



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Botucatu



UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE BOTUCATU

INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS

**A OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES DE CERRADO EM 18
FRAGMENTOS COM FISIONOMIA FLORESTAL NO
NOROESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO E AS
CARACTERÍSTICAS DO SOLO**

CLÉLIA MARIA MARDEGAN

Tese apresentada ao Instituto de Biociências, *Campus* de Botucatu, UNESP, para obtenção do título de Doutor no Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Botânica), Área de Concentração: Morfologia e Diversidade Vegetal.

Botucatu – SP

- 2012 -



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Botucatu



UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE BOTUCATU

INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS

**A OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES DE CERRADO EM 18
FRAGMENTOS COM FISIONOMIA FLORