

## PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA E A DISTRIBUIÇÃO DE FITOFISIONOMIAS DE CERRADO NA ESCALA LOCAL

Cristiano Capellani Quaresma  
Universidade Estadual de Campinas  
cristiano.quaresma@ige.unicamp.br

Archimedes Perez Filho  
Universidade Estadual de Campinas  
archi@ige.unicamp.br

### EIXO TEMÁTICO: BIOGEOGRAFIA E BIODIVERSIDADE

#### Resumo

Muitos estudos realizados empenharam-se à procura de métodos e teorias que pudessem explicar o porquê das atuais organizações espaciais paisagística do estado de São Paulo/Brasil, principalmente as relativas a fragmentos isolados de diferentes fisionomias de cerrado, que se distribuem de forma esparsa em meio a uma vegetação predominante de floresta tropical. O cerrado recebeu, por um longo período de tempo, o nome de campo seco, uma vez que fora considerado por alguns autores como uma vegetação adaptada às condições de clima seco. No entanto, outros trabalhos contradisseram a noção de que o cerrado fosse uma vegetação de predomínio em áreas de escassez de água, concluindo que esta não se trata de fator limitante a tal tipo de vegetação. Procurando contribuir para com tais estudos, que buscam entender e apontar os elementos ou conjuntos de elementos que respondem pela distribuição das fitofisionomias do cerrado *lato sensu*, o presente trabalho objetivou verificar a influência do elemento clima, em especial da variável precipitação pluviométrica, na ocorrência e distribuição de tais fitofisionomias. Foram selecionadas duas vertentes no interior da Estação Ecológica de Jataí, localizada no município de Luis Antônio/ SP – Brasil. A partir da realização de fotointerpretação em fotografias aéreas pancromáticas verticais datadas de 1962, da realização de trabalhos de campo e da obtenção e análise de dados pluviométricos de 1960 a 2000, o presente trabalho concluiu que, na escala local, a variável precipitação pluviométrica não apresentou relações com a ocorrência e distribuição das fitofisionomias de cerrado *lato sensu* identificadas.

**Palavras-chave:** Cerrado, Precipitação Pluviométrica, Escala Local

#### Abstract

Many studies have committed themselves to the search for methods and theories that could explain the current landscape spatial organization of the state of Sao Paulo, especially those related to isolated fragments of different cerrado physiognomies, which are distributed sparsely in the midst of a predominant vegetation of the rainforest. For a long time, the cerrado vegetation was defined as dry field, since it was considered by some authors as a vegetation adapted to dry weather conditions. However, other studies conclude that water is not a limiting factor to the occurrence and distribution of this vegetation type. This paper seeks to contribute to such studies, which seek to understand and point out elements or sets of elements that account for the distribution of the physiognomies of the cerrado. Thus, this study aimed at evaluating the influence of climate on the occurrence and distribution of such fitofosionomias (In particular the variable rainfall). The photointerpretations, the field works and the acquisition and analysis of rainfall data allowed concluding that, on a local scale, there was no relationship between the variable rainfall and the occurrence and the distribution of the physiognomies of cerrado.

**Key words:** Savannah, Rainfall, Local Scale

### Justificativa e Problemática

A literatura pertinente ao cerrado é vasta e altamente controvertida, haja vista a enorme quantidade de definições baseadas em conceitos distintos e aplicadas a diferentes regiões do globo terrestre, sob critérios os mais variados. Além disso, grande parte dos pesquisadores não esclarece com precisão a amplitude dos conceitos utilizados, o que gera confusões ao entendimento, dificultando possíveis comparações e analogias, ou, segundo Walter (2006), criando obstáculos para a definição de políticas de conservação.

A adoção de um determinado conceito influencia diretamente a escolha de variáveis e atributos que caracterizam a vegetação estudada, bem como a definição de sua distribuição espacial e a relevância dos elementos e parâmetros responsáveis por sua existência, pela sua estrutura, organização e funcionamento.

Deste modo, procura-se deixar claro, que para o presente trabalho, entende-se por cerrado, ao que Ribeiro e Walter (1998) denominaram de cerrado no sentido amplo ou *lato sensu*. Este se refere às formações savânicas e campestres do bioma, incluindo as fitofisionomias cerradão, cerrado no sentido restrito, ou *stricto sensu*, e campo limpo, sendo definido pela composição florística e pela fisionomia, sem considerações sobre a estrutura.

Vários estudos realizados empenharam-se à procura de métodos e teorias que pudessem explicar o porquê das atuais organizações espaciais paisagística do estado de São Paulo, principalmente as relativas a fragmentos isolados de diferentes fisionomias de cerrado (cerradão, cerrado *stricto sensu*, campo-cerrado), que se distribuem de forma esparsa em meio a uma vegetação predominante de floresta tropical (QUARESMA e PEREZ FILHO, 2005).

O cerrado recebeu, por um longo período de tempo, o nome de campo seco, uma vez que fora considerado por alguns autores como uma vegetação adaptada às condições de clima seco, dada a sua ocorrência, muitas vezes, em regiões que apresentam longos períodos de estiagem, e às características da própria vegetação, a qual se manifesta espacialmente de forma esparsa, apresentando troncos tortuosos, caules revestidos por cascas espessas e folhas coriáceas brilhantes ou revestidas por inúmeros pêlos (FERRI, 1963).

No entanto, observações e trabalhos pioneiros de Rawitscher *et al.* (1943), realizados em várias partes do estado de São Paulo e principalmente em Emas/SP, próximo ao município de Pirassununga, contradisseram a noção de que o cerrado fosse uma vegetação de predomínio em áreas de escassez de água, concluindo que esta não se trata de fator limitante à vegetação de cerrado. As conclusões destes autores se basearam nas características de fitoespécies de cerrado, tais como ausência de sinais de murchamento, mesmo no auge da seca, presença de folhas de grandes dimensões e ocorrência abundante de floração e brotação anteriormente aos períodos anuais de chuvas. Além

destas, foi observada, na maioria das espécies, a presença de estômatos<sup>1</sup> abertos durante todo o dia, favorecendo a livre transpiração das mesmas, inclusive nos períodos de seca.

Waibel (1948) realizou estudo sobre a vegetação e o uso da terra no Planalto Central brasileiro e pôde constatar grande variedade de tipos de vegetação em áreas de dimensões pouco extensas e sob a influência de mesmas condições climáticas. Desta forma, o autor pôde concluir que tais tipos de vegetação dependiam de condições edáficas. As mesmas conclusões podem ser encontradas nos trabalhos de Auvim e Araújo (1952), para os quais, as espécies de cerrado se adaptam às condições de teor de cálcio e pH baixos, o mesmo não ocorre com espécies de florestas.

Ferri e Labouriau (1952), partindo do princípio de que alguns problemas encontrados no cerrado só poderiam ser entendidos à luz de informações relativas a outros tipos de vegetação, realizaram estudos de balanço de água da vegetação de caatinga de Paulo Afonso/BA. Os resultados demonstraram restrição significativa ao consumo de água por parte desta vegetação, inclusive em épocas de chuva. Foi observado também que as espécies da caatinga apresentaram reações estomáticas rápidas às variações de suprimento hídrico ou de iluminação.

Ferri (1953) apontou que em períodos de seca, a vegetação de caatinga demonstrava baixas taxas de transpiração e de consumo de água, mantendo assim seus estômatos abertos por um período mais curto de tempo.

Ao comparar a vegetação de caatinga à de cerrado, Ferri (1955) apontou para o fato de haver nesta, presença freqüente de estruturas xeromorfas, tais como “*estômatos em depressões, epidermes revestidas por cutícula espessa e camadas cuticulares ou recobertas por numerosos pêlos ou escamas, presença de hipoderme e parênquimas incolores, células pétreas e esclerênquimas bem desenvolvidos, etc.*”

Apesar de tais características serem, habitualmente “*adaptadas às condições xéricas*” (FERRI, 1963), o referido autor, ao estudar o comportamento das vegetações em questão, conclui que diferentemente da caatinga, o cerrado não apresenta adaptação fisiológica a tais condições.

