

**Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Atributos do solo associados às variações na vegetação em  
fragmento de cerrado, Assis, SP**

**Aline Roberta de Carvalho**

**Dissertação apresentada para  
obtenção do título de Mestre em  
Agronomia. Área de Concentração:  
Solos e Nutrição de Plantas**

**Piracicaba  
2008**

Aline Roberta de Carvalho  
Engenheiro Agrônomo

**Atributos do solo associados às variações na vegetação em fragmento de cerrado, Assis, SP**

Orientador:  
Prof. Dr. **MIGUEL COOPER**

**Dissertação apresentada para  
obtenção do título de Mestre em  
Agronomia. Área de Concentração:  
Solos e Nutrição de Plantas**

**Piracicaba  
2008**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Carvalho, Aline Roberta de

Atributos do solo associados às variações na vegetação em fragmento de cerrado, Assis, SP / Aline Roberta de Carvalho. - - Piracicaba, 2008.

83 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.  
Bibliografia.

1. Análise multivariada 2. Plantas nativas 3. Solo de cerrado - propriedades físico - químicas  
- aspectos ambientais 4. Vegetação - variação I. Título

CDD 631.42  
C331a

**“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”**

*Aos meus pais Terezinha e Francisco,  
ao meu pai de criação Mário,  
aos meus familiares e amigos,  
que nunca me deixaram desistir*

**DEDICO E OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

À Deus pela vida e pelos sonhos realizados.

Aos meus pais por todo amor, carinho e atenção que sempre me dedicaram.

Aos meus tios, Ana e Rodrigo, Zilda e Dorta, às primas amadas Jéssica e Duda, aos primos amados, Allysson e Marcos, pela amizade eterna e amor incondicional.

Ao meu eterno mestre Prof. Valmiqui, com quem aprendi que não há vitória sem sangue, suor e lágrimas.

Ao Prof. Dr. Miguel Cooper pelos ensinamentos, paciência, apoio e compreensão.

À coordenação do Curso de Pós Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, pela oportunidade.

Ao CNPq pela bolsa de estudos concedida.

Aos pesquisadores Natália Ivanauskas e Jefferson Polizel pela ajuda e presteza em diferentes fases do meu trabalho.

Aos colegas da pós-graduação Fátima, Cecília, Renata, Raul, Brivaldo, Getúlio, Cristiane, Gean, João, Daily e Vânia pela amizade, pela companhia e incentivo. Aos amigos da graduação Lian (Sã), Renata (Beltrão), Fernanda (Dativa), pelas longas conversas e momentos de descontração. Ao nosso querido amigo Carlos, em memória, pela amizade, companheirismo e a ajuda.

E a todas as pessoas que, de alguma maneira, contribuíram para a realização deste trabalho.

### **Epígrafe**

*“ Somente três pessoas têm a capacidade de me desmotivar,  
me fazer infeliz ou me entristecer: a primeira sou eu mesmo,  
a segunda também sou eu, e a terceira continua sendo eu”.*

*Prof.Dr.Valmiqui Costa Lima*

## SUMÁRIO

RESUMO .....	9
ABSTRACT .....	10
1 INTRODUÇÃO .....	11
2 DESENVOLVIMENTO .....	13
2.1 Revisão Bibliográfica .....	13
2.1.1 O Cerrado .....	13
2.1.1.1 Fatores ambientais do cerrado .....	14
2.1.1.2 Vegetação do cerrado .....	15
2.1.1.1 Solos sob cerrado .....	16
2.1.2 Relação Solo - Vegetação .....	17
2.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	26
2.2.1 Descrição da área de estudo .....	26
2.2.1.1 Caracterização da vegetação .....	29
2.2.2 Elaboração do Banco de Dados .....	30
2.2.2.1 Determinação dos atributos do solo .....	30
2.2.3 Análise estatística das correlações entre solo e vegetação .....	33
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	33
2.3.1 Análise estrutural da comunidade arbórea .....	33
2.3.2 Análise das correlações espécie – ambiente .....	36
2.3.2.1 Análise dos componentes edáficos .....	36
2.3.2.1.1 Análise dos componentes principais profundidade de 0,0 – 0,2 m .....	39
2.3.2.1.2 Análise dos componentes principais profundidade de 0,2 – 0,6 m .....	42
2.3.2.1.3 Análise dos componentes principais profundidade de 0,6 – 0,8 m .....	44
2.3.2.1.4 Análise dos componentes principais profundidade > 0,8 m .....	46
2.3.2.1.5 Análise comparativa entre as profundidades estudadas .....	48
2.3.2.2 Análise indireta de gradientes .....	49
2.3.2.3 Análise mista de gradientes .....	52
2.3.2.3.1 Relação Vegetação – Solo (profundidade 0-20 cm) .....	52
2.3.2.3.2 Relação Vegetação – Solo (profundidade 20 a 60 cm) .....	56

2.3.2.3.3	Relação Vegetação – Solo (profundidade 60 a 80 cm) .....	58
2.3.2.3.4	Relação Vegetação – Solo (profundidade > 80 cm) .....	60
3	CONCLUSÕES .....	63
	REFERÊNCIAS .....	65
	ANEXOS .....	73



## RESUMO

### **Atributos do solo associados às variações da vegetação em fragmento de cerrado, Assis, SP**

O objetivo do presente trabalho é analisar as correlações existentes entre variáveis ambientais e a distribuição das espécies arbóreas. O estudo foi realizado em uma parcela permanente de 320 x 320 m, um fragmento de cerrado, situado na Estação Ecológica de Assis, Assis, SP. Coletaram-se amostras em cinco pontos de uma pedosequência, realizando-se análises químicas, físicas do solo e micromorfológicas. A vegetação foi amostrada em áreas de 314m<sup>2</sup> em torno de cada ponto de coleta do solo. Foram considerados todos os indivíduos vivos e com DAP (diâmetro à altura do peito) igual ou superior a 4,8cm e PAP (perímetro à altura do peito)  $\geq$  15 cm. Para analisar o banco de dados foram utilizadas três técnicas de análise multivariada: análise de componentes principais (PCA), para variáveis ambientais; análise de correspondência retificada (DCA), para variáveis florísticas; e análise de correspondência canônica (CCA), para verificar a possível associação entre estas duas variáveis. A análise dos componentes principais (PCA) demonstrou que a maioria das variáveis apresentaram correlação semelhante nas camadas superficiais (0-20 cm e 20-60 cm). Essa tendência não se repetiu nas demais profundidades (60-80 e >80 cm), evidenciando maior diferenciação do perfil de solo com o aumento da profundidade analisada. A análise de correspondência canônica (CCA) mostrou coerência nos padrões de distribuição das espécies em relação às variáveis ambientais do fragmento, caracterizada pelos atributos químicos e físicos, mas principalmente pelo regime hídrico dos solos, sugerindo que este seja um fator fortemente determinante na distribuição das espécies.

Palavras-chave: Relação solo-vegetação; Análise multivariada; Solos de cerrado; Profundidades de solo; Variações fitofisionômicas

## ABSTRACT

### **Soil attributes associated to vegetation variation at Cerrado fragmente, Assis, SP**

The objective of the present work is to analyze correlation the correlation between environmental variables and tree species distribution. The study was developed in a permanent plot of 320 x 320 m, in a cerrado fragment, located at Assis Ecological Station, Assis County, São Paulo. Soil samples were collected at five sites in a pedosequence, and submitted to chemical, physical and micromorphological analysis. The vegetation was sampled within 314 m<sup>2</sup> area around each site where the soil sample was collected. All alive trees which diameter at breast height was equal or higher than 4,8 cm and perimeter at the breast height was equal or superior to 15 cm, were considered. To analyze the data bank, three multivariate techniques analysis were used: principal component analysis (PCA), to environment variables; certificated correspondent analysis (DCA), to floristic variables; and canonic correspondent analysis (CCA), to verify a possible association between two variables. The principal component analysis demonstrated that the majority of variables presented similar correlation within superficial layers (0-20 and 20-60 cm). This trend was not the same for the other layers (60-80 and > 80 cm), suggesting more changes in soil profile with soil depth. The correspondence canonic analysis showed to be reliable to demonstrate standard distribution of species in relation to environmental variables for fragment, characterized by soil physical and chemical attributes. But, the key character was the soil water regime, suggesting that the water availability had strong influence over species distributions.

Keyword: Soil-vegetation relationship; Multivariate analysis; Savanna soils; Depths soils; Floristic variations

## 1 INTRODUÇÃO

O solo é um elemento fundamental para a garantia do equilíbrio e sustentabilidade do meio ambiente e dos organismos que dele dependem. Possui indispensável função no ciclo da água e dos nutrientes. O conhecimento das suas propriedades físicas, químicas, biológicas e mineralógicas é de primordial importância, pois fornece subsídios para o planejamento do uso sustentável deste recurso natural. Também é muito importante para promover a sua recuperação, pois áreas alteradas e/ou degradadas devem apresentar alguns requisitos mínimos que garantam o desenvolvimento e restabelecimento da vegetação.

Diversos trabalhos científicos têm mostrado a existência de uma estreita relação entre as características edáficas do local e a riqueza, distribuição e variedade de espécies de uma floresta (CARVALHO et al., 2007; OLIVEIRA-FILHO et al., 1997; RODRIGUES et al., 2003; SOUZA et al., 2003).

O sudeste brasileiro apresenta remanescentes florestais de diferentes unidades fitogeográficas, ocorrendo muito próximos entre si e numa pequena amplitude latitudinal, cada qual com composição florística, estrutura e dinâmica próprias, em função dos fatores bióticos e abióticos determinantes (RODRIGUES, 2003).

Atualmente, no Estado de São Paulo, restam poucos remanescentes florestais, geralmente protegidos na forma de unidades de conservação, extremamente alterados pela ação antrópica, e pulverizados em pequenos remanescentes, comumente muito degradados (RODRIGUES, 2003). O cerrado ocupava 14% do território no início do século, contudo, na atualidade, os remanescentes dessa vegetação cobrem menos de 1 % do estado, e apenas cerca da metade encontra-se protegida na forma de unidades de conservação (BITENCOURT; MENDONÇA, 2004).

O conhecimento da vegetação nativa remanescente pode auxiliar na manutenção e aproveitamento da biodiversidade dos ecossistemas que, além do seu valor intrínseco, são essenciais nos ciclos biológicos e hidrológicos, assim como eficientes reguladores térmicos e agentes de amenização paisagística (FERREIRA et al., 2007).

Várias formas fisionômicas da vegetação nativa ocorrem no Planalto Central brasileiro: cerradão, cerrado *sensu stricto*, campo sujo, campo limpo, mata de galeria e matas decíduas. Fatores edáficos como profundidade efetiva, presença de concreções no perfil, proximidade à superfície do lençol freático, drenagem e fertilidade são fatores determinantes dessas fitofisionomias. Além das variações na fisionomia, ocorrem variações na composição florística, fitossociologia e produtividade desses ecossistemas naturais devido às variações na fertilidade e nas características físicas dos solos. (HARIDASAN, 2000)

O presente trabalho está vinculado ao projeto temático “Diversidade, Dinâmica e Conservação em Florestas do Estado de São Paulo: 40ha de Parcelas Permanentes”, Programa BIOTA/FAPESP. Visa formar uma ampla base de dados para que haja uma melhor compreensão dos processos entre o meio físico e biótico dos principais biomas que ocorrem no Estado de São Paulo. Desta forma, poderão ser tomadas medidas adequadas ao uso sustentável das diferentes áreas, assim como a recuperação dos fragmentos degradados destinados a preservação. Torna-se, portanto, indispensável, o conhecimento das condições do meio ambiente original, não alterado antrópicamente, para que se possa ter parâmetros para subsidiar sua recuperação.

A hipótese deste trabalho é que os atributos químicos e físicos do solo condicionam a distribuição das espécies nativas de cerrado na parcela permanente da Estação Ecológica de Assis.

O objetivo do presente estudo foi diagnosticar os atributos do solo que possam estar associados ao desenvolvimento e distribuição da vegetação, assim como os fatores que contribuem na diferenciação das várias fitofisionomias.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 Revisão Bibliográfica**

#### **2.1.1 O Cerrado**

O processo de ocupação do cerrado iniciou-se na década de 60, com a criação de Brasília, aliado às novas tecnologias centradas na viabilização de ocupação de solos muito intemperizados. Essas tecnologias permitiram a correção das características químicas limitantes destes solos, bem como o desenvolvimento de cultivares mais adaptados a tais condições. Estes fatores impulsionaram a ocupação e exploração da região dos cerrados brasileiros, que passaram por profundas transformações, tanto nas técnicas agrícolas como no próprio modo de vida da população. Os processos de mudança foram promovidos, em geral visando vantagens imediatas, e vieram acompanhadas dos problemas comuns que os propósitos agrícolas imediatistas promovem, tais como degradação ambiental, poluição, etc. (RESENDE, 1996; PINTO, 2006).

O bioma cerrado é caracterizado pela sua alta biodiversidade, com enorme quantidade de espécies vegetais de grande valor para o ser humano, o que o faz de extrema importância seu conhecimento e preservação. No caso do Estado de São Paulo, há mais um motivo para preocupação, a sua localização sobre o Aquífero Guarani, que vai desde o cerrado de Minas Gerais até o Paraguai. O fato dos cerrados ocorrerem em solos de recarga de aquífero, é mais um motivo para a preservação deste ambiente, assim como para promover a sua recuperação (BITENCOURT; MENDONÇA, 2004).

As três maiores bacias hidrográficas da América Latina recebem águas do cerrado. A bacia amazônica (Araguaia - Tocantins) tem 78% de suas nascentes no Cerrado, assim como a bacia do Paraná - Paraguai possui 48%, enquanto a bacia do São Francisco tem quase metade de seu volume de água proveniente desse bioma. Conhecido também como "berço das águas", o cerrado possui uma malha de

nascentes, córregos e rios de fundamental importância para os ecossistemas brasileiros (OLIVEIRA-JÚNIOR; SHIMABUKURO, 2005).

A exploração do cerrado é importante para a economia do país e dificilmente conseguiremos reverter a sua exploração agrícola, a qual não deve ser interpretada como maléfica, mas deverá ser feita de maneira responsável e sustentável, para garantir que não ocorra a extinção deste ecossistema, assim como prejuízos irreversíveis ao meio ambiente.

### **2.1.1.1 Fatores ambientais do Cerrado**

O cerrado brasileiro é reconhecido como a savana mais rica do mundo em biodiversidade com presença de diversos ecossistemas, riquíssima flora com mais de 10.000 espécies de plantas, com 4.400 endêmicas dessa área. A fauna apresenta 837 espécies de aves, 67 gêneros de mamíferos, abrangendo 161 espécies e dezenove endêmicas, 150 espécies de anfíbios, das quais 45 endêmicas, 120 espécies de répteis, das quais 45 endêmicas. Apenas no Distrito Federal, há 90 espécies de cupins, mil espécies de borboletas e 500 espécies de abelhas e vespas (IBAMA, 2006).

Cerrado é o nome genérico que se atribui à vegetação natural que dominava o planalto central do Brasil, cobrindo cerca de 1/5 do território nacional. Internacionalmente, essa vegetação é conhecida como savana brasileira. Tem o aspecto das outras savanas do mundo, embora a flora seja totalmente diferente (BITENCOURT; MENDONÇA, 2004).

Segundo bioma do Brasil em extensão, o cerrado estende-se desde o litoral maranhense até o centro-oeste. O bioma cerrado ocupa a totalidade do Distrito Federal, mais da metade dos estados de Goiás (97%), Maranhão (65%), Mato Grosso do Sul (61%), Minas Gerais (57%) e Tocantins (91%), além de porções de outros seis estados (IBGE, 2004).

Houve uma longa controvérsia no passado sobre quais fatores ambientais determinariam a distribuição da vegetação do cerrado e, na verdade, todos os modelos que fundamentavam-se em um ou poucos fatores, mostraram-se insuportáveis. Os fatos parecem indicar uma interação de fatores, entre os quais destacam-se a

precipitação sazonal, a baixa fertilidade dos solos, drenagem moderada a alta, incêndios e as flutuações climáticas do Quaternário (OLIVEIRA-FILHO; RATTER, 2000).

A composição florística, além de se constituir na expressão da interação complexa dos processos definidores dessa condição, como as flutuações climáticas condicionando a origem dessas formações, a seletividade de espécies pela presença permanente ou sazonal de água, as variações edáficas, as interações com a vegetação do entorno, a sua condição de refúgio etc., expressa ainda as correlações ecológicas e mesmo fisionômicas daquele ambiente. No entanto, ainda dependemos de um aprofundamento no conhecimento florístico e ecológico dessas formações, que permitirão um refinamento da sua classificação vegetacional (RODRIGUES, 2004).

#### **2.1.1.2 Vegetação do cerrado**

A vegetação do cerrado está sujeita a condições ambientais muito diversas, mas geralmente está associada a solos pobres, ou seja ácidos e com baixa saturação por bases. Além disso, o clima é sempre caracterizado por uma estação seca bem definida, de duração variável entre regiões, época em que são comuns os incêndios. São esses os principais fatores ambientais que, combinados, determinam qual será a fisionomia da vegetação. De maneira geral, quanto menor a disponibilidade de água e nutrientes, e mais freqüentes os incêndios, mais aberta será a vegetação do cerrado (menor será a biomassa) (BITENCOURT; MENDONÇA, 2004).

Vários autores acreditam que cerrados, uma vez protegidos contra fogo, podem ser transformados em cerradões. Isso não parece provável por dois motivos: A reserva de nutrientes na biomassa e no solo de um cerrado não é suficiente para desenvolvimento de uma biomassa maior de árvores. A composição florística dos cerradões é geralmente diferente dos cerrados. As espécies exclusivas do cerradão podem requerer uma maior disponibilidade de nutrientes para estabelecimento (HARIDASAN, 2000).

Segundo o seu aspecto, quatro tipos de vegetação formam o que se chama cerradão, cerrado, campo sujo e campo limpo: O cerradão é um tipo intermediário entre

cerrado e a floresta, possuindo, no entanto, vegetação menor e menos densa do que esta. Há três estratos de vegetação no cerradão: arbóreo, 8 a 10 m de altura; arbustivo, mais denso, com cerca de 3 m; herbáceo, muito reduzido; O cerrado tem como principal característica o fato de suas árvores e arbustos possuírem troncos e galhos retorcidos, com folhagem pouco desenvolvida, e folhas grandes e grossas. A densidade da vegetação é variável e, em certos trechos, as copas e os ramos se entrelaçam; em outros, as árvores distam de 3 a 7 metros entre si. Quando a distância é maior, o campo cerrado é chamado de campo sujo, e quando o cerrado tem árvores com mais de 8 metros chama-se cerradão; O campo limpo caracteriza-se pela ausência de árvores e arbustos. Os subarbustos são tortuosos, muito baixos e bastante esparsos, ou até mesmo ausentes (IPES, 1973).

Embora a primeira vista o cerrado pareça ser pobre em espécies, hoje já se sabe que esse bioma contém uma diversidade imensa de espécies e formas de vida, boa parte delas são endêmicas, não podendo ser encontradas em nenhuma outra parte do mundo. Por isso, e pela ameaça intensa e crescente sobre seus recursos naturais, o cerrado é hoje considerado um dos 25 “hotspots” globais – áreas prioritárias para a conservação da diversidade biológica do mundo (BITENCOURT; MENDONÇA, 2004).

### **2.1.1.3 Solos sob Cerrado**

As classes de solos de que ocorrem em mais de 95% da área de cerrado são Latossolos (aproximadamente 50%), Podzólicos (15%), Areias Quartzosas (15%), Litólicos e Cambissolos (10%) e Plintossolos (6%) (ADAMOLI et al., 1986 citado por RESENDE et al., 1998). A área ocupada pelos demais solos, inclusive Gleissolos, é de 4%.

Geralmente a presença do cerrado coincide com solos distróficos em 89% da superfície total da região. Às condições de baixa fertilidade, somam-se elevada acidez e altos teores de saturação por alumínio. Possuem um relevo plano e suave-ondulado em 70% da superfície regional e com características de boa drenagem em 79% (LOPES, 1983).

Esses solos são caracterizados por apresentarem deficiência em bases e alta saturação de alumínio nas camadas mais profundas do perfil, aliados a mineralogia que



ocasiona baixa quantidade de cargas elétricas negativas, prejudicando o crescimento das raízes em profundidade, e diminuindo o volume de exploração dos mesmos pelas raízes das plantas em busca de água e nutrientes. Isso é de suma importância por algumas razões relativas às propriedades físicas desses solos, e por razões climáticas (RESK, 2002).

Os solos de cerrado têm sido classicamente descritos como portadores de boas propriedades físicas. Realmente, a análise do perfil de um solo de área virgem dos cerrados revela boas características, como baixa densidade, alta permeabilidade, baixa resistência a penetração e boa aeração (LOPES, 1983).

A qualidade das propriedades físicas dos solos dos cerrados pode deteriorar-se por processos relacionados a estresses mecânicos ou físico-químicos. No entanto, é possível afirmar que a grande estabilidade dos agregados de alguns solos dessa região tem possibilitado a instalação de uma agricultura intensiva sem danos ainda maiores ao ambiente (COSTA, et al., 2003).

A partir do momento em que os solos sob vegetação de cerrado são incorporados à produção agrícola, iniciam-se profundas alterações em suas características físicas e químicas. O caso mais comum refere-se à densidade do solo que, devido ao tráfego de maquinário agrícola, sofre um aumento, o que causa uma diminuição no volume total da macroporosidade. Esse fato, ligado ao aumento da argila dispersa em água, provoca redução sensível na permeabilidade do solo, aumentando os riscos de erosão sob condições de chuvas de alta intensidade, comuns nos cerrados, e um acréscimo na resistência mecânica ao crescimento das raízes (LOPES, 1983).

### **2.1.2 Relação Solo – Vegetação**

Os solos resultam da atuação simultânea e integrada do clima e organismos sobre um determinado material de origem, que ocupam determinada paisagem ou relevo, durante certo período de tempo. Esses elementos (diferentes rochas, climas, organismos, relevos e tempo) são chamados de fatores de formação do solo. Esses fatores são parte do meio ambiente e atuam de forma conjunta (LIMA; LIMA, 2007). Da

combinação dos quatro últimos fatores atuando em diferentes intensidades sobre o mesmo material de origem, podem resultar diferentes tipos de solo (VIEIRA, 1988).

Direta ou indiretamente os componentes biológicos podem agir na formação do solo. A sua ação direta consiste na penetração do sistema radicular das plantas na litosfera, provocando a transformação mecânica das rochas e minerais, e servindo de escoadouro e, algumas vezes, provocando a deposição de materiais em suspensão. As raízes excretam certas substâncias, dentre as quais o  $\text{CO}_2$  é a principal. Ao mesmo tempo elas absorvem substâncias minerais em solução e as translocam para o caule e as folhas. Esta função metabólica, juntamente com a fotossíntese, são as responsáveis pelo crescimento vegetal. Com a morte da planta os processos de humificação e mineralização libertam os ácidos orgânicos e inorgânicos que irão se combinar com as substâncias minerais. Na movimentação destas substâncias no perfil, algum elemento é fixado pelo complexo do solo e outros são lixiviados para o lençol freático (VIEIRA, 1988).

Desta maneira podemos verificar que assim como a vegetação de um local influi na formação dos solos, eles também influenciam na formação e diferenciação da vegetação.

A fertilidade de um solo consiste na combinação de diversos fatores. Embora cada um desses fatores possa ser facilmente mensurável, nenhum deles jamais atuará sozinho. Existe um considerável grau de interação entre os fatores, dentre os quais tanto há aqueles que acionam outros fatores quanto aqueles que os inibem. Ademais, as plantas apresentam uma reação que se prende mais ao conjunto dos fatores do que propriamente a um desses fatores entre si (GOODLAND, 1979).

A variação de solos interfere nos diversos tipos de formações vegetais, sendo que a topografia tem sido indicada como determinante na sua formação e distribuição da vegetação, pois condiciona diferenças no regime hídrico (REICHARDT; TIMM, 2004).

Silva (1998), correlacionando características do solo com a distribuição espacial de árvores, notou que a distribuição da vegetação mostrou estreita relação com a distância das margens e com a declividade do terreno, sendo assim, os gradientes de topografia e umidade foram os principais determinantes na variação da comunidade

arbórea. Já, Cardoso e Schiavini (2002), realizando estudos similares, concluíram que a comunidade vegetal não apresentou dependência com a topografia e sim com a luminosidade.

Variações em função do solo são geralmente detectados, entretanto, faltam informações de correlação específicas entre os diversos solos e os diversos tipos de formações florestais (JACOMINE, 2000).

Em trabalho realizado por Carvalho et al. (2007) em matas ciliares, os Neossolos Litólicos apresentaram maior densidade de indivíduos baixos e finos, os Cambissolos maior densidade dos indivíduos de porte e diâmetro intermediários, enquanto os Neossolos Flúvicos mostraram maior densidade de árvores mais altas e mais grossas, sendo relativamente mais férteis. O trabalho mostrou também preferência de certas espécies pelos Neossolos Flúvicos tais como *Trichilia elegans*, *Zollernia ilicifolia*, *Talisia esculenta*, *Erythroxylum cuneifolium*, *Bauhinia forficata* e *Sweetia fruticosa*. Essas espécies tendem a ser mais abundantes nas áreas adjacentes ao rio com drenagem deficiente. No outro extremo do gradiente, correspondente aos sítios com melhor drenagem, distantes da margem do rio e com predominância dos Neossolos Litólicos, de menor fertilidade, concentraram-se espécies como *Callisthene major*, *Sebastiania brasiliensis*, *Magonia pubescens*, *Callisthene fasciculata*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Terminalia phaeocarpa* e *Pseudobombax tomentosum*. Em condições intermediárias do gradiente, ou indiferentes ao mesmo, relacionam-se espécies como *Aspidosperma cuspa*, *Casearia sylvestris*, *C. rupestris*, *Copaifera langsdorffii*, *Myracrodruon urundeuva* e *Tabebuia roseo-alba*. Apesar das variações significativas na fertilidade química dos solos com o relevo, é possível que seja o regime de água o principal fator ambiental associado à distribuição das espécies arbóreo-arbustivas na área.

Segundo Rodrigues et al. (2007), as espécies *Lithraea molleoides*, *Guazuma ulmifolia*, *Chrysophyllum marginatum*, *Machaerium hirtum*, *Rollinia dolabripetala* e *Albizia polycephala* foram um grupo relacionado às parcelas sobre Argissolo Vermelho de fertilidade média, indicando uma correlação positiva com soma de bases e pH. Algumas dessas espécies têm sido consideradas como indicadoras de solos férteis. No lado oposto dos diagramas, estão as espécies *Clethra scabra*, *Faramea cyanea*, *Sclerolobium rugosum* e *Tapirira obtusa*, relacionadas às parcelas sobre Cambissolo

Háplico, indicando alta correlação com drenagem, areia e Al. A espécie *Clethra scabra* é considerada de distribuição restrita, mas com alta densidade. A maior ou menor correlação com as variáveis, em geral, refletiu-se na distribuição das espécies em função da fertilidade e textura do solo, ao longo de um gradiente topográfico. A topografia está freqüentemente relacionada às variações físicas e químicas do solo que, muitas vezes, são refletidas pela vegetação.

Cada espécie tem um intervalo de tolerância em relação às variáveis ambientais, e quase sempre os limites dessa tolerância não são bruscos em um gradiente ambiental. Existe um ponto ótimo a partir do qual a abundância da espécie vai diminuindo em direção aos extremos desse gradiente, que pode ser um recurso (luz, nutrientes) ou condições de habitat (pH, altitude, topografia). Provavelmente, as espécies que distanciaram dos centros dos diagramas de ordenação tenham menor tolerância em relação a algumas variáveis ambientais utilizadas e, por isso, apresentaram um padrão de distribuição mais evidente (RODRIGUES et al., 2007).

Essa heterogeneidade é resultado da diversidade de fatores que interagem nas comunidades, e a resposta das espécies a esses fatores faz que cada local tenha características próprias e outras que são comuns a locais distintos, possibilitando observar tendências. Essas tendências podem responder a algumas perguntas e gerar várias outras, funcionando com força motriz para novos estudos (RODRIGUES et al., 1997).

Botrel et al. (2002), estudando floresta estacional semidecidual, observou um gradiente entre os solos Neossolo-Cambissolo-Argissolo, que corresponde a um declínio na disponibilidade de água e de nutrientes minerais. O gradiente catenário identificado na local foi claramente correspondido pela distribuição das espécies da comunidade arbóreo-arbustiva. Apesar das variações significativas na fertilidade dos solos com a modificação do relevo, é bem possível que seja o regime de água o principal fator ambiental associado à distribuição das espécies arbóreo-arbustivas na área.

Iguatemy et al. (2008) inicialmente considerou que a riqueza de espécies diminuiria em locais de solos ácidos e com altos níveis de componentes tóxicos, como o alumínio por exemplo. Esta hipótese, após a obtenção dos resultados, foi descartada.

Encontraram uma relação positiva entre riqueza espécies e concentração de alumínio e hidrogênio, o que evidencia a capacidade das espécies do cerrado em habitar tais ambientes.

Muitos estudos consideram as propriedades do solo como determinante das fitofisionomias do cerrado e um gradiente entre campo cerrado e cerrado tem sido correlacionado com um gradiente de fertilidade do solo. Baseados nessa hipótese Ruggiero et al. (2002) investigaram a relação solo-vegetação na reserva Pé-de-Gigante, em São Paulo, onde ocorrem campo cerrado, cerrado sensu stricto, cerradão e floresta semidecídua. Os resultados revelaram clara distinção entre floresta semidecídua e as fitofisionomias de cerrado com base nos parâmetros do solo. O primeiro tipo de vegetação relacionou-se com altas concentrações de cátions e argila, enquanto que o segundo relacionou-se com altas concentrações de alumínio trocável na superfície do solo. As fitofisionomias de cerrado não puderam ser distinguidas considerando-se densidade de plantas e as variáveis do solo.

Segundo Hironaka et al. (1990) inúmeros estudos não conseguiram mostrar relacionamento consistente entre solos e vegetação. É amplamente conhecido que ocorre uma estreita relação entre o desenvolvimento do solo e a vegetação, sendo ambos o produto das mesmas variáveis ambientais. Esta associação mútua ocorre entre o solo e a vegetação como um todo, e não com propriedades individuais do solo ou atributos selecionados da vegetação. Com exceção de condições bem localizadas, não existe uma correlação universal entre propriedades do solo e características da vegetação. Assim, mesmo dentro de limites geográficos restritos, a variação entre os atributos pode levar a resultados pouco confiáveis. Quando agrupados a nível de série, pode existir uma correlação razoavelmente boa entre os solos e o tipo de vegetação. Conceitualmente, cada tipo de habitat está associado com uma única série de solo.

Muitos autores tentaram correlacionar solos e vegetação (DAUBENMIRE, 1970; DAUBENMIRE; DAUBENMIRE, 1968; JENSEN et al., 1990; NEIMAN, 1988; SEXTON, 1986; TISDALE; BRAMBLE-BRODAHL, 1983), sendo que os resultados foram desanimadores, obtendo-se pouco sucesso em demonstrar correlação entre eles.

Trabalhando em áreas onde o material de origem era similar, Tisdale e Bramble-Brodahl (1983), encontraram boa correlação entre a população vegetal com algumas

características do solo. Conclusão semelhante ocorreu com estudo conduzido por Klemmedson (1964), em uma condição bastante localizada.

Em geral, estudos envolvendo solos derivados de diferentes materiais de origem tem resultado em correlações muito pobres (NEIMAN, 1988; SEXTON, 1986).

As investigações levadas a efeito até então, sugerem que não existe uma relação direta entre solo e a vegetação ou, se ocorre, algo fundamental foi ignorado. Os sucessos esporádicos na tentativa de correlacionar solo com vegetação parecem ser localmente significantes, não devendo ser generalizados. Johnson e Simon (1987) tiveram sucesso em correlacionar solo e vegetação de forma bastante ampla, porém, embora embasados em dados de 775 amostras, não conseguiram extrapolar suas correlações fora da área de estudo. O grande número de insucessos publicados, é certamente minimizado por estudos que sequer chegaram a ser publicados.

A equação básica de formação do solo (JENNY, 1941/1958), amplamente aceita, é: solo = f(clima, material de origem, relevo, organismos, tempo). Ela nos diz que, solos que ocupam pontos diferentes na paisagem, têm as mesmas características e propriedades e, portanto, o mesmo histórico de desenvolvimento. Conceitualmente, a produtividade desses solos possivelmente será igual, uma vez que possuem propriedades físicas e químicas semelhantes. Assim, também serão classificados inevitavelmente na mesma série de solos.

Um conceito menos familiar é que cada corpo do solo está associado com uma vegetação clímax específica. Esta questão é suportada pela dedução racional de que os mesmos fatores ambientais responsáveis pela formação do solo são igualmente responsáveis pela vegetação que é produzida. As mesmas variáveis independentes na equação do solo são também incluídas na equação da comunidade de plantas: vegetação = f(*cl, pm, r, o, t*) (JENNY, 1958).

Uma vegetação clímax particular, assim como um determinado solo específico, resultam sob determinado conjunto de variáveis independentes. Assim como o solo, a vegetação é o produto do mesmo grupo de variáveis independentes. A vegetação e o solo são mutuamente influenciados, e cada um é resultado do outro.(JENNY, 1958; MAJOR, 1951).

As duas equações fundamentais mostram que o corpo do solo está associado com uma comunidade clímax de plantas específicas. Esta é uma questão muito importante, significando que todos os pontos da paisagem, com o mesmo solo, estão associados com a mesma comunidade e associação de plantas, e também com o mesmo tipo de habitat. Uma associação de plantas é a unidade básica para classificação da vegetação clímax, enquanto que uma associação é a unidade para classificação da vegetação clímax, e o tipo de habitat é a unidade para classificação do solo, que suporta ou suportou determinada associação de plantas (DAUBENMIRE; DAUBENMIRE, 1968).

Solos distintos podem suportar uma mesma vegetação clímax. O fato de que a mesma comunidade de plantas possa se desenvolver em solos diferentes, significa que a mesma vegetação clímax pode ser suportada em mais de um solo. Este fenômeno é explicado pelo fator de compensação das plantas. As plantas são capazes de ocupar e se desenvolver em ampla gama de condições, permitindo assim, que a mesma comunidade ocorra em diferentes solos. (DAUBENMIRE, 1979; DAUBENMIRE; DAUBENMIRE, 1968; HIRONAKA et al., 1983; NEIMAN, 1988).

A relação entre solos e tipo de habitat, não é fácil de demonstrar devido à incerteza de como quanta variação inclui-se em nossa abstrata unidade de classificação de solos e vegetação. Conceitualmente, as unidades podem ser definidas, porém o problema é se elas estão suficientemente próximas da realidade ecológica. Devido a falta de vegetação natural sem distúrbio, fica-se na dúvida se nossas conclusões sobre vegetação estão corretas (DAUBENMIRE; DAUBENMIRE, 1968).

Segundo Jenny (1941), nenhuma propriedade do solo pode ser universalmente correlacionada com a vegetação, assim como Major (1951) afirma que matematicamente não há nenhuma correlação universal entre vegetação e propriedades do solo, uma vez que nenhuma é determinada pela outra se a ignorarmos. Esta é a razão básica pela qual a procura por correlação entre propriedades do solo e vegetação tem falhado na maioria dos casos. Somente com estudos onde as variáveis independentes tenham sido suficientemente mensuradas serão encontradas correlações significativas .

Gutierrez et al.(1993), determinaram, ao final da estação de colheita, nutrientes do solo, densidade e biomassa de plantas anuais, localizadas sob a copa de *Porlieria chilensis* e externamente à mesma, em área protegida, situada na costa árida do Chile. Os níveis de nitrogênio, do solo, fósforo e material orgânico foram significativamente maiores sob as copas das plantas. O número de plantas que ocorre fora das copas da espécie estudada é quase 4 vezes superior, porém não foram encontradas diferenças significativas na biomassa. Muitas espécies têm maior densidade e biomassa externamente às copas da *Porlieria chilensis*, enquanto que outras apresentaram tendência oposta. Ocorre diminuição do número de espécies sob a copa. A distribuição espacial de espécies efêmeras foi atribuída à diferença na exigência de umidade e nutrientes.

Hitoshi e Masuzawa (2005), investigaram a relação entre a distribuição da vegetação e o solo. Na região estudada ocorrem várias espécies endêmicas, assim como plantas alpinas, estas desenvolvendo-se a baixas altitudes (810m), o que torna um ambiente pedológico de grande interesse. Os resultados mostraram que onde ocorre alta concentração de níquel e magnésio predominam espécies características. Nos pontos com baixos teores de cálcio a colonização é realizada pelas plantas alpinas.

Segundo Rodriguez-Iturbe (2000), a relação entre clima, solo e vegetação não deve ser generalizada, visto que a dinâmica das interações é crucialmente influenciada pela escala na qual o fenômeno é estudado, bem como pelas características fisiológicas da vegetação, do solo e do tipo climático. Este fato óbvio é, todavia, frequentemente deixado explícito nas pesquisas hidrológicas. Porém, não apenas o aspecto temporal, mas também o aspecto das dinâmicas são muito dependentes dos fatores acima citados. Diz, ainda, este autor que a dinâmica clima-solo-vegetação é fundamentalmente diferente entre florestas, savanas e campos.

Dyrness e Youngberg (1966), estudando o relacionamento entre solo e vegetação, identificaram 6 comunidades vegetais. Essas unidades, listadas em ordem de acréscimo de umidade efetiva e elevação, foram as seguintes: (1) *Pinus ponderosa* e *Purshia tridentata*, (2) *Pinus ponderosa*, *Purshia tridentat* e *Festuca idahoensis*, (3) *Pinus ponderosa*, *Purshia tridentata* e *Arctostaphylos parryana*, (4) *Pinus ponderosa*, *Ceanothus velutinus* e *Purshia tridentata*, (5) *Pinus ponderosa* e *Ceanothus velutinus*, e



(6) *Abies concolor* e *Ceanothus velutinus*. A associação *Pinus*, *Purshia* e *Festuca* colonizam áreas da série Shanahan (areia grossa), enquanto que todas as demais unidades ocupam áreas da série Lapine (areia grossa barrenta). Ambas as series foram classificadas como Regossolos. As características edáficas da série Lapine, que influenciaram a distribuição do sistema radicular, tais como espessura do horizonte C (cascalhento) e quantidade de mistura do horizonte C2 com o solo enterrado, mostrou alguma correlação aparente com as comunidades vegetais. A série Lapine, sob *Pinus / Purshia* e *Pinus / Ceanothus / Purshia*, tem horizonte C1 com espessura superior ao C2 e menor quantidade de mistura no C2. O solo associado com *Pinus / Ceanothus* tem o C1 com a menor espessura e um C2 bem misturado. Na última comunidade o sistema radicular, mostrou-se geralmente bem distribuído no C2, enquanto que, naqueles solos com horizonte C1 espesso, e pouca mistura no C2, as raízes restringiram-se ao A1, AC e D. Os dados de umidade do solo indicaram que a profundidade e período de seca são fatores importantes no controle da distribuição das plantas.

Referente ainda ao trabalho de Dyrness e Youngberg (1966), o horizonte A1 sob *Pinus / Ceanothus* e *Abies / Ceanothus* apresentou altos teores de P disponível, cálcio trocável e N total. Não se obteve correlação com os grupos de plantas com relação C/N, dos horizontes A1 e AC, das series Lapine e Shanahan. Os valores de C/N foram considerados muito superiores comparativamente aqueles encontrados nos horizontes superficiais dos solos florestais zonais, provavelmente devido às baixas taxas de decomposição da matéria orgânica.

Satterwhite e Ehlen (1981), estudando a relação existente entre a forma da paisagem e a vegetação no deserto Chihuahuan (Novo México Central e nordeste do Texas), encontraram estreita correlação entre a distribuição das comunidades vegetais com as formas de paisagem, e com fatores edáficos que influenciam a disponibilidade de água para a vegetação: textura, profundidade, e o relevo.

Jafari et al. (2003), investigaram o efeito de variáveis do solo na distribuição dos tipos de vegetação na região do Paquistão, nas profundidades de 0-20 e 20-60 cm. As variáveis estudadas foram textura, condutividade elétrica, pH, Ca, Mg, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, CO<sub>2</sub><sup>-</sup> e HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, tendo sido utilizadas análise multivariada e canônica. Os resultados evidenciaram que há uma relação específica entre as variáveis do solo e tipo de

plantas. O principal fator na separação entre as diferentes comunidades foram salinidade e textura do solo.

Em estudo focado em análise do solo, tipos de vegetação, assim como na estrutura e distribuição das espécies, El-Ghani e Amer (2003) também verificaram o relacionamento entre atributos do solo e a distribuição das espécies de plantas. Foram selecionadas as variáveis do solo: condutividade elétrica, pH, carbonato de cálcio, matéria orgânica, cascalho e textura. Concluíram que ocorre relativa correspondência entre vegetação e fatores do solo, e que o teor de  $\text{CaCO}_3$ , pH e matéria orgânica são os principais gradientes edáficos operantes na área estudada.

## **2.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.2.1 Descrição da área de estudo**

O fragmento de cerrado em estudo está situado na Estação Ecológica de Assis, Município de Assis, São Paulo, nas coordenadas de 22°35'S e 50°22'W (DURIGAN, 1994). A vegetação natural apresenta uma área de 1600 ha, e a altitude varia entre 520 e 590 m. A formação apresenta sinais de extrativismo seletivo das árvores.

O clima é classificado segundo Köppen como Cwa, transição para Cfa, mesotérmico, com temperaturas nos meses mais frios inferiores a 18°C, e nos meses mais quentes superiores a 22°C, e temperatura média anual de 20°C. A precipitação anual fica ao redor de 1480mm e a precipitação nos meses mais secos ultrapassa 40mm (BOLOGNA et al., 2003).

Em toda a região a vegetação original predominante era a floresta estacional semidecidual, substituída pela vegetação de cerrado nas áreas de solos mais ácidos, com menor fertilidade e elevado teor de alumínio, considerada marginal para a atividade agrícola durante muito tempo. Nas últimas décadas a vegetação de cerrado no estado de São Paulo foi severamente destruída com a evolução tecnológica da agricultura (DURIGAN et al., 1999).

A vegetação natural da estação compreende o cerrado *lato sensu*, sendo a forma cerradão a fisionomia predominante, apresentando árvores de até 15 m de altura,

formando um dossel contínuo e ausência de gramíneas. Foram identificadas cerca de 200 espécies arbóreas na estação, além de muitas outras espécies de arbustos, lianas e ervas. Esta fisionomia do cerrado caracteriza-se pelo dossel arbóreo fechado, cuja projeção das copas cobre mais de 60% do solo (EITEN, 1990).

O município de Assis está situado no Planalto Ocidental do Estado de São Paulo. Nesta região, o material de origem é formado tanto por arenito do grupo Bauru (Cretáceo Superior) como por depósitos superficiais de textura média (do Cretáceo ao Pleistoceno) e depósitos coluviais recentes (do Pleistoceno ao Holoceno) (LEPSCH et al., 1977).

Ao norte do município de Assis (onde está instalada a Estação Ecológica de Assis), prevalecem os bancos de arenitos de granulação fina a muito fina, róseo a castanho, alternados com lamitos, siltitos e arenitos lamíticos da formação Adamantina (grupo Bauru) e sedimentos aluvionares recentes de areias inconsolidadas de granulação variável e argilas fluviais. Os solos formados são geralmente de textura média a arenosa (BOLOGNA et al., 2003).

Na toposseqüência, os solos foram classificados como Latossolo Vermelho distrófico típico (LVd), Latossolo Vermelho distrófico psamítico (LVd), Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico (LVAd), Latossolo Amarelo distrófico típico (LAd) e Gleissolo Háptico Tb distrófico típico (GXbd) (EMBRAPA, 1999), conforme o mapa pedológico ultradetalhado da parcela (JUHÁSZ, 2005).

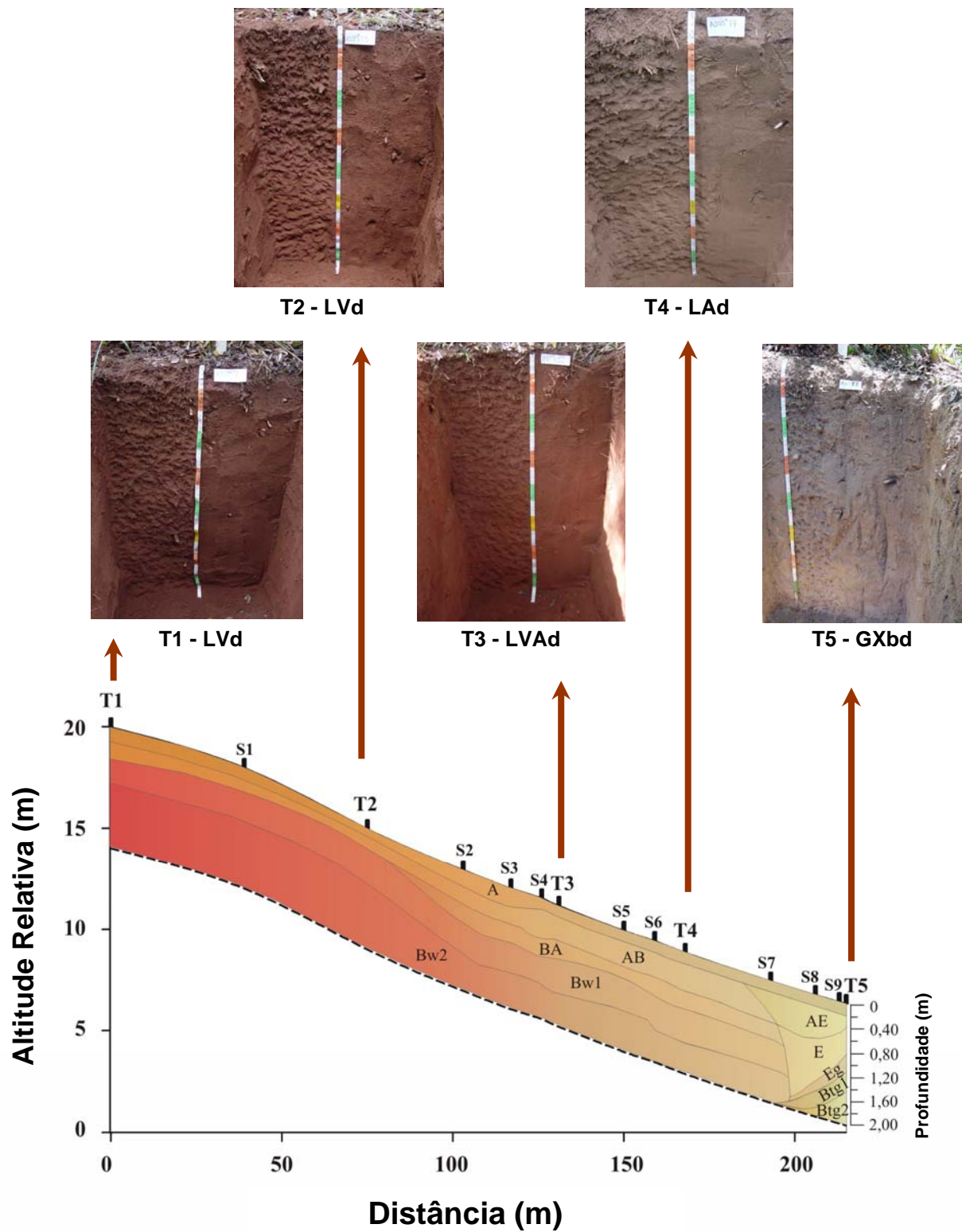


Figura 1 – Distribuição dos horizontes na toposseqüência indicando os perfis de solo descritos (fotografias). T = perfil (trincheira); S = tradagem intermediária. Adaptado de Juhász (2005)

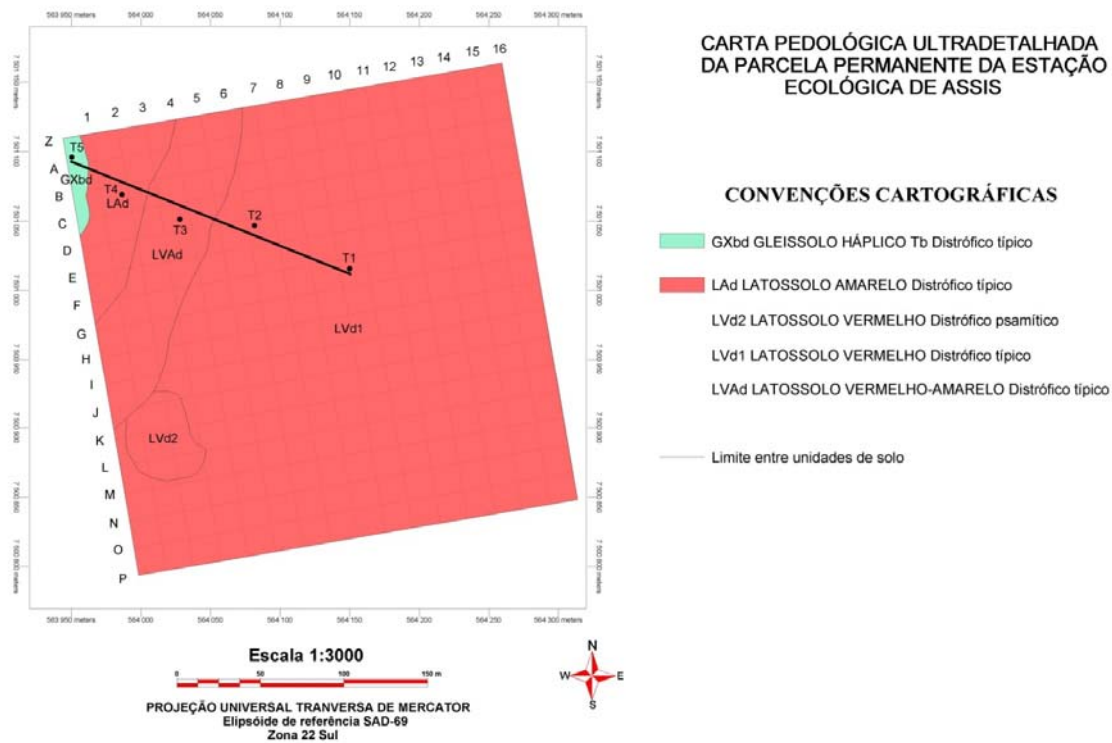


Figura 2 - Mapa de solos da parcela permanente da Estação Ecológica de Assis, com a localização da pedosequência estudada. As letras (à esquerda) e números (acima) representam os limites das subparcelas. Adaptado de Juhász (2005)

### 2.2.1.1 Caracterização da vegetação

A amostragem da comunidade arbórea foi realizada pela Equipe do “Programa Biota”. Foram consideradas as espécies presentes em um raio de 10 metros em torno de cada trincheira a partir de suas coordenadas UTM, totalizando uma área de 1.570,80 m<sup>2</sup>. Foi empregado o sistema de informações geográficas com o uso do software Arcview 3.2. Considerados todos os indivíduos vivos e com DAP (diâmetro à altura do peito) igual ou superior a 4,8cm (PAP-perímetro à altura do peito  $\geq 15$  cm). Os indivíduos com perfilhamento foram incluídos no levantamento quando o perímetro total dos caules correspondia a um PAP  $\geq 15$  cm. Os procedimentos para medir o PAP seguiram aqueles normalmente adotados em levantamentos florestais e fitossociológicos.

Todas as árvores amostradas foram plaqueadas e identificadas botanicamente. Para cada morfoespécie coletada foi feito um registro fotográfico do tronco, folhas e estruturas reprodutivas. A identificação dos espécimes foi realizada por comparação com as demais plantas disponíveis no acervo do projeto através da bibliografia

disponível por comparação em outros herbários, e por meio do envio para especialistas do Instituto Forestal. Esses materiais estão sendo depositados como excicatas no Herbário ESALQ/USP para que possam receber um número de registro, autenticando assim a correta identificação.

## **2.2.2 Elaboração do Banco de dados**

O programa Biota teve grande extensão e foram concluídas diversas teses, dissertações, trabalhos de iniciação científica e projetos de pesquisa, porém, até o momento, estes dados encontravam-se dispersos, havendo uma necessidade de organização e aglutinação para que todos os interessados pudessem ter acesso às informações, aumentando o referencial teórico e o embasamento científico.

Com esse intuito, a primeira parte do trabalho consistiu na elaboração de um banco de dados com os atributos dos solos de todas as áreas trabalhadas no Projeto Biota - parcelas permanentes, de acordo com o trabalho realizado por Cooper et al. (2005). No total foram analisados 20 perfis de solos e feitas tradagens em 1024 pontos, no vértice de cada sub-parcela. Nos perfis de solo foram feitas análises morfológicas, químicas de rotina, físicas (granulometria, densidade do solo e das partículas, condutividade hidráulica, curvas de retenção de umidade, índice de qualidade do solo - valor "S") e análises micromorfológicas. Nas amostras obtidas por tradagens foram realizadas apenas análises químicas e granulométricas de rotina. Além dos dados pedológicos também constam, no referido banco, aqueles referentes à umidade relativa de cada área, de 20 em 20 minutos, e os dados de umidade relativa diários.

### **2.2.2.1 Determinação dos atributos do solo**

Os estudos ocorreram em uma parcela de 320x320 m (10,24 ha), divididas por levantamento planialtimétrico em 256 subparcelas de 20 x 20 m. Nesta parcela foi demarcada uma pedosequência representativa dos tipos de solos observados, a partir da análise estrutural proposta por Boulet et al. (1982). Foram selecionados cinco pontos para abertura de trincheiras nas quais foram realizadas descrição morfológica segundo

Lemos e Santos (2002) (anexo A). Também foram feitas tradagens intermediárias de até 2 metros de profundidade para delimitar as transições dos horizontes de solo na pedosequências. A classificação dos solos foi feita até o quarto nível categórico de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999). Foram coletadas amostras deformadas e indeformadas para análises de laboratório.

As análises químicas foram realizadas a partir das amostras deformadas coletadas nos horizontes dos perfis nos Laboratórios de Fertilidade e Análise Química de Solos do LSO da ESALQ. As variáveis obtidas foram: pH CaCl<sub>2</sub>, pH KCl, pH H<sub>2</sub>O, SB, CTCe(t), CTC(T), V%, m%, H+Al, Al<sub>3</sub>, Ca, Mg, K, P, S, Cu, Zn, Mn, Fe e C para obtenção da porcentagem de matéria orgânica.

As amostras deformadas ainda foram utilizadas para as análises granulométricas e densidade de partículas.

Para a análise granulométrica utilizou-se o método do densímetro, como recomendado por Camargo et al. (1986), e de acordo com o padrão de rotina definido no Laboratório de Física do Solo do Departamento de Ciência do Solo - LSO, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

A densidade de partículas foi determinada pelo método do Balão Volumétrico (KIEHL, 1979).

A densidade do solo foi obtida a partir de amostras indeformadas coletadas em anéis volumétricos (EMBRAPA, 1997).

A porosidade total em m<sup>3</sup>.m<sup>-3</sup> foi estimada pela equação (1):

$$PT = 1 - \frac{D_s}{D_p} \quad \dots\dots(1)$$

Sendo D<sub>s</sub> = densidade do solo e D<sub>p</sub> = densidade de partículas (Mg m<sup>-3</sup>).

As amostras indeformadas de solo foram utilizadas também para o cálculo das curvas de retenção de água pelo método proposto por Klute (1986), ajustadas pelo programa SWRC (DOURADO NETO et al., 2000), ao modelo de Van Genuchten (1980). A partir desse modelo foi possível determinar o parâmetro S (DEXTER, 2004), que reflete a qualidade física da estrutura do solo a partir da curva de retenção de água no solo.

A condutividade hidráulica saturada de campo (Kfs) foi determinada com o permeâmetro de Guelph, modelo IAC (VIEIRA, 1995/1998). O cálculo utilizado foi a partir da equação de carga hidráulica única, proposta por Elrick et al. (1989). Em cada horizonte a carga hidráulica utilizada foi de 3 cm.

Foram coletadas amostras indeformadas e orientadas para análise micromorfológica do solo segundo Cooper (1999).

A quantificação da porosidade total nas lâminas delgadas foi obtida por meio de análise de imagens, com o uso do programa Visilog, também utilizado por Cooper (1999). Foram determinadas a distribuição e a morfologia dos poros do solo na lâmina delgada, de acordo com Ringrose-Voase (1991). Utilizou-se de fonte luminosa ultravioleta na obtenção de microfotografias digitais de cada seção da lâmina para facilitar a distinção entre poros e material grosseiro. Foram obtidas as variáveis poros alongados, arredondados e complexos, em função do seu tamanho e formato.

As classes de solo e as profundidades estudadas constam nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Siglas utilizadas nas análises estatísticas para representar cada perfil de solo analisado

<b>Perfil</b>	<b>Classe de Solo</b>
P1	Latossolo Vermelho distrófico - LVd1
P2	Latossolo Vermelho distrófico - LVd2
P3	Latossolo Vermelho- Amarelo distrófico – LVAd
P4	Latossolo Amarelo distrófico – Lad
P5	Gleissolo Háptico Tb distrófico – GXbd

Tabela 2 – Siglas utilizadas nas análises estatísticas para representar as quatro profundidades analisadas em cada solo

<b>n.º</b>	<b>Profundidade</b>
1	0-20 cm
2	20-60 cm
3	60-80 cm
4	> de 80 cm



### **2.2.3 Análise estatística das correlações entre solo e vegetação**

Realizou-se análise das correlações entre a distribuição das espécies e variáveis edáficas. Primeiramente foi feita uma análise ambiental para verificar quais atributos do solo de maior importância, utilizando-se para isso o método de análise dos componentes principais (PCA).

Os parâmetros de solo utilizados foram: SB, CTC (T), V%, m%, Ca, Mg, K, P, MO, pH H<sub>2</sub>O, Al, H+Al, argila %, areia%, Ds, índice "S", Kfs, % de poros alongados, arredondados e complexos.

Na sequência realizou-se análise dos dados de vegetação (DCA), por meio de uma matriz de dominância das espécies, indicada pelo número de indivíduos por parcela.

A correlação dos dados ambientais e abundância e dominância das espécies foi realizada pela análise de correspondência canônica (CCA).

As análises estatísticas foram realizadas pelo Programa R, pacote geoR (RIBEIRO-JÚNIOR; DIGLLE, 2001).

## **2.3 Resultados e Discussão**

### **2.3.1 Análise estrutural da comunidade arbórea**

O levantamento florístico identificou 36 espécies distribuídas em 21 famílias (Tabela 1).

As famílias com maior riqueza de espécies, com seu respectivo número de espécies entre parênteses, foram: Myrtaceae (5), Fabaceae (4), Asteraceae (2), Symplocaceae (3), Vochysiaceae (3), Euphorbiaceae (2), Lauraceae (2), Myrsinaceae (2), Rubiaceae (1), Anacardiaceae (1), Annonaceae (1), Arecaceae (1), Bignoniaceae (1), Burseraceae (1), Caesalpinaceae (1), Flacourtiaceae (1), Melastomataceae (1), Nyctaginaceae (1), Rosaceae (1) e Sapindaceae (1), Tiliaceae (1).

Nas parcelas foram amostrados 346 indivíduos. As famílias que contribuíram com o total de indivíduos foram: Vochysiaceae (22,83%), Caesalpinaceae (21,1%), Myrtaceae (12,72%), Lauraceae (11,85%), Fabaceae (9,83%), Myrsinaceae (5,78%), Anacardiaceae (3,47%), Euphorbiaceae (2,31%), Symplocaceae (2,31%), Asteraceae

(1,73%), Annonaceae (1,45%), Arecaceae (1,45%), Rosaceae (0,58%), Sapindaceae (0,58%), Bignoniaceae (0,29%), Burseraceae (0,29%), Flacourtiaceae (0,29%), Melastomataceae (0,29%), Nyctaginaceae (0,29%), Rubiaceae (0,29%), Tiliaceae (0,29%).

Tabela 3 – Listagem florística de espécies arbóreas encontradas nas parcelas de vegetação estudadas na Estação Ecológica de Assis, Assis, São Paulo

<b>Famílias / Espécies</b>	<b>Famílias / Espécies</b>
<b>Anacardiaceae</b>	<b>Melastomataceae</b>
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	<i>Miconia ligustroides</i> Naudin
<b>Annonaceae</b>	<b>Myrsinaceae</b>
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	<i>Rapanea lancifolia</i> (A.DC.) Mez
<b>Arecaceae</b>	<i>Rapanea umbellata</i> (Mart.) Mez
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	<b>Myrtaceae</b>
<b>Asteraceae</b>	<i>Eugenia pluriflora</i> DC.
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.
<i>Piptocarpha axillaris</i> (Less.) Baker	<i>Myrcia lingua</i> O. Berg
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.
<i>Tabebuia</i> sp.	<i>Myrcia venulosa</i> DC.
<b>Burseraceae</b>	<b>Nyctaginaceae</b>
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) March.	<i>Guapira graciliflora</i> (Mart.) Lundell
<b>Caesalpinaceae</b>	<b>Rosaceae</b>
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urban
<b>Euphorbiaceae</b>	<b>Rubiaceae</b>
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	<i>Amaioua intermedia</i> Mart. ex K. Schum.
<i>Pera glabrata</i> (Sch.) Baill.	<b>Sapindaceae</b>
<b>Fabaceae</b>	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.
<i>Acosmium subelegans</i> (Mohlenbr.) Yakovlev	<b>Symplocaceae</b>
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	<i>Symplocos mosenii</i> Brand.
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	<i>Symplocos pubescens</i> Klotzsch ex Benth.
<i>Stryphnodendron obovatum</i> Benth.	<i>Symplocos tenuifolia</i> Brand
<b>Flacourtiaceae</b>	<b>Tiliaceae</b>
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	<i>Luehea grandiflora</i> Mart. & Zucc.
<b>Lauraceae</b>	<b>Vochysiaceae</b>
<i>Persea pyrifolia</i> Ness et Mart. ex Ness	<i>Plenckia populnea</i> Reissek
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meiss.) Mez	<i>Qualea cordata</i> Spreng.
	<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.

Tabela 4 - Relação das espécies arbóreas em 5 parcelas de 134,14 m<sup>2</sup> na área de Cerradão, no Município de Assis, SP, com os respectivos parâmetros quantitativos: NI= número de indivíduos; NP= número de parcelas com a espécie; AB=área basal (m<sup>2</sup>); DA=densidade absoluta (m<sup>2</sup> há<sup>-1</sup>); DR=dominância relativa (%); FA=freqüência absoluta(%); FR=freqüência relativa; DoA=dominância absoluta (m<sup>2</sup> há<sup>-1</sup>); DoR=dominância relativa (%); VC= Valor de Cobertura; VC%=Porcentagem do Valor de Cobertura; VI=valor de importância; VI%=Porcentagem do valor de importância

Espécies	NI	NP	AB	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VC (%)	VI	VI (%)
<i>Amaioua intermedia</i>	1	1	0,0023	6,366	0,29	20	1,2	0,015	0,06	0,349	0,17	1,55	0,52
<i>Copaifera langsdorffii</i>	73	5	0,9358	464,75	21,1	100	6,02	5,957	24,58	45,68	22,84	51,7	17,2
<i>Guapira graciliflora</i>	1	1	0,0121	6,366	0,29	20	1,2	0,077	0,32	0,607	0,3	1,81	0,6
<i>Machaerium acutifolium</i>	28	4	0,2755	178,26	8,09	80	4,82	1,754	7,24	15,33	7,66	20,1	6,72
<i>Maprounea guianensis</i>	2	2	0,0164	12,733	0,58	40	2,41	0,105	0,43	1,01	0,5	3,42	1,14
<i>Miconia ligustroides</i>	1	1	0,005	6,366	0,29	20	1,2	0,032	0,13	0,42	0,21	1,63	0,54
<i>Myrcia guianensis</i>	13	3	0,0497	82,763	3,76	60	3,61	0,316	1,31	5,062	2,53	8,68	2,89
<i>Myrcia língua</i>	2	1	0,0073	12,733	0,58	20	1,2	0,046	0,19	0,769	0,38	1,97	0,66
<i>Myrcia multiflora</i>	24	4	0,1513	152,79	6,94	80	4,82	0,963	3,97	10,91	5,45	15,7	5,24
<i>Ocotea corymbosa</i>	39	5	0,6302	248,29	11,3	100	6,02	4,012	16,55	27,82	13,91	33,8	11,3
<i>Pera glabrata</i>	6	5	0,0613	38,198	1,73	100	6,02	0,39	1,61	3,344	1,67	9,37	3,12
<i>Persea pyrifolia</i>	2	2	0,1425	12,733	0,58	40	2,41	0,907	3,74	4,32	2,16	6,73	2,24
<i>Rapanea lancifolia</i>	2	2	0,0065	12,733	0,58	40	2,41	0,041	0,17	0,749	0,37	3,16	1,05
<i>Rapanea umbellata</i>	18	5	0,0706	114,6	5,2	100	6,02	0,449	1,85	7,056	3,53	13,1	4,36
<i>Stryphnodendron obovatum</i>	1	1	0,0026	6,366	0,29	20	1,2	0,016	0,07	0,357	0,18	1,56	0,52
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	5	3	0,0647	31,832	1,45	60	3,61	0,412	1,7	3,144	1,57	6,76	2,25
<i>Symplocos mosenii</i>	6	3	0,1004	38,198	1,73	60	3,61	0,639	2,64	4,372	2,19	7,99	2,66
<i>Symplocos pubescens</i>	1	1	0,0032	6,366	0,29	20	1,2	0,02	0,08	0,373	0,19	1,58	0,53
<i>Tapirira guianensis</i>	12	4	0,2044	76,397	3,47	80	4,82	1,301	5,37	8,838	4,42	13,7	4,55
<i>Vochysia tucanorum</i>	67	5	0,5748	426,55	19,4	100	6,02	3,659	15,1	34,46	17,23	40,5	13,5
<i>Xylopia aromatica</i>	5	2	0,0174	31,832	1,45	40	2,41	0,111	0,46	1,903	0,95	4,31	1,44
<i>Acosmium subelegans</i>	4	2	0,0462	25,466	1,16	40	2,41	0,294	1,21	2,369	1,18	4,78	1,59
<i>Gochnatia polymorpha</i>	4	2	0,225	25,466	1,16	40	2,41	1,432	5,91	7,065	3,53	9,48	3,16
<i>Piptocarpha axillaris</i>	2	2	0,0321	12,733	0,58	40	2,41	0,204	0,84	1,421	0,71	3,83	1,28
<i>Plenckia populnea</i>	1	1	0,0115	6,366	0,29	20	1,2	0,073	0,3	0,591	0,3	1,8	0,6
<i>Qualea cordata</i>	11	3	0,0711	70,03	3,18	60	3,61	0,452	1,87	5,046	2,52	8,66	2,89
<i>Luehea grandiflora</i>	1	1	0,0027	6,366	0,29	20	1,2	0,017	0,07	0,361	0,18	1,57	0,52
<i>Symplocos tenuifolia</i>	1	1	0,0115	6,366	0,29	20	1,2	0,073	0,3	0,591	0,3	1,8	0,6
<i>Tabebuia sp.</i>	1	1	0,0029	6,366	0,29	20	1,2	0,018	0,08	0,365	0,18	1,57	0,52
<i>Eugenia pluriflora</i>	1	1	0,0029	6,366	0,29	20	1,2	0,018	0,08	0,365	0,18	1,57	0,52
<i>Matayba elaeagnoides</i>	2	2	0,0055	12,733	0,58	40	2,41	0,035	0,14	0,722	0,36	3,13	1,04
<i>Myrcia venulosa</i>	4	2	0,0148	25,466	1,16	40	2,41	0,094	0,39	1,545	0,77	3,96	1,32
<i>Platyodium elegans</i>	1	1	0,0097	6,366	0,29	20	1,2	0,062	0,26	0,545	0,27	1,75	0,58
<i>Prunus myrtifolia</i>	2	2	0,0161	12,733	0,58	40	2,41	0,102	0,42	1	0,5	3,41	1,14
<i>Casearia sylvestris</i>	1	1	0,0032	6,366	0,29	20	1,2	0,02	0,08	0,373	0,19	1,58	0,53
<i>Protium heptaphyllum</i>	1	1	0,0183	6,366	0,29	20	1,2	0,117	0,48	0,771	0,39	1,98	0,66
	346	5	3,8072	2202,8	100	1660	100	24,24	100	200	100	300	100

Os valores de importância (VI) variam entre 51,7 e 1,55. As espécies que apresentaram maior VI foram: *Copaifera langsdorffii* (51,7), *Vochysia tucanorum* (40,7), *Ocotea corymbosa* (33,8), *Machaerium acutifolium* (20,1), *Myrcia multiflora* (15,7), indicando sua maior frequência na área.

Algumas espécies tiveram sua frequência representada por único indivíduo, ocupando uma pequena área, tais como *Eugenia pluriflora*, *Amaioua intermedia*, *Guapira graciliflora*, *Miconia ligustroides*, *Stryphnodendron obovatum*, *Symplocos pubescens*, *Plenckia populnea*, *Luehea grandiflora*, *Symplocos tenuifolia*, *Tabebuia sp.*, *Platypodium elegans*, *Casearia sylvestris*, *Protium heptaphyllum*. No entanto, no conjunto perfazem um contingente razoável.

### **2.3.2 Análise das correlações espécie-ambiente**

#### **2.3.2.1 Análise dos componentes edáficos**

Os resultados da análise de componentes principais (PCA) para os diferentes tipos de solo, e de suas variáveis, encontram-se na Figura 1, representada pelas duas componentes principais (CP-1 e CP-2). A CP-1, representada pelo eixo X, possui um autovalor que explica 48,12% da variância, enquanto que a CP-2, representada pelo eixo Y, o autovalor explica 16,05%, totalizando 64,19%. O restante da variância pode ser atribuída a diversos fatores não mensurados neste trabalho.

Foram projetadas nos diagramas vinte e cinco variáveis ambientais (Figura 1b), sendo o valor da variável proporcional ao tamanho do vetor que a representa.

A associação visual dos gráficos da figura 1a e 1b, permite perceber a similaridade das diversas combinações perfil/horizonte.

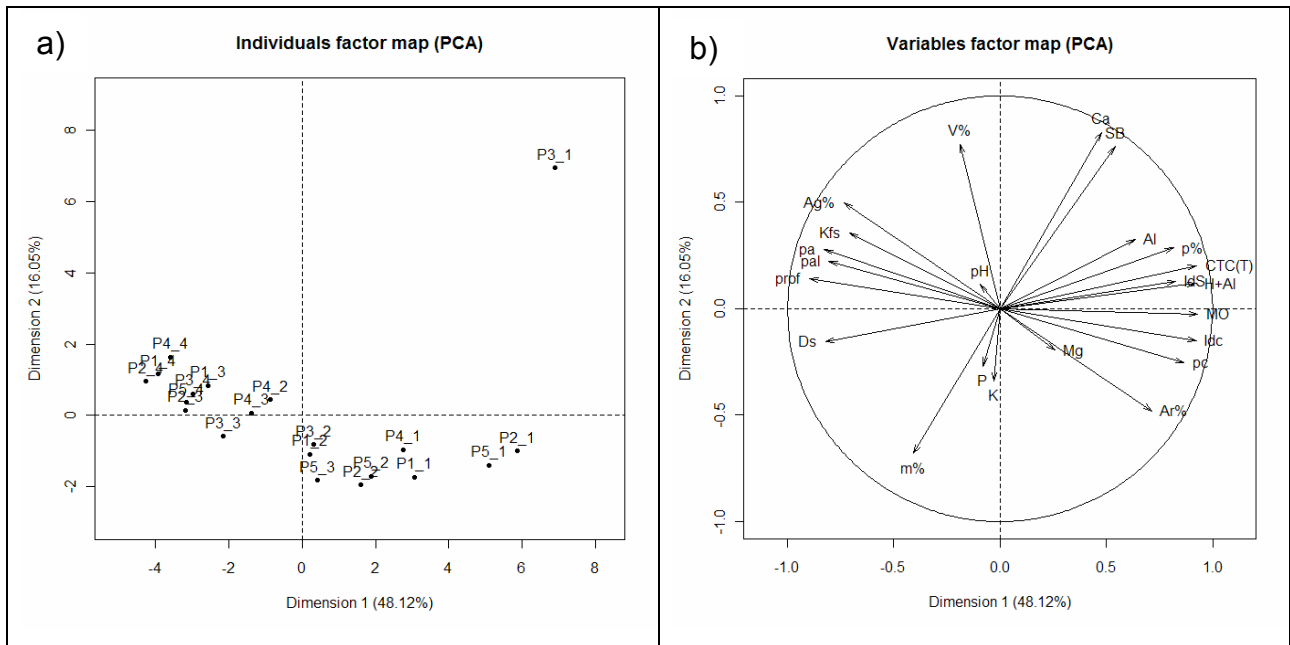


Figura 3 - Análise dos componentes principais (PCA), com base nas variáveis ambientais obtidas nos 5 perfis de solo alocadas na área de Cerradão, em Assis, SP. O gráfico acima foi construído a partir dos dois primeiros componentes principais. As linhas partindo do centro representam as variáveis ambientais. Os pontos representam as parcelas e seu grupo de solo. P1= Latossolo Vermelho distrófico típico; P2= Latossolo Vermelho distrófico psamítico; P3= Latossolo Vermelho- Amarelo distrófico; P4= Latossolo Amarelo distrófico; P5= Gleissolo Háplico Tb distrófico

O componente principal 1, representada pelo eixo X, encontra-se positivamente correlacionado com a areia%, Mg, poros complexos, índice de conectividade, MO, índice “S”, H+Al, CTC(T), porosidade e Al. As variáveis negativamente relacionadas ao eixo X são: Ds, profundidade, poros alongados e arredondados, Kfs e argila%, mostrando uma tendência de fatores físicos do solo interagindo nesta componente.

Para a componente principal 2, representada pelo eixo Y, as variáveis positivamente correlacionadas são: pH, V%, Ca e SB. Já as variáveis m%, P, K encontram-se negativamente correlacionadas.

Os pontos que representam as classes de solo apresentam posicionamento em forma de parábola côncava (Figura 3a), o que pode ser atribuído a variação nas profundidades. Os pontos relativos as amostras superficiais estão posicionados na porção à direita desta figura, enquanto que aqueles referentes as amostragens mais profundas localizam-se na parte esquerda. O vetor que representa a variável

profundidade aumenta praticamente sobre o eixo X, da direita para a esquerda (Figura 3b).

De maneira geral, o gráfico da figura 3 nos mostra que não houve uma separação clara dos diferentes solos. As componentes 1 e 2 discriminaram principalmente as diferentes profundidades amostradas. Verifica-se que os horizontes superficiais tendem a formar um grupo mais nítido, como se pode notar na parte inferior direita do gráfico, indicando que, para esta profundidade, as características são bastante semelhantes.

Em trabalho realizado por Spera et al. (2005), encontrou-se relação do acontecimento do cerrado com a presença de Latossolos e Gleissolos Háplicos. Segundo esses autores, a diversidade de fitofisionomias encontradas nos Latossolos pode ser parcialmente atribuída às diferenças nas características físicas. Entretanto, essa diversidade pode estar vinculada a outros fatores pedológicos como: profundidade do solo, fertilidade natural, drenagem natural, posição na paisagem (topo, meia encosta, baixada), esta última estando relacionada com a altura do lençol freático.

Percebe-se também na figura 3, que as variáveis agruparam-se por horizontes. Constata-se, ainda, que os solos são muito semelhantes em superfície, e tendem a diferenciar-se com o aumento em profundidade.

Carvalho et al. (2005), analisando apenas o horizonte superficial, na profundidade 0-20 cm, obtiveram agrupamentos distintos entre os solos investigados a saber: grupos dos Cambissolos Háplicos, Neossolos Flúvicos e Neossolos Litólicos. Esses resultados diferem dos encontrados no presente trabalho, provavelmente devido à escolha das variáveis analisadas, pois se seleccionássemos apenas as variáveis com grande distinção para a comparação entre os solos, haveria uma formação óbvia de grupos, e esse grupamento não necessariamente indicaria a diferenciação real destes. Sendo o mesmo material de origem, sob a mesma vegetação nativa, é natural que as diferenças entre os horizontes, mesmo pertencendo a classes distintas de solos, fossem menores.

Para que houvesse a formação de grupos de solos em uma condição onde o clima, o material de origem e a vegetação são iguais, as variáveis analisadas deveriam

ser totalmente distintas, porém, neste caso, ocorre um agrupamento forçado, pois estas variáveis não podem responder por toda a variância encontrada naturalmente.

Para a complementação desta análise optou-se pela apresentação dos resultados em diagramas separados por profundidades dos solos, pois desta forma facilita-se a identificação dos atributos mais significativos para diferentes profundidades e diferentes solos.

### 2.3.2.1.1 Análise dos Componentes Principais (PCA) para a profundidade de 0,0 – 0,2 m

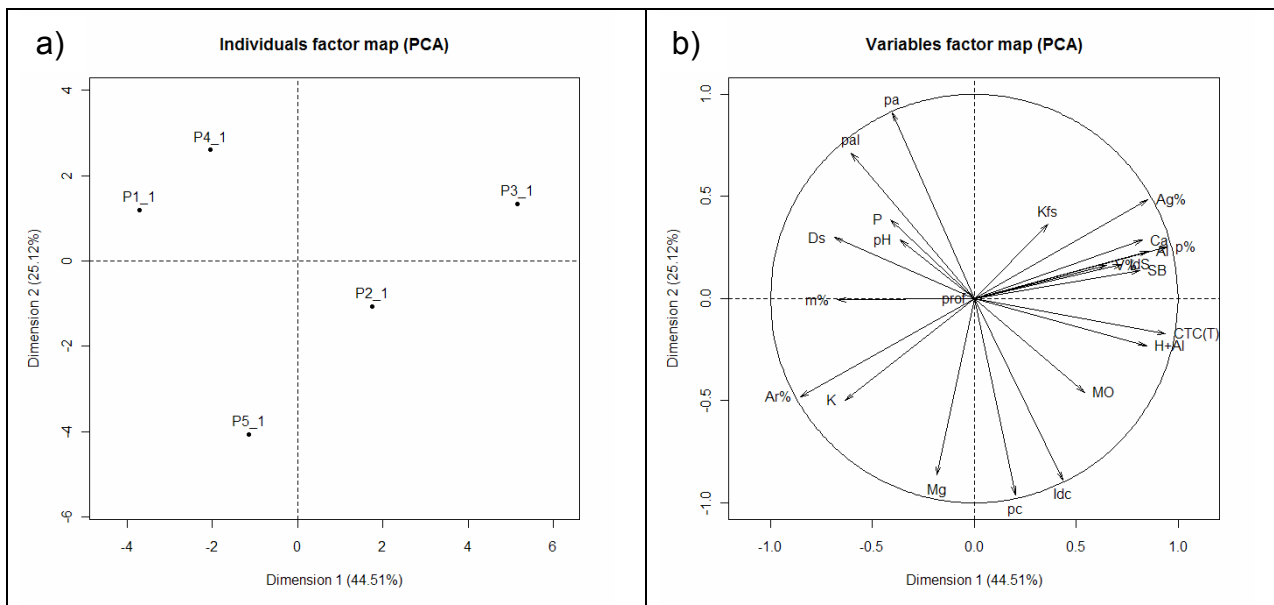


Figura 4 - Análise dos componentes principais (PCA) das variáveis ambientais obtidas na profundidade de 0-20 cm, nos 5 perfis de solo na área de Cerradão, em Assis, SP. As linhas partindo do centro representam as variáveis ambientais. Os pontos representam as parcelas e seu grupo de solo. P1= Latossolo Vermelho distrófico típico; P2= Latossolo Vermelho distrófico psamítico; P3= Latossolo Vermelho- Amarelo distrófico; P4= Latossolo Amarelo distrófico; P5= Gleissolo Háplico Tb distrófico

As variáveis positivamente correlacionadas a CP1 (eixo X) são: MO, H+Al, CTC(T), SB, Índice "S", porosidade, Ca, argila% e Kfs. As variáveis negativamente relacionadas ao eixo X são: porcentagem de areia, profundidade, m%, Ds, pH e P. Já as variáveis positivamente correlacionadas à CP2 (eixo Y) são: poros alongados e poros arredondados. As variáveis negativamente correlacionadas com este eixo são índice de conectividade, poros complexos, Mg e K.

A Figura 4 demonstra que a CP1 diferencia o Latossolo Vermelho psamítico e o Latossolo Vermelho-Amarelo, dos Latossolos Vermelho distrófico típico, Latossolo Amarelo e do Gleissolo Háptico. Para Latossolo Vermelho distrófico psamítico e o Latossolo Vermelho-Amarelo as similaridades são justificadas pelas variáveis do lado direito do gráfico (predominância de variáveis químicas). Enquanto que para Latossolo Vermelho distrófico típico, Latossolo Amarelo e do Gleissolo Háptico são justificadas pelas variáveis do lado esquerdo do gráfico (predominância de variáveis físicas).

Ainda referente à Figura 4, a componente principal 2 demonstrou que o Gleissolo Háptico e o Latossolo Vermelho distrófico psamítico foram semelhantes em função das variáveis que se localizam na posição inferior do gráfico, isto é, teor de Mg, porcentagem de poros complexos e índice de conectividade, enquanto que o Latossolo Vermelho distrófico típico, o Latossolo Vermelho-Amarelo e o Latossolo Amarelo foram influenciados pelas variáveis posicionadas na parte superior do gráfico, ou seja, pela quantidade de poros alongados e arredondados.

O Latossolo Vermelho distrófico típico demonstra uma estreita relação com a densidade do solo, apresentando baixos valores. Tal resultado também foi obtido por Spera et al. (2005), que encontraram o maior valor de porosidade total no mesmo solo em questão. É sabido que os valores de porosidade do solo são inversamente proporcionais aos de densidade. Assim, altos valores de porosidade indicam baixos valores de densidade do solo. Os valores encontrados são claramente influenciados pelos altos teores de areia deste solo. Uhlman et al. (1997) também encontraram resultados semelhantes em Latossolo Vermelho em áreas de cerrado. Nesse trabalho encontraram Latossolos Vermelhos profundos, em menores declives, com textura média no horizonte A (franco-argilo-arenoso) e argilosa (argilo-arenosa) no Bw.

O Latossolo Vermelho distrófico psamítico correlacionou-se positivamente com a MO, apresentando o maior teor em relação aos outros solos para esta profundidade.

Já o Latossolo Vermelho-Amarelo pode ser associado positivamente ao teor de argila e Ca, devido aos seus altos valores. Este solo apresentou o maior teor de argila e Ca entre os demais.

O Latossolo Amarelo está associado positivamente à porcentagem de poros arredondados e alongados, dado este explicado pela estrutura e agregação



diferenciada dos Latossolos em relação ao Gleissolo. Mesmo apresentando a maior porcentagem de poros arredondados e alongados, o Gleissolo apresentou um valor muito inferior de poros complexos, observado em todos os horizontes analisados. A matéria orgânica é um fator que pode influenciar nesta dinâmica, alterando a estrutura e agregação dos solos, assim como a macroporosidade e a microporosidade. Resultados obtidos por Souza et al. (2006), levaram à conclusão que a maior quantidade de poros arredondados, presentes no horizonte AB de um Latossolo Vermelho eutroférico, foi responsável pela menor condução de água ao longo do perfil do solo, em razão de provável menor conectividade entre esses poros.

Ferreira et al. (2007), sugerem uma dinâmica diferenciada da água do solo nos cerrados em relação às matas, especialmente com relação aos macroporos, densidade e matéria orgânica, o que está de acordo com a ocorrência das matas preferencialmente nos Argissolos e dos cerrados nos Latossolos. À exceção da matéria orgânica do solo, os demais parâmetros físicos e físico-hídricos refletem atributos diagnósticos diferenciais entre horizontes B texturais (Argissolos) e B latossólicos (Latossolos). A diferença de gradiente textural e, mais especificamente, na estrutura do horizonte B desses dois tipos de solo, pode influenciar a diferenciação fisionômica da vegetação entre cerrado e mata.

Enquanto o Gleissolo Háplico correlacionou-se positivamente ao teor de magnésio, isto é, apresenta o maior teor deste nutriente em relação aos demais solos, porém é um valor consideravelmente baixo.

Em seus estudos Moreno et al. (2008), observou a vegetação de cerrado ocorrendo na parte intermediária do relevo, e admitiram que a maior disponibilidade de nutrientes, principalmente Ca e Mg, pode estar relacionada com o transporte destes elementos das altitudes maiores para este ambiente assim como a possível presença de uma lente de calcário no subsolo, que possibilita a ocorrência de espécies características a este ambiente.

### 2.3.2.1.2 Análise dos Componentes Principais (PCA) para a profundidade de 0,2 – 0,6 m

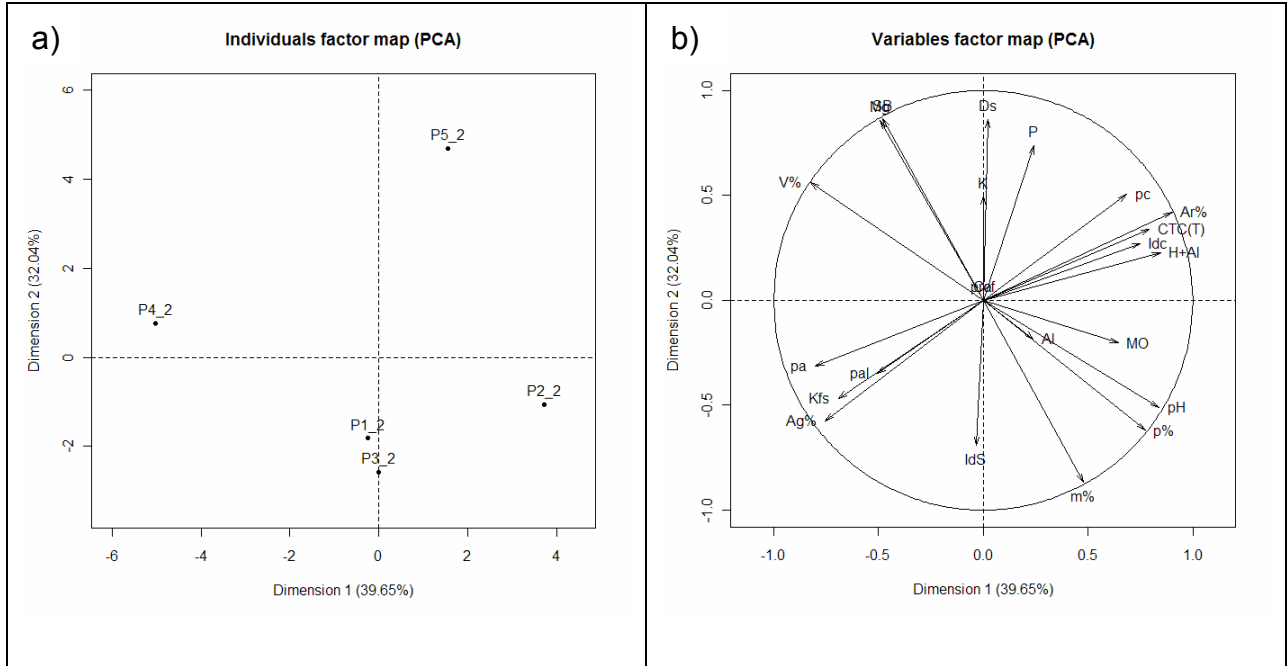


Figura 5 - Análise dos componentes principais (PCA) das variáveis ambientais obtidas na profundidade de 20-60 cm, nos 5 perfis de solo na área de Cerradão, em Assis, SP. As linhas partindo do centro representam as variáveis ambientais. Os pontos representam as parcelas e seu grupo de solo. P1= Latossolo Vermelho distrófico típico; P2= Latossolo Vermelho distrófico psamítico; P3= Latossolo Vermelho- Amarelo distrófico; P4= Latossolo Amarelo distrófico; P5= Gleissolo Háplico Tb distrófico

As variáveis positivamente correlacionadas à CP1 (eixo X) são: porosidade, pH, Al, MO, H+Al, índice de conectividade, CTC(T), porcentagem de areia, poros complexos. As variáveis que se encontram negativamente relacionadas ao eixo X são: porcentagem de argila, Kfs, poros alongados e poros arredondados.

Já as variáveis que se encontram positivamente correlacionadas à CP2 (eixo Y) são: P, Ds, SB, V%. As variáveis negativamente correlacionadas com este eixo são m%, índice "S".

A Figura 5 demonstra que a CP1 diferencia o solo LAd do solo LVd psamítico e GXbd, enquanto os solos LVd típico e LVAd não puderam ser diferenciados. As similaridades entre os solos LVd psamítico e GXbd são justificadas pelas variáveis do lado direito do gráfico.

A componente principal 2 separou os solos, LVd e GXbd de LVd típico, LVd psamítico e LVAd. Os solos LAd e GXbd foram semelhantes em função das variáveis que se localizam na posição superior do gráfico, isto é, teor de P, densidade do solo e soma de bases, enquanto os solos LVd típico, LVd psamítico e LVAd foram influenciados pelas variáveis posicionadas na parte inferior do gráfico, ou seja, índice “S” e m%.

O solo LVd1 e LVA demonstram estar negativamente associados ao índice de qualidade do solo (Índice “S”), apresentando os menores valores em relação aos demais solos. De maneira geral, o índice “S” no presente trabalho ficou abaixo dos encontrados na literatura (CASALINHO et al., 2007; MELO-FILHO et al., 2007).

O solo LVd2 relacionou-se com pH e porosidade. Já o LAd pode ser ligeiramente associado à porcentagem de poros arredondados, resultado semelhante ao encontrado para a profundidade anteriormente analisada (0-20 cm).

O solo GXbd associou-se positivamente ao teor de fósforo, principalmente, apresentando o maior teor deste nutriente nesta profundidade, sendo, no entanto, considerado baixo do ponto de vista da fertilidade. Segundo Raij (1981) o fósforo é um elemento de baixa mobilidade no solo. Encontra-se combinado em compostos de ferro, alumínio e cálcio e na matéria orgânica. A importância relativa dos compostos inorgânicos de fósforo no solo é condicionada pelo pH e tipo e quantidade de minerais existentes na fração argila. Em solos ácidos, com predomínio de caulinita e óxidos de ferro e alumínio, são mais importantes as combinações de fósforo com ferro e alumínio, enquanto que em solos neutros ou calcários, aparecem fosfatos de cálcio de ordem elevada e baixa solubilidade.

Segundo Scariot et al. (2005), espera-se maior fertilidade onde a vegetação é mais alta e densa, como no cerradão e floresta estacional, devido à maior contribuição da matéria orgânica para o solo nestas fisionomias. Devido a maior capacidade da matéria orgânica reter nutrientes, os solos das fisionomias com maior cobertura vegetal (cerrado e cerradão) tornam-se mais férteis do que aqueles com menor cobertura (campo limpo, campo sujo). Isto não indica que originalmente as áreas com formações de maior cobertura possuísem solos mais férteis. Moreno et al. (2008) também

observaram que formações florestais apresentaram maior disponibilidade de nutrientes que formações savânicas e campestres.

### **2.3.2.1.3 Análise dos Componentes Principais (PCA) para a profundidade de 0,6 – 0,8 m**

Nesta profundidade as variáveis positivamente correlacionadas ao eixo X (componente principal 1) são: H+Al, CTC(T) porosidade, Kfs, poros arredondados e alongados, m% e MO. As variáveis que encontram-se negativamente correlacionadas ao eixo X são: poros complexos, índice de conectividade, V% índice “S” e porcentagem de areia (Figura 6).

Já as variáveis positivamente correlacionadas ao eixo Y (componente principal 2) são: Al, densidade do solo e soma de bases. As variáveis negativamente correlacionadas com este eixo são: fósforo, porosidade e porcentagem de argila.

A Figura 6 mostra o comportamento dos diferentes solos na profundidade de 60 a 80 cm. A CP1 diferencia o GXbd dos demais. A diferenciação pode ser atribuída principalmente a influência das variáveis V%, porcentagem de argila, e índice de conectividade. Esta componente agrupou os solos LVd típico, LVd psamítico, LVAd. LAd pelas variáveis do lado direito do gráfico, isto é, m%, H+Al, e CTC, e índice S.

A componente principal 2 mostrou que os solos 1 e 3 são mais semelhantes entre si, do que os solos 5 e 2. Esta tendência é evidenciada pelos valores de porcentagem de argila dos solos 1 e 3. Já o solo 4 não apresentou esta mesma tendência, não podendo ser comparado com os demais solos.

O Latossolo Vermelho distrófico típico foi associado a CTC e H+Al, enquanto o Latossolo Vermelho distrófico psamítico ao teor de matéria orgânica e m%. O Latossolo Vermelho Amarelo correlacionado negativamente a teor de fósforo e porosidade. O Latossolo Amarelo não obteve correlação significativa para esta profundidade.

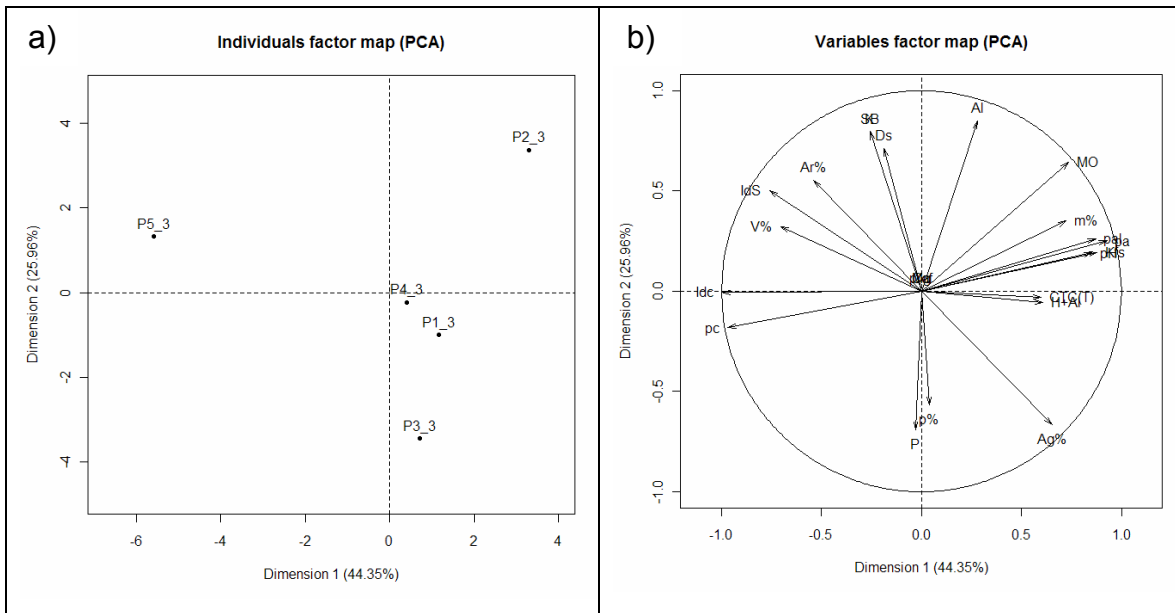


Figura 6 - Análise dos componentes principais (PCA) das variáveis ambientais obtidas na profundidade de 60-80 cm, nos 5 perfis de solo na área de Cerradão, em Assis, SP. As linhas partindo do centro representam as variáveis ambientais. Os pontos representam as parcelas e seu grupo de solo. P1= Latossolo Vermelho distrófico típico; P2= Latossolo Vermelho distrófico psamítico; P3= Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico; P4= Latossolo Amarelo distrófico; P5= Gleissolo Háptico Tb distrófico

Gomes et al. (2004) encontraram em Latossolo Vermelho de cerrado relacionamento com a maior oferta de bases trocáveis e menores valores de Al, por apresentarem, mesmo sendo solos bem intemperizados, uma maior riqueza, principalmente de P total e micronutrientes. Os Latossolos Vermelhos magnificam esse diferencial de fertilidade por meio de uma oferta de bases trocáveis dos horizontes superficiais bem maior do que nos horizontes subsuperficiais.

Segundo Macedo (1996), de maneira geral, os Latossolos são solos distróficos, ácidos e com baixos valores de capacidade de troca de cátions (CTC). Os valores predominantes de pH situam-se entre 4,0 e 5,5, o que caracteriza-os como solos ácidos. Os valores de pH obtidos no presente trabalho também obtiveram esta variação, confirmando a acidez dos perfis estudados.

O Gleissolo Háplico apresentou boa correlação com os valores de V%, porcentagem de areia e índice de conectividade. Juhász (2006) encontrou um gradiente textural entre os horizontes superficiais (A e E) e aos horizontes diagnósticos (Btg1 e Btg2) em Gleissolo Háplico. Observou, ainda, que o comportamento físico-hídrico e a retenção de água nesses mesmos solos são influenciados tanto pela textura e estrutura dos solos quanto pela intensidade dos eventos pluviométricos. Todavia, o horizonte Btg no Gleissolo, mais argiloso, dispõe de maior retenção hídrica devido maior proporção de microporos em relação a macroporos do que os horizontes adjacentes. A maior quantidade de microporos ocorre, principalmente, devido ao aumento no teor de argila e às mudanças de estrutura em relação aos horizontes adjacentes.

#### **2.3.2.1.4 Análise dos Componentes Principais (PCA) para a profundidade > 0,8 m**

As variáveis positivamente correlacionadas à CP1 (eixo X) são: Kfs, pH, V%, poros arredondados, poros alongados, índice "S". As variáveis que encontram-se negativamente relacionadas ao eixo X são: poros complexos, CTC(T), Ds.

Já as variáveis que encontram-se positivamente correlacionadas à CP2 (eixo Y) são: m%, Al, P e porcentagem de argila. As variáveis negativamente correlacionadas com este eixo são índice de conectividade, areia%, porosidade% e MO.

A Figura 7 demonstra que a CP1 diferencia os solos LVd típico, LVd psamítico e LAd dos solos LVAd e GXbd. Sendo que para LVd típico, LVd psamítico e LAd as similaridades são justificadas pelas variáveis do lado direito do gráfico (predominância de variáveis físicas). Enquanto que para LVAd e GXbd são justificadas pelas variáveis químicas e físicas do lado esquerdo do gráfico.

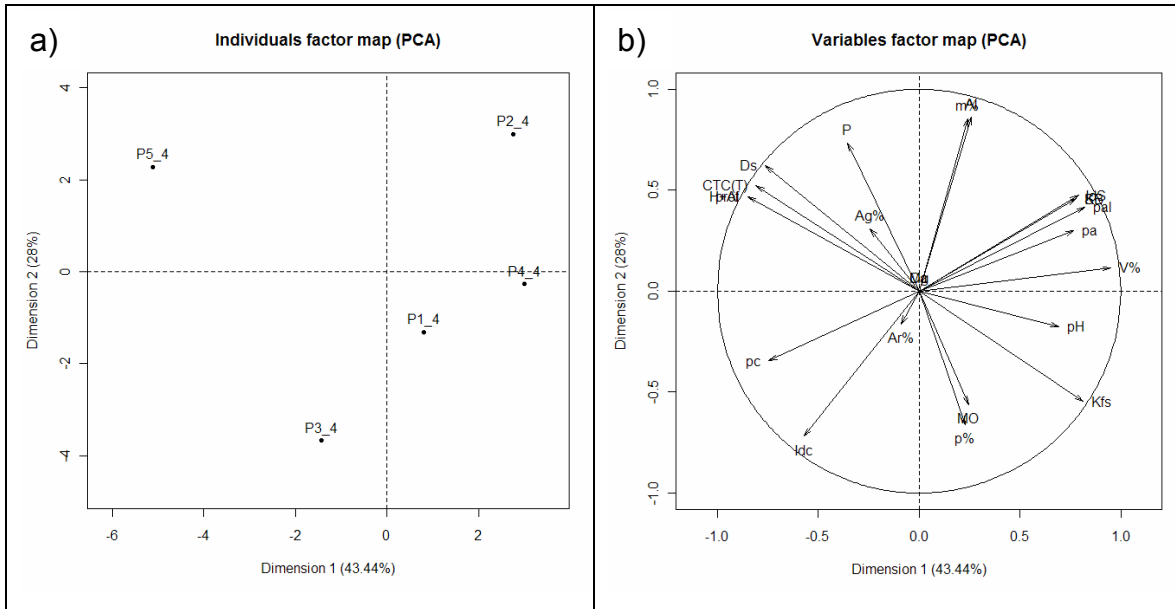


Figura 7 - Análise dos componentes principais (PCA) das variáveis ambientais obtidas na profundidade > 80 cm, nos 5 perfis de solo na área de Cerradão, em Assis, SP. As linhas partindo do centro representam as variáveis ambientais. Os pontos representam as parcelas e seu grupo de solo. P1= Latossolo Vermelho distrófico típico; P2= Latossolo Vermelho distrófico psamítico; P3= Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico; P4= Latossolo Amarelo distrófico; P5= Gleissolo Háptico Tb distrófico

A CP2 separou os solos GXbd e LVd psamítico, os quais foram semelhantes em função das variáveis que se localizam na posição superior do gráfico, isto é, teor P e m%, Al. Enquanto os solos LVd típico e LVAd foram influenciados pelas variáveis posicionadas na parte inferior do gráfico, porosidade, índice de conectividade e teor de matéria orgânica. Já o LAd não apresentou associação com a CP2.

O LVd típico demonstra uma fraca relação com a MO, resultado explicado pela ocorrência natural de menor quantidade de matéria orgânica em subsuperfície, a ciclagem dos nutrientes pelas plantas tendem a concentrar-se nas camadas superficiais.

O LVd psamítico, para esta profundidade, não apresenta uma correlação nítida com nenhum atributo, nenhum fator foi suficiente discriminante para este solo nesta profundidade.

O solo LAd associado negativamente ao V%, resultado já esperado, pois da mesma maneira que ocorre com a matéria orgânica e os nutrientes do solo, ocorre um decréscimo destes em profundidade.

Enquanto o Gleissolo Háptico correlaciona-se a CTC e a densidade do solo. Como já discutido anteriormente, a CTC e a densidade pode ser atribuída ao teor de matéria orgânica contida neste tipo de solo.

### **2.3.2.1.5 Análise comparativa entre as profundidades estudadas**

Algumas variáveis apresentam nos horizontes superficiais, 0-20 cm e 20-60 cm, uma tendência que não se repete nos horizontes de 60-80 e >80 cm, evidenciando que essas duas primeiras profundidades são bastante semelhantes, o que não ocorre em maiores profundidades. Este resultado deixa clara a importância em se estudar o solo em profundidade e não apenas superficialmente, como tem sido feito em muitos estudos de correlação entre solo e vegetação. O atributo discriminante na classificação dos solos geralmente é o horizonte diagnóstico de subsuperfície, devido ser aquele, que no perfil, é o menos sujeito às alterações antrópicas. A importância que o horizonte subsuperficial representa no solo, e no funcionamento de toda a sua dinâmica, não pode ser ignorada estudando-se apenas o horizonte superficial e responsabilizá-lo pela influência dos seus atributos na variação da vegetação.

Ferreira et al. (2007) encontraram maior ocorrência de Latossolos nos fragmentos de cerrado estudados. Dos solos encontrados apenas três não eram Latossolos. Os demais foram Cambissolo háptico, Neossolo flúvico e Argissolo latossólico. Isso sugere que a similaridade florística observada entre os fragmentos é influenciada por propriedades utilizadas como critérios diagnósticos na classificação de solos.

De acordo com resultados obtidos por Spera et al. (2005) a ocorrência da fitofisionomia cerrado está provavelmente associada à uma combinação de atributos físicos, químicos e climáticos, pois acontece em solos rasos ou profundos e com capacidade de água disponível muito variável.



Ainda referente aos estudos de Spera et al. (2005), as principais restrições para o acontecimento de florestas em áreas de cerrado estão associadas a fatores químicos.

Em trabalho realizado por Uhlman et al. (1997), o cerrado *sensu stricto* ocorreu no terço médio do relevo, acompanhando o padrão de distribuição do Latossolo Vermelho-Escuro. No terço médio inferior, onde verificou-se a formação de um padrão geomórfico convexo-convergente, predominou a campo cerrado. Esta mudança na vegetação ocorreu coincidentemente com uma mudança pedológica, e nesta porção da encosta ocorreu o Latossolo Vermelho Amarelo. Ambas classes de solos apresentaram textura média tanto no horizonte A quanto Bw, ocorrendo o limite para a textura arenosa no terço inferior da encosta.

### **2.3.2.2 Análise indireta de gradiente**

As variáveis utilizadas para interpretar o comportamento da vegetação foram a abundância, relacionada ao número total de indivíduos por m<sup>2</sup>, e dominância, espessura total do indivíduo em relação à população total.

Os resultados da análise de correspondência retificada (DCA) encontram-se na figura 8. Esta análise permite identificar as espécies florestais correlacionadas aos diferentes tipos de solo.

No Latossolo Vermelho distrófico 1 há maior abundância de *Rapanea umbellata*. No Latossolo Vermelho distrófico 2 ocorre maior dominância de *Vochysia tucanorum*. No Latossolo Vermelho Amarelo há correlação entre a dominância e abundância de *Pera glabrata*. Para o Latossolo Amarelo há correlação com a dominância de *Acosmium subelegans* e *Ocotea corymbosa*. Podemos atribuir ao Gleissolo Háptico a maior abundância e dominância de *Copaifera langsdorffii* e *Myrcia multiflora*.

Tabela 5 - Legenda utilizada para identificação da vegetação para análise de DCA

Legenda	Espécie	Legenda	Espécie
1	<i>Acosmium subelegans</i>	19	<i>Persea pyrifolia</i>
2	<i>Amaioua intermédia</i>	20	<i>Platypodium elegans</i>
3	<i>Casearia sylvestris</i>	21	<i>Plenckia populnea</i>
4	<i>Copaifera langsdorffii</i>	22	<i>Piptocarpha axillaris</i>
5	<i>Eugenia pluriflora</i>	23	<i>Protium heptaphyllum</i>
6	<i>Gochnatia polymorpha</i>	24	<i>Prunus myrtifolia</i>
7	<i>Guapira graciliflora</i>	25	<i>Qualea cordata</i>
8	<i>Luehea grandiflora</i>	26	<i>Rapanea lancifolia</i>
9	<i>Machaerium acutifolium</i>	27	<i>Rapanea umbellata</i>
10	<i>Maprounea guianensis</i>	28	<i>Stryphnodendron obovatum</i>
11	<i>Matayba eleagnoides</i>	29	<i>Syagrus romanzoffiana</i>
12	<i>Miconia ligustroides</i>	30	<i>Symplocos mosenii</i>
13	<i>Myrcia guianensis</i>	31	<i>Symplocos pubescens</i>
14	<i>Myrcia língua</i>	32	<i>Symplocos tenuifolia</i>
15	<i>Myrcia multiflora</i>	33	<i>Tabebuia sp.</i>
16	<i>Myrcia venulosa</i>	34	<i>Tapirira guianensis</i>
17	<i>Ocotea corymbosa</i>	35	<i>Vochysia tucanorum</i>
18	<i>Pera glabrata</i>	36	<i>Xylopia aromatica</i>

Linsingen et al. (2006) também encontraram *Myrcia multiflora* em fragmentos localizados em solo orgânico e saturado com água, ocorrendo baixo número de espécies, sendo formado basicamente por *Myrcia multiflora*, *Talauma ovata*, *Cecropia pachystachya*, *Guarea macrophylla*, e em menor quantidade *Persea venosa*.

Trabalhos realizados por Uhlman et al. (1997), concluíram a impossibilidade da vegetação lenhosa de savana em ocupar as áreas com elevado grau de hidromorfia no solo, favorecendo a formação de um limite abrupto entre os campos higro/hidrófilos e a savana. Este limite abrupto não foi verificado no presente trabalho, sendo que as diferenças entre a vegetação presente sob o Gleissolo e os Latossolos são visíveis, porém não suficientemente distintas para alterar a classificação fitofisionômica.

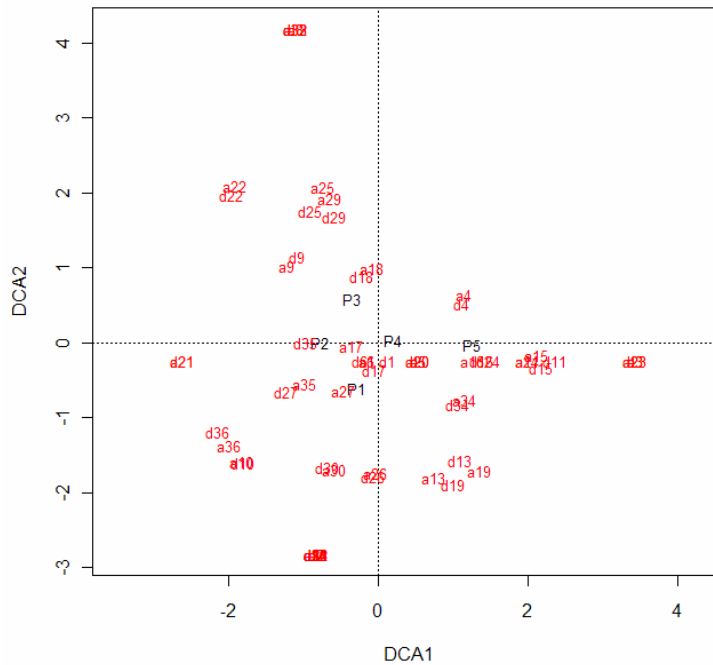


Figura 8 - Diagrama de ordenação das parcelas produzido pela análise de correspondência retificada (DCA), com base na abundância (ab) e dominância (do) de 36 espécies nas 5 parcelas alocadas na área de cerradão em Assis, SP

Em trabalho realizado por Botrel et al. (2007), na mesma área estudada na Estação Ecológica de Assis, este gradiente na vegetação também foi observado. Esses autores notaram que o cerradão no Gleissolo representa uma zona de transição para mata ciliar, onde as espécies parecem estar adaptadas a esta classe de solo. Ao longo de gradientes topográficos, a fertilidade do solo normalmente aumenta do topo para a base da encosta, estando estas variações relacionadas ao transporte de matéria orgânica das partes mais altas para as mais baixas. Porém, como a variação da declividade área de estudo foi pequena, ficando difícil atribuir estes resultados apenas às variações nutricionais do solo ao longo deste gradiente. Uma outra explicação possível, ainda que parcial, pode ser a variação da altura das copas, embora também pequena, em relação à declividade, em conjunto com a peculiar descontinuidade do dossel no cerradão.

