiram as menores variações (Tabela 16).

As espécies que apresentaram maior ganho líquido em seu número de indivíduos foram: *Matayba marginata* Radlk.; (4,56); *Siphoneugena kiaerskoviana* (Burret) Kausel (3,40) e *Eugenia sonderiana* Berg (2,38) respectivamente. Enquanto *Eugenia cerasiflora* Kurz (-7,79), *Myrsine umbellata* Mart. (-2,82) e *Lacistema pubescens* Mart. (-2,64) foram as espécies que obtiveram as menores taxas líquidas do número de indivíduos no período avaliado (Tabela 16).

Com relação a mudança líquida de área basal, *Myrsine lancifolia* Mart. (6,29); *Siphoneugena kiaerskoviana* (Burret) Kausel (3,50) e *Cupania emarginata* Cambess

foram as espécies que apresentaram as maiores variações positivas. De modo inverso, *Machaerium brasiliense* Vog (-15,22), *Eugenia cerasiflora* Kurz (-12,11) e *Lacistema pubescens* Mart. (-2,87) apresentaram as maiores taxas líquidas negativas e sua área basal no período avaliado (Tabela 16).

A figura 21 exhibe a relação existente entre a rotatividade da área basal das espécies e a rotatividade do número de indivíduos de cada espécie (a), e a relação entre as taxas líquidas de mudança do número de indivíduos e da taxa líquida de mudança da área basal de cada espécie. Nesta, observa-se que *Lacistema pubescens* Mart apresenta alta rotatividade tanto em sua área basal quanto em seu número de indivíduos. *Machaerium brasiliense* Vog, por outro lado, demonstra grande variação na rotatividade de número de indivíduos e se mantém quase estável em relação a sua rotatividade de área basal.

Por outro lado, nota-se grande taxa de mudança líquida em *Matayba marginata* Radlk., tanto para o número de indivíduos quanto para sua área basal. Já *Eugenia cerasiflora* Kurz. apresentou taxas líquidas negativas, tanto para o seu número de indivíduos mensurados quanto para sua área basal, no período avaliado.