## Objetivos

Procurando contribuir com outros estudos que buscam entender e apontar os elementos ou conjuntos de elementos que respondem pela distribuição das fitofisionomias do cerrado *lato sensu*, o presente estudo objetivou verificar a influência do elemento clima, em especial da variável precipitação pluviométrica, na ocorrência, distribuição e diferenças no porte e densidade de tais fitofisionomias.

## Material e método

---

<sup>1</sup> Organelas que tem por função a realização de trocas gasosas entre as plantas e o meio ambiente, servindo assim, como canal para trocas gasosas e para transpiração do vegetal.

A área de estudo selecionada trata-se da Estação Ecológica de Jataí (EEJ), localizada no município de Luiz Antônio, situado na região nordeste do estado de São Paulo – Brasil.

A Estação limita-se a sul-sudoeste pelo rio Mogi-Guaçu, abrangendo assim uma planície de inundação, onde existem 15 lagoas; além disso, limita-se a sul-sudeste pelo córrego do Cafundó e por pequenas, médias e grandes propriedades, a oeste e norte-noroeste pelo córrego Boa Sorte, a norte-nordeste pela fazenda América e finalmente a leste pela Estação Experimental de Luis Antônio.

Em termos de biodiversidade, segundo Santos et al. (1995), a EEJ possui grande diversidade de habitat, que se distribui nos ambientes verdadeiramente aquáticos como rios, córregos e lagoas, passando por banhados e formações periodicamente alagáveis, até as formas de vegetação totalmente livres de inundações.

Grande parte da cobertura vegetal atual da EEJ pode ser considerada secundária, devido ao processo de uso e ocupação de suas terras ocorrido no pós década de 50 e mais acentuadamente no pós década de 60 do século passado.

Deste modo, para a execução dos objetivos propostos pelo presente trabalho, buscando-se identificar diferentes fitofisionomias de cerrado presentes na área de estudo, que houvessem sofrido menores interferências por parte do sistema antrópico, optou-se pela utilização das fotografias aéreas pancromáticas de escala aproximada de 1:25.000, pertencentes ao acervo do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), datadas de 1962. As fotografias foram esnanerizadas e georreferenciadas no programa SIG - Arcmap – ArcView – Versão 9.3.

Por meio de foto-interpretação, com auxílio de estereoscópio de bolso e de utilização de instrumental de SIG, puderam ser identificadas e classificadas diferentes unidades fisionômicas de cerrado (cerradão e cerrado *stricto sensu*).

Para a realização de tal classificação, recorreu-se à metodologia adotada pelo Instituto Florestal (1975) no levantamento da cobertura vegetal natural e do reflorestamento no estado de São Paulo, observando a forma geométrica, densidade e porte da vegetação, pela variação da tonalidade, textura e telhado da imagem.

No campo, procurou-se anotar a variação de porte e densidade das fisionomias da vegetação de cerrado *lato sensu* ao longo de diferentes unidades de vertentes.

A soma das informações obtidas no campo, nas atividades de estereoscopia, realizadas em fotografia aéreas, e nos materiais cartográficos consultados, permitiu a tomada de decisão e escolha de duas vertentes, para realização das atividades previstas.

Ao longo das duas vertentes escolhidas, foram selecionados 49 pontos, sendo dez na vertente A (P1 a P10) e trinta e nove na B (P12 a 50), mantendo uma distância média de 100m entre o ponto, seu antecessor e seu sucessor.

Com a finalidade de verificar possíveis correlações entre as variações espaciais das médias de precipitações pluviométricas e a distribuição das fitofisionomias de cerrado *lato sensu*, presentes nas

vertentes estudadas, foram adquiridos, junto ao DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica), os dados de precipitação pluviométrica das estações localizadas nos municípios de Luis Antônio, Cravinhos, Descalvado, Moji Guaçu, Santa Lúcia, São Simão e São Carlos.

Os dados obtidos foram inseridas no SIG – Arcmap – ArcView – Versão 9.3, para fins de interpolação e espacialização dos mesmos, por meio de mapa cartográfico.

