

Variações nos atributos do solo entre fitofisionomias em diferentes superfícies geológicas no complexo vegetacional de Campo Maior, na região ecotonal da bacia do Parnaíba, Piauí



<https://doi.org/10.56238/sevened2023.006-058>

José Sidiney Barros

Universidade Estadual do Piauí, Centro de Tecnologia e Urbanismo.
E-mail: jsidneybarros@gmail.com

Mundayatan Haridasan

Universidade de Brasília, Departamento de Ecologia.
E-mail: hari@unb.br

RESUMO

Os determinantes das fitofisionomias no complexo vegetacional de Campo Maior, na região ecotonal da bacia sedimentar do Parnaíba, no estado do Piauí, área de transição entre o cerrado e a caatinga, são pouco documentados na literatura. Investigamos a disponibilidade de nutrientes nos solos associados a tais fitofisionomias. A principal hipótese foi que os atributos do solo sob diferentes fisionomias são condicionados por compartimentos geomorfológicos e solos associados a fisionomias mais abertas apresentam menor disponibilidade de

nutrientes. Foram amostrados solos de seis diferentes fisionomias em diferentes superfícies geomorfológicas. Amostras compostas de solo foram coletadas da superfície de 0-20 cm de dez parcelas de 50 m x 50 m de cada fisionomia e analisadas quanto à textura do solo e disponibilidade de macro e micronutrientes. A análise de componentes principais dos atributos do solo separou as fitofisionomias ao longo do primeiro e segundo eixos, determinadas principalmente por gradientes na textura do solo e nas concentrações de nutrientes disponíveis. O teor de argila dos solos florestais foi superior ao das demais fisionomias abertas. Embora todos os solos fossem distróficos com menos de 50% de saturação por bases, o solo sob mata apresentou maiores teores de C orgânico, nitrogênio total disponível P, Ca e Mn, confirmando a hipótese original.

Palavras-chave: Campo Maior, Carnaúbal, Macronutrientes, Micronutrientes, Fertilidade do solo.

1 INTRODUÇÃO

As savanas ou cerrados brasileiros se estendem originalmente por mais de 205 milhões de hectares (Eiten 1972, 1990; Machado *et al.*, 2004) nos estados de Goiás, Bahia, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Piauí, Maranhão, Tocantins, São Paulo e Distrito Federal), com 23,9% do território. Longe de ser uma fitofisionomia única, o cerrado, *senus lato*, é um mosaico de diferentes formas vegetacionais de florestas, savanas abertas e *campos* (Ribeiro & Walter 2008) com uma flora altamente diversificada (Felfili & Silva Júnior 1993).

Os cerrados do estado do Piauí na bacia do Parnaíba, muitas vezes designados como cerrados marginais, ao contrário dos cerrados da área central do Planalto Brasileiro, geralmente ocorrem sobre rochas sedimentares, especialmente arenitos e rochas pelíticas, com inclusões de materiais siliciosos, ferruginosos e carbonáceos. Geologia, geomorfologia, relevo e solos atuam em conjunto (Figura 1) no



condicionamento do regime hídrico do solo e determinam as diferentes formas de vegetação nessa região ecotonal. A presença de concreções ferruginosas e lateríticas contínuas é de ocorrência comum e afeta a profundidade efetiva do enraizamento e provoca alterações nas fitofisionomias (Barros e Castro 2006). A bacia do Parnaíba é caracterizada pela presença de fragmentos de cerrado, *caatinga* e florestas em um mosaico de vegetações ecotonais com características florais e estruturais características, condicionadas por fatores edáficos locais (Barros *et al.* 2010; Barros e Castro 2006; Rossi *et al.*, 2005).

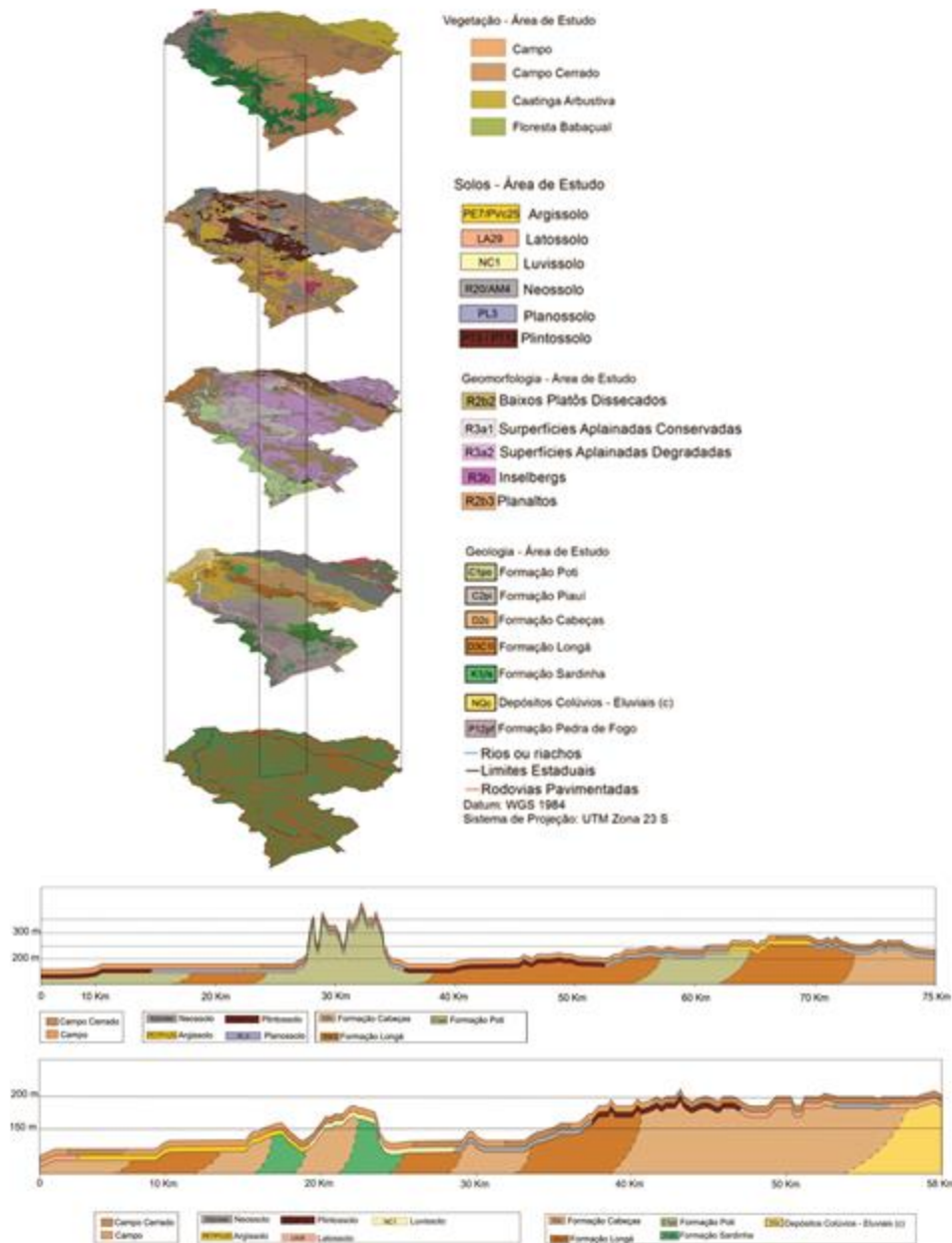
A relação da paisagem de cerrado com diferentes litologias da Plataforma Sul-Americana envolve terrenos pré-cambrianos a terciários e quaternários. A ocorrência de cerrados primitivos remonta ao Cretáceo e posterior evolução do Planalto Central até o final desse período, associada às mudanças climáticas de condições secas para úmidas (Machado *et al.* 2004, 2008). A intolerância da maioria das espécies lenhosas do cerrado do núcleo do Brasil central à umidade excessiva do solo por períodos prolongados restringe as fisionomias do cerrado a solos bem drenados. Formações florestais ocorrem em solos distróficos e mesotróficos (Haridasan 2001; Haridasan & Araújo 1988; Ratter *et al.*, 1978) e variações na composição e estrutura florística, mesmo dentro de pequenos fragmentos, têm sido atribuídas à heterogeneidade nas condições edáficas (Durigan *et al.*, 2000; Botrel *et al.*, 2002; Carvalho *et al.*, 2005; Rocha *et al.*, 2005).

Os relatos sobre a estrutura florística e composição de diferentes formas de vegetação na zona de transição cerrado-caatinga do estado do Piauí ainda são escassos e isolados. (Castro, 1987; Castro *et al.*, 1998; Barros e Castro 2006; Farias (Castro 2004), apesar de seu enorme significado ecológico. Esta região, mais isolada e com clima mais árido que a área central do cerrado, apresenta menor riqueza de táxons que o Planalto central (Ratter *et al.* 2003; Mendonça *et al.*, 2008).

Assim, o presente estudo foi realizado no complexo vegetacional de Campo Maior, levando-se em consideração a existência de diferentes fitofisionomias na sub-bacia do rio Longá, na ecorregião do baixo Parnaíba (PLANAP 2006). A principal hipótese foi que os atributos do solo sob diferentes fisionomias são condicionados por compartimentos geomorfológicos e solos associados a fisionomias mais abertas apresentam menor disponibilidade de nutrientes.



Figura 1: Geologia, geomorfologia, solos e vegetação do complexo vegetacional de Campo Maior na região ecotonal da bacia do Parnaíba no estado do Piauí.



2 MATERIAIS E MÉTODOS

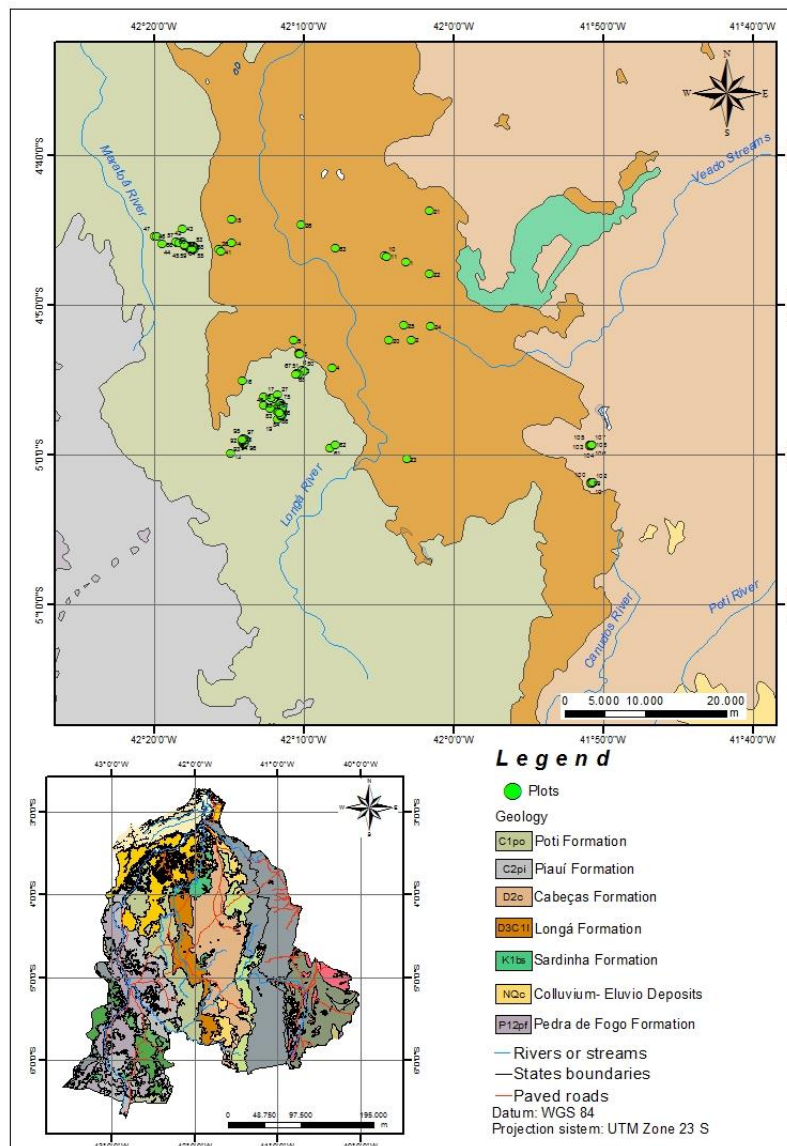
Foram investigados solos de seis fitofisionomias em diferentes superfícies geomorfológicas do complexo vegetacional de Campo Maior, na bacia sedimentar do Parnaíba (Figura 2). A área geográfica do complexo vegetacional de Campo Maior estende-se ao longo da sub-bacia do rio Longá, dentro da bacia sedimentar do rio Parnaíba, em uma área de 23800 km², constituindo zona fisiográfica de contato entre três principais biomas do Brasil: Catinga, Cerrado e floresta amazônica (IBGE, 1993), resultando em um mosaico de ecótonos (Barros et al. 2010). As fisionomias estudadas foram cerrado *sensu stricto*, cerrado *rupestre*, carnaúbal, capões, mata e formas de transição. Informações detalhadas sobre levantamentos fitossociológicos e composição florística de dez parcelas de 50 m x 50 m de cada uma dessas fisionomias são relatadas em Barros (2012). Amostras compostas de solo foram coletadas na



profundidade de 0-20 cm de cada parcela de 50 m x 50 m, sob diferentes fitofisionomias, determinando textura, pH e teores de carbono orgânico, N total e macro e micronutrientes disponíveis. A textura do solo foi determinada pelo método de Bouyoucos (Kiehl, 1979). O pH do solo foi medido em água e em 1 M KCl. P, K, Fe, Mn, Zn e disponíveis foram determinados no extrato de Mehlich (0,0125 M H₂SO₄ + 0,05 M HCl) e Ca, Mg e Al disponíveis foram estimados em 1 M KCl. Os cátions nos extratos do solo foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica e o P por colorimetria (Allen, 1989).

A análise de componentes principais dos atributos do solo foi realizada utilizando-se o programa CANOCO, versão 3.1 (Ter Braak, 1988). A Análise de Correspondência Canônica Destendenciada foi realizada utilizando o programa CANOCO, versão 3.1, para determinar as relações entre dominância de espécies e variáveis de solo.

Figura 2: Localização das parcelas experimentais na área de estudo: *Cerrado rupestre* (1-10; 41-50), *Carnaubal* (11-20), *Cerrado sensu stricto* (21-30), *Transition* (31-40), *Forest* (51-60) e *Capões* (61-70).





3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de componentes principais dos atributos do solo separou as fitofisionomias ao longo do primeiro e segundo eixos, determinadas principalmente por gradientes nas concentrações de nutrientes disponíveis (Figura 3). Os autovalores para os dois primeiros eixos foram 0,425 e 0,148, correspondendo a 57,3% da variação total. Estes resultados confirmam a influência da heterogeneidade das condições edáficas, resultantes das variações geológicas e geomorfológicas, sobre a vegetação do complexo Campo Maior, na bacia do Parnaíba. As correlações entre as variáveis do solo e o primeiro e segundo eixos da análise da ACP são apresentadas na Tabela 1. As variáveis mais importantes e com maiores coeficientes de correlações foram N, C, Ca, Zn e Mn ao longo do primeiro eixo, e Al, areia, pH, silte e argila ao longo do segundo eixo.

A variação na textura do solo sob diferentes fisionomias é destacada na Figura 4. A porcentagem de areia variou de 56 a 93%. As fisionomias florestais ocorrem em solos mais argilosos (franco-argilosos arenosos) da região e o cerrado *sensu stricto* e outras formas abertas são mais comuns em solos mais arenosos (areia argilosa e areia). A classificação taxonômica dos solos das diferentes fisionomias incluiu Neossolos (cerrado *sensu stricto*, cerrado *rupestre*, *carnaúbal* e floresta) e Latossolos (*capões*).

Todos os solos eram distróficos com menos de 50% de saturação por bases, mas o solo sob mata apresentou maiores concentrações de C orgânico, N total, P disponível, Ca e Mn (Figura 5). Maiores níveis de Al disponível foram observados na floresta, *cerrado sensu stricto* e cerrado *rupestre* do que em outras formações. Altos teores de Fe em todas as fisionomias provavelmente refletem a influência do material geológico de origem comum a todos os solos da área de estudo. A natureza distrófica (baixa saturação por bases) e os baixos teores de nutrientes essenciais nos solos sob cerrado são semelhantes às características dos Latossolos do núcleo do cerrado no Planalto central (Eiten 1994; Haridasan 1992, 2001). Além da disponibilidade de nutrientes e das diferenças na textura do solo, variações em outros fatores como topografia, inundações sazonais e regimes hídricos do solo contribuem para gradientes ambientais na região. Esses fatores são discutidos por Barros *et al.* (2010) e Barros (2012).