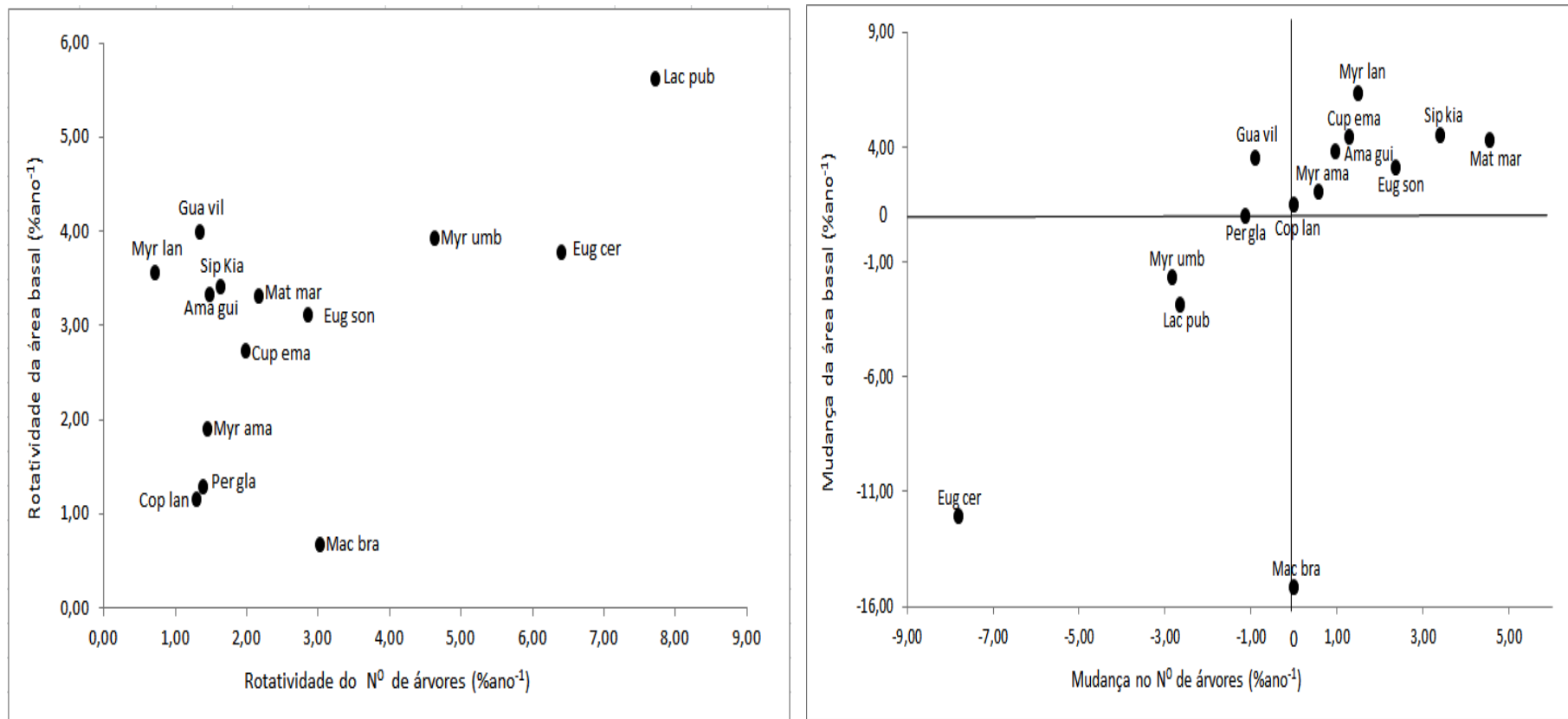


Figura 22. Representação gráfica da rotatividade da área basal em relação a rotatividade do número de indivíduos e a relação entre mudança líquida de área basal e a mudança líquida do número de indivíduos (códigos das espécies ver tabela 6).

DISCUSSÃO

As ilhas Florestais associados aos campos rupestres são pouco estudados e ainda não dispomos de trabalhos publicados, que busquem compreender a dinâmica destas comunidades.

A dinâmica temporal destas comunidades ainda não é conhecida e seu entendimento é crucial para a avaliação das mudanças que ocorrem nos parâmetros fitossociológicos das espécies que compõe estas comunidades ao longo do tempo, fornecendo informações importantes para subsidiar programas de conservação, manejo e restauração destes ambientes, bem como, gerar parâmetros que subsidiem trabalhos de avaliação de estágios sucessionais nestas fitofisionomias.

No presente trabalho, vinte espécies apresentaram entre um e dois indivíduos amostrados, o que representa 29,85% dos indivíduos amostrados. Paula et al. (2004), encontraram 40% de espécies raras em seu levantamento realizado em Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG. O valor encontrado para as espécies consideradas raras neste trabalho também está próximo ao relatado por Swaine et al. (1987), que diz ser esperado valores entre 25 e 33% de espécies raras para as comunidades de florestas tropicais.

A queda da diversidade durante a segunda campanha de amostragem está possivelmente ligada ao desaparecimento de duas espécies *Cordia concolor* (Cham.) Kuntze (Rubiaceae) e *Siphoneugena densiflora* Berg (Myrtaceae). Ainda assim os esses valores sugerem pequena estabilidade com relação a diversidade de espécies ao longo do período avaliado.

Swaine et al. (1987), Felfifli (1995) e Santos et al. (1998), consideraram que o padrão de dinâmica de longo prazo esperado para ambientes de florestas tropicais maduras e que não passaram por eventos de distúrbio recentes é de estabilidade, obtida através do equilíbrio entre as taxas de mortalidade e recrutamento e das taxas de perda e ganho de biomassa. Os dados observados no presente trabalho não corroboram o exposto pelos autores,

visto que a taxa mortalidade é superior a taxa de recrutamento, indicando que as ilhas florestais possivelmente possuem dinâmicas ecológicas distintas.

Desta forma, estes dados sugerem que a comunidade em estudo passou por redução em seus principais parâmetros relativos ao número de indivíduos presentes em seu interior e, portanto não se encontra em condição de estabilidade no período considerado. Porém, a taxa de mortalidade observada esta bem próxima dos limites esperados para estas formações (SWAINE et al.1987).

A taxa de recrutamento também não diferiu significativamente das citadas para estas formações, Oliveira Filho et al. (2007), observaram taxa de recrutamento de $1,8\%.\text{ano}^{-1}$ em formações de floresta estacional semidecidual no mesmo intervalo de tempo considerado para este estudo.

Assim como obtido por Oliveira Filho (2007), os dados do presente trabalho, mais uma vez, refutam a hipótese de estabilidade da comunidade de acordo com o preconizado por Swaine et al.1987, Felfili (1995) e Santos et al. (1998).

A área basal da comunidade também sofreu redução ao longo do período avaliado. De forma semelhante, a taxa de ganho de área basal foi significativamente maior que a taxa de perda, resultado que corrobora com a hipótese de instabilidade na dinâmica da comunidade.

Quando a comunidade foi estratificada em classes de diâmetro, os valores de frequência observados em cada classe diferiram significativamente dos valores de frequência esperados para cada classe de diâmetro. Novamente o fato endossa a hipótese de instabilidade da comunidade, onde se observa redução nas frequências observadas nas maiores classes de diâmetro e aumento nas frequências observadas nas classes de diâmetro menores. De acordo com Silva e Araújo (2009), a morte de arvores, a quebra de galhos e a consequente formação de clareiras abrem espaço para novos recrutas, resultando em maior número de indivíduos em classes de diâmetro menores.

As duas espécies que possuem maior destaque na dinâmica populacional desta comunidade são: *Pera glabrata* Poepp. ex Baill. *Myrcia amazonica* DC.. Estas duas populações apresentaram comportamento mais dinâmico entre as espécies analisadas. *Pera glabrata* Poepp. ex Baill apresentou maior número de indivíduos mortos entre as populações estudadas, já *Myrcia amazonica* DC. foi a espécie cuja população apresentou maior número de indivíduos recrutados no período considerado.

O grande número de indivíduos mortos de *Pera glabrata* Poepp. ex Baill se explica devido a sua grande densidade absoluta, esta espécie apresentou a maior densidade absoluta entre as espécies amostradas. Devido a maior mortalidade ter sido observada nas maiores classes de diâmetro, este processo de origem natural conhecido como auto desbaste possibilita maior entrada de luz nos extratos inferiores da floresta, possibilitando o rápido recrutamento de indivíduos integrantes do sub-bosque da floresta, mas que não apresentavam diâmetro para ingressar na amostragem realizada. Através da maior disponibilidade luminosa, os indivíduos de *Pera glabrata* Poepp. ex Baill, espécie muito abundante nas menores classes de diâmetro, encontraram condições adequadas ao crescimento, possibilitando o ingresso de muitos recrutas desta espécie na comunidade estudada.

A espécie *Myrcia amazonica* DC., apresenta densidade absoluta também elevada, perdendo apenas para *Pera glabrata* Poepp. ex Baill, porém de maneira inversa, *Myrcia amazonica* DC. apresenta crescimento extremamente lento. Desta maneira, a população de *Myrcia amazonica* DC. apresentou um grande número de indivíduos mortos em suas maiores classes de diâmetro mas não apresentou crescimento que possibilitasse o ingresso de indivíduos jovens na população, como resultado observamos diminuição diminuição em sua densidade absoluta de uma amostragem para outra.

