

# RELAÇÃO SOLOS/VEGETAÇÃO EM ÁREA NATURAL NO PARQUE ESTADUAL DE PORTO FERREIRA, SÃO PAULO<sup>1</sup>

Marcio ROSSI<sup>2</sup>  
Isabel Fernandes de Aguiar MATTOS<sup>3</sup>  
Ricardo Marques COELHO<sup>4</sup>  
João Roberto Ferreira MENK<sup>5</sup>  
Finê Thomaz ROCHA<sup>6</sup>  
Rui Marconi PFEIFER<sup>7</sup>  
Isabella Clerice DeMARIA<sup>8</sup>

## RESUMO

O conhecimento das inter-relações solo-vegetação natural é essencial ao manejo de áreas de preservação. Para subsidiar o plano de manejo, estudou-se a relação entre atributos de solos e diferentes formações vegetais do Parque Estadual de Porto Ferreira (SP). No local, em clima mesotérmico de inverno seco, desenvolvem-se, predominantemente, Floresta Estacional Semidecidual e Cerrado, sobre Latossolos e Argissolos. Em duas toposequências cortando diferentes padrões de solo e vegetação, coletaram-se e analisaram-se atributos físicos, físico-hídricos, químicos e mineralógicos dos solos. Caracterizaram-se a vegetação desses locais por fotografias aéreas e em campo, avaliando-se a distribuição das espécies frente aos tipos de solos encontrados. O tipo de vegetação mostrou associação com teor e tipo de argila, retenção de água e disponibilidade de nutrientes. Latossolos de textura média e alta saturação por alumínio estão associados à vegetação de cerrado. Maiores teores de matéria orgânica e nutrientes em superfície, e de argila, argilominerais e umidade retida em baixos potenciais hídricos no perfil ocorrem associados à floresta e sua composição florística. A ocorrência apenas de floresta em solos com maior retenção de umidade a -1500 kPa sugere que, em plantas nativas perenes, a água retida a baixos potenciais seja importante na diferenciação dos tipos de vegetação.

**Palavras-chave:** transição cerrado-floresta; fertilidade do solo; disponibilidade hídrica do solo; estrutura da vegetação; composição da vegetação nativa.

## ABSTRACT

Understanding soil-native vegetation interactions provides better support for managing conservation units. As an input for the management plan of Porto Ferreira State Park, SP, Brazil, relationships between soil attributes and native vegetation were studied. Regional climate is tropical humid with mild dry winter. Locally, the most occurring Oxisols and Ultisols are covered by Semi-deciduous Seasonal Forest and Cerrado types of vegetation. Soils were described and collected in two toposequences, cutting different soil and vegetation patterns. Soil physical, chemical and mineralogical attributes were analyzed. Vegetation was characterized by aerial photographs and by field work for evaluation of plant species related to soils type. Vegetation type was associated to amounts and mineralogy of clay, water retention and nutrient availability. Loamy, high aluminum status oxisols occurred associated to cerrado vegetation; whereas greater contents of organic matter and nutrients on soil surface horizons and of clay, clay minerals, and moisture retention at lower matrix potentials were associated to forest vegetation and its species composition. Greater moisture retained at -1500 kPa only in soils under forest suggests that water retained at this potential has important role in the type of native vegetation establishing at the site.

**Key words:** forest-cerrado transition; soil fertility; soil water availability; vegetation structure; native vegetation composition.

- 
- (1) Trabalho apresentado no 29º Congresso Brasileiro de Ciência de Solo, realizado em Ribeirão Preto, SP, no período de 13 a 18 de julho de 2003, ampliado e revisado. Trabalho derivado do Convênio IF-SMA/FNMA-MMA. Aceito para publicação em junho de 2005.  
(2) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-070, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: rossi@iflorestal.sp.gov.br  
(3) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-070, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: imattos@iflorestal.sp.gov.br  
(4) Instituto Agrônomo, Caixa Postal, 28, 13001-970, Campinas, SP, Brasil. E-mail: rmcoelho@iac.sp.gov.br  
(5) Instituto Agrônomo, Caixa Postal 28, 13001-970, Campinas, SP, Brasil. E-mail: menk@iac.sp.gov.br  
(6) Faculdade Oswaldo Cruz, R. Brigadeiro Galvão, 940, 01151-000, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: fine.rocha@oswaldocruz.br  
(7) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-070, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: rpfeifer@iflorestal.sp.gov.br  
(8) Instituto Agrônomo, Caixa Postal 28, 13001-970, Campinas, SP, Brasil. E-mail: icdmaria@iac.sp.gov.br

## 1 INTRODUÇÃO

O conhecimento do relacionamento entre solo e vegetação é essencial ao manejo de áreas de preservação. Dentre os fatores que interferem na formação e no entendimento da paisagem, o solo desempenha papel fundamental, fornecendo suporte mecânico e nutrientes para o estabelecimento e desenvolvimento das plantas, além de refinar o modelado do relevo. O estabelecimento de relações diretas ou indiretas entre solo e vegetação é pouco estudado, principalmente, em áreas pouco alteradas. Existem trabalhos que relacionam as questões da fertilidade ou da toxidez de elementos do solo com a cobertura vegetal (Lima *et al.*, 2003; Martins *et al.*, 2003; Torres *et al.*, 1997). Menor atenção tem sido dada a atributos como: constituição mineralógica, disponibilidade hídrica e textura do solo. Segundo Martins *et al.* (2003) a textura apresenta correlação significativa com a distribuição de espécies arbóreas em uma Floresta Estacional Semidecidual, embora a textura e a fertilidade do solo estejam também relacionadas.

As teorias que relacionam a ocorrência de vegetação de cerrado a uma baixa disponibilidade de nutrientes no solo se dividem em duas vertentes principais: a do escleromorfismo oligotrófico, que associa a morfologia peculiar (diferenciações fisionômicas) das plantas de cerrado a um inadequado suprimento de nutrientes essenciais (Arens, 1963) e a conhecida como escleromorfismo aluminotóxico, onde altos níveis de Al trocável no solo definem o predomínio dessa vegetação (Goodland, 1971). Em última análise, essas duas teorias são convergentes, indicando que tanto a saturação do complexo de troca por  $Al^{3+}$ , como a presença de macro e microelementos essenciais são determinantes dessas características morfológicas peculiares e da adaptabilidade das espécies de cerrado (Lopes & Cox, 1977). Isso porque o Al trocável não só possui uma toxicidade intrínseca às plantas, como também, a saturação dos sítios de troca catiônica com esse elemento influencia na reação do solo que, por sua vez, influi na disponibilidade dos elementos no solo. Outros autores corroboram essas teorias: fertilidade e teor de alumínio do solo (Goodland, 1979; Silva Júnior, 1984) e, fatores químicos e físicos do solo (Batista & Couto, 1990). Para o Parque Estadual de Porto Ferreira, essas diferenças parecem estar relacionadas a fatores físico-químicos do solo e a alterações antrópicas ocorridas no passado (Bertoni *et al.*, 2001).

Franco (2002) compara parâmetros físicos e químicos do solo em três profundidades sob Floresta Estacional Semidecidual e atribui à saturação por bases (V%), quando > 50%, à menor densidade arbórea, porém, com maior área basal. Para matas ciliares, Jacomine (2000) detecta a necessidade de informações de correlações específicas entre os solos e seus atributos e as diferentes variações das formações florestais.

Não menos importante é a teoria que atribui a ocorrência da vegetação de cerrado à queima continuada da vegetação e à uma menor disponibilidade hídrica para as plantas. O que essa teoria não explica é como a vegetação de áreas naturais, submetida de maneira similar ao fogo, pode regenerar diferentemente, ao longo do tempo, uma em cerrado e outra em floresta. Também permanece a dúvida de porque formações vegetais de cerrado, sendo conseqüência de estações secas prolongadas, ocorrem lado a lado com formações florestais, ambas sob climas atmosféricos semelhantes. Esta última questão conduz à hipótese de que, em clima atmosférico semelhante, a diferenciação entre as formações vegetais é conseqüência do pedoclima, mais especificamente de uma disponibilidade hídrica do solo diferenciada.

Para Alvin & Araújo (1953) a distribuição do cerrado, dentro do seu próprio limite fitogeográfico, é regulada mais pelo solo do que por qualquer outro fator ecológico.

Nesse sentido, Motta *et al.* (2003) constataram que a ocorrência de macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Martius) em Minas Gerais acompanha solos com maior fertilidade natural, entretanto, apontaram uma possível dependência da espécie por ambiente onde o déficit hídrico no solo se apresentava minimizado.

O presente trabalho é decorrente dos levantamentos e mapeamentos de solos e de vegetação, executados para o Plano de Manejo do Parque Estadual de Porto Ferreira e objetiva obter informações adicionais sobre o recurso solo, incluindo atributos físicos, químicos, morfológicos e mineralógicos das principais classes de solos verificadas por Rossi *et al.* (2002) e relacioná-las à ocorrência das diferentes formações vegetais observadas por Mattos & Rocha (2002).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O Parque Estadual de Porto Ferreira localiza-se no município de Porto Ferreira junto à Rodovia SP 215 no Km 90, centro-norte do Estado de São Paulo (FIGURA 1), entre as coordenadas UTM 7.579.500 a 7.583.500 e 245.000 a 251.000 (21°49'S e 47°25'W), correspondendo a uma superfície de aproximadamente 611,55 ha. De acordo com Veloso & Góes-Filho (1982), a vegetação predominante na região é a Floresta Estacional Semidecidual. No Parque é composta por cerrado nas áreas de topografia mais elevada, apresentando áreas mais abertas onde predominam gramíneas,

com arbustos e arvoretas de 3 a 4 m de altura; áreas mais densas com árvores de 6 a 8 m; e, áreas onde o porte arbóreo atinge 15 m (ou mais) de altura. Em direção ao rio Mogi Guaçu há uma mudança brusca de cerrado para floresta. Ao longo do rio, numa extensão de 5 km, apresenta a floresta caracterizada como mata ciliar. As diferenças entre a mata ciliar e a floresta de áreas mais altas são percebidas tanto na composição florística como na fisionomia (Bertoni, 1984 e Bertoni *et al.*, 2001). Considerando-se a paisagem de uma dada região, as formações ciliares estão sobre condições muito específicas do ambiente, que acabam por diferenciá-las das formações do interflúvio, não ciliares (Rodrigues & Nave, 2000).

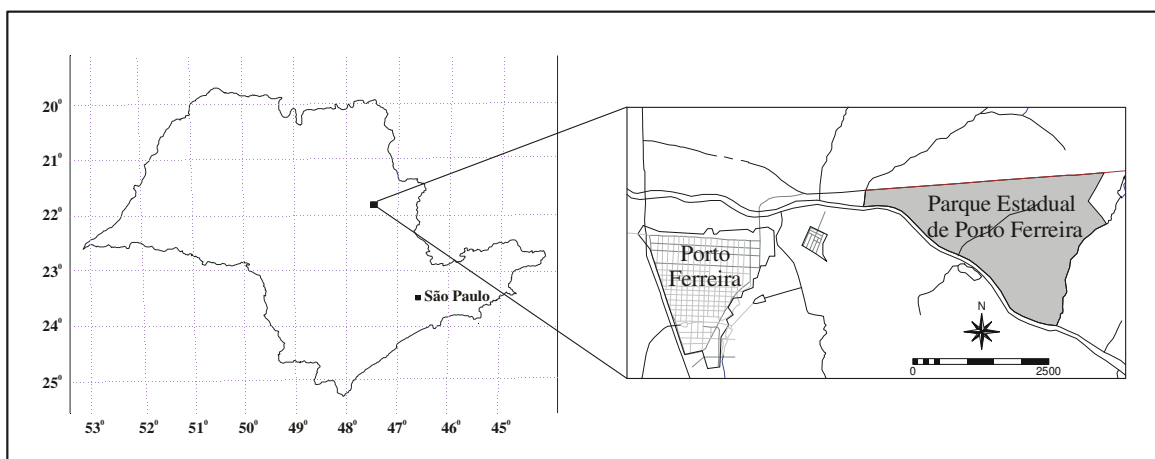


FIGURA 1 – Localização da área do Parque Estadual de Porto Ferreira no Estado de São Paulo.

O Parque insere-se na província geomorfológica da Depressão Periférica Paulista (Depressão Mogi-Guaçu), na Bacia sedimentar do Paraná (Ross & Moroz, 1997), com três formações litológicas básicas (Freitas, 1981): Formação Pirassununga, do período Terciário (arenitos finos a médios); Formação Corumbataí, do período Permiano (argilitos e siltitos) e sedimentos aluvionares, do período Quaternário (de granulação variável).

O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, mesotérmico de inverno seco (abril a setembro), com temperaturas inferiores a 18°C no inverno e superiores a 22°C no verão. A temperatura média anual é de 20,4°C, a precipitação anual total média é 1.416 mm e a evapotranspiração potencial, 975 mm.

Ocorre deficiência hídrica de 26 mm (abril e setembro) e excedente hídrico de 467 mm (novembro e março) (FIGURA 2).

Segundo Rossi *et al.* (2002), a área apresenta sete unidades de mapeamento: latossolos (LV e LVA); argissolos (PV e PVA); gleissolos (GX); neossolos (RU) e organossolos (OY). Desses, os latossolos distróficos ocupam as maiores extensões (53,5%); os argissolos eutróficos ocupam 38%; os neossolos litólicos eutróficos ocorrem como inclusões nas unidades de mapeamento de argissolos, enquanto os neossolos flúvicos distróficos estão distribuídos por 8,1%. Em pequena extensão (0,2%) encontram-se os gleissolos melânicos e organossolos em área abaciada, na cabeceira de um tributário do rio Mogi Guaçu, que nasce dentro do Parque (FIGURA 3).

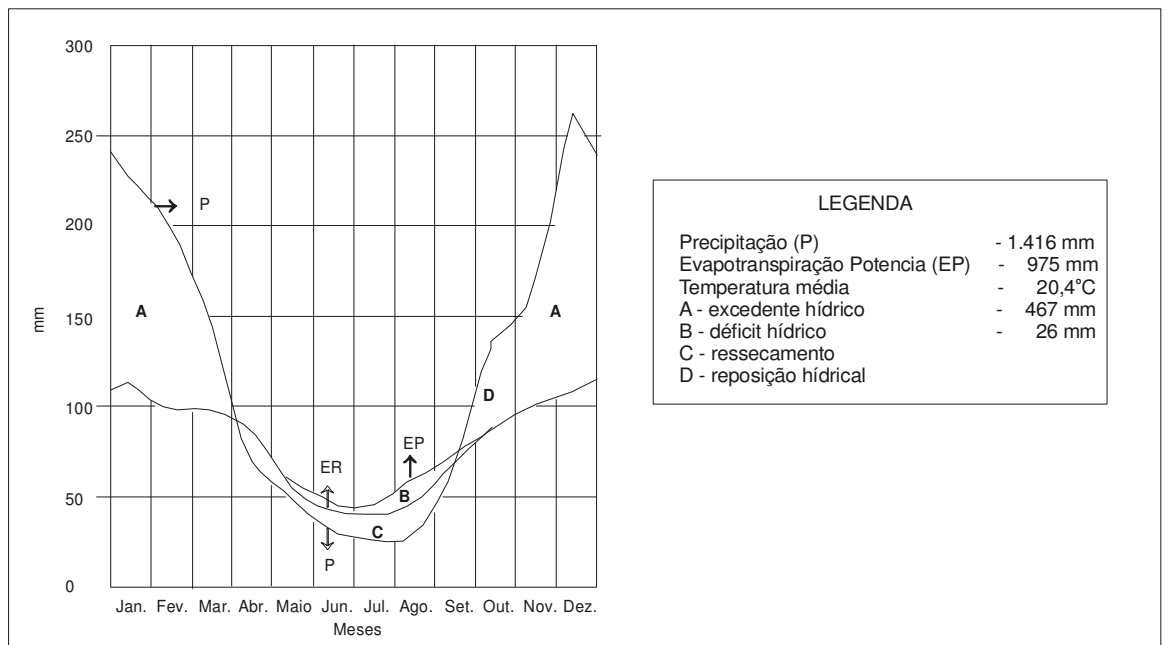


FIGURA 2 – Balanço hídrico da região de Pirassununga, SP (22°0'S, 47°25'W; 631 m de altitude). Armazenamento de água no solo: 125 mm. (Período: 1960 a 1990). Fonte: Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Ecofisiologia e Biofísica, Instituto Agrônomo.

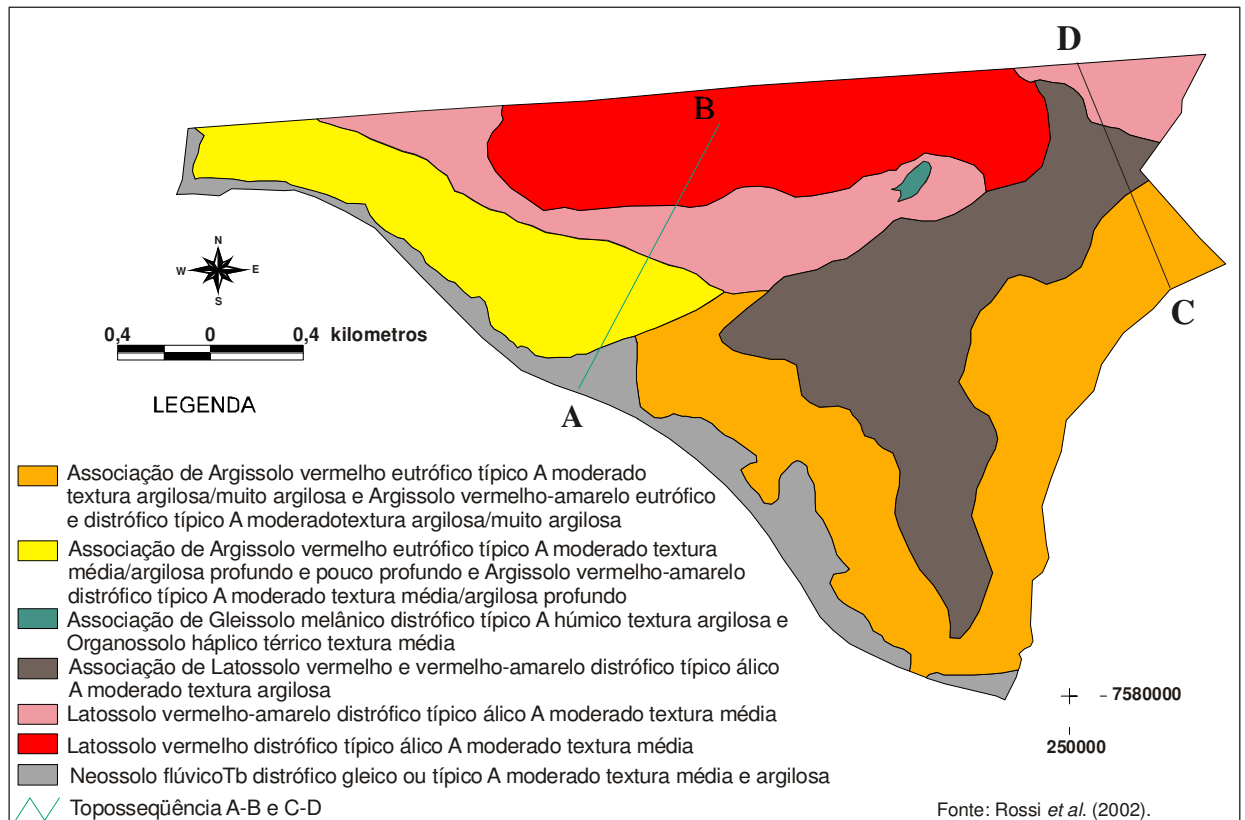


FIGURA 3 – Mapa detalhado de solos do Parque Estadual de Porto Ferreira.