Tabela 1. Correções entre variáveis do solo e primeiro e segundo eixos da Análise de Componentes Principais.

Eixo	Eu	II
% de variação	42,5	15,2
pH do solo	-0,08	0,37
C orgânico	-0,34	0,08
Total N	-0,35	-0,01
disponível p	-0,27	0,12
Intercambiável em	-0,01	-0,5
K trocável	-0,31	-0,00
Ca trocável	-0,34	0,12
Mg trocável	-0,21	0,03



Fe Disponível	0,01	-0,27
Mn disponível	-0,30	0,16
Zn disponível	-0,34	0,12
disponível	-0,15	-0,14
Areia	0,29	0,38
Silte	-0,17	-0,36
Argila	-0,28	-0,31

Figura 3: Resultados da análise de componentes principais dos atributos do solo e ordenação dos pontos de amostragem de diferentes fitofisionomias no complexo vegetacional de Campo Maior, na região ecotonal da bacia do Parnaíba, no estado do Piauí.

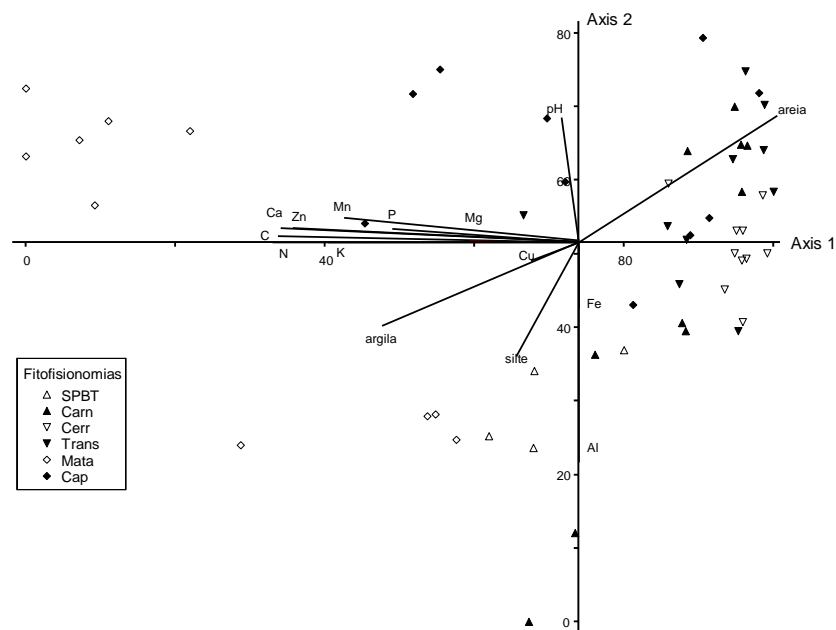


Figura 4: Classe textural de solos associados a diferentes fitofisionomias no complexo vegetacional de Campo Maior, na região ecotonal da bacia do Parnaíba, no estado do Piauí.

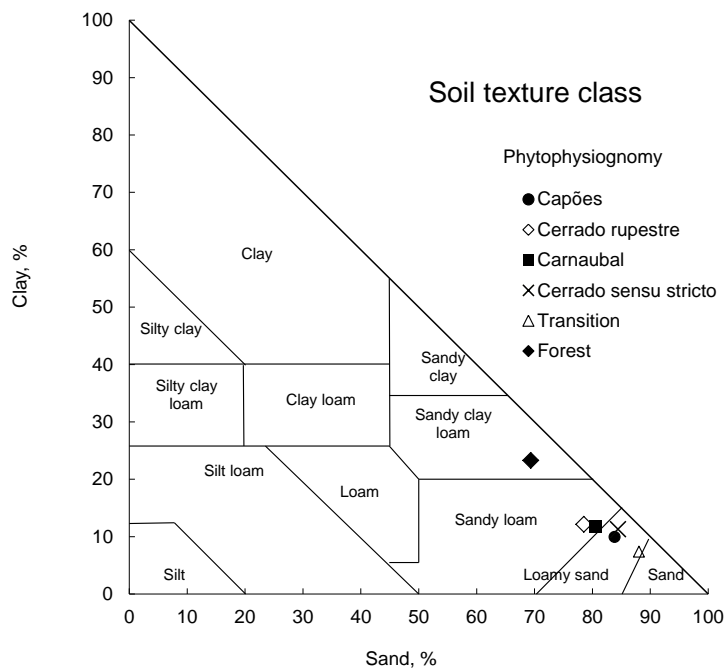
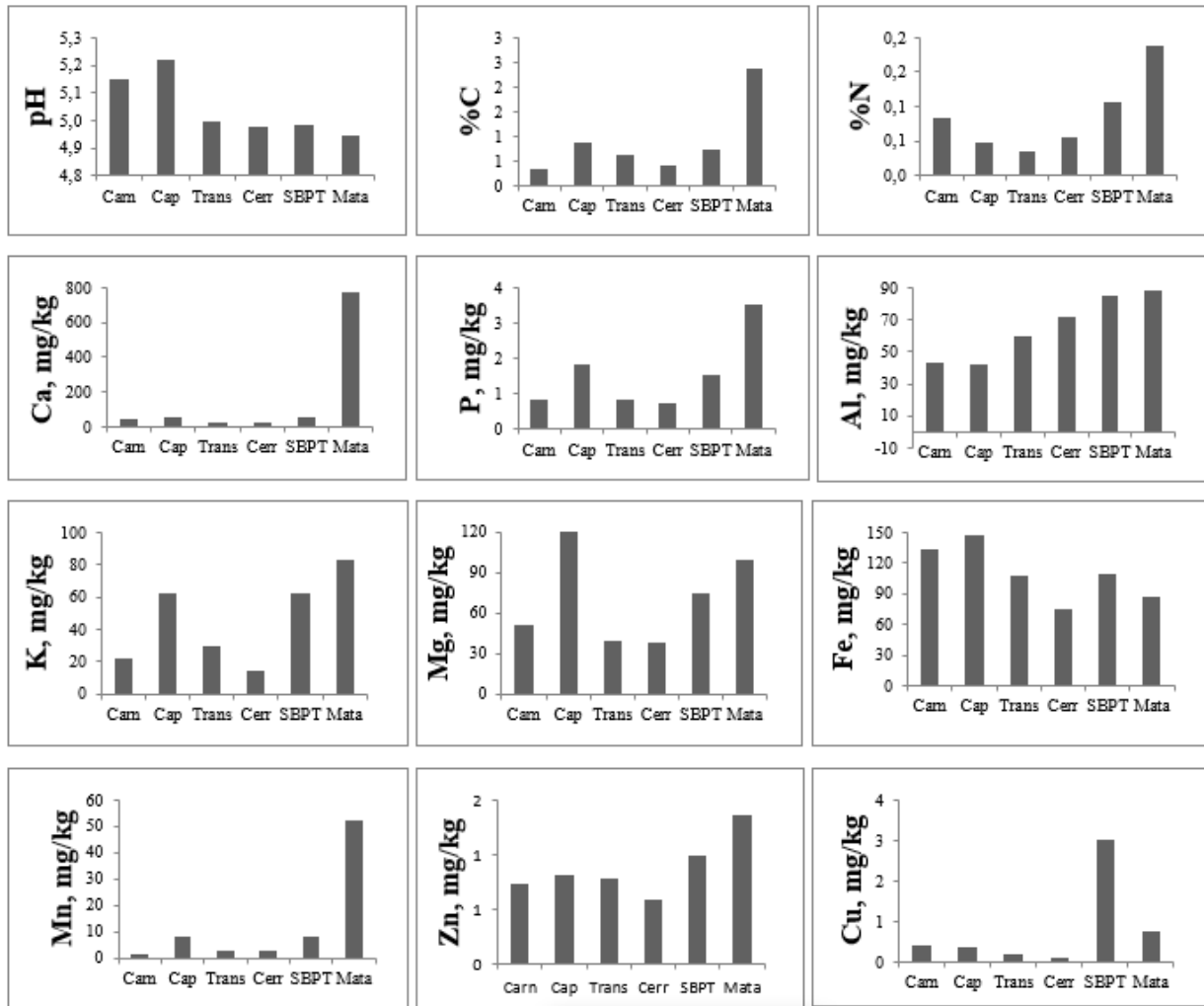




Figura 5: Propriedades de solos associadas a diferentes fitofisionomias no complexo vegetacional de Campo Maior, na região ecotonal da bacia do Parnaíba, no estado do Piauí.



4 CONCLUSÕES

A análise de componentes principais dos atributos do solo separou as fitofisionomias ao longo do primeiro e segundo eixos, determinadas principalmente por gradientes na textura do solo e nas concentrações de nutrientes disponíveis. Os autovalores para os dois primeiros eixos foram 0,425 e 0,148, correspondendo a 57,3% da variação total. Estes resultados confirmam a influência da heterogeneidade das condições edáficas, resultantes das variações geológicas e geomorfológicas, sobre a vegetação do complexo Campo Maior, na bacia do Parnaíba. As fisionomias florestais ocorrem em solos mais argilosos (franco-argilosos arenosos) da região e o cerrado sensu stricto e outras formas abertas são mais comuns em solos mais arenosos (areia argilosa e areia). Todos os solos estavam distróficos com menos de 50% de saturação por bases, mas o solo sob mata apresentou maiores teores de C orgânico, nitrogênio total disponível P, Ca e Mn, confirmando a hipótese original.



REFERÊNCIAS

- ALLEN, S. E. 1989. Chemical analysis of ecological materials. Blackwell Scientific Publications. 2nd ed., Oxford.
- BARROS, J. S. 2005. Compartimentação geoambiental no Complexo de Campo Maior, Piauí: uma área de tensão ecológica. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Piauí, Teresina.
- BARROS, J. S. 2012. Associação entre solos e vegetação nas áreas de transição cerrado-caatinga-floresta na Bacia do Parnaíba – Sub-bacia do Rio Longá – PI. Tese de doutorado. Universidade de Brasília, Brasília.
- BARROS, J. S. & CASTRO, A. A. J. F. C. 2006. Compartimentação geoambiental no Complexo de Campo Maior, PI: uma área de tensão ecológica. *Revista Internacional de Desenvolvimento Local* 8:119-130.
- BARROS, J. S.; FARIAS, R. R. S.; CASTRO, A. A. J. F. 2010. Compartimentação geoambiental no Complexo de Campo Maior, PI: caracterização de um mosaico de ecótonos. In: Biodiversidade e ecótonos da região setentrional do Piauí. (Castro, A. A. J. F.; Arzabe, C. & Castro, N. M. C. F., eds.) EDUFPI, Teresina, p. 25-43.
- BOTREL, R.T., OLIVEIRA FILHO, A.T., RODRIGUES, L.A. & CURI, N. 2002. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea de um fragmento de floresta estacional semidecidual em Ingai, MG, e a influência de variáveis ambientais na distribuição das espécies. *Revista Brasileira de Botânica* 25:195-213.
- CARVALHO, D.A. et al. 2005. Variações florísticas e estruturais do componente arbóreo de uma floresta ombrófila alto-montana às margens do rio Grande, Bocaina de Minas, MG, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 19:91-109.
- CASTRO, A.A.J.F. 1987. Florística e fitossociologia de um Cerrado marginal brasileiro, Parque Estadual de Vaçununga, Santa Rita do Passa Quatro - SP. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- CASTRO, A. A. J. F.; MARTINS, F. R. & FERNANDES, A. G. 1998. The Woody flora of cerrado vegetation in the state of Piauí, northeastern Brazil. *Edinburgh Journal of Botany*, Edinburg 55:455-472.
- CPRM. 2006. Mapa Geológico do Estado do Piauí. escala 1: 1 000 000.
- DURIGAN, G.; RODRIGUES, R.R. & SCHIAVINI, I. 2000. A heterogeneidade ambiental definindo a metodologia de amostragem da floresta ciliar. In: *Matas ciliares: conservação e recuperação*. (RODRIGUES, R.R. & LEITÃO FILHO, H.F., eds.). EDUSP, São Paulo. p.159-167.
- DURIGAN, G.; FIGLIOLIA, M.B.; KAWABATA, M.; GARRIDO, M.A. DE O.; BAITELLO, J.B. 2002. Sementes e mudas de árvores tropicais. São Paulo: Páginas & Letras, 2^a Ed.
- EITEN, G. 1972. The Cerrado vegetation of Brazil. *Botanic Review*. 38:201-341.
- EITEN, G. 1994. Vegetação do Cerrado In: *Cerrado: caracterização, ocupação e perspectiva*. (PINTO, M.N., ed.) Brasília: UnB/SEMATEC, 2nd ed. p.9-65.
- FARIAS, R.R.S. & CASTRO, A.A.J.F. 2004. Fitossociologia de trechos da vegetação do Complexo de Campo Maior, Campo Maior, PI, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 18: 949-963.



- FELFILI J.M. & SILVA JUNIOR, M. C. 1993. A comparative study of cerrado (*sensu stricto*) vegetation in Central Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 9:277-289.
- HARIDASAN, M. & ARAÚJO, G. M. 1988. Aluminium-accumulating species in two Forest communities in the cerrado region of central Brazil. *Forest Ecology and Management* 24:15-26.
- HARIDASAN, M. 1992. Impactos de processos ecológicos: Estresse Nutricional. In: *Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais* (DIAS, B. F. S., ed.) Fundação Pró-Natureza, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Brasília, p. 27-30.
- HARIDASAN, M. 2001. Solos. In: *Biogeografia do Bioma Cerrado: estudo fitofisionômico na Chapada do Espigão Mestre do São Francisco*. (FELFILI, J. M. & SILVA JUNIOR, M. C., ed.) Universidade de Brasília/Departamento de Engenharia Florestal, Brasília, p. 12-17.
- IBGE. 1993. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia. Mapa de unidades de relevo do Brasil. Esc: 1:5.000.000.
- KIEHL, E. J. 1979. Manual de edafologia – relação solo-planta. CERES, São Paulo, p. 262
- MACHADO, R. B; RAMOS NETO, M. B; PEREIRA, P. G. P; CALDAS, E. F; GONÇALVES, D. A; SANTOS, N. S; TABOR, K & STEININGER, M. 2004. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. Conservation International, Brasília.
- MACHADO, R. B; AGUIAR, L. M. DE S; CASTRO, A. A. J. F & RAMOS NETO, M. B. 2008. Caracterização da Fauna e Flora do Cerrado In: *Savanas: Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais*. Fábio Gelape Faleiro, Austecínio Lopes de Farias Neto (editores técnicos). Embrapa Cerrados.
- MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; FILGUEIRAS, T. S. & NOGUEIRA, P. E. 2008. Flora Vascular do Cerrado. In: *Cerrado: ambiente e flora* (SANO, S.M. & ALMEIDA, S.P., eds). Embrapa-Cerrados, Planaltina, p. 289-556.
- PLANAP. 2006. Plano de Ação Para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba: Atlas da Bacia do Parnaíba. TDA Desenho & Arte Ltda, Brasília.
- RATTER, J.A., ASKEW, G.P., MONTGOMERY, R.F. & GIFFORD, D.R. 1978. Observations on the vegetation of northeastern Mato Grosso. II. Forests and soils of the Rio Suiá-Missu area. *Proceedings of Royal Society of London B* 203:191-208.
- RATTER, J.A.; BRIDGEWATER, S. & RIBEIRO, J.F. 2003. Analysis of floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. *Edinburgh Journal of Botany* 60:57-109.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. 1998. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: *Cerrado: ambiente e flora* (SANO, S.M. & ALMEIDA, S.P., eds.). Embrapa-Cerrados, Planaltina, p. 87-166.
- ROCHA, C.T.V., CARVALHO, D.A., FONTES, M.A.L., OLIVEIRA FILHO, A.T., VAN DEN BERG, E. & MARQUES, J.J.G.S.M. 2005. Comunidade arbórea de um continuum entre floresta paludosa e de encosta em Coqueiral, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 28:203-218.



ROSSI, M.; MATTOS, I. F. A.; COELHO, R. M.; MENK, J. R. F.; ROCHA, F. T.; PFEIFER, R. M. & DEMARIA, I.C. 2005. Relações solos/vegetação em área natural no Parque Estadual de Porto Ferreira, São Paulo. *Revista do Instituto Florestal* 17:45-61.

TER BRAAK, C. J. F. 1988. CANOCO - A FORTRAN program for canonical community ordination by partial detrended canonical correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis (Version 2.1). Technical Report: LWA-88-02. Netherlands.