Por outro lado, a população de *Lacistema pubescens* Mart foi a que apresentou maior rotatividade em seu número de indivíduos e em sua área basal, sendo portando uma das populações mais dinâmicas da comunidade. O dinamismo

desta população se deve em princípio a sua estratégia de vida que se traduz em ocupar o sub-bosque das florestas com alta densidade de indivíduos e com rápido crescimento. Estas características permitem a esta população exibir grande número de indivíduos mortos e grande número de indivíduos recrutados, isto se reflete em um alto ganho de área basal e também em uma redução grande de sua área basal, fruto do alto número de indivíduos mortos em sua população.

Quando analisamos as mudanças líquidas no número de indivíduos e na área basal das populações, notamos que *Matayba marginata* Radlk., *Siphoneugena kiaerskoviana* (Burret) Kausel e *Myrsine lancifolia* Mart. foram as populações que apresentaram as maiores mudanças líquidas positivas em sua dinâmica, enquanto *Machaerium brasiliense* Vog e *Eugenia cerasiflora* Kurz foram as populações com maior variação negativa em sua taxas de mudanças líquidas, tanto em termos de número de indivíduos quanto em termos de área basal.

Matayba marginata Radlk é uma espécie pioneira, de crescimento rápido e ciclo de vida médio, características que explicam sua dinâmica populacional acelerada. *Myrsine lancifolia* Mart. é uma espécie intermediário, de ciclo médio e crescimento lento, seu ganho em área basal foi surpreendente, não sendo esperada uma dinâmica populacional tão acelerada para esta espécie. *Machaerium brasiliense* Vog por sua vez, foi uma das populações de maior densidade nas maiores classes de diâmetro da comunidade, como a mesma passa por intenso processo de auto desbaste, sua redução expressiva em área basal se explica pela elevada mortalidade de seus indivíduos de maior porte.

Por fim concluímos que a comunidade em estudo apresentou comportamento bastante dinâmico ao longo do período avaliado, apresentando declínio populacional em suas maiores classes de diâmetro. As principais populações amostradas também passaram por intensos processos de dinâmica populacional, com fortes reduções em suas taxas líquidas de mudança, tanto de área basal quanto de número de indivíduos.

A taxa mortalidade observada se mostrou maior que as taxas de recrutamento, especialmente nas classes de maior diâmetro, fato este inesperado para populações tropicais maduras e estáveis e que não sofreram distúrbio recente. Este fato nos leva a concluir que a comunidade em estudo passa por um intenso processo de auto desbaste, exibindo expressiva redução no número de indivíduos presentes nas maiores classes de diâmetro.

Este processo pode ainda ser de origem antrópica, através do corte seletivo de indivíduos de interesse, porém não foram observadas em campo evidências de corte seletivo recente, o que nos leva a concluir que se trata de um processo silvigenético natural, comumente associado as fases intermediárias e tardias de construção do ciclo silvigenético, ou as fases avançadas de regeneração pós distúrbio (Oliveira Filho et al. 1997, Werneck & Franceschinelli 2004).

CONCLUSÕES

- 1- A comunidade estudada não se mostrou estável ao longo do período avaliado.
- 2- A comunidade passa por um intenso processo de auto desbaste, exibindo expressiva redução no número de indivíduos presentes nas maiores classes de diâmetro.
- 3- A comunidade não se encontra em seu clímax, mas sua dinâmica sugere que a mesma está em fase avançada ou tardia de construção de seu ciclo de desenvolvimento.

BIBLIOGRAFIA

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

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

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

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

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

DALANESI, P. E.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L.. *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*, 2004. 18: 737-757.

DOS SANTOS, L. M.. Restauração de campos ferruginosos mediante resgate de flora e uso de topsoil no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Tese de doutorado (Doutorado em botânica - ICB) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. 182p.

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

DUTRA, V.F., GARCIA, F.C.P., LIMA, H.C. & QUEIROZ, L.P. Diversidade florística de Leguminosae Adans. em áreas de campos rupestres. Megadiversidade 4 (12): 117-125. 2008.

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

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

FERRARI L. T.. Geoambientes na RPPN Capivari II e Monitoramento Térmico e Hídrico em Solos de Canga Ferrífera e Quartzito, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Dissertação de Mestrado. UFV, 2013. 88p.

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. Influence of soils and topographic gradients on tree species distribution in a Brazilian Atlantic Tropical Semideciduous Forest. *Edinburgh Journal of Botany*, 2007. 64: 137-157.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Mapa de Biomas do Brasil: Primeira aproximação. Rio de Janeiro. IBGE, 2004.

JACCARD, PAUL. Étude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et des Jura, *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles*, 1901. 37: 547–579.

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.. Physiological Plant ecology. Berlin, Spring, Verlag, 1995. 506 p.

MANTOVANI, W.. Análise Florística e Fitossociológica do Estrato Herbáceo-Subarbustivo do Cerrado na Reserva Biológica de Moji Guaçu e em Itarapina, SP. Unicamp, Campinas, 1987.

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

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

MESSIAS M. T. B. Fatores ambientais condicionantes da diversidade florística em campo rupestre quartzíticos e ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Tese de doutorado. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011. 139p.

MOURÃO, M.A.A. Caracterização hidrogeológica do aquífero cauê, Quadrilátero Ferrífero, MG. 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.. Aims and methods of vegetation ecology. New York, John Wiley & Sons, 1974. 820p.

OLIVEIRA FILHO A. T., CARVALHO W. A.C., MACHADO E. L.M., HIGUCHI P., APPOLINÁRIO V., CASTRO G. C., SILVA A. C., SANTOS R. M, BORGES L. F., CORRÊA B. S.e ALVES J. M. Dinâmica da comunidade e populações arbóreas da borda e interior de um remanescente florestal na Serra da Mantiqueira, Minas Gerais, em um intervalo de cinco anos (1999-2004), Revista Brasil. Bot.,2004. V.30, n.1, p.149-161

PEREIRA, A. F. S.. Florística, Fitossociologia e Relação Solo Vegetação em Campo Rupestre Ferruginoso do Quadrilátero Ferrífero, MG. UFV, 2010. 107p.

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

REBELLATO, L. & NUNES DA CUNHA, C. Efeito do “Fluxo Sazonal Mínimo da Inundação” Sobre a Composição e Estrutura de um Campo Inundável no Pantanal de Poconé, MT, Brasil. Acta Bot. Bras., 2005. V.19. N.4. Pp. 789-799.

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

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

SHEIL, D., BURSLEM, D.F.R.P. & ALDER, D. The interpretation and misinterpretation of mortality rate measures. Journal of Ecology 83: 331-333. 1995.

SHEIL, D.; JENNINGS, S.; SAVILL, P. Long-term permanent plot observations of vegetation dynamics in Bundongo, a Ugandan rain forest. *Journal of Tropical Ecology* , v.16, n.6, p.675-800, 2000.

SILVA, M., R., & ARAÚJO, G., M., Dinâmica da comunidade arbórea de uma floresta semidecidual em Uberlândia, MG, Brasil. *Acta bot. bras.*, 2009. 23(1): 49-56.

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

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

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

SORENSEN, T. "A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species and its application to analyses of the vegetation on Danish commons". *Kongelige Danske Videnskabernes Selskab*, 1948. V.5(4): 1–34.

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

VALENTE, E. L. et al. Relações Solo-Vegetação no Parque Nacional da Serra do Cipó, Espinhaço Meridional, Minas Gerais. 2009.

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

VINCENT, R.C.. 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, 2004. 145p.

VINCENT, R.C. & Meguro, M.. Influence of soil properties on the abundance of plant species in ferruginous rocky soils vegetation, southeastern Brazil *Revista Brasil. Bot.*, 2008. V.31, n.3, p.377-388.

DE SOUZA WERNECK, Márcio; FRANCESCHINELLI, Edivani Villaron. Dynamics of a dry forest fragment after the exclusion of human disturbance in southeastern Brazil. *Plant Ecology*, v. 174, n. 2, p. 339-348, 2004.