Mattos & Rocha (2002) identificaram diferentes formações vegetais, desde o cerrado aberto até a floresta com jequitibás e mata ciliar (FIGURA 4). Apesar da diversidade de solos e de cobertura vegetal, o contorno dos delineamentos desses dois elementos se aproxima muito, o que levou à busca por atributos que explicassem ou indicassem prováveis relações entre os componentes solo e vegetação. Para tanto, estabeleceram-se duas toposseqüências (A-B e C-D) representativas,

com base nos trabalhos supra citados, utilizando-se carta topográfica na escala de 1:50.000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (1971) da Folha de Pirassununga e fotografias aéreas coloridas na escala aproximada de 1:30.000, do ano de 2000, da Base Aerofotogrametria S/A. A toposseqüência A-B secciona uma vertente de topo a base, aproximadamente na porção central do Parque no sentido NE-SW e a toposseqüência C-D, também de topo a base, na porção leste da área no sentido NW-SE.

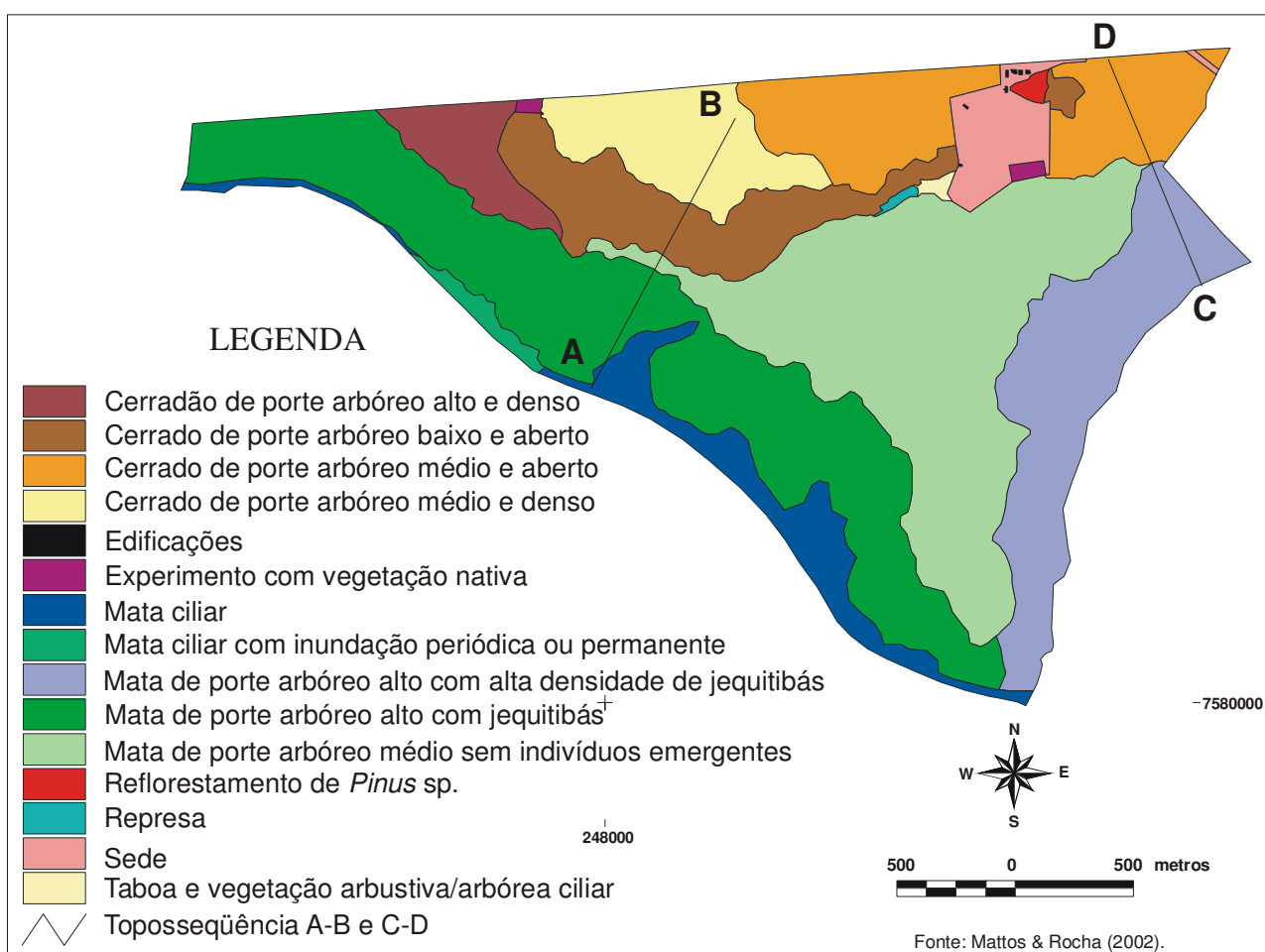


FIGURA 4 – Mapa detalhado da cobertura vegetal do Parque Estadual de Porto Ferreira.

Adotou-se o sistema de caminhamento ao longo de trilhas e estradas que cortam o Parque e de toposseqüências, seguindo-se um roteiro pré-estabelecido a partir do exame dos mapas de solos e de vegetação, bem como da observação das fotografias aéreas.

A seleção e coleta de amostras de solos foram realizadas mediante tradagens e trincheiras (100 x 100 x 200 cm), identificando e caracterizando os horizontes diagnósticos e possíveis variações dos atributos. Em cada ponto foram descritos os atributos morfológicos (Lemos & Santos, 1996), retiradas amostras deformadas de todos os horizontes e indeformadas dos horizontes subsuperficiais usando-se anéis com volume de 100 cm<sup>3</sup>; cada ponto foi georreferenciado, através de GPS (Global Position System).

As análises laboratoriais de solos seguiram Camargo *et al.* (1986), ou sejam: análise granulométrica determinada pelo método do densímetro; densidade do solo; curva de retenção de água do solo; análises químicas pedológicas de rotina [pH em água e em KCl 1N; carbono orgânico; alumínio, cálcio, magnésio e potássio trocáveis e acidez potencial (H + Al)]. SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e TiO<sub>2</sub> foram determinados por meio da digestão sulfúrica seguindo metodologia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (1979). A mineralogia da fração argila desferificada foi feita de acordo com Jackson (1969) por difratometria de raios-X (radiação Cu $\alpha$ ), analisando-se as amostras saturadas com K nas temperaturas de 25°C, 350°C e 550°C, e as amostras saturadas com Mg, com e sem solvatação com etileno-glicol, na temperatura de 25°C. Os solos foram classificados seguindo os critérios de EMBRAPA (1999).

A vegetação foi caracterizada por interpretação de fotografias aéreas verticais e observações de campo, seguindo Lueder (1959) e Spurr (1960), que identificam e classificam a vegetação pelos elementos da imagem fotográfica (cor, tonalidade, textura, forma, dimensão e convergência de evidências), correlacionadas a parâmetros de campo como: porte; densidade;

estrutura da vegetação; condições de preservação, e condições ecológicas. Para a compreensão da composição florística das fitofisionomias foram efetuadas caminhadas aleatórias, com reconhecimento das espécies em campo e utilizados dados secundários apresentados por Bertoni (1984) e Bertoni *et al.* (2001).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento das toposseqüências revela uma estreita relação da cobertura pedológica com a cobertura vegetal natural, o relevo e a litologia, demonstrada nas FIGURAS 5 e 6 e no QUADRO 1. De forma generalizada, os latossolos distróficos associam-se com a vegetação predominante de cerrado; os argissolos eutróficos com a vegetação de mata; e os neossolos flúvicos distróficos com a mata ciliar. Os QUADROS 2 a 7 demonstram os atributos físicos, químicos e mineralógicos das seqüências estudadas.

Os solos LV, LVA e LA na toposseqüência A-B não possuem impedimento físico para a infiltração da água no solo, porém apresentam limitações quanto à fertilidade natural (QUADRO 3) e retenção de água (QUADRO 4) uma vez que são de textura média e predominantemente álicos.

No PVA predomina o eutrófico, enquanto o PV se apresenta álico epieutrófico (QUADRO 3). O fato dos solos (PV) de textura argilosa e muito argilosa serem álicos epieutróficos e sustentarem uma mata de porte elevado sugere que, provavelmente, a retenção de água (QUADRO 4) determine o porte e especificidade da vegetação. Ou seja, havendo água suficiente no solo a vegetação se desenvolve e, mesmo em solos álicos, gera condições adequadas (eutrofismo superficial) ao seu sustento (reciclagem de nutrientes). Outros fatores podem estar influenciando essa ocorrência, como exposição de vertente ou áreas de surgência devido às quebras de relevo, entretanto não foram objetos de estudo.

ROSSI, M. *et al.* Relação solos/vegetação em área natural no Parque Estadual de Porto Ferreira, São Paulo.

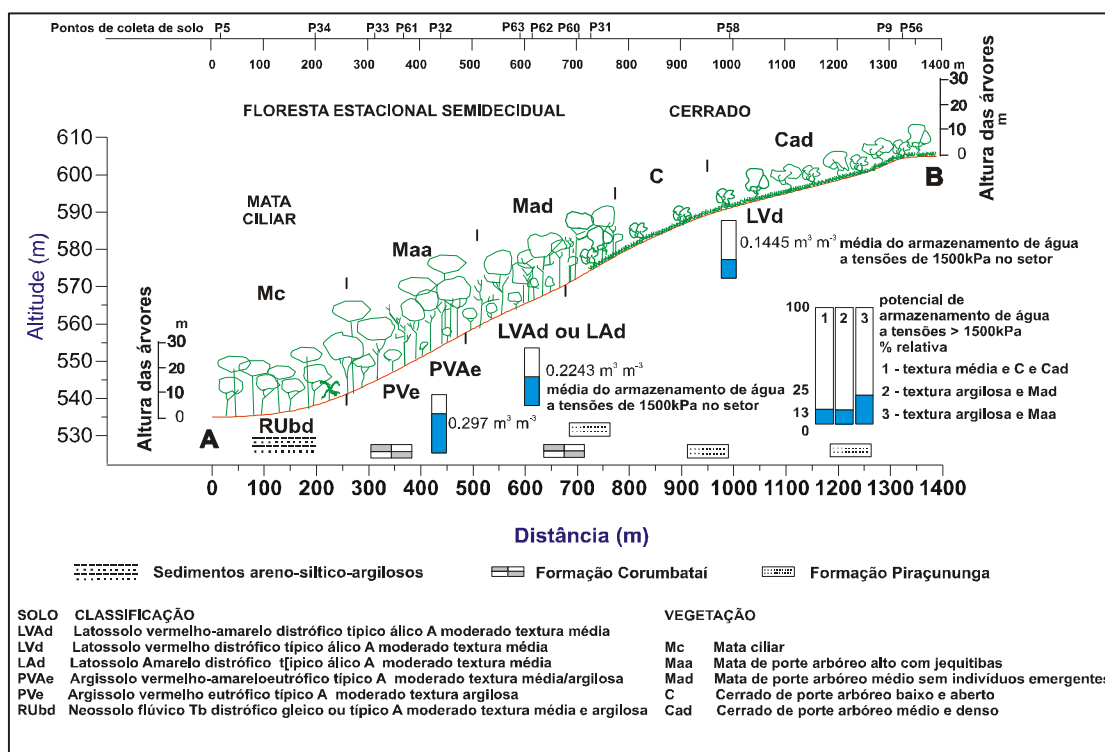


FIGURA 5 – Toposequência A-B indicando os aspectos geológico-geomorfológicos, pedológicos, da vegetação e potencial de armazenamento de água do solo.

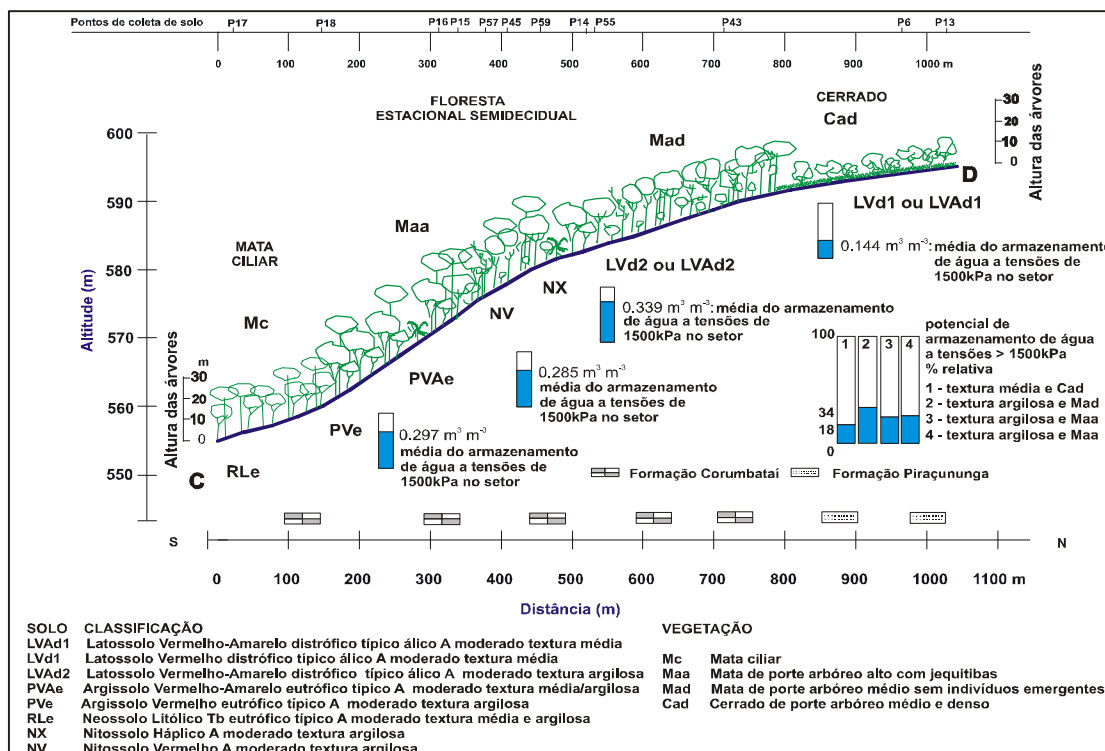


FIGURA 6 – Toposequência C-D indicando os aspectos geológico-geomorfológicos, pedológicos, da vegetação e potencial de armazenamento de água do solo.



QUADRO 1 – Ilustrativo das características das áreas estudadas.

Seção	Classe de solo	Textura de solo	Trofismo	Relevo	Litologia	Tipo de vegetação	Espécies vegetais
A-B	LV, LA e LVA	média	Distrófico e álico	topo e terço superior da vertente	Formação Pirassununga	cerrado e cerrado	<i>Lithraea molleoides</i> (atoetinha), <i>Schinus terebinthifolius</i> (aroeira), <i>Annona coriacea</i> (marolo-bravo), <i>Annona crassiflora</i> (marolo-verdadeiro), <i>Duguetia furfuracea</i> (marolo-seco), <i>Xylopia aromatica</i> (pimenta-de-macaco), <i>Aspidosperma tomentosum</i> (perobinha-do-campo), <i>Schefflera vinosum</i> , <i>Baccharis dracunculifolia</i> (vassouraa), <i>Cyrtostachya antisyphilitica</i> (ipê-verde-do-cerrado), <i>Jacaranda caroba</i> (caroba-do-campo), <i>Zeyheria digitalis</i> (bolsa-de-pastor), <i>Eriotheca gracilipes</i> (paiminha), <i>Dimorphandra mollis</i> (canafistula), <i>Caryocar brasiliensis</i> (pequi), <i>Conarus suberosus</i> (para-tudo), <i>Lamanonia ternata</i> (cangalheiro), <i>Erythroxylum suberosum</i> (mercúrio), <i>Bowdichia virgilioides</i> (sucupira), <i>Dalbergia miscolobium</i> (anileiro), <i>Machaerium acutifolium</i> (jacarandá), <i>Ocotea corymbosa</i> (canela), <i>Strychnos pseudoquina</i> (falsa-quina), <i>Lafouensia pacari</i> (dedaleiro), <i>Birsonima coccolobifolia</i> (murici), <i>Siparuna guianensis</i> (café-de-bugre), <i>Rapanea guianensis</i> (caporoca), <i>Myrcia lingua</i> (brasa-viva), <i>Roupala montana</i> (carne-de-vaca), <i>Rudgea viburnoides</i> (cotó-do-campo), <i>Tocoyena formosa</i> , <i>Matayba guianensis</i> (camboatá), <i>Syrax camporum</i> , <i>Luehea grandiflora</i> (açota-cavalo), <i>Aegiphyla lhotzkyana</i> (lixeira), <i>Qualea grandiflora</i> (pau-terra-do-campo), <i>Qualea multiflora</i> (pau-terra), <i>Qualea parviflora</i> e <i>Vochysia tucanorum</i> (cinzeiro)
A-B	LA e LVA	média	Distrófico e álico	terço médio de vertente	Formação Pirassununga/Corumbataí	cerrado	<i>Cordia trichotoma</i> (louro-pardo), <i>Copaifera langsdorffii</i> (copaíba), <i>Senna rugosa</i> , <i>Senna sylvestris</i> , <i>Terminalia argentea</i> (capitão-do-campo), <i>Mabea fistulifera</i> (piteira), <i>Platypodium elegans</i> (amendoim-do-campo), <i>Viola sebifera</i> (virola), <i>Coutarea hexandra</i> , <i>Guetarda viburnoides</i> (angélica), <i>Pouteriaratiflora</i> (guaepeva)
A-B	PVA, PV	argilosa/muito argilosa e média/argilosa	Eutrófico e epieutrófico	terço médio de vertente	Formação Corumbataí	Floresta Estacional Semidecidual porte arbóreo alto com jequitibás	<i>Cariniana legalis</i> (jequitibás), apresentando também <i>Astronium graveolens</i> (guaritá), <i>Tapirira guianensis</i> (peito-de-pomba), <i>Guatieria australis</i> (marolo), <i>Aspidosperma polyneuron</i> (peroba-rosa), <i>Aspidosperma ramiflorum</i> (guatambu), <i>Didymopanax morototoni</i> (mandoqueiro), <i>Sciadodendron excelsum</i> , <i>Syagrus romanzoffiana</i> (jerivá), <i>Vernonia diffusa</i> (assa-peixe), <i>Chorisia speciosa</i> (paineira), <i>Cordia sellowiana</i> , <i>Myroxylon peruiferum</i> (cabreuva), <i>Peltophorum dubium</i> (gurucaia), <i>Alchornea glandulosa</i> (tapiá), <i>Machaerium stipitatum</i> (sapuva), <i>Machaerium villosum</i> (jacarandá-paulista), <i>Casearia gossypiperma</i> (espeteiro), <i>Nectandra megapotaica</i> (canela), <i>Cariniana estrellensis</i> (jequitibá-branco), <i>Cariniana legalis</i> (jequitibá-rosa) <i>Cedrela fissilis</i> (cedro-rosa), <i>Inga striata</i> (ingá), <i>Guapira opposita</i> (maria-mole), <i>Gallea integrifolia</i> (pau-d'álho), <i>Rhamnidium elaeocarpum</i> (sagaragi), <i>Zanthoxylum jagara</i> (mamica-de-porca), <i>Rollinia subvatica</i> (araticum) e <i>Piptocarpha macropoda</i> (camboatá)
A-B	RU e GX	textura variável	Distrófico e álico	planície fluvial	Sedimentos aluvionais	mata ciliar	<i>Tapirira guianensis</i> (peito-de-pomba), <i>Aspidosperma cilindrocarpum</i> , <i>Aspidosperma polyneuron</i> (peroba-rosa), <i>Dendropanax cuneatum</i> (mandoqueiro), <i>Syagrus romanzoffiana</i> (jerivá), <i>Chorisia speciosa</i> (paineira), <i>Protium heptaphyllum</i> (almecega), <i>Copaifera langsdorffii</i> (copaíba), <i>Cecropia pachystachya</i> (embauba-do-brejo), <i>Croton urucurana</i> , <i>Pera glabrata</i> (tamanqueira), <i>Casearia sylvestris</i> (guatongá), <i>Lacistema hasslerianum</i> , <i>Endlicheria paniculata</i> (canela), <i>Ocotea pulchella</i> (canelinha), <i>Cariniana estrellensis</i> (jequitibá-branco), <i>Cabralea canjerana</i> (caajarana), <i>Guara guidonia</i> , <i>Trichilia catigua</i> (catigá), <i>Acacia polyphylla</i> (mojoleiro), <i>Siparuna guianensis</i> (café-de-bugre), <i>Rapanea umbellata</i> (mangue), <i>Eugenia florida</i> , <i>Guapira opposita</i> (maria-mole), <i>Prunus myrtilifolia</i> (pesssegueiro-bravo), <i>Esbeckia febrifuga</i> , <i>Cupanea vernalis</i> (camboatá), <i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (guatambu-de-leite), <i>Luehea divaricata</i> (açota-cavalo) e <i>Aegiphylasellowiana</i> (tamanqueira)
C-D	LVA	média	Distrófico e álico	topo	Formação Pirassununga	cerrado	Idem à mesma tipologia da vegetação da seqüência A-B de cerrado/cerradão
C-D	LV e LVA	argilosa	Distrófico	terço superior da vertente	Formação Pirassununga/Corumbataí	cerrado e mata	Idem à mesma tipologia da vegetação da seqüência A-B de cerrado
C-D	NV, NX, PV e PVA	argilosa, muito argilosa	Eutrófico	média para a baixa vertente	Formação Corumbataí	Floresta Estacional Semidecidual porte arbóreo alto com jequitibás	Idem à mesma tipologia da vegetação da seqüência A-B de Floresta Estacional



QUADRO 2 – Resultados das análises granulométricas da topossequência A-B, do Parque Estadual de Porto Ferreira.

Classe de solos	Perfil	Profundidade	Areia muito grossa	Areia grossa	Areia média	Areia fina	Areia muito fina	Areia Total	Argila	Silte
		cm	%							
LV	56	00-15	0,6	2,2	22,4	34,7	5,4	65,3	16,3	18,5
		15-35	0,3	1,8	18,7	47,4	8,3	76,5	18,8	4,8
		35-50	0,2	1,4	20,3	44,2	10,0	76,1	18,8	5,1
		50-90	0,1	1,6	17,2	47,8	9,0	75,7	18,8	5,5
		90-115	0,2	1,6	20,1	39,9	10,0	71,8	23,8	4,4
		200-220	0,3	1,4	14,8	43,0	11,0	70,5	26,3	3,2
LV	58	00-12	0,9	3,5	21,4	44,0	4,6	74,3	21,3	4,5
		12-29	0,3	2,0	26,0	32,5	6,2	66,9	26,3	6,8
		29-58	0,4	2,3	17,6	38,9	6,7	65,9	26,3	7,8
		58-87	0,5	2,0	20,3	32,4	7,8	63,0	28,8	8,3
		87-110	0,3	2,2	16,3	32,9	6,6	58,3	33,8	7,9
		200-220	0,7	3,0	16,9	32,1	6,1	58,9	36,3	4,9
LA	60	00-16	1,9	7,7	38,4	29,0	3,5	80,6	18,8	0,7
		16-34	1,5	7,8	39,4	21,8	4,8	75,3	21,3	3,4
		34-56	1,6	6,7	31,1	29,3	5,2	73,9	23,8	2,3
		56-95	2,0	6,3	34,2	26,2	5,2	73,9	23,8	2,4
		95-115	1,6	5,3	26,0	32,5	4,2	69,6	28,8	1,6
		200-220	2,9	5,6	25,4	24,3	6,6	64,9	31,3	3,9
LVA	62	00-12	2,4	5,9	20,9	37,5	5,6	72,2	21,3	6,6
		12-26	1,4	3,3	23,1	29,2	8,2	65,2	26,3	8,5
		26-39	1,7	3,4	20,5	34,2	6,7	66,4	26,3	7,3
		39-56	2,6	2,9	21,1	31,7	8,0	66,2	28,8	5,0
		56-110	1,8	3,9	19,5	30,6	8,3	64,0	28,8	7,3
		200-220	3,4	2,9	15,9	23,6	10,4	56,1	33,8	10,1
LA	63	00-15	2,9	5,6	22,6	33,7	8,0	72,9	18,8	8,4
		15-30	1,4	3,5	25,1	34,1	7,9	72,0	21,3	6,8
		30-47	1,5	3,7	19,9	35,8	10,0	70,9	23,8	5,3
		47-70	2,2	3,3	21,3	31,0	9,4	67,2	26,3	6,6
		70-90	2,3	3,3	17,8	29,7	9,8	62,8	28,8	8,4
		150-170	2,3	2,7	16,8	23,7	11,1	56,6	36,3	7,2
		200-220	4,6	3,6	12,5	25,1	10,2	56,0	36,3	7,8
PV	61	00-13	2,6	10,1	15,4	15,6	4,4	48,2	26,3	25,6
		13-28	2,3	7,0	16,6	13,5	8,2	47,5	28,8	23,7
		28-45	2,7	7,3	12,8	13,1	7,7	43,6	33,8	22,7
		45-65	1,6	3,5	9,4	9,1	5,3	28,9	53,8	17,3
		140-160	0,3	0,5	1,3	2,5	1,8	6,5	53,8	39,7
		170-190	0,1	0,3	1,1	1,5	2,7	5,7	53,8	40,6

QUADRO 3 – Resultados das análises granulométricas da toposseqüência C-D, do Parque Estadual de Porto Ferreira.

Classe de solos	Perfil	Profundidade	Areia muito grossa	Areia grossa	Areia média	Areia fina	Areia muito fina	Areia Total	Argila	Silte
		cm	%							
LVA	55	00-12	1,2	1,6	10,0	15,0	3,8	31,5	46,3	22,3
		12-25	0,6	1,2	7,1	14,7	5,1	28,7	53,8	17,6
		25-60	0,3	0,8	7,3	13,0	5,5	26,8	56,3	16,9
		60+	0,3	0,9	5,2	12,5	4,8	23,7	58,8	17,5
NV	57	00-10	2,4	0,8	4,4	12,3	8,5	28,4	38,8	32,8
		10-25	1,2	1,2	3,5	13,0	8,3	27,2	36,3	36,5
		25-50/70	0,7	0,6	4,6	11,3	8,4	25,6	46,3	28,2
NX	59	00-10	1,6	1,6	7,2	11,4	5,7	27,5	36,3	36,3
		10-30	1,2	1,8	5,6	14,1	6,8	29,5	41,3	29,3
		30-50	0,2	0,6	6,5	12,2	5,9	25,5	48,8	25,8
		50-60	0,3	0,7	3,5	10,8	7,2	22,4	53,8	23,8
		80-100	0,3	0,8	5,1	12,4	8,6	27,2	51,3	21,6

QUADRO 4 – Resultados das análises químicas pedológicas da topossequência A-B, no Parque Estadual de Porto Ferreira (SP).

Classe de solo	Horizonte	Profundidade		pH	pH	Ca	Mg	K	Na	Al	H	S	CTC	C	V	m
		cm	cm	água	KCl	cmolc/kg										%
LV(56)	A	0	15	4,6	3,5	0,2	0,0	0,77	0,03	1,8	2,7	1	5,5	1,7	18	64
	Bw1	15	35	5,4	4,1	0,1	0,0	0,24	0,03	0,3	2,6	0,37	3,27	0,6	11	45
	Bw2	35	50	4,7	4,2	0,1	0,0	0,21	0,05	0,3	2,5	0,36	3,16	0,4	11	45
	Bw3	50	90	5,1	4,3	0,1	0,0	0,24	0,05	0,2	2,2	0,39	2,79	0,4	14	34
	Tradagem	90	115	5,4	4,4	0,2	0,0	0,24	0,04	0,2	2,3	0,48	2,98	0,4	16	29
	Tradagem	200	220	4,7	4,5	0,1	0,0	0,19	0,04	0,2	2,0	0,33	2,53	0,2	13	38
LV(58)	A	0	12	5,0	4	0,1	0,1	0,40	0,04	0,5	5,0	0,64	6,14	1,2	10	44
	BA	12	29	4,8	4,2	0,1	0,0	0,25	0,03	0,4	3,6	0,38	4,38	0,7	9	51
	Bw1	29	58	5,1	4,3	0,1	0,0	0,21	0,04	0,3	3,2	0,35	3,85	0,6	9	46
	Bw2	58	87	5,2	4,4	0,1	0,0	0,19	0,04	0,3	2,9	0,33	3,53	0,5	9	48
	Tradagem	87	110	5,2	4,5	0,1	0,0	0,19	0,04	0,2	2,7	0,33	3,23	0,4	10	38
	Tradagem	200	220	4,9	4,7	0,1	0,0	0,19	0,05	0,1	2,4	0,34	2,84	0,4	12	23
LA(60)	A	0	16	5,1	3,9	0,1	0,1	0,40	0,04	0,5	4,7	0,64	5,84	1,2	11	44
	BA	16	34	5,1	4,1	0,1	0,0	0,24	0,05	0,3	2,8	0,39	3,49	0,5	11	43
	Bw1	34	56	5,0	4,1	0,1	0,0	0,19	0,04	0,4	2,7	0,33	3,43	0,5	10	55
	Bw2	56	95	5,1	4,2	0,1	0,0	0,19	0,04	0,3	2,3	0,33	2,93	0,4	11	48
	Bw3	95	115	5,5	4,4	0,1	0,0	0,19	0,04	0,3	2,2	0,33	2,83	0,3	12	48
	Tradagem	200	220	5,0	4,7	0,1	0,0	0,16	0,04	0,2	2,1	0,3	2,6	0,2	12	40
LVA(62)	A	0	12	6,2	5,6	2,6	0,9	0,80	0,03	0,1	2,0	4,33	6,43	2,1	67	2
	BA	12	26	6,1	4,7	0,7	0,3	0,46	0,03	0,1	3,1	1,49	4,69	0,9	32	6
	Bw1	26	39	5,7	4,2	0,4	0,2	0,43	0,02	0,4	3,5	1,05	4,95	0,7	21	28
	Bw2	39	56	5,3	4,1	0,2	0,1	0,38	0,02	0,5	3,3	0,7	4,5	0,5	16	42
	Bw3	56	110	4,8	4,2	0,1	0,0	0,19	0,03	0,5	2,7	0,32	3,52	0,3	9	61
	Tradagem	200	220	5,0	4,4	0,1	0,1	0,08	0,02	0,4	2,3	0,3	3	0,3	10	57
LA(63)	A1	0	15	6,0	5,1	2,0	0,6	0,70	0,02	0,1	3,4	3,32	6,82	2,0	49	3
	A2	15	30	5,6	4,1	0,2	0,2	0,56	0,03	0,4	4,7	0,99	6,09	1,0	16	29
	AB	30	47	5,8	4,0	0,1	0,1	0,80	0,02	0,6	5,2	1,02	6,82	0,9	15	37
	Bw1	47	70	5,3	4,0	0,1	0,1	0,24	0,01	0,6	4,2	0,45	5,25	0,6	9	57
	Bw2	70	90	5,1	4,1	0,1	0,1	0,11	0,02	0,6	3,3	0,33	4,23	0,4	8	65
	Tradagem	150	170	5,3	4,3	0,0	0,1	0,08	0,03	0,4	2,4	0,21	3,01	0,4	7	66
PV(61)	Tradagem	190	205	5,0	4,4	0,4	0,0	0,16	0,03	0,3	2,3	0,59	3,19	0,3	18	34
	A	0	13	6,6	5,9	6,7	1,8	0,27	0,06	0,1	2,0	8,83	10,93	3,9	81	1
	AB	13	28	6,7	5,4	0,7	0,6	0,54	0,05	0,1	2,2	1,89	4,19	0,5	45	5
	Bt1	28	45	6,2	4,7	0,7	0,6	0,38	0,04	0,1	2,5	1,72	4,32	0,5	40	5
	Bt2	45	65	5,7	4,1	0,8	0,7	0,35	0,04	0,5	3,6	1,89	5,99	0,5	32	21
	Tradagem	140	160	5,7	4,0	0,2	0,8	0,24	0,05	1,5	5,2	1,29	7,99	0,4	16	54
Tradagem	170	190	5,2	3,9	0,1	0,6	0,19	0,06	1,9	6,0	0,95	8,85	0,4	11	67	

A topossequência C-D (FIGURA 6) com solos argilosos (latossolos, argissolos e nitossolos) apresenta maior retenção de água (QUADRO 4), comparativamente aos solos da topossequência A-B,

fato decorrente dos maiores teores de argila (QUADRO 5), estrutura em blocos bem desenvolvida, conseqüentemente, maior porcentagem de microporos e elevado trofismo (QUADRO 6).

QUADRO 5 – Resultados das análises químicas pedológicas da topossequência C-D, no Parque Estadual de Porto Ferreira.

Classe de solo	Horizonte	Profundidade		pH	pH	Ca	Mg	K	Na	Al	H	S	CTC	C	V	m
		cm		água	KCl	cmolc/kg										%
LVA(55)	A	0	12	6,0	5,3	3,9	1,3	0,35	0,06	0,3	5,2	5,61	11,11	3,0	50	5
	AB	12	25	6,3	4,7	1,5	0,3	0,3	0,05	0,1	4,4	2,15	6,65	1,8	32	4
	Bw1	25	60	5,6	3,9	0,3	0,1	0,17	0,04	0,9	6,7	0,61	8,21	1,2	7	60
	Bw2	60+		5,5	3,9	0,1	0,1	0,17	0,05	1,3	6,8	0,42	8,52	0,9	5	76
NV(57)	A	0	10	6,1	5,3	6,1	1,2	0,20	0,08	0,1	5,5	7,58	13,18	3,8	58	1
	AB	10	25	6,4	5,4	4,0	0,8	0,11	0,06	0,1	3,9	4,97	8,97	2,2	55	2
	Bt	25	50/70	6,7	5,3	2,9	0,9	0,86	0,04	0,1	2,9	4,7	7,7	1,2	61	2
	Cr	70+														
NX(59)	A	0	10	6,5	5,8	14,3	2,2	0,29	0,05	0,1	2,8	16,84	19,74	5,8	85	1
	Bt	10	30	6,8	5,6	2,8	1,4	0,26	0,05	0,1	3,4	4,51	8,01	1,9	56	2
	Bt	30	50	5,6	3,9	0,3	0,6	0,27	0,04	1,0	6,4	1,21	8,61	1,2	14	45
	Bt	50	60	5,6	3,9	0,2	0,3	0,20	0,04	1,4	6,5	0,74	8,64	0,9	9	65
	Tradagem	80	100	5,6	4,0	0,1	0,1	0,94	0,04	1,4	6,1	1,18	8,68	0,5	14	54

QUADRO 6 – Valores da densidade ( $\text{Mg m}^{-3}$ ), de atributos físicos relacionados à retenção de água: água retida nas tensões 30 (Capacidade de Campo), 100 e 1500 (Ponto de Murcha Permanente) kPa e à porosidade dos solos: Porosidade total,  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ , Macro e Microporos, %.

