

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E
RECURSOS NATURAIS**

A influência dos fatores abióticos na determinação dos padrões florísticos existentes na estação Ecológica de Itirapina, SP.

Marcelo Boccia Leite

Trabalho apresentado Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais para obtenção do título de Doutor em Ciências.

SÃO CARLOS
2014

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E
RECURSOS NATURAIS**

A influência dos fatores abióticos na determinação dos padrões florísticos existentes na estação Ecológica de Itirapina, SP.

Marcelo Boccia Leite

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais,
Como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Dalva M. da Silva Matos

SÃO CARLOS
2014

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

L533if

Leite, Marcelo Boccia.

A influência dos fatores abióticos na determinação dos padrões florísticos existentes na estação Ecológica de Itirapina, SP / Marcelo Boccia Leite. -- São Carlos : UFSCar, 2014.

121 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2014.

1. Cerrados. 2. Lençol freático. 3. Comunidades vegetais. 4. Cerrado "*sensu stricto*". 5. Fitofisionomia. 6. Solos. I. Título.

CDD: 574.5247 (20^a)

MARCELO BOCCIA LEITE

Tese apresentada à Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Aprovada em 10 de março de 2014

BANCA EXAMINADORA

Presidente Dalva M. Silva Matos
Profa. Dra. Dalva Maria da Silva Matos
(Orientadora)

1º Examinador Ingrid Koch
Profa. Dra. Ingrid Koch
PPGDBC/UFSCar

2º Examinador Alessandra dos Santos Penha
Profa. Dra. Alessandra dos Santos Penha
PPGAA/UFSCar

3º Examinador Francisca L de Araújo
Profa. Dra. Francisca Soares de Araújo
UFC/Fortaleza-CE

4º Examinador M. Guarani
Profa. Dra. Maria Tereza Grombone Guaratini
Instituto de Botânica/São Paulo-SP

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela cessão da bolsa.

Aos meus pais, Marilda e Argemiro pelo carinho, amor e por todo o apoio dado durante esta minha longa jornada acadêmica.

À minha família pelo apoio incondicional, especialmente aos meus irmãos Marcus e Márcia e aos meus sobrinhos Henrique e Bia.

À minha orientadora Dalva Maria da Silva Matos por acreditar na minha capacidade desde a minha iniciação científica até o fim do doutorado, pelas broncas e incentivos nos momentos certos, pelo convívio e amizade fora do ambiente acadêmico. Muito obrigado!

À Rafael de Oliveira Xavier que além de ser um grande amigo, embarcou comigo nessa jornada “insana” de mais de 2 anos de campo, tornando-a possível pela divisão de esforços, despesas e experiências; pelos inúmeros momentos de descontração e pela ajuda na elaboração dessa Tese.

À Wagner Chiba (japoneis) que me ajudou nas coletas, na leitura e escrita de alguns capítulos dessa tese e pela amizade

Às inúmeras pessoas que me ajudaram em campo: Adécio (gaúcho), Maria Luiza (Malu), Melina (Mel), Raquel (Queeel), Cassinha, Fernandinho, Raquel (Miatto san), Chiba, Luizinho, Sidnei, entre outras. Obrigado pela ajuda e desculpa se esqueci de alguém!

Aos meus amigos de convívio mais intenso: Valéria (Val), Leandro Takao (japoneis), Lia, Naná, Marcelo Makino (gordão), Fernandinho, Pedro Gatti, Cassinha e Pedro amor, Andréia (Déia), Aline e Rafael, Renata, Maria Augusta (Guta), Sara e Reginaldo Sadao, Gaúcho, Cilene, Mariana (Mari-Mari). Obrigado pela amizade e pelos momentos de descontrações e alegrias!

Aos amigos de laboratório Mel, Rafael, Pavel, Fernanda Tibério, Quel, Chiba, Talita Renata, Paulo Rubim (Rubens), Isabela, Carol, Adécio, Malu, Gabrielas e outros pela ajuda em campo, pelos momentos de descontrações, pelas inúmeras e diversas formas de discussões ao longo desses 6 anos de pós graduação.

À Eliane Honda e ao Instituto Florestal de Assis que passaram seus conhecimentos sobre técnicas de perfuração e medição do lençol freático e pelo empréstimo do trado.

Ao Danilo Muniz da Silva pela ajuda na análise estatística.

À Roseli Miashike (lika) por me fornecer o mapa da área estudada com as sobreposições das características do solo e vegetação da Estação Ecológica.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da UFSCar pelo apoio e infraestrutura fornecidas durante o curso.

Resumo Geral

O Cerrado é o segundo maior domínio fitogeográfico do Brasil e ocupava originalmente 22% do território nacional, distribuindo-se por 16 estados além do Distrito Federal. Sua flora possui uma elevada riqueza contendo 1,2 % da flora mundial sendo considerado um dos hotspots da biodiversidade mundial. O Cerrado se caracteriza por um mosaico de fisionomias que varia de formas mais abertas a formações florestais densas que se substituem ao longo de um *continuum* fisionômico. Essas fisionomias são formadas por 2 estratos com diferentes capacidades de competição, sendo o estrato herbáceo melhor competidor pela água e nutrientes disponíveis nas camadas superficiais do solo, enquanto o componente arbóreo leva vantagem sobre os recursos disponíveis nas camadas mais profundas. As diferentes capacidades de competição entre esses dois estratos, associadas à heterogeneidade ambiental provocada por fatores abióticos como o fogo, as propriedades físicas do solo e a disponibilidade de água no solo são os principais responsáveis pela existência dessas diferentes fisionomias. Os objetivos desse trabalho foram: Realizar um estudo sobre a estrutura da comunidade de plantas lenhosas em três fisionomias savânicas; Avaliar a eficiência de diferentes descritores na determinação das fisionomias savânicas; Entender como os fatores abióticos (solo e disponibilidade hídrica) atuam na determinação das fisionomias de Cerrado. O Estudo foi realizado na Estação Ecológica de Itirapina (22°11' - 22° 15'S e 47°51' -48°00' O). Encontramos diferenças em relação à riqueza de espécies, famílias e índice de valor de importância (IVI) quando comparado com outras áreas de cerrado. Além disso, *Byrsonima coccolobifolia* mostrou-se uma espécie importante em áreas/fisionomias abertas em diferentes regiões do país e *Gochnatia polymorpha* apresentou ocorrência limitada a região austral do cerrado. Em relação aos preditores fisionômicos, nossos resultados mostram que a similaridade florística, a área basal e volume do cilindro não

são bons descritores. Por outro lado, a riqueza, a densidade, a área basal do indivíduo mais robusto e a altura do maior indivíduo apresentaram diferenças entre as três fisionomias e mostraram-se eficazes como descritores fisionômicos. Por fim, em relação ao papel do solo e da disponibilidade hídrica na determinação das fisionomias, encontramos diferenças entre as propriedades físico-químicas do solo em apenas três das 20 áreas estudadas e essas diferenças estavam relacionadas às áreas com excesso hídrico, indicando que o solo não determina a ocorrência das fisionomias sobre neossolo quartzarênicos. Por outro lado, verificamos que o nível do lençol freático esteve relacionado com as fisionomias e que não houve sazonalidade hídrica entre as áreas campestres. Com base em nossos resultados, concluímos que profundidade do lençol freático tem um papel decisivo na determinação do gradiente fisionômico presente na Estação Ecológica de Itirapina (EEI) e conseqüentemente, em outras áreas de cerrado sob neossolo quartzarênico.

Abstract

The Cerrado is the second largest biome of Brazil, originally covering 22% of the country and occurring in 16 states and Federal District. It is considered a world's biodiversity hotspot, containing 1.2 percent of all flora richness. The cerrado physiognomies are characterized as a vegetation mosaic, ranging from open grassland formations to dense forests, replacing along a physiognomy *continuum*. These physiognomies are formed by two layers with different competition abilities (1) herbaceous, as best competitor for water and nutrients available in the surface layers, while (2) woody components, which uptake more efficiently the resources available in deeper soil. Differences in competitive ability between these layers, associated with environmental heterogeneity (i.e. fire, soil physical-chemistry and water availability) are strongly related with differences between the physiognomies. In this study, we aimed (1) describe the structure of three Cerrado physiognomies, focusing on the woody components; (2) assess the efficiency of different descriptors of savanna physiognomies; (3) address the role of abiotic factors (soil and water availability) on the occurrence of these physiognomies. We carried out the study in the Itirapina Ecological Station (22°11'- 22 15'S and 47°51'-48°00'W), São Paulo state, Brazil. We found differences in species richness, dominant families and importance value index (IVI) compared with other cerrado areas. In addition, *Byrsonima coccolobifolia* showed as an important species in opened physiognomies throughout the country, whereas occurrence of *Gochnatia polymorpha* was limited to the austral region of Cerrado. Our results showed that floristic similarity, basal area and cylinder volume were less effective cerrado descriptors, whereas richness, density, basal area of the widest individual and the height of the largest individual were effective as descriptors of all physiognomies evaluated. Since we found little differences in physical and chemical properties between our the studied sites, and, these differences were related to high water availability indicating the

soil parameters does not drive the occurrence of physiognomies in entisols. In contrast, we found a positive relation between groundwater level and the occurrence of grasslands, which never subject to water deficit. We conclude that water table depth drives the vegetation gradient in the Itirapina Ecological Station (IEE) and could have a similar role, in other sites of Cerrado that also occur in entisols.

SUMÁRIO

Resumo Geral	1
Introdução Geral	3
Material e Métodos	8
Referências Bibliográficas	20
Capítulo 1 - Estrutura da Comunidade de Plantas Lenhosas em Fisionomias Savânicas da Região Sudeste do Brasil	25
Resumo	27
Introdução	28
Material e Métodos	28
Resultados	30
Discussão	31
Referências bibliográficas.	34
Tabelas	40
Anexo	47
Capítulo 2 - Existe um descritor prático e eficiente para identificar as fisionomias do Cerrado?	60
Resumo	62
Introdução	63
Material e Métodos	65
Resultados	66
Discussão	67
Referências bibliográficas	70
Tabelas e Figuras	71

Capítulo 3 - Relação solo/fisionomia em áreas campestres e savânicas de cerrado da Região Sudeste do Brasil	75
Resumo	77
Introdução	78
Material e Métodos	79
Resultados	82
Discussão	84
Referências bibliográficas	88
Tabelas e Figuras	92
Capítulo 4 - Influência da disponibilidade hídrica na determinação fisionômica do cerrado	98
Resumo	100
Introdução	101
Material e Métodos	102
Resultados	105
Discussão	107
Referências bibliográficas	111
Tabelas e Figuras	115
Considerações Finais	120

Introdução Geral

O termo Cerrado vem sendo empregado de modo indiscriminado como sinônimo de bioma, de domínio fitogeográfico, de formação, etc (COUTINHO, 2008; BATALHA, 2011). A utilização incorreta do termo Cerrado tem implicações teóricas e práticas e por isso deve ser empregado adequadamente (BATALHA, 2011). Segundo este autor, o uso da palavra “Cerrado” deve ser utilizado quando nos referimos ao domínio Cerrado que é formado pelo bioma dos campos tropicais, bioma das savanas e bioma das florestas estacionais; já o termo “cerrado *sensu lato*” ou apenas “cerrado” refere-se ao conjunto de fitofisionomias formado pelo gradiente que varia entre campo limpo a cerradão e por fim, o uso da expressão “cerrado *sensu stricto*” deve ser aplicado em referência a uma fisionomia específica pertencente ao bioma das savanas. A partir de agora, o uso da palavra cerrado e derivações, seguirá a definição acima.

O Cerrado é o segundo maior domínio do Brasil e ocupava originalmente 22% do país, o que equivale a uma área aproximada de 2 milhões de Km² (OLIVEIRA-FILHO; RATTER, 2002). Sua distribuição passa pelos estados do Amapá, Amazônia, Bahia, Ceará, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Paraná, Piauí, Rondônia, Roraima, São Paulo, Tocantins além do Distrito Federal (RATTER; BRIDGEWATER; RIBEIRO, 2003) e do Rio Grande do Norte (OLIVEIRA et al., 2012). Sua vegetação possui cerca de 6.500 espécies de plantas vasculares (MENDONÇA et al., 1998), 1,2 % da flora mundial e cerca de 3.600 plantas endêmicas, sendo considerado um dos hotspots de biodiversidade (MYERS et al., 2000).

A flora do cerrado é formada pelos estratos herbáceo e arbóreo que possuem diferentes adaptações contra estresses ambientais (SARMIENTO, 1985). As espécies do estrato herbáceo apresentam sistema radicular superficial (COUTINHO, 1990),

raramente são anuais (FILGUEIRAS, 2002) e normalmente são criptófitas ou hemicriptófitas (COUTINHO, 1982). Já no estrato lenhoso, as espécies possuem o sistema radicular profundo (SARMIENTO, 1985), são perenes e possuem uma série de adaptações contra o fogo e a seca (OLIVEIRA-FILHO; RATTER, 2002). Essas mais diversas adaptações levam a diferenças na capacidade de competição por recursos (SARMIENTO, 1985) que associadas à heterogeneidade ambiental provocada por fatores abióticos como o fogo (COUTINHO, 1978; FURLEY; RATTER, 1988), as propriedades físicas do solo (COUTINHO, 1978; FURLEY; RATTER, 1988) e a disponibilidade de água no solo (FURLEY; RATTER, 1988; EITEN, 1994), são os responsáveis pela formação das fisionomias típicas do cerrado.

O efeito do fogo sobre as fisionomias depende de sua frequência (MIRANDA; BUSTAMANTE; MIRANDA, 2002; HOFFMAN; MOREIRA 2002). A exclusão do fogo favorece as fisionomias fechadas (COUTINHO, 1982, 1990) e o aumento de sua frequência reduz a cobertura do componente lenhoso (HOFFMAN; MOREIRA, 2002; HOFFMANN, 1999) favorecendo a transformação das fisionomias fechadas em formações campestres (MIRANDA; BUSTAMANTE; MIRANDA, 2002). Por outro lado, incêndios a cada 4 ou 5 anos tendem a deixar as fisionomias constantes (EITEN, 1994).

Não existe um consenso sobre o papel das propriedades químicas e físicas do solo na determinação das fisionomias do cerrado. Segundo Goodland e Pollard (1973) e Haridasan (2000), as fisionomias mais abertas estão associadas aos solos mais pobres e as formações florestais aos solos mais férteis. Porém, Ruggiero et al. (2002) não encontraram essa relação entre as diferentes fisionomias e fertilidade do solo. Além disso, os solos do Cerrado possuem quantidades de nutrientes próximos às encontradas na Floresta Amazônica, indicando que a disponibilidade de nutrientes no passado pode

ter influenciado essa variação (HARIDASAN, 2008). A água também pode definir o padrão florístico de uma área, uma vez que disponibilidade de água é fundamental para o estabelecimento de formações florestais (GOTSCH et al., 2010). A vegetação savânica se mantém em ambientes que apresentam déficit hídrico, devido a capacidade de suas espécies em acessar estoques de água profundos e manter suas taxas metabólicas constantes (SARMIENTO; GOLDSTEIN; MEINZER, 1985).

As diferentes profundidades do sistema radicular das espécies lenhosas e herbáceas (RAWITSCHER, 1948), têm reflexo direto na capacidade competitiva desses dois estratos (KNOOP; WALKER, 1985). Normalmente o estrato herbáceo é melhor competidor pela água (KNOOP; WALKER, 1985) e nutrientes disponíveis nas camadas superficiais do solo (COUTINHO, 1990), enquanto o componente arbóreo leva vantagem sobre os recursos disponíveis nas camadas mais profundas (SARMIENTO, 1985). Logo, tais diferenças podem determinar a existência das fisionomias savânicas (KNOOP; WALKER, 1985).

Apesar de existir um consenso sobre o reconhecimento das fisionomias florestais e campestres no cerrado, o *continuum* de formas entre essas duas fisionomias têm sido agrupados de maneiras distintas, gerando várias classificações (GOTTSBERGER; SILBEBAUER-GOTTSBERGER, 2006). Segundo a classificação de Coutinho (1978), o cerrado seria constituído por cinco fisionomias: campo limpo, campo sujo, campo cerrado, cerrado *sensu stricto* e cerradão. Já Eiten (1994) agrupa todas as fisionomias acima em uma categoria denominada “Cerrado *lato*” e inclui outros 10 tipos de vegetação. Por sua vez, Ribeiro e Walter (1998) consideram três tipos principais de formações: 1- as florestais, que incluem mata ciliar e cerradão; 2- a campestre, que inclui o campo limpo e campo úmido, e por fim, 3- a savânica, que se divide em cerrado ralo, cerrado típico, cerrado denso, cerrado rupestre, entre outras.

Entre os vários desafios existentes quando trabalhamos no Cerrado estão: escolher um dos sistemas de classificação existentes, encontrar parâmetro(s) que distingam as fisionomias e entender como as interações entre fogo, solo e disponibilidade hídrica determinam estas fisionomias. Normalmente, diferentes autores (PIVELLO et al., 1999; SILVA et al., 2009; MARIMON-JUNIOR; HARIDASAN 2005; OLIVEIRA et al., 2005; LENZA; KLINK, 2006) utilizam diferentes sistemas de classificação (COUTINHO, 1978; EITEN, 1994; RIBEIRO; WALTER, 1998) e os diferentes estimadores que são adotados para identificar essas fisionomias (GOODLAND, 1971; UHLMANN et al., 1998; BATALHA et al., 2001; DURIGAN, 2009) nem sempre são eficientes.

Também não existe uma conclusão definitiva em relação ao papel dos fatores abióticos na determinação das fisionomias, a disponibilidade de nutrientes no solo tem variado de forma distinta entre as fisionomias (GOODLAND; POLLARD, 1973; HARIDASAN, 2000; ARAUJO; HARIDASAN, 1988; RUGGIERO et al., 2002) e o papel da disponibilidade hídrica na determinação das fisionomias tem sido alvo de estudos apenas recentemente (OLIVEIRA-FILHO et al., 1989; FERREIRA et al. 2007; ASSIS et al., 2011). Com base nessas características, procuramos avaliar como estes dois fatores abióticos atuam na determinação das fisionomias existentes na Estação Ecológica de Itirapina.

Assim, os objetivos desta tese foram:

1. Realizar um estudo dos parâmetros estruturais da comunidade em três fisionomias savânicas;
2. Avaliar a eficiência dos diferentes descritores e encontrar parâmetros que fossem práticos e eficientes na determinação das fisionomias;

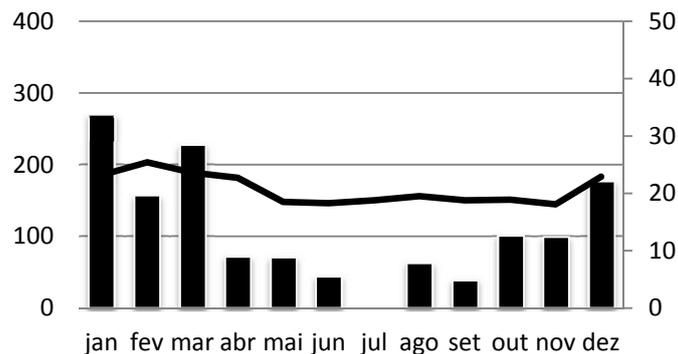
3. Avaliar como as características químicas e físicas do solo e a disponibilidade hídrica atuam na determinação das fisionomias de Cerrado existentes na Estação Ecológica de Itirapina.

Material e Métodos Geral

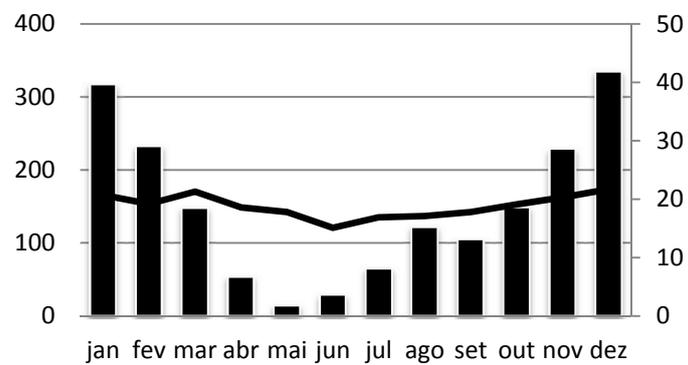
Área de Estudo.

A Estação Ecológica de Itirapina (EEI) possui 2.300 hectares e localiza-se entre as coordenadas geográficas 22° 11' e 22° 15' de latitude sul e 47° 51' e 47° 57' de longitude oeste, englobando terras dos municípios de Itirapina e Brotas (SILVA, 2005). O clima é do tipo Cwa (KÖPPEN, 1948), sendo que o período chuvoso vai de outubro a março e o período seco, abril a setembro. A precipitação média anual gira em torno de 1.458,9 mm e a temperatura média anual é de 21,9 °C (SILVA, 2005). A precipitação e a temperatura dos últimos seis anos estão detalhadas nos climogramas (figura 1), esses dados foram obtidos em uma Estação meteorológica que fica a menos de 10 km da EEI.

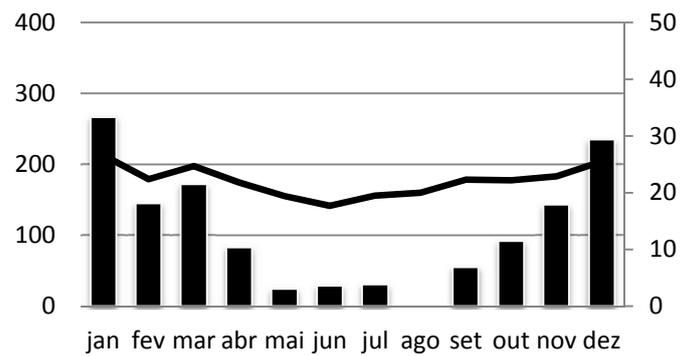
a) 2008



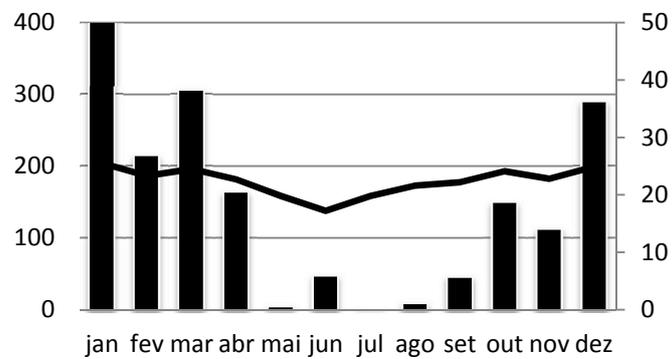
b) 2009



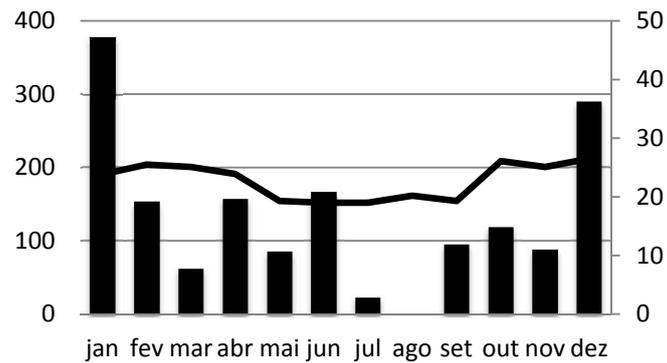
c) 2010



d) 2011



e) 2012



f) 2013

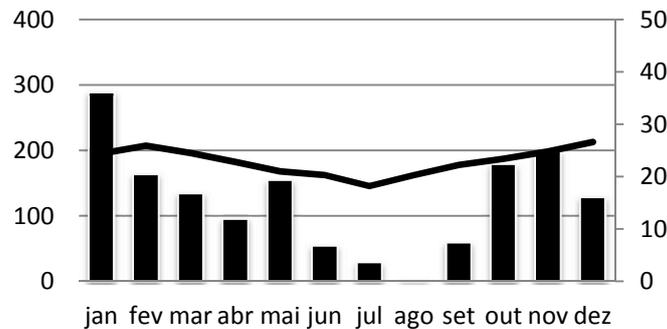


Figura 1: Climogramas da Estação meteorológica do CHREA-USP. Onde: as barras indicam a precipitação média mensal (mm) e a linha a temperatura média mensal (°C).

Na EEI o tipo de solo predominante é o Neossolos Quartzarênicos, mas existem pequenas áreas com Gleissolos e Organossolos (SILVA; 2005). Porém, segundo Delgado et al. (2006) com exceção da área CC2, todas as áreas amostradas estão sobre Neossolos Quartzarênicos (Figura 2). Outra peculiaridade da EEI é que a profundidade do lençol freático é muito variável, aflorando nas baixadas e se aprofundando a medida que se distanciam delas (SILVA, 2005).



Figura 2: Mapa de solos da EEI sobreposto com o mapa das áreas amostradas. Onde: Área amarela- Neossolo Quartzarênico; Área verde- Gleissolos ou Organossolos; \hexagon - campo úmido; \triangle - campo limpo; \diamond -campo sujo; \star - campo cerrado; \bullet -cerrado *sensu stricto*; CU- campo úmido, CL- campo limpo, CS- campo sujo, CC- campo cerrado, CSS- cerrado *sensu stricto* com suas respectivos numerações (Imagem: Google Earth 2013).

A Estação Ecológica de Itirapina possui uma ampla diversidade de formações vegetais, entre elas estão o campo limpo, campo úmido, campo sujo, campo cerrado, cerrado *sensu stricto*, cerradão e florestas ripícolas (DELGADO et al., 2006). As fisionomias estudadas foram: **campo úmido**- caracterizado pelo alagamento temporário dessas áreas, ausência de estrato lenhoso e domínio da espécie *Andropogon bicornis* (figura 3a e 3b) ; **campo limpo**- apresenta o solo levemente encharcado durante a estação chuvosa, ausência de estrato lenhosa, ausência ou baixa densidade de *Andropogon bicornis* e domínio de *Loudetiopsis chrysothrix* e *Bulbostylis spp* (figura 4a e 4b); **campo sujo**- é caracterizado pelo predomínio de vegetação herbácea com alguns indivíduos lenhosos que apresentam altura média visual inferior a 2 metros (figura 5a e

5b); **campo cerrado** também possui uma dominância do estrato herbáceo, porém o estrato arbóreo é mais abundante e possui predomínio de árvores com alturas variando entre 2 a 4 metros (figura 6); **cerrado *sensu stricto***- possui mais de 40% de sua área composta pelo estrato arbóreo e a altura média variando entre 4 a 8 metros (figura 7).

a)



b)



Figura 3- Campo úmido presente na Estação Ecológica de Itirapina durante a) estação seca e b) estação chuvosa.

a)



b)



Figura 4- Campo limpo presente na Estação Ecológica de Itirapina durante a) estação seca e b) estação chuvosa.

a)



b)



Figura 5- Campo sujo presente na Estação Ecológica de Itirapina. a) estação seca e b) estação chuvosa.



Figura 6- Campo cerrado presente na Estação Ecológica de Itirapina.



Figura 7- Cerrado *sensu stricto* presente na Estação Ecológica de Itirapina.

Delineamento Amostral.

Levantamento florístico

Existem diversas propostas de sistemas de classificação para as fisionomias de Cerrado (COUTINHO, 1978; EITEN, 1994; RIBEIRO; WALTER, 1998). Porém, a classificação de Coutinho (1978) costuma ser a mais utilizada por pesquisadores do estado de São Paulo (PIVELLO et al., 1999; BATALHA; MANTOVANI; MESQUITA JÚNIOR, 2001; VALENTI; CIANCIARUSO; BATALHA, 2008; SILVA; VALENTI; SILVA MATOS, 2009). Assim, escolhemos quatro áreas de cada fisionomia seguindo a classificação de Coutinho (1978) e delimitamos 0,2 hectares em cada área de campo úmido; 0,5 ha em cada área de campo limpo e 1 ha em cada uma das 12 áreas restantes: quatro de campo sujo, quatro de campo cerrado e quatro áreas de cerrado *sensu stricto* (Figura 8), os diferentes tamanhos das delimitações foram impostos pelo tamanho real das fisionomias existentes na EEI. Dentro dessas áreas foram instaladas aleatoriamente 15 parcelas de 10 m², para a realização do levantamento de todo o estrato lenhoso com o diâmetro na altura da base (DAB) > 2.86, mesmo diâmetro adotado por Ferreira et al. (2007). Em cada área, selecionamos 6 parcelas entre essas 15 e instalamos 6 subparcelas de 1 m² em cada parcela para o levantamento do estrato herbáceo.

A identificação do material amostrado no levantamento florístico foi realizada mediante consulta a especialistas, à literatura especializada (DURIGAN et al., 2004; SILVA JÚNIOR, 2005; PROENÇA et al., 2006) e através de consultas a herbários.

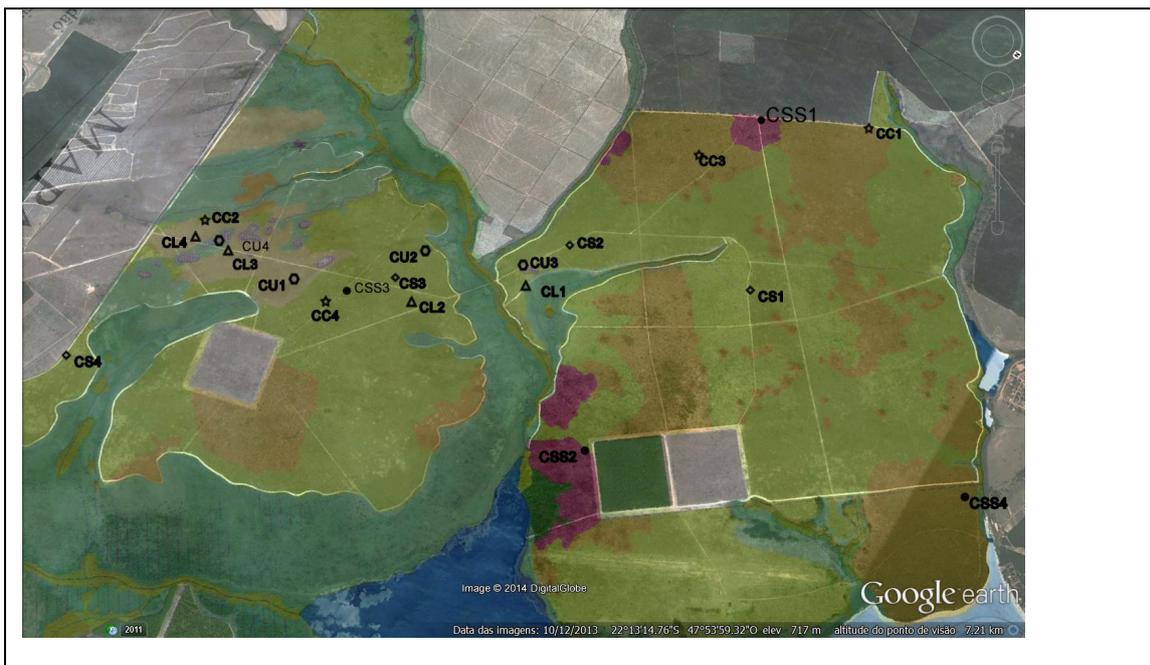


Figura 8: Mapa da vegetação do plano de manejo da EEI sobreposto com as áreas amostradas. Onde: \square - campo úmido; \triangle - campo limpo; \diamond -campo sujo; \star - campo cerrado; \bullet -cerrado sensu stricto; CU- campo úmido, CL- campo limpo, CS- campo sujo, CC- campo cerrado, CSS- cerrado *sensu stricto* com suas respectivas numerações. Cores: verde piscina- áreas com vegetação de campo úmido; verde claro- áreas com campo sujo; areia- áreas com vegetação de campo limpo; laranja- áreas com vegetação de campo sujo e rosa- áreas com vegetação de cerrado *sensu stricto* (Imagem: Google Earth 2013).

Coleta de solo e medição do lençol freático e umidade superficial

Em cada uma das 6 subparcelas de 1 m², foram coletadas amostras de solo a 15 cm de profundidade (figura 9). As amostras retiradas ao lado de cada uma das seis subparcelas de 1 x 1 m eram misturadas em um balde e formava uma amostra composta por parcela, assim 6 amostras foram obtidas por área e 120 no total. Analisamos essas amostras quanto aos nutrientes: Fósforo, Potássio, Magnésio, Alumínio, Cálcio, pH, matéria orgânica, Soma de bases, Capacidade de troca de Cátions, Saturação por bases e nitrogênio total. As análises físicas foram realizadas em amostras homogêneas retiradas em cada uma das 15 parcelas por área, sendo determinada a porcentagem de

areia, argila e silte. As análises químicas e físicas foram feitas no laboratório de Solos da UFSCar, campus Araras e o método utilizado seguiu o protocolo proposto pelo Instituto Agronômico de Campinas -IAC (CAMARGO et al., 2013).

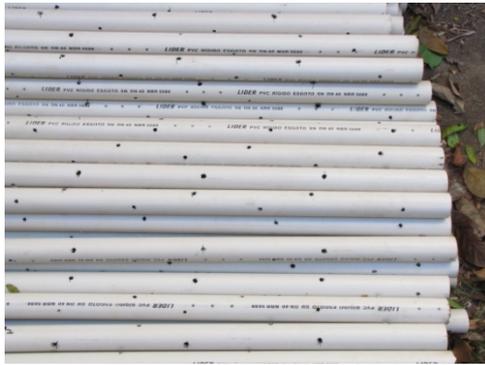
Entre as 15 parcelas marcadas em cada uma das 20 áreas, sorteamos duas parcelas e instalamos um poço em cada uma delas para a medição do lençol freático. Esses poços foram revestidos por canos de PVC, previamente furados e cobertos com manta geotextil, conhecida como bidim (figura 10a, 10b, 10c e 10d). Nas áreas onde o lençol freático estava a uma profundidade igual ou inferior a 7 metros, foram instalados três canos adicionais para caracterizar melhor a variação local. Assim das 20 áreas monitoradas, instalamos 5 poços em 15 áreas e em 5 áreas colocamos apenas 2 poços. As medições foram feitas com o uso da sonda Mini Water Level Meters, model 102 da Soinlist e foram realizadas quinzenalmente durante o período de outubro de 2011 a outubro de 2013.

Além disso, em cada uma das 20 áreas, escolhemos uma das parcelas aonde havíamos instalado os poços e instalamos sensores para medir a umidade superficial do solo. Nesses pontos, nós realizamos a medição quinzenalmente durante os meses de novembro 2012 a outubro de 2013. As medições foram realizadas utilizando sensores de umidade watermark (Larson Co., Santa Barbara, California) que é um indicador da umidade do solo amplamente utilizado em irrigação agrícola em diferentes países.



Figura 9- Trado e técnica utilizada para coleta de solo

a)



b)



c)



d)



Figura 10- Poço para medição do Lençol freático, a) Canos de PVC furados e b) Canos prontos para serem instalados, c) Instalação dos poços d) Cano no seu lugar definitivo.

Referências:

- ASSIS, A.C.C. et al. Water availability determines physiognomic gradient in an area of low-fertility soils under Cerrado vegetation. **Plant Ecology**, v. 212, p.1135-1147. 2011.
- ARAÚJO, G.M.; HARIDASAN, M. A comparison of the nutritional status of two forests on dystrophic and mesotrophic soils in the cerrado region of Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 19, p. 1075-1089. 1988.
- BATALHA, M.A.; MANTOVANI, W.; MESQUITA JÚNIOR H.N. Vegetation structure in cerrado physiognomies in south-eastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v.6, p.475-483. 2001.
- BATALHA, M.A.. O cerrado não é um bioma. **Biota Neotropica**, v. 11, n.1, p. 1-4 .2011
- CAMARGO, A.O. et al.. **Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas, Instituto Agrônomo. 2009. 77 p.
- COUTINHO, L.M. O Conceito do cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, v.1, p. 17-23. 1978.
- COUTINHO, L.M. Ecological effect of fire in Brazilian cerrado. In: Huntley, B.J.; Walker, B.H. (eds.), **Ecology of tropical savannas**. Berlin, Springer-Verlag, 1982. pp. 273-291.
- COUTINHO, L.M. Fire in the ecology of the Brazilian cerrado. In Goldammer, J.G. (Ed.). **Fire in the tropical biota**. Berlin: Springer. 1990. pp. 81-103.
- COUTINHO, L.M. O conceito de bioma. **Acta Botanica Brasilica**, v, 20, n.1, p.1-11. 2006.
- DELGADO, J.M. et al. Plano de manejo integrado das unidades de Itirapina-SP. **Instituto Florestal Série Regional**, São Paulo 27. 2006. 153p.

- DURIGAN, G. et al. **Plantas do cerrado paulista**: imagens de uma paisagem ameaçada. Páginas e Letras Editora e Gráfica, São Paulo. 2004. 474p.
- DURIGAN G. Estrutura e diversidade de florestas tropicais. In Martins, S.V. (Org.). **Ecologia de Florestas Tropicais do Brasil**. 1ed. Viçosa: Editora UFV. 2009. pp. 185-215.
- EITEN, G. Vegetação do Cerrado. In Pinto, M.N. (org.). **Cerrado**: caracterização, ocupação e perspectivas. Brasília, Ed. UnB/SEMATEC. p. 17-73. 1994.
- FERREIRA, J.N. et al. Spatial variation in vegetation structure coupled to plant available water determined by two-dimensional soil resistivity profiling in a Brazilian savanna. **Oecologia**, v. 153, p. 417–430. 2007.
- FILGUEIRAS, T.S.. Herbaceous Plant Communities. In: Oliveira PS, Marquis RJ, eds. **The Cerrados of Brazil**. New York, USA: Columbia University Press. 2002. pp.121–139.
- FURLEY, P.A.; RATTER, J.A. Soil resources and plant communities of central brazilian cerrado and their development. **Journal of Biogeography**, v.15, p.97-108. 1988.
- GOODLAND, R.; POLLARD, R. The Brazilian cerrado vegetation: a fertility gradient. **Journal of Ecology**, v.61, p. 219–224. 1973.
- GOODLAND, R. A Physiognomic Analysis of the Cerrado Vegetation. **Journal of Ecology**, v.59, p. 411-419. 1971.
- GOTSCH, S.G. et al. Allocation to leaf area and sapwood area affects water relations of co-occurring savanna and forest trees. **Oecologia**, v. 163, p. 291-301. 2010.
- GOTTSBERGER, G.; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. Life in the Cerrado: a South American Tropical Seasonal Vegetation. In: **Origin, Structure, Dynamics and Plant Use**. vol. 1. Reta Verlag, Ulm. 2006. 277p.

HARIDASSAN, M. Nutrição mineral de plantas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal** , v.12, p. 54-64. 2000.

HARIDASAN, M. Nutritional adaptations of native plants of the cerrado biome in acid soils. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.20, n.3, p. 183-195. 2008.

HOFFMANN, W.A. Fire and population dynamics of woody plants in a neotropical savanna: Matrix models. **Ecology**. v.80, p. 1354-1369. 1999.

HOFFMANN, W.A.; MOREIRA, A.G. The role of fire in population dynamics of woody plants. In: Oliveira, P.S.; Marquis, R.J. (ed) **The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna**. New York, Columbia University Press. 2002. pp 159-177.

KNOOP, W.T.; WALKER, B.H. Interactions of woody and herbaceous vegetation in a southern African savanna. **Journal of Ecology**, v.73, p.235–254. 1985.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. Mexico- Buenos Aires: Fondo de cultura economica, 1948. 478p.

LENZA, E.; KLINK, C.A. Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, DF. **Revista Brasileira de Botânica**, v.29, p. 627-638. 2006.

MARIMON-JUNIOR, B.H.; HARIDASAN, M. Comparação da vegetação arbórea e características edáficas de um cerradão e um cerrado sensu stricto em áreas adjacentes sobre solo distrófico no leste de Mato Grosso. **Acta Botanica Brasílica**, v.19, p. 913-926. 2005.

MENDONÇA, R.C. et al. Flora vascular do bioma Cerrado checklist com 12.356 espécies. In: Sano, S.M.; Almeida, S.P. ; Ribeiro, J.F. (eds.). **Cerrado: ecologia e flora** Embrapa cerrados, Planaltina. 2008. pp. 421-442.

- MIRANDA, H.S.; BUSTAMANTE, M.C.; MIRANDA, A.C. The fire factor. In OLIVEIRA, PS. and MARQUIS, RJ. (Eds.). **The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical Savanna**. New York: Columbia University Press. 2002. pp. 51-68.
- MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, p. 853- 858. 2002.
- OLIVEIRA, A.C. P. ; PENHA, A. S. ; SOUZA, R. F. ; LOIOLA, M. I. B. Composição florística de uma comunidade savânica no Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, v. 26, p. 561-571, 2012.
- OLIVEIRA, R.S. et al., Deep root function in soil water dynamics in cerrado savannas of central Brazil. **Functional Ecology**, v.19, p. 574-581. 2005.
- OLIVEIRA-FILHO, T.A. et al. Environmental factors affecting physiognomic and floristic variation in an area of cerrado of central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v.5, p.413–431. 1989.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T.; RATTER, J.A. Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome. In: Oliveira PS, Marquis RJ, eds. **The Cerrados of Brazil**. New York, USA: Columbia University Press, 2002. 91–120.p.
- PIVELLO VR et al. Abundance & Distribution of Native & Alien Grasses in a “Cerrado” (Brazilian Savanna) Biological Reserve. **Biotropica**, v.31, p. 71-82. 1999.
- PROENÇA, C.; OLIVEIRA, R.S.; SILVA, A.P. **Flores e Frutos do Cerrado**. Rede de sementes do Cerrado, Brasília. 2006. 226p.
- RATTER, J.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J.F. Analysis of the floristic composition of the Brazilian Cerrado vegetation. III: comparison of the woody vegetation of 376 áreas. **Edinburgh Journal of Botany**, v.60, p. 57-109. 2003.

RAWITSCHER, F. The water economy of the vegetation of the 'Campos Cerrados' in Southern Brazil. **Journal of Ecology** , v. 36, p. 237–268. 1948.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In Sano, S.M; Almeida, S.P. **Cerrado, Ambiente e flora**. Planaltina, EMBRAPA CPAC. 1998. pp. 87-167

RUGGIERO, P.G.C. et al. Soil-vegetation relationships in cerrado (Brazilian savanna) and semideciduous forest, Southeastern Brazil. **Plant Ecology**, v.160, p.1-16. 2002.

SARMIENTO, G.; GOLDSTEIN, G.; MEINZER, F. Adaptive strategies of woody species in neotropical savannas. **Biological Review**, V. 60, p. 315-355. 1985.

SARMIENTO, G. The savannas of tropical America,. In: D. W. Goodall (ed.), **Ecosystems of the world** – tropical savannas. Elsevier, Amsterdam. 1985. 245-288 p.

SILVA, D.A. Levantamento do meio físico das Estações ecológica e experimental de Itirapina, São Paulo. Brasil. **Revista do Instituto florestal**, v.17, n.1, p. 113-128. 2005

SILVA, I.A.; Valenti, M.W.; Silva Matos, D.M. Fire effects on the population structure of *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. (Rutaceae) in a Brazilian savanna. **Brazilian Journal of Biology**, v.69, p. 813-818. 2009.

SILVA-JÚNIOR, M.C. **100 Árvores do Cerrado** – guia de campo. Rede de Sementes do Cerrado, Brasília. 2005. 278p.

UHLMANN, A; GALVÃO, F.; SILVA, S.M. Análise da estrutura de duas unidades fitofisionômicas de savana (cerrado) no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 12, p. 231-247. 1998.

VALENTI, M.W.; CIANCIARUSO, M.V. ; BATALHA, M.A. Seasonality of litterfall and leaf decomposition in a cerrado site. **Brazilian journal of Biology**, v. 68, p. 459-465. 2008

Capítulo 1

Estrutura da Comunidade de Plantas Lenhosas em
Fisionomias Savânicas da Região Sudeste do Brasil

Formatado segundo as normas da Revista *Árvore*

Estrutura da Comunidade de Plantas Lenhosas em Fisionomias Savânicas da Região Sudeste do Brasil

Marcelo Boccia Leite¹, Rafael de Oliveira Xavier¹ & Dalva Maria da Silva Matos¹

1-Laboratório de Ecologia e Conservação, Departamento de Hidrobiologia, Universidade Federal de São Carlos- UFSCar, São Carlos, SP, Brasil. Rod Washington Luiz, Km 235, CEP 13565-905, São Carlos, SP, Brasil.

Resumo

O cerrado é caracterizado pela elevada riqueza e pela existência de um *continuum* de fisionomias que varia de formas florestais a campestre. Estudos fitossociológicos são importantes para detectar diferenças estruturais e florísticas entre as fisionomias e para fornecer informações sobre padrões biogeográficos ou mesmo à conservação. O objetivo desse estudo foi comparar a composição e a estrutura da comunidade arbórea entre diferentes fisionomias savânicas sobre neossolo Quartzarênico presente na Estação Ecológica de Itirapina- EEI (22° 11' e 22° 15' sul e 47° 51' e 47° 57' oeste). Encontramos diferenças na riqueza de espécies e famílias e entre os índices de valores de importância (IVI) quando comparamos as diferentes fisionomias/áreas de cerrado da EEI. A riqueza de espécies apresentou tendência de aumento da fisionomia campo sujo ao cerrado *sensu stricto*. Já em relação às famílias, Asteraceae se destacou em áreas de campo sujo, campo cerrado e em 2 áreas de cerrado *sensu stricto* enquanto Fabaceae se destacou em três áreas de cerrado *sensu stricto*. A espécie *Byrsonima coccolobifolia* apresentou alto IVI nas áreas campestres indicando a existência de um padrão de ocorrência em áreas/fisionomias abertas e *Gochnatia polymorpha* apresentou alto valores de IVI pela primeira vez em áreas de cerrado e mostrou-se uma espécie de ocorrência limitada a região sul do cerrado. Considerando essas características, podemos notar a importância de se preservar as áreas de cerrados da região austral desse bioma e que, a Estação Ecológica de Itirapina possui características florísticas peculiares entre as unidades de conservação do estado de São Paulo.

Palavras chaves: Fitossociologia, campo sujo, campo cerrado, cerrado *sensu stricto*

1. Introdução

O Cerrado é o segundo maior domínio fitogeográfico do Brasil, ocupando originalmente quase 22% do território nacional (OLIVEIRA-FILHO; RATTER, 2002), distribuindo-se por 16 estados brasileiros e o Distrito Federal (RATTER ET AL., 2003). Sua flora apresenta um elevado número de espécies (MENDONÇA et al., 1998), várias das quais ameaçadas, fato que coloca o cerrado entre os hotspots de biodiversidade do mundo (MYERS et al., 2000).

Parte dessa biodiversidade é explicada pela ampla heterogeneidade da vegetação do cerrado, que pode ser caracterizada por um *continuum* de fisionomias que variam de formas florestais a campestres (GOTTSBERGER; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, 2006), formado pela alternância entre o estrato arbóreo e herbáceo (COUTINHO, 1978). Entre as fisionomias que formam este *continuum* estão o campo sujo, o campo cerrado e o cerrado *sensu stricto* (COUTINHO, 1978; BATALHA et al., 2001; DURIGAN; RATTER, 2006; GOTTSBERGER; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, 2006), que apresentam diferenças estruturais e florísticas (BATALHA et al., 2001), facilmente identificadas por meio de estudos fitossociológicos (DURIGAN, 2009). Porém, grande partes desses estudos são realizados em áreas de cerrado *sensu stricto* (DURIGAN et al., 2002; ASSUNÇÃO; FELFILI, 2004; FONSECA; SILVA JUNIOR, 2004; MARIMON JUNIOR; HARIDASSAN, 2005; MEDEIROS; WALTER, 2012), sendo poucos os estudos realizados em campo cerrado (UHLMANN et al., 1998) e em campo sujo (GIACÓMO et al., 2013; BRITO et al., 2008).

Estudos fitossociológicos são importantes, pois fornecem informações sobre os padrões biogeográficos, contribuem nas escolhas das espécies para reflorestamentos e para a conservação, gerando informações sobre espécies raras ou ameaçadas (DURIGAN, 2009). Esse estudo teve como objetivo comparar a composição e a estrutura da comunidade arbórea entre três diferentes fisionomias sobre Neossolo Quartzarênico em uma área de Cerrado da região sudeste do Brasil.

2. Material e Métodos

A Estação Ecológica de Itirapina (EEI) possui 2.300 hectares e se localiza entre as coordenadas geográficas 22° 11' e 22° 15' de latitude sul e 47° 51' e 47° 57' de

longitude oeste, englobando terras dos municípios de Itirapina e Brotas (SILVA, 2005). O clima é do tipo Cwa - mesotérmico com inverno seco e verão chuvoso, com precipitação média anual de 1.458,9 mm e temperatura média anual de 21,9 °C (SILVA, 2005).

A EEI é formada predominantemente por Neossolo Quartzarênico (SILVA, 2005) e apresenta variação topográfica acentuada com algumas depressões onde o lençol freático pode aflorar durante a estação chuvosa (DELGADO et al., 2006), originando fisionomias campestres. Entre as diversas formações vegetais que ocorrem na EEI estão o campo sujo, o campo cerrado e cerrado *sensu stricto* (DELGADO et al., 2006), que foram as fisionomias selecionadas para este estudo. Identificamos essas três fisionomias com base nas suas distribuições seguindo o plano de manejo da EEI (DELGADO et al., 2006), no sistema de classificação de Coutinho (1978) e nas semelhanças visuais em relação à densidade e a altura dos indivíduos lenhosos.

Selecionamos quatro áreas de cada fitofisionomia e estabelecemos uma parcela de 100 x 100 m em 12 áreas sob Neossolo Quartzarênico. Em seguida, instalamos aleatoriamente 15 parcelas de 10m² em cada área, totalizando 60 parcelas (0,6 ha) por fisionomia e 1,8 hectares amostrados. Dentro de cada parcela medimos o diâmetro de todos os indivíduos lenhosos com diâmetro na altura da base (DAB) \geq 2,86 cm, seguindo a medida adotada por Ferreira et al. (2007), e, consideramos como indivíduos distintos todos os troncos que não apresentavam ligações acima do solo. A menor distância entre as áreas de uma mesma fisionomia foram: 1,3 km entre as áreas de campo sujo; 1,2 km entre as áreas de campo cerrado e 2,2 km entre as áreas de cerrado *sensu stricto*. Realizamos a identificação das espécies em campo ou posteriormente por meio de consultas a especialistas, herbários ou literatura especializada (DURIGAN et al., 2004, SILVA-JÚNIOR, 2005, PROENÇA et al., 2006). As exsicatas foram depositadas no herbário da UFSCar.

Calculamos os parâmetros fitossociológicos: frequência absoluta, frequência relativa, densidade absoluta, densidade relativa, dominância absoluta e dominância relativa. Tais parâmetros geraram os valores de Importância (IVI) de acordo com Mueller-Dumbois e Ellemberg (1974). Além disso, calculamos a diversidade através do índice de Shannon-Wiener. A nomenclatura seguiu a base de dados Tropicos (<http://www.tropicos.org/Home.aspx>).

3. Resultado

No total amostramos 4577 indivíduos (tabela 1) e 94 espécies (tabela 2) nas 12 áreas estudadas. Deste total, 2.612 indivíduos (tabela 1) e 79 espécies (tabela 2) ocorreram nas áreas de cerrado *sensu stricto*. Os valores de riqueza e diversidade variaram entre as áreas dessa fisionomia, a área com a menor riqueza apresentou 25 espécies e a mais rica teve 52 espécies (tabela 1). Em relação à diversidade, os valores variaram entre 2,43 a 3,00 nats/ind nas áreas com menor e maior diversidade, respectivamente (tabela 1).

Já nas quatro áreas de campo cerrado encontramos 1.458 indivíduos (tabela 1) pertencentes a 55 espécies (tabela 2). A riqueza apresentou a maior variação nessa fisionomia, amostramos 11 e 36 espécies nas áreas com menor e maior riqueza, respectivamente. Já a diversidade, apresentou valores que variaram de 1,75 a 2,74 (tabela 1)

Por fim, nas áreas de campo sujo verificamos a presença de 32 espécies (tabela 2) entre os 507 indivíduos amostrados (tabela 1). Em relação à riqueza os valores variaram entre 12 a 23 espécies e a diversidade oscilou entre 1,67 a 2,69 nats/ind nas áreas com menor e a maior diversidade, respectivamente (tabela 1).

As famílias com maior número de espécies diferiram entre as fitofisionomias e áreas de amostragem. Contudo, a família Asteraceae esteve entre as famílias mais representativas em todas as fisionomias analisadas. Nas áreas de cerrado *sensu stricto*, a família Fabaceae foi a mais rica em três áreas, enquanto Asteraceae apresentou altos valores de riqueza em duas áreas (tabela 3). Já nas áreas de campo cerrado, Asteraceae foi a família mais importante em duas áreas e igualou-se a Myrtaceae e Fabaceae em uma terceira área. Por fim, nas áreas de campo sujo, a família Asteraceae foi a mais rica em todas as áreas, mas apresentou o mesmo número de espécies da família Sapotaceae em uma área e de Bignoniaceae em outra (tabela 3).

As espécies também apresentaram diferentes índices de valor de importância (IVI) dependendo das fitofisionomias e das áreas amostradas. Nas áreas de cerrado *sensu stricto* destacaram-se *Myrsine guianensis* (Aubl.) Kuntze (Primulaceae), que apresentou o maior IVI em duas áreas, *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabrera (Asteraceae) com maior IVI em uma terceira área, e *Campomanesia adamantium*

(Cambess.) O. Berg (Myrtaceae) que apareceu entre as cinco espécies com maiores IVI em três áreas (tabela 4). Na fitofisionomia campo cerrado, podemos destacar *Gochnatia polymorpha*, que obteve o maior IVI em uma área e o terceiro IVI em outra; e, *Byrsonima coccolobifolia* Kunth (Malpighiaceae) que sempre esteve entre as cinco espécies mais importantes em todas as áreas e também nas quatro áreas de campo sujo. Além de *B. coccolobifolia*, *Aspidosperma tomentosum* com maior IVI uma área e o quarto maior IVI em outra, também merece destaque nas áreas de campo sujo (tabela 4). As tabelas com valores de importância das 12 áreas estão em anexo.