ANEXOS

1- Lista florística do capítulo 3.

	2010			2015			2010	2015
	AB	DA	IVI	AB	DA	IVI	posição	
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	0.9671	780	40.5586	1.0404	780	42.9462	1	1
<i>Pera glabrata</i> Poepp. ex Baill.	0.3413	1270	29.9304	0.3587	1200	29.8079	2	2
<i>Myrcia amazonica</i> DC.	0.3411	1040	27.6075	0.3765	1070	29.3901	3	3
<i>Machaerium brasiliense</i> Vog.	0.5356	140	17.9727	0.2346	140	11.1065	4	5
<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	0.1056	400	13.4557	0.1270	420	14.5848	5	4
<i>Cupania emarginata</i> Cambess.	0.1613	150	8.7271	0.1998	160	10.0015	6	6
<i>Eugenia sonderiana</i> Berg	0.0630	240	8.0646	0.0732	270	9.4600	7	7
<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	0.2102	60	7.6488	0.2527	80	8.9385	8	8
<i>Guatteria villosissima</i> A.St.-Hil.	0.0424	210	7.6151	0.0503	220	8.1470	9	10
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spr.) Muell. Arg.	0.2041	60	7.4937	0.2344	60	8.8865	10	9
<i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.) N.F.F.MacLeish	0.1597	50	6.7384	0.1148	40	5.0499	11	17
<i>Eugenia cerasiflora</i> Kurz	0.0494	120	6.4917	0.0259	80	4.4339	12	19
<i>Eugenia</i> sp. 1	0.0209	150	6.2099	0.0266	170	7.3348	13	11
<i>Matayba marginata</i> Radlk.	0.0487	120	5.9714	0.0600	150	6.8440	14	12
<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	0.0252	160	5.9601	0.0218	140	5.7318	15	14
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	0.0356	150	5.5740	0.0327	130	5.3386	16	15

<i>Siphoneugena kiaerskoviana</i> (Burret) Kausel	0.0318	110	4.9008	0.0397	130	2.9761	17	25
<i>Calythranthes pulchella</i> DC.	0.0246	80	4.7894	0.0201	70	3.0984	18	24
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	0.0243	80	4.7817	0.0127	70	3.9534	19	21
<i>Guatteria sellowiana</i> Schtdl.	0.0384	80	4.6324	0.0467	80	4.9585	20	18
<i>Myrsine lancifolia</i> Mart.	0.0294	130	4.6270	0.0399	140	5.1476	21	16
<i>Ocotea tristis</i> (Nees) Mez	0.0199	80	3.6647	0.0262	90	4.0679	22	20
<i>Myrcia pulchra</i> Kiaersk.	0.0146	80	3.5315	0.0170	70	3.5408	23	22
<i>Macropeplus ligustrinus</i> Perkins	0.0229	60	3.4510	0.0196	50	2.7909	24	26
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin	0.0101	80	3.4183	0.0108	80	3.5313	25	23
<i>Sloanea monosperma</i> Vell.	0.0477	40	2.7799	0.0533	40	0.8173	26	53
<i>Miconia chartacea</i> Triana	0.0188	50	2.7029	0.0026	10	0.7332	27	57
<i>Eugenia</i> sp. 2	0.0126	90	2.6222	0.0138	90	2.7127	28	27
<i>Miconia trianaei</i> Cogn. in Mart.	0.0134	50	2.5664	0.0064	30	2.1643	29	33
<i>Psidium robustum</i> Berg	0.0198	60	2.3680	0.0239	70	2.6730	30	28
<i>Abarema brachystachya</i> (DC.) Barneby & J.W.Grimes	0.0134	30	2.2764	0.0147	30	2.3737	31	30
<i>Miconia sellowiana</i> Naud.	0.0097	30	2.1845	0.0121	40	2.4551	32	29
<i>Myrcia splendens</i> DC.	0.0078	30	2.1367	0.0088	40	2.3713	33	31
<i>Ocotea</i> sp. 1	0.0530	20	2.1201	0.0563	20	2.2362	34	32
<i>Ouratea semiserrata</i> Engl.	0.0178	70	1.9607	0.0186	60	1.8727	35	36
<i>Protium brasiliense</i> Engl.	0.0125	40	1.8971	0.0131	40	1.9591	36	35

