

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

André Rodrigues da Cunha Gianotti

CARACTERIZAÇÃO FITOCLIMÁTICA EM DUAS FORMAÇÕES RUPESTRES DO
BIOMA CERRADO

Diamantina
2012

André Rodrigues da Cunha Gianotti

**CARACTERIZAÇÃO FITOCLIMÁTICA EM DUAS FORMAÇÕES
RUPESTRES DO BIOMA CERRADO**

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

Área de Concentração: Conservação e Restauração de Ecossistemas Florestais

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria José Hatem de Souza - UFVJM

Diamantina
2012

Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecária Viviane Pedrosa
CRB6-2641

G433c 2012 Gianotti, André Rodrigues da Cunha
Caracterização fitoclimática em duas formações rupestres do bioma cerrado –
MG. – Diamantina: UFVJM, 2012.
61p.

Orientadora: Maria José Hatem de Souza

Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Faculdade de Ciências
Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

1. Formações savânicas 2. Análise multivariada 3. Variáveis ambientais I.
Título.

CDD 577.48

CARACTERIZAÇÃO FITOCLIMÁTICA EM DUAS FORMAÇÕES RUPESTRES DO BIOMA CERRADO

André Rodrigues da Cunha Gianotti

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, nível de Mestrado, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre.

APROVADA EM 29 / 02 / 2012



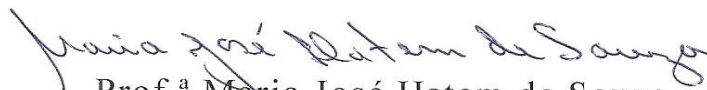
Prof. Fulvio Cupolillo – IFMG



Prof. Evandro Luiz Mendonça Machado – UFVJM



Prof. Marcio Leles Romarco de Oliveira – UFVJM



Prof.^a Maria José Hatem de Souza – UFVJM

Presidente

DIAMANTINA

2012

Aos meus pais, Anete e Nilson, aos meus irmãos Marcello e Eduardo, e a Maria José, pela oportunidade e pelo apoio crucial para o desenvolvimento deste trabalho, e a todos os familiares e amigos que sempre me apoiaram.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, todas as coisas boas existentes nos seres da terra, como a serenidade, a veracidade, o amor, a perseverança e a gratidão, isso tudo, conduzido pela energia positiva de Deus;

Em segundo, à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), pela oportunidade de realização do curso e pela contribuição à minha formação acadêmica;

Em especial, à professora Dr.^a Maria José Hatem de Souza, que me abriu as portas e me acolheu, em todas as horas. Também pela inestimável amizade, orientação e confiança, e pelos valiosos ensinamentos profissionais e pessoais;

Agradeço a todo o Departamento de Ciência Florestal, por tudo o que me permitiu viver durante este caminho, uma equipe com muita determinação, profissionalismo e que deixará saudades, principalmente pela orientação em conjunto, a qual me permitiu aprender muito a respeito da nossa relevante mãe natureza;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) pela concessão de bolsa de estudo e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pelo apoio financeiro na execução desta pesquisa;

Ao professor Dr. Israel Marinho Pereira, pela direção, confiança e apoio durante toda a dissertação e o desempenho de toda a turma da disciplina Ecologia Florestal motivada por ele; Ao professor Dr. Evandro Luiz Mendonça Machado, companheiro que contribuiu muito para os cálculos estatísticos e para a identificação de plantas, incorporando toda sua eficiência em nossas pesquisas;

Aos pós-graduandos em Ciência Florestal e amigos (as), pela veracidade e afeição demonstradas ao longo dos dois anos, em especial a Mariana, Ana, Josi, Thiago, Márcio, e Jadir. E aos companheiros da República Bicho Preguiça e amigos de coração, Vinicius Valadares, João Pedro, Eduardo Coelho, Juneval, Adão Cesar, Victor Generoso, Mário, Felipe, Henrique, Lucas, Vitor, César, Matheus e Júlio que estão ou estiveram presentes durante a minha caminhada;

Aos acadêmicos: Artur Duarte, Gustavo Martins, Vinicião, Ralff, pelo auxílio na amostragem da vegetação e toda a condução do trabalho de campo;

Às secretárias da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, pela ajuda nos momentos de dúvida;

Aos colegas do curso, pelo constante apoio e consideração;

Ao engenheiro florestal Marcelo Araújo, proprietário do Sítio Santa Helena, e também ao Prof. Dr. Cláudio Márcio Pereira de Souza, que contribuíram disponibilizando a área para pesquisa no ambiente de Cerrado Rupestre. E também ao seu João, funcionário do sítio que nos atendeu de forma muito respeitosa em todos os momentos necessários do trabalho;

À minha família, que teve grande participação no encorajamento de meus planos, gesto ao qual serei eternamente grato!

RESUMO

GIANOTTI, André Rodrigues da Cunha. Caracterização fitoclimática em duas formações rupestres do bioma cerrado. 2012. 61 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012.

O clima e o solo tem uma estreita relação com a vegetação de uma determinada localidade. Visando entender melhor essa dinâmica na ambiente do cerrado, este estudo teve como objetivo estudar na região de Diamantina a interação dos elementos climáticos entre fitofisionomias de Campo Rupestre e Cerrado Rupestre e também relacionar as características edáficas e florísticas com o clima. Para análise florística foram alocadas, nos dois ambientes de estudo, 10 parcelas contíguas de 20x50m, totalizando uma amostragem de 10.000 m². Para os elementos climáticos foram utilizados, para caracterizar os ambientes de cerrado, a temperatura, a umidade relativa do ar, a pressão real e de saturação do vapor de água, o déficit de pressão do vapor do ar, a velocidade do vento, a precipitação, a irradiância solar global, e a amplitude térmica. Utilizaram-se para tal os dados obtidos em duas estações meteorológicas automáticas localizadas próximo aos dois ambientes. Empregou-se o Teste-T para analisar a possibilidade de diferença entre médias das variáveis climáticas nos dois ambientes, que atribuirão distribuição normal. Da mesma forma, aplicou-se o teste não paramétrico Kruskal-Wallis para as variáveis climáticas que não conferirão normalidade nos dois ambientes em estudo. Optou-se após essas análises, pelo uso da análise multivariada, para melhor compreensão da distinção microclimática desses dois ambientes. A análise canônica dos componentes principais (PCA) distinguiu o grupo do Campo Rupestre e do Cerrado Rupestre, utilizando-se das mesmas variáveis climáticas que obtiveram significância no Teste-T e no teste Kruskal-Wallis. O primeiro eixo do componente principal explicou a maior variância (67,8%) na qual o ambiente de Campo Rupestre se distingue do Cerrado Rupestre pela PCA principalmente em maior velocidade do vento, menor umidade relativa máxima, menor pressão real e de saturação do vapor de água e menor temperatura máxima e média e menor amplitude térmica. A expressão da vegetação se dá em virtude da combinação de fatores como o nível de rochosidade e profundidade do solo e climáticos, haja vista que as espécies vegetais são diferentes nesses ambientes: apenas sete das espécies se distribuem nos dois locais de estudo. Dessa forma, o Cerrado Rupestre apresenta alguns elementos da flora também presentes no Campo Rupestre, destacando-se o estrato subarbustivo-herbáceo. Para a

segunda pesquisa, os indivíduos do ambiente de Campo Rupestre foram avaliados quanto à frequência, dominância e densidade. Realizou-se a correlação da densidade das espécies desse ambiente com 9 variáveis químicas e físicas do solo por meio da análise de correspondência canônica (ACC). A maior abundância de indivíduos (I) foi representada pela espécie *L. pohlii* e foi verificada nas parcelas 6 (com 255 I), 7 (173 I), 8 (189 I), 9 (159 I) e a parcela 1 com 151 I. Verificaram-se nestas parcelas características florísticas e do solo semelhantes, resultando em uma proximidade espacial quando representadas nos diagramas da ACC. A espécie *Lychnophora pohlii* demonstrou capacidade de existência com maior abundância em microambientes pedológicos favoráveis ao estabelecimento da espécie como estratégia de adaptação às perturbações ambientais. Essa separação se fez com base principalmente nos valores mais elevados de fósforo remanescente, saturação por bases, pH e areia grossa e, por outro lado, os menores valores de H+Al, matéria orgânica e argila.

Palavras-chave: Formações savânicas. Análise multivariada. Variáveis ambientais.

ABSTRACT

Gianotti, André Rodrigues da Cunha. Characterization phytoclimate in two rock formations of the cerrado biome. 2012. 61p. Dissertation (Master in Forest Science) – Faculdade de Ciências Agrárias. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina. 2012.

The climate and soil has a close relationship with the vegetation of a particular locality. In order to better understand this dynamic environment of the cerrado, this study aimed to study the region of Diamantina climatic elements of the interaction between physiognomies of Savannah Rupestrian and Field Rupestrian and also relate the soil characteristics and species composition with the weather. For floristic analysis were allocated, in the two study environments, 10 contiguous parcels of 20x50 m, with a total sample of 10,000 m². Soil sampling was done with the collection of 6 simple samples, from 0 to 20cm, forming a composite sample, the ten plots of each environment studied. The level of rockiness was defined as the proportion rock touched on the environment using the scale-Braun Blanquet studied in both environments. The climatic elements used to characterize the Savannah environments were: temperature, relative humidity, the actual pressure and saturated vapor water, the deficit pressure vapor air, wind speed, precipitation, global solar irradiance and temperature range. Were used for such data from the two stations located close to the two automatic environments. We used the t-test to examine the possibility of differences between means of climate variables in the two environments that were normally distributed. Likewise, we applied the nonparametric Kruskal-Wallis test for climatic variables not identified in both normal environments under study. It was decided, after these analyzes, the use of multivariate analysis to better understand the distinction these two climatic environments. The canonical analysis of principal components (PCA) distinguished the group's Field Rupestrian and the Savannah Rupestrian, using the same climate variables that achieved significance in the T-test and Kruskal-Wallis test. The first axis of principal component explain the greatest variance (67.8%) in which the environment Field Rupestrian is distinguished from the Savannah Rupestrian by PCA mainly at higher wind speeds, lower humidity relative maximum, lower actual pressure and saturation vapor water and lower temperature maximum and average and lower temperature range. The expression of the vegetation is due to the combination of climatic and edaphic factors, given the fact that the species are different in these environments. In this way, Savannah rupestrian flora includes some elements also present in the Field rupestrian, especially in the stratum subshrub-

herbácio. For the second study, individuals in the environment Field rupestrian were evaluated for frequency, dominance and density. Went conducted the correlation between the density of this species with nine chemical and physical variables of the soil through canonical correspondence analysis (CCA). The greater abundance of individuals (I) of the species *L. pohlii* was observed in plots 06 (with 255 I), 7 (173 I), 8 (189 I), 9 (I 159) and 1 (151 I). As seen in these parcels characteristics floristic and similar soil, resulting in a spatial proximity when represented in the diagrams of the ACC. The specie *Lychnophora pohlii* demonstrated the ability of existence with greater abundance in soil microenvironments favorable to the establishment of the specie as a strategy to adapt to environmental perturbations. This separation was made based mainly on higher values of phosphorus balance, saturation, pH and coarse sand, and on the other hand the lowest values of H + Al, organic matter and clay.

Keywords: Savannah. Multivariate analysis. Environments variables.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

ARTIGO CIENTÍFICO I

Figura 1-	Ilustração das distâncias dos ambientes de estudo e as estações meteorológicas e a direção predominante do vento; ambiente (1) Campo Rupestre e ambiente (2) Cerrado Rupestre	24
Figura 2-	Valores mensais da Temperatura do ar, média, mínima e máxima, e da Amplitude térmica, em °C nos dois ambientes estudados.....	27
Figura 3-	Valores mensais da umidade relativa, média, mínima e máxima em %; pressão real de vapor de água (Ea), pressão de saturação de vapor de água (Es), e déficit de pressão de vapor do ar (Es-Ea) em Kpa nos dois ambientes estudados.....	28
Figura 4-	Valores mensais da Velocidade do Vento a 2 m de altura, em m/s; da Irradiância Solar Global, MJ/m ² dia; e, da Precipitação total, em mm, nos dois ambientes estudados	31
Figura 5-	Componente principal 1 (Axis 1) versus componente principal 2 (Axis 2); Ambiente 1; A1-Jan até A1-Dez com símbolo triangular marrom representam os meses de janeiro a dezembro de 2010 no Campo Rupestre e, ambiente A2-Jan até A2-Dez com símbolo triangular verde representam os meses de janeiro a dezembro de 2010 no Cerrado Rupestre; umidade relativa máxima (URmax), temperatura média (Tmed), temperatura máxima (Tmax), amplitude térmica (Amp.T), velocidade do vento (V.ven), pressão real de vapor de água (Ea) e pressão de saturação de vapor de água (E(s)).....	34

ARTIGO CIENTÍFICO II

Figura 1-	Inter-relação entre a distribuição dos locais (ambientes de estudo) e apenas a espécie <i>Lycnophora sp.</i> com os maiores valores de abundância na amostragem total. P01 a P10 representam as 10 parcelas amostradas, e o tamanho dos triângulos é proporcional ao número de indivíduos.....	50
Figura 2-	Eixo de ordenação produzido pela análise de correspondência canônica das dez parcelas amostradas, em vegetação de Campo Rupestre; inter-relações entre a distribuição dos locais (ambientes de estudo) e as variáveis ambientais de solo.....	51

LISTA DE TABELAS

ARTIGO CIENTÍFICO I

- 1- Descrição da composição florística, número de indivíduos e de espécies do ambiente amostrado de Campo Rupestre e do ambiente amostrado de Cerrado Rupestre..... 36

ARTIGO CIENTÍFICO II

- 1- Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas em um 1ha de Campo Rupestre do município de Diamantina, MG, Brasil, em ordem decrescente do valor de importância (IVI%). NI-número de indivíduos, DR-densidade relativa %, DoR-dominância relativa %, e FR-frequência relativa%..... 49

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	14
REFERÊNCIAS	16
ARTIGO CIENTÍFICO I	
1 INTRODUÇÃO.....	22
2 MATERIAL E MÉTODOS	23
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4 CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS	40
ARTIGO CIENTÍFICO II	
1 INTRODUÇÃO	46
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	46
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
4 CONCLUSÃO	53
REFERÊNCIAS	54
CONCLUSÃO GERAL	56

INTRODUÇÃO GERAL

O cerrado está localizado basicamente no planalto central do Brasil, ocupa aproximadamente dois milhões de quilômetros quadrados, e abrange cerca de 20% do território brasileiro (KLINK & MACHADO, 2005; RIBEIRO & WALTER, 2008). Desse total, 7,3% das áreas estão sobre solos litólicos e afloramentos rochosos (REATTO *et al.*, 1998).

Os estudos realizados no bioma cerrado retratam a vegetação localizada em ambientes rupestres de forma generalizada, levando em consideração apenas o fato de estarem sobre afloramentos rochosos e em altitudes elevadas (PINTO *et al.*, 2009). Muitas vezes a vegetação ali existente é denominada Campo Rupestre, quando na verdade seria mais bem caracterizada como Cerrado Rupestre, de acordo com o sistema de Ribeiro & Walter (2008).

A diferença entre as subdivisões fitofisionômicas situadas nos ambientes rupestres é de certo modo simples. Segundo a chave de identificação dos tipos fitofisionômicos do cerrado proposta por Ribeiro & Walter (2008), eles são classificados em Campo Rupestre e em Cerrado Rupestre.

Estas duas fitofisionomias geralmente estão situadas em altitudes elevadas e sobre afloramentos rochosos, no entanto o Campo Rupestre faz parte das formações campestres do bioma, apresentando menos de 5% de cobertura arbórea, destacando-se no estrato subarbustivo-herbáceo, em áreas onde há ventos constantes, dias quentes e noites frias (PINTO *et al.*, 2009). Por sua vez, o Cerrado Rupestre pertence às formações savânicas, cuja cobertura arbórea varia de 5% a 20%, e com altura média de 2 a 4 metros (RIBEIRO & WALTER, 2008).