4. Discussão

De modo geral, os valores de riqueza obtidos nesse trabalho foram inferiores aos relatado na maior parte dos trabalhos realizados em áreas de cerrado *sensu stricto*, Batalha et al. (2001) amostraram 84 espécies em Santa Rita do Passo Quatro-SP; valores entre 55 a 97 foram encontrados em diversas áreas da região central do Brasil (FELFILI; SILVA-JUNIOR, 2005) e Durigan et al. (2002), encontraram 78 espécies em uma área próxima ao local desse trabalho. Por outro lado, duas áreas de cerrado *sensu stricto* apresentaram valores próximos a 50 espécies, valor semelhante ao encontrado por Assunção e Felfili (2004) e Fonseca e Silva Junior (2004), ambos em Brasília, e por Medeiros e Walter (2012), no Tocantins e Maranhão. Já Marimon Junior e Haridassan (2005), encontraram 38 espécies no Mato Grosso, tal como em uma das nossas áreas de estudo. Assim como nas áreas de cerrado *sensu stricto*, os valores de riqueza nas demais fitofisionomias também foram inferiores à maioria dos trabalhos já realizados. A riqueza encontrada em três áreas campo cerrado foi superior às 18 espécies amostradas por Uhlmann et al. (1998) no Estado do Paraná, mas muito inferior as 87 espécies encontradas por Batalha et al. (2001) em Santa Rita do Passa Quatro-SP, mesmo se considerarmos o total de 56 espécies amostradas nas 4 áreas estudadas. A riqueza em áreas de campo sujo também foi inferior às 57 espécies obtidas por Giacómo et al., (2013), em Minas Gerais e às 49 espécies encontradas por Brito et al. (2008) em uma área de campo sujo inundável na Amazônia.

Estudos utilizando o mesmo critério de inclusão e tamanho amostral mostraram que a riqueza variou entre 55 a 97 espécies em diferentes estados e regiões de cerrado do Brasil central (FELFILI; SILVA-JUNIOR, 2005), revelando que a riqueza pode apresentar variação regional. Além dessa variação, diferenças em relação ao método de

amostragem também podem determinar os valores de riqueza encontrados. Trabalhos com tamanhos amostrais distintos revelam a influência da área amostrada sobre a riqueza, Durigan et al. (2002) encontraram 78 espécies em 0,5 ha, enquanto nesse estudo encontramos 47 espécies em uma área de 0,15 ha, localizada a menos de 1 km desse primeiro estudo. Porém, se consideramos as quatro áreas de cerrado *sensu stricto*, encontramos 94 espécies em 0,6 ha amostrados, são 16 espécies a mais do que encontrado por Durigan et al. (2002) nessa mesma fisionomia e região.

Outro fator que devemos considerar é o critério de inclusão, neste trabalho encontramos 94 espécies utilizando como critério de inclusão o diâmetro à altura da base maior ou igual a 2,86 cm; enquanto Durigan et al (2002), amostraram 78 espécies utilizando como critério de inclusão o diâmetro a altura do joelho maior ou igual a 5 cm; Por outro lado, Batalha et al. (2001) amostraram 84 espécies em uma área de 0,04 ha, utilizando o perímetro ao nível do solo de 3,14 cm; enquanto Fidelis e Godoy (2003), utilizando um perímetro ao nível do solo de 3 cm, amostraram 75 espécies em uma área de 0,12 ha, ambos trabalhando em áreas de cerrado *sensu stricto* na Gleba Cerrado Pé-de-Gigante em Santa Rita do Passo Quatro, SP. Considerando esses fatos, é provável que tais diferenças estejam relacionadas às características abióticas das áreas e não as diferenças em relação ao tamanho amostral ou critérios de inclusão.

De um modo geral, a diversidade também apresentou valores inferiores em relação a outros estudos. Na fitofisionomia cerrado *sensu stricto* os valores de diversidade foram inferiores aos observados na maioria dos trabalhos realizados nesta fisionomia, nos quais os valores de índice de diversidade de Shannon variaram de 3,02 nats/ind (DURIGAN et al. 2002) a 3,73 (FELFILI; SILVA-JUNIOR, 2005). Nas áreas de campo cerrado a diversidade foi superior a 1,901 encontrado por Uhlmann et al. (1998), mas muito inferior a 3,74 encontrado por Batalha et al. (2001). Já a diversidade nas quatro áreas de campo sujo, foram inferiores a 2,97 encontrado por Brito et al. (2008), trabalhando em uma área de campo sujo inundável e a 3,43 obtido por Giacómo et al. (2013), em uma área de campo sujo. Esses resultados parecem confirmar a influência das características abióticas na diversidade e riqueza de espécies.

Em relação à riqueza de família, apesar de Fabaceae e Vochysiaceae terem apresentado os maiores valores em uma área de campo sujo (GIACÓMO et al., 2013) e de campo sujo inundável (BRITO et al., 2008), a importância da família Asteraceae em

fisionomias campestres já havia sido constatada por Tannus e Assis (2004) em áreas de campo sujo e campo úmido e por Munhoz e Felfili (2006) em áreas de campo sujo. As famílias Fabaceae e Vochysiaceae também se mostraram relevantes em diversas áreas de cerrado *sensu stricto* (FELFILI et al., 1992; ANDRADE et al., 2002; FONSECA; SILVA JUNIOR, 2004; FELFILI et al., 2007). Contudo, neste estudo a família Vochysiaceae não apareceu entre as mais ricas em nenhuma área e Asteraceae esteve entre as famílias com os maiores valores de IVI em duas áreas, mostrando a alta relevância dessa espécie na área estudada e, provavelmente, em outras áreas de cerrado sob Neossolo Quartzarênico.

O alto valor de importância de algumas espécies em diferentes fitofisionomias também ressalta a peculiaridade da composição florística nas áreas de estudo. A importância de *B. coccolobifolia* em todas as áreas de campo sujo e campo cerrado estudadas, somados com os altos valores de IVI encontrados em uma área de campo sujo no estado de Minas Gerais (GIÁCOMO et al., 2013), em uma área de campo cerrado no Paraná (UHLMANN et al., 1998) e o maior IVI apresentado por esta espécie em uma área de cerrado *sensu stricto*, em Brasília, após a ocorrência de incêndios (FIEDLER et al., 2004), mostram a importância dessa espécie em áreas/fisionomias abertas e sua ampla distribuição em áreas de cerrado de todo o país, fato já constatado por Ratter et al. (2003).

A espécie *Gochnatia polymorpha* também merece destaque quanto ao IVI, ela já havia apresentado alto valor de importância no cerrado da Estação Ecológica de Assis-SP (PINHEIRO; DURIGAN, 2012), mas foi a primeira vez que apresentou o maior IVI em áreas de cerrado. Segundo a revisão realizada por Ratter et al. (2003), esta espécie só ocorre em cerrados do Estado de São Paulo. Entretanto, a presença dessa espécie também foi registrada por Ritter et al. (2010) em Campo Gerais e por Carmo et al. (2012) em Tibagi, comprovando a ocorrência de *G. polymorpha* em áreas de cerrado no Estado do Paraná. Assim, com base em nossos resultados e na literatura, podemos afirmar que a ocorrência de *G. polymorpha* se limita a região Austral do cerrado.

Além dessas duas espécies anteriores, *Myrsine guianensis*, *Campomanesia adamantium* e *Aspidosperma tomentosum* também apresentaram altos valores de IVI em diferentes áreas/fisionomias estudadas. Estas duas primeiras espécies não apresentaram alto valores de IVI em outras áreas de São Paulo (DURIGAN et al., 2002; FIDELIS; GODOY, 2003; TEIXEIRA et al., 2004; PEREIRA-SILVA et al., 2004; PINHEIRO,

2006) ou mesmo em áreas de cerrado de outros estados (COSTA; ARAUJO, 2001; ANDRADE et al., 2002; MOURA et al., 2010; MEDEIROS; WALTER, 2012). Já *Aspidosperma tomentosum* apresentou alto valor de importância, 2º mais alto, apenas no estudo realizado por DURIGAN et al., (2002). Considerando que o estudo realizado por Durigan foi feito na mesma região deste trabalho, é provável que os resultados encontrados estejam associados às características específicas dessa região, como a variação da profundidade do lençol freático e as características físico-químicas do solo.

Apesar de apresentar diferenças regionais e variar de acordo com o tamanho amostral e critério de inclusão, a riqueza e a diversidade parecem estar relacionadas às características abióticas entre as áreas/fisionomias. Neste trabalho, encontramos diferenças em relação ao IVI e conseguimos encontrar padrões na distribuição de 2 espécies, *B. coccolobifolia* que apresentou alto IVI e distribuição preferencial em áreas/fisionomias abertas do cerrado em diferentes regiões do Brasil e, *G. polymorpha* apresentou alto valor de importância pela primeira vez em áreas de cerrado e possui distribuição limitada a região sul de cerrado. Essas características florísticas da Estação ecológica de Itirapina, assim como a alta heterogeneidade estrutural e presença de fitofisionomias campestres, tornam essa unidade de conservação peculiar e altamente relevante entre as unidades de conservação do estado de São Paulo.

6. Agradecimentos

A CAPES pela bolsa concedida ao primeiro autor e a FAPESP pela bolsa concedida ao segundo autor.

7. Referencias

ANDRADE, L.A.Z.; FELFILI, J.M.; VIOLATTI, L. Fitossociologia de uma área de cerrado denso na RECOR-IBGE, Brasília- DF. **Acta Botânica Brasilica**, v. 16, n. 2, p. 225- 240, 2002.

ASSUNÇÃO, S.L.; FELFILI, J. M. Fitossociologia de um fragmento de Cerrado *sensu stricto* na APA do Paranoá, DF, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.14, n. 4, p. 903-909, jun. 2004.

BATALHA, M.A.; MANTOVANI, W.; MESQUITA JÚNIOR, H.N. Vegetation structure in cerrado physiognomies in south-eastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v.6, p. 475-483, 2001.

CARMO, M. R. B. ; ANDRADE, A. L. P. ; SANTOS, G. A. S. D. ; ASSIS, M. A. . Análise estrutural em relictos de cerrado no Parque Estadual do Guartelá, município de Tibagi, Estado do Paraná. **Ciência Florestal** , v. 22, p. 505-517, 2012.

COSTA, A. A.; ARAÚJO, G. M. Comparação da vegetação arbórea de cerradão e de cerrado na reserva do Panga, Urbelândia, Minas Gerais. **Acta Botânica Brasilica**, v. 15, n. 1, p. 63-72, 2001.

COUTINHO, L.M. O Conceito do cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, 1: 17-23. 1978.

BRITO, E.R. et al. Estrutura fitossociológica de um fragmento natural de floresta inundável em área de Campo Sujo, Lagoa da Confusão, Tocantins. **Acta Amazonica**, v.38, n.3, p.379-386, 2008

DELGADO, J.M. et al. **Plano de manejo integrado das unidades de Itirapina-SP**. Intituto Florestal Série Regional, São Paulo 27. 2006. 153p.

DURIGAN, G. et al. Caracterização de dois estrados da vegetação em uma área de cerrado no município de Brotas, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.16, n.3, p.251-262, 2002.

DURIGAN, G. et al. **Plantas do cerrado paulista: imagens de uma paisagem ameaçada**. Páginas e Letras Editora e Gráfica, São Paulo. 2004.

DURIGAN G. Estrutura e diversidade de florestas tropicais. In Martins, S.V. (Org.). **Ecologia de Florestas Tropicais do Brasil**. 1ed. Viçosa: Editora UFV. 2009. p. 185-215.

FELFILI, J.M. et al. Análise comparativa da florística e fitossociologia da vegetação arbórea do cerrado *sensu stricto* na Chapada Pratinha, DF, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.6, n. 2, p.27-43. 1992.

FELFILI, J.M.; SILVA JUNIOR, M.C Diversidade alfa e beta no cerrado *sensu stricto*,

- Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais e Bahia. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J.C.; FELFILI, J.M. (org.) **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2005. 439 p.
- FELFILI, J.M.; REZENDE, A.V.; SILVA JÚNIOR, M.C. **Biogeografia do Bioma Cerrado: vegetação e solos da Chapada dos Veadeiros**. Editora da Universidade de Brasília, Brasília. 2007.
- FIDELIS, A.T.; GODOY, S.A.P. Estrutura de um cerrado *stricto sensu* na gleba cerrado Pé-de- Gigante, Santa Rita do Passa Quatro, SP. **Acta Botanica Brasilica**, v.17, n.4. p.531-539, 2003.
- FIEDLER, N.C.; AZEVEDO, I. N. C.; REZENDE, A. V.; MEDEIROS, M. B.; Venturoili, F. . Efeito de incêndios florestais na estrutura e composição florística de uma área de cerrado *sensu stricto* na Fazenda Água Limpa-DF. **Revista Árvore**, v 28 : 129-138. 2004.
- FONSECA, M.S.; SILVA JÚNIOR, M.C. Fitossociologia e similaridade florística entre trechos de cerrado sentido restrito em interflúvio e em vale no Jardim Botânico de Brasília, DF. **Acta Botanica Brasilica**, v.18, p.19-29. 2004.
- GIÁCOMO, R.G. et al. Florística e fitossociologia em áreas de campo sujo e cerrado *sensu stricto* na estação ecológica de pirapitinga –MG. **Ciência Florestal**, v. 23, n.1, p. 29-43, 2013.
- GOMES, L. et al. Comparações florísticas e estruturais entre duas comunidades lenhosas de cerrado típico e cerrado rupestre, Mato Grosso, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.25, n.4, p. 865-875, 2011.
- GOTTSBERGER, G.; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. Life in the cerrado: a South American tropical seasonal vegetation. In: **Origin, Structure, Dynamics and Plant Use**. vol. 1. Reta Verlag, Ulm. 2006.
- MARIMON JUNIOR, B.H.; HARIDASAN, M. Comparação da vegetação arbórea e características edáficas e um cerradão e um cerrado *sensu stricto* em áreas adjacente sobre solo distrófico no leste de Mato Grosso, Brasil **Acta Botanica Brasilica**. v.19, p.913-926, 2005.

MEDEIROS, M.B.; WALTER, B.M.T. Composição e estrutura de comunidades arbóreas de cerrado stricto sensu no norte do Tocantins e sul do Maranhão. **Revista Árvore** v. 36: 673-683, 2012.

MENDONÇA, R.C. et al. Flora vascular do bioma Cerrado checklist com 12.356 espécies. In: Sano, S.M.; Almeida, S.P. ; Ribeiro, J.F. (eds.). **Cerrado: ecologia e flora** Embrapa cerrados, Planaltina. 2008. pp. 421-442.

MOURA, I.O. et al. Diversidade e estrutura comunitária de cerrado sensu stricto em afloramentos rochosos no Parque Estadual dos Pireneus, Goiás. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 33, n.3, p. 455-467, 2010.

MUNHOZ, C.B.R.; FELFILI, J.M. Fitossociologia do estrato herbáceo-subarbuscivo em uma área de campo sujo no Distrito Federal, Brasil. **Acta Botanica Brasílica** 20, n.3, p.671-685, 2006.

MÜLLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. **Aims and methods in vegetation ecology**. New York. John Wiley and Sons. 1974.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, 403: 853-858. 2000.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; RATTER, J.A. Vegetation physiognomies and woody flora of cerrado bioma. In: Oliveira PS, Marquis RJ, eds. **The cerrados of Brazil**. New York, USA: Columbia University Press, 2002, p. 91-120.

PEREIRA-SILVA, E.F.L. SANTOS, J.E.; KAGEYAMA, P.Y.; HARDT, E. Florística e fitossociologia dos estratos arbustivo e arbóreo de um remanescente de cerrado em uma unidade de conservação do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v.27, p.533-544, 2004.

PINHEIRO, M.H.O. **Composição e estrutura de uma comunidade savânica em gradiente topográfico no município de Corumbataí** (SP, Brasil). 2006. 119f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2006.

PINHEIRO, E.S.; DURIGAN, G. Diferenças florísticas e estruturais entre fitofisionomias do Cerrado em Assis, SP, Brasil. **Revista Árvore** . v. 36, p. 181-193, 2012.

PROENÇA, C.; OLIVEIRA, R.S.; SILVA, A.P. **Flores e Frutos do Cerrado**. Rede de sementes do Cerrado, Brasília. 2006. 226p.

RATTER, J.A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J.F. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. **Edinburgh Journal of Botany**, v.60, p.57-109, 2003.

RITTER, L.M.O.; RIBEIRO, M.C.; MORO, R.S. Composição florística e fitofisionomia de remanescentes disjuntos de Cerrado nos Campos Gerais, PR, Brasil - limite austral do bioma. **Biota Neotropica**. v. 10: 379-414, 2010.

SILVA-JÚNIOR, M.C. **100 Árvores do cerrado – guia de campo**. Rede de Sementes do Cerrado, Brasília, 2005.

SILVA, L.O. et al. Levantamento florístico e fitossociologia em duas áreas de cerrado *sensu stricto* no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás. **Acta Botanica Brasilica**, v.16, p. 33-60, 2002.

SILVA, D.A. Levantamento do meio físico das Estações ecológica e experimental de Itirapina, São Paulo. Brasil. **Revista do Instituto florestal**, v.17; 113-128. 2005

TANNUS, J.L.S.; ASSIS, M.A. Composição de espécies vasculares de campo sujo e campo úmido em área de cerrado, Itirapina - SP, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.27, n.3, p.489-506, 2004.

TEIXEIRA, M.I.J. et al. Florística e fitossociologia de área de cerrado s.s no município de Patrocínio Paulista, nordeste do Estado de São Paulo. **Bragantia**, v.63, n.1, p.1-11. 2004.

TOPPA, R.H. **Estrutura e diversidade florística das diferentes fisionomias de cerrado e suas correlações com o solo na Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP**. Dissertação, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP. 2004.

UHLMANN, A.; GALVÃO, F.; SILVA, S.M. Análise da estrutura de duas unidades fitofisionômicas de savana (cerrado) no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.12, p.231-247, 1998.

UHLMANN, A. **Análise estrutural de duas áreas de vegetação savânica (cerrado) sob influência de gradientes ambientais complexos.** Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2003.

Tabela 1: Características fitossociológicas das fisionomias. Onde: CSS- é cerrado *sensu stricto*, CS- campo sujo, CC- campo cerrado; N° indiv. - é o número de indivíduos em cada área; Riqueza- é o número de espécies por área; Div/Sh- diversidade- índice de Shanon.DoA - é a dominância absoluta (m²/ha); Da- é a densidade absoluta (indivíduos/ha);

Fisionomias	N° indiv.	Riqueza	Div/Sh	DoA (m ² /ha)	Da (indiv./ha)
CS1	148	12	1,67	1,76	987
CS2	128	22	2,69	1,12	853
CS3	145	12	1,93	2,1	967
CS4	86	15	2,06	1,36	573
CC1	484	29	2,50	6,41	3220
CC2	115	10	1,75	4,58	767
CC3	458	38	2,74	7,73	3053
CC4	401	30	2,52	7,37	2673
CSS1	703	38	2,56	14,29	4687
CSS2	812	52	3,00	22,5	5413
CSS3	294	25	2,43	11,4	1960
CSS4	803	47	2,90	17,83	5353

Tabela 2-Lista de espécies amostradas nas três fisionomias estudadas na Estação ecológica de Itirapina, onde CSS- é cerrado *sensu stricto*, CS- campo sujo, CC- campo cerrado e a presença (1) e ausência (0) dessas espécies nas fisionomias.

Espécies	Fisionomias		
	CSS	CS	CC
<i>Aegiphila verticillata</i> Vell.	1	1	1
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook. F.	1	0	0
<i>Anadenanthera peregrina</i> var. <i>falcata</i> (Benth.) Reis.	1	0	0
<i>Annona coriacea</i> Mart	1	0	1
<i>Annona crassifolia</i> Mart.	1	1	1
<i>Annona dioica</i> A. St.-Hil	1	0	1
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	1	1	1
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	1	1	1
<i>Banisteriopsis argyrophylla</i> (A. Juss.) B. Gates	0	0	1
<i>Banisteriopsis stellaris</i> (Griseb.) B. Gates	0	1	0
<i>Banisteriopsis</i> sp	1	0	1
<i>Bauhinia rufa</i> Graham	1	0	1
<i>Bauhinia</i> sp	1	0	0
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth.	1	1	1
<i>Byrsonima</i> cf. <i>laxiflora</i> Griseb.	1	0	0
<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC	1	1	1
<i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O. Berg.	1	1	1
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	1	1	1
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	1	1	1
<i>Connarus suberosus</i> Planch.	1	1	1
<i>Couepia grandiflora</i> (Mart. & Zucc.) Benth. ex Hook. F.	0	1	0
<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart. ex A. DC.	1	1	0
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	1	0	1
<i>Davilla elliptica</i> A. St.-Hil.	1	0	0
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	0	1	1
<i>Diospyros hispida</i> A. DC.	1	1	1
<i>Duguetia furfuracea</i> (A. St.-Hil.) Saff.	0	0	1
<i>Eriotheca gracilipes</i> (K. Schum.) A. Robyns	1	0	1
<i>Erythroxylum campestre</i> A. St.-Hil.	1	1	0
<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hil	1	1	1
Euphorbiaceae	1	0	0
<i>Eugenia</i> cf <i>aurata</i> O. Ber	1	1	0
<i>Eugenia</i> cf <i>punicifolia</i> (Kunth) DC.	1	0	0
<i>Eugenia bimarginata</i> D.C.	0	1	0
<i>Eugenia</i> sp 1	1	0	0
<i>Eugenia</i> sp 2	0	0	1
Fabaceae 1	0	0	1
Fabaceae 2	0	1	0
<i>Gochnatia barrosii</i> Cabrera	1	0	1
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	1	1	1
<i>Gochnatia pulchra</i> Cabrera	1	1	1

Tabela 2 – continuação

Espécies	Fisionomias		
	CSS	CS	CC
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos.	1	1	1
<i>Heterocondylus cf. alatus</i> (Vell.) R.M.King & H.Rob.	1	0	1
<i>Himatanthus obovatus</i> (Müll. Arg.) Woodson	1	0	1
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. Ex. Haune	0	0	1
<i>Jacaranda caroba</i> (Vell.) A. DC.	1	1	1
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	1	1	1
<i>Kielmeyera grandiflora</i> (Wawra) Saddi	1	0	1
<i>Kielmeyera rubriflora</i> Cambess	1	0	1
<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil	1	0	0
<i>Leptolobium elegans</i> Vogel	1	0	1
<i>Lippia cf. velutina</i> Schauer	1	0	1
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel.	1	0	0
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Steud	1	1	1
<i>Miconia fallax</i> DC.	1	0	1
<i>Miconia ligustroides</i> (DC.) Naudin	1	0	0
<i>Miconia paucidens</i> DC.	1	0	0
<i>Miconia rubiginosa</i> (Bonpl.) DC.	1	0	0
<i>Myrcia bella</i> (Cambess.)	1	0	1
<i>Myrcia fallax</i> (Rich.) DC.	1	0	0
<i>Myrcia lingua</i> (O. Berg) Mattos & D. Legran	1	0	1
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	1	0	0
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	1	0	1
<i>Myrsine sp</i>	0	0	1
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	1	0	0
<i>Myrtaceae 1</i>	1	0	1
<i>Myrtaceae 2</i>	0	0	1
<i>Ocotea pulchella</i> Mart	1	0	1
<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart. ex Engl.) Engl.	1	1	0
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	1	0	0
<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	1	1	1
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	1	1	1
<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	1	1	1
<i>Psidium grandifolium</i> DC.	1	0	1
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	1	1	1
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	0	0	1
Rubiaceae	1	0	0
<i>Schefflera vinosa</i> (Cham. & Schltld.) Frodin & Fiaschi	1	0	0
<i>Sclerolobium paniculatum var. paniculatum</i> Vogel	1	0	0
<i>Senna rugosa</i> (G.Don.) H.S. Irwin & Barneby	1	0	0
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	1	0	0
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	1	1	1
<i>Stryphnodendron polyphyllum</i> Mart.	1	0	0

Tabela 2- continuação

Espécies	Fisionomias		
	CSS	CS	CC
<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	1	0	0
<i>Tibouchina stenocarpa</i> (DC.) Cogn.	0	0	1
<i>Tocoyena brasiliensis</i> Mart.	0	0	1
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K. Schum.	1	0	1
Verbenaceae	1	0	0
<i>Vernonea</i> sp 1	1	0	0
<i>Vernonea</i> sp 2	1	0	0
<i>Vochysia cinnamomea</i> Pohl	1	0	0
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	1	0	0
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	1	0	0
<i>Zeyheria montana</i> Mart.	1	0	0

Tabela 3: Riqueza das Famílias amostradas na Estação Ecológica de Itirapina. Obs: em negrito estão as famílias com os maiores valores de riqueza em cada área.

Família	Campo sujo				Campo cerrado				Cerrado <i>sensu stricto</i>			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Annonaceae	0	1	0	0	3	0	3	2	2	4	2	3
Apocynaceae	1	1	1	0	1	0	2	1	2	2	1	2
Araliaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Asteraceae	2	3	3	3	3	3	4	5	4	3	5	3
Bignoniaceae	1	3	1	1	2	0	2	2	2	4	2	3
Calophyllaceae	1	1	1	1	1	0	2	2	2	3	1	0
Caryocaraceae	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1
Chrysobalanaceae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Connaraceae	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
Dilleniaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Ebenaceae	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1
Erythroxylaceae	1	1	0	2	1	0	1	1	1	2	1	1
Fabaceae	0	2	0	1	2	1	5	2	4	5	0	8
Lamiaceae	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
Lauraceae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
Lythraceae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Malpigiaceae	1	2	1	2	2	1	4	1	2	4	1	2
Malvaceae	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1
Melastomataceae	0	0	1	0	1	2	1	1	3	4	1	3
Myrtaceae	1	2	1	0	3	1	3	3	4	5	4	5
Ochnaceae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Opiliaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Peraceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Primulacaceae	0	0	0	0	2	0	1	0	1	2	0	1
Rubiaceae	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1
Salicaceae	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1
Sapotaceae	2	1	2	1	2	0	2	1	1	2	1	2
Solanaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Styracaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Verbenaceae	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1
Vochysiaceae	0	1	0	0	0	1	1	2	0	3	1	2

Tabela 4-Parâmetros Fitossociológicos das 5 espécies com maior Índice de Valor de Importância (IVI), por fitofisionomia do cerrado na Estação Ecológica de Itirapina. Onde: CC- campo cerrado, CS- campo sujo, CSS- é cerrado *sensu stricto*, N° Ind- número de indivíduos, DoA- dominância absoluta e DoR- dominância absoluta em porcentagem.