Classe de Solo	Perfil	Profundidade	Densidade	Porosidade total	Macro-porosidade	Micro-porosidade	CC -30 kPa	-100 kPa	PMP -1500 kPa	H <sub>2</sub> O disponível (CC-PMP)
		cm	$\text{Mg m}^{-3}$	$\text{m}^3 \text{m}^{-3}$	%	%	$\text{m}^3 \text{m}^{-3}$	$\text{m}^3 \text{m}^{-3}$	$\text{m}^3 \text{m}^{-3}$	$\text{m}^3 \text{m}^{-3}$
Topossequência A-B										
LV	56	90-95	1,347	0,483	50,2	49,8	0,143	0,130	0,115	0,028
LV	58	87-92	1,300	0,529	43,4	56,6	0,210	0,195	0,178	0,032
LA	60	56-95	1,430	0,466	47,6	52,4	0,158	0,141	0,129	0,029
LVA	62	80-85	1,435	0,481	44,5	55,5	0,177	0,153	0,137	0,040
LA	63	80-90	1,335	0,525	47,9	52,1	0,187	0,164	0,149	0,038
PV	61	28-45	1,770	0,418	25,6	74,4	0,278	0,262	0,253	0,025
Topossequência C-D										
LVA	55	60-70	1,280	0,548	24,8	75,2	0,363	0,351	0,339	0,024
NV	57	25-50	1,317	0,564	46,3	53,7	0,272	0,266	0,259	0,013
NX	59	10-30	1,457	0,534	34,3	65,7	0,329	0,321	0,311	0,018

Todavia, quando a mineralogia (QUADRO 7) é inferida por meio da digestão sulfúrica das amostras, método de determinação quantitativa elementar e, por isso, de maior precisão, a mineralogia apresenta boa correlação com a retenção de água dos solos. Os maiores valores dos índices Ki (relação molar Si:Al) e Kr (relação molar Si:[Fe+Al]) correspondem às amostras

que também apresentam os maiores valores de água retida no ponto de murcha e, conseqüentemente, àquelas amostras com maior reserva total de água. Maiores valores de índices Ki e Kr no solo correspondem a maiores quantidades de argilominerais com estrutura de camadas 2:1 e 1:1 e menores quantidades de óxidos de Fe e óxidos de Al (Oliveira, 2000).

QUADRO 7 – Atributos mineralógicos, carbono orgânico (Corg) e atividade da fração argila (Targ) em horizontes dos solos das duas toposseqüências.

Perfil-Solo	Hor./Prof (cm)	arg	C org	T arg	Ki	Kr	Kf	Minerais da argila
Toposseqüência A-B								
P56 – LVd	Bw3/90-115	24	0,4	12,41	1,20	0,95	3,96	Ct>>>Gb, Mhe
P58 – LVd	Bw2/87-97	34	0,4	9,50	0,99	0,83	5,06	Ct>>>Gb>Mhe>Qz
P60 – LAd	Bw2/95-115	29	0,3	9,76	0,97	0,81	5,00	Ct>>>Gb>Mhe, Qz
P62 – LVAd	Bw3/80-90	29	0,3	12,14	1,29	1,06	4,65	Ct>>>Gb, Mhe>Em, Mi
P63 – LAd	Bw2/80-90	29	0,4	14,59	1,35	1,12	5,02	Ct>>>Gb, Mhe>Qz
P61 – PVd	Bt1/28-45	34	0,5	12,71	1,73	1,37	3,74	Ct>>>Mi>>Mhe
Toposseqüência C-D								
P55 – LVAd	Bw1/60-70	60	0,9	14,44	1,67	1,35	4,23	Ct>>>Mi,Mhe
P57 – NVe	Bt/25-50	46	1,2	7,70	1,65	1,24	3,04	Ct>>Mi>>Mhe
P59 – NXd	Bt1/10-30	41	1,9	19,54	1,84	1,44	3,58	Ct>>>Mi>Mhe>Gb

Argilominerais 2:1 apresentam maior superfície específica e maior capacidade de retenção de água (Hillel, 1982). Embora a importância do tipo dos minerais da argila para a retenção da água do solo deva ser considerada, o conteúdo mais elevado de fração argila (10 a 28% maior), discutido anteriormente, é tido como o fator mais determinante da maior retenção de água dos solos sob vegetação de floresta, especialmente da água retida nos potenciais mátricos mais baixos.

Os valores de água na capacidade de campo (CC) indicam que a quantidade de água retida pelo solo após a drenagem natural varia de 0,143 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> no LV (toposseqüência A-B) a 0,363 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> no LVA (toposseqüência C-D). Os solos mais argilosos (PV, PVA, LVA, NX e NV) apresentam maior retenção de água nos potenciais mátricos avaliados (QUADRO 4), sendo que esta diferença está representada na FIGURA 7. Para os demais parâmetros, ou seja, densidade, porosidade total, macro e microporosidade e água disponível não ocorrem diferenças significativas entre os valores.

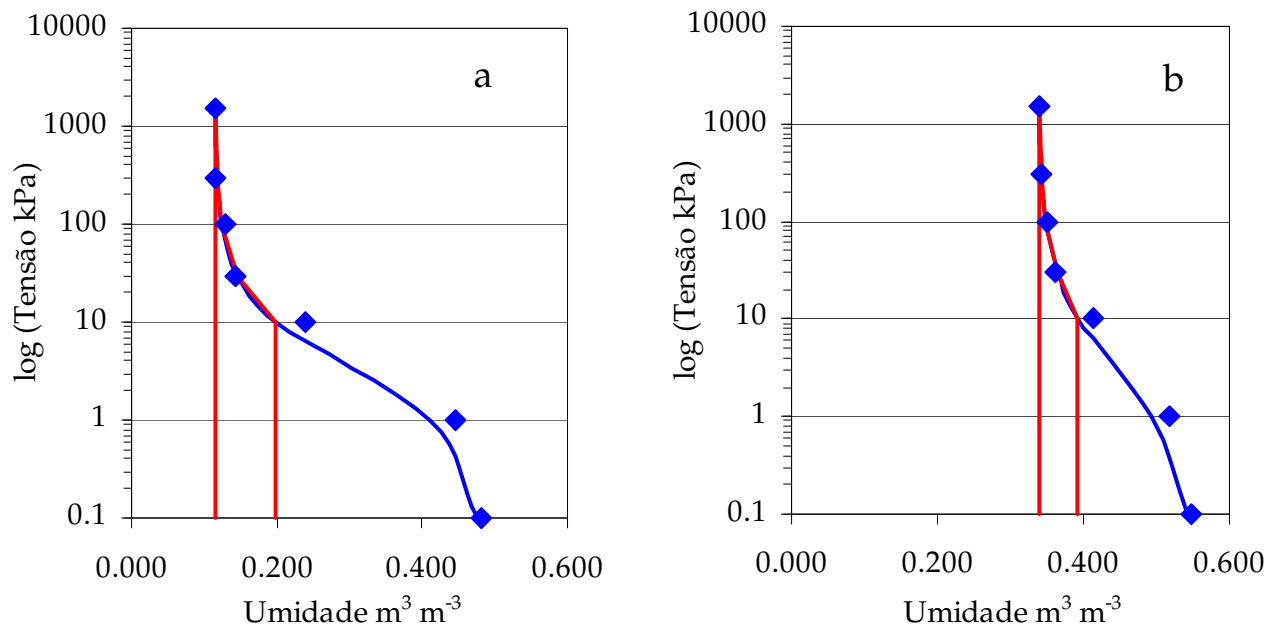


FIGURA 7 – Curva característica da retenção de água no solo, apresentando o volume da água retida ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ ) em potenciais de água de 0,1 a 1500 kPa, nos solos (a) LV da toposeqüência A-B e (b) LVA da toposeqüência C-D.

A variação da água disponível (diferença entre água retida nos potenciais mátricos -30 kPa e -1500 kPa) nos solos estudados (QUADRO 4) não apresenta relação aparente com o tipo de vegetação. De maneira oposta, a reserva total de água do solo e, especialmente, a reserva de água retida sob potenciais mátricos inferiores a -1500 kPa, interpretado inicialmente por Hendrickson & Veihmeyer (1945) como ponto de murcha permanente (PMP) para as plantas cultivadas e, ainda hoje, um valor de referência de limite de energia de água do solo disponível para as plantas, apresenta-se bem correlacionada com as variações dos tipos de vegetação encontrados na área estudada. Assim, o fato de apenas nos solos com maiores reservas de água retida em potenciais inferiores a -1500 kPa (perfis 55, 57, 59 e 61) se desenvolver vegetação de Floresta Estacional Semidecidual confirma o conceito apresentado por Hillel (1982), de que a água disponível no solo para as plantas é função não só do potencial da água retida no solo, mas também depende de propriedades da planta (densidade e profundidade de raízes e habilidade da planta em manter a turgescência das raízes), de outras propriedades do solo (e.g. difusividade da água no solo) e de

condições meteorológicas que ditam a transpiração da planta. No caso, além da habilidade intrínseca de cada espécie de manter a turgescência celular, plantas perenes tendem a apresentar sistema radicular mais desenvolvido que plantas anuais, permitindo explorar maior volume de solo e por mais tempo.

Portanto, o presente estudo sugere que a diferenciação da vegetação nativa perene em Floresta Estacional Semidecidual e cerrado expressa diferenças de água do solo retida em potenciais inferiores a -1500 kPa, ou seja, que o conceito de água disponível para a vegetação nativa perene do Parque Estadual de Porto Ferreira seja diferenciado daquele utilizado para plantas cultivadas.

Da mesma forma que o conceito agrônomo de baixa fertilidade natural, que é útil para sistemas agrícolas, não compõe o modelo ambiental que ajude a explicar a exuberância em formas de vida e biomassa da floresta tropical (Lima *et al.*, 2003) e potenciais de água no solo de -1500 kPa podem ser considerados como elevados, uma vez que há maior produção de raízes, exploração de um maior volume de solo e mecanismos diferenciados de economia de água para as diferentes espécies.