Do ponto de vista florístico, o Cerrado Rupestre apresenta alguns elementos da flora também presentes no Campo Rupestre, destacando-se o estrato subarbustivo-herbáceo (RIBEIRO & WALTER, 2008). Contudo, diversos autores (OLIVEIRA-FILHO & FLUMINHAN-FILHO, 1999; NAKAJIMA & ROMERO, 1999; ROMERO & MARTINS, 2002) citam raras espécies distribuídas nas diversas formações de cerrado. Dessa forma, é de se esperar que as características climáticas relacionadas a peculiaridades do solo influenciem na distribuição arbórea desses ambientes.

Wang *et al.* (2006), trabalhando com as dez maiores florestas no nordeste da China, mostraram que o clima controla a distribuição das espécies dominantes em uma área.

Kamino *et al.* (2008) utilizaram-se da análise multivariada para correlacionar clima e 18 áreas localizadas na Cadeia do Espinhaço, onde estudaram ambientes com formações florestais e as variáveis mais fortemente correlacionadas para um padrão fisionômico foram temperatura vinculada à altitude e ao regime de precipitação.

Neri *et al.* (2007) observaram que padrões florísticos formados nas áreas de cerrado são explicados em primeiro lugar pelo fator clima e em segundo, pelo fator solo.

No cerrado brasileiro, a precipitação pluviométrica varia entre 800 e 2000mm com uma forte estação seca de variada amplitude durante o inverno, e as temperaturas médias anuais variam de 18 a 28°C (DIAS *et al.*, 1996). O contraste entre as superfícies mais baixas (inferiores a 300m), as longas chapadas entre 900 e 1600m e a extensa distribuição em latitude conferem ao cerrado uma variação térmica bastante grande (RIBEIRO & WALTER, 2008).

Diante desse contexto, por apresentar diferentes extremos climáticos nas diversas áreas, cresce o interesse na caracterização ambiental do bioma cerrado, envolvendo aspectos climáticos e edáficos, na busca de estabelecer correlações entre tais características e ocorrências das espécies vegetais.

A maioria dos estudos reúne apenas levantamentos florísticos e fitossociológicos (ESPÍRITO-SANTO *et al.*, 2002) que, às vezes, possuem correlações pedológicas. No entanto, ainda são pouco difundidas as informações disponíveis a respeito da composição florística e de solo dos cerrados do alto Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais. Menos ainda, quando se trata de relações climáticas.

Dessa forma, a fim de contribuir com informações que possam dar auxílio para a conservação da biodiversidade das áreas rupestres do cerrado mineiro, principalmente das condições essenciais das características do clima relacionadas às características pedológicas sobre o componente florístico, esta pesquisa visou; a) caracterizar, na região de Diamantina-MG, a variação espacial e temporal dos elementos climáticos em dois ambientes distintos: Campo Rupestre e Cerrado Rupestre (segundo a chave de identificação dos tipos fitofisionômicos do Cerrado proposta por Ribeiro & Walter, 2008); b) fazer uma análise comparativa das variáveis climáticas nesses dois ecossistemas de cerrado e correlacioná-las à caracterização da vegetação e do solo; c) relacionar as características do solo com a estrutura horizontal no ambiente de Campo Rupestre.

REFERÊNCIAS

DIAS, B. F. S. (Ed.) Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais não renováveis. 2.ed. Brasília: **Fundação Pró-Natureza**, 97p. 1996.

ESPÍRITO SANTO, F. D. B.; MACHADO, E. L. M.; SOUZA, J. S.; FONTES, M. A. L.; MARQUES, J. J. G.; MARQUES, M. Variáveis ambientais e a distribuição de espécies arbóreas em um remanescente de Floresta Estacional Semidecídua Montana no Campus da Universidade Federal de Lavras, MG. **Revista Acta bot. bras.** 16 (3): 331-356, 2002.

KAMINO, L.H.Y.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; STEHMANN, J.R. Relações florísticas entre a fitofisionomias florestais da Cadeia do Espinhaço, Brasil. **Revista Megadiversidade**, Volume 4 , Nº 1-2 , Dezembro 2008.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do cerrado brasileiro. **Revista Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 147-155, jul. 2005.

NAKAJIMA, J.N., ROMERO, R. Espécies endêmicas do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais. **Revista brasileira de Botânica.**, São Paulo, V.22, n.2 (suplemento), p.259-265, out. 1999.

NERI, A.V.; NETO, J.A.A.M.; SILVA, A.F.; MARTINS, S.V.; SAPORETTI JUNIOR, A. W. Composição florística de uma área de cerrado *sensu stricto* no Município de Senador Modestino Gonçalves, Vale do Jequitinhonha (MG) e análise de similaridade florística de algumas áreas de cerrado em Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.6, p.1109-1119, 2007.

OLIVEIRA FILHO, A.T.; FILHO-FLUMINHAN, M. Ecologia da vegetação do Parque Florestal Quedas do Rio Bonito. **Revista Cerne**, V.5, N.2, P.051-064, 1999.

PINTO, J.R.R.; LENZA, E.; PINTO, A.S. Composição florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea em um Cerrado Rupestre, Cocalzinho de Goiás, Goiás. **Revista brasileira de Botânica.**, V.32, n.1, p.1-10, jan.-mar. 2009.

REATTO, A., CORREIA, J.R.; SPERA, S.T. Solos do Bioma do Cerrado: aspectos pedológicos. In **Cerrado: ambiente e flora** (S.M. Sano & S.P. Almeida, eds.). Embrapa/CPAC, Planaltina, p.47-86.1998.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do Cerrado. In: SANO, S.; ALMEIDA, S. (Ed.). **Cerrado: ecologia e flora**. Planaltina: Embrapa-CPAC, v.1 p.89-166, 2008. 408 p.

ROMERO, R., MARTINS, A.B. Melastomataceae do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira Botânica** V.25, n.1, p.19-24, mar. 2002.

WANG, X.P.; TANG, Z.Y.; FANG, J.Y. Climatic Control on Forests and Tree Species Distribution in the Forest Region of Northeast China. **Journal of Integrative Plant Biology** | Volume 48 | N° 7 | 2006.

ESTUDO FITOCLIMÁTICO DE DUAS FITOFISIONOMIAS DO CERRADO NO ALTO DO VALE DO JEQUITINHONHA-MINAS GERAIS

GIANOTTI, André Rodrigues da Cunha. Estudo fitoclimático de duas fitofisionomias do cerrado no alto do vale do Jequitinhonha-Minas Gerais. 2012. 61 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012.

RESUMO

O clima e o solo tem uma estreita relação com a vegetação de uma determinada localidade. Visando entender melhor essa dinâmica na ambiente do cerrado, este estudo teve como objetivo estudar na região de Diamantina a interação dos elementos climáticos entre fitofisionomias de Campo Rupestre e Cerrado Rupestre e também relacionar as características edáficas e florísticas com o clima. Para análise florística foram alocadas, nos dois ambientes de estudo, 10 parcelas contíguas de 20x50m, totalizando uma amostragem de 10.000 m². A amostragem de solo foi feita com a coleta de 6 amostras simples, de 0 a 20cm, formando uma amostra composta, nas dez parcelas de cada ambiente em estudo. O nível de rochividade foi definido com a proporção do ambiente com rocha aflorada usando-se a escala de Braun-Blanquet nos dois ambientes em estudo. Os elementos climáticos utilizados para caracterizar os ambientes de cerrado foram a temperatura, a umidade relativa do ar, a pressão real e de saturação do vapor de água, o déficit de pressão do vapor do ar, a velocidade do vento, a precipitação, a irradiância solar global e a amplitude térmica. Utilizaram-se para tal os dados obtidos em duas estações meteorológicas automáticas localizadas próximo aos dois ambientes. Empregou-se o Teste-T para analisar a possibilidade de diferença entre médias das variáveis climáticas nos dois ambientes que apresentaram distribuição normal. Da mesma forma, aplicou-se o teste não paramétrico Kruskal-Wallis para as variáveis climáticas que não identificaram normalidade nos dois ambientes em estudo. Optou-se, após essas análises, pelo uso da análise multivariada, para melhor compreensão da distinção climática desses dois ambientes. A análise canônica dos componentes principais (PCA) distinguiu o grupo do Campo Rupestre e do Cerrado Rupestre, utilizando-se das mesmas variáveis climáticas que obtiveram significância no Teste-T e no teste Kruskal-Wallis. O primeiro eixo do componente principal explicou a maior variância (67,8%) na qual o ambiente de Campo Rupestre se distingue do Cerrado Rupestre pela PCA, principalmente em maior velocidade do vento, menor umidade relativa máxima, menor pressão real e de saturação do vapor de água, menor

temperatura máxima e média e menor amplitude térmica. A expressão da vegetação se dá em função da combinação de fatores climáticos e níveis de rochosidade, haja visto que as espécies vegetais são diferentes nestes ambientes.

Palavras-chave: Savannah. Variáveis ambientais. Análise multivariada.

PHYTOCLIMATE STUDY OF TWO TYPES VEGETATION SAVANNAH IN THE JEQUITINHONHA-MINAS GERAIS

Gianotti, André Rodrigues da Cunha. Phytoclimate study of two types vegetation savannah in the Jequitinhonha-Minas Gerais. 2012. 61p. Dissertation (Master's degree in Forest Science) – Faculdade de Ciências Agrárias. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina. 2012.

ABSTRACT

The climate and soil has a close relationship with the vegetation of a particular locality. In order to better understand this dynamic environment of the cerrado, this study aimed to study the region of Diamantina climatic elements of the interaction between physiognomies of Savannah Rupestrian and Field Rupestrian and also relate the soil characteristics and species composition with the weather. For floristic analysis were placed in both environments, 10 plots of 20x50m, with a total sample of 10,000 m². Soil sampling was done with the collection of 6 simple samples, from 0 to 20cm, forming a composite sample, the ten plots of each environment studied. The level of rockiness was defined as the proportion rock touched on the environment using the scale-Braun Blanquet studied in both environments. The climatic elements used to characterize the Savannah environments were: temperature, relative humidity, the actual pressure and saturated vapor water, the deficit pressure vapor air, wind speed, precipitation, global solar irradiance and temperature range. Were used for such data from the two stations located close to the two automatic environments. We used the t-test to examine the possibility of differences between means of climate variables in the two environments that were normally distributed. Likewise, we applied the nonparametric Kruskal-Wallis test for climatic variables not identified in both normal environments under study. It was decided, after these analyzes, the use of multivariate analysis to better understand the distinction these two climatic environments. The canonical analysis of principal components (PCA) distinguished the group's Field Rupestrian and the Savannah Rupestrian, using the same climate variables that achieved significance in the T-test and Kruskal-Wallis test. The first axis of principal component explain the greatest variance (67.8%) in which the environment Field Rupestrian is distinguished from the Savannah Rupestrian by PCA mainly at higher wind speeds, lower humidity relative maximum, lower actual pressure and saturation vapor water and lower temperature maximum and average and

lower temperature range. The expression of the vegetation is due to the combination of climatic factors, given the fact that the species are different in these environments.

keywords: Savannahh. Multivariate analysis. Environments variables.

INTRODUÇÃO

As coberturas vegetais dominantes na Cadeia do Espinhaço são formações de cerrado, com vegetação que cresce sobre pedregulhos ou rochas, em solos rasos ou pedregosos de origem recente, ou ainda em depósitos arenosos (KAMINO *et al.*, 2008). O município de Diamantina-MG está localizado na região do Espinhaço Meridional com predominância de solos rochosos e arenosos (ABREU *et al.*, 2005). Alguns autores (OLIVEIRA-FILHO & FLUMINHAN-FILHO, 1999, NAKAJIMA & ROMERO 1999, ROMERO & MARTINS 2002) citam raras espécies distribuídas nesses ambientes. Dessa forma, é de se esperar que as características climáticas e edáficas influenciem na distribuição arbórea nessas áreas do bioma Cerrado, e em consequência, no padrão florístico.

Wang *et al.* (2006), trabalhando com as dez maiores florestas no nordeste da China, mostraram que o clima controla a distribuição das espécies dominantes em uma área. Kamino *et al.* (2008) utilizaram-se da análise multivariada para correlacionar clima e 18 áreas florestais localizadas na Cadeia do Espinhaço, e as variáveis mais fortemente correlacionadas para uma fitofisionomia foram temperatura vinculada à altitude e ao regime de precipitação. Neri *et al.* (2007) observaram que padrões florísticos formados nas áreas de cerrado são explicados em primeiro lugar pelo fator clima e em segundo, pelo fator solo.

O contraste entre as superfícies mais baixas (inferiores a 300m), as longas chapadas entre 900 e 1600 m e a extensa distribuição em latitude conferem ao cerrado uma variação térmica bastante grande (RIBEIRO & WALTER, 2008).

No cerrado brasileiro, a precipitação pluviométrica varia entre 800 e 2000mm com uma forte estação seca de variada amplitude durante o inverno, e as temperaturas médias anuais variam de 18 a 28°C (DIAS *et al.*, 1996).

Diante desse contexto, por conter diferentes extremos climáticos nas diversas áreas, cresce o interesse na caracterização ambiental do bioma cerrado, envolvendo aspectos climáticos e edáficos, na busca de estabelecer correlações entre tais características e ocorrências das espécies vegetais. Algumas correlações, segundo Lima (2010), podem ser feitas através da Análise de Componente Principal (PCA), que permite a investigação do comportamento espaço-temporal de variáveis envolvidas em um problema, assim como detectam também grupos de variáveis com comportamentos homogêneos.

Ishara & Maimoni- Rodella (2010) mostram em seu trabalho pelo uso da Análise de Componentes Principais (PCA) que as diversas áreas de cerrado em Brasília e Minas Gerais são separadas pela sua posição geográfica e tipo de solo.

Rody *et al.* (2010), com o objetivo de indicar o potencial do solo de seu território através de informações de coordenadas geográficas, de relevo e do clima, conseguiram com auxílio da PCA, além de indicar o potencial do solo, definir seis sítios homogêneos no estado do Espírito Santo.

Entretanto, não existem trabalhos que comparam através da PCA os fatores ambientais que estejam influenciando a formação de vegetações em um mesmo regime climático, em uma mesma região e com o mesmo tipo de solo. A carência de informações sobre as relações do clima e distribuição de espécies do cerrado limita um melhor entendimento sobre as vegetações do domínio cerrado.

Cabe salientar que a pressão antrópica no bioma cerrado vem crescendo, o que reforça a importância de se determinar a composição fitofisionômica das formações de cerrado. Estudos dessa natureza poderão auxiliar nas atividades florestais e ambientais, bem como nas atividades zootécnicas e agrícolas.

Com base no exposto, este trabalho teve como objetivos: a) caracterizar na região de Diamantina-MG a variação espacial e temporal dos elementos climáticos em dois ambientes distintos: Campo Rupestre e Cerrado Rupestre (segundo a chave de identificação dos tipos fitofisionômicos do Cerrado proposta por Ribeiro & Walter, 2008); b) fazer uma análise comparativa dos elementos climáticos nesses dois ecossistemas de cerrado e correlacioná-los à caracterização da vegetação e variáveis edáficas.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no município de Diamantina-MG, localizado na região do Espinhaço Meridional, com predominância de solos arenosos com baixo poder de retenção de umidade em termos gerais, entremeando os grandes afloramentos rochosos, conforme Abreu *et al.* (2005). O clima da região é Cwb, segundo a classificação Köppen, ou seja, tropical de altitude com chuvas de verão: verões frescos (CUPOLILLO, 2008). De forma mais detalhada, segundo a classificação climática elaborada por Nimer (1989) para Diamantina, o clima é tropical com domínio climático subquente e subdomínio semiúmido, apresentando uma

variedade climática de 4 a 5 meses secos (IBGE, 1977). A vegetação predominante da região são formações de cerrado.