Área	Espécie	N° Ind.	DoA	DoR (%)	IVI
CC1	<i>Handroanthus ochracea</i>	112	1,38	21,50	50,57
CC1	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	98	1,10	17,10	50,06
CC1	<i>Aspidosperma tomentosum</i>	58	0,54	8,45	30,61
CC1	<i>Connarus suberosus</i>	34	0,35	5,47	19,27
CC1	<i>Erythroxylum suberosus</i>	25	0,25	3,94	16,7
CC2	<i>Gochnatia polymorpha</i>	28	1,36	29,76	78,55
CC2	<i>Gochnatia barosii</i>	37	0,52	11,41	61,37
CC2	<i>Lippia sp</i>	15	1,13	24,66	53,26
CC2	<i>Gochnatia Pulchra</i>	19	1,16	25,30	52,93
CC2	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	9	0,10	2,29	25,67
CC3	<i>Myrsine guianensis</i>	69	1,44	18,66	43,50
CC3	<i>Handroanthus ochracea</i>	83	0,90	11,68	40,33
CC3	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	42	0,62	8,01	24,69
CC3	<i>Diospyros hispida</i>	46	0,52	6,72	23,54
CC3	<i>Kielmeyera grandiflora</i>	34	0,70	9,05	21,74
CC4	<i>Campomanesia adamantium</i>	101	0,99	13,40	49,16
CC4	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	60	0,67	9,06	36,22
CC4	<i>Gochnatia polymorpha</i>	23	1,69	22,89	35,94
CC4	<i>Pouteria torta</i>	38	0,85	11,54	25,08
CC4	<i>Handroanthus ochracea</i>	33	0,32	4,27	22,26
CS1	<i>Aspidosperma tomentosum</i>	79	0,68	38,62	120,26
CS1	<i>Pouteria torta</i>	15	0,33	18,92	39,92
CS1	<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	8	0,22	12,70	26,80
CS1	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	10	0,08	4,42	26,39
CS1	<i>Pouteria ramiflora</i>	13	0,19	10,73	26,04
CS2	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	22	0,18	16,2	49,37
CS2	<i>Pouteria ramiflora</i>	24	0,23	20,7	45,30
CS2	<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	8	0,07	6,5	21,42
CS2	<i>Qualea grandiflora</i>	9	0,09	8,0	20,86
CS2	<i>Aspidosperma tomentosum</i>	10	0,08	6,8	20,43
CS3	<i>Campomanesia adamantium</i>	48	0,39	18,38	66,37
CS3	<i>Pouteria torta</i>	19	0,83	39,37	56,73
CS3	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	30	0,23	11,03	55,12
CS3	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	12	0,09	4,36	31,78
CS3	<i>Gochnatia polymorpha</i>	8	0,19	8,81	24,96

Tabela 4- continuação

Área	Espécie	Nº Ind.	DoA	DoR (%)	IVI
CS4	<i>Pouteria ramiflora</i>	35	0,59	43,65	97,25
CS4	<i>Caryocar brasiliensis</i>	10	0,09	6,33	30,86
CS4	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	8	0,07	5,18	27,38
CS4	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	4	0,05	3,45	21,01
CS4	<i>Dyospiros hispida</i>	7	0,13	9,42	20,79
CSS1	<i>Myrsine guianensis</i>	156	2,43	17,0	47,17
CSS1	<i>Kielmeyera grandiflora</i>	140	1,94	13,6	41,46
CSS1	<i>Handroanthus ochracea</i>	95	1,26	8,8	29,18
CSS1	<i>Pouteria torta</i>	33	2,31	16,1	25,60
CSS1	<i>Erythroxylum suberosus</i>	46	0,84	5,9	20,37
CSS2	<i>Myrsine guianensis</i>	131	2,18	9,7	31,95
CSS2	<i>Xylopia aromatica</i>	116	2,43	10,8	31,22
CSS2	<i>Dalbergia miscolobium</i>	38	4,64	20,6	29,79
CSS2	<i>Campomanesia adamantium</i>	112	0,86	3,8	23,34
CSS2	<i>Miconia albicans</i>	63	0,45	2,0	15,05
CSS3	<i>Gochnatia polymorpha</i>	76	6,90	60,5	98,19
CSS3	<i>Campomanesia adamantium</i>	50	0,57	5,0	30,62
CSS3	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	41	0,56	4,9	29,64
CSS3	<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	15	0,44	3,9	16,53
CSS3	<i>Handroanthus ochracea</i>	18	0,29	2,6	16,20
CSS4	<i>Miconia albicans</i>	143	2,30	12,9	38,05
CSS4	<i>Acosmium subelegans</i>	116	1,70	9,5	29,85
CSS4	<i>Myrsine guianensis</i>	70	1,28	7,2	20,31
CSS4	<i>Xylopia aromatica</i>	34	1,52	8,5	19,16
CSS4	<i>Campomanesia adamantium</i>	70	0,57	3,2	18,3

Anexo:

Tabela 5- Valores de importância das espécies amostradas na fisionomia campo sujo 1, presente na Estação Ecológica de Itirapina. Onde: IVI- Índice de Valor de Importância.

Família	Espécies	IVI
Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	120.26
Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	39.92
Asteraceae	<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	26.80
Malpigiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	26.39
Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	26.04
Bignoniaceae	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	20.89
Chrysobalanaceae	<i>Couepia grandiflora</i> (Mart. & Zucc.) Benth. ex Hook. f.	11.22
Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i> Planch.	10.78
Asteraceae	<i>Baccharis dracunculifolia</i> D.C.	6.31
Myrtaceae	<i>Eugenia bimarginata</i> D.C.	4.73
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hil	3.34
Calophyllaceae	<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	3.31

Tabela 6- Valores de importância das espécies amostradas na fisionomia campo sujo 2, presente na Estação Ecológica de Itirapina. Onde: IVI- Índice de Valor de Importância.

Família	Espécies	IVI
Malpigiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	48.84
Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	44.40
Asteraceae	<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	21.24
Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	20.57
Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	20.20
Asteraceae	<i>Baccharis dracunculifolia</i> D.C.	19.81
Myrtaceae	<i>Eugenia cf aurata</i>	12.99
Fabaceae	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	12.72
Bignoniaceae	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	12.71
Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i> A. St.-Hil.	12.02
Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i> Planch.	11.80
Calophyllaceae	<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	11.14
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hil	10.93
Myrtaceae	<i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O. Berg	7.99
Annonaceae	<i>Annona crassifolia</i> Mart.	7.62
Bignoniaceae	<i>Jacaranda caroba</i> (Vell.) A. DC.	5.32
Malpigiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) Rich. ex Juss.	4.19
Ochnaceae	<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart. ex Engl.) Engl.	3.64
Bignoniaceae	<i>Cybistax antisyphilitica</i> (Mart.) Mart. ex A. DC.	3.13
Asteraceae	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	3.06
Salicaceae	<i>Casearea sylvestris</i> Sw.	2.92
Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	2.77

Tabela 7- Valores de importância das espécies amostradas na fisionomia campo sujo 3, presente na Estação Ecológica de Itirapina. Onde: IVI- Índice de Valor de Importância.

Família	Espécie	IVI
Myrtaceae	<i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O. Berg	66.37
Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	56.73
Malpigiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	55.12
Asteraceae	<i>Baccharis dracunculifolia</i> D.C.	31.78
Asteraceae	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	24.96
Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	23.85
Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	13.77
Calophyllaceae	<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	7.91
Bignoniaceae	<i>Jacaranda caroba</i> (Vell.) A. DC.	6.14
Asteraceae	<i>Gochnatia pulchra</i> Cabrera	6.08
Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i> A. St.-Hil.	4.16
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Steud.	3.12

Tabela 8- Valores de importância das espécies amostradas na fisionomia campo sujo 4, presente na Estação Ecológica de Itirapina. Onde: IVI- Índice de Valor de Importância.

Família	Espécie	IVI
Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	97.25
Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i> A. St.-Hil.	30.86
Malpigiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	27.38
Asteraceae	<i>Baccharis dracunculifolia</i> D.C.	21.01
Ebenaceae	<i>Diospyros hispida</i> A. DC.	20.79
Fabaceae	Fabaceae 2	18.51
Bignoniaceae	<i>Jacaranda caroba</i> (Vell.) A. DC.	15.25
Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i> Planch.	14.12
Lamiaceae	<i>Aegiphila verticillata</i> Vell.	10.84
Malpigiaceae	<i>Banisteriopsis stellaris</i> (Griseb.) B. Gates	10.70
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hil.	6.85
Calophyllaceae	<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	6.70
Asteraceae	<i>Gochnatia pulchra</i> Cabrera	6.66
Asteraceae	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	5.07
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum campestre</i> A. St.-Hil.	4.79

Tabela 9- Valores de importância das espécies amostradas na fisionomia campo cerrado 1, presente na Estação Ecológica de Itirapina. Onde: IVI- Índice de Valor de Importância.

Família	Espécie	IVI
Bignoniaceae	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	50.57
Malpigiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	50.06
Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	30.61
Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i> Planch.	19.27
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hil	16.73
Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	15.24
Calophyllaceae	<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	14.51
Fabaceae	<i>Bauhinia rufa</i> Graham	13.82
Primulacaceae	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	13.45
Asteraceae	<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	12.55
Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	11.26
Annonaceae	<i>Annona crassifolia</i> Mart.	8.44
Myrtaceae	<i>Myrcia lingua</i> (O. Berg) Mattos	6.83
Fabaceae	<i>Leptolobium elegans</i> Vogel	5.57
Primulacaceae	<i>Myrsine ssp</i>	4.72
Bignoniaceae	<i>Jacaranda caroba</i> (Vell.) A. DC.	2.97
Annonaceae	<i>Annona coriacea</i> Mart.	2.96
Malpigiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) Rich. ex Juss.	2.67
Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i> A. St.-Hil.	2.41
Ebenaceae	<i>Diospyros hispida</i> A. DC.	2.36
Asteraceae	<i>Gochnatia pulchra</i> Cabrera	2.29
Myrtaceae	<i>Myrcia bella</i> Cambess.	1.89
Myrtaceae	<i>Myrtaceae 2</i>	1.71
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Steud.	1.39
Lamiaceae	<i>Aegiphila verticillata</i> Vell.	1.21
Malvaceae	<i>Eriotheca gracilipes</i> (K.Schum.) A.Robyns	1.16
Salicaceae	<i>Casearea sylvestris</i> Sw.	1.16
Annonaceae	<i>Annona dioica</i> A. St.-Hil.	1.13
Asteraceae	<i>Baccharis dracunculifolia</i> D.C.	1.13

Tabela 10- Valores de importância das espécies amostradas na fisionomia campo cerrado 2, presente na Estação Ecológica de Itirapina. Onde: IVI- Índice de Valor de Importância

Familia	Espécie	IVI
Asteraceae	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	79.11
Asteraceae	<i>Gochnatia Barrosii</i> Cabrera	61.77
Asteraceae	<i>Gochnatia pulchra</i> Cabrera	57.49
Verbenaceae	<i>Lippia velutina</i> Schauer	53.61
Malpigiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	26.03
Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	5.64
fabaceae	<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	5.00
Melastomataceae	<i>Miconia fallax</i> DC.	4.40
Melastomataceae	<i>Tibouchina stenocarpa</i> (DC.) Cogn.	3.67
Myrtaceae	<i>Psidium grandifolium</i> DC.	3.28

Tabela 11- Valores de importância das espécies amostradas na fisionomia campo cerrado 3, presente na Estação Ecológica de Itirapina. Onde: IVI- Índice de Valor de Importância.

Família	Espécie	IVI
Primulacaceae	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	43.50
Bignoniaceae	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	40.30
Malpigiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	24.70
Ebenaceae	<i>Diospyros hispida</i> A. DC.	23.54
Calophyllaceae	<i>Kielmeyera grandiflora</i> (Wawra) Saddi	21.74
Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	17.32
Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	12.80
Myrtaceae	<i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O. Berg	11.98
Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i> Planch.	11.83
Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	11.06
Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	9.24
Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i> A. St.-Hil.	8.96
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hil	7.35
Asteraceae	<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	6.32
Fabaceae	<i>Bauhinia rufa</i> Graham	4.66
Myrtaceae	<i>Myrcia bella</i> Cambess.	4.19
Fabaceae	<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	4.00
Fabaceae	Fabaceae	3.69
Asteraceae	<i>Gochnatia pulchra</i> Cabrera	3.33
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Steud.	2.61
Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	2.55
Annonaceae	<i>Annona crassifolia</i> Mart.	2.43
Salicaceae	<i>Casearea sylvestris</i> Sw.	2.37
Bignoniaceae	<i>Jacaranda caroba</i> (Vell.) A. DC.	2.35
Annonaceae	<i>Annona coriacea</i> Mart.	2.22
Calophyllaceae	<i>Kielmeyera rubriflora</i> Cambess	1.49
Lauraceae	<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	1.41
Malpigiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) Rich. ex Juss.	1.24
Fabaceae	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	1.18
Malpigiaceae	<i>Banisteriopsis sp</i>	1.15
Myrtaceae	Myrtaceae 1	1.14
Rubiaceae	<i>Tocoyena brasiliensis</i> Mart.	1.10
Asteraceae	<i>Gochnatia barrosii</i> Cabrera	1.07
Lamiaceae	<i>Aegiphila verticillata</i> Vell.	1.06
Asteraceae	<i>Baccharis dracunculifolia</i> D.C.	1.06
Apocynaceae	<i>Himatanthus obovatus</i> (Müll. Arg.) Woodson	1.04
Malpigiaceae	<i>Banisteriopsis argyrophylla</i> (A. Juss.) B. Gates	1.03
Annonaceae	<i>Duguetia furfuracea</i> (A. St.-Hil.) Saff.	1.03

Tabela 12- Valores de importância das espécies amostradas na fisionomia campo cerrado 4, presente na Estação Ecológica de Itirapina. Onde: IVI- Índice de Valor de Importância.

Família	Espécie	IVI
Myrtaceae	<i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O. Berg	49.2
Malpigiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	36.3
Asteraceae	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	36.0
Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	25.1
Bignoniaceae	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	22.3
Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	20.5
Fabaceae	<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	18.8
Bignoniaceae	<i>Jacaranda caroba</i> (Vell.) A. DC.	14.2
Verbenaceae	<i>Lippia velutina</i> Schauer	12.2
Annonaceae	<i>Annona crassifolia</i> Mart.	8.2
Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i> Planch.	7.1
Lamiaceae	<i>Aegiphila verticillata</i> Vell.	6.1
Asteraceae	<i>Gochnatia pulchra</i> Cabrera	5.7
Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	5.4
Calophyllaceae	<i>Kielmeyera grandiflora</i> (Wawra) Saddi	5.0
Calophyllaceae	<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	4.9
Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i> A. St.-Hil.	2.7
Asteraceae	<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	2.5
Ebenaceae	<i>Diospyros hispida</i> A. DC.	2.5
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hil	2.4
Fabaceae	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	1.6
Asteraceae	<i>Gochnatia Barrosii</i> Cabrera	1.5
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Steud.	1.4
Asteraceae	<i>Heterocondylus cf. alatus</i> (Vell.) R.M.King & H.Rob.	1.4
Rubiaceae	<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K. Schum.	1.4
Vochysiaceae	<i>Qualea multiflora</i> Mart.	1.2
Annonaceae	<i>Annona dioica</i> A. St.-Hil.	1.2
Myrtaceae	<i>Eugenia ssp2</i>	1.1
Malvaceae	<i>Eriotheca gracilipes</i> (K.Schum.) A.Robyns	1.1
Myrtaceae	<i>Psidium grandifolium</i> DC.	1.1

Tabela 13- Valores de importância das espécies amostradas na fisionomia cerrado *sensu stricto* 1, presente na Estação Ecológica de Itirapina. Onde: IVI- Índice de Valor de Importância.

Família	Espécie	IVI
Primulacaceae	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	47.17
Calophyllaceae	<i>Kielmeyera grandiflora</i> (Wawra) Saddi	41.46
Bignoniaceae	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	29.18
Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	25.60
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hil	20.37
Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	16.92
Ebenaceae	<i>Diospyros hispida</i> A. DC.	14.44
Styracaceae	<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	10.62
Malpigiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	10.14
Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i> Planch.	10.13
Annonaceae	<i>Annona crassifolia</i> Mart.	8.04
Lamiaceae	<i>Aegiphila verticillata</i> Vell.	7.30
Myrtaceae	<i>Myrcia lingua</i> (O. Berg) Mattos	7.20
Fabaceae	<i>Stryphnodendron polyphyllum</i> Mart.	6.94
Fabaceae	<i>Bauhinia rufa</i> Graham	4.51
Melastomataceae	<i>Miconia rubiginosa</i> (Bonpl.) DC.	4.12
Malvaceae	<i>Eriotheca gracilipes</i> (K.Schum.) A.Robyns	3.37
Myrtaceae	<i>Myrcia bella</i> Cambess.	2.89
Bignoniaceae	<i>Jacaranda caroba</i> (Vell.) A. DC.	2.82
Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	2.70
Fabaceae	<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	2.70
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Steud.	2.44
Annonaceae	<i>Annona coriacea</i> Mart.	2.22
Apocynaceae	<i>Himatanthus obovatus</i> (Müll. Arg.) Woodson	2.21
Calophyllaceae	<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	1.94
Asteraceae	<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	1.53
Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i> A. St.-Hil.	1.49
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> cf. <i>punicifolia</i> (Kunth DC.)	1.46
Asteraceae	<i>Gochnatia pulchra</i> Cabrera	1.11
Lythraceae	<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil	1.02
Araliaceae	<i>Schefflera vinosa</i> (Cham. & Schltld.) Frodin & Fiaschi	0.82
Dilleniaceae	<i>Davilla elliptica</i> A. St.-Hil.	0.82
Salicaceae	<i>Casearea sylvestris</i> Sw.	0.73
Asteraceae	<i>Baccharis dracunculifolia</i> D.C.	0.72
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp 1	0.71
Malpigiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) Rich. ex Juss.	0.71
Asteraceae	<i>Vernonea</i> sp 2	0.71
Melastomataceae	<i>Miconia fallax</i> DC.	0.70

Tabela 14- Valores de importância das espécies amostradas na fisionomia cerrado *sensu stricto* 2, presente na Estação Ecológica de Itirapina. Onde: IVI- Índice de Valor de Importância.

Família	Espécie	IVI
Primulacaceae	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	31.96
Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	31.22
Fabaceae	<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	29.79
Myrtaceae	<i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O. Berg	23.34
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Steud.	15.05
Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	12.02
Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	11.73
Vochysiaceae	<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	11.72
Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	11.49
Melastomataceae	<i>Miconia rubiginosa</i> (Bonpl.) DC.	9.35
Fabaceae	<i>Leptolobium elegans</i> Vogel	9.34
Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i> Planch.	8.25
Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	6.85
Annonaceae	<i>Annona crassifolia</i> Mart.	6.50
Malpigiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	5.27
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hil	5.18
Melastomataceae	<i>Miconia ligustroides</i> (DC.) Naudin	4.91
Lamiaceae	<i>Aegiphila verticillata</i> Vell.	4.73
Calophyllaceae	<i>Kielmeyera rubriflora</i> Cambess	4.20
Bignoniaceae	<i>Jacaranda caroba</i> (Vell.) A. DC.	4.10
Peraceae	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	4.06
Myrtaceae	<i>Myrcia lingua</i> (O. Berg) Mattos	4.05
Melastomataceae	<i>Miconia paucidens</i> DC.	3.42
Lauraceae	<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	3.41
Calophyllaceae	<i>Kielmeyera grandiflora</i> (Wawra) Saddi	3.10
Primulacaceae	<i>Myrsine umbellata</i> Mart	3.03
Bignoniaceae	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	2.73
Annonaceae	<i>Annona coriacea</i> Mart.	2.38
Bignoniaceae	<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart. ex A. DC.	2.24
Calophyllaceae	<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	2.10
Salicaceae	<i>Casearea sylvestris</i> Sw.	1.82
Annonaceae	<i>Annona dioica</i> A. St.-Hil.	1.75
Araliaceae	<i>Schefflera vinosa</i> (Cham. & Schltld.) Frodin & Fiaschi	1.73
Asteraceae	<i>Gochnatia pulchra</i> Cabrera	1.68
Malvaceae	<i>Eriotheca gracilipes</i> (K.Schum.) A.Robyns	1.43
Apocynaceae	<i>Himatanthus obovatus</i> (Müll. Arg.) Woodson	1.43
Myrtaceae	<i>Myrcia fallax</i> (Rich.) DC.	1.28

Tabela 14- Continuação..

Família	Espécie	IVI
Rubiaceae	<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K. Schum.	1.20
Asteraceae	<i>Vernonea sp 1</i>	1.17
Vochysiaceae	<i>Vochysia cinnamomea</i> Pohl	0.98
Malpighiaceae	<i>Byrsonima cf. laxiflora</i>	0.94
Styracaceae	<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	0.89
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	0.80
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis sp 1</i>	0.75
Fabaceae	<i>Bauhinia rufa</i> Graham	0.70
Fabaceae	<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel.	0.61
Myrtaceae	<i>Myrcia bella</i> Cambess.	0.59
Euphorbiaceae	Indeterminada	0.56
Bignoniaceae	<i>Zeyheria montana</i> Mart.	0.55
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum campestre</i> A. St.-Hil.	0.55
Fabaceae	<i>Senna rugosa</i> (G.Don.) H.S. Irwin & Barneby	0.55
Asteraceae	<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	0.53

Tabela 15- Valores de importância das espécies amostradas na fisionomia cerrado *sensu stricto* 3, presente na Estação Ecológica de Itirapina. Onde: IVI- Índice de Valor de Importância.

Família	Espécie	IVI
Asteraceae	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	98.1942
Myrtaceae	<i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O. Berg	33.7679
Malpigiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	29.6409
Asteraceae	<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	16.5296
Bignoniaceae	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	16.2029
Asteraceae	<i>Gochnatia pulchra</i> Cabrera	14.9485
Solanaceae	<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	12.0614
Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	10.602
Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i> Planch.	9.49116
Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	8.82678
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hil	5.94206
Ebenaceae	<i>Diospyros hispida</i> A. DC.	5.81261
Bignoniaceae	<i>Jacaranda caroba</i> (Vell.) A. DC.	5.38792
Asteraceae	<i>Gochnatia barrosii</i> Cabrera	5.21939
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Steud.	4.50685
Annonaceae	<i>Annona crassifolia</i> Mart.	3.80349
Calophyllaceae	<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	3.77942
Lamiaceae	<i>Aegiphila verticillata</i> Vell.	3.36199
Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	2.84735
Verbenaceae	verbenaceae sp.	1.6222
Asteraceae	<i>Heterocondylus</i> cf. <i>alatus</i> (Vell.) R.M.King & H.Rob	1.53393
Annonaceae	<i>Annona coriacea</i> Mart.	1.49954
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp 1	1.47329
Verbenaceae	<i>Lippia velutina</i> Schauer	1.4685
Myrtaceae	<i>Psidium grandifolium</i> DC.	1.46542

Tabela 16- Valores de importância das espécies amostradas na fisionomia cerrado *sensu stricto* 4, presente na Estação Ecológica de Itirapina. Onde: IVI- Índice de Valor de Importância.

Família	Espécie	IVI
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Steud.	38.05
Fabaceae	<i>Leptolobium elegans</i> Vogel	29.85
Primulacaceae	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	20.31
Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	19.16
Myrtaceae	<i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O. Berg	18.26
Ebenaceae	<i>Diospyros hispida</i> A. DC.	17.90
Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	13.83
Bignoniaceae	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	12.66
Melastomataceae	<i>Miconia rubiginosa</i> (Bonpl.) DC.	11.93
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hil	10.97
Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	10.39
Malpigiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	9.61
Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	8.66
Peraceae	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	6.88
Lauraceae	<i>Ocotea pulchella</i> Mart	6.01
Annonaceae	<i>Annona crassifolia</i> Mart.	5.90
Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i> A. St.-Hil.	5.20
Salicaceae	<i>Casearea sylvestris</i> Sw.	4.36
Fabaceae	<i>Anadenanthera peregrina</i> var. <i>falcata</i> (Benth.) Reis.	4.28
Fabaceae	<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	4.09
Asteraceae	<i>Gochnatia pulchra</i> Cabrera	3.98
Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i> Planch.	3.85
Lamiaceae	<i>Aegiphila verticillata</i> Vell.	3.47
Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	3.08
Bignoniaceae	<i>Jacaranda caroba</i> (Vell.) A. DC.	3.01
Malvaceae	<i>Eriotheca gracilipes</i> (K.Schum.) A.Robyns	2.36
Apocynaceae	<i>Himatanthus obovatus</i> (Müll. Arg.) Woodson	2.22
Myrtaceae	<i>Myrcia lingua</i> (O. Berg) Mattos	2.13
Verbenaceae	<i>Lippia velutina</i> Schauer	1.84
Fabaceae	<i>Sclerolobium paniculatum</i> var. <i>paniculatum</i> Vogel	1.72
Opiliaceae	<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook. F.	1.45
Myrtaceae	<i>Myrcia bella</i> Cambess.	1.38
Fabaceae	<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel.	1.20
Fabaceae	<i>Stryphnodendron polyphyllum</i> Mart.	0.94
Vochysiaceae	<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	0.90
Myrtaceae	<i>eugenia cf aurata</i> O. Berg	0.79

Tabela 16- Continuação....

Família	Espécie	IVI
Ochnaceae	<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart. ex Engl.) Engl.	0.72
Malpigiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) Rich. ex Juss.	0.72
Annonaceae	<i>Annona dioica</i> A. St.-Hil.	0.67
Asteraceae	<i>Gochnatia barrosii</i> Cabrera	0.67
Bignoniaceae	<i>Zeyheria montana</i> Mart.	0.66
Melastomataceae	<i>Miconia fallax</i> DC.	0.66
Myrtaceae	Myrtaceae 1	0.65
Fabaceae	<i>Bauhinia sp 2</i>	0.65
Rubiaceae	Rubiaceae	0.65
Asteraceae	<i>Vernonea sp 1</i>	0.65
Fabaceae	<i>Bauhinia rufa</i> Graham	0.64

Capítulo 2

Existe um descritor prático e eficiente para identificar as fisionomias do Cerrado?

Existe um descritor prático e eficiente para identificar as fisionomias do Cerrado?

Marcelo Boccia Leite¹, Rafael de Oliveira Xavier¹ & Dalva Maria da Silva Matos¹

1-Laboratório de Ecologia e Conservação, Departamento de Hidrobiologia,
Universidade Federal de São Carlos- UFSCar, São Carlos, SP, Brasil.

Título curto: Descritores Fisionômicos do Cerrado Paulista

Resumo

O cerrado é caracterizado por uma ampla variação fisionômica, tendo sido classificado de modo distinto de acordo com diversos autores, o que dificulta a escolha de uma metodologia prática e objetiva de classificação. O objetivo deste trabalho foi comparar a eficiência de sete diferentes atributos do estrato arbóreo como preditores da variação fisionômica. Amostramos três fisionomias de cerrado (campo sujo, campo cerrado e cerrado sensu stricto) da Estação Ecológica de Itirapina. Nossos resultados mostraram baixa similaridade florísticas entre as fisionomias e atributos, como a área basal e volume do cilindro, não foram eficientes na distinção das fisionomias. Por outro lado, a riqueza, a densidade, a área basal do indivíduo mais robusto e a altura do maior indivíduo apresentaram diferenças significativas entre as três fisionomias. Aconselhamos o uso dos dois últimos atributos porque ambos requerem uma amostragem menos extensiva. Entretanto, acreditamos que a área basal do indivíduo mais robusto seja o preditor mais efetivo, pois não é afetado por variação ocasionada por quebras e é menos sujeito a erros de medidas.

Palavras chaves: campo sujo, campo cerrado, savana, atributos estruturais, similaridade florística.