<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	0.0182	20	1.7517	0.0303	20	2.1015	37	34
<i>Clusia arrudea</i> Planch. & Triana	0.0073	30	1.6205	0.0110	30	1.7597	38	37
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	0.0321	10	1.4518	0.0398	10	1.6735	39	38
<i>Simaba glabra</i> Engl. in Mart.	0.0081	50	1.4276	0.0046	20	0.9305	40	48
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	0.0023	20	1.3521	0.0014	10	0.7034	41	64
<i>Protium heptaphyllum</i> March.	0.0217	20	1.3354	0.0224	20	1.3815	42	40
<i>Ixora schottiana</i> Müll.Arg.	0.0181	20	1.2450	0.0221	20	1.3733	43	41
<i>Eremanthus incanus</i> Less.	0.0135	20	1.1290	0.0128	20	1.1383	44	45
<i>Schefflera vinosa</i> (Cham. & Schtdl.) March.	0.0072	30	1.1170	0.0078	30	1.1576	45	44
<i>Ocotea percoriacea</i> Kosterm.	0.0062	30	1.0910	0.0054	20	0.9505	46	47
<i>Cryptocaria</i> sp.	0.0166	10	1.0631	0.0212	10	1.2036	47	43
<i>Maytenus gonoclada</i> Mart.	0.0040	30	1.0368	0.0112	50	1.5388	48	39
<i>Dalbergia villosa</i> Benth.	0.0085	20	1.0057	0.0062	10	0.8243	49	52
<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J. D. Mitch	0.0133	10	0.9814	0.0221	10	0.7117	50	61
<i>Myrcia venulosa</i> DC.	0.0120	10	0.9480	0.0140	10	1.0202	51	46
<i>Siphoneugena densiflora</i> Berg	0.0095	10	0.8865	-	-	5.9959	52	13
<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D.Legrand & Kausel	0.0036	20	0.8809	0.0019	10	0.7149	53	60
<i>Swartzia oblata</i> R.S. Cowan	0.0029	20	0.8644	0.0023	20	1.2256	54	42
<i>Cordia concolor</i> (Cham.) Kuntze	0.0028	20	0.8608	-	-	0.0000	55	67
<i>Micropholis gardneriana</i> Pierre	0.0022	20	0.8474	0.0011	10	0.6950	56	66

<i>Xylopia sericea</i> A. St.-Hil.	0.0057	10	0.7900	0.0079	10	0.8669	57	51
<i>Stryphnodendron polyphyllum</i> Mart.	0.0029	10	0.7199	0.0059	10	0.8731	58	50
<i>Ocotea bicolor</i> Vattimo-Gil	0.0024	10	0.7069	0.0044	10	0.7798	59	54
<i>Buchenavia pabstii</i> Marquete & C.Valente	0.0022	10	0.7033	0.0027	10	0.7370	60	56
<i>Vitex montevidensis</i> Cham.	0.0016	10	0.6877	0.0020	10	0.7040	61	63
Morfoespécie 1	0.0015	10	0.6842	0.0021	10	0.7209	62	58
<i>Myrcia obovata</i> Nied. in Engl. & Prantl	0.0013	10	0.6787	0.0037	10	0.7607	63	55
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	0.0013	10	0.6787	0.0035	20	0.9039	64	49
<i>Tovomita leucantha</i> (Schltdl.) Planch. & Triana	0.0012	10	0.6782	0.0017	10	0.7175	65	59
<i>Myrsine</i> sp.	0.0011	10	0.6736	0.0012	10	0.6970	66	65
<i>Myrcia ericalyx</i> DC.	0.0010	10	0.6713	0.0014	10	0.7040	67	62