As pesquisas realizadas por Durigan et al. (1999), também estudando a Estação Ecológica de Assis, mostraram que as diferentes fitofisionomias formam um mosaico na cobertura vegetal, provavelmente correlacionado com variações ambientais (umidade e fertilidade do solo), microclimáticas e até mesmo com a ocorrência de fogo. Essa diversidade de fisionomias favorece a colonização por grande número de espécies e exigências ambientais distintas.

Segundo Heiseke (1976) as condições físicas do solo, como textura e umidade, não influenciam nas diferenças entre os tipos de cerrado, com exceção da drenagem. Melhores relações foram encontradas entre as condições químicas do solo e os tipos de cerrado.

A barreira química ao maior desenvolvimento do sistema radicular imposta pelo excesso de alumínio e deficiência de cálcio no horizonte B, associada à menor retenção de água nos solos sob cerrado, favorece o estabelecimento das espécies *Luehea grandiflora*, *Xylopia aromatica*, *Erythroxylum daphnites* e *Persea willdenovii*, abundantes e exclusivamente encontradas nos fragmentos de cerrado (FERREIRA et al. 2007).

### **2.3.2.3 Análise mista de gradientes**

Esta análise é composta pela análise de correspondência canônica, apresentada em gráfico biplot, que representa as unidades amostrais, variáveis ambientais e espécies em um único gráfico.

Os resultados foram apresentados por diferentes profundidades amostradas dos solos.

#### **2.3.2.3.1 Relação Vegetação – Solo (profundidade 0-20 cm)**

A seguir serão apresentados os resultados na análise de correspondência canônica para a profundidade de 0 a 20 cm.

O gráfico apresentado na figura 9 mostra o decréscimo de correlação entre as variáveis canônicas formadas. As primeiras 4 correlações garantem toda a correlação desejada.

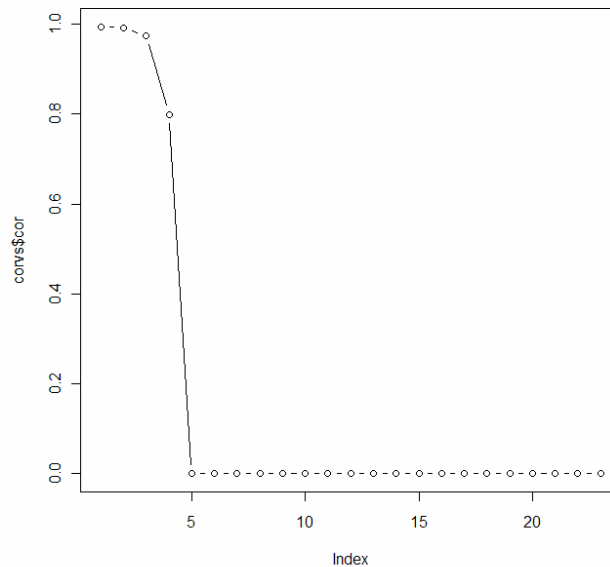


Figura 9 - Diagrama de correlação vegetação – solo, na profundidade de 0 a 20 cm, produzido pela análise de correspondência canônica (CCA), com base na abundância (ab) e dominância (do) de 36 espécies nos 5 diferentes tipos de solo na área de cerradão, em Assis, SP

A figura 10 demonstra a correlação das propriedades do solo na profundidade de 0-20 cm, dentro das características florestais estudadas, abundancia e dominância (matriz x), e a correlação cruzada entre as matrizes (matriz y).

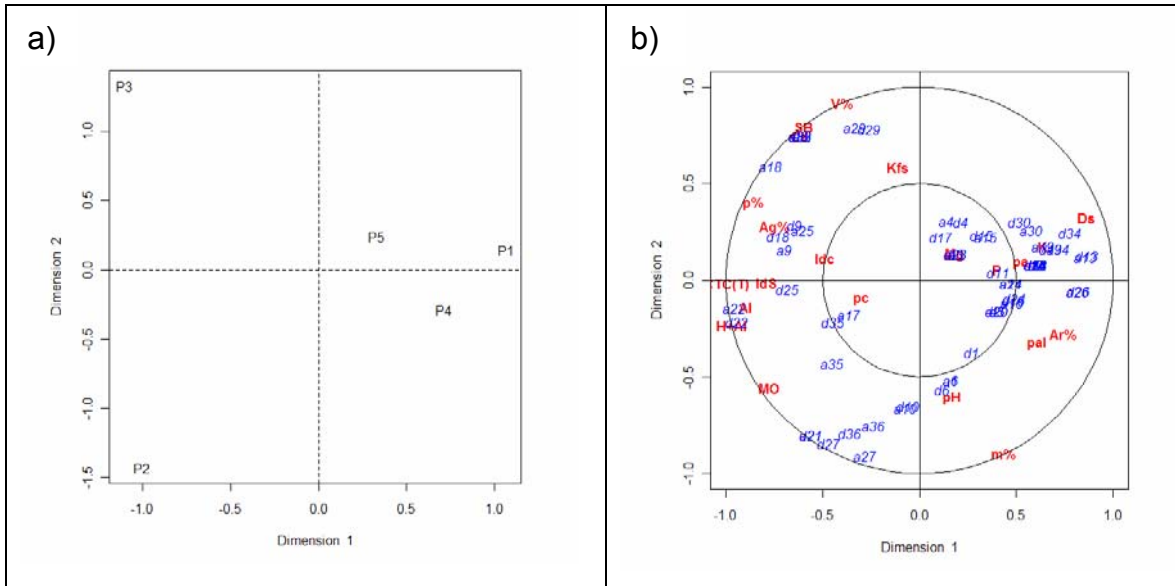


Figura 10 - Diagrama de ordenação produzido pela análise de correspondência canônica (CCA), com base na abundância (ab) e dominância (do) de 36 espécies amostradas nos 5 diferentes tipos de solos na área de cerrado, em Assis, SP. O diagrama mostra a distribuição das espécies arbóreas e das variáveis ambientais nos dois primeiros eixos de ordenação, na profundidade de 0 a 20 cm de solo

O gráfico da figura 10 mostra a correlação das duas primeiras variáveis canônicas ( $R^2$ ). Permite identificar a associação das espécies florestais às características e tipos de solo. De maneira geral, é um agrupamento de todas as informações apresentadas anteriormente.

As áreas onde ocorre maior quantidade de nutrientes e matéria orgânica influem positivamente na abundância e dominância das espécies. A variável do solo pH H<sub>2</sub>O parece estar intimamente relacionada ao acontecimento (abundância e dominância) de *Gochnatia polymorpha* (espécie 6). A abundância e dominância de *Piptocarpha axillaris* (espécie 22) está associada à variável H+Al e Al. Segundo Iguatemy et al. (2008), a riqueza de espécies tende a subir com o aumento da concentração de H e AL e com a diminuição do pH.

O efeito do alumínio nos tipos de cerrado não pode ser provado. Apesar do conteúdo e saturação por alumínio aumentarem levemente de cerrado para campo, as diferenças não foram significativas. As correlações entre Al e área basal também não foram significativas (HEISEKE, 1976).

Moreno et al. (2008) encontraram que a fertilidade do cerrado mesotrófico está apenas na camada superficial do solo, e que a vegetação aí estabelecida possivelmente teve a capacidade de absorver nutrientes das camadas mais profundas que agora estão sendo cicladas superficialmente.

Segundo Ferreira et al. (2007), os solos de cerrado são solos com baixa saturação por bases e elevada saturação por alumínio (distróficos e álicos). Esta toxidez de Al, aliado à retenção de água são determinantes da ocorrência de espécies típicas no cerrado da região estudada.

A abundância de *Ocotea corymbosa* (espécie 17) pode ser associada à variável poros complexos. O índice "S" pode ser associado à dominância de *Qualea cordata* (espécie 25). O Gleissolo Háptico tem influência a uma grande abundância e dominância de *Myrcia multiflora* (espécie 15). Podemos correlacionar a densidade do solo à maior dominância de *Tapirira guianensis* (espécie 34).

Algumas variáveis de solo como o m%, porcentagem de poros alongados, porcentagem de areia, teor de matéria orgânica e Kfs, são de grande importância para a vegetação, mas parecem não estar associadas à nenhuma espécie, isto é, nesta profundidade de solo de 0 a 20 cm estas variáveis não são os atributos que mais influenciam a vegetação. No horizonte superficial as variáveis de maior importância são as variáveis químicas, que podem ser de grande influência na determinação da tipologia florestal.

Ferreira et al. (2007), trabalhando com Latossolos em área de cerrado, encontrou que as duas variáveis com maior correlação no eixo 2 foram o Al e o Ca, ambos do horizonte B. Isso mostra a influência da fertilidade do solo na distribuição da densidade de espécies entre os fragmentos, uma vez que as variáveis associadas ao eixo 2 não distinguem as fitofisionomias, mas estão associadas ao posicionamento diferenciado dos fragmentos dentro de uma mesma fisionomia vegetal. Essa constatação indica que a fertilidade do solo e a toxidez do Al no horizonte B influenciam a composição das espécies também dentro das matas e dos cerrados e diferencia um fragmento do outro. Ou seja,

mesmo considerando uma mesma formação vegetal, a fertilidade do solo parece estar relacionada com a diversidade de espécies nos fragmentos.

Ainda conforme Ferreira et al. (2007), há fortes evidências de que a ocorrência de fisionomia de cerrado na região estudada é consequência tanto da fertilidade quanto do comportamento hídrico do solo.

### 2.3.2.3.2 Relação Vegetação – Solo (profundidade 20 a 60 cm)

Na seqüência serão apresentados os resultados na análise de correspondência canônica (CCA) para a profundidade de solo de 20 a 60 cm.

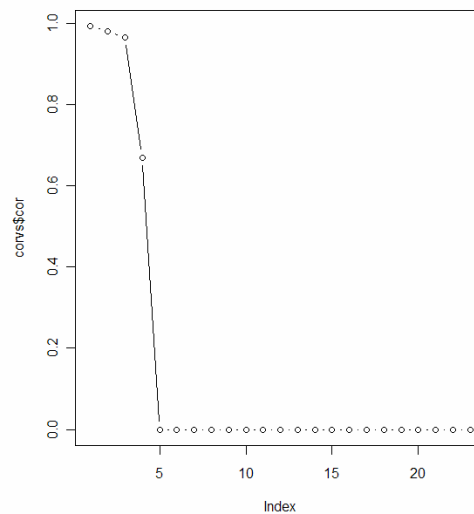


Figura 11 - Diagrama de correlação vegetação – solo, na profundidade de 20 a 60 cm das parcelas, produzido pela análise de correspondência canônica (CCA), com base na abundância (ab) e dominância (do) de 36 espécies nos 5 diferentes tipos de solo na área de cerrado, em Assis, SP

Conforme explicado anteriormente, o gráfico apresentado na figura 11 mostra o decréscimo de correlação entre as variáveis canônicas formadas. As primeiras 4 correlações explicam toda a correlação desejada.

O Latossolo Amarelo é influenciado pela porcentagem de argila, e este fator pode ser associado a uma maior abundância e dominância de *Qualea cordata* (espécie 25). O índice “S” está associado a abundancia e dominância da *Gochnatia polymorpha* (espécie 6). A densidade do solo associa-se a



abundância de *Copaifera langsdorffii* (espécie 4) e a dominância da *Matayba eleagnoides* (espécie 11).

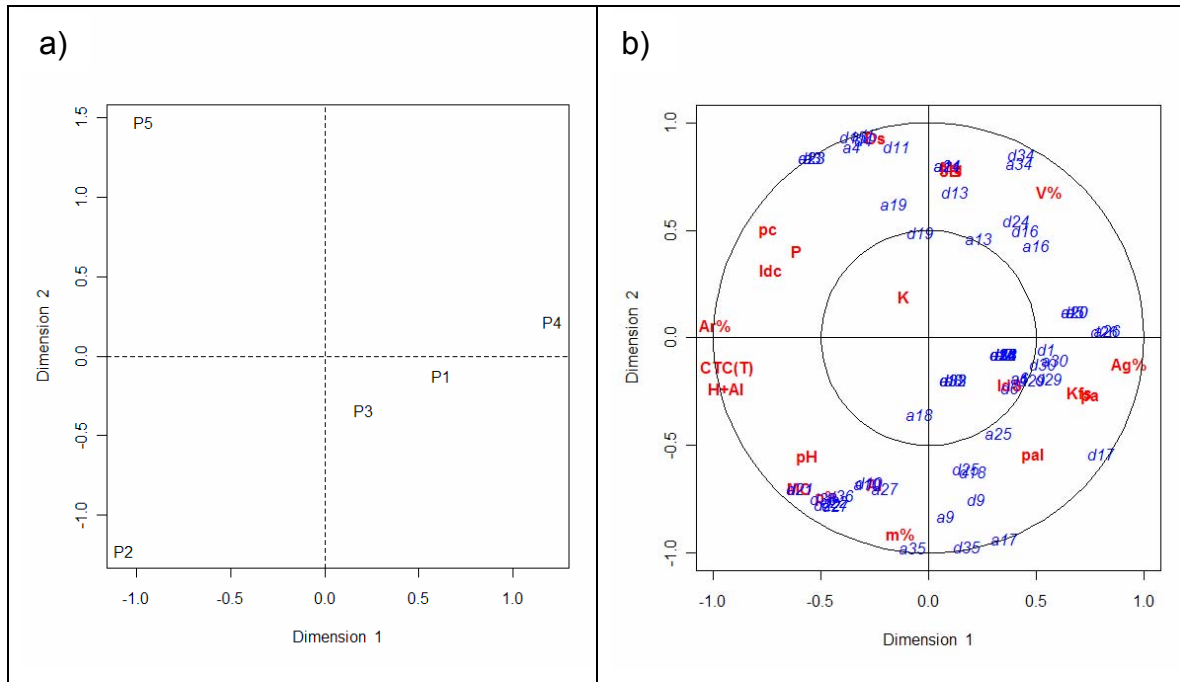


Figura 12 - Diagrama de ordenação produzido pela análise de correspondência canônica (CCA), com base na abundância (ab) e dominância (do) de 36 espécies amostradas nos 5 diferentes tipos de solos na área de cerrado, em Assis, SP. O diagrama mostra a distribuição das espécies arbóreas e das variáveis ambientais nos dois primeiros eixos de ordenação, na profundidade de 20 a 60 cm de solo

Como já citado anteriormente, *Copaifera langsdorffii* ocorre de maneira mais significativa no Gleissolo Háplico. Planta característica de formações de transição do cerrado para a floresta semidecídua (LORENZI, 1998a). Possui grande plasticidade ecológica (CARVALHO, 1994), ocorrendo indistintamente entre os diferentes tipos de solo.

Rodrigues et al. (2006), encontraram maior ocorrência de *Copaifera langsdorffii*, *Ixora warmingii*, *Tapirira obtusa* e *Myrsine umbellata* em solos de baixa fertilidade e *Machaerium nictitans* e *M. minutiflorum* em solos mais férteis.

Em pesquisa realizada por Botrel et al. (2002) a espécie com maior densidade na área pesquisada foi *Copaifera langsdorffii*, que também superou

as outras espécies em dominância e em freqüência, destacando-se ainda pelo grande porte alcançado por suas árvores.

O bom desenvolvimento de *Copaifera langsdorfii* em solo com características hidromórficas, como ocorreu no Gleissolo Háplico deste trabalho, pode ser uma boa alternativa para a reabilitação de áreas alteradas e/ou degradadas. Melo et al. (2004), testando espécies nativas para recuperação da cobertura vegetal em áreas degradadas em cerrado, encontraram bons resultados de sobrevivência e desenvolvimento para esta espécie, talvez pelo fato de ser uma espécie de ocorrência natural em solos de baixa fertilidade, tendo prioridade na sua utilização.

Para a profundidade de solo de 20 a 60 cm algumas variáveis ambientais não se associam à espécies florestais, tais como, porcentagem de areia, CTC, H+Al, pH, porcentagem de poros complexos e alongados, teor de fósforo e índice de conectividade. Os horizontes subsuperficiais apresentam maior correlação entre as variáveis físicas do solo e a vegetação, mostrando que em profundidade há maior importância de atributos como densidade e teor de argila.

#### **2.3.2.3.3 Relação Vegetação – Solo (profundidade 60 a 80 cm)**

A seguir serão apresentados os resultados na análise de correspondência canônica (CCA) para a profundidade de solo de 60 a 80 cm.

O gráfico da figura 13 mostra o decréscimo de correlação entre as variáveis canônicas formadas. As primeiras 4 correlações explicam toda a correlação desejada.

A maior abundância e dominância da *Maprounea guianensis* (espécie 10) foram associadas ao teor de matéria orgânica. Esta espécie ocorre preferencialmente em formações secundárias e primárias, em solos argilosos e bem drenados, com declives suaves e boa fertilidade (LORENZI, 1998b).

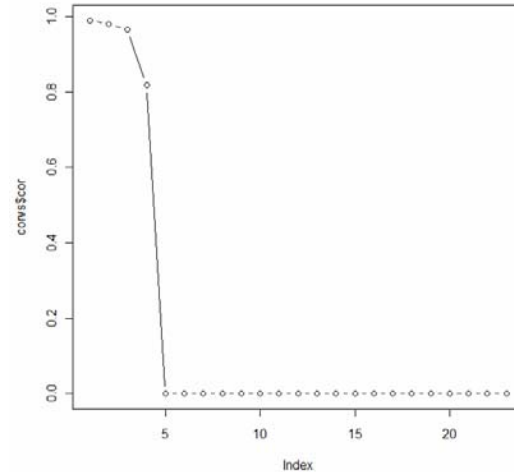


Figura 13 - Diagrama de correlação vegetação – solo, na profundidade de 60 a 80 cm das parcelas produzido pela análise de correspondência canônica (CCA), com base na abundância (ab) e dominância (do) de 36 espécies nos 5 diferentes tipos de solo na área de cerrado, em Assis, SP

Segundo Iguatemy et al. (2008), a matéria orgânica apresentou relação positiva com a riqueza de espécies. A relação negativa da soma de bases com a riqueza de espécies provavelmente estaria associada com a relação desta variável biótica com o pH. Como a riqueza tendeu a aumentar em solos com menores valores de pH, tenderia a diminuir com altos valores de soma de bases.

O Índice “S” e o V% associados a dominância da *Myrcia guianensis*. A dominância da *Ocotea corymbosa* foi bem relacionada à porcentagem de argila, principalmente. Para as variáveis porcentagem de poros alongados e arredondados a abundancia de *Vochysia tucanorum* foi a que mais se relacionou. O Kfs apresentou influência direta na abundância e dominância de *Xylopia aromatica*. Ferreira et al. (2007) também encontraram correlação de *Xylopia aromática* com solos de cerrado, que se destacam pela baixa disponibilidade de Ca e a alta concentração de Al nos horizontes A e B, e a baixa retenção de água, indicada por elevados valores de macroporosidade e reduzida densidade do solo.

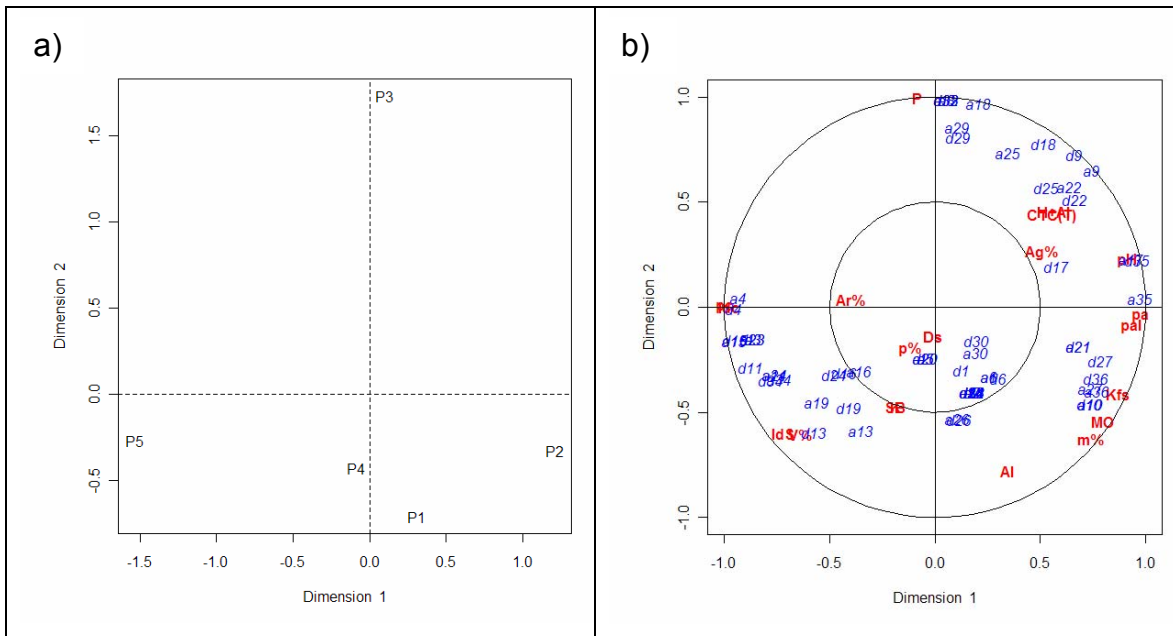


Figura 14 - Diagrama de ordenação produzido pela análise de correspondência canônica (CCA), com base na abundância (ab) e dominância (do) de 36 espécies amostradas nos 5 diferentes tipos de solos na área de cerradão, em Assis, SP. O diagrama mostra a distribuição das espécies arbóreas e das variáveis ambientais nos dois primeiros eixos de ordenação, na profundidade de 60 a 80 cm de solo

Para a profundidade de 60 a 80 cm, as variáveis de solo que não se associaram a nenhuma espécie foram porcentagem de areia (com o aumento da profundidade, a tendência para estes solos é diminuir a porcentagem de areia), Al, m% e soma de bases.