### **Resultados e discussões**

Aplicando a metodologia de foto-interpretação em fotografias aéreas de 1962, conforme explicitado no item material e método, o cerrado foi identificado como única fitofisionomia existente ao longo de todas as unidades da Vertente A (Topo, Meia-Encosta, Sopé). Houve, no entanto, variação no porte e densidade de tal vegetação, fato que pôde ser observado pela diferenciação de textura, tonalidade, porte e telhado das fotografias aéreas consideradas.

Tal diferenciação, em primeiro momento, poderia levar a crer que as variações nos atributos da fitofisionomia existente, fossem respostas exclusivas a fatores de ordem físico/natural. Entretanto, ao se observar características do entorno da vertente estudada, verificou-se que as diferenças na tonalidade também representam alterações exercidas pelo sistema antrópico. No entanto, baseando-se nas características do entorno de tais pontos, pôde-se concluir que, anteriormente ao processo de uso e ocupação de tais terras, a vegetação existente nos mesmos tratava-se de cerrado, fato que se verifica até o presente.

A alteração antrópica exercida em tal área pode ser observada mais claramente no ponto P7, onde ocorrem menor porte e densidade de vegetação, em comparação aos demais pontos da Vertente.

Em toda a extensão da Vertente B foi identificada a fitofisionomia cerrado *stricto sensu*. Como no caso da Vertente anterior, verificou-se a presença de áreas alteradas pelo sistema antrópico, por meio do uso e ocupação das terras. Tal fato foi evidenciado pelas tonalidades mais claras, principalmente entre os pontos P31 e P33. Além disso, foram verificadas, ao longo da Vertente B, variações no porte e densidade da vegetação de cerrado *stricto sensu*, as quais podem ser observadas pelas diferenças de tonalidade nas fotografias que recobrem o trecho estudado.

Duas informações tornam-se importantes: A primeira delas trata-se da não identificação da fisionomia campo-cerrado, ao longo das vertentes analisadas; A outra se refere ao fato de não haver definição de fisionomias para o trecho entre os pontos P44 e P50. Isto se explica, pois no ano de 1962, tal seguimento da Vertente B não apresentou nenhum tipo de cobertura vegetal, haja vista que na década de 1950, tal área havia sido utilizada para silvicultura e no ano considerado, houve corte e retirada de tal cobertura vegetal, o que fez com que este segmento da vertente se apresentasse como área preparada para silvicultura.

Para visualização da distribuição das fitofisionomias mencionadas ao longo dos perfis topográficos, elaboraram-se as figuras 1 e 2.

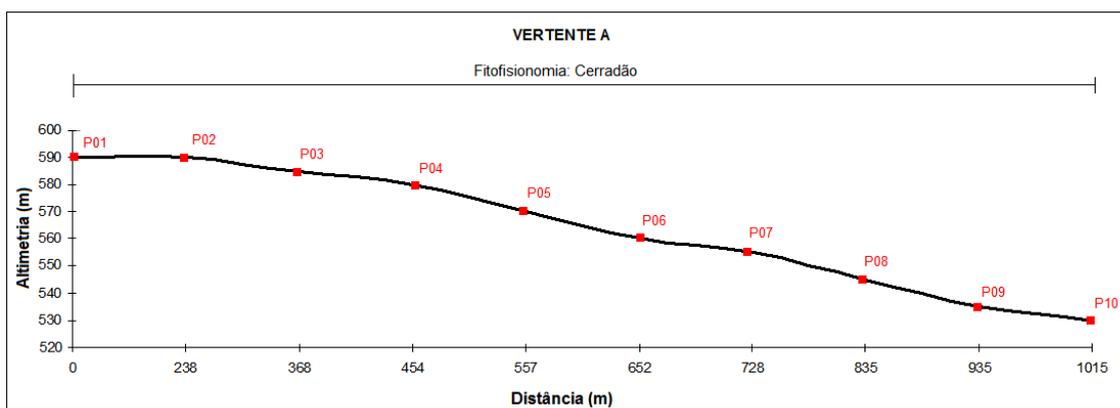


Figura 1 - Caracterização fitofisionômica ao longo de perfil topográfico – vertente A. Autor: Cristiano Capellani Quaresma e Dr. Archimedes Perez Filho (orientador).

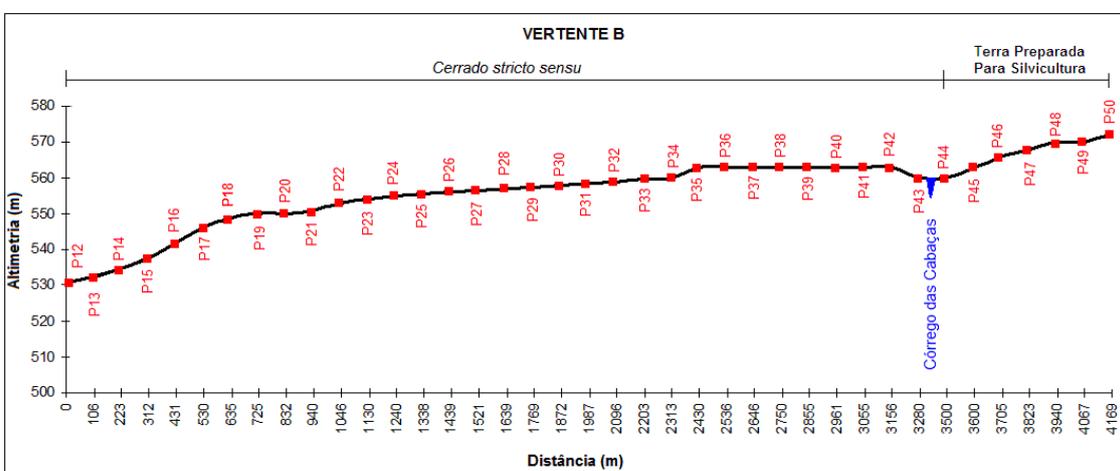


Figura 2 - Caracterização fitofisionômica ao longo de perfil topográfico – vertente B. Autor: Cristiano Capellani Quaresma e Dr. Archimedes Perez Filho (orientador).

A extensão da Vertente A é de 1.015m e da Vertente B é de 4.169m, sendo que ambas estão próximas uma da outra (margem direita e esquerda do Córrego do Beija Flor). Variações fisionômicas, de porte e de densidade de vegetação ao longo de pequenas extensões como estas, corroboram as observações realizadas no Planalto Central Brasileiro, por Waibel (1948). Segundo este autor, a variedade de tipos de vegetação em áreas de dimensões pouco extensas e sob a influência de mesmas condições climáticas, permite concluir que tais tipos de vegetação dependem de condições edáficas.

Segundo Oliveira (2001), o clima do município de Luis Antônio/SP é classificado como AW (SETZER, 1966), ou como Tropical de Brasil Central (NIMER, 1977), com verão chuvoso e inverno seco. As temperaturas médias na região são de 21,7°C, com máximas de 28,6°C e mínimas de 16,4°C.

Para Cavalheiro et al. (1990), a região da EEJ, possui dois períodos de condições climáticas distintas: um chuvoso com temperatura e precipitação elevadas, abrangendo os meses de novembro a abril, e um seco, entre os meses de maio e outubro, com temperatura e precipitação inferiores.

Conforme pode ser observado, as duas caracterizações climáticas, apresentadas acima, não apontam para diferenças climáticas na região em que se localiza a EEJ. Com base nisso, pode-se concluir preliminarmente que as diferenças fitofisionômicas existentes no interior da Reserva estudada, mais precisamente nas vertentes selecionadas, não são resultantes de parâmetros climáticos.

Objetivando conhecimento mais aprofundado, foram obtidos, junto ao DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica), dados mensais de chuvas para o município de Luis Antonio/SP, os quais permitiram o cálculo das médias de precipitações pluviométricas mensais, para o período de 1960 a 2000.

A análise dos dados permite corrigir a caracterização das precipitações pluviométricas da EEJ, realizada por Cavalheiro et al. (1990). Levando-se em consideração os 40 anos analisados, a EEJ possui dois períodos de condições climáticas distintas, um mais chuvoso, de outubro a março e outro mais seco, de abril a setembro.

Os dados das médias de precipitações pluviométricas das estações localizadas nos municípios citados no item material e método, foram inseridas no SIG – Arcmap – ArcView – Versão 9.3, para fins de interpolação e espacialização dos mesmos, por meio de mapa cartográfico (Figura 3).

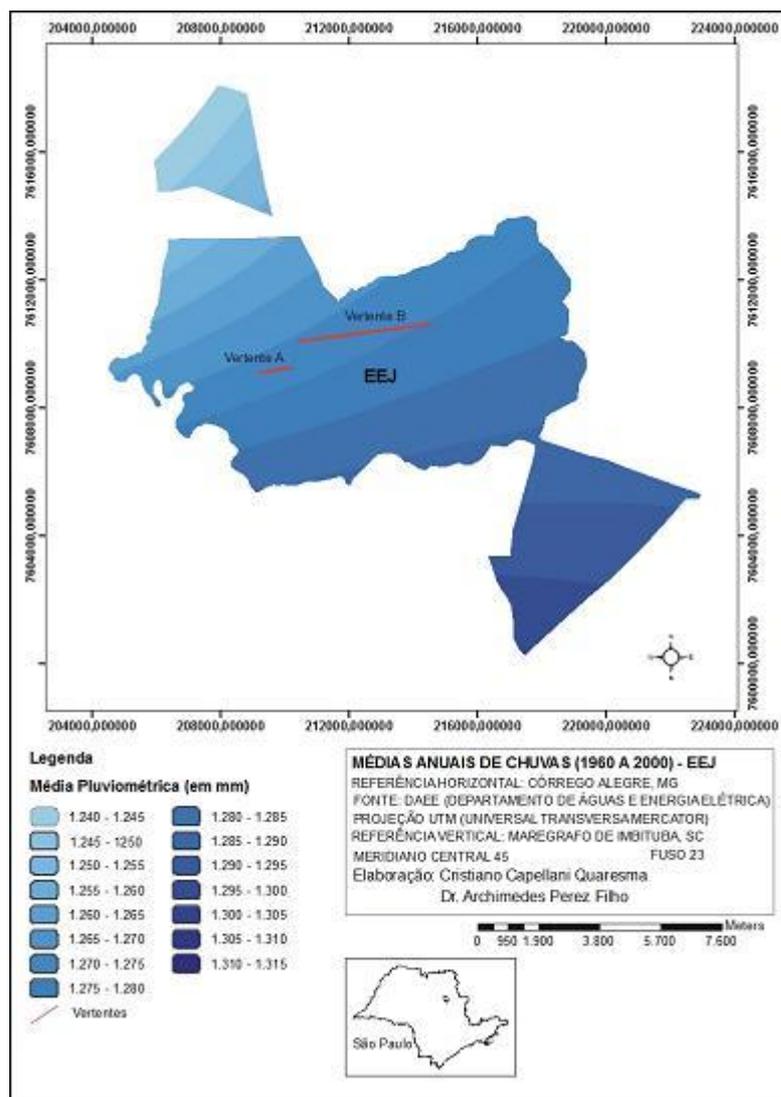


Figura 3 - Médias Anuais de Precipitação Pluviométrica (1960 a 2000) – Estação Ecológica da Jatá – Luis Antonio – SP. Fonte DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica). Elaboração: Cristiano Capellani Quaresma e Dr. Archimedes Perez Filho (orientador).

Considerando diferenças de 5mm entre as isoietas, os resultados permitiram identificar variações nas médias anuais de precipitação pluviométrica ao longo de toda a extensão da EEJ. Contudo, para o período de 1960 a 2000, pode-se afirmar que a média anual de precipitação pluviométrica, na área que envolve as duas vertentes estudadas, manteve-se a mesma, permanecendo entre 1.270 e 1.275mm. Isto evidencia que a localização das fitofisionomias identificadas e variações no porte e densidade das mesmas não ocorrem, de fato, em função do clima, em especial da variável chuva.

## Conclusão

Pela análise dos dados de chuva não foram verificadas diferenças nas médias de precipitações pluviométricas sobre as duas vertentes estudadas ao longo dos 40 anos avaliados. Tais dados

permitiram considerar que a distribuição e diferenças no porte e densidade das fitofisionomias de cerrado, em estudos inerentes à escala local, não podem ser relacionadas diretamente a tal variável climática.

Além disso, com base nas médias anuais de precipitação pluviométrica, as conclusões dos trabalhos pioneiros, realizados por Rawitscher et al. (1943), em várias partes do estado de São Paulo e principalmente em Emas/SP, próximo ao município de Pirassununga, foram corroboradas. Tais trabalhos contradisseram a noção de que o cerrado fosse uma vegetação de predomínio em áreas de escassez de água, apontando que esta não se tratava de fator limitante a aquele tipo de vegetação.

Os dados também demonstram que assim como concluiu Waibel (1948), a variedade de tipos de vegetação em áreas de dimensões pouco extensas e sob a influência de mesmas condições climáticas, pode estar relacionada a outros elementos, dentre os quais o solo.

Torna-se importante ressaltar a questão da complexidade inerente às Organizações Espaciais. Deste modo, embora a conclusão do presente trabalho seja a de que o elemento clima, em especial a precipitação pluviométrica, isoladamente e na escala local, não responde pela distribuição e pelas diferenças no porte e densidade das fitofisionomias do cerrado, torna-se fundamental a elaboração de outros trabalhos referentes ao tema, que correlacionem tal variável climática a outros elementos componentes do Geossistema.

## Referências

- AUVIM, P. T e ARAÚJO, W. **El suelo como factor ecológico en el desarrollo de la vegetación en el centro-oeste del Brasil.** – Turrialba 2 (4): 153-160p., 1952.
- CAVALHEIRO, F. et al. **Propostas preliminares referentes ao plano de zoneamentos e manejo da Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP.** Acta Limnologica Brasiliensia 3: 951-968.
- FERRI, M. G. **Balanço de água de plantas da caatinga.** In: IV Congr. Nac. Soc. Bot. Brasil. Anais... Recife, 1953. p. 314-332.
- \_\_\_\_\_. **Contribuições ao conhecimento da ecologia do cerrado e da caatinga. Estudo comparativo do balanço d'água de sua vegetação.** – Bol. Fac. Fil. Ciênc. Letr. USP 195, Botânica 12: 1-170p., 1955.
- \_\_\_\_\_. **Histórico dos trabalhos botânicos sobre cerrado.** In: Ferri, M. G., coord. Simpósio sobre o Cerrado. São Paulo: EDUSP, 1963. p.15-50.
- FERRI, M. G.; LABOURIAU, L.G. **Water balance of plants from the “caatinga”. Transpiration of some of the most frequent species of the “caatinga” of Paulo Afonso (Bahia) in the rainy season.** – Rev. Brasil. Biol. 12 (3): 301-312p., 1952.
- INSTITUTO FLORESTAL. **Levantamento da Cobertura Vegetal natural e do reflorestamento no estado de São Paulo.** Boletim Técnico 11, Outubro, 1975.

OLIVEIRA, J.B.; PRADO, H.; ALMEIDA, C.L.F. – **Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo** – Quadrícula de Descalvado. São Paulo, 1982.

QUARESMA, C. C.; PEREZ FILHO, A. **Classificação de Terras como Subsídio ao Planejamento Ambiental: Quadrícula de Descalvado**. In: X Encontro de Geógrafos da América Latina., São Paulo. Anais... São Paulo, 2005. p. 11840 – 11853 CD-ROM.

RAWITSCHER, F; FERRI, M. G; RACHID, M. **Profundidade dos solos e vegetação em campos cerrados do Brasilmeridional**. – An. Acad. Brasil. Ciênc. XV (4): 267-294p. 1943.

RIBEIRO, J. F; WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**. In: SANO, S. M e Almeida, S. P. (Ed.) Cerrado, Ambiente e Flora. Planaltina: EMBRAPA/ CPAC, 1998. p. 89 -166.

WAIBEL, L. **Vegetation and land use in the Planalto Central of Brazil**. – Geogr. Rev. 38 (4): 529-554p., 1948.

WALTER , B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas**. Brasília: UNB – Departamento de Ecologia do Instituto de Ciências Biológicas, 2006a. 373p. Tese de Doutorado.