Introdução

A vegetação do Cerrado varia de fisionomias mais abertas onde predominam espécies herbáceas, a densas formações florestais dominadas por elementos arbóreos (Durigan & Ratter 2006). Essas formas distintas se substituem ao longo de um *continuum* de fisionomias, com características que possibilitam as suas distinções (Durigan & Ratter 2006). Em geral, a ocorrência das fisionomias é determinada por fatores como disponibilidade de água no solo e as propriedades físicas do solo (Goodland & Pollard 1973; Furley & Ratter 1988), sendo que as fisionomias mais abertas estão associadas aos solos mais pobres (Goodland & Pollard 1973; Haridasan 2000) e formações florestais a solos mais férteis e menos ácidos (Araujo & Haridasan 1988).

Apesar de existir algum consenso sobre o reconhecimento das fisionomias florestais e campestres no cerrado, as formas intermediárias têm sido agrupadas de maneiras distintas. Segundo a classificação de Coutinho (1978), o cerrado seria constituído por cinco fisionomias: campo limpo, campo sujo, campo cerrado, cerrado *sensu stricto* e cerradão. Já Eiten (1994) agrupa todas as fisionomias acima em uma categoria denominado “Cerrado *lato*” e inclui outros 10 tipos de vegetação. Por sua vez, Ribeiro & Walter (1998) consideram três tipos principais de formações: as florestais, que incluem mata ciliar e cerradão; a campestre, que inclui o campo limpo e campo úmido, e por fim a savânica, que se divide em cerrado ralo, cerrado típico, cerrado denso, cerrado rupestre, entre outras. Esses três sistemas de classificação são os mais utilizados na literatura, porém não existe um consenso entre os pesquisadores sobre qual sistema representa melhor a variação fisionômica do cerrado. Normalmente, pesquisadores do estado de São Paulo utilizam a classificação de Coutinho (Pivello et al. 1999; Silva et al. 2009). Já na região central do Brasil é mais comum o sistema de

classificação de Ribeiro & Walter (Oliveira et al. 2005; Lenza & Klink 2006), enquanto outros adotam o método proposto por Eiten (Silva et al. 2002; Marimon-Junior & Haridasan 2005).

Os sistemas de classificação do cerrado utilizam diferentes descritores que podem não ser eficientes na distinção entre as fisionomias, mesmo dentro de um único sistema de classificação. Um exemplo é a existência de sobreposição entre as fisionomias cerrado denso e típico no sistema de Ribeiro & Walter (1998) em relação à altura dos indivíduos. Por outro lado, parâmetros como dominância absoluta (Durigan, 2009), densidade (Uhlmann et al. 1998; Batalha et al. 2001), riqueza (Batalha et al. 2001) e composição florística (Durigan et al. 2003) são considerados bons atributos para distinguir as fisionomias. Entretanto, Batalha et al. (2001) concluíram que o volume do cilindro é o melhor preditor fisionômico de cerrado. Apesar de serem bastante utilizados, todos esses preditores requerem amostragem extensiva, o que dificulta avaliações de curta duração. Nesse contexto, é importante que se obtenha um parâmetro que distinga as fisionomias e viabilize uma identificação mais rápida e segura de fisionomias de Cerrado.

Nesse estudo buscamos avaliar a eficiência de dois descritores sugeridos por Durigan (2009), a área basal dos indivíduos mais robustos e a altura dos maiores indivíduos, como preditores da variação fisionômica existente na vegetação savânica do cerrado em relação a descritores clássicos como riqueza, similaridade florística, área basal total, volume do cilindro e densidade. Tais preditores não necessitam de ampla amostragem e, segundo Durigan (2009), tendem a seguir distribuição normal e devem ser bons descritores. Assim, esperamos que esses dois descritores sejam mais práticos e eficientes em relação aos clássicos.

Material e Métodos

Área de Estudo

A Estação Ecológica de Itirapina (EEI) localiza-se entre os municípios de Itirapina e Brotas (22°11'-15'S and 47°51'-48°00' O) e possui 2.300 ha (Silva 2005). O clima é do tipo Cwa (Köppen 1948), sendo que o período chuvoso vai de outubro a março e o período seco de abril a setembro. A média anual de precipitação e temperatura é de 1.458,9 mm e 21,9 °C, respectivamente (Silva 2005). A EEI possui um predomínio de Neossolo Quartzarênico e apresenta uma grande heterogeneidade ambiental (Silva 2005), que propicia a existência uma ampla diversidade de formações vegetais, entre as quais o campo limpo, campo úmido, campo sujo, campo cerrado, cerrado *sensu stricto*, cerradão e florestas ripícolas (Delgado et al. 2006).

Método de amostragem

Com base na classificação de Coutinho (1978) e nas semelhanças visuais em relação à densidade e a altura dos indivíduos lenhosos, selecionamos quatro áreas de campo sujo, campo cerrado e cerrado *sensu stricto*. Em cada área distribuímos aleatoriamente 15 parcelas de 10m², totalizando 1,8 hectares amostrados. Em cada parcela medimos o diâmetro e altura de todos os indivíduos lenhosos com diâmetro na altura da base (DAB) ≥ 2.86 cm, a mesma medida adotada por Ferreira et al. (2007). As espécies amostradas foram identificadas em campo ou posteriormente, com ajuda de especialistas e literatura especializada (Durigan et al., 2004; Silva-Júnior, 2005), ou ainda através de consultas a herbários. As exsiccatas foram depositadas no herbário da Universidade Federal de São Carlos.

Análise estatística

Verificamos como as fitofisionomias se relacionam entre si com base na similaridade florística por meio de uma análise de agrupamento, utilizando a distância de Bray-Curtis como medida de dissimilaridade e a média de pares de grupos não ponderados (UPGMA) como algoritmo de formação de grupos, através do programa Past versão 2.16 (Hammer et al. 2001). Comparamos as três fitofisionomias entre si por meio de modelos lineares mistos, considerando as parcelas como efeito aleatório e a fisionomia como efeito fixo; e como variável dependente, cada um dos descritores: (1) as medidas do indivíduo com o maior diâmetro (mais robustos) e maior altura de cada parcela, (2) volume do cilindro, (3) riqueza, (4) área basal e (5) densidade. No caso de efeitos principais significativos, aplicamos um teste t corrigido para comparações pareadas entre os níveis dos fatores. As análises foram executadas por meio dos pacotes lme4 e multcomp no R Statistical Environment (v.2.15.1 R Development Core Team 2012), com nível de significância de 5%.

Resultados

No total amostramos 4.577 indivíduos. No campo sujo encontramos 507 indivíduos de 32 espécies e no campo cerrado encontramos 1.457 indivíduos de 43 espécies, enquanto no cerrado *sensu stricto* amostramos 2.613 indivíduos pertencentes a 80 espécies. A partir da análise de agrupamento (Figura 1) pudemos distinguir três grupos com 30 a 40% de similaridade florística: o primeiro agrupou três áreas de cerrado *sensu stricto* (1, 2 e 4) e duas de campo cerrado (1 e 3); o segundo grupo agrupou uma área de campo cerrado (4), uma de *sensu stricto* (3) e uma de campo sujo (3) e o terceiro com as outras três áreas de campo sujo (1, 2 e 4). Uma das áreas de campo cerrado apresentou uma composição peculiar, e se uniu aos demais grupos com similaridade muito baixa (figura 1).

Independentemente da variável dependente utilizada, não houve efeitos aleatórios significativos associados à variação dentro de cada uma das fisionomias, para qualquer fisionomia amostrada. Houve diferenças significativas entre as três fisionomias estudadas em relação à riqueza, à densidade, à altura dos maiores indivíduos e à área basal dos indivíduos mais robustos (Tabela 1). Os demais parâmetros testados relacionaram de maneira distinta as fitofisionomias; o volume do cilindro apresentou diferenças significativas entre campo sujo e cerrado *sensu stricto* e entre campo cerrado e cerrado *sensu stricto* (Tabela 1) e por fim, a área basal apresentou diferenças apenas entre campo sujo e cerrado *sensu stricto* (Tabela 1).

Discussão

A eficiência dos descritores baseados na composição da vegetação foi variável. Quando utilizamos a similaridade florística, apenas as áreas de campo sujo foram agrupadas em relação às demais fisionomias; dessa forma, a composição florística não foi um bom preditor da variação fisionômica. Esperava-se que houvesse similaridade florística entre as fisionomias (Durigan et al. 2003), porém, esta similaridade pode estar relacionada com a distância entre as áreas (Ratter et al. 2003) e provavelmente, a proximidade entre as áreas foi a responsável por tais resultados. Por outro lado, encontramos distinção entre as três fisionomias com base na riqueza, mostrando que esse atributo foi um bom preditor de variação fisionômica. Resultados semelhantes foram encontrado por Batalha et al. (2001) entre as fisionomias campo cerrado e cerrado *sensu stricto*, e por Goodland (1971), trabalhando em campo sujo, campo cerrado, cerrado *sensu stricto* e cerradão. Porém, apesar da composição florística ser útil na classificação das fisionomias, as características estruturais são mais utilizadas para as suas caracterizações (Coutinho 1978; Walter & Ribeiro 1998).

Os atributos estruturais apresentaram uma maior eficiência na distinção das fisionomias. Preditores como a área basal dos indivíduos mais robusto e a altura dos maiores indivíduos, foram bons descritores fisionômicos e corroboram a previsão de Durigan (2009). Além deles, a densidade, que é um dos critérios mais utilizados para comparar estruturalmente as fisionomias do cerrado (Goodland 1971; Uhlmann et al. 1998; Batalha et al. 2001), também distinguiu as três fisionomias estudadas. Além deste estudo, a densidade também mostrou diferenças entre as fisionomias campo sujo, campo cerrado, cerrado *sensu stricto* e cerradão no Estado de Minas Gerais (Goodland 1971), entre campo cerrado e cerrado *sensu stricto* no Paraná (Uhlmann et al. 1998) e em São Paulo, diferenciou o cerrado *sensu stricto* e o cerradão em relação ao estrato arbóreo (Batalha et al. 2001). Embora a densidade seja o descritor que mais sofra influência do critério de inclusão adotado, podendo apresentar diferenças de 3.500 indivíduos por hectare quando comparamos critério de inclusão de $DAP > 1$ cm em relação ao de $DAP > 5$ cm (Durigan 2009), este parâmetro demonstrou-se bastante confiável na distinção das fisionomias.

Por outro lado, a área basal total por parcela e o volume do cilindro relacionaram de modo distinto as fisionomias, mas não foram bons descritores fisionômicos. Nossos resultados contradizem Goodland (1971), que encontrou tendência de aumento da área basal de campo sujo à cerradão, e Uhlmann et al. (1998), que encontraram diferenças significativas entre campo cerrado e cerrado *sensu stricto* para esse mesmo preditor, utilizando perímetro basal ≥ 15 cm. Por outro lado, Batalha et al. (2001), utilizando $DAB \geq 1$ cm não encontraram diferenças na área basal do estrato lenhoso em nenhuma fisionomia, mas encontraram diferenças entre campo cerrado, cerrado *sensu stricto* e cerradão utilizando o volume do cilindro, concluindo que este é o melhor preditor fisionômico do cerrado. Assim, considerando que neste trabalho o

volume do cilíndrico distinguiu cerrado *sensu stricto* das outras duas fisionomias mais abertas, e que Batalha et al. (2001), não trabalhou com campo sujo, é possível que o volume do cilindro seja útil para distinguir apenas as fisionomias mais fechadas. Além disso, alguns atributos apresentam sobreposições entre as fisionomias, o que indica a existência de um *continuum* entre elas (Goodland 1971). Assim tais resultados também podem ter ocorrido devido a existência de sobreposição desses atributos entre as fisionomias, pela subjetividade na escolha das fisionomias ou de acordo com Eiten (1994), pela ampla plasticidade apresentada pelas árvores do Cerrado.

Concluimos que a área basal total e o volume do cilindro, apesar de serem úteis na identificação de algumas fisionomias, não se mostraram totalmente eficientes. Embora a riqueza e a densidade também tenham sido descritores eficientes, a área basal dos indivíduos mais robustos parece ser o critério mais prático na distinção entre fisionomias savânicas, uma vez que proporciona uma obtenção dos dados mais rápida em relação aos dois parâmetros anteriores. Já a altura do maior indivíduo, apesar de eficiente e prático, esta mais sujeita a variações devido a quebras ou erros de medidas.

Agradecimentos- À CAPES e à FAPESP pelas bolsas concedidas ao primeiro e segundo autores, respectivamente. Ao Wagner Chiba pela ajuda em campo e pela revisão desse manuscrito.

Referências:

- Batalha MA, Mantovani W & Mesquita Júnior HN, 2001. Vegetation structure in cerrado physiognomies in south-eastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 6: 475-483.
- Coutinho LM, 1978. O Conceito do cerrado. *Revista Brasileira de Botânica*, 1: 17-23.
- Delgado JM et al., 2006. Plano de manejo integrado das unidades de Itirapina-SP. *IF Sér. Reg.*, São Paulo, 27: 1-153.
- Durigan G et al., 2004. Plantas do cerrado paulista: imagens de uma paisagem ameaçada. Páginas e Letras Editora e Gráfica, São Paulo. 474p.
- Durigan G et al., 2003. The vegetation of priority areas for cerrado conservation in São Paulo state, Brazil. *Edinburgh journal of botany*, 60: 217-241.
- Durigan G & Ratter JA, 2006. Successional changes in cerrado and cerrado/forest ecotonal vegetation in western São Paulo State, Brazil, 1962-2000. *Edinburgh Journal of Botany*, 63: 119-130.
- Durigan G, 2009. Estrutura e diversidade de florestas tropicais. In Martins SV (Org.). *Ecologia de Florestas Tropicais do Brasil*. 1ed. Viçosa: Editora UFV, p. 185-215.
- Eiten G, 1994. Vegetação do Cerrado. In Pinto MN (org.). *Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas*. Brasília, Ed. UnB/SEMATEC. p. 17-73.
- Ferreira JN et al., 2007. Spatial variation in vegetation structure coupled to plant available water determined by two-dimensional soil resistivity profiling in a Brazilian savanna. *Oecologia*, 153: 417-430

- Furley PA & Ratter JA, 1988. Soil resources and plant communities of Central Brazilian Cerrado and their development. *Journal of Biogeography*, 15: 97-108.
- Goodland R, 1971. A physiognomic analysis of the cerrado vegetation. *The Journal of Ecology*, 59: 411-419
- Goodland R & Pollard R, 1973. The Brazilian cerrado vegetation: a fertility gradient. *Journal of Ecology*, 61: 219–224.
- Hammer Ø, Harper DAT & Ryan PD, 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. <http://folk.uio.no/ohammer/past/doc1.html>.
- Köppen W, 1948. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. Mexico-Buenos Aires: Fondo de cultura economica, 478p.
- Lenza E & Klink CA, 2006. Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, DF. *Revista Brasileira de Botânica*, 29: 627-638.
- Marimon-Junior BH & Haridasan M, 2005. Comparação da vegetação arbórea e características edáficas de um cerrado e um cerrado sensu stricto em áreas adjacentes sobre solo distrófico no leste de Mato Grosso. *Acta Botanica Brasílica*, 19: 913-926.
- Oliveira RS et al., 2005. Deep root function in soil water dynamics in cerrado savannas of central Brazil. *Functional Ecology*, 19: 574-581.
- Pivello VR et al., 1999. Abundance & distribution of native & alien grasses in a “Cerrado” (Brazilian Savanna) Biological Reserve. *Biotropica*, 31: 71-82.

Ratter J, Bridgewater S & Ribeiro JF, 2003. Analysis of the floristic composition of the Brazilian Cerrado vegetation. III: comparison of the woody vegetation of 376 áreas. *Edinburgh Journal of Botany*, 60: 57-109.

Ribeiro JF & Walter BMT, 1998. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In Sano SM & Almeida SP. Cerrado, Ambiente e flora. Planaltina, EMBRAPA CPAC. p. 87-167

Silva DA, 2005. Levantamento do meio físico das Estações ecológica e experimental de Itirapina, São Paulo. Brasil. *Revista do Instituto florestal*, 17: 113-128.

Silva IA, Valenti MW & Silva Matos DM, 2009. Fire effects on the population structure of *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. (Rutaceae) in a Brazilian savanna. *Brazilian Journal of Biology*, 69: 813-818.

Silva-Júnior MC, 2005. 100 Árvores do Cerrado – guia de campo. Rede de Sementes do Cerrado, Brasília. 278p

Silva LO et al., 2002. Levantamento florístico e fitossociológico em duas áreas de Cerrado *sensu stricto* no parque estadual da serra de caldas novas, Goiás. *Acta Botanica Brasilica*, 16: 43-53.

Uhlmann A, Galvão F. & Silva SM, 1998. Análise da estrutura de duas unidades fitofisionômicas de savana (cerrado) no sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 12: 231-247.

Tabela 1: Descritores fisionomicos utilizados para distinguir as fisionomias do Cerrado da Estação Ecológica de Itirapina. Onde: Cs- campo sujo, Cc- campo cerrado, Css- cerrado *sensu stricto*. Os valores são as médias \pm desvios padrão. Diferenças significativas estão representadas por letras diferentes.

Descritores	Anova	Cs	Cc	Css
Riqueza	F=110.09 **	3.25 ^a \pm 1.4	7 ^b \pm 3.3	12.2 ^c \pm 4.53
Área Basal (m ²)	F= 3.629*	0.017 ^a \pm 0.019	0.061 ^{a,b} \pm 0.038	0.292 ^b \pm 1.023
Volume do Cilindro (m ³)	F= 79.40**	0.03 ^a \pm 0.06	0.15 ^a \pm 0.13	0.66 ^b \pm 0.49
Altura do indivíduo mais alto (m)	F= 97.19 **	2.08 ^a \pm 0.84	3.46 ^b \pm 1.28	6.02 ^c \pm 2.33
Área Basal do indivíduo mais robusto (m ²)	F=44,71 **	0.005 ^a \pm 0.005	0.01 ^b \pm 0.02	0.35 ^c \pm 0.26
Densidade	F=74.22 **	8.89 ^a \pm 6,05	24.30 ^b \pm 15.88	43,53 ^c \pm 21,14

* p<0,05; **p<0,001

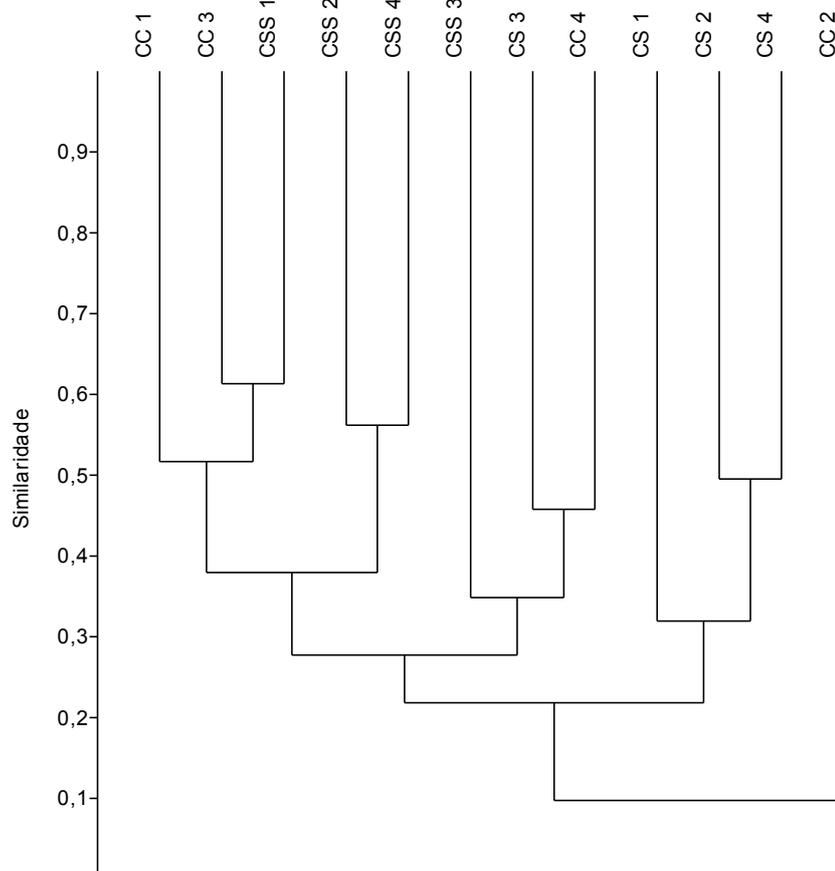


Figura 1: Análise de agrupamento a partir de dados de abundância das espécies em cada uma das áreas, considerando como medida de similaridade a distância de Bray-Curtis. Onde: CS- campo sujo, CC- campo cerrado, CSS- cerrado *sensu stricto*

Capítulo 3

**Relação solo/fisionomia em áreas campestres e
savânicas de cerrado da Região Sudeste do Brasil**

Formatado segundo as normas da Revista Plant and Soil

Relação Solo/Fisionomias em áreas Campestres e Savânicas de

Cerrado da Região Sudeste do Brasil

Marcelo Boccia Leite¹, Rafael de Oliveira Xavier¹ and Dalva Maria da Silva Matos¹

1-Laboratório de Ecologia e Conservação, Departamento de Hidrobiologia,
Universidade Federal de São Carlos- UFSCar. Rod Washington Luiz, Km 235, CEP
13565-905, São Carlos, SP, Brasil.

___ Autor para correspondência: Marcelo B. leite. Email: leite_bio@yahoo.com.br;
Telefone: (16) 3351-8111, Fax : (16) 3361-2081

Resumo

Objetivo: O Cerrado é caracterizado por uma diversidade de fisionomias relacionada às características do solo. O objetivo desse estudo foi verificar se existem diferenças nas características físico-químicas do solo entre fisionomias de cerrado localizadas em Neossolo Quartzarenico e se essas diferenças determinam a variação fisionômica. Outras questões específicas abordadas foram: A abundância de diferentes espécies está relacionada com características do solo? Essas relações acompanham o gradiente fisionômico?

Métodos: O estudo foi realizado na Estação Ecológica de Itirapina, SP, Brasil. Selecionamos quatro áreas de campo úmido, campo limpo, campo sujo, campo cerrado e cerrado *sensu stricto*, e realizamos comparações entre as áreas e fisionomias em relação as características do solo e abundância de plantas.

Resultados: Análise de Correspondência Canônica não mostrou uma clara distinção entre as fisionomias. Não encontramos diferenças significativas em relação às características do solo, mas algumas variáveis apresentaram diferenças entre as áreas com excesso hídrico.

Conclusão: Concluímos que existem diferenças entre algumas fisionomias em relação as propriedades físico-químicas do solo, mas apenas o solo não determina a ocorrência dessas fisionomias sobre Neossolos Quartzarenico. As abundâncias de algumas espécies estão relacionadas às características específicas de algumas áreas e não das fisionomias.

Introdução

Entre os diversos fatores que determinam as formações savânicas estão o solo (Montgomery and Askew 1983; Sarmiento 1983), o clima (Nix 1983; Sarmiento 1983) e a disponibilidade hídrica no solo (Goldstein and Sarmiento 1987; Sarmiento 1983). Contudo, o solo é um dos principais fatores atuando direta ou indiretamente na determinação da vegetação savânica (Montgomery and Askew 1983). O Cerrado ocupa uma área em torno de 2 milhões de km² (Oliveira-Filho and Ratter 2002), 46% dos quais ocorrem em latossolos e 15% sobre areias quartzosas, enquanto o restante aparece em podzólicos e gleissolos, entre outros (Reatto et al. 1998). Esses tipos de solos diferem principalmente quanto ao teor de nutrientes, alumínio e acidez (Furley and Ratter 1988) que podem afetar a estrutura da vegetação (Lopes and Cox 1978; Gottsberger and Silberbauer-Gottsberger 2006). De modo geral, os solos do Cerrado são ácidos, deficientes em nutrientes e possuem elevados níveis de saturação de alumínio (Reatto et al. 1998; Gottsberger and Silberbauer-Gottsberger 2006).

A estrutura do cerrado se caracteriza pelas diferentes alternâncias na abundância entre os estratos herbáceo e arbóreo (Coutinho 1978), que formam uma diversidade de fisionomias (Coutinho 1978; Eiten 1994; Ribeiro and Walter 1998; Gottsberger and Silberbauer-Gottsberger 2006), como o campo úmido, que passa por períodos de encharcamento e é dominado pelo estrato herbáceo (Eiten 1994); o campo limpo que é caracterizado pela dominância do estrato herbáceo sem a presença de árvores; o campo sujo, que possui arbustos espalhados e cuja presença de indivíduos arbóreos não ultrapassa 10%; o campo cerrado, no qual a vegetação é dominada por arbustos e as árvores cobrem entre 10 a 40% da área; e o cerrado *sensu stricto*, que é dominado por arbusto e os indivíduos arbóreos podem chegar a 7 metros de altura (Gottsberger and Silberbauer-Gottsberger 2006).

A presença dessas formações têm sido creditada as diferenças na fertilidade do solo (Goodland and Pollard 1973; Lopes and Cox 1977; Moreno et al. 2008). Por outro lado, alguns autores não confirmaram essa relação (Haridassam 1992), porém encontraram relação com a disponibilidade de argila (Ruggiero et al. 2002; Assis et al. 2011). Contudo, poucos trabalhos comparam as fisionomias campestres com as florestais, além disso, a íntima relação entre vegetação e solo não é simples, dessa forma, identificar a relação entre causa e efeito torna-se uma tarefa árdua (Ruggiero et al. 2002).

Neste contexto, o objetivo desse estudo foi verificar se existem diferenças nas características físico-químicas do solo entre fisionomias de cerrado localizadas em Neossolo Quartzarênico, e se essas diferenças podem determinar a variação fisionômica. Considerando o papel do solo na determinação das fisionomias de cerrado, procuramos responder às seguintes questões: 1) a abundância das diferentes espécies está relacionada com características do solo? 2) Estas relações acompanham o gradiente de fisionomias?

Material e Métodos

Área de estudo

Realizamos esse estudo na Estação Ecológica de Itirapina (EEI), uma unidade de conservação com 2.300 ha localizada nos municípios de Itirapina e Brotas, entre as coordenadas 22°11'-15'S e 47°51'-48°00' O (Delgado 2006). O clima é do tipo Cwa (Köppen 1948), com período chuvoso de outubro a março e período seco de abril a setembro; a precipitação média é de 1.458,9 mm e a temperatura média é de 21,9 °C (Silva 2005). O solo é constituído predominantemente por Neossolo Quartzarênico e em algumas áreas onde o lençol freático não é profundo, existem manchas de Gleissolos e

Organossolos (Silva 2005). Estas características propiciam a existência de uma ampla diversidade de formações vegetais, entre as quais campo limpo, campo úmido, campo sujo, campo cerrado, cerrado *sensu stricto*, cerradão e a florestas ripícolas (Delgado et al. 2006).

Amostragem

Selecionamos quatro áreas com ocorrência contínua de campo úmido, campo limpo, campo sujo, campo cerrado e cerrado *sensu stricto*. Reconhecemos essas áreas com base no sistema de classificação de Coutinho (1978) e no plano manejo na EEI (Delgado 2006). Nós também consideramos a densidade, a altura dos indivíduos lenhosos, bem como as espécies dominantes nas fisionomias campestres. Em seguida delimitamos parcelas com 100 x 100 m em cada área com fisionomias savânica, 50 x 100 m nas áreas de campo limpo e 50 x 40 m nas áreas de campo úmido, essas diferenças ocorreram porque em geral as áreas com vegetação campestre na EEI são manchas entre áreas savânicas. Dividimos cada uma dessas áreas em um *grid* de parcelas de 10 x 10 m e 15 parcelas foram demarcadas aleatoriamente. Em seis dessas 15 parcelas, identificamos todos os indivíduos lenhosos com diâmetro na altura da base (DAB) ≥ 2.86 cm, a mesma medida adotada por Ferreira et al. (2007), e amostramos todos os indivíduos herbáceos em seis subparcelas de 1 x 1 m, distantes 2 m entre si. As espécies amostradas foram identificadas em campo ou posteriormente, com a ajuda de especialistas e literatura especializada (Durigan et al. 2004; Silva-Júnior 2005), ou através de consultas a herbários.