A ocorrência de vegetação transicional (ecótono), entre cerrado e mata, nos pontos 62 e 63 da toposeqüência A-B aparenta estar mais relacionada à dinâmica de dispersão das espécies do que aos atributos do solo. Na área de transição (cerradão) ocorrem mais indivíduos típicos de floresta do que em áreas de cerrado isolado; bem como, nestas áreas ocorrem mais indivíduos típicos de cerrado do que em uma área de floresta isolada.

Como o acúmulo de matéria orgânica é comprovadamente maior em solos sob florestas que naqueles sob cerrado (Lepsch *et al.*, 1994), considerando as condições de clima semelhante para ambos, este é um processo que se retroalimenta. Ou seja, há possibilidade de maior dispersão de sementes de espécies de mata nas áreas de ecótono, quando comparada com áreas mais isoladas de cerrado, permitindo que aquelas espécies, ao se desenvolverem, aumentem a adição de matéria orgânica em superfície, com nutrientes reciclados de subsuperfície, tornando estas camadas mais ricas e conseqüentemente, propiciando a instalação de vegetação mais exigente em nutrientes, o que favorece o desenvolvimento de espécies de maior porte, mais comuns em florestas. Nesse caso, à exceção da matéria orgânica em superfície e dos nutrientes, os atributos intrínsecos do solo são menos determinantes dessa formação vegetacional (transição floresta-cerrado), muito embora valores intermediários entre aqueles solos típicos de floresta e os de cerrado sejam observados para alguns atributos dos perfis de solo representativos dessas áreas, perfis 62 e 63 (QUADROS 2, 3 e 7). Exemplos desses atributos são: teor de argila, relação textural (intermediária para argissolo) e Ki (valores 1,29 e 1,35 em relação aos de cerrado, em torno de 1,0 e de floresta, acima de 1,65).

#### 4 CONCLUSÕES

1. O tipo de vegetação se mostra estreitamente relacionado com os solos e seus atributos, especialmente com teor de argila, retenção de água e disponibilidade de nutrientes.
2. Os solos mais bem drenados das partes altas e com baixa retenção hídrica, latossolos de textura média e alta saturação por alumínio, favorecem o desenvolvimento de vegetação de cerrado, mais adaptada às condições de deficiência hídrica.
3. A vegetação de porte mais elevado, floresta e cerradão, ocorre associada aos teores mais elevados de matéria orgânica e nutrientes em superfície; de argila em todo o perfil; de argilominerais (1:1 e 2:1) e de umidade retida em baixos potenciais de água no solo.
4. A umidade do solo em potenciais mátricos menores que -1500 kPa não se apresenta adequada como limite inferior de disponibilidade hídrica em plantas nativas perenes na região, pois a vegetação de floresta aparece associada a maiores teores de umidade retida abaixo desse potencial, sugerindo-se que a água retida em potenciais inferiores a esse está sendo aproveitada pela vegetação, e
5. A composição e a distribuição das espécies vegetais também estão condicionadas à disponibilidade de nutrientes dos solos, sendo que a floresta de jequitibás se desenvolve somente sobre os solos de textura argilosa com elevada saturação por bases (eutróficos) e a floresta sem jequitibás é encontrada em solos com baixa saturação por bases.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVIN, P. de T.; ARAÚJO, W. A. O solo como fator ecológico no desenvolvimento da vegetação no Centro-Oeste do Brasil. **Bol. Geogr.**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 117, p. 569-578, 1953.

ARENS, K. As plantas lenhosas dos campos cerrados como flora adaptada às deficiências minerais do solo. In: FERRI, M. G. (Coord.). **SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO**, 1., 1963, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Edgard Blücher, 1963. p. 249-265.

BATISTA, E. A.; COUTO, H. T. Z. Influência de fatores químicos e físicos do solo sobre o desenvolvimento da vegetação do cerrado na Reserva Biológica de Mogi-Guaçu, SP. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 69-86, 1990.

BERTONI, J. E. de A. **Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta do interior do Estado de São Paulo**: Reserva Estadual de Porto Ferreira. 1984. 196 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.



BERTONI, J. E. de A. *et al.* Flora arbórea e arbustiva do cerrado do Parque Estadual de Porto Ferreira (SP). **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 169-188, 2001.

CAMARGO, O. A. de *et al.* **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas.** Campinas: Instituto Agrônomo, 1986. 94 p. (Bol. Técn., 106).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

\_\_\_\_\_. **Manual de métodos de análise de solo.** Rio de Janeiro: SNLCS, 1979. 271 p.

FRANCO, G. A. C. **Florística e fitossociologia de duas unidades do mosaico florestal da Estação Ecológica dos Caetetus – Floresta Estacional Semidecidual, Gália – SP.** 2002. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FREITAS, R. O. **Formações geológicas de superfície.** Folha geológica de Piraçununga (SF-23-V-C-V-3). São Paulo: Instituto Geológico, 1981. Escala 1:50.000.

GOODLAND, R. **Análise ecológica da vegetação do cerrado.** São Paulo: EDUSP, 1979. 193 p. (Reconquista do Brasil, v. 52).

\_\_\_\_\_. Oligotrofismo e alumínio no cerrado. In: FERRI, M. G. (Coord.). **SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO**, 3., 1971. São Paulo: Edgard Blücher, 1971. p. 44-60.

HENDRICKSON, A. H; VEIHMEYER, F. G. Permanent wilting percentage of soils obtained from field and laboratory trials. **Plant Physiology**, Rockville, v. 20, p. 517-539, 1945.

HILLEL, D. **Introduction to soil physics.** San Diego: Academic Press, 1982. 364 p.

JACKSON, M. L. **Soil chemical analysis: advanced course.** 2nd ed. Madison: published by the author, 1969. 895 p.

JACOMINE, P. T. K. Solos sob matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Coord.). **Matas ciliares: conservação e recuperação.** São Paulo: EDUSP, 2000. 320 p.

LEMOS, R. C. de; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo.** 3. ed. Campinas: SBCS/CNPS, 1996. 83 p.

LEPSCH, I. F., MENK, J. R. F.; OLIVEIRA, J. B. Carbon storage and other properties of soils under agriculture and natural vegetation in São Paulo State, Brazil. **Soil Use and Management**, Osney Mead, v. 10, p. 34-42, 1994.

LIMA, J. A. S. *et al.* Agrupamento de espécies arbóreas de uma floresta tropical. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, D.F., v. 38, n. 1, p. 109-116, 2003.

LOPES, A. S.; COX, F. R. Cerrado vegetation in Brazil: an edaphic gradient. **Agronomy Journal**, Madison, v. 69, p. 828-831, 1977.

LUEDER, D. R. **Aerial photographic interpretation: principles and applications.** New York: MacGraw-Hill, 1959. 462 p.

MARTINS, S. V. *et al.* Distribuição de espécies arbóreas em um gradiente topográfico de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG. **Scientia Forestalis**, Viçosa, v. 64, n. 2, p. 172-181, 2003.

MATTOS, I. F. A.; ROCHA, F. T. **Levantamento e mapeamento da cobertura vegetal do Parque Estadual de Porto Ferreira.** São Paulo: Instituto Florestal, 2002. 10 p. (Relatório do Plano de Manejo do Parque Estadual de Porto Ferreira).

MOTTA, P. E. F. *et al.* Ocorrência da macaúba em Minas Gerais: relação com atributos climáticos, pedológicos e vegetacionais. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, D.F., v. 37, n. 7, p. 1023-1031, 2002.

OLIVEIRA, J. B. **Pedologia aplicada.** Jaboticabal: Funep, 2000. 414 p.

RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. Heterogeneidade florística das matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Coord.). **Matas ciliares: conservação e recuperação.** São Paulo: EDUSP, 2000. p. 45-71.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo.** São Paulo: Laboratório de Geomorfologia - Departamento de Geografia - FFLCH-USP/Laboratório de Cartografia Geotécnica-Geologia Aplicada-IPT/FAPESP, 1997. v. 1 e 2. (Relatório e mapa).

ROSSI, M. *et al.* Relação solos/vegetação em área natural no Parque Estadual de Porto Ferreira, São Paulo.

ROSSI, M. *et al.* **Levantamento pedológico do Parque Estadual de Porto Ferreira.** São Paulo: Instituto Florestal, 2002. 56 p. (Relatório do Plano de Manejo do Parque Estadual de Porto Ferreira).

SILVA JÚNIOR, M. C. **Composição florística, estrutura e parâmetro fitossociológico do cerrado e sua relação com o solo na Estação Florestal de Experimentação de Paraopeba-MG.** 1984. 130 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SPURR, S. H. **Photogrammetry and photointerpretation.** 2nd ed. New York: Ronald Press, 1960. 465 p.

TORRES, R. B.; MARTINS, F. R.; KINOSHITA, L. S. Climate, soil and tree flora relationships in forest in the state of São Paulo, southeastern Brazil. **Rev. Bras. Bot.**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 41-49, 1997.

VELOSO, H. P.; GÓES-FILHO, L. **Fitogeografia brasileira:** classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical. Salvador: RADAMBRASIL, 1982. 85p. (Série Vegetação, 1).

WITTAKER, R. H. Evolution and measurement of species diversity. **Taxon**, Berkeley, v. 21, n. 2/3, p. 213-251, 1972.