Neste trabalho estudou-se a área de “Campo Rupestre” e a de “Cerrado Rupestre”, segundo as classificações propostas por Ribeiro & Walter (2008). Ambas são vegetações predominantes da região e fazem parte das formações do bioma cerrado (ver fotografias dos dois ambientes de estudo APÊNDICE D e E). A vegetação de Campo Rupestre localiza-se na altitude de 1387m, 18°10’S de latitude e 43°30’W de longitude e encontra-se no campus JK da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Já a vegetação de Cerrado Rupestre localiza-se no Sítio Santo Helena, com altitude de 1149m, 18°17’S de latitude e 43°34’W de longitude. Na Figura 1, podem ser visualizadas as localizações entre os dois ambientes de estudo e também a localização das estações meteorológicas e a direção predominante do vento no ambiente (1) Campo Rupestre e ambiente (2) Cerrado Rupestre.

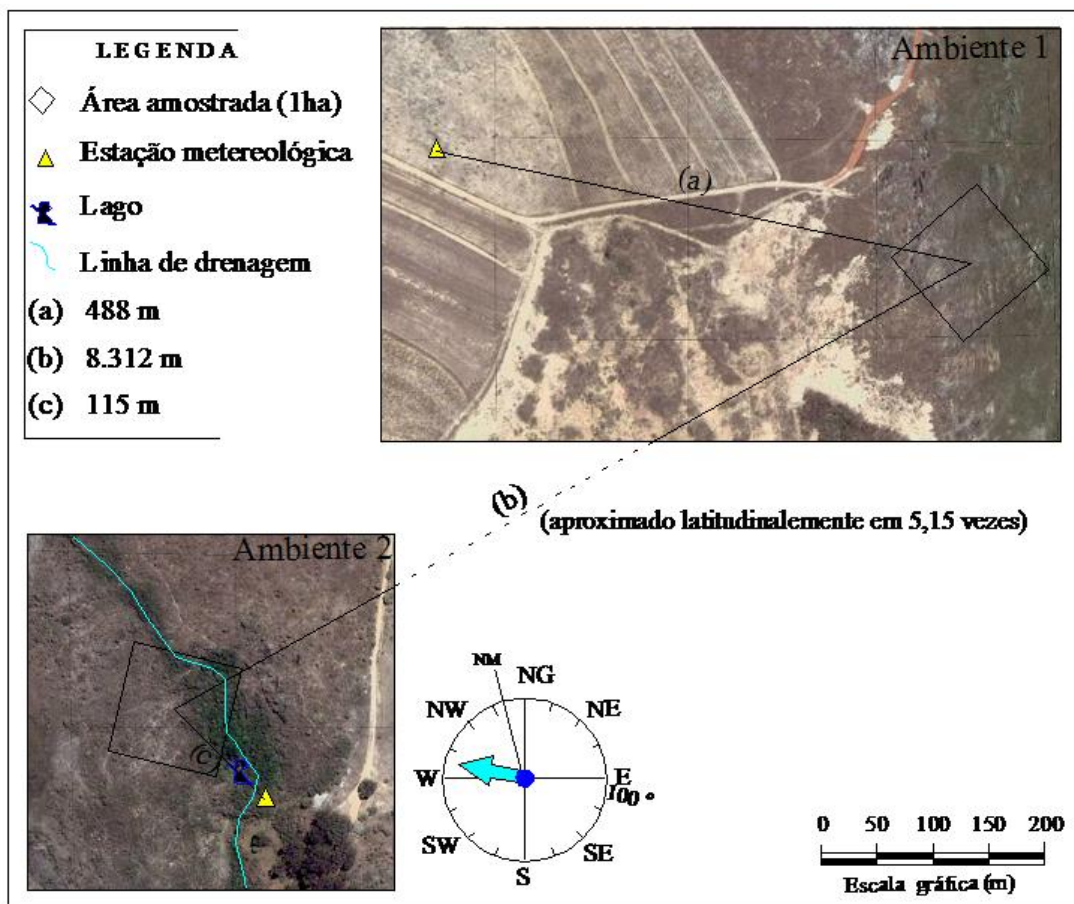


FIGURA 1- Ilustração das distâncias dos ambientes de estudo e as estações meteorológicas e a direção predominante do vento; ambiente (1) Campo Rupestre e ambiente (2) Cerrado Rupestre.

Fonte: Imagens disponibilizadas no Google Earth. Desenho: Josiane Silva Bruzinga.

O levantamento florístico foi feito com a locação de um bloco amostral de 1,0ha para os dois ambientes de estudo, dividida em subparcelas contíguas de 1000 m² (20x50m). As espécies foram identificadas por comparação com exsiccatas do Herbário Dendrológico Jeanini Felfili (HDJF) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

A amostragem de solo foi feita com a coleta de 6 amostras simples em cada subparcela, formando uma amostra composta, totalizando dessa forma dez amostras compostas para cada bloco amostral nos dois ambientes de estudo, segundo orientações de Ribeiro *et al.* (1999). Coletou-se o solo a uma profundidade entre 0 a 20cm, buscando áreas, sem a exposição de rochas, que impediriam a coleta nessa profundidade. As amostras após a coleta foram encaminhadas para o laboratório de Ciências do Solo da Universidade Federal de Viçosa, onde foram realizadas as análises químicas e físicas (ver APÊNDICE A e B).

A rochosidade foi definida com a proporção do ambiente com rocha aflorada usando-se a escala de Braun-Blanquet utilizada por Moura *et al.* (2011). Determina-se visualmente o percentual de cobertura da área da parcela por rochas (nível 1:0- 25%, nível 2: 26-50%, nível 3: 51-75% e nível 4:76-100%).

O clima dos ambientes de cerrado foi caracterizado utilizando-se dados coletados durante o ano de 2010 nos dois ambientes, obtidos em duas estações automáticas instaladas nos dois ambientes de estudo (ver descrição dos equipamentos meteorológicos no APÊNDICE C). Com base nesses dados, utilizaram-se valores médios mensais da velocidade do vento, da temperatura máxima, mínima e média, da umidade relativa do ar (máxima, mínima e média), da pressão de saturação de vapor de água, da pressão real de vapor de água, do déficit de pressão de vapor de ar e da irradiância solar global; e do total precipitado mensalmente para a caracterização microclimática.

A determinação da pressão real de vapor de água (E_a) foi estimada pelo cálculo, primeiramente da variável pressão de saturação de vapor de água (E_s) que é função da temperatura ambiente, e posteriormente através da umidade relativa do ar. Calculou-se a pressão real de vapor de água, segundo metodologia utilizada por Pereira *et al.* (2002).

As variáveis microclimáticas, a partir da verificação de uma distribuição normal, foram submetidas a análise de variância Teste-T. Segundo Santana & Ranal (2004), em uma situação na qual as observações correspondentes a não distribuição é normal, o teste Kruskal Wallis é recomendado. Dessa forma, empregou-se o teste Kruskal-Wallis para variável Umidade relativa máxima para comparar os dois ambientes em estudo. Para realização desses testes empregou-se o programa BioEstat 5.0.

A análise multivariada foi utilizada para melhor compreensão da distinção climática desses dois ambientes. O método de Análise de Componentes Principais (PCA) foi utilizado empregando-se somente as variáveis que foram significativas no Teste-T ou no teste de Kruskal–Wallis, por meio do programa PC-ORD para Windows versão 4.4 (MCCUNE & MEFFORD, 1999).

As técnicas multivariadas são ferramentas importantes quando se quer analisar um número grande de variáveis ambientais e temporais. Sítios ambientais homogêneos podem ser delimitados por meio do uso da técnica de Análise de Componentes Principais (PCA).

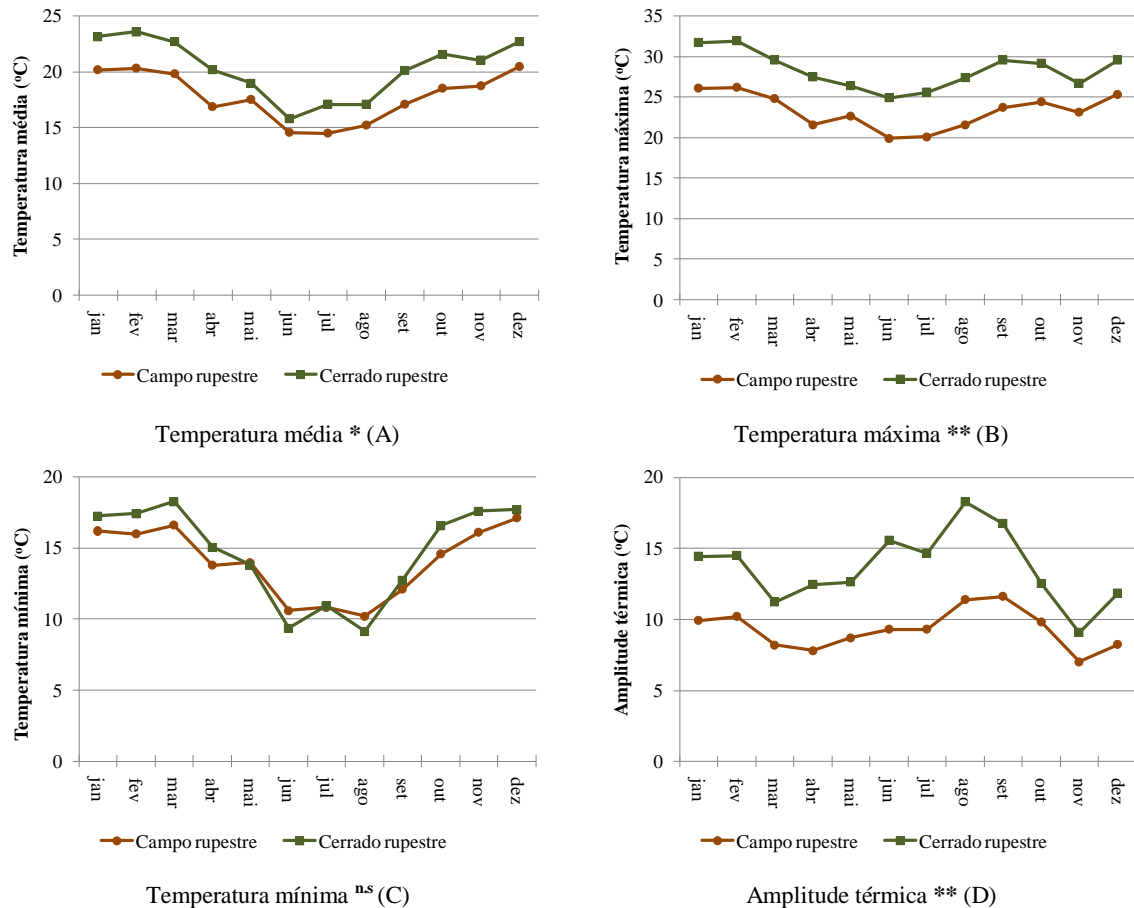
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2, são apresentados os valores mensais da temperatura do ar média, mínima e máxima, e da amplitude térmica, em °C. Na Figura 3, são mostradas a variação mensal da umidade relativa, média, mínima e máxima, em %, da pressão real de vapor de água (E_a), da pressão de saturação de vapor de água (E_s), e do déficit de pressão de vapor do ar ($E_s - E_a$), em Kpa, nos dois ambientes estudados. Já na Figura 4, são apresentados os valores mensais da velocidade do vento a 2m de altura, em m/s; da irradiância solar global, MJ/m².dia; e da precipitação total, em mm, nos dois ambientes estudados.

Observa-se, nas figuras 3 e 4, comportamento semelhante dos elementos climáticos nos dois ambientes, os quais seguem as mesmas tendências ao longo do ano, uma vez que estão interligados pelo mesmo regime climático ao qual estão submetidos os ambientes em questão.

Os maiores valores de temperatura (FIG. 2) ocorrem na estação chuvosa (janeiro a março e outubro a dezembro) e conseqüentemente as maiores pressões de vapor são observadas neste período (FIG. 3). Em contrapartida, menores temperaturas e pressões de vapor d'água são observadas na estação de seca (abril a setembro) (FIG. 2 e 3). Em ambos os ambientes os menores valores de umidade relativa são observados nos meses de agosto a outubro e, em consequência, maiores valores de déficit de pressão de vapor nesse período (FIG. 3), meses que precedem o início da estação chuvosa (FIG.4). Nesses meses também são evidentes os altos valores de irradiância solar global (ver FIG. 4), provavelmente devido a uma menor nebulosidade somada ao aumento gradativo no ângulo de elevação solar, em relação ao período de abril a julho.

A estação seca na região ocorre de abril a setembro, sendo que no ano de 2010 os meses de menores valores precipitados foram de abril a setembro nos dois ambientes. Por outro lado, os maiores valores precipitados em 2010 ocorreram em dezembro, novembro e março, respectivamente (FIG. 4). Com relação à velocidade do vento, os maiores valores ocorreram nos meses de setembro e outubro nos dois ambientes (FIG. 4).



* e ** significativos a 5 e 1% pelo teste-T, respectivamente; n.s. não significativo a 5 e 1% pelo teste-T.

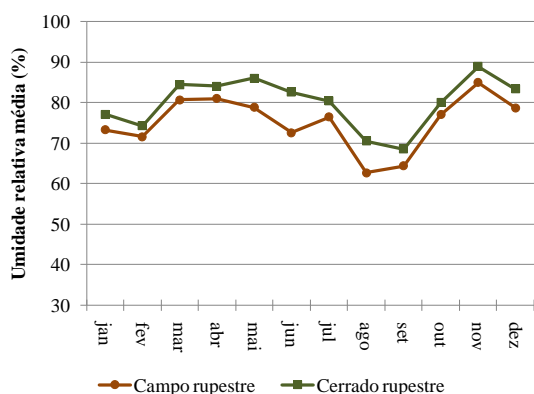
FIGURA 2- Valores mensais da temperatura do ar, média, máxima e mínima, e da Amplitude térmica, em °C, nos dois ambientes estudados no ano de 2010.

Observa-se também nas figuras de 2 a 4 que houve diferença significativa pelo Teste-T nos dois ambientes, para as variáveis: temperatura máxima, temperatura média, amplitude térmica (FIG. 2), velocidade do vento (FIG. 4), pressão real de vapor de água e pressão de saturação de vapor de água. Já a umidade relativa máxima teve de ser verificada pelo teste de variância não paramétrico Kruskal-Wallis, porque, mesmo após a logaritimização dos dados, não obteve distribuição normal. No entanto, apresentou diferença significativa pelo teste não

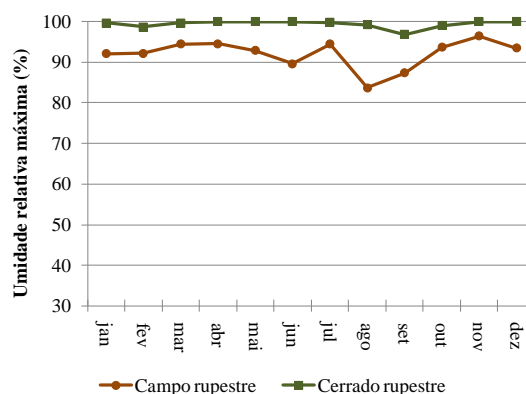
paramétrico Kruskal-Wallis (FIG. 3), demonstrando assim que para essas variáveis os dois ambientes são distintos.