Análises físicas e químicas do solo

Retiramos uma amostra de solo de 0 a 15 cm de profundidade e 2 cm de diâmetro ao lado de cada uma das seis subparcelas de 1 x 1 m. As amostras foram

misturadas formando uma amostra composta para cada parcela, totalizando 120 amostras distribuídas entre as 20 áreas das cinco fitofisionomias. Essas amostras foram mantidas em temperatura ambiente até que secassem naturalmente para serem enviadas ao laboratório de solos da UFSCar (Araras) para determinação das seguintes características químicas: teores de fósforo (P), potássio (K), magnésio (Mg), alumínio (Al) e cálcio (Ca), além do pH, matéria orgânica (M.O.), Soma de bases (SB), Capacidade de troca de Cátions (CTC), Saturação por bases (V), nitrogênio total (N) e saturação de alumínio (m). As análises químicas seguiram o protocolo proposto pelo Instituto Agrônomo de Campinas -IAC (Camargo et al, 2013). Para as análises físicas, retiramos uma amostra em cada uma das 15 parcelas demarcadas e fizemos uma amostra composta por área, considerando a homogeneidade em relação às características físicas. Estas amostras também foram enviadas ao laboratório de solos da UFSCar (Araras) onde foram determinadas as porcentagens de areia, argila e silte.

Análises estatísticas

As análises químicas não identificaram variação no teor de Mg entre as amostras de solo, de modo que não utilizamos essa variável nas análises estatísticas. Utilizamos as demais características químicas do solo em uma Análise de Variância Permutacional Multivariada para estimamos os efeitos fixos associados à variação fisionômica, além dos efeitos aleatórios relacionados à variação entre as áreas aninhadas em cada fisionomia. Quando os efeitos foram significativos, nós utilizamos comparações pareadas entre as fisionomias e entre as áreas por meio de teste t permutacional. Padronizamos as variáveis pelo desvio padrão antes das análises, que conduzimos no programa Permanova v. 1.60 (Anderson et al. 2001), utilizando a distância euclidiana e 10000 permutações sobre um modelo reduzido. Utilizamos uma Análise de Variância Permutacional, seguindo os mesmos métodos para estimar separadamente o efeito das

áreas e da variação fisionômica sobre cada uma das variáveis químicas. Assumimos 5% de significância em todos os testes e utilizamos o método de Holm-Benferroni no ambiente R (v.2.15.1 R Development Core Team 2012) para corrigir os valores de p provenientes das comparações pareadas *a posteriori* contra erro α .

Investigamos a relação entre as variáveis químicas e a composição do componente herbáceo nas cinco fisionomias a partir de uma Análise de Correspondência Canônica (CCA). Aplicamos uma segunda CCA para avaliar a relação dessas mesmas variáveis com a abundância do componente lenhoso das fisionomias savânicas. Conduzimos ambas as análises no ambiente R, utilizando o pacote vegan (v.2.15.1 R Development Core Team 2012). Para a nomenclatura das plantas utilizamos a base Tropicos (<http://www.tropicos.org/Home.aspx>).

Resultados

A partir da Análise de Variância Multivariada, observamos efeitos significativos da variação fisionômica ($F=3,047$, $p \geq 0,023$) sobre as características químicas do solo. As comparações *a posteriori* utilizando valores de p reduzidos não identificaram diferenças significativas entre as fisionomias (tabela 1).

Os resultados da análise univariada para cada uma das variáveis químicas mostraram diferenças significativas dos teores de P, K, saturação de alumínio (m) e de saturação de bases (V) entre as fisionomias (Tabela 2). Comparações *a posteriori* mostraram níveis maiores de P e K em áreas de cerrado *sensu stricto*, a saturação de alumínio diferiu entre campo sujo e campo cerrado e a saturação de bases foi maior em áreas de campo sujo em relação ao campo úmido (Tabela 2).

A análise multivariada mostrou que houve diferenças significativas entre as áreas de amostragem da mesma fisionomia ($F=4,8$, $p \geq 0,0001$). Comparações *a posteriori* entre áreas da mesma fisionomia indicaram que as características químicas do

solo em uma das áreas de campo limpo (CL1) em relação as outras três e entre as áreas campo cerrado 2 e campo cerrado 1 e 3, foram significativamente distintas. Nas três fisionomias restantes, não encontramos distinções entre as áreas de campo sujo e cerrado *sensu stricto*, enquanto as únicas áreas de campo úmido que diferiram entre si foram as áreas de campo úmido 1 e 2 (Tabela 3).

Para a análise univariada, houve efeito significativo relacionado a variação entre as áreas para várias características químicas. Uma das áreas de campo limpo (CL1) apresentou diferenças nos níveis de Al, N, saturação de bases, M.O. e capacidade de troca catiônica em relação as outras três (Tabela 2) e uma das áreas de campo úmido (CU4) apresentou diferenças significativas em relação a outras duas (CU1 e CU2) entre as variáveis M.O., Al e CTC. Ainda em relação às áreas de campo úmido, encontramos altos valores de nitrogênio nas áreas CU3 e CU4, apesar de não diferirem significativamente das outras duas áreas. Em relação ao cerrado *sensu stricto* a saturação de bases e Al foram diferentes em uma das áreas (CSS2) em relação as outras (tabela 2).

Os dois primeiros eixos da CCA explicaram 56,95% da variação dos dados (CCA 1 - 31,76%; autovalor = 0,737, CCA 2- 27,19%, autovalor = 0,5846). Contudo, a variável ambiental explicou apenas 27,46% da distribuição das espécies, enquanto 72,54% foram explicados por outras variáveis não analisadas. O diagrama da CCA mostrou uma distinção entre as áreas campo úmido 3 e 4 e a área de campo limpo 1 em relação às outras fisionomias, sendo que as duas primeiras relacionaram as espécies tolerantes a alagamentos (*Andropogon bicornis* L, *Ophioglossum* sp, *Mayaca sellowiana* Kunth) aos altos valores de nitrogênio e alumínio, enquanto a última está associada a níveis maiores de P e à presença de algumas espécies (*Ludwigia* sp, *Digitaria* sp 2, *Bulbostylis* sp3, *Axonopus* sp 2) .

Utilizando apenas a abundância dos indivíduos lenhosos e os dados abióticos das fisionomias savânicas, os dois primeiros eixos da CCA explicaram 46,4% da variação dos dados (CCA 1 – 24,83%; autovalor = 0,3781, CCA 2- 21,64%, autovalor = 0,3295). As variáveis ambientais analisadas explicaram 26,43% da variação das espécies e outras variáveis não analisadas explicaram 73,35% de toda a variação. Analisando o diagrama da CCA, podemos notar uma distinção entre as fisionomias CSS 3 e 4 relacionadas as variáveis ambientais argila, alumínio e matéria orgânica com a presença das espécies *Miconia rubiginosa* (Bonpl) DC., *Leptolobium subelegans* Vogel, *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart., *Dalbergia miscolobium* Benth. e *Miconia albicans* (Sw.) Steud. E entre algumas parcelas de campo cerrado 2, houve relação do nitrogênio e fósforo com a presença de *Gochnatia barrosii* Cabrera (Figura 2).

Discussão

Nossos resultados revelam que os solos de todas as áreas amostradas são ácidos, distróficos, arenosos (EMBRAPA 1997) e com alto teor de alumínio. Em relação às características do solo, é esperada uma redução da concentração de alumínio do campo limpo para o cerradão (Goodland and Pollard 1973; Cox and Lopes 1977; Reatto et al. 1998) e um aumento da disponibilidade de nutrientes, seguindo esse mesmo gradiente (Goodland and Pollard 1973; Cox and Lopes 1977; Reatto et al. 1998; Moreno et al. 2008). Contudo, outros trabalhos não encontraram relação entre as concentrações de nutrientes do solo e as fisionomias de cerrado, mas encontraram uma tendência inversa em relação ao alumínio, com maiores valores nas fisionomias florestais (Ruggiero et al. 2002; Assis et al. 2011). Nenhuma dessas tendências foram encontradas nesse trabalho, sendo que a saturação de alumínio distinguiu apenas o campo sujo do campo cerrado e considerando a saturação de bases (V) como indicador de fertilidade (Reatto et al. 1998;

Motta et al 2002), o campo sujo apresentou os maiores valores, porém só apresentou diferença significativas em relação ao campo úmido.

Diferentemente da variação fisionômica, as características químicas do solo apresentaram alta heterogeneidade dentro da mesma fisionomia. Os níveis de pH, Mg, K, Ca e SB foram homogêneos entre as áreas amostradas. Por outro lado, os níveis de Al, M.O., CTC e N foram maiores em uma área de campo limpo onde o solo fica saturado durante a maior parte do ano, e em áreas de campo úmido que ficam completamente alagadas por mais de 60 dias. Áreas alagadas tendem a apresentar solos com níveis mais elevados de alumínio (Sistani et al. 1999) e de matéria orgânica, devido à redução da taxa de decomposição (Crawley 1997 *apud* Amorim and Batalha 2007). Essa tendência já foi observada em um estudo anterior conduzido em áreas de cerrado (Amorim and Batalha 2007), de modo que a saturação hídrica deve ser o fator responsável pela peculiaridade química do solo dessas áreas. Contudo, as áreas alagadas deveriam apresentar menor disponibilidade de P, devido à alta concentração de Al (Gottsberger and Silberbauer-Gottsberger 2006) e valores de nitrogênio mais baixos devido ao aumento da desnitrificação gerado pelas condições anóxicas (Bodelier et al. 1998). Logo, tais resultados podem ser explicados em parte pela existência dessa saturação; entretanto, outras características abióticas ou mesmo bióticas dessas áreas devem exercer influência na disponibilidade desses nutrientes.

A análise de ordenação utilizando propriedades físico-químicas do solo e a estrutura do componente herbáceo permitiu a distinção apenas das áreas sujeitas a alagamento, indicando que a variação entre as demais fisionomias e áreas deve estar associada a outros fatores que não foram considerados neste estudo. Esta distinção de áreas sujeitas a alagamentos foi principalmente relacionada à quantidade de N, Al, P, SB e argila e à composição florística específica, com espécies tolerantes a saturação

hídrica. Os níveis de P, Al e soma de bases também distinguiram um gradiente de campo úmido à mata ciliar no cerrado (Tannus 2007), enquanto a quantidade de P e Al diferiram o campo úmido em relação ao cerrado sazonal e hipersazonal no estudo de Amorin and Batalha (2007). Em ambos os casos não foram quantificados os níveis de nitrogênio no solo. Diferenças florísticas entre áreas alagadas e áreas secas também foram encontradas por outros autores (Batalha et al. 2005; Tannus 2007). Estas diferenças são esperadas tendo em vista a variação na tolerância ao estresse hídrico entre as espécies (Blom et al. 1994). Em relação às outras fisionomias, alguns trabalhos encontraram a existência de relação entre as variáveis ambientais com as diferentes fisionomias de cerrado (Goodland and Pollard 1973; Lopes and Cox 1977; Moreno et al. 2008; Assis et al. 2011) ou mesmo em relação a gradientes que favorecem determinadas fisionomias (Pinto et al. 2005). Entretanto, como verificado neste estudo, outros trabalhos não encontram distinção entre as fisionomias de cerrado (Ruggiero et al. 2002; Haridassam 1992).

Considerando os resultados da CCA apenas para as fisionomias savânicas e os indivíduos lenhosos, menos de 47% da variação dos dados foram explicados pelos dois primeiros eixos e menos de 28% dessa variação foram geradas pelas variáveis analisadas. A maior distinção ocorreu entre CCS2 e CSS4 relacionando à distribuição *Miconia albicans*, *Miconia rubiginosa*, *Xylopia aromatica*, *Dalbergia miscolobium* e *Leptolobium subelegans*, com altos teores de alumínio, argila e matéria orgânica. Essas diferenças podem indicar que essas áreas têm potencial para se transformarem em cerradão. Isto porque, segundo Ribeiro and Walter (1998), *Xylopia aromatica*, *Dalbergia miscolobium* e *Miconia albicans*, são mais frequentes nessa fisionomia. As variáveis ambientais também apontam nessa direção, Ruggiero et al. (2002) encontraram uma tendência de redução da quantidade de argila no gradiente do cerradão

para o campo cerrado e Assis et al. (2011) encontraram maiores valores de argila no cerradão em comparação ao cerrado *sensu stricto*, ambos concluíram que o teor de argila pode provocar mudanças fisionômicas devido ao aumento da capacidade de retenção de água do solo (Assis et al. 2011). A hipótese de que algumas áreas de cerrado *sensu stricto* podem estar passando por um processo de transição em relação ao cerradão parece ser corroborada por algumas características da vegetação, tais como altos valores de dominância, alta similaridade e ocorrência de espécies típicas do cerradão, e.g. *Miconia langsdorffii*.

Apenas algumas variáveis analisadas apresentaram distinção entre as fisionomias e entre as áreas, mas através da análise multivariada não encontramos diferenças entre as fisionomias, indicando que essas relações são fracas e que a maior parte da variação se deve à alta variabilidade apresentada por algumas áreas, como ocorreu com o campo limpo 1 e o campo úmido 3 e 4. Encontramos a existência de relação entre a abundância de algumas espécies e ela estava associada às fisionomias campestres que possuíam saturação hídrica ao longo do ano. A ausência de relação também ocorreu com a abundância de espécies lenhosas nas fisionomias savânicas, onde houve relação entre algumas espécies apenas entre duas áreas de cerrado *sensu stricto*, mas não seguiu um gradiente de fisionomias. A saturação hídrica teve efeito direto em algumas variáveis abióticas como M.O e Al, e também determinou a ocorrência de algumas espécies mais tolerantes às essas condições, assim a disponibilidade hídrica foi determinante na distinção entre as fisionomias, mesmo nas formações savânicas onde a distinção pode ter ocorrido devido à maior capacidade de retenção de água nesses solos. Concluimos que existem diferenças entre algumas fisionomias em relação às propriedades físico-químicas do solo, mas estas sozinhas não são determinantes para a ocorrência das diferentes fisionomias, e que a abundância de

algumas espécies está relacionada às características abióticas específicas de algumas áreas e não das fisionomias.

Referências:

Amorim PK and Batalha MA (2000) Soil-vegetation relationships in hyperseasonal cerrado, seasonal cerrado and wet grassland in Emas National Park (central Brazil). *Acta Oecol* 32: 319-327.

Anderson MJ (2001) A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecol* 26: 32-46.

Assis ACC et al. (2011) Water availability determines physiognomic gradient in an area of low-fertility soils under Cerrado vegetation. *Plant Ecol* 212:1135-1147.

Batalha MA, Silva IA, Cianciaruso MV and Delitti WBC (2005) Hyperseasonal cerrado, a new Brazilian vegetation form. *Braz J Biol* 65:735-738.

Blom CWPM et al. (1994) Physiological ecology of riverside species: adaptive responses of plants to submergence. *Annals of Botany* 74:253-263.

Bodelier PLE et al. (1998) Interactions between nitrifying and denitrifying bacteria in gnotobiotic microcosms planted with the emergent. *FEMS Microbiol. Ecol.* 25:63-78.

Camargo, OA et al. (2013) Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas. Campinas, Instituto Agrônomo.

Coutinho LM (1978) O Conceito do cerrado. *Rev Bras Bot* 1: 17-23.

Delgado JM et al. (2006) Plano de manejo integrado das unidades de Itirapina-SP. *IF Sér. Reg.*, São Paulo, 27:1-153.

Eiten Eiten G (1994) Vegetação do Cerrado. In Pinto MN (org.). *Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas*. Brasília, Ed. UnB/SEMATEC. pp 17-73.

Durigan, G. et al. (2004) *Plantas do cerrado paulista: imagens de uma paisagem ameaçada*. Páginas e Letras Editora e Gráfica, São Paulo.

EMBRAPA (1997) Manual de métodos de análise do solo, 2ª ed. Rio de Janeiro, Brazil: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Solo.

Ferreira, JN et al. (2007) Spatial variation in vegetation structure coupled to plant available water determined by two-dimensional soil resistivity profiling in a Brazilian savanna. *Oecol* 153:417–430.

Furley PA and Ratter JA, (1988). Soil resources and plant communities of Central Brazilian cerrado and their development. *J Biogeog* 15: 97-108.

Goldstein G and Sarmiento G (1987) Water relations of trees and grasses and their consequences for the structure of savanna vegetation. In: Walker B. (ed.) *Determinants of Tropical Savannas*, Proceedings of the IUBS/SCZ workshop, Harare, Zimbabwe, IUBS Monograph Series No. 3, IRL. Press, Oxford, pp 13-38.

Goodland R and Pollard R (1973) The Brazilian cerrado vegetation: a fertility gradient. *J Ecol* 61:219–224.

Gottsberger G and Silberbauer-Gottsberger I (2006) Life in the cerrado: a South American tropical seasonal vegetation. In: *Origin, Structure, Dynamics and Plant Use*. vol. 1. Reta Verlag, Ulm.

Haridasan M (1992) Observations on soils, foliar nutrients concentrations and floristic composition of cerrado sensu stricto and cerradão communities in central Brazil. In: Furley P.A., Proctor J. and Ratter J.A. (eds), *Nature and Dynamics of Forest-Savanna Boundaries*. Chapman & Hall, United Kingdom, pp 171–184.

Köppen W (1948) *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. Mexico-Buenos Aires: Fondo de cultura economica.

Lopes AS and Cox FR (1977). Cerrado vegetation in Brazil: An edaphic gradient. *Agron J* 69:828-831.

- Montgomery RF and Askew GP (1983) Soils of tropical savannas. In: Goodall DW (ed) *Ecosystems of the World – tropical savannas*. Elsevier, Berlin, pp 63–77.
- Moreno MIC, Schiavini I and Haridasan M (2008) Fatores edáficos influenciando na estrutura de Fitofisionomias do cerrado. *Caminhos de Geografia* 9:173 - 194
- Motta PEF, Curi N and Franzmeier DP (2002) Relation of soils and geomorphic surfaces in the Brazilian cerrado. In: Oliveira PS, Marquis RJ, eds. *The cerrados of Brazil*. New York, USA: Columbia University Press, pp 121–139.
- Nix HA (1983) Climate in tropical savanna. In: Bourliere F (ed), *Ecosystems of the world, tropical savanna*, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, The Netherlands. pp 37-62.
- Oliveira filho AT and Ratter JA (2002) Vegetation physiognomies and woody flora of cerrado bioma. In: Oliveira PS, Marquis RJ, eds. *The cerrados of Brazil*. New York, USA: Columbia University Press, pp 91-120.
- Pinto et al. (2005). Influence of soil and topography on the composition of a tree community in a central Brazilian valley Forest. *Edinburgh J Bot* 62:69-90.
- Reatto A, Correia JA and Spera ST (1998) Solos dos bioma cerrado: aspectos pedológicos. In Sano SM and Almeida SP. *Cerrado, Ambiente e flora*. Planaltina, EMBRAPA CPAC. pp 47-86.
- Ribeiro JF and Walter BMT (1998). Fitofisionomias do bioma Cerrado. In Sano SM & Almeida SP. *Cerrado, Ambiente e flora*. Planaltina, EMBRAPA CPAC. pp 87-167.
- Ruggiero PGC et al. (2002) Soil–vegetation relationships in cerrado (Brazilian savanna) and semideciduous forest, southeastern Brazil. *Plant Ecol* 160:1–16.
- Silva DA (2005) Levantamento do meio físico das Estações ecológica e experimental de Itirapina, São Paulo. Brasil. *Rev Inst Florest*, 17:113-128.

Silva-Júnior MC Silva-Júnior MC (2005) 100 Árvores do cerrado – guia de campo. Rede de Sementes do Cerrado, Brasília.

Sarmiento G (1983) The Savannas of tropical America. In: Goodall DW (ed) Ecosystems of the World – tropical savannas. Elsevier, Berlin, pp 245-288.

Sistani KR, Mays DA and Taylor RW (1999) Development of natural conditions in constructed wetlands: biological and chemical changes. Ecol. Eng. 12:125–131.

Tabela 1 Comparação entre as fisionomias através do teste t permutacional. Onde: CU- campo úmido, CL- campo limpo, CS- campo sujo, CC- campo cerrado e CSS- cerrado sensu stricto. Consideramos $P \leq 0,008$ como significativo.

Fisionomias	t	P
CU -CL	1.0502	0,9738
CU-CS	1.9445	0,3570
CU- CC	1.3222	0,6165
CU- CSS	1.5240	0,5084
CL-CS	1.7921	0,3570
CL -CC	1.0952	0,9738
CL-CSS	2.1169	0,1582
CS -CC	2.5496	0,1143
CS-CSS	3.5765	0,0330
CC-CSS	2.3285	0,1143

Tabela 2 Variáveis químicas e físicas dos solo entre as areas e fisionomias. Onde: \pm - desvio padrão, CL- campo limpo, CS- campo sujo, CC- campo cerrado, CSS- cerrado sensu stricto, letras na mesma linha das fisionomias referem-se a comparações entre ela e nas colunas são comparações entre as áreas; letras diferentes significam diferenças significativas e em negritos são os valores mais relevantes

	K***		Ca		Mg		Al mmolc/dm3		SB		CTC	
	média	\pm	média	\pm	média	\pm	média	\pm	média	\pm	média	\pm
CU	a						a		a		a	
1	0,4	0,1	1,0	0,1	1,0	0,0	5,6 ^b	1,1	1,6 ^a	0,1	20,9 ^b	1,1
2	0,5	0,1	1,0	0,1	1,0	0,0	7,7 ^c	0,4	1,8 ^a	0,2	24,7 ^b	1,7
3	0,7	0,2	2,0	1,6	1,0	0,2	13,9^{a,b,c}	6,4	3,6 ^a	1,7	59,7^{a,b}	33,7
4	0,7	0,3	2,0	1,6	1,0	0,2	15,9^a	6,1	3,3 ^a	1,8	74,3^a	36,7
CL	a						a		a		a	
1	0,6	0,1	2,0	0,4	1,0	0,1	14,1^d	2,6	2,9 ^b	0,5	53,6^b	10,3
2	0,7	0,3	1,0	0,3	1,0	0,1	6,0 ^c	0,8	2,3 ^{a,b}	0,4	23,0 ^a	2,9
3	0,5	0,2	1,0	0,2	1,0	0,0	6,2 ^{b,c}	0,6	2 ^a	0,3	22,2 ^a	2,9
4	0,5	0,1	1,0	0,2	1,0	0,2	8,3 ^a	1,0	2,3 ^{a,b}	0,3	26,8 ^a	2,7
CS	a						a		a		a	
1	0,7	0,2	1,0	0,5	1,0	0,3	5,7 ^a	1,0	2,9 ^a	0,9	21,7 ^a	0,9
2	0,6	0,1	1,0	0,5	1,0	0,1	6,5 ^a	0,6	2,7 ^a	0,6	24,0 ^a	1,5
3	0,6	0,1	2,0	0,4	1,0	0,2	6,3 ^a	0,8	3,2 ^a	0,5	22,2 ^a	1,4
4	0,7	0,1	2,0	0,5	1,0	0,2	5,6 ^a	1,2	3,5 ^a	0,7	23,2 ^a	1,9
CC	a						a		a		a	
1	0,6	0,1	2,0	0,3	1,0	0,1	8,0 ^a	0,6	3,1 ^b	0,4	27,3 ^a	1,4
2	0,6	0,3	1,0	0,2	1,0	0,1	7,5 ^a	1,1	1,9 ^a	0,2	25,0 ^a	3,5
3	0,6	0,1	2,0	0,3	1,0	0,1	8,8 ^a	0,8	2,9 ^b	0,4	27,4 ^a	2,7
4	0,6	0,1	1,0	0,3	1,0	0,1	8,1 ^a	1,1	2,5 ^b	0,3	27,7 ^a	1,4
CSS	b						a		a		a	
1	1,2	0,8	1,0	0,3	1,0	0,2	8,3 ^{a,b}	1,5	2,9 ^a	1,0	29,5 ^{a,b}	6,6
2	0,8	0,3	1,0	0,1	1,0	0,1	11,8 ^c	1,4	2,2 ^a	0,4	37,5 ^b	6,6
3	1,0	0,9	1,0	0,5	1,0	0,2	7,4 ^a	0,5	3,3 ^a	1,0	27,8 ^a	3,1
4	0,9	0,4	1,0	0,2	1,0	0,2	9,2 ^b	0,9	2,6 ^a	0,3	29,4 ^{a,b}	1,6

continuação tabela 2.

	P*** mg/dm3		M.O g/dm3		pH*** Ca Cl2		N total ppm		V** %	
	média	±	média	±	média	±	média	±	média	±
CU	a		a		a,b		a		b	
1	1,7	0,5	5,8 ^b	0,4	4,2 ^a	0,0	604,0 ^a	94	7,0 ^b	0,5
2	2,5	0,5	9,2 ^c	0,4	4,1 ^b	0,1	771,0 ^a	94	7,0 ^{a,b}	0,8
3	4,8	3,5	21,5^a	6,3	4,0 ^{a,b}	0,2	1417,0^a	669	7,0 ^{a,b}	3,0
4	3,8	1,3	29,0^a	14,7	4,1 ^{a,b}	0,2	2542,0^a	1590	5,0 ^a	1,9
CL	a		a		a,b		a		a,b	
1	7,0	0,9	20,0^c	4,6	4,1 ^a	0,1	1083,0^b	102	6,0 ^b	0,9
2	5,5	0,8	6,8 ^{a,b}	1,2	4,2 ^{a,b}	0,1	771,0 ^a	123	10,0 ^a	1,5
3	3,3	0,8	6,2 ^b	0,4	4,2 ^b	0,1	625,0 ^a	0	9,0 ^a	1,9
4	5,8	1,8	9,0 ^a	0,9	4,1 ^a	0,1	792,0 ^a	129	9,0 ^a	1,3
CS	a		a		b		a		a	
1	4,0	1,5	6,0 ^a	1,1	4,2 ^a	0,1	667,0 ^a	151	13,0 ^a	4,1
2	4,5	0,5	7,1 ^a	0,4	4,2 ^a	0,1	583,0 ^a	102	11,0 ^a	2,2
3	6,3	0,8	7,3 ^a	0,8	4,1 ^a	0,1	771,0 ^a	215	14,0 ^a	1,8
4	6,5	1,4	7,0 ^a	1,3	4,2 ^a	0,1	750,0 ^a	209	15,0 ^a	3,2
CC	a		a		a		a		a,b	
2	4,3	1,0	9,1 ^a	1,6	4,0 ^a	0,1	875,0 ^a	209	8,0 ^a	1,4
4	4,8	0,4	8,0 ^{a,b}	0,9	4,0 ^a	0,1	958,0 ^a	188	9,0 ^{a,b}	1,4
3	5,0	0,0	6,6 ^b	1,0	4,0 ^a	0,1	833,0 ^a	219	11,0 ^b	1,0
1	5,3	1,0	7,8 ^{a,b}	0,8	4,0 ^a	0,0	813,0 ^a	205	12,0 ^b	2,0
CSS	b		a		a		a		a,b	
1	2,3	1,5	6,8 ^a	1,7	3,9 ^{a,b,c}	0,1	625,0 ^a	79	10,0 ^a	1,5
2	1,2	0,4	9,0 ^a	1,3	3,8 ^b	0,1	625,0 ^a	79	6,0 ^b	1,0
3	1,8	0,8	7,8 ^a	1,6	4,0 ^a	0,1	646,0 ^a	51	12,0 ^a	2,7
4	1,2	0,4	7,7 ^a	1,9	3,9 ^c	0,0	583,0 ^a	65	9,0 ^a	1,4

Continuação Tabela 2.

	m		Areia	Silte	Argila
	%		%	%	%
	média	±			
CU	a,b				
1	69,8 ^a	4,9	96	1	3
2	75,9 ^a	0,9	95	0	5
3	76,8 ^a	9,8	94	1	5
4	80,3 ^a	6,6	96	0	4
CL	a,b				
1	82,5 ^a	3,0	95	2	3
2	68,9 ^b	3,2	95	2	3
3	71,2 ^b	2,6	97	1	2
4	76,6 ^c	2,0	97	0	3
CS	b				
1	65,3 ^a	9,8	94	4	2
2	69,1 ^a	3,1	96	0	4
3	65,9 ^a	3,3	96	2	2
4	60,2 ^a	8,0	94	3	3
CC	a				
1	70,8 ^a	4,3	93	3	4
2	73,8 ^a	2,9	95	4	1
3	73,2 ^a	2,5	93	3	4
4	73,1 ^a	4,3	92	2	6
CSS	a,b				
1	72,2 ^a	2,6	94	2	4
2	80,8 ^a	1,9	92	1	7
3	68, ^b	6,1	93	2	5
4	76,2 ^a	2,4	92	3	5

Tabela 3: Comparação entre as áreas através do teste t permutacional. Onde: CU- campo úmido, CL- campo limpo, CS- campo sujo, CC- campo cerrado e CSS- cerrado sensu stricto. Consideramos $P \leq 0,008$ como significativo.