#### 2.3.2.3.4 Relação Vegetação – Solo (profundidade > 80 cm)

Serão apresentados os resultados na análise de correspondência canônica (CCA) para a profundidade de solo > 80 cm.

O gráfico, apresentado na figura 15, demonstra que as quatro primeiras correlações explicam toda a correlação desejada.

O Kfs pode ser associado a maior abundância da espécie 9 (*Machaerium acutifolium*) e dominância da espécie 17 (*Ocotea corymbosa*). Estas duas espécies são pioneiras e rústicas, com recomendação para plantios em terrenos secos e degradados destinados à recomposição da vegetação. A ocorrência

preferencial destas espécies é em terrenos altos e bem drenados, podendo ser arenosos (LORENZI, 1998a).

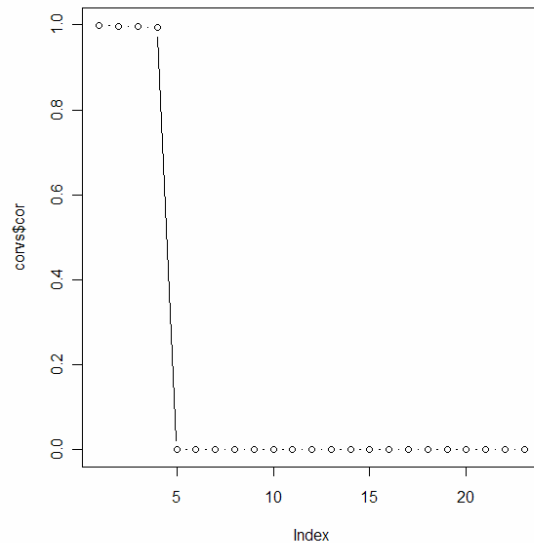


Figura 15 - Diagrama de correlação vegetação – solo, na profundidade > 80 cm das parcelas produzido pela análise de correspondência canônica (CCA), com base na abundância (ab) e dominância (do) de 36 espécies nos 5 diferentes tipos de solo na área de cerradão, em Assis, SP

O teor de argila associa-se à abundância de *Myrcia lingua* (espécie 14) e *Prunus myrtifolia* (espécie 24). Os solos analisados apresentam um aumento do teor de argila conforme o aumento da profundidade, e estas espécies podem ser dependentes do teor de argila por uma série de motivos, tais como retenção e armazenamento de água principalmente.

A CTC associa-se à dominância de *Protium heptaphyllum* (espécie 23), e esta por sua vez ao Gleissolo Háptico. A espécie possui características de florestas semidecíduas, freqüente em áreas ciliares úmidas (LORENZI, 1998a). Por este motivo a sua ocorrência neste solo, que caracteriza uma zona de transição. Possui grande umidade e matéria orgânica, influenciando também na CTC.

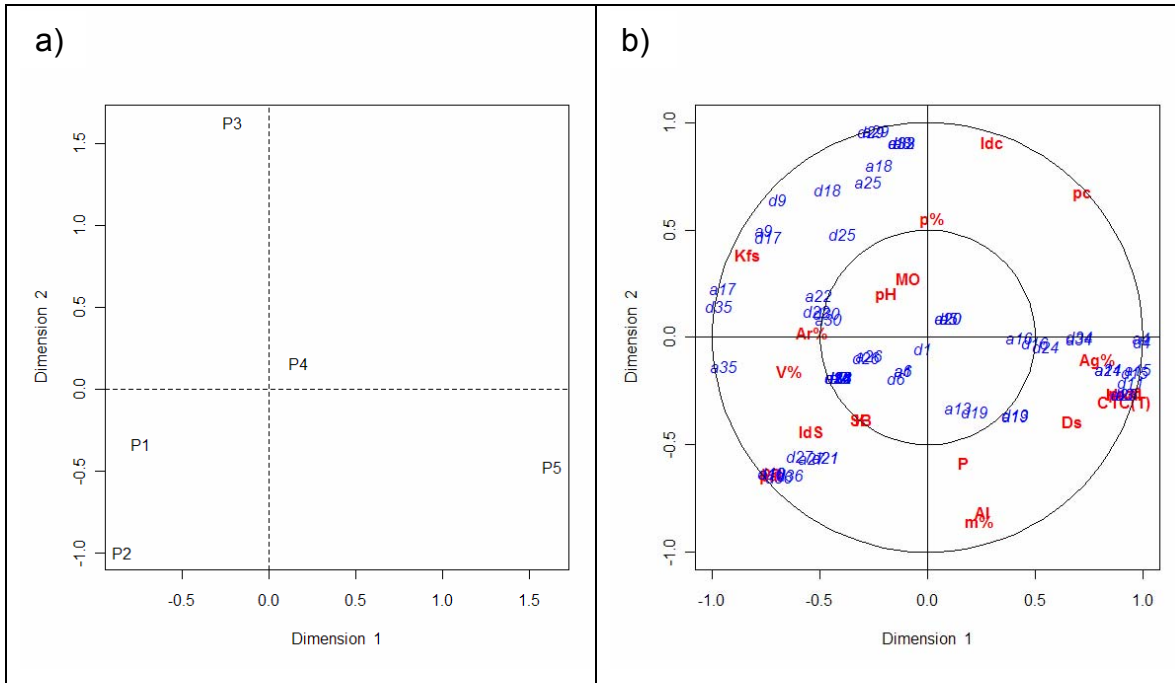


Figura 16 - Diagrama de ordenação produzido pela análise de correspondência canônica (CCA), com base na abundância (ab) e dominância (do) de 36 espécies amostradas nos 5 diferentes tipos de solos na área de cerradão, em Assis, SP. O diagrama mostra a distribuição das espécies arbóreas e das variáveis ambientais nos dois primeiros eixos de ordenação, na profundidade > 80 cm de solo

Observando a profundidade maior que 80 cm, notamos que, novamente, as variáveis de solo menos correlacionadas com a abundância e dominância das espécies foram porcentagem de areia, Al e m%. O mesmo aconteceu com o teor de fósforo, densidade do solo, porcentagem de poros complexos, índice de conectividade, porosidade, matéria orgânica, pH e soma de bases, indicando que, com o aumento da profundidade, a tendência é diminuir a correlação entre as espécies florestais e as variáveis do solo.

### 3 CONCLUSÕES

1. Deve-se ter prudência em afirmar que somente os fatores do solo são determinantes para a tipologia florestal, uma vez que a quantidade de fatores que influem na vegetação são difíceis de serem mensurados, e muitas vezes podem nos levar a conclusões equivocadas.
2. Ficou evidenciado a importância em se estudar o solo em profundidades distintas, pois as diferenças resultantes dos horizontes subsuperficiais são muito mais representativas que as superficiais. Os solos são semelhantes na superfície, e tendem a diferenciar-se com o aumento da profundidade.
3. Comprovou-se, ainda que, com o aumento da profundidade, a correlação das espécies florestais com determinadas variáveis do solo diminui, principalmente com a variável porcentagem de areia, m% e Al.
4. No horizonte superficial as variáveis de maior importância são as variáveis químicas, que podem ser de grande influência na determinação da tipologia florestal.
5. Já nos horizontes subsuperficiais observou-se maior ocorrência de correlação entre as variáveis físicas do solo, mostrando maior importância em profundidade de atributos como densidade e teor de argila.
6. A espécie *Copaifera langsdorffii* associou-se de forma significativa em todas as profundidades amostradas no Gleissolo Háplico, relacionando-se estreitamente com o regime hídrico deste. Esta tendência também ocorreu com *Myrcia multiflora*, apresentando uma distribuição semelhante, porém menos significativa. Estas duas espécies são as principais responsáveis pelo gradiente vegetacional encontrado no fragmento de cerrado.
7. Deve-se ressaltar também, que os métodos de análise de gradientes empregados mostraram-se eficientes para distinguir os padrões de distribuição das espécies em relação às variáveis pedológicas.
8. O desempenho individual de cada atributo edáfico, e a sua correlação ou não com as espécies vegetais, perde importância quando analisamos o solo como um ambiente complexo que realmente é, onde a interação

entre os fatores pedológicos, é preponderante. Nenhum atributo isoladamente exerce apenas uma função no solo, pois todos interagem entre si, formando a dinâmica de cada pedosistema. Cada solo terá uma dinâmica diferenciada, em função dos seus atributos, e a essa dinâmica talvez se poderia atribuir a diferenciação da vegetação.



## REFERÊNCIAS

- BITENCOURT, M. D.; MENDONÇA, R. R. (Org.). Viabilidade de conservação dos remanescentes de cerrado no estado de São Paulo. **Annablume**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 17, 2004.
- BOLOGNA, I.A.; PRADO, H. do; MENK, J.R.F.; JOAQUIM, A.C.; LEPSCH, I.F. **Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo**: quadrícula de Assis. II. Memorial descritivo. Campinas: IAC, 2003. 54 p. (Boletim Científico, 8. Série Pesquisa APTA).
- BOTREL, R.T.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; RODRIGUES, L.; CURI, N. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutural da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, p. 195-213, 2002.
- BOTREL, R.T.; YAMAMOTO, K. ; VANINI, A. ; RODRIGUES, R.R. Relação do mosaico silvigênico com fatores edáficos e topográficos em um trecho de cerradão da Estação Ecológica de Assis, Assis - SP. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu. **Anais...** Caxambú, 2007. 350 p.
- BOULET, R.; CHAUVEL, A.; HUMBEL, F.-X.; LUCAS, Y. Analyse structurale et cartographie en pédologie: I – Prise en compte de l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique: les études de toposéquences et leurs principaux apports à la connaissance des sols. **Cahiers ORSTOM Séries Pédologie**, Paris, v. 19, n. 4, p. 309-321, 1982.
- CAMARGO, O.A. de; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas: IAC, 1986. 94 p. (IAC. Boletim Técnico, 106).
- CARDOSO, E. ; SCHIAVINI, I. . Relação entre distribuição de espécies arbóreas e topografia em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 277-289, 2002.
- CARVALHO, D.A.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; VILELA, E.A.; CURI, N.; BERG, E.V.D.; FONTES, M.A.L.; BOTEZELLI, L. Distribuição de espécies arbóreo-arbustivas ao longo de um gradiente de solos e topografia em um trecho de floresta ripária do Rio São Francisco em Três Marias, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.28, p.329-345, 2005.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras**: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 640 p.

- CARVALHO, W.A.C.; OLIVEIRA-FILHO, A T.; FONTES, M.A.L.; CURI, N. Variação espacial da estrutura da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua em Piedade do Rio Grande, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.30, n. 2, p.315-335, 2007.
- CASALINHO, H. D.; MARTINS, S. R.; SILVA, J. B.; LOPES, A. S. Qualidade do solo como indicador de sustentabilidade de agroecossistemas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 2, p. 195-203, 2007.
- COOPER, M. **Influência das condições físico-hídricas nas transformações estruturais entre horizontes B latossólico e B textural sobre diabásio**. 1999. 127 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.
- COOPER, M. ; MENDES, SILVEIRA, L. M.; SILVA, W. L. C; SPAROVEK, G . A national soil profile database for Brazil available to international scientists. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 69, p. 649-652, 2005.
- COSTA, L.M.; NACIF, P.G.S.; COSTA, O.V.; OLSZEWSKI, N. Manejo dos solos da região dos Cerrados. In: ARAÚJO, Q.R. (Org.). **500 anos de uso do solo no Brasil**. Ilhéus: Editus, 2002. p. 201-218.
- DEXTER, A.R. Soil physical quality. Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. **Geoderma**, Amsterdam, v. 120, p. 201-214, 2004.
- DURIGAN, G.; BACIC, M.C.; FRANCO, G.A.D.C.; SIQUEIRA, M.F. de. Inventário florístico do cerrado na Estação Ecológica de Assis, SP. **Hoehnea**, São Paulo, v. 26, n.2, p. 149-172, 1999.
- DAUBENMIRE, R. **Steppe vegetation of Washington**. Pullman, WA: Washington Agricultural Experiment Station, Washington State University. 1979. 131 p. (Tech. Bull. 62).
- DOURADO-NETO, D.; NIELSEN, D.R.; HOPMANS, J.W.; REICHARDT, K.; BACCHI, O.O.S. Software to model soil water retention curves (SWRC, version 2.00). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, p. 191-192, 2000.
- DYRNESS, C.T.; YOUNGBERG, C.T. Soil-Vegetation relationships within the Ponderosa pine type in the central Oregon Pumice Region. **Ecology**, Corvallis, v. 47, n. 1, p. 122–138, 1966.
- DURIGAN, G.; BACIC, M.C.; FRANCO, G.A.D.C.; SIQUEIRA, M.F. de. Inventário florístico do cerrado na Estação Ecológica de Assis, SP. **Hoehnea**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 149-172, 1999.

EITEN, G. Vegetação do cerrado. In: PINTO, M.N. (Org.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. Brasília, UnB, 1990. p. 9-65,

ELRICK, D.E.; REYNOLDS, W.D.; TAN, K.A. Hydraulic conductivity measurements in the unsaturated zone using improved well analyses. **Ground Water Monitoring Review**, Worthington, v. 9, p. 184-193, 1989.

EL-GHANI, M.M.A.; AMER, W.M. Soil-vegetation relationships in a coastal desert plain of southern Sinai, Egypt. **Journal of Arid Environments**, Giza, p. 607-628, 2003.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p. (EMBRAPA. CNPS. Documentos, 1).

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Serviço de Produção de Informação; Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Embrapa Solos, 1999. 412 p.

FERREIRA, I.C.M.; COELHO, R.M.; TORRES, R.B.; BERNACCI, L.C. Solos e vegetação nativa remanescente no município de Campinas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília. v.42. n.9, p.1319-1327, 2007.

GOMES, J.B.V.; CURTI, N.; MOTTA, P.E.F.; KER, J.C.; MARQUES, J.J.G.S.; SCHULZE, D.G. Análise de componentes principais de atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos do bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 137-153, 2004.

GOODLAND, R. Análise ecológica da vegetação do cerrado. In GOODLAND, R.; FERRI, M. G. **Ecologia do Cerrado**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1979. p.61-171.

GUTIERREZ, J.R.; MESERVE, P.L.; CONTRERAS, L.C.; VASQUEZ, H.; JAKSIC, F.M. Spatial distribution of soil nutrients and ephemeral plants underneath and outside the canopy of *Porlieria chilensis* shrubs (Zygophyllaceae) in arid coastal Chile. **Oecologia**, La Serena, v. 95, n° 3, p. 347-352, 1993.

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

HEISEKE, D. R. **Estudos de tipologias florestais de cerrado, na região central de Minas Gerais**. Brasília: PNUD/FAO/IBDF/BRA-45, 1976. p. 32 – 60. (Série Técnica, 7).

HIRONAKA, M.; FOSBERG, M. A.; NEIMAN Jr, K. E. The relationship between soils and vegetation. In: SYMPOSIUM ON MANAGEMENT AND PRODUCTIVITY OF WESTERN-MONTANE FOREST SOILS, 1990. Boise, ID, April, 10-12, 1990.

**Proceedings**...Boise: Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station, 1990, p. 151-156.

HITOSHI, M.; MASUZAWA, T. A study of plant distribution and the soil environment on Mt. Apoi, Hokkaido. **Japanese Journal of Ecology**, Nihon Seitai Gakkai Shi, v.55, n. 1, p. 91-97, 2005.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2006. Disponível em <http://www.ibama.gov.br/>. Acesso em 20 abril 2007.

IBGE. **Mapa de biomas do Brasil**. Escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm>. Acesso em 20 abril 2007.

IGUATEMY, M. A; SILVA, M. A. C.; SILVA, R. R.. **Heterogeneidade ambiental e riqueza de espécies lenhosas em um fragmento de cerrado, Itirapina – SP**. Disponível em: <http://www.ib.unicamp.br/profs/fsantos/ecocampo/ne211/2005/R2-c.pdf> . Acesso em 07 ago 2008.

INSTITUTO DE PLANEJAMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. Setor de Agricultura, Brasília, DF. **Aproveitamento atual e potencial dos cerrados: base física e potencialidade da região**. Brasília, 1973. v. 1, 197p. (IPEA. Estudos para o Planejamento, 2).

JACOMINE, P.K.T. Solos sob Matas Ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Universidade de São Paulo. p. 27-31, 2000.

JAFARI, M; CHAHOUKI, M. A. Z; TAVILI, A; AZARNIVAND, H. Soil-Vegetation Relationships in Hoz-e-Soltan Region of Qom Province, Iran. **Pakistan Journal of Nutrition**, Karaj, v. 2, n. 6, p. 329-334, 2003.

JENNY, H. **Factors of soil formation**. New York: McGraw-Hill. 1941. 281 p.

JENNY, H. Role of the plant factor in the pedogenic functions. **Ecology**, Corvallis, n. 39, p. 5-16, 1958.

JENSEN, M.E.; SIMONSON, G.H.; DOSSKEY, M. Correlation between soils and sagebrush-dominated plant communities of northeastern Nevada. **Soil Science Society of America Journal**, Madson, n. 54, p. 902-910, 1990.

JUHÁSZ, C.E.P. **Relação solo-água-vegetação em uma toposequência localizada na Estação Ecológica de Assis, SP**. 2005. 110 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

JUHÁSZ, C.E.P.; CURSI, P.R. ; COOPER, M. ; OLIVEIRA, T. C. Dinâmica físico-hídrica de uma toposequência de solos sob savana florestada (cerradão) em Assis, SP, Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 401-412, 2006.

KIEHL, E.J. **Manual de edafologia: relações solo-planta**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1979. 264 p.

KLEMMEDSON, J.O. Topofunction of soils and vegetation in a range landscape. **American Society of Agronomy**, Madison, v. 5, p. 176-189, 1964.

KLUTE, A. Water retention: laboratory methods. **Methods of soil analysis**. 2nd ed. Madison: SSSA, 1986. pt. 1: Physical and mineralogical methods, cap. 26, p. 635-662. (SSSA. Agronomy, 9).

LEMONS, R.C.; SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 4.ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. 83 p.

LEPSCH, I.F.; BUOL, S.W.; DANIELS, R.B. Soil-landscape relationships in the occidental plateau of São Paulo State, Brazil: I. Geomorphic surfaces and soil mapping units. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 41, n. 1, p. 104-109, 1977.

LIMA, V.C.; LIMA, M.R. Formação do solo. In: LIMA, V.C.; LIMA, M.R.; MELO, V.F. (Ed.). **O solo no meio ambiente: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Departamento de Solos. p. 1 – 10, 2007.

LINSINGEN, E. VON; SONEHARA, J. S.; UHLMANN, A.; CERVI, A.. Composição florística do Parque Estadual do Cerrado de Jaguariaíva, Paraná, Brasil. **Acta Biologica Paranaense**, Curitiba, v. 35, p. 197-232, 2006.

LOPES, A.S. **Solos sob “cerrado”, características, propriedades e manejo**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1993. 35 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas nativas do Brasil**. 2. ed. v.1. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 1998a. 370 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas nativas do Brasil**. 2. ed. v. 2. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 1998b. 352 p.

- MACEDO, J. Os solos da região dos cerrados. In: ALVAREZ V.H.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F. (Ed.). O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado. Viçosa: **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, p.135-155, 1996.
- MAJOR, J. A functional, factorial approach to plant ecology. **Ecology**, Corvallis, v. 32, p. 392-412, 1951.
- MELO, A.C.G.; BÔAS, O.V.; NAKATA, H. Teste de espécies arbóreas para plantio em área de cerrado. In: VILLAS BOAS, O.; DURIGAN, G. (Org.). **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista**: resultados da cooperação Brasil-Japão. São Paulo: Instituto Florestal, Secretaria do Meio Ambiente, 2004. p.305-314.
- MELO-FILHO, J. F.; SOUZA, A.L.V.; SOUZA, L.S. Determinação do índice de qualidade subsuperficial em um Latossolo Amarelo coeso dos tabuleiros costeiros, sob floresta natural. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p. 1599-1608, 2007.
- MORENO, M. I. C.; SCHIAVINI, I. ; HARIDASAN, M. Fatores edáficos influenciando na estrutura de fitofisionomias do cerrado. **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, (UFU. Online), v. 9, p. 173-194, 2008.
- NEIMAN Jr., K.E. **Soil characteristics as an aid to identifying forest habitat types in northern Idaho**. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station, 1988. 16 p. (Res. Pap. INT-390).
- OLIVEIRA-FILHO, A.T.; RATTER, J.A. Padrões florísticos das matas ciliares da região do cerrado e a evolução das paisagens do Brasil central durante o quaternário tardio. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. (Ed.). **Matas ciliares**: conservação e recuperação. São Paulo: Universidade de São Paulo; FAPESP. 2000. p. 73-89.
- OLIVEIRA-JÚNIOR, H. J.; SHIMABUKURO, Y. E. Mapeamento da cobertura da terra dos Estados do Goiás e Tocantins utilizando imagens do sensor MODIS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (SBSR), 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 1641-1648.
- PINTO, J.R.R.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; HAY, J. D.V. Influence of soil and topography on the composition of a tree community in a Central Brazilian Valley Forest. **Edinburgh Journal of Botany**, Edinburgh, v. 62, n. 1, p. 69-90, 2006.
- RAIJ, B. VAN. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 1981. 93p.

REATTO, A.; MARTINS, E.S.; CARDOSO, E.A.; SPERA, S.T.; CARVALHO JÚNIOR, O.A.; GUIMARÃES, R.F.; FARIAS, M.F.R.; SILVA, A.V. **Relação entre as classes de solos e as principais fitofisionomias do alto curso do Rio Descoberto, Distrito Federal e Goiás**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003. 28 p. (Boletim de pesquisa).

REICHARDT, K.; TIMM, L.C. **Solo, planta e atmosfera: Conceitos, processos e aplicações**. Barueri: Editora Manole, 2004. 478 p.

RESCK, D.V.S. Perspectivas do uso e manejo dos solos no cerrado. In: ARAÚJO, Q.R. (Org.). **500 anos de uso do solo no Brasil**. Ilhéus: Editus, 2002. p. 218-237.