Com relação à precipitação total mensal, não se verificou diferença significativa pelo Teste T no período de estudo para os dois ambientes (FIG. 4), mesmo quando testada para os seis meses da estação chuvosa (EC), ou seja, outubro a dezembro e janeiro a março, e para os seis meses da estação seca (ES), de abril a setembro. Ainda no intuito de averiguar a diferença significativa para a variável precipitação, que visivelmente parece existir nos meses de março, outubro, novembro e dezembro, testou-se essa quadra mais chuvosa não havendo significância entre os dois ambientes.

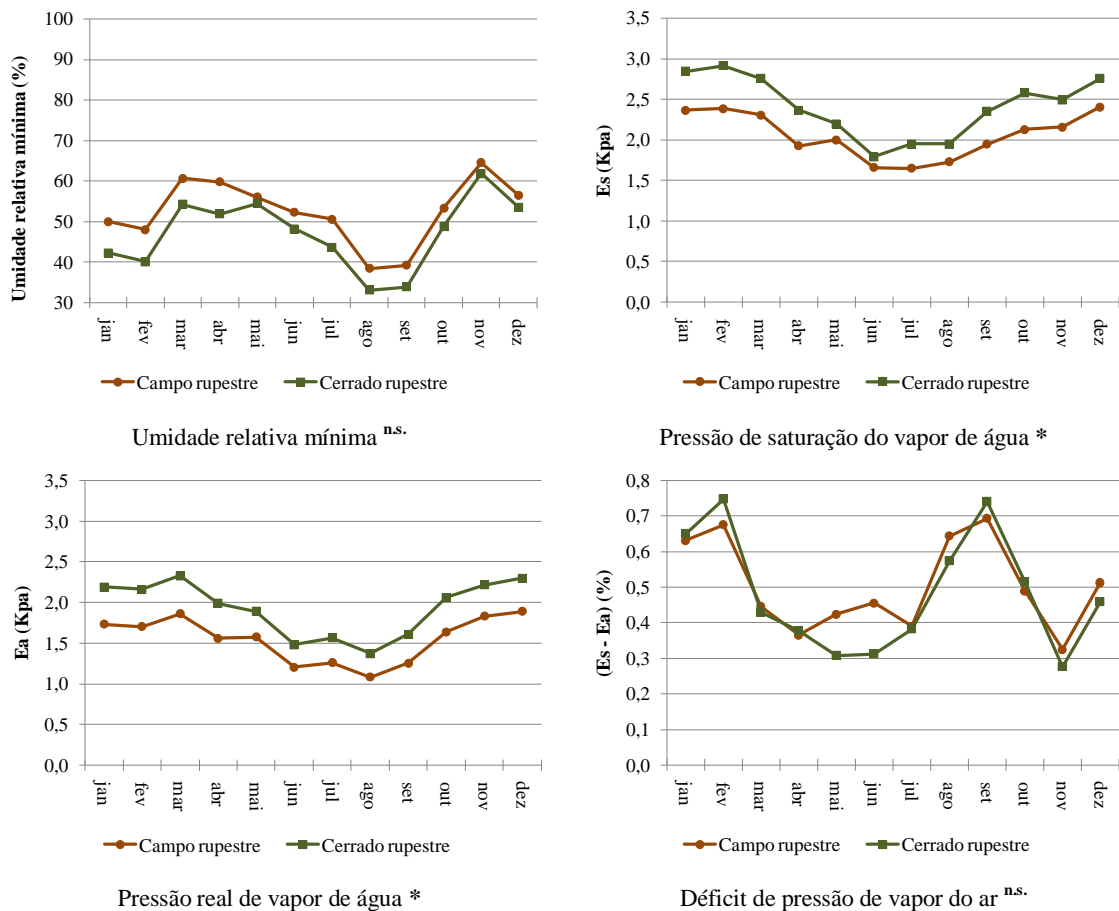
Esse comportamento mostra que somente a precipitação não define o tipo de vegetação de um local, resultado que difere ao que Kamino *et al.* (2008) encontraram em seus estudos. Esses autores mostram que um dos principais fatores climáticos que influenciam a ocorrência e distribuição espacial das fisionomias florestais da Cadeia do Espinhaço é a precipitação pluvial. Wang *et al.* (2006), trabalhando com as dez maiores florestas no nordeste da China mostraram que o fator precipitação é que controla a distribuição das espécies dominantes em uma área. Entretanto, esses autores relatam vegetações arbóreas de ambientes distintos em relação aos do presente estudo. Eles utilizam no estudo ambientes distanciados a centenas e até milhares de quilômetros, o que difere do trabalho aqui estudado, no qual os dois ambientes estão sujeitos ao mesmo padrão de precipitação, uma vez que estão no mesmo domínio climático, distanciando de 8,3 quilômetros, em linha reta (já visualizado na FIG.1).



Umidade relativa média *



Umidade relativa máxima **



* e ** significativos a 5 e 1% pelo teste-T e teste Kruskal-wallis para umidade relativa máxima, respectivamente; n.s. não significativo a 5 e 1% pelo teste-T ou Kruskal-wallis para umidade relativa máxima.

FIGURA 3- Valores mensais da umidade relativa, média, máxima e mínima em %; pressão de saturação de vapor de água (Es), pressão real de vapor de água (Ea) e déficit de pressão de vapor do ar (Es-Ea), em Kpa, nos dois ambientes estudados no ano de 2010.

Observa-se na FIG. 4 que, no período de junho até setembro em que as precipitações foram extremamente baixas ou inexistentes nos dois ambientes, a umidade relativa máxima (FIG. 3) é maior, ao longo desses meses, no ambiente Cerrado Rupestre, quando comparado ao ambiente de Campo Rupestre. Isso pode ser explicado, em parte, pela textura do solo, que no ambiente de Cerrado Rupestre possui maiores teores de matéria orgânica e argila, dois elementos que tem notada capacidade de retenção de água, quando comparados ao ambiente de Campo Rupestre, no qual o solo é mais arenoso, retendo assim menos água.

A área de Campo Rupestre apresenta um teor menor de matéria orgânica e argila com 1,28 dag/kg e 5% respectivamente, quando comparado ao ambiente de Cerrado Rupestre: com 4,88 dag/kg e 13%. Sabe-se que quanto menor a retenção de água no solo, menor o coeficiente das culturas (Ks) e menor a evapotranspiração (Lima *et al.*, 2001). Em resposta a

tal fator estressante, as plantas reduzem o fluxo de vapor d'água do interior da câmara subestomática para a atmosfera, causando depressão na transpiração (Thomas *et al.*, 2000). Entretanto, Voigt *et al.* (2010), revisando alguns trabalhos clássicos sobre o cerrado, alerta para a existência de uma grande variação de respostas na taxa de transpiração das plantas às oscilações na disponibilidade hídrica do ambiente.

Por outro lado, a velocidade do vento a 2 metros de altura é significativamente maior, ao nível de 1% pelo Teste-T, no ambiente de Campo Rupestre (FIG. 4) ocasionando, dessa forma, maior remoção do vapor de água influenciando assim a umidade relativa máxima (FIG. 2).

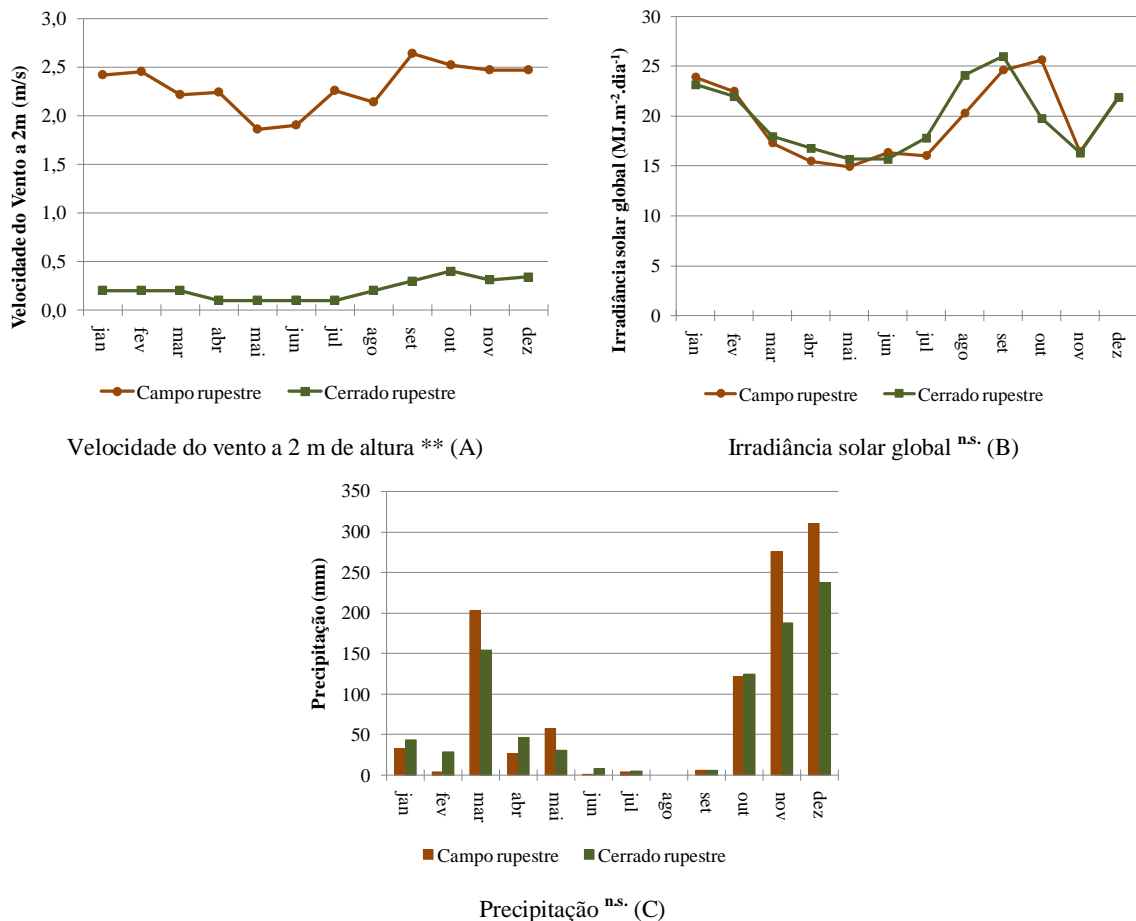
A pressão real de vapor de água (E_a) obteve, em parte, reflexos em virtude dessas características do solo, pois nesse período de estudo essa variável apresentou valores superiores em relação ao ambiente de Campo Rupestre (FIG. 3). Isso porque solos que têm maior capacidade de armazenamento de água são capazes de manter uma taxa maior de evapotranspiração por um período mais longo, segundo Chang (2006), refletindo assim no aumento da pressão real de vapor de água na superfície da atmosfera.

Outro fator que proporcionou uma maior umidade relativa máxima no ambiente do Cerrado Rupestre é a estação meteorológica estar localizada a 42 metros a leste de uma linha de drenagem como mostrado na FIG.1, isso somado com a presença de uma Mata de Galeria próximo à estação, o que favorece a ocorrência de maiores diferenças das condições climáticas, fazendo com que a umidade relativa máxima seja mais elevada. Entretanto, possivelmente, a direção do vento predominante de Leste nesse período, como mostrado na FIG. 1, afasta o vapor de água produzido pela evapotranspiração da Mata de Galeria.

Observam-se nos dois ambientes, de agosto a outubro, ou seja, transição da estação seca para a chuvosa, altos valores de irradiância solar global (FIG. 4) e conseqüentemente maior disponibilidade energética, com aumento da velocidade do vento e, provavelmente, menor umidade do solo, em virtude de pouca ou nenhuma precipitação ocorrida no período (FIG. 4). Isso acarretou uma redução na umidade relativa e um aumento no déficit de pressão real de vapor de água nesse período (FIG. 3) e conseqüentemente uma maior taxa evapotranspirativa.

No Campo Rupestre a carência das espécies florestais expõe mais a superfície do solo, em relação ao Cerrado Rupestre (TAB. 1), aos efeitos da irradiância solar global e do vento, aumentando, dessa forma, a evaporação.

Nesse ambiente, ocorrem os maiores valores na velocidade do vento (FIG. 4) devido à maior altitude, o que favorece a remoção de vapor das camadas próximas à superfície para as camadas mais altas da atmosfera, resultando em decréscimo da concentração de vapor de água próximo à superfície e, em consequência, menores valores de umidade relativa e pressão de vapor de água (FIG. 3). Pereira *et al.* (2002), ao trabalharem com variação temporal da umidade do ar em Piracicaba-SP, comentam a relação inversamente proporcional entre a intensidade dos ventos e pressão real de vapor de água na superfície, mas ressaltam que isso ocorre desde que o ar não esteja saturado de água.



* e ** significativos a 5 e 1% pelo teste T, respectivamente; **n.s.** não significativo a 5 e 1% pelo teste T.

FIGURA 4- Valores mensais da Velocidade do Vento a 2m de altura, em m/s; da Irradiância Solar Global, MJ/m² dia; e da Precipitação total, em mm, nos dois ambientes estudados no ano de 2010.

Segundo Carlesso (1995), o suprimento de água às plantas é determinado pela habilidade da cultura em utilizar a água armazenada no solo, enquanto a demanda da

atmosfera, por outro lado, está relacionada à combinação dos fatores meteorológicos interagindo com o dossel vegetativo da cultura. Chang (2006) explica que quando a água potencial nos estômatos é maior do que o ar, a água dos estômatos é vaporizada para o ar devido ao déficit de pressão de saturação do ar ($E_s - E_a$). Entretanto, não houve diferença significativa pelo Teste-T quanto ao déficit de saturação de vapor de água ($E_s - E_a$), para os dois ambientes (FIG. 3).

A variação da umidade relativa do ar nos dois ambientes (FIG. 3) está interligada de forma inversamente proporcional, durante a maior parte do ano, com as variações mensais da temperatura do ar (FIG. 2 e 3). Este fato é comum em meteorologia, a citar o trabalho de Andrade *et al.* (2009) realizado na Amazônia. Nesse trabalho, os autores estudaram a variação dos elementos micrometeorológicos acima da vegetação em ambiente de floresta e de cerrado (Transição); e nos dois ambientes foi verificado uma relação inversamente proporcional entre temperatura e umidade relativa.

O fato de a temperatura média ser superior no Cerrado Rupestre (FIG.2) é explicado em parte pela diferença de altitude, pois o ambiente de Cerrado Rupestre é o de menor altitude, 1130m, enquanto que no Campo Rupestre a altitude é de 1402m. Kamino *et al.* (2008) relatam que, em variadas formações florestais, na Serra do Espinhaço, a temperatura média anual vinculada à altitude exerce uma forte influência no padrão das espécies e conseqüentemente na caracterização da fitofisionomia. Semelhante ao que ocorre no presente estudo, a floresta atlântica úmida, segundo Siqueira *et al.* (2004), é separada com significância em três fragmentos principalmente pela variável temperatura do ar.

Outro ponto determinante para isso está relacionado com uma maior velocidade do vento (FIG. 4) para o ambiente de Campo Rupestre, uma vez que o vento atua diretamente no clima de uma área, removendo calor das plantas e do ambiente, aumentando assim a evapotranspiração, resultando em um abaixamento da temperatura.

Ao observar os efeitos do vapor de água na retenção de calor, Chang (2006) verificou a influência direta deste, sendo que, quanto maior a pressão de vapor de água, maior a capacidade de armazenamento de calor no ambiente, ou seja, quando as temperaturas caem durante os períodos noturnos, o calor armazenado pelo vapor de água modela as temperaturas mínimas refletindo em valores maiores na temperatura média para o ambiente de Cerrado Rupestre (FIG. 2). Rosenberg *et al.* (1983) comentam que a irradiância é máxima no comprimento de onda de 10 micrometros, faixa espectral em que o vapor de água tem grande

influência na absorção da irradiância terrestre e conseqüentemente reduz a sua fuga para o espaço, aumentando assim a energia terrestre.

A irradiância solar global (R_g) não diferiu estatisticamente pelo Teste-T nos dois ambientes (FIG. 4), e os maiores valores ocorreram durante a estação chuvosa, meses de maior elevação solar. Vourlitis *et al.* (2008) relatam que a maior incidência de irradiância solar global no período das águas é uma resposta à variação anual do ângulo de incidência da irradiância solar global. Esta, por sua vez, é parcialmente refletida e absorvida pelo solo, pelas plantas e pela atmosfera local, sendo convertida em energia térmica. Segundo Tapia (1981), a irradiância solar global é transmitida para esses ambientes, influenciando assim em um aumento da temperatura, conforme a sua intensidade (FIG. 4).

No mês de novembro, há um decréscimo da R_g ocasionando uma pequena diminuição na temperatura máxima. Notadamente nesse período ocorreram grandes chuvas na região, onde ocorre menor incidência de radiação quando o céu está nublado, uma vez que as nuvens atuam difundindo e refletindo parte da radiação que atinge a superfície terrestre, como observado nas FIG.2 e 4. A temperatura máxima mais amena no mês de novembro também é ocasionada pela precipitação, que remove o calor sensível do ar, e pela evaporação da água nas superfícies molhadas, ocasionando uma redução na temperatura. Percebeu-se após as análises e interpretação dos dados de temperatura do ar que a altitude é um importante controlador da temperatura do ar na área do Campo Rupestre. No entanto, o ambiente de Cerrado Rupestre apresentou, durante o período de junho a agosto, as menores temperaturas mínimas, apesar de elas serem esperadas para o Campo Rupestre. Essa condição pode ser explicada devido ao escoamento do ar frio, mais denso, para as partes mais baixas, acumulando-se nas proximidades do ambiente de Cerrado Rupestre amostrado. Vale ressaltar que é justamente nessa área que está localizado o ponto autorizado para instalação da estação meteorológica utilizada neste estudo.

Avaliando os autovalores e as porcentagens das variâncias, gerados a partir da Análise de Componentes Principais, PCA (ver FIG.5), verificou-se que os dois primeiros eixos explicam 90,7% da variância total acumulada, com 67,8 e 22,9% no primeiro eixo (Eixo 1) e no segundo (Eixo 2), respectivamente. Distingue-se facilmente, nessa figura, o grupo do Campo Rupestre (ambiente 1, A1) e do Cerrado Rupestre (ambiente 2, A2). A razão disso pode ser observada principalmente nos pesos da primeira componente principal (Eixo 1) em que os maiores valores estão nas variáveis umidade relativa máxima (UR máx), temperatura máxima (T máx), pressão de vapor real de água (E_a), pressão de saturação de vapor de água

(Es) e temperatura média (T méd) para o Cerrado Rupestre (A2), enquanto que para o ambiente de vegetação de Campo Rupestre (A1) a velocidade do vento é a variável microclimática com maiores valores médios mensais (FIG. 5). É importante ressaltar, mais uma vez, que as variáveis climáticas utilizadas para montagem da FIG. 5 são as mesmas que obtiveram significância no teste-T ou no teste Kruskal-Wallis, como citado no decorrer deste trabalho.

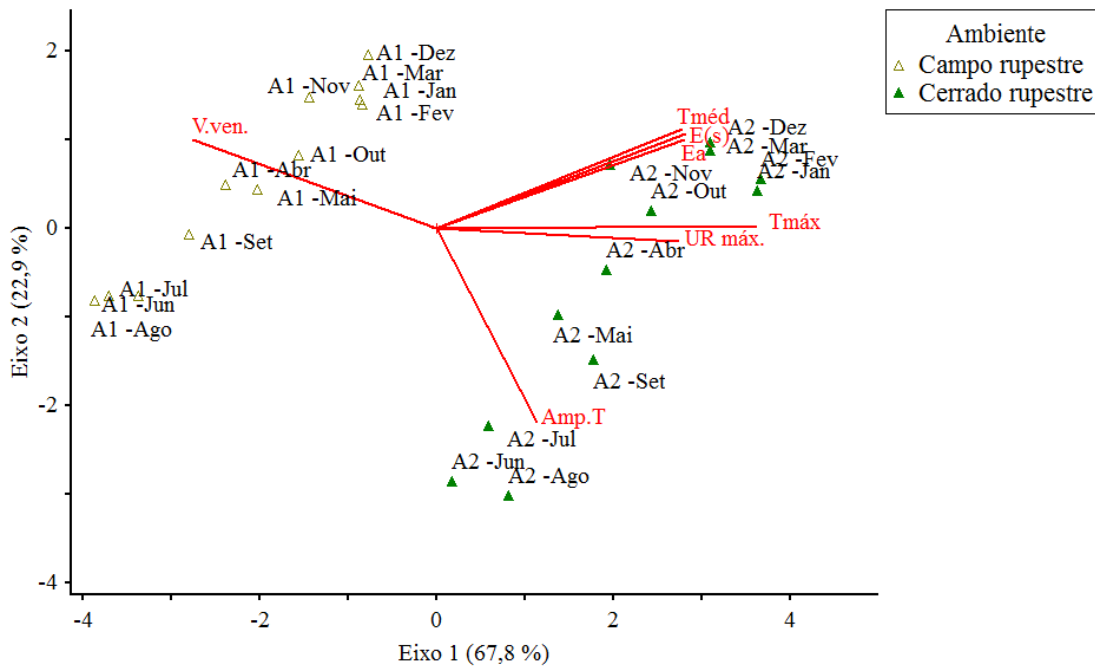


FIGURA 5- Componente principal 1 (Eixo 1) versus componente principal 2 (Eixo 2); Ambiente 1; A1-Jan até A1-Dez com símbolo triangular marrom representam os meses de janeiro a de dezembro de 2010 no Campo Rupestre e ambiente A2-Jan até A2-Dez com símbolo triangular verde representam os meses de janeiro a de dezembro de 2010 no Cerrado Rupestre; umidade relativa máxima (URmax), temperatura média (Tmed), temperatura máxima (Tmax), amplitude térmica (Amp.T), velocidade do vento (V.ven), pressão real de vapor de água (Ea) e pressão de saturação de vapor de água (E(s)).

A maior amplitude térmica, tanto para o Campo Rupestre quanto para o Cerrado Rupestre, foi observada nos meses de junho a setembro, ou seja, durante a estação seca (FIG. 5 e FIG.2). Nesses meses, a diferença média entre as temperaturas máximas e mínimas foi de 16,3°C para o Cerrado Rupestre e 10,4°C para o Campo Rupestre, enquanto nos meses de outubro a dezembro e de janeiro a maio a diferença média foi de, respectivamente, 12,3 °C e 8,7 °C, para o Cerrado Rupestre e para o Campo Rupestre.

Esse comportamento térmico está relacionado com a menor quantidade de nuvens durante os meses da estação seca, proporcionando assim uma maior incidência de irradiação

solar durante o dia e uma maior perda energética radioativa da superfície durante a noite. A amplitude térmica também está relacionada à umidade, de modo que uma maior umidade relativa ocasiona uma menor amplitude térmica, devido ao elevado calor específico da água, que atua como controlador térmico (Andrade *et al.* 2009). Esse fato pode ser verificado entre as diferentes estações (menor amplitude em meses da estação chuvosa).

A menor velocidade do vento (FIG.4) para o ambiente de Cerrado Rupestre provavelmente proporciona uma menor remoção de calor do ambiente, refletindo em maiores temperaturas máximas e maiores amplitudes térmicas (FIG.2 e 5).

Oliveira-filho e Fluminhan-filho (1999) comentam que os afloramentos rochosos favorecem uma grande amplitude térmica tanto ao longo do dia como entre as estações do ano. Apesar do percentual da área coberta por rochas ser maior no ambiente de Campo Rupestre em relação ao ambiente de Cerrado Rupestre, com 31 e 4,8% respectivamente, esse fator não foi suficiente para proporcionar um aumento na amplitude térmica. No entanto, o fato de o nível de exposição natural em superfície de rocha ser maior, interfere em um ambiente de menor profundidade de solo, o que pode acarretar, devido às precipitações, em enxurradas e conseqüentemente maior lixiviação de nutrientes em relação ao ambiente de Cerrado Rupestre, dificultando o desenvolvimento das plantas. Sabe-se pela ciência mineral de plantas que a deficiência de nutrientes causa efeitos graves ao metabolismo da planta, como o crescimento retardado.

No ambiente de Cerrado Rupestre há uma maior densidade de elementos lenhosos (ver TAB. 1) com maiores alturas, e possivelmente com sistemas radiculares mais profundos e, em conseqüência, maiores fitomassas foliares quando comparado ao Campo Rupestre. Os reflexos desses fatores podem levar a um consumo maior das reservas de água do subsolo no ambiente de Cerrado Rupestre, contribuindo para um aumento da evapotranspiração e, por conseguinte, maior pressão real de vapor de água na superfície atmosférica e maior umidade relativa média (FIG. 3).

TABELA 1
 Descrição da composição florística, número de indivíduos e de espécies do ambiente amostrado de Campo Rupestre e do ambiente amostrado de Cerrado Rupestre
 (Continua)

Família	Espécie	Número de indivíduos	
		Campo Rupestre	Cerrado Rupestre
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	-	37
Annonaceae	<i>Xylopia aromática</i>	-	117
	<i>Guatteria sellowiana</i>	-	8
	<i>Duguetia</i> sp.	-	1
Apocynaceae	<i>Hancornia speciosa</i>	-	12
	<i>Aspidosperma</i> sp.	-	1
Aquifoliaceae	<i>Ilex affinis</i>	-	1
Araliaceae	<i>Schefflera macrocarpa</i>	-	1
Asteraceae	<i>Eremanthus incanus</i>	12	159
	<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	-	29
	<i>Lychnophora pohlii</i>	1319	5
	<i>Eremanthus erythropappus</i>	-	4
	<i>Baccharis</i> sp.	-	3
	<i>Piptocarpha axillaris</i>	-	3
	<i>Gochnatia pulchra</i>	-	1
	<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	-	1
	<i>Eremanthus glomerulatus</i>	49	-
	Asteraceae 1	1	-
	Bignoniaceae	<i>Handroanthus albus</i>	-
Burseraceae	<i>Protium spruceanum</i>	-	85
	<i>Protium heptaphyllum</i>	-	80
Celastraceae	<i>Plenckia populnea</i>	-	41
	<i>Maytenus</i> sp.	-	4
Clusiaceae	<i>Kielmeyera lathrophyton</i>	8	106
	<i>Clusia criuva</i>	2	23
	<i>Calophyllum brasiliense</i>	-	15
Combretaceae	<i>Terminalia</i> sp.	-	86
	<i>Buchenavia tomentosa</i>	-	1
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum suberosum</i>	9	58
Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i>	-	39
	<i>Copaifera langsdorffii</i>	-	23
	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	-	9
	<i>Machaerium opacum</i>	-	3
	<i>Hymenaea courbaril</i>	-	2
	<i>Peltophorum dubium</i>	-	1
	<i>Swartzia apetala</i>	-	1
<i>Dalbergia miscolobium</i>	4	33	

TABELA 1
 Descrição da composição florística, número de indivíduos e de espécies do ambiente
 amostrado de Campo Rupestre e do ambiente amostrado de Cerrado Rupestre
 (Continua)

Família	Espécie	Número de indivíduos	
		Campo Rupestre	Cerrado Rupestre
	<i>Platymiscium</i> sp.	-	30
Lamiaceae	<i>Vitex polygama</i>	-	1
Lauraceae	<i>Ocotea lancifolia</i>	-	5
	<i>Nectandra lanceolata</i>	-	3
	<i>Ocotea aciphylla</i>	-	2
	<i>Ocotea</i> sp.	-	2
	<i>Aniba firmula</i>	-	1
	<i>Nectandra cuspidata</i>	-	1
Lythraceae	<i>Lafoensia vandelliana</i>	-	2
Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	-	8
	<i>Byrsonima basiloba</i>	-	1
	<i>Byrsonima</i> sp.	18	-
	<i>Byrsonima crassa</i>	8	-
Malvaceae	<i>Pseudobombax longiflorum</i>	-	1
Marcgraviaceae	<i>Norantea</i> sp.	2	-
Melastomataceae	<i>Miconia pepericarpa</i>	-	9
	<i>Miconia sellowiana</i>	-	8
	<i>Tibouchina</i> sp.	-	5
	<i>Miconia albicans</i>	-	3
	<i>Miconia</i> sp.	-	2
	<i>Tibouchina candolleana</i>	1	1
	<i>Trembleya parviflora</i>	-	1
	<i>Lavoisiera</i> sp.	1	-
Monimiaceae	<i>Mollinedia argyrogyna</i>	-	1
Myrsinaceae	<i>Rapanea ferruginea</i>	-	9
	<i>Myrsine ferruginea</i>	-	2
	<i>Myrsine</i> sp.	5	-
	<i>Myrsine guianensis</i>	48	1
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i>	-	12
	<i>Siphoneugena densiflora</i>	-	11
	<i>Myrtaceae</i> sp.	2	9
	<i>Eugenia dysenterica</i>	-	3
	<i>Eugenia</i> sp.	-	4
	<i>Myrtaceae</i> sp. 2	-	5
Nyctaginaceae	<i>Guapira noxia</i>	-	37
	<i>Guapira opposita</i>	-	14
Peraceae	<i>Pera</i> sp.	-	22
	<i>Pera glabrata</i>	-	7

TABELA 1
 Descrição da composição florística, número de indivíduos e de espécies do ambiente amostrado de Campo Rupestre e do ambiente amostrado de Cerrado Rupestre
 (Conclusão)

Família	Espécie	Número de indivíduos	
		Campo Rupestre	Cerrado Rupestre
Proteaceae	<i>Roupala montana</i>	-	79
	<i>Roupala</i> sp.	-	46
Rubiaceae	<i>Alibertia concolor</i>	-	3
	<i>Chomelia brasiliiana</i>	-	5
	<i>Palicourea rigida</i>	12	2
	<i>Faramea</i> sp.	-	1
Sapindaceae	<i>Cupania</i> sp.	-	15
	<i>Cupania vernalis</i>	-	3
	<i>Dodonaea viscosa</i>	-	1
	<i>Solanea hirsuta</i>	-	8
	<i>Styrax oblongus</i>	-	36
	<i>Styrax camporum</i>	-	15
	<i>Styrax ferrugineus</i>	-	8
Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i>	-	66
	<i>Vochysia discolor</i>	-	51
	<i>Qualea</i> sp.	-	4
	<i>Qualea dichotoma</i>	-	2
Número de espécies	17	86	
Total de indivíduos	1460	1602	

Nesse ambiente foram encontradas espécies com alturas maiores, com 3,2 metros em média (TAB. 1), como por exemplo: *Eremanthus incanus* (Asteraceae), *Kielmeyera lathrophyton* (Clusiaceae), *Terminalia* sp. (Combretaceae), *Vochysia discolor* (Vochysiaceae), *Bowdchia virgilioides* (Fabaceae), *Cupania* sp. (Sapindaceae), *Myrsine guianensis* (Myrtaceae), *Xylopia aromática* (Annonaceae) entre outras. Já as espécies *Protium spruceanum* (Burseraceae), *Protium heptaphyllum* (Burseraceae), *Xylopia sericea* (Annonaceae), *Calophyllum brasiliense* (Clusiaceae), *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae), encontradas nas áreas úmidas do Cerrado Rupestre exclusivamente dentro de Mata da Galeria inundada.

No ambiente de Campo Rupestre a vegetação constituiu-se de arbustos com altura média de 1,2 metros e possivelmente fitomassa foliar inferior em relação ao Cerrado Rupestre, com predominância de: *Lychnophora pohlii*, *Eremanthus glomerulatus*, *Palicourea rigida*, *Byrsonima* sp, *Eremanthus incanus*. É importante ressaltar que o ambiente amostrado

de Campo Rupestre obteve 58,8 % dos elementos da sua flora no ambiente Cerrado Rupestre, destacando-se o estrato subarbustivo-herbáceo (TAB.1).

De acordo com Mantovani & Martins (1988), a presença de ventos fortes que ocorre em certos períodos do dia, como também a fisionomia aberta da vegetação de campo, permitem a livre dispersão de diásporos anemocóricos em qualquer época do ano, uma vez que o vento não encontra obstáculos à sua passagem. Assim, as espécies anemocóricas herbáceo-subarbustivas do Campo Rupestre, por sua vez, podem ter influência de forma preferencial para sua ocorrência (TANNUS *et al.* 2006).

Dessa forma, o efeito em conjunto das variáveis climáticas, somado ao nível de rochosoidade, discutidos neste estudo, justifica as diferenças fitofisionômicas observadas no Cerrado Rupestre, em relação ao Campo Rupestre.

CONCLUSÃO

O ambiente de Campo Rupestre se distingue significativamente do Cerrado Rupestre principalmente em relação à maior velocidade do vento, menor umidade relativa máxima, menor pressão real e de saturação de vapor de água, menor temperatura máxima e média e menor amplitude térmica.

Diante do exposto, podemos inferir que os elementos climatológicos estudados atuam em conjunto, sendo seus efeitos observados de forma distinta no que se refere aos ambientes em posições geográficas diferentes, o que influencia os valores dessas variáveis climáticas.

Dessa forma podemos observar que a expressão da vegetação se dá em virtude de fatores climáticos e também do nível de rochosoidade, haja vista que as coberturas vegetais são diferentes nesses ambientes, e poucas dessas espécies se distribuem nos dois locais de estudo.

REFERÊNCIAS

ABREU, P. A. A.; FRAGA, L. M. S.; NEVES, S. C. Geologia. In: Silva, A. C.; Pedreira, L. V. S. F.; Abreu, P. A. A. **Serra do Espinhaço Meridional, paisagens e ambientes**. Belo Horizonte: O Lutador, Cap.1. 17-45. 2005.

ANDRADE, N. L. R.; AGUIAR, R. G.; SANCHES, L.; ALVES, E. C. R. F.; NOGUEIRA, J. S. Partição do saldo de radiação em áreas de floresta Amazônica e floresta de transição Amazônia-Cerrado. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.24, n.3, 346-355, 2009.

CARLESSO, R. Absorção de água pelas plantas: água disponível versus extrível e a produtividade das culturas. **Revista Ciência Rural, Santa Maria**, v.25, n.1, p.183-188, 1995.

CUPOLILLO, F. **Diagnóstico Hidroclimatológico da Bacia do Rio Doce**. 2008. 153p. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

DIAS, B. F. S. Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais não renováveis. 2.ed. Brasília: **Fundação Pró-Natureza**, 97p. 1996.

IBGE. **Geografia do Brasil: Região Sudeste**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. p.667.

ISHARA, K. L.; MAIMONI-RODELLA, R. C. S. Community structure and comparative analysis of the woody component of a Cerrado remnant in Southeastern Brazil. **Revista Hoehnea**, Unesp, Botucatu, SP, 199-210, 2010.

KAMINO, L. H. Y.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; STEHMANN, J. R. Relações florísticas entre a fitofisionomias florestais da Cadeia do Espinhaço, Brasil. **Revista Megadiversidade**, Volume 4. Nº 1-2. Dezembro, 2008.

LIMA, F. J. L.; AMANAJÁS, J. C.; GUEDES, R. V. S.; SILVA, E. M. Análises de Componente Principal e de Agrupamento para estudo de ventos para a geração de energia eólica na região do Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Ambi-Agua**, Taubaté, v.5, n.2, p. 188-201, 2010.

LIMA, J. E. F. W.; SILVA, C. L.; OLIVEIRA, C. A. Comparação da evapotranspiração real simulada e observada em uma bacia hidrográfica em condições naturais do cerrado. **Revista Agriambi**, Campina Grande - PB, UFPB v.5, n.1, p.33-41, 2001.

MANTOVANI, W.; MARTINS, F. R. Variações fenológicas das espécies do cerrado da reserva biológica de Moji-Guaçu, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**. 11:101-112.1988.

MCCUNE, B.; MEFFORD M. J. Multivariate analysis of ecological data, **Users guide**. MjM, PC-ORD version 4.0, Software Design, Glaneden Beach, 1999.

MOURA, I. O.; RIBEIRO, K. T.; TAKAHASI, A. Amostragem da vegetação em ambientes rochosos. In: Felfili, J.M., Eisenlohr, P.V., Melo, M.M.R.F., Andrade, L.A., Neto, J.A.A.M. **Fitossociologia no Brasil**. Cap. 9, p. 255-294, Viçosa, MG : Ed. UFV, 2011.

NAKAJIMA, J. N.; ROMERO, R. Espécies endêmicas do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, V.22, n.2 (suplemento), p.259-265, out. 1999.

NERI, A. V.; NETO, J. A. A. M.; SILVA, A. F.; MARTINS, S. V.; SAPORETTI JUNIOR, A. W. Composição florística de uma área de cerrado *sensu stricto* no Município de Senador Modestino Gonçalves, Vale do Jequitinhonha (MG) e análise de similaridade florística de algumas áreas de cerrado em Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.6, p.1109-1119, 2007.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1989. 421p.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FLUMINHAN-FILHO, M. Ecologia da vegetação do parque florestal quedas do rio bonito. **Revista Cerne**, V.5, N.2, P.051-064, 1999.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS.; P. C. **Agrometeorologia; Fundamentos e Aplicações Práticas**. Ed: Agropecuária – Guaíba, 478p, 2002.

PINTO, J. R. R.; LENZA, E.; PINTO, A. S. Composição florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea em um Cerrado Rupestre, Cocalzinho de Goiás, Goiás. **Revista Brasileira de Botânica**, V.32, n.1, p.1-10, jan.-mar. 2009.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARAES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. CFSEMG – Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Viçosa/MG. 1999. 359p.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. **In Cerrado: ambiente e flora** (S.M. Sano & S.P. Almeida, eds.). Embrapa/CPAC, Planaltina, p.89-166. 2008.

RODY, Y. P.; ALMEIDA, A. Q.; RIBEIRO, A.; SEDIYAMA, G. C. Delimitação de sítios ambientais homogêneos no Estado do Espírito Santo, com base no relevo, solo e clima. **Revista Ciência Rural, Santa Maria**, v.40, n.12 p.2493-2498, dez, 2010.

ROMERO, R.; MARTINS, A. B. Melastomataceae do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, V.25, n.1, p.19-24, mar. 2002.

ROSENBERG, N. J.; VERMA, S. B.; BLAD, B. L. The radiation Balance. **In: Climate: the biological environment**. Ed: John Wiley & Sons, United States of America, p. 5-94, 1983.
SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. **Análise da germinação: Um enfoque estatístico**. Ed: UnB, Brasília, 248p, 2004.

SIQUEIRA, L. P.; MATOS, M.B.; MATOS, M.S.; PORTELA, R.C.Q.; BRAZ, M. I. G.; SILVA-LIMA, L. Using the variances of climate variables to determine edge effects in small atlantic rain Forest fragments, south-eastern Brazil. **Revista Ecotropica**, 10: 59–64, 2004.

TANNUS, J. L. S.; ASSIS, M. A.; MORELLATO, L. P. C. Fenologia reprodutiva em campo sujo e campo úmido numa área de Cerrado no sudeste do Brasil, Itirapina - SP. **Biota Neotrop**. Sep/Dec 2006.

TAPIA, G. J. Filmes técnicos para invernadores. **Revista de Plástico Modernos**, Madri, v.295,n.1,p.75-82, 1981.

THOMAS, D. S.; EAMUS, D.; SHANAHAN, S. Influence of season, drought and xylem ABA on stomatal responses to leaf-to-air vapour pressure difference of trees of the Australian wet-dry tropics. **Australian Journal of Botany**, 48: 143-151, 2000.

VOIGT, A. R. A.; SOFFIATTI, P.; FILHO, M. T.; LISI, C. S.; BOEGER, M. R. T. Anatomia comparada do lenho de *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) em fisionomias de cerradão e cerrado sensu stricto. **Revista Rodriguésia** 61(4): 603-613. 2010.

VOURLITIS, G. L.; NOGUEIRA, J. S.; LOBO, F. A.; SENDALL, K. M.; DE PAULO, S. R.; DIAS, C. A. A.; PINTO JR, O. B.; ANDRADE, N. L. R. Energy balance and canopy conductance of a tropical semi-deciduous forest of the southern Amazon Basin. **Water Resources Research**, v. 44, 2008.

CHANG, M. Functions of water. **In: Forest Hydrology: an introduction to water and forest** / Mingteh Chang.—2nd ed. Texas: Taylor & Francis, p. 5-22, 2006.

WANG, X. P.; TANG, Z. Y.; FANG, J. Y. Climatic Control on Forests and Tree Species Distribution in the Forest Region of Northeast China. **Journal of Integrative Plant Biology**. Volume 48. N° 7. 2006.

ESTRUTURA POPULACIONAL DA ESPÉCIE *LYCHNOPHORA POHLII* EM VEGETAÇÃO DE CAMPO RUPESTRE E VARIÁVEIS DO SOLO EM DIAMANTINA –MG

GIANOTTI, André Rodrigues da Cunha. Estrutura populacional da espécie *Lychnophora pohlii* em vegetação de Campo Rupestre e variáveis do solo em Diamantina – MG.2012. 61 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012.

RESUMO

A espécie *Lychnophora pohlii* (Asteraceae), conhecida como Arnica-mineira, é uma planta largamente utilizada na medicina popular e muito abundante na vegetação de Campo Rupestre de altitude. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo estudar a estrutura populacional dessa espécie e sua correlação entre as variáveis do solo em uma área de Campo Rupestre na região de Diamantina, Minas Gerais. Foram alocadas 10 parcelas contíguas de 20x50m, totalizando uma amostragem de 10.000m², localizada dentro do Campus JK da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Os indivíduos foram avaliados quanto à frequência, dominância e densidade. Realizou-se a correlação da densidade dessa espécie com 9 variáveis químicas e físicas do solo por meio da análise de correspondência canônica (ACC). A maior abundância de indivíduos (I) da espécie *L. pohlii* foi verificada nas parcelas 6 (com 255 I), 7 (173 I), 8 (189 I), 9 (159 I) e 1 (151 I). Verificaram-se nestas parcelas características florísticas e do solo semelhantes, resultando em uma proximidade espacial quando representadas nos diagramas da ACC. A espécie *Lychnophora pohlii* demonstrou capacidade de existência com maior abundância em microambientes pedológicos favoráveis ao estabelecimento da espécie como estratégia de adaptação às perturbações ambientais. Essa separação se fez com base principalmente nos valores mais elevados de fósforo remanescente, saturação por bases, pH e areia grossa, e, por outro lado, os menores valores de H+Al, matéria orgânica e argila.

Palavras-chave: Savana. Solos florestais. Análise de correspondência canônica.

POPULATION STRUCTURE OF THE SPECIES *LYCHNOPHORA POHLII* FIELD RUPESTRIAN IN GROWTH AND VARIABLES IN SOIL DIAMANTINA-MG

Gianotti, André Rodrigues da Cunha. Estrutura populacional da espécie *Lychnophora pohlii* em vegetação de Campo Rupestre e variáveis do solo em Diamantina - MG . 2012. 61p. Dissertation (Master's degree in Forest Science) – Faculdade de Ciências Agrárias. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina. 2012.

ABSTRACT

The specie *Lychnophora pohlii* (Asteraceae), known as "Arnica-mineira", is a plant widely used in folk medicine and abundant vegetation in the Field Rupestrian of height. This work aimed to study the population structure of this species and its the correlation between soil variables in an area of Field Rupestrian in the region of Diamantina, Minas Gerais. Were allocated 10 contiguous parcels of 20x50 m, with a total sample of 10,000 m² located within Campus JK of the Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Subjects were evaluated as to frequency, dominance and density. Went conducted the correlation between the density of this species with nine chemical and physical variables of the soil through canonical correspondence analysis (CCA). The greater abundance of individuals (I) of the species *L. pohlii* was observed in plots 6 (with 255 I), 7 (173 I), 8 (189 I), 9 (I 159) and 1 (151 I). As seen in these parcels characteristics floristic and similar soil, resulting in a spatial proximity when represented in the diagrams of the ACC. The specie *Lychnophora pohlii* demonstrated the ability of existence with greater abundance in soil microenvironments favorable to the establishment of the specie as a strategy to adapt to environmental perturbations. This separation was made based mainly on higher values of phosphorus balance, saturation, pH and coarse sand, and on the other hand the lowest values of H + Al, organic matter and clay.

Keywords: Savannah. Forest soils. Canonical correspondence analysis.

INTRODUÇÃO

As fisionomias do cerrado se distribuem pelos planaltos de até 1300 metros de altitude, dando lugar aos Campos Rupestres e aos de Altitude nos trechos mais elevados (RODRIGUES; CARVALHO, 2001). Esses trechos apresentam particularidades tanto pelo substrato, composto por afloramentos de rocha, quanto pela composição florística, que inclui endemismos e aglomerados de espécies como candeias (DINIZ *et al.*, 2010). O cerrado apresenta um endemismo de 44% da flora (KLINK; MACHADO, 2005). Além disso, a fitofisionomia apresenta várias espécies ameaçadas de extinção e também de grande utilização medicinal (MENDONÇA; LINS, 2000).

Exemplo de uso medicinal é o gênero *Lychnophora sp.*, conhecido em muitos lugares como “Arnica-Mineira” (SEMIR, 1991). A arnica abrange as espécies de destaque dos campos sobre afloramentos de quartzitos (Campos Rupestres) de Minas Gerais, por ser amplamente utilizada nos tratamentos de ferimentos, contusões ou hematomas e de lesões por picadas de insetos (SOUZA *et al.*, 2003). Apesar dos investimentos nos últimos anos, ainda são poucos os estudos correlacionados entre as variáveis do solo e a estrutura populacional de plantas no cerrado, considerado como um dos “hotspots” da biodiversidade (MATIKOSANO *et al.*, 2008).

Considerando a necessidade de estudos sobre a comunidade vegetal do Campo Rupestre, este trabalho teve como objetivo realizar o levantamento florístico e fitossociológico, bem como fazer correlações entre as variáveis do solo e a espécie arbustiva *Lychnophora pohlii* de vegetação de Campo Rupestre no Campus Juscelino Kubitschek de Oliveira (Campus JK) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), a fim de criar subsídios para incentivar a proteção e a valorização desse tipo de área vegetada.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo está localizada no município de Diamantina, Minas Gerais, no Campus JK da UFVJM, na altitude de 1387m, com 18°10'S latitude e longitude 43°30'W. O clima da região é Cwb, segundo a classificação Köppen, ou seja, tropical de altitude com chuvas de verão: verões frescos (CUPOLILLO, 2008). De forma mais detalhada, segundo a classificação climática elaborada por Nimer (1989) para Diamantina, o clima é tropical com

domínio climático subquente e subdomínio semiúmido, apresentando uma variedade climática de 4 a 5 meses secos (IBGE, 1977). A vegetação predominante da região são formações de cerrado (ver fotografias dos ambientes de estudo APÊNDICE D e E).

As parcelas para a análise da vegetação e de solo foram distribuídas em um local estratégico para representar as condições de crescimento da espécie *Lychnophora sp.*, obedecendo critério visual de maior cobertura dessa espécie. Dessa forma, o levantamento fitossociológico foi feito com a locação de um bloco amostral de 1,0 ha de solo coberto por vegetação, a qual foi dividida em subparcelas contíguas de 1000m² (20x50 m). Para a amostragem de solo foram coletadas 6 amostras simples de 0 a 20cm, formando uma amostra composta, nas dez parcelas (RIBEIRO *et al.*, 1999). Todas as amostras de solo foram identificadas e acondicionadas em sacos plásticos e destinadas para as análises físico-químicas, secas ao ar, homogeneizadas e peneiradas em malha de 2mm.

As análises de solo foram realizadas segundo protocolo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa (1997) nos laboratórios do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Viçosa (UFV), onde se avaliaram as seguintes propriedades: i) químicas - pH, acidez potencial ($H^+ + Al^{3+}$), alumínio trocável (Al^{3+}), bases trocáveis (Ca^{2+} , Mg^{2+}), potássio disponível (K^+), fósforo (P-disponível), fósforo remanescente (P-rem) micronutrientes (Zn, Fe e Cu), capacidade de troca de cátions efetiva (CTC efetiva), capacidade de troca de cátions a pH 7 (CTC pH 7), soma de bases (S), saturação por bases (V), saturação por alumínio (m), matéria orgânica (Walkley Black); ii) físicas – granulometria; areia grossa, areia fina, silte e argila (ver APÊNDICE A).

Na vegetação de Campo Rupestre foram levantados todos os indivíduos vivos com circunferência ao nível do solo (CAS) igual ou maior que 3,0cm, o que incluiu em sua maioria vegetação arbustiva. Para cada indivíduo, foram registrados o nome da espécie e os valores da CAS e a altura total. Para descrever a estrutura comunitária dos ambientes, foram calculados, para as espécies e famílias botânicas, os seguintes parâmetros fitossociológicos: densidade, frequência e dominância, tanto absolutos como relativos, bem como os índices de valor de importância (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974).

Os indivíduos foram identificados no campo apenas no caso de espécies muito bem conhecidas; os demais tiveram amostras de material botânico coletadas para posterior identificação. Espécies não lenhosas como as da família Velloziaceae foram excluídas para padronização da análise do estrato. As espécies foram identificadas por meio de literatura

especializada (SILVA JUNIOR *et al*, 2005), por especialistas e por comparação com exsicatas do Herbário Dendrológico Jeanini Felfili (HDJF) da UFVJM.

Relacionou-se a distribuição das abundâncias das espécies com as variáveis ambientais do solo por meio de uma ordenação gerada pela análise de correspondência canônica (ACC). Parte-se do princípio de que a variação da vegetação, em termos de abundância das espécies, está intimamente ligada às variáveis ambientais. A matriz de variáveis ambientais por parcela incluía inicialmente as 22 variáveis de solo. Após uma análise preliminar, 13 dessas variáveis foram eliminadas devido a correlações baixas ($< 0,4$ com eixos 1 e 2). Exemplo disso estavam as variáveis K, Ca, Mg, muito redundantes, que foram melhor representadas pelo valor V.

No processamento da ACC, utilizou-se o programa PC-ORD for Windows versão 4.14, segundo Mccune e Mefford (1999) para produzir uma ordenação com vários eixos, na qual a distribuição das espécies e parcelas é representada por triângulos, enquanto que as variáveis ambientais são representadas pelo nome da variável indicando a direção do seu gradiente máximo, sendo o comprimento do vetor proporcional à correlação da variável com os eixos. Para melhorar a compreensão, o gráfico de ordenação foi separado em dois diagramas: um com a ordenação das parcelas, relacionado com as variáveis ambientais, e outro com a ordenação das abundâncias da espécie *Lychnophora pohlii* representado pelo tamanho do triângulo (parcela). Quanto maior o triângulo maior o número de indivíduos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Campo Rupestre da área de estudo, foram amostradas 19 espécies lenhosas distribuídas em 12 famílias e 16 gêneros (TAB. 1). As famílias com valor em ordem decrescente de espécies foram *Asteraceae* (com 4 espécies), *Malpighiaceae* (2), *Myrsinaceae* (2), *Melastomataceae* (2), *Rubiaceae* (1), *Erythroxylaceae* (1), *Clusiaceae* (1), *Fabaceae* (1), *Marcgraviaceae* (1), *Myrtaceae* (1), *Lythraceae* (1), *Clusiaceae* (1), *Araliaceae* (1). Das famílias encontradas, 90,34% dos indivíduos estão representados pela espécie *Lychnophora pohlii* conhecida popularmente como arnica mineira (TAB.1).

As florestas anãs altimontanas, como os arnicais, podem ser consideradas como conglomerado do Campo Rupestre em sua transição para o Cerrado Rupestre propriamente dito (OLIVEIRA-FILHO; FLUMINHAN-FILHO, 1999). O grau de endemismos locais é importante critério para determinar áreas com potencial para conservação e deve ser uma preocupação nos estudos de floras regionais. O gênero *Lychnophora sp.* (*Asteraceae*) é

restrito à área dos Campos Rupestres (NAKAJIMA; ROMERO, 1999). As espécies com maiores índices do valor de importância (IVI) em ordem decrescente foram: *Lychnophora pohlii*, *Eremanthus glomerulatus*, *Palicourea rigida*, *Byrsonima* sp, *Eremanthus incanus*. Juntas, estas cinco espécies representam 84,03% do IVI total, 96,57% da densidade total e somente a *Lychnophora pohlii* 89,49% da dominância relativa (TAB.1). Com isso, a família que se destacou em abundância foi principalmente a *Asteraceae*, totalizando 94,29% da densidade total dos indivíduos. As espécies que apresentaram maiores densidades foram: *Lychnophora pohlii*, *Eremanthus glomerulatus*, *Palicourea rígida*, *Byrsonima* sp. *Eremanthus incanus*, que representam 26,31% do total de espécies. Com um valor muito alto no número de indivíduos a *Lychnophora pohlii*, foi a única que ocorreu em todas as parcelas apresentando frequência de 100%.

TABELA 1

Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas em um 1ha de Campo Rupestre do Município de Diamantina-MG, Brasil, em ordem decrescente do valor de importância (IVI%). NI-número de indivíduos, DR-densidade relativa %, DoR-dominância relativa %, e FR-frequência relativa %

FAMÍLIA	ESPÉCIES	NI	DR	DoR	FR	IVI
ASTERACEAE	<i>Lychnophora pohlii</i> Sch. Bip	1319	90.34	89.49	17.24	65.69
ASTERACEAE	<i>Eremanthus glomerulatus</i> Less.	49	3.36	2.82	10.34	5.51
RUBIACEAE	<i>Palicourea rigida</i> Kunth	12	0.82	0.56	12.07	4.48
MALPIGHIACEAE	<i>Byrsonima</i> sp.	18	1.23	1.38	10.34	4.32
ASTERACEAE	<i>Eremanthus incanus</i> (Less.) Less.	12	0.82	0.91	10.34	4.03
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum suberosum</i> A.St.-Hil.	9	0.62	1.1	5.17	2.3
CLUSIACEAE	<i>Kielmeyera lathrophyton</i> Saddi	8	0.55	0.82	5.17	2.18
MALPIGHIACEAE	<i>Byrsonima crassa</i> Nied.	8	0.55	0.3	5.17	2.01
FABACEAE	<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	4	0.27	0.22	5.17	1.89
ASTERACEAE	<i>Asteraceae</i> 1	4	0.27	0.54	3.45	1.42
MYRSINACEAE	<i>Myrsine</i> sp.	5	0.34	0.68	1.72	0.92
MARCGRAVIACEAE	<i>Norantea</i> sp.	2	0.14	0.56	1.72	0.81
MYRTACEAE	<i>Myrtaceae</i> sp.	2	0.14	0.21	1.72	0.69
LYTHRACEAE	<i>Lafoensia vandelliana</i> Cham. & Schltld.	2	0.14	0.13	1.72	0.66
CLUSIACEAE	<i>Clusia criuva</i> Cambess.	2	0.14	0.08	1.72	0.65
MELASTOMATACEAE	<i>Tibouchina candolleana</i> (Mart. ex DC.) Cogn.	1	0.07	0.04	1.72	0.61
ARALIACEAE	<i>Schefflera macrocarpa</i> (Cham. & Schltld.)	1	0.07	0.05	1.72	0.61
MYRSINACEAE	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	1	0.07	0.04	1.72	0.61
MELASTOMATACEAE	<i>Lavoisiera</i> sp.	1	0.07	0.05	1.72	0.61

As estimativas dos parâmetros relativos à fitossociologia, que estão apresentadas na TAB.1, foram contabilizadas no total 1460 indivíduos.ha⁻¹, representando uma área basal total de 2,48 m².ha⁻¹ sendo somente para a espécie *Lychnophora pohlii* 1319 indivíduos.ha⁻¹ e 2,19

m².ha⁻¹. Semelhante resultado para densidade obteve o trabalho de DINIZ *et al.* (2010) realizado em Campo Rupestre, na região de Lavras-MG, o qual apresentou 2000 indivíduos.ha⁻¹ de *Lychnophora pinaster*. Esse número foi um pouco maior do que o deste trabalho, pois o critério de inclusão foi ao nível do solo, não havendo limite do tamanho do diâmetro para inclusão.

Os resultados obtidos na análise de correspondência canônica (ACC) entre a distribuição da espécie *Lychnophora pohlii* com os maiores valores de abundância podem ser visualizados nos diagramas da FIG. 1.

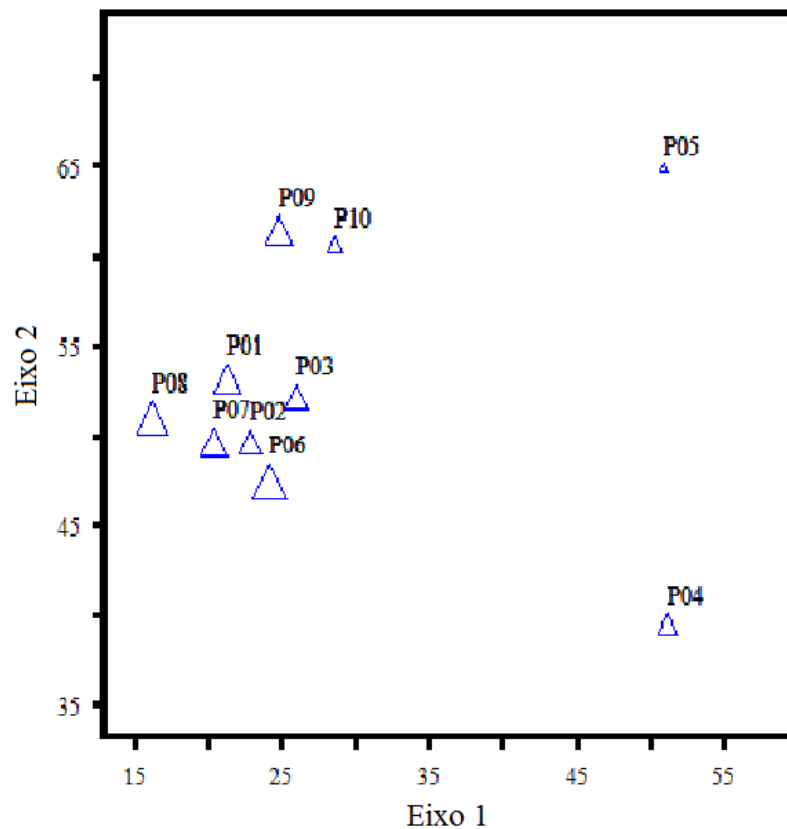


FIGURA 1- Inter-relação entre a distribuição dos locais (ambientes de estudo) e apenas a espécie *Lychnophora* sp. com os maiores valores de abundância na amostragem total. P01 a P10 representam as 10 parcelas amostradas, e o tamanho dos triângulos é proporcional ao número de indivíduos.

A análise de densidade, apresentada na FIG. 1, relacionou maior abundância da espécie *L. pohlii* na parte oeste que corresponde a uma posição central à esquerda do diagrama, com destaque para a parcela 6 com o maior número de indivíduos (255).

As outras parcelas com altas abundâncias foram registradas na amostragem (parcela 7 com 173 indivíduos, parcela 8 com 189, parcela 9 com 159 e parcela 1 com 151), representando uma tendência na redução da densidade em direção à parte leste do diagrama,

ou seja, parcela 10 com 69 indivíduos, parcela 4 com 78 indivíduos e parcela 6 com 29 indivíduos.

A ocorrência de micro-habitats diferentes, como características pedológicas com condições favoráveis ao estabelecimento do indivíduo e dispersores em uma área, também é fator responsável pelo padrão de distribuição das plantas. Além desse fator, a reprodução assexuada, por meio de brotação, também pode influenciar a estrutura de populações vegetais como, por exemplo, ter influenciado no padrão de distribuição da espécie estudada (RAVEN *et al.*, 2001). Miranda *et al.* (2007) comentam que a densidade expressa a habilidade das espécies vegetais em colonizar o ambiente. Conforme observado por Souza *et al.* (2003), a espécie *Lychnophora pinaster* Mart pode apresentar regeneração de suas gemas axilares. Assim, a propagação vegetativa pode ser um dos fatores responsáveis pela grande abundância dessa planta constatada neste estudo.

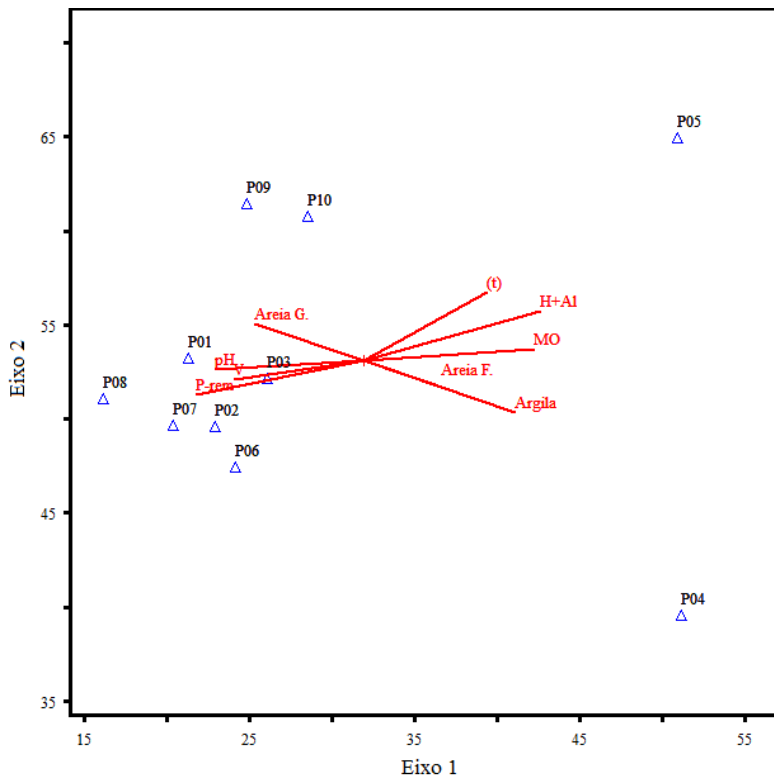


FIGURA 2- Eixo de ordenação produzido pela análise de correspondência canônica das dez parcelas amostradas, em vegetação de Campo Rupestre; inter-relações entre a distribuição dos locais (ambientes de estudo) e as variáveis ambientais de solo.

A ACC produziu autovalores baixos, respectivamente 0,28, 0,25 e 0,18 para os eixos de ordenação 1, 2 e 3, indicando a existência de gradientes curtos, ou seja, a maioria das

espécies ocorre em todo o gradiente, variando essencialmente suas abundâncias (TER BRAAK, 1987). O autovalor é o peso relativo de cada eixo na explicação da variância total dos dados (SANTOS *et al.*, 2000). Os três eixos explicaram 25.3%, 22.7%, 16.1% da variância global (total acumulado de 64.2%), indicando que pouca variância remanescente não foi explicada. Ou seja, esses valores indicam que as variáveis ambientais medidas foram aparentemente suficientes para explicar a maior parte da variação da abundância das espécies relacionada ao ambiente, embora reste ainda uma quantidade de variação não explicada. Dessa forma, estes resultados indicam a existência de microambientes favoráveis ao estabelecimento da espécie *Lychnophora pohlii* corroborando os resultados de abundância e estrutura de tamanho da população estudada (FIG.2), apesar de que baixos valores de variância percentual para abundâncias de espécies são comuns em dados de vegetação e não prejudicam a significância das relações espécie/ambiente (TER BRAAK, 1988).

Com efeito, os testes de permutação de Monte Carlo indicaram que as abundâncias das espécies e as variáveis ambientais foram significativamente correlacionadas ($P < 0.01$ para os dois primeiros eixos).

As variáveis ambientais com correlações internas mais fortes ($r > 0.6$) com o primeiro eixo foram, em ordem decrescente: H+Al ($r = 0,845$), MO ($r = 0,811$), P-rem ($r = 0,802$), Argila ($r = 0,719$), pH ($r = 0,711$), saturação por bases ($r = 0,623$). Para o segundo eixo com correlações internas mais fortes ($r > 0,3$) foram em ordem decrescente: CTC efetiva ($r = 0,445$), argila ($r = 0,330$), H+Al ($r = 0,324$). Os dois eixos de ordenação distinguiram, com grande evidência, os subgrupos pedológicos, concentrando as parcelas com maiores números de indivíduos (1, 2, 3, 6, 7, 8 e 9) da espécie *Lychnophora pohlii* no quadrante oeste que corresponde a uma posição central à esquerda (FIG.2). Essa separação se fez com base principalmente nos valores mais elevados de P-rem, saturação por bases, pH e areia grossa, e pelos menores valores de H+Al, MO e argila.

Esse fato revela que o fator mais restritivo ao crescimento e desenvolvimento vegetal da *Lychnophora pohlii* é o alto nível de H + Al somado aos maiores teores de matéria orgânica e argila e também menores teores de areia grossa e saturação de bases.

As condições restritivas de solo são refletidas no quadrante localizado a sudeste e nordeste, à direita na parte inferior e na superior, respectivamente, no qual concentram-se as parcelas 4 e 5, ambas com menores números de indivíduos da espécie *Lychnophora pohlii* (FIG. 2). Este resultado indica a existência de microambientes favoráveis ao estabelecimento

da espécie, corroborando com os resultados de densidade e correlações edáficas produzidas pela ACC da população estudada neste trabalho.

CONCLUSÃO

Mesmo sob condições extremas, às quais é submetida no Campo Rupestre, a espécie *Lychnophora pohlii* se mostrou uma planta de grande abundância, principalmente se comparada à abundância de espécies nas mesmas condições edáficas.

Tal característica estrutural é possivelmente assegurada pela eficiência deste grupo na capacidade de existência em microambientes edáficos favoráveis ao estabelecimento da espécie como estratégia de adaptação às perturbações ambientais como evidenciado neste estudo.

REFERÊNCIAS

CUPOLILLO, F. **Diagnóstico Hidroclimatológico da Bacia do Rio Doce**. 2008. 153p. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

DINIZ, E.S.; PAVANELLI, A.P.; JUNIOR, F.J.S. Estrutura populacional de *Lychnophora pinaster Mart.* em um trecho de Campo Rupestre no sul de Minas Gerais, Brasil. **Pesquisas, Botânica**, São Leopoldo: Instituto Anchietao de Pesquisas, N° 61:191-204, 2010.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro, 1997.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Geografia do Brasil: Região Sudeste**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. p.667.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do cerrado brasileiro. **Revista Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 147-155, jul. 2005.

MATIKOSANO, S.; ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J.F (Eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília: Embrapa-informação tecnológica. 2008.1279 p.

MCCUNE, B. & MEFFORD, M. J. **Multivariate analysis of ecological data**. MjM Software, Gleneden Beach, 1999.

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

MIRANDA, S.C.; SILVA-JUNIOR, M.C.; SALLES, L.A. A comunidade lenhosa de Cerrado Rupestre da Serra Dourada, Goiás. **Revista Heringeriana**, Brasília-DF, 1(1): 43-53, 2007.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: Wiley, 1974. 547 p.

NAKAJIMA, J.N., ROMERO, R. Espécies Endêmicas do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, V.22, n.2 ,p.259-265, out. 1999.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1989. 421p.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; FILHO-FLUMINHAN, M. Ecologia da vegetação do Parque Florestal Quedas do Rio Bonito. **Cerne**, Lavras-MG, V.5, N.2, P.051-064, 1999.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARAES, P.T.G. e ALVAREZ, V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. CFSEMG – Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Viçosa/MG. 1999. 359p.

RODRIGUES, V.E.G.; CARVALHO, D.A. **Plantas medicinais no domínio do cerrado**. Lavras, UFLA. 2001. 180 p.

SANTOS, M.; ROSADO, S.C.S.; OLIVEIRA-FILHO, A.T, CARVALHO, D. Correlações entre variáveis do solo e espécies herbáceo-arbustivas de dunas em revegetação no litoral norte da Paraíba. **Cerne**, Lavras-MG V.6, N.1, P.019-029, 2000.

SEMIR, J. **Revisão Taxonômica de *Lychnophora Mart. (Vernonieae: Compositae)***. 1991. 549 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - UNICAMP, Campinas.

SILVA JUNIOR, M.C; SANTOS, G.C.; NOGUEIRA, P.E.; MUNHAZ, C.B.R.; RAMOS, A.E. **100 árvores do cerrado**. 278 p. Manual de campo. Ed. Rede de Sementes do Cerrado, Brasília, 2005.

SOUZA, A.V.; PINTO, J.B.P.; BERTOLUCCI, S.K.Z.; CORRÊA, R.M.; CASTRO, E.M. Germinação de embriões e multiplicação In Vitro de *Lychnophora pinaster Mart.* **Ciências Agrotécnicas**, edição especial: p.1532-1538, 2003.

TER BRAAK, C. J. F. The analysis of vegetation environment relationships by canonical correspondence analysis. **Vegetation** V. 69 n.(1): p.69-77, 1987.

CONCLUSÃO GERAL

Comparando os dois ambientes, o Campo Rupestre se distingue do Cerrado Rupestre principalmente em relação à maior velocidade do vento, menor umidade relativa máxima, menor pressão real e de saturação de vapor de água, menor temperatura máxima e média e menor amplitude térmica.

Podemos inferir que os elementos meteorológicos observados atuam em conjunto, sendo seus efeitos observados de forma distinta no que refere aos ambientes em posições geográficas diferentes, o que influenciou os valores aferidos para essas variáveis climáticas. Dessa forma podemos observar que a expressão da vegetação se dá em virtude de fatores climáticos e também nível de rochividade, haja vista que as coberturas vegetais são diferentes nesses ambientes, e poucas dessas espécies se distribuem nos dois locais de estudo.

Mesmo sob condições extremas, às quais é submetida no Campo Rupestre, a espécie *Lychnophora pohlii* se mostrou uma planta de grande abundância, principalmente se comparada à abundância de espécies nas mesmas condições edáficas.

APÊNDICE A – Características químicas e físicas da camada superficial (0-20 cm) das 10 parcelas de Campo Rupestre de Diamantina, MG, Brasil.

Parcela	pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	(t)	(T)	V	m	MO	Prem	Zn	Fe	Cu	AreiaG.	AreiaF.	Silte	Argila
	H2O	mg/dm ³		cmolc/dm ³						%		dag/kg	mg/L	mg/dm ³			dag/Kg				
1	4,8	1,5	14	0,03	0,05	0,2	2,1	0,09	0,3	2,2	4,1	69	1,28	51,8	1,5	61	0,07	41	55	1	3
2	5,09	1,4	9	0,03	0,03	0,8	2,5	0,05	0,9	0,9	2	94,1	1,02	53,1	0,5	43	0,00	28	66	1	5
3	4,51	1,2	14	0,03	0,03	0,6	2,6	0,07	0,7	0,7	2,6	89,6	1,41	49,1	0,5	49,7	0,00	32	62	0	6
4	4,25	1,7	16	0,03	0,04	0,9	4,5	0,08	1,0	4,6	1,7	91,8	1,79	45,4	0,3	109,4	0,00	26	65	2	7
5	4,28	2	24	0,03	0,05	1,4	7,3	0,11	1,5	7,4	1,5	92,7	2,3	34,8	0,9	84,7	0,02	27	64	2	7
6	5,09	1,9	17	0,03	0,04	0,6	3,3	0,08	0,7	3,4	2,4	88,2	1,54	48,6	1,9	36,6	0,02	37	54	3	6
7	4,69	1,5	12	0,03	0,03	0,9	2,6	0,06	1,0	2,7	2,3	93,8	1,28	49,5	0,5	30	0,00	37	58	1	4
8	4,4	1,7	16	0,03	0,03	0,5	3,3	0,07	0,6	3,4	2,1	87,7	1,41	52,5	0,4	35,9	0,00	29	66	1	4
9	4,5	1,9	12	0,03	0,03	0,4	2,5	0,06	0,5	2,6	2,3	87	0,9	53,6	0,6	33,8	0,00	30	67	0	3
10	4,87	2	8	0,03	0,04	1,4	3,1	0,06	1,5	3,2	1,9	95,9	1,15	53,7	1,7	27,1	0,00	46	49	2	3

*pH em água, KCl e CaCl - Relação 1:2,5; * P - Na - K - Fe - Zn -Mn - Cu – Extrator Mehlich 1; * Ca -Mg -Al - Extrator: KCl - 1mol/L; * H + Al – Extrator Acetato de Cálcio 0,5mol/L - pH 7,0; *B - Extrator água quente; *S - Extrator - Fosfato monocálcico emácido acético *Mat. Org. (MO) = C.Org x 1,724 -Walkley-Black; *SB = Soma de Bases Trocáveis; * CTC (t) - Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; *CTC (T) - Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0 ; *V= Índice de Saturação de Bases; * m= Índice de Saturação de Alumínio; *P-rem= Fósforo Remanescente

APÊNDICE B. – Características químicas e físicas da camada superficial (0-20 cm) das 10 parcelas de Cerrado Rupestre de Diamantina, MG, Brasil.

Parcela	pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	(t)	(T)	V	m	MO	Prem	Zn	Fe	Cu	AreiaG.	AreiaF.	Silte	Argila
	H2O	mg/dm ³		cmolc/dm ³						%		dag/kg	mg/L	mg/dm ³			dag/Kg				
1	4.45	1.6	30	0	0.05	1.1	6.1	0.13	1.23	1.2	2.1	89	2.56	40.2	3.17	117	0.09	33	53	4	10
2	4.3	1.6	41	0	0.06	1.3	4.9	0.16	1.46	1.5	3.2	89	2.56	38.2	2.08	88.9	0.12	24	60	3	13
3	4.61	1.6	93	0	0.09	1.4	6.6	0.33	1.73	1.7	4.8	81	2.81	38.9	3.42	74.2	0.01	27	56	4	13
4	4.48	1.7	41	0	0.06	1.4	5.9	0.16	1.56	6.1	2.6	90	2.43	38.2	1.38	103	0	26	61	0	13
5	4.34	2.3	44	0	0.08	1.6	7.1	0.19	1.79	7.3	2.6	89	3.2	32.3	1.07	87.4	0.02	31	52	7	10
6	4.45	2.5	48	0	0.06	2.4	12.2	0.18	2.58	12	1.5	93	6.08	25.4	1.13	81.7	0.24	27	54	2	17
7	4.45	1.8	38	0	0.06	1.95	8.9	0.155	2.11	9.1	1.7	93	4.415	30.55	1.285	104	0.05	23	60	4.5	12.5
8	4.765	2.3	29	0	0.06	1.35	7.85	0.13	1.48	8	1.65	91	4.67	29.3	1.6	116	0	26	57.5	5.5	11
9	4.625	2.5	26	0	0.07	2.15	12.6	0.135	2.29	13	1.15	93	6.305	23.3	1.515	96.4	0	22	51	15.5	11.5
10	4.64	2.1	57	0	0.11	2.25	15.2	0.255	2.51	15	1.9	88	8.96	15.5	1.435	330	0.05	20	55	7	18

pH em água, KCl e CaCl - Relação 1:2,5; P - Na - K - Fe - Zn -Mn - Cu – Extrator Mehlich 1;* Ca -Mg -Al - Extrator: KCl - 1mol/L;* H + Al – Extrator Acetato de Cálcio 0,5mol/L - pH 7,0; *B - Extrator água quente; *S - Extrator - Fosfato monocálcico em ácido acético *Mat. Org. (MO) = C.Org x 1,724 -Walkley-Black; *SB = Soma de Bases Trocáveis;* CTC (t) - Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; *CTC (T) - Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0 ;*V= Índice de Saturação de Bases;* m= Índice de Saturação de Alumínio; *P-rem= Fósforo Remanescent

APÊNDICE C. Descrição dos equipamentos Instalados nas Estações Meteorológicas

Sensores	Campus JK (Juscelino Kubitschek) – Ambiente de Campo Rupestre	Sítio Santa Helena - Ambiente de Cerrado Rupestre
Data logger	CR10-X da Campbell Scientific	CR200 da Campbell Scientific
Temperatura e Umidade Relativa	VAISALA (medidor de temperatura e umidade relativa: termistor de resistência de platina (PRT), range de -40 a +60°C e 0-100% acurácia de +-3% para umidade 10-90%)	VAISALA (medidor de temperatura e umidade relativa: termistor de resistência de platina (PRT), range de -40 a +60°C e 0-100% acurácia de +-3% para umidade 10-90%)
Precipitação	TAXAS ELETRONICS (Pluviômetro com elemento sensor de pulso eletrônico funcionamento por sistema de balança com pelo menos 0,1mm resolução. Diâmetro de 8cm e acurácia de 1%)	TAXAS ELETRONICS (Pluviômetro com elemento sensor de pulso eletrônico funcionamento por sistema de balança com pelo menos 0,1mm resolução. Diâmetro de 8cm e acurácia de 1%)
Irradiância Solar Global	KIPP & ZONEM (Medidor de radiação solar global piranômetro com espectro luminoso de 305 a 2800nm. Acurácia de 10% irradiância máxima de 2000W/m ² , saída do sinal de 0 a 50mv, sensibilidade de 10 a 35uv/Wm ²)	PIRANÔMETRO FOTOVOLTAICO CS 300 (Medidor de radiação solar global CS300 utiliza um detector de fotovoltaicos de silício com espectro luminoso na faixa de 300 a 1000nm. Acurácia de 5%, irradiância máxima de 2000W/m ² , saída padrão do sinal é 0.2 mV por W m ⁻² que fornece um sinal de 200 mV em luz solar total)
Vento	MET ONE (Medidor de direção e velocidade do vento, anemômetro, conjunto de canecas de alumínio com funcionamento de pulso eletrônico, com sensor de direção do vento acoplado, range de 0 a 360° resolução de 0,5°)	ANEMOMETRO 03002 RM YOUNG (Medidor de direção e velocidade do vento, anemômetros com três copos para medir a velocidade do vento, com funcionamento de impulso eletrônico direção do vento é apontada por um potenciômetro, alcance de 0 a 360 ° resolução 0,5°)

Fonte: www.campbellsci.com.br



APÊNDICE D. - Imagens fotografadas do ambiente de estudo Campo Rupestre em fevereiro do ano de 2012.



APÊNDICE E. - Imagens fotografadas do ambiente de estudo Cerrado Rupestre em fevereiro do ano de 2012.