Áreas	P
CC1-CC2	0,006
CC1-CC3	0,549
CC1-CC4	0,157
CC2-CC3	0,008
CC2-CC4	0,115
CC3-CC4	0,072
CL1-CL2	0,001
CL1-CL3	0,001
CL1-CL4	0,002
CL2-CL3	0,030
CL2-CL4	0,050
CL3-CL4	0,009
CS1-CS2	0.412
CS1-CS3	0.126
CS1-CS4	0.098
CS2-CS3	0.030
CS2-CS4	0.026
CS3-CS4	0.319
CSS1-CSS2	0.047
CSS1-CSS3	0.467
CSS1-CSS4	0.349
CSS2-CSS3	0.015
CSS2-CSS4	0.018
CSS3-CSS4	0.202
CU1-CU2	0,004
CU1-CU3	0,027
CU1-CU4	0,027
CU2-CU3	0,036
CU2-CU4	0,032
CU3-CU4	0,516

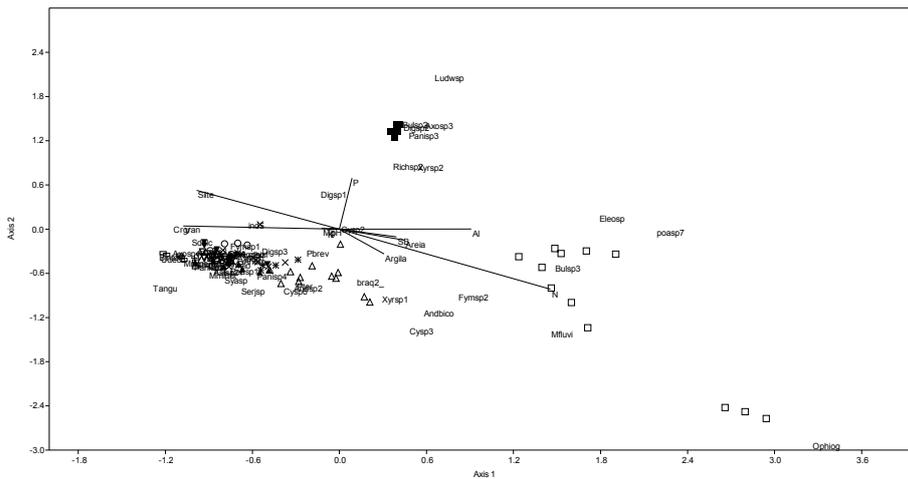


Figura 1: Análise Correspondência Canônica utilizando indivíduos herbáceos. Onde os símbolos são: quadrado - campo úmido 3 e 4, triângulo- campo úmido 1 e 2, quadrado preenchido Campo limpo 1, asterisco- campo limpo 2, xis- campo limpo 3 e 4, triângulo invertido- campo sujo 1 e 2, retângulo- campo sujo 3 e 4, círculo- campo cerrado 1 e 3, triângulo invertido preenchido- campo cerrado 2, elipse- campo cerrado 4, triângulo preenchido cerrado sensu stricto 1 e 3, positivo- cerrado sensu stricto 2 e 4.

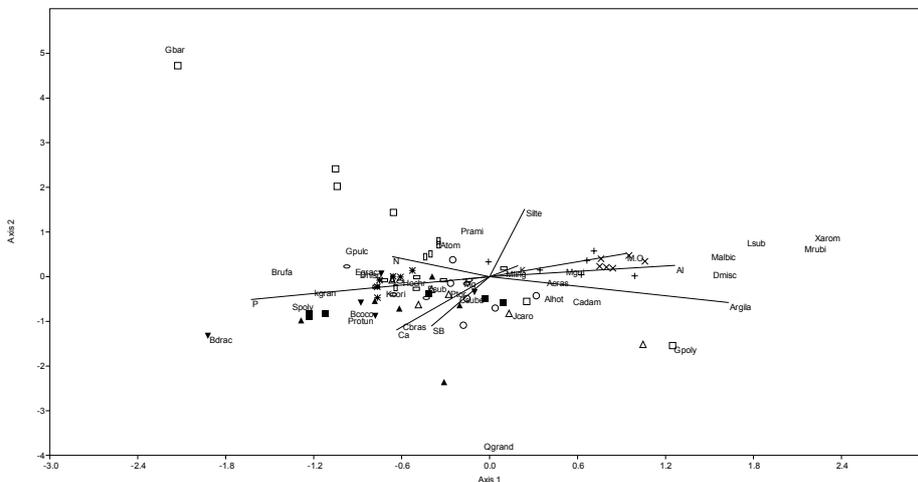


Figura 2: Análise Correspondência Canônica utilizando indivíduos lenhosos. Onde: barra preenchida- campo sujo 1, triângulo preenchido- campo sujo 2, quadrado preenchido- campo sujo 3, triângulo invertido preenchido- campo sujo 4, asterisco- campo cerrado 1, quadrado- campo cerrado 2, elipse- campo cerrado 3, círculo- campo cerrado 4, retângulo- cerrado sensu stricto 1, xis- cerrado sensu stricto 2, triângulo cerrado sensu stricto 3, positivo - Cerrado sensu stricto 4

Capítulo 4

**Influência da disponibilidade hídrica na determinação
fisionômica do cerrado.**

Artigo a ser submetido a Plant Ecology

Influência da disponibilidade hídrica na determinação fisionômica do cerrado.

Marcelo Boccia Leite¹, Rafael de Oliveira Xavier¹ & Dalva Maria da Silva Matos¹

1-Laboratório de Ecologia e Conservação, Departamento de Hidrobiologia,
Universidade Federal de São Carlos- UFSCar. Rod Washington Luiz, Km 235, CEP
13565-905, São Carlos, SP, Brasil.

____ Autor para correspondência: Marcelo B. leite. Email: leite_bio@yahoo.com.br;
Telefone: (16) 3351-8111, Fax : (16) 3361-2081

Resumo

A disponibilidade de nutriente do solo, a disponibilidade hídrica e a ocorrência de incêndios são alguns dos responsáveis pela variação fisionômica do Cerrado. O objetivo desse estudo foi entender qual é a influência do lençol freático na determinação fisionômica do cerrado. Para isso buscamos responder as seguintes perguntas. Existe variação do nível do lençol freático entre as áreas? As alterações do nível do lençol freático acompanham a variação fisionômica? As fisionomias passam por períodos de déficit hídrico? Os períodos de déficit hídrico são iguais em todas as fisionomias? O lençol freático é o principal determinante das fisionomias? O Estudo foi realizado na Estação Ecológica de Itirapina, SP, Brasil. Acompanhamos a variação do nível do lençol freático e da umidade superficial em cinco diferentes fisionomias de cerrado e analisamos a disponibilidade de nutrientes nessas áreas. Relacionamos as variáveis ambientais entre as áreas através de PCA e procuramos correlações entre as variáveis pluviosidade/umidade superficial/profundidade do lençol freático usando correlação de Spearman. Verificamos que o nível do lençol freático diferiu entre as áreas e esteve relacionado com as fisionomias. A sazonalidade não afetou as áreas campestres e o período de seca foi menor do que o esperado nas fisionomias savânicas. A influência da disponibilidade hídrica sobre as fisionomias e sobre as características do solo parecem determinar a variação fisionômica. Concluimos que o nível do lençol freático apresentou diferentes padrões entre as fisionomias; não houve déficit hídrico nas fisionomias campestres, apenas nas savânicas; a profundidade do lençol freático tem um papel decisivo na determinação do gradiente fisionômico da EEI.

Introdução

Apesar do questionamento se o Cerrado pode ser considerado uma savana (Coutinho 1978, Gottsberger and Silberbauer-Gottsberger 2006), a distribuição sobre a mesma região climática (Nix 1983), a influência do solo (Montgomery and Askew 1983; Lopes and Cox 1977; Reatto et al. 1998), da disponibilidade hídrica (Goldstein and Sarmiento 1987; Oliveira-Filho et al. 1989, Ferreira et al. 2007) e da presença do fogo (Trollope 1982, Coutinho 1990), afetando suas características e distribuição, são características comuns tanto ao Cerrado como as outras savanas.

O cerrado é caracterizado por um conjunto de fisionomias que não são uniformes (Coutinho 1990, Gottsberger and Silberbauer-Gottsberger 2006). A variação fisionômica pode ser determinada pelas diferentes disponibilidades de nutrientes, que devem ser maiores em fisionomias florestais e pelas concentrações de alumínio, que geralmente são maiores nas fisionomias campestres (Goodland and Pollard 1973; Cox and Lopes 1977; Reatto et al. 1998). Porém, outros trabalhos não encontraram relação entre a disponibilidade de nutrientes com as diferentes fisionomias (Ruggiero et al. 2002; Assis et al. 2011) ou encontraram a mesma disponibilidade de nutrientes em cerrado *sensu stricto* e cerradão, enquanto valores elevados de alumínio foram encontrados no cerradão (Haridassan 1992).

Por outro lado, a disponibilidade hídrica também pode determinar a ocorrência de fisionomias (Ribeiro and Walter 1998, Oliveira-Filho and Ratter 2002, Gottsberger and Silberbauer-Gottsberger 2006). As fisionomias campestres estariam associadas às áreas que passam por períodos de saturação hídrica (Eiten 1994, Batalha et al. 2005, Tannus 2007, Ribeiro and Walter 1998) e a ocorrência das fisionomias savânicas estariam restritas aos locais aonde os solos são profundos (Ribeiro and Walter 1998,

Oliveira-Filho and Ratter 2002) e bem drenados (Oliveira-Filho and Ratter 2002). A influência da disponibilidade hídrica superficial na variação fisionômica foi verificado por Assis et al. (2012) e o efeito do lençol freático foi analisado indiretamente por Oliveira-Filho et al. (1989). Já Ferreira et al. (2007), através de medidas de resistividade, sugeriram que a disponibilidade de água no solo deve ser o fator determinante da variação fisionômica no cerrado.

Contudo, também não podemos ignorar a ação do fogo sobre a variação fisionômica (Furley and Ratter 1988, Coutinho 1990). Assim, considerando o período superior a 19 anos sem a ocorrência de incêndio em grande parte das áreas e a variação sazonal do nível do lençol freático da Estação Ecológica de Itirapina, decidimos avaliar se o lençol freático pode determinar fisionômica do cerrado. Para isso buscamos responder às seguintes perguntas. Existe variação do nível do lençol freático entre as áreas? As alterações do nível do lençol freático acompanham a variação fisionômica? As fisionomias passam por períodos de déficit hídrico? O período de déficit hídrico são semelhantes em todas as fisionomias? O lençol freático é o principal determinante das fisionomias?

Material e Métodos

Área de estudo

A Estação Ecológica de Itirapina (EEI) é uma unidade de conservação com 2.300 ha, dominada por fisionomias savânicas e campestres, o que a torna a maior Estação Ecológica com esse tipo de ambiente no estado de São Paulo (Delgado 2006). A EEI está localizada entre os municípios de Itirapina e Brotas, entre as coordenadas 22°11'-15'S e 47°51'-48°00' O (Delgado 2006). O clima é do tipo Cwa (Köppen 1948), sendo que o período chuvoso vai de outubro a março e o período seco de abril a

setembro, a precipitação média é de 1.458,9 mm e a temperatura média é de 21,9 °C (Silva 2005). Seu solo é formado predominantemente por Neossolo Quartzarênico e em áreas aonde o lençol freático não é profundo existem manchas de Gleissolos e Organossolos (Silva 2005).

Entre as diversas fisionomias que ocorrem na EEI (Delgado 2006), selecionamos quatro áreas com ocorrência contínua de campo úmido, campo limpo, campo sujo, campo cerrado e cerrado *sensu stricto*. Essas fisionomias foram escolhidas com base no sistema de classificação de Coutinho (1978) e no plano manejo da EEI (Delgado 2006), mas levando em consideração as semelhanças em relação à densidade, altura dos indivíduos lenhosos e as espécies dominantes nas fisionomias campestres. Em seguida delimitamos 100x100 m nas fisionomias savânicas, 50 x 100m nas áreas de campo limpo e 50 x 40 m nas áreas de campo úmido, devido aos menores tamanhos destas duas últimas.

Em cada uma das 20 áreas demarcadas, instalamos aleatoriamente 15 parcelas de 10m² para a realização do levantamento florístico. Dentre essas parcelas, sorteamos duas parcelas e instalamos poços para a medição do lençol freático. Nas áreas onde o lençol freático estava a uma profundidade igual ou inferior a 7 metros, foram instalados canos adicionais em três diferentes parcelas para melhor caracterizar a variação local. Assim, das 20 áreas monitoradas, 15 áreas apresentaram cinco poços e em cinco áreas (duas áreas de campo cerrado - CC1 e CC3 e três de cerrado *sensu stricto*-CSS1, CSS2 e CSS3), apenas 2 poços foram instalados. Os poços foram revestidos por cano de PVC que foram previamente furados e cobertos com manta geotextil. Durante os meses de novembro de 2011 a outubro de 2013, realizamos medições quinzenais do nível do lençol freático através da sonda Mini Water Level Meters, model 102 da Soinlist.

Para determinar a disponibilidade hídrica superficial do solo, instalamos um sensor de umidade *Watermark* em cada área. Os sensores foram instalados a 30 cm de profundidade na mesma parcela que havia um poço de medição do lençol freático. Este tipo de sensor é amplamente utilizado em irrigação agrícola como indicador da umidade do solo. Cada sensor consiste em dois eletrodos concêntricos embebidos numa matriz porosa contendo CaSO_4 , de modo que a água contida nos poros permanece sempre saturada por esse sal; quando cabos são conectados a esses eletrodos a resistência elétrica no ambiente dos poros pode ser medida (Spaans and Baker 1992). Os valores de resistência elétrica são expressos em kPa, e variam de 0 (solo saturado com água) a 200 (solo seco). Realizamos medições quinzenas entre novembro de 2012 e outubro de 2013, as medições foram realizadas concomitantes com as medidas do nível do lençol freático.

Para as análises das propriedades químicas, coletamos amostras em seis parcelas de cada área, sempre incluindo as parcelas que continham os poços. As amostras foram retiradas em diferentes pontos dessas parcelas a 15 cm de profundidade. As amostras foram enviadas ao laboratório de Solos da UFSCar (Araras-SP), onde foram realizadas as análises químicas dos nutrientes: Fósforo (P), Potássio(K), Magnésio (Mg), Alumínio (Al), Cálcio (Ca), pH, matéria orgânica (M.O.), Soma de bases (SB), Capacidade de troca de Cátions (CTC), Saturação por bases (V), nitrogênio total (N). As análises físicas foram realizadas nas amostras compostas retiradas das 15 parcelas; analisamos a porcentagem de areia, argila e silte. O método utilizado seguiu o protocolo proposto pelo Instituto Agrônomo de Campinas -IAC (Camargo et al, 2013).

Dados de pluviosidade foram obtidos da Estação meteorológica do CHREA-USP, localizado a menos de 3 km da área mais próxima e a menos de 9 km da área mais distante. Os dados de pluviosidade total obtidos entre os meses de novembro de 2012 a

outubro de 2013 foram somados a cada 15 dias entre os intervalos de cada medição, sendo que na primeira medição foi considerada a soma dos 15 dias anteriores.

Utilizamos os dados da profundidade do lençol freático das 48 medições realizadas nas 20 áreas das cinco fisionomias estudadas para a elaboração de gráficos Box-plot utilizando o programa Past v. 2.0.9. Este tipo de gráfico é indicado quando se quer mostrar tendências.

Comparamos a profundidade mínima do lençol freático entre os anos de amostragem por meio de um teste t pareado e realizamos correlação linear de Spearman através do programa Past v. 2.0.9, para verificar a relação entre a profundidade do lençol freático, umidade superficial e pluviosidade.

Para identificar a existência de possíveis relações entre as diferentes variáveis ambientais entre as fisionomias, realizamos análise de componentes principais (PCA) com os dados padronizados para: P, K, Mg, Al, Ca, pH, M.O., SB, CTC, V, N, areia, argila, silte e profundidade do lençol freático, entre as 20 áreas através do software Past v. 2.0.9.

Resultados

A profundidade do lençol freático foi superficial em todas as áreas de campo úmido e campo limpo, em uma área de campo cerrado (CC2) e outra de campo sujo (CS4). Nessa última área a profundidade máxima do lençol variou entre 1,85m na área mais baixa a 2,88 m na área mais alta, enquanto nas 9 áreas restantes, a profundidade nunca ultrapassou 2,1 m (figura 1). No geral, as fisionomias campo cerrado e cerrado *sensu stricto* estavam localizadas em regiões onde a profundidade do lençol freático nunca era inferior aos 3 metros de profundidade; a única exceção foi um poço localizado na região mais baixa de uma área de campo cerrado, CC4 (figura 1). Por

fim, tivemos as áreas de campo sujo que apresentaram a maior variação, ocupando uma região intermediária entre as áreas campestres e as áreas de campo cerrado e cerrado *sensu stricto* (figura 1). Nas áreas de campo sujo, uma das áreas apresentou profundidade mínima superior a 4,5 m (figura 1), entretanto, esta foi a única área estudada atingida por um incêndio em 2009.

Durante os 2 anos que acompanhamos as variações dos níveis de profundidade do lençol freático, notamos a existência de um padrão em todas as fisionomias: o nível do lençol freático começou a subir no início da estação chuvosa, atingiu o maior nível no final de janeiro e início de fevereiro, começou a apresentar uma ligeira queda entre os meses de abril a maio, em seguida apresentou uma pequena elevação devido a chuvas fora de época que costumam ocorrer em junho ou julho, quando finalmente o lençol começa a baixar atingindo as maiores profundidades no final da estação seca (figura 2). Contudo, não encontramos água durante o período estudado em duas áreas de campo cerrado (CC1 e 3) e duas de cerrado *sensu stricto* (CSS1 e 2). O nível do lençol foi significativamente mais superficial no primeiro ano de amostragem (test t pareado - $t=6,517$, $p < 0,001$).

A umidade superficial do solo permaneceu quase constante durante o início da estação chuvosa até abril em todas as fisionomias, porém em seguida notamos uma redução da umidade superficial entre maio e junho em todas as fisionomias com exceção do campo úmido. Novamente com as chuvas fora de época, a umidade superficial se elevou por cerca de um mês e começou a diminuir até atingir seu valor máximo no final da estação seca, entre os meses de agosto e setembro. Contudo, a umidade das áreas de campo úmido e em três áreas de campo limpo sofreram pouca alteração, enquanto as fisionomias savânicas, principalmente campo cerrado e cerrado *sensu stricto*, passaram por períodos de extrema deficiência de água (figura 3).

As análises de correlação não mostraram correlação entre a pluviosidade e a umidade superficial e apresentaram correlação entre a profundidade do lençol freático e a umidade superficial do solo em sete das oito áreas de campo limpo e campo úmido (Tabela 1). Uma das áreas de campo limpo (4), de campo sujo (4) e de campo cerrado (2), apresentaram relações entre as três variáveis estudadas e duas áreas campo sujo (2 e 3) apresentaram relações entre a umidade superficial e a pluviosidade e entre a umidade superficial e a profundidade do lençol freático (Tabela 1). Em uma das áreas de campo sujo (1), em três de campo cerrado (1, 3 e 4) e todas as áreas de cerrado *sensu stricto* encontramos relações entre pluviosidade e umidade superficial, essas são as áreas mais profundas (Tabela 1).

Através do diagrama de ordenação (PCA), notamos que a direita do componente 1 houve uma distinção entre as áreas campo úmido 3 e 4 e campo limpo 1, associadas as variáveis CTC, M.O., N, Al, Ca, P e lençol freático, além da relação entre algumas parcelas das áreas cerrado *sensu stricto* (2 e 4) e argila. Contudo, a maior distinção foi perceptível através componente 2, que separou todas as áreas de campo limpo, a maioria das áreas de campo úmido e campo sujo. Esta separação ocorreu principalmente em relação as variáveis pH, lençol freático, areia e P do lado superior, mantendo no lado inferior todas as áreas de cerrado *sensu stricto* e a maioria das áreas de campo cerrado (figura 4).

Discussão

Todas as fisionomias campestres estudadas na Estação Ecológica de Itirapina estão distribuídas em áreas onde o lençol freático é superficial. Este resultado era esperado, considerando que a ocorrência das fisionomias campestres está associada a locais que passam por períodos de saturação hídrica (Eiten 1994, Batalha et al. 2005, Tannus 2007, Ribeiro and Walter 1998). Por outro lado, apesar da presença de campo

sujo ser atribuída a solos profundos (Ribeiro and Walter 1998, Oliveira-Filho and Ratter 2002) e bem drenados (Oliveira-Filho and Ratter 2002), nossos resultados mostraram que sua distribuição se restringiu a áreas aonde normalmente a profundidade mínima do lençol freático não ultrapassou os 3 metros, com exceção de uma área (CS1). Contudo, essa foi a única área onde ocorreu um incêndio recentemente e a ação do fogo é um dos responsáveis pela existência das fisionomias abertas (Furley and Ratter 1988, Coutinho 1990).

De forma geral, as fisionomias florestais ocorrem em solos bem drenados (Ribeiro and Walter 1998, Oliveira-Filho and Ratter 2002), devido à intolerância à saturação hídrica da maioria das espécies arbóreas do cerrado (Ratter et al. 1997, Furley and Ratter 1988). Nossos resultados corroboram essas afirmações, porém, algumas espécies são tolerantes ao excesso hídrico (Furley and Ratter 1988, Oliveira-Filho et al. 1989). É o caso de *Gochmatia polymorpha*, que mostrou-se tolerante ao estresse hídrico (Zambom, dados não publicados) e foi a espécie dominante na área campo cerrado 2. Assim a presença dessa espécie e provavelmente de outras espécies com características semelhantes poderia justificar a presença isolada dessa área em um local onde o lençol freático é superficial.

A sazonalidade é considerada o principal determinante da vegetação savânica (Sarmiento 1984). No Cerrado, as diferentes disponibilidades hídricas são responsáveis pela variação fisionômica (Eiten 1994, Furley and Ratter 1988, Oliveira-Filho et al. 1989), sendo que a alternância entre períodos de saturação e déficit hídrico devem determinar a presença das fisionomias campestres (Furley and Ratter 1988, Cianciaruso et al. 2005) e a ocorrência de solos bem drenados (Oliveira-Filho et al. 1989), com encharcamento estacional da camada superficial do solo são fundamentais para as formações savânicas (Eiten 1994). Entretanto, baseando-se em parâmetros agrícolas que

consideram a necessidade de irrigação quando os valores variam entre 30 a 50 KPa em solos arenosos (Iark et al. 2006), nossos resultados contradizem em parte essas afirmações, pois não verificamos déficit hídrico ao longo do ano nas áreas de campo úmido e em três áreas de campo limpo. Resultados semelhantes foram indiretamente encontrados por Goldstein et al. (2008), que através da medição do potencial hídrico das folhas, não encontraram aumento de déficit hídrico na estação seca para indivíduos arbóreos. Por outro lado, como esperado por Furley and Ratter (1988) e Oliveira-Filho et al. (1989), encontramos redução da umidade na estação seca entre as outras três fisionomias, o que indica a existência de deficiência hídrica nessas áreas durante esta estação.

A duração da estação seca e quantidade efetiva de chuvas fazem do clima um dos principais determinantes das formações savânicas; normalmente as savanas tropicais ocorrem em zonas onde a pluviosidade média anual varia entre 1000 a 1500mm (Nix 1983). O Cerrado, incluindo o do estado de São Paulo, ocorre em áreas onde a pluviosidade oscila entre 1250 a 1500 mm e possui um único período de seca que dura cerca de 5 meses (Gottsberger and Silberbauer-Gottsberger 2006). Entretanto, apesar das características climáticas da área se enquadrarem nessa descrição, a pequena precipitação que costuma ocorrer em junho ou julho é suficiente para tornar a estação seca descontínua, com duração média de um mês entre maio a junho e de 45 a 60 dias durante os meses de agosto e setembro, considerando o segundo ano estudado que foi o mais seco. Esse resultado evidencia uma menor duração do período de seca e a existência de uma interrupção temporária desse período em áreas com fisionomias savânicas. Por outro lado, a relação entre profundidade do lençol freático e a umidade superficial, a ausência de relação entre esta última e a pluviosidade, somados com a baixa variação da umidade superficial nas fisionomias campestres, revela que em áreas

onde o lençol freático é inferior a 2 metros, a umidade superficial deve ser influenciada pela água do lençol freático que deve subir à superfície por capilaridade. É possível que essa seja uma característica de cerrados que ocorrem em Neossolos Quartzarenicos. Talvez este seja um fenômeno comum nas regiões periféricas de Cerrado ou mesmo uma característica peculiar dessa área; contudo é necessário estudar outras áreas para comprovar esse fato.