RESENDE, M.; KER, J.C.; BAHIA FILHO, A.F.C. Desenvolvimento sustentável do cerrado. In: ALVAREZ V.H.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F. (Ed.). O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado. Viçosa: **Revista Brasileira de Ciência do Solo**; Viçosa, v. 1, n. 1, p. 135-155, 1996.

RIBEIRO-JÚNIOR, P.J.; DIGGLE, P. **GeoR: A package for geostatistical analysis R-NEWS**. n.1, p. 15-18, 2001.

RINGROSE-VOASE, A.J. Micromorphology of soil structure: description, quantification, application. **Australian Journal of Soil Research**, Melbourne, v. 29, p. 777-813, 1991.

RODRIGUES, L.A.; CARVALHO, D.A.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; CURI, N. Efeitos de solos e topografia sobre a distribuição de espécies arbóreas em um fragmento de floresta estacional semidecidual, em Luminárias, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.1, p.25-35, 2007.

RODRIGUES, R.R. **Diversidade, dinâmica e conservação em florestas do Estado de São Paulo: 40ha de parcelas permanentes**. Piracicaba: ESALQ, 2003. (Relatório Científico II). Disponível em: <<http://www.lerf.esalq.usp.br/parcelas/relatorio2.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2007.

RODRIGUES, R.R. **Diversidade, dinâmica e conservação em florestas do Estado de São Paulo: 40ha de parcelas permanentes**. Piracicaba: ESALQ, 2004. (Relatório Científico III). Disponível em: <<http://www.lerf.esalq.usp.br/parcelas/rel2004.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2007.

RODRIGUEZ-ITURBE, I. Ecohydrology: A hydrologic perspective of climate-soil-vegetation dynamics. **Water Resources Research**, Arizona, v. 36, n. 1, p. 3–9, 2000.

RUGGIERO, P.G.C.; BATALHA, M.A.; PIVELLO, V.R.; MEIRELLES, S;T. Soil-vegetation relationships in cerrado (Brazilian savanna) and semideciduous forest, Southeastern Brazil. **Plant Ecology**, Ames, v.160, n.1, p. 1-16, 2002.

SATTERWHITE, M. B.; EHLEN, J. **Landform-vegetation relationships in the northern Chihuahuan desert**. Army: Yaalon, 1981. 151 p.

SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J.C.; FELFILI, J.M. **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: mma, 2005. v. 1. 439 p.

SEXTON, W. T. **Selected forest soil-parent material relationships in the Clearwater and Nez Perce National Forests**. Moscow, ID: University of Idaho, 1986. 85 p.

SILVA JÚNIOR, M. C. Comunidades de árvores e sua relação com os solos na mata do Pitoco, reserva ecológica do IBGE, Brasília-DF. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 22, n. 1, p.29-40, 1998.

SOUZA, Z.M.; MARQUES JÚNIOR, J.; COOPER, M.; PEREIRA, G.T. Micromorfologia do solo e sua relação com atributos físicos e hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 3, p. 487-492, 2006.

SOUZA, J.S.; ESPÍRITO-SANTO, F.D.B.; FONTES, M.A.L.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; BOTEZELLI, L. Análise das variações florística e estruturais da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua às margens do rio Capivari, Lavras/MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 185-206, 2003.

SPERA, S.T.; REATTO, A.; MARTINS, E.S.; CORREIA, J.R. **Atributos físicos de solos e distribuição das fitofisionomias de cerrado na bacia hidrográfica do rio Jardim, DF**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. 19 p. (Boletim de pesquisa).

TISDALE, E.W.; BRAMBLE-BRODAHL, M. Relationships of site characteristics to vegetation in canyon grasslands of west central Idaho and adjacent areas. **Journal of Range Management**, Revue, n. 36, p. 775-778, 1983.

UHLMANN, A; CURCIO, G.R. ; GALVÃO, F. ; MENEZES SILVA, S. Relações entre a distribuição de categorias fitofisionômicas e padrões geomórficos e pedológicos em uma área de savana (cerrado) no Estado do Paraná, Brasil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 40, n. 2, p. 473-483, 1997.

VAN GENUCHTEN, M.T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 44, p. 892-898, 1980.

VIEIRA, L.S. **Manual da Ciência do Solo: com ênfase aos solos tropicais**. 2 ed, São Paulo: Editora Agronômica CERES, 1988. 464 p.

VIEIRA, S.R. Permeâmetro: novo aliado na avaliação de manejo do solo. **O Agrônomo**, Campinas, v. 47-50, p. 32-33, 1995/1998.



**ANEXOS**

Anexo A - Descrição geral e morfológica completa dos perfis de solo estudados

PERFIL – T1

DESCRIÇÃO GERAL

**DATA - 01/11/2003**

CLASSIFICAÇÃO – **LATOSSOLO VERMELHO distrófico típico** A moderado textura arenosa/média fase cerradão tropical subperenifólio relevo suave ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO - **LVd**

LOCALIZAÇÃO E COORDENADAS - Descrito e coletado em trincheira na subparcela F9 do BiotáPP/EEA, nas coordenadas UTM (SAD69) X = 564146,956 e Y = 7501017,977.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Trincheira situada em terço superior de encosta, com cerca de 4,5% de declive e sob serapilheira.

ALTITUDE – 558 m

LITOLOGIA – Arenitos finos a muito finos com lentes de siltitos arenosos e argilitos

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Formação Adamantina grupo Bauru

PERÍODO - Pleistoceno

MATERIAL ORIGINÁRIO – Produto de intemperismo de arenito da formação Adamantina

PEDREGOSIDADE - Não pedregoso

ROCHOSIDADE - Não rochoso

RELEVO LOCAL – Suave ondulado

REGIONAL - Suave ondulado

EROSÃO - Não aparente

DRENAGEM – Acentuada

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Cerradão ou savana florestada

USO ATUAL - Reserva de vegetação nativa

CLIMA - Cwa da classificação de Köppen

DESCRITO E COLETADO POR – P. R. Cursi, C. E. P. Juhász e M. Cooper.

## DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0-25 cm; bruno avermelhado (5YR 4/4, úmido); areia franca; fraca média e pequena grumosa; solto, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e gradual.
- AB 25-56 cm; bruno avermelhado (5YR 4,5/4, úmido); franco arenosa; fraca média e pequena blocos subangulares; macio, muito friável, não plástico e não pegajoso, transição plana e gradual.
- Bw1 56-94 cm; vermelho (2,5YR 4/7, úmido); franco arenosa; fraca média blocos subangulares que se desfaz em forte muito pequena granular; ligeiramente duro, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e difusa.
- Bw2 94-142+ cm; vermelho (2,5YR 4/6, úmido); franco arenosa; fraca média blocos subangulares que se desfaz em forte muito pequena granular; ligeiramente duro, muito friável, não plástico e não pegajoso.

RAÍZES – Abundantes finas e médias no A; freqüentes finas e médias no AB; comuns finas e algumas grandes em Bw1; poucas finas e uma grande no Bw2.

OBSERVAÇÕES –Atividade biológica visível em A, AB e Bw1.

### PERFIL – T2

#### DESCRIÇÃO GERAL

DATA - 01/11/2003

CLASSIFICAÇÃO – **LATOSSOLO VERMELHO distrófico típico** A moderado textura média fase cerradão tropical subperenifólio relevo suave ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO - **LVd**

LOCALIZAÇÃO E COORDENADAS - Descrito e coletado em trincheira na subparcela D6 do BiotáPP/EEA, nas coordenadas UTM (SAD69) X = 564078,333 e Y = 7501049,097.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Trincheira situada em terço médio de encosta, com cerca de 7% de declive e sob serapilheira.

ALTITUDE – 554 m

LITOLOGIA – Arenitos finos a muito finos com lentes de siltitos arenosos e argilitos

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Formação Adamantina grupo Bauru

PERÍODO - Pleistoceno

MATERIAL ORIGINÁRIO – Produto de intemperismo de arenito da formação Adamantina

PEDREGOSIDADE - Não pedregoso

ROCHOSIDADE - Não rochoso

RELEVO LOCAL – Suave ondulado

REGIONAL - Suave ondulado

EROSÃO - Não aparente

DRENAGEM – Acentuada

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Cerradão ou savana florestada

USO ATUAL - Reserva de vegetação nativa

CLIMA - Cwa da classificação de Köppen

DESCRITO E COLETADO POR – P. R. Cursi, C. E. P. Juhász e M. Cooper.

### DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0-14 cm; vermelho amarelado (5YR 4/6, úmido); franco arenosa; fraca média e pequena grumosa; solto, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e clara.
- AB 14-32 cm; bruno avermelhado (5YR 4/4, úmido); franco arenosa; fraca média a pequena blocos subangulares; solto, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e gradual.
- Bw1 32-86 cm; vermelho (2,5YR 4/6, úmido); franco arenosa; fraca média blocos subangulares que se desfaz em forte muito pequena granular; ligeiramente duro, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e difusa.

Bw2 86-142+ cm; vermelho (2,5YR 4,5/6, úmido); franco arenosa; fraca média blocos subangulares que se desfaz em forte muito pequena granular; ligeiramente duro, muito friável, não plástico e não pegajoso.

RAÍZES – Freqüentes finas, médias e uma grande no A e finas e médias em AB; comuns finas e médias em Bw1; poucas finas no Bw2.

OBSERVAÇÕES –Atividade biológica visível em A, AB e Bw1.

### PERFIL – T3

#### DESCRIÇÃO GERAL

DATA - 01/11/2003

CLASSIFICAÇÃO – **LATOSSOLO VERMELHO AMARELO distrófico típico A** moderado textura média fase cerradão tropical subperenifólio relevo suave ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO - **LVAd**

LOCALIZAÇÃO E COORDENADAS - Descrito e coletado em trincheira na subparcela C3 do BiotaPP/EEA, nas coordenadas UTM (SAD69) X = 564022,752 e Y = 7501053,706.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Trincheira situada em terço médio de encosta, com cerca de 7% de declive e sob serapilheira.

ALTITUDE – 551 m

LITOLOGIA – Arenitos finos a muito finos com lentes de siltitos arenosos e argilitos

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Formação Adamantina grupo Bauru

PERÍODO - Pleistoceno

MATERIAL ORIGINÁRIO – Produto de intemperismo de arenito da formação Adamantina

PEDREGOSIDADE - Não pedregoso

ROCHOSIDADE - Não rochoso

RELEVO LOCAL – Suave ondulado

REGIONAL - Suave ondulado

EROSÃO - Não aparente

DRENAGEM – Acentuada

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Cerradão ou savana florestada

USO ATUAL - Reserva de vegetação nativa

CLIMA - Cwa da classificação de Köppen

DESCRITO E COLETADO POR – P. R. Cursi, C. E. P. Juhász e M. Cooper.

### DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0-20 cm; bruno avermelhado (5YR 4/4, úmido); franco arenosa; fraca pequena grumosa; solto, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e gradual.
- AB 20-60 cm; bruno avermelhado (5YR 4/4, úmido); franco arenosa; fraca pequena a média blocos subangulares; solta, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e gradual.
- BA 60-87 cm; vermelho amarelado (5YR 4/6, úmido); franco arenosa; fraca média a pequena blocos subangulares e forte muito pequena granular; macio, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e difusa.
- Bw 87-145+ cm; vermelho amarelado (5YR 4,5/6, úmido); franco arenosa; fraca média blocos subangulares que se desfaz em forte muito pequena granular; macio, muito friável, não plástico e não pegajoso.

RAÍZES – Abundantes finas, médias e duas grandes no A; freqüentes finas, médias e uma grande no AB; comuns finas e médias em BA; poucas finas no Bw.

OBSERVAÇÕES –Atividade biológica comum em A e BA.

### PERFIL – T4

### DESCRIÇÃO GERAL

DATA - 01/11/2003

CLASSIFICAÇÃO – **LATOSSOLO AMARELO distrófico típico** A moderado textura arenosa/média fase cerradão tropical subperenifólio relevo suave ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO - **LAd**

LOCALIZAÇÃO E COORDENADAS - Descrito e coletado em trincheira na subparcela B1 do BiotaPP/EEA, nas coordenadas UTM (SAD69) X = 563977,042 e Y = 7501068,656.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Trincheira situada em terço inferior de encosta, com cerca de 7,5% de declive e sob serapilheira.

ALTITUDE – 548 m

LITOLOGIA – Arenitos finos a muito finos com lentes de siltitos arenosos e argilitos

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Formação Adamantina grupo Bauru

PERÍODO - Pleistoceno

MATERIAL ORIGINÁRIO – Produto de intemperismo de arenito da formação Adamantina

PEDREGOSIDADE - Não pedregoso

ROCHOSIDADE - Não rochoso

RELEVO LOCAL – Suave ondulado

REGIONAL - Suave ondulado

EROSÃO - Não aparente

DRENAGEM – Acentuada

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Cerradão ou savana florestada

USO ATUAL - Reserva de vegetação nativa

CLIMA - Cwa da classificação de Köppen

DESCRITO E COLETADO POR – P. R. Cursi, C. E. P. Juhász e M. Cooper.

#### DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A 0-20 cm; bruno (7,5YR 5/4, úmido); areia franca; fraca média e pequena granular; solto, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e gradual.

AB 20-66 cm; bruno (7,5YR 5/4, úmido); franco arenosa; fraca média e pequena blocos subangulares; macio, muito friável, não plástico e não pegajoso, transição plana e gradual.

BA 66-93 cm; bruno forte (7,5YR 4/6, úmido); franco arenosa; fraca média e pequena blocos subangulares e forte muito pequena granular; ligeiramente duro, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e difusa.

Bw 93-150+ cm; bruno forte (7,5YR 5/6, úmido); franco arenosa; fraca média blocos subangulares que se desfaz em forte muito pequena granular; ligeiramente duro, muito friável, não plástico e não pegajoso.

RAÍZES – Abundantes médias, finas e grandes no A; freqüentes médias e finas no AB; comuns finas e médias em BA; poucas finas no Bw.

OBSERVAÇÕES –Atividade biológica comum em A, AB e BA.

#### PERFIL – T5

#### DESCRIÇÃO GERAL

DATA - 31/10/2003

CLASSIFICAÇÃO – **GLEISSOLO HÁPLICO Tb distrófico típico** A moderado textura arenosa/média fase cerradão tropical subperenifólio relevo plano.

UNIDADE DE MAPEAMENTO - **GXbd**

LOCALIZAÇÃO E COORDENADAS - Descrito e coletado em trincheira na subparcela Z0 do BiotáPP/EEA, nas coordenadas UTM (SAD69) X = 563952,934 e Y = 7501095,709.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Trincheira situada em sopé de encosta, com cerca de 2,5% de declive e sob cobertura de serapilheira.

ALTITUDE – 545 m

LITOLOGIA – Sedimentos quaternários

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – sedimentos sobre formação Adamantina grupo Bauru

PERÍODO - Holoceno

MATERIAL ORIGINÁRIO - Sedimentos aluviais e coluviais

PEDREGOSIDADE - Não pedregoso

ROCHOSIDADE - Não rochoso



RELEVO LOCAL – Plano

REGIONAL - Suave ondulado

EROSÃO - Não aparente

DRENAGEM – Imperfeita a Boa

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Cerradão ou savana florestada

USO ATUAL - Reserva de vegetação nativa

CLIMA - Cwa da classificação de Köppen

DESCRITO E COLETADO POR – P. R. Cursi, C. E. P. Juhász e M. Cooper.

### DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0-20 cm; bruno acinzentado (10YR 5/2, úmido); areia franca; fraca pequena grumosa e grãos simples; solto, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e clara.
- AE 20-37 cm; bruno (10YR 5/3, úmido); areia franca; fraca média e pequena blocos subangulares que se desfaz em grãos simples; solto, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e clara.
- E 37-80 cm; bruno (10YR 5/3, úmido) com bandas mais claras; areia franca; fraca média e grande blocos subangulares que se desfaz em grãos simples; solto, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e clara.
- Eg 80-108 cm; bruno (10YR 5/3, úmido); franco arenosa; fraca média blocos subangulares e grãos simples; solto, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e clara.
- Btg1 108-138 cm; cinzento brunado claro (10YR 6/2, úmido); franco arenosa; moderada a fraca média a pequena blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e abrupta.
- Btg2 138-160+ cm; cinza claro (10YR 7/1, úmido); franco argilo arenosa; maciça que se desfaz em moderada média e pequena blocos subangulares; duro, firme, plástico e pegajoso.

RAÍZES – Abundantes finas, médias e grandes em A e AE; freqüentes médias e finas em E; comuns finas e médias em Eg; poucas finas em Btg; raras finas em Btg2.

OBSERVAÇÕES –Atividade biológica comum em A e AE; presença de mosqueados de cores bruno forte (7,5YR 5/8), amarelo avermelhado (7,5YR 6/6) e vermelho amarelado (5YR 5/8) em 10 % da matriz de Eg e em 30 a 40 % da matriz do Btg1; presença de mosqueados de cor amarelo avermelhado (7,5YR 6/6; 10YR 6/6) e nódulos de cor vermelho (2,5YR 4/6) em 30 a 40 % da matriz do Btg2.

## Anexo B – Análise química dos horizontes dos perfis de solo estudados

Perfil*	Hori- zonte	Profun- didade	pH CaCl <sub>2</sub>	pH KCl	pH H <sub>2</sub> O	pH	SB	CTCe (t)	CTC (T)	V	m	H + Al	Al <sup>+3</sup>	Ca	Mg	K	P	Fe	MO
		--- m ---						----- mol.m <sup>-3</sup> -----		--- % ---			----- mol.m <sup>-3</sup> -----					--- g.m <sup>-3</sup> ---	kg.m <sup>-3</sup>
<b>T1 (LVd)</b>	A	0,00-0,25	3,7	4,12	4,84	-0,72	2,2	11,8	36,3	5,9	81,7	34,2	9,6	1,0	1,0	0,2	3,4	59,6	17,7
	AB	0,25-0,56	3,8	4,17	4,15	0,02	2,2	12,3	29,8	7,2	82,4	27,7	10,1	1,0	1,0	0,2	2,0	24,4	13,0
	Bw1	0,56-0,94	3,8	4,16	4,30	-0,14	2,1	11,2	24,5	8,5	81,4	22,4	9,1	1,0	1,0	0,1	1,4	11,4	11,2
	Bw2	0,94-1,42+	3,9	4,17	4,47	-0,30	2,1	11,4	24,5	8,5	81,8	22,4	9,3	1,0	1,0	0,1	1,0	9,2	10,2
<b>T2 (LVd)</b>	A	0,00-0,14	3,6	4,06	4,78	-0,72	2,1	15,4	60,0	3,5	86,5	57,9	13,3	1,0	1,0	0,1	1,4	140,6	20,5
	AB	0,14-0,32	3,6	4,06	4,22	-0,16	2,2	13,8	40,1	5,4	84,4	38,0	11,6	1,0	1,0	0,2	4,4	58,0	14,9
	Bw1	0,32-0,86	3,7	4,17	4,61	-0,44	2,2	11,6	27,1	7,9	81,4	24,9	9,4	1,0	1,0	0,2	2,4	25,2	12,1
	Bw2	0,86-1,42+	3,9	4,20	4,54	-0,34	2,2	12,8	24,6	8,8	83,1	22,4	10,6	1,0	1,0	0,2	1,7	11,6	8,4
<b>T3 (LVAd)</b>	A	0,00-0,20	3,6	3,99	4,30	-0,31	8,1	21,3	60,2	13,4	62,0	52,1	13,2	7,0	1,0	0,1	1,4	74,8	18,6
	AB	0,20-0,60	3,7	4,21	4,19	0,02	2,1	12,0	32,8	6,3	82,7	30,8	9,9	1,0	1,0	0,1	3,7	27,4	13,0
	BA	0,60-0,87	3,8	4,23	4,40	-0,17	2,1	10,9	27,0	7,7	80,9	24,9	8,8	1,0	1,0	0,1	14,3	15,2	10,2
	Bw	0,87-1,45+	3,9	4,23	4,54	-0,31	2,1	10,0	24,5	8,5	79,2	22,4	7,9	1,0	1,0	0,1	1,0	8,4	9,3
<b>T4 (LAd)</b>	A	0,00-0,20	3,6	4,03	4,46	-0,43	2,1	13,6	40,1	5,2	84,7	38,0	11,5	1,0	1,0	0,1	1,0	67,0	17,7
	AB	0,20-0,66	3,7	4,02	3,91	0,11	3,2	13,9	30,8	10,2	77,2	27,7	10,7	1,0	2,0	0,2	4,1	35,6	13,0
	BA	0,66-0,93	3,7	4,15	4,18	-0,03	2,2	11,5	27,1	7,9	81,2	24,9	9,3	1,0	1,0	0,2	2,4	18,2	11,2
	Bw	0,93-1,50+	3,9	4,22	4,89	-0,67	2,2	12,9	24,6	8,8	83,3	22,4	10,7	1,0	1,0	0,2	0,7	8,6	10,2
<b>T5 (GXbd)</b>	A	0,00-0,20	3,8	4,26	4,23	0,03	3,2	13,2	45,4	6,9	76,0	42,2	10,0	1,0	2,0	0,2	0,7	25,6	18,6
	AE	0,20-0,37	3,8	4,14	4,07	0,07	3,2	13,1	37,3	8,4	75,9	34,2	9,9	1,0	2,0	0,2	5,4	28,8	13,0
	E	0,37-0,80	3,8	4,13	4,06	0,07	2,2	11,3	24,6	8,8	80,9	22,4	9,1	1,0	1,0	0,2	4,1	24,2	10,2
	Eg	0,80-1,08	3,8	4,06	4,16	-0,10	2,1	10,4	22,3	9,3	80,0	20,2	8,3	1,0	1,0	0,1	1,7	21,2	9,3
	Btg1	1,08-1,38	3,7	4,05	4,29	-0,24	2,1	12,2	24,5	8,5	83,0	22,4	10,1	1,0	1,0	0,1	1,4	14,2	9,3
	Btg2	1,38-1,60+	3,8	4,1	4,69	-0,61	2,1	14,9	29,8	7,0	86,0	27,7	12,8	1,0	1,0	0,1	1,7	6,6	8,4