Através da PCA encontramos distinção entre as fisionomias estudadas; o componente 1 separou as áreas CU 3 e 4 e o CL1, associados aos altos teores de N, M.O., CTC e Alumínio das outras fisionomias/áreas, esses valores estão associados à saturação hídrica (Sistani et al. 1999, Amorim and Batalha 2007, Tannus 2007). O componente 2 separou a maioria das fisionomias fechadas das fisionomias abertas, as fisionomias campo sujo, campo limpo e campo úmido estiveram relacionadas com os maiores valores de profundidade do lençol freático, pH, areia e também a V, P e Ca. A disponibilidade hídrica tem sido considerada um dos principais responsáveis pela variação fisionômica do cerrado (Oliveira-Filho et al. 1989, Ferreira et al. 2007, Assis et al 2012). Nossos dados também indicam que a variação da disponibilidade hídrica foi determinante para a variação das fisionomias e que a profundidade do lençol freático foi fundamental para essa variação.

Concluimos que o nível do lençol freático apresentou diferentes padrões de acordo com a variação fisionômica; a deficiência hídrica não é um fator preponderante para a existência das fisionomias campestres do Cerrado; a estação seca não dura 5 meses consecutivos, a pluviosidade afeta a umidade superficial das fisionomias savânicas e o nível do lençol freático é quem controla a umidade superficial nas fisionomias campestres e finalmente, a profundidade do lençol freático tem um papel decisivo na determinação do gradiente fisionômico do Cerrado.

Referências:

Amorim PK, Batalha MA (2007) Soil-vegetation relationships in hyperseasonal cerrado, seasonal cerrado and wet grassland in Emas National Park (central Brazil). *Acta Oecol* 32: 319-327.

Assis ACC et al. (2011) Water availability determines physiognomic gradient in an area of low-fertility soils under Cerrado vegetation. *Plant Ecol* 212:1135-1147.

Batalha MA, Silva IA, Cianciaruso MV, Delitti WBC (2005) Hyperseasonal cerrado, a new Brazilian vegetation form. *Braz J Biol* 65:735–738.

Camargo AO, Moniz AC, Jorge JA, Valadares JMA (2013) Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agronômico de Campinas. Campinas, Instituto Agronômico.

Cianciaruso MV, Batalha MA, Silva IA (2005) Seasonal variation of a hyperseasonal cerrado in Emas National Park, central Brazil. *Flora* 200: 345-353.

Coutinho LM (1978) O Conceito do cerrado. *Rev Bras Bot* 1:17-23.

Coutinho LM (1990) Fire in the ecology of the Brazilian cerrado. In Goldammer, JG. (Ed.). *Fire in the tropical biota*. Berlin: Springer pp 81-103.

Delgado JM et al. (2006) Plano de manejo integrado das unidades de Itirapina-SP. *IF Sér Reg* 27:1-153.

Eiten G (1994) Vegetação do Cerrado. In Pinto MN (org.). *Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas*. Brasília, Ed. UnB/SEMATEC. pp 17-73.

Ferreira JN et al. (2007) Spatial variation in vegetation structure coupled to plant available water determined by two-dimensional soil resistivity profiling in a Brazilian savanna. *Oecol* 153:417–430

Furley PA, Ratter JA (1988). Soil resources and plant communities of Central Brazilian cerrado and their development. *J Biogeog* 15: 97-108.

Goodland R and Pollard R (1973) The Brazilian cerrado vegetation: a fertility gradient. *J Ecol* 61:219–224.

Goldstein G and Sarmiento G (1987) Water relations of trees and grasses and their consequences for the structure of savanna vegetation. In: Walker B. (ed.) *Determinants of Tropical Savannas*, Proceedings of the IUBS/SCZ workshop, Harare, Zimbabwe, IUBS Monograph Series No. 3, IRL. Press, Oxford, pp 13-38.

Goldstein G et al. (2008) Water economy of neotropical savanna trees: six paradigms revisited. *Tree Physiology* 28: 395–404.

Gottsberger G, Silberbauer-Gottsberger I (2006) Life in the cerrado: a South American tropical seasonal vegetation. In: *Origin, Structure, Dynamics and Plant Use*. vol. 1. Reta Verlag, Ulm.

Haridasan M (1992) Observations on soils, foliar nutrients concentrations and floristic composition of cerrado sensu stricto and cerradão communities in central Brazil. In: Furley P.A., Proctor J. and Ratter J.A. (eds), *Nature and Dynamics of Forest-Savanna Boundaries*. Chapman & Hall, United Kingdom, pp 171–184.

Iark S et al. (2006) Watermark granular matrix sensor to measure soil matric potential for irrigation management. http://lancaster.unl.edu/ag/crops/watermark_sensor.pdf acessado em 25/02/2014.

Köppen W (1948) *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. Mexico-Buenos Aires: Fondo de cultura economica.

Lopes AS and Cox FR (1977). Cerrado vegetation in Brazil: An edaphic gradient. *Agron J* 69:828-831

Montgomery RF and Askew GP (1983) Soils of tropical savannas. In: Goodall DW (ed) *Ecosystems of the World – tropical savannas*. Elsevier, Berlin, pp 63–77.

Nix HA (1983) Climate in tropical savanna. In: Bourliere F (ed), *Ecosystems of the world, tropical savanna*, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, The Netherlands. pp 37-62.

Oliveira-Filho TA, Shepherd GJ, Martins FR, Stubblebine WH (1989) Environmental factors affecting physiognomic and floristic variation in an area of cerrado of central Brazil. *J Trop Ecol* 5:413–431.

Oliveira-Filho AT, Ratter JA (2002) Vegetation physiognomies and woody flora of cerrado bioma. In: Oliveira PS, Marquis RJ, eds. *The cerrados of Brazil*. New York, USA: Columbia University Press, pp 91-120.

Ratter JA, Ribeiro JF, Bridgewater S (1997) The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany* 80:223–230.

Reatto A, Correia JA and Spera ST (1998) Solos dos bioma cerrado: aspectos pedológicos. In Sano SM and Almeida SP. *Cerrado, Ambiente e flora*. Planaltina, EMBRAPA CPAC. pp 47-86.

Ribeiro JF, Walter BMT (1998). Fitofisionomias do bioma Cerrado. In Sano SM & Almeida SP. *Cerrado, Ambiente e flora*. Planaltina, EMBRAPA CPAC. pp 87-167.

Ruggiero PGC et al. (2002) Soil–vegetation relationships in cerrado (Brazilian savanna) and semideciduous forest, southeastern Brazil. *Plant Ecol* 160:1–16.

Sarmiento G (1984) *The ecology of Neotropical Savannas*. Harvard University, Cambridge.

Spaans EJA, Baker J (1992) Calibration of watermark soil moisture sensors for soil matric potential and temperature. *Plant and Soil* 143:213-217.

Silva DA (2005) Levantamento do meio físico das Estações ecológica e experimental de Itirapina, São Paulo. Brasil. *Rev Inst Florest*, 17:113-128.

Sistani KR, Mays DA, Taylor RW (1999) Development of natural conditions in constructed wetlands: biological and chemical changes. *Ecol. Eng.* 12:125–131.

Tannus, JLS (2007) Estudo da vegetação dos campos úmidos de cerrado: aspectos florísticos e ecológicos. Tese, Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, SP.

Trollope WSW (1982) Ecological effects of fire in South African savannas. in Huntley BJ, Walker BH (eds.) *Ecology of tropical savannas*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York PP 292-306.

Tabela 1. Correlação entre variáveis ambientais nas diferentes fisionomias da Estação Ecológica de Itirapina. Onde: CU-campo úmido, CL- campo limpo, CS- Campos sujo, CC- campo cerrado, CSS- cerrado *sensu stricto*, PI- pluviosidade, PLF- profundidade do lençol freático, US-umidade superficial,V.Amb.- variáveis ambientais, R- coeficiente de correlação, P.M.L- profundidade máxima do Lençol Freático (m) obtida no poço ao lado do sensor de umidade superficial, espaços com sinal negativos (-) não encontramos água em nenhuma medição, números são as diferentes áreas e os valores em negritos indicam existência de correlação entre profundidade do lençol freático e umidade superficial e em itálico entre umidade superficial e pluviosidade.

Area	V.Amb.	R	P.M.L	Area	V.Amb.	R	P.M.L
CU1	PI/PLF	-0,366	1,9	CS3	PI/PLF	-0,299	3,5
CU1	PI/US	-0,351	1,9	CS3	PI/US	<i>-0,687</i> ^{***}	3,5
CU1	US/ PLF	0,90 ^{***}	1,9	CS3	US/ PLF	0,516 ^{**}	3,5
CU2	PI/PLF	-0,488 [*]	1,1	CS4	PI/PLF	-0,494 [*]	1,8
CU2	PI/US	-0,166	1,1	CS4	PI/US	<i>-0,747</i> ^{***}	1,8
CU2	US/ PLF	0,80 ^{***}	1,1	CS4	US/ PLF	0,756 ^{***}	1,8
CU3	PI/PLF	-0,493 ^{**}	1,3	CC1	PI/PLF	-	-
CU3	PI/US	-0,206	1,3	CC1	PI/US	-0,681 ^{***}	7,1
CU3	US/ PLF	0,867 ^{***}	1,3	CC1	US/ PLF	-	-
CU4	PI/PLF	-0,534 ^{**}	1,4	CC2	PI/PLF	-0,588 ^{**}	1,9
CU4	PI/US	-0,08	1,4	CC2	PI/US	<i>-0,656</i> ^{***}	1,9
CU4	US/ PLF	0,769 ^{***}	1,4	CC2	US/ PLF	0,823 ^{***}	1,9
CL1	PI/PLF	-0,618 ^{***}	1,0	CC3	PI/PLF	-	-
CL1	PI/US	-0,280	1,0	CC3	PI/US	<i>-0,645</i> ^{***}	7,1
CL1	US/ PLF	0,575 ^{**}	1,0	CC3	US/ PLF	-	-
CL2	PI/PLF	-0,423 [*]	1,6	CC4	PI/PLF	-	-
CL2	PI/US	-0,240	1,6	CC4	PI/US	<i>-0,704</i> ^{***}	4,8
CL2	US/ PLF	0,88 ^{***}	1,6	CC4	US/ PLF	-	-
CL3	PI/PLF	-0,522 [*]	1,7	CSS1	PI/PLF	-	-
CL3	PI/US	-0,247	1,7	CSS1	PI/US	<i>-0,547</i> ^{**}	7,0
CL3	US/ PLF	0,680 ^{***}	1,7	CSS1	US/ PLF	-	-
CL4	PI/PLF	-0,570 ^{**}	1,9	CSS2	PI/PLF	-	-
CL4	PI/US	<i>-0,561</i> [*]	1,9	CSS2	PI/US	<i>-0,677</i> ^{***}	7,1
CL4	US/ PLF	0,894 ^{***}	1,9	CSS2	US/ PLF	-	-
CS1	PI/PLF	-0,135	5,8	CSS3	PI/PLF	0,004	6,7
CS1	PI/US	<i>-0,71</i> ^{***}	5,8	CSS3	PI/US	<i>-0,714</i> ^{***}	6,7
CS1	US/ PLF	0,394	5,8	CSS3	US/ PLF	0,274	6,7
CS2	PI/PLF	-0,389	4,6	CSS4	PI/PLF	-0,011	5,2
CS2	PI/US	<i>-0,652</i> ^{***}	4,6	CSS4	PI/US	<i>-0,684</i> ^{***}	5,2
CS2	US/ PLF	0,56 ^{**}	4,6	CSS4	US/ PLF	0,443	5,2

*p<0,05 ** p<0,01 ***p<0,001

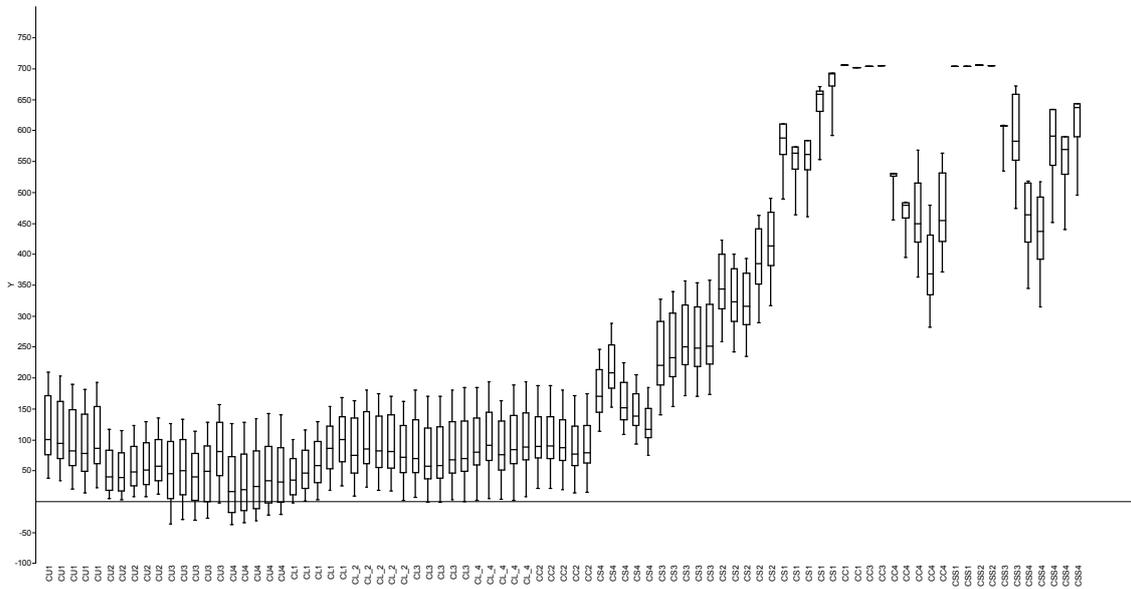


Figura 1 – Variação do lençol freático entre as áreas ao longo de 2 anos. Onde: eixo y é a variação em centímetros, CU - campo úmido, CL - campo limpo, CS - campo sujo, CC - campo cerrado, CSS - cerrado *sensu stricto*

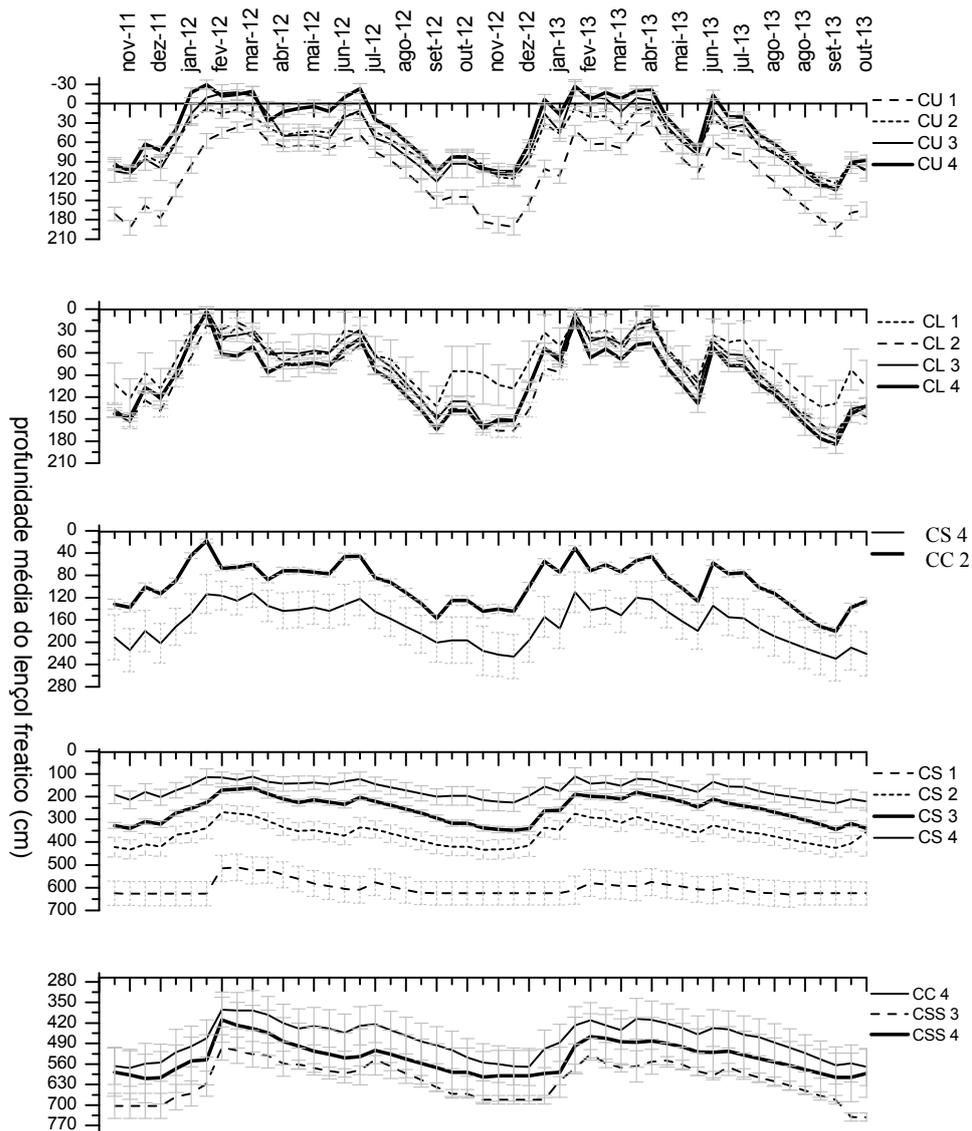


Figura 2 - Profundidade média (\pm desvio padrão) do lençol freático em 16 áreas pertencentes a diferentes fitofisionomias de cerrado, obtidas quinzenalmente de outubro de 2011 a outubro de 2013. CU - campo úmido, CL - campo limpo, CS - campo sujo, CC - campo cerrado, CSS - cerrado *sensu stricto*.

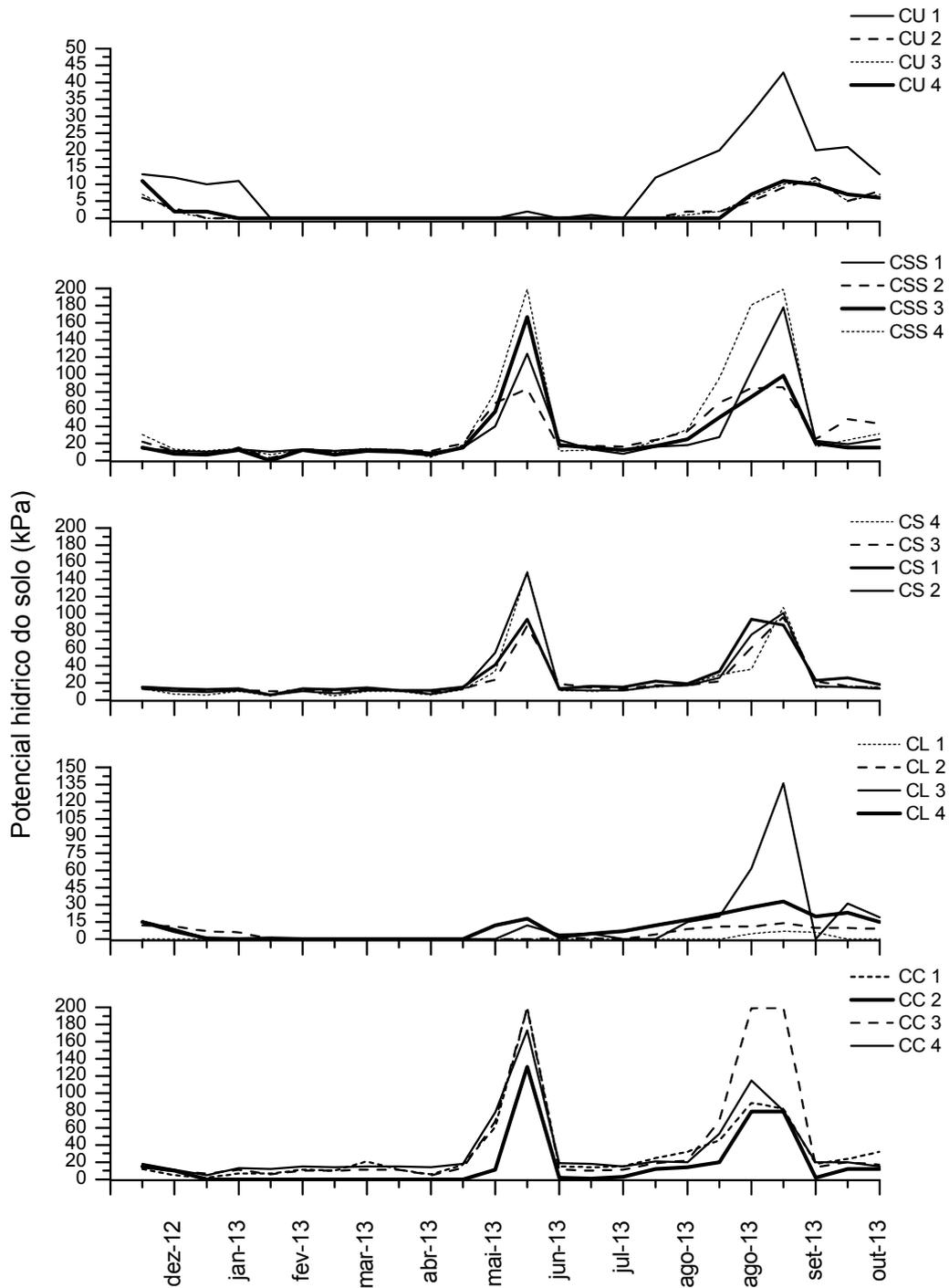


Figura 3 - Potencial hídrico do solo (20-30 cm) entre as 20 áreas estudadas. CU - campo úmido, CL - campo limpo, CS - campo sujo, CC - campo cerrado, CSS - cerrado *sensu stricto*

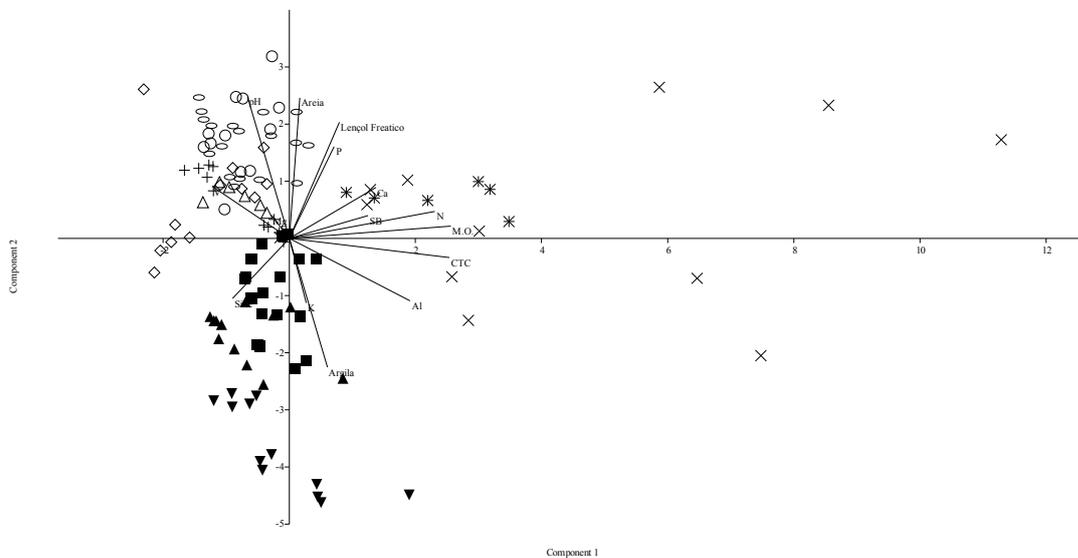


Figura 4 - Diagrama de Ordenação produzido através na Análise de Componentes Principais (PCA). Onde: sinal positivo- campo úmido 1 e 2; xis- campo úmido 3 e 4; asteriscos- campo limpo 1, elipse- campo limpo 2, 3 e 4; losango- campo sujo 1 e 2, círculo- campo sujo 3 e 4; quadrado preenchido- campo cerrado 1, 3 e 4; triângulo - campo cerrado 2; triângulo preenchido- cerrado *sensu stricto* 1 e 2 e triângulo invertido preenchido- cerrado *sensu stricto* 3 e 4.

Considerações finais

Nesse trabalho analisamos a estrutura da vegetação, as características do solo, a profundidade do lençol freático e a umidade superficial em diferentes fisionomias de cerrado da Estação Ecológica de Itirapina (EEI). A diversidade de fisionomias formada pela combinação de solos extremamente arenosos e pela variação do nível do lençol freático, que cria “lagos” temporárias em algumas áreas e é profundo em outras, faz da EEI um local intrigante e bastante oportuno para estudos sobre ecologia do Cerrado.

No capítulo sobre fitossociologia, a riqueza e diversidade apresentaram um aumento à medida que avançamos entre as fisionomias campo sujo em direção a cerrado *sensu stricto*. Em relação ao IVI, algumas espécies que apresentaram altos valores de importância na EEI nunca haviam apresentado resultados semelhantes em outras áreas/regiões de Cerrado. Além disso, encontramos a existência de padrões de ocorrência para as espécies *Byrsonima coccolobifolia* e *Gochnatia polymorpha*, a primeira apresentou alto IVI em todas as áreas campestres da EEI e em diferentes regiões do país indicando ser uma espécie abundante em áreas/fisionomias abertas. Já, *G. polymorpha* apresentou o maior IVI pela primeira vez em uma área de cerrado e mostrou-se uma espécie de ocorrência limitada a região Sul do Cerrado.

Já no capítulo 2, tentamos encontrar um descritor que torne a classificação fisionômica menos subjetiva e mais rápida e/ou prática. Com base em nossos resultados e na literatura verificamos que descritores clássicos como a densidade e a riqueza são confiáveis. Porém, atributos como a área basal do indivíduo mais robusto e a altura do maior indivíduo presentes em cada unidade amostral, além de se mostrarem eficientes também podem ser obtidos sem a necessidade de uma amostragem extensiva. Dessa maneira, indicamos o uso destes dois últimos atributos em avaliações rápidas e

sugerimos a sua inclusão nas descrições das fisionomias para facilitar comparações futuras.

Os dois capítulos seguintes trouxeram informações relevantes sobre a ecologia do cerrado. Assim como em outros estudos, as características físico-químicas do solo não distinguiram as fisionomias e não houve relação entre abundância das espécies e as variáveis ambientais. Por outro lado, nossos dados mostraram a existência de uma íntima relação entre as fisionomias e a profundidade do lençol freático, revelando a importância da disponibilidade hídrica na determinação fisionômica do cerrado. Também encontramos ausência de déficit hídrico nas fisionomias campo úmido e campo limpo, provando que a alternância entre períodos de saturação e déficit hídrico não são fundamentais para o estabelecimento das formações campestres no Cerrado. Além desses resultados, descobrimos que o período de seca durou cerca de 3 meses e não foi contínuo durante os 2 anos analisados. Por fim, mostramos que a umidade superficial do solo é influenciada diretamente pelo lençol freático em áreas onde as profundidades não ultrapassam 2 metros e está relacionada com a pluviosidade em áreas onde a profundidade do lençol freático são superiores a 2 metros .

Os diferentes capítulos mostraram que a Estação Ecológica de Itirapina é peculiar em termos de diversidade e de relações ecológicas entre as espécies e os diferentes tipos de ambientes que lá existem. Por fim, podemos afirmar que as informações obtidas nessa tese ajudaram a responder importantes questões sobre a ecologia do cerrado e também a refutar algumas hipóteses sobre a determinação fisionômica do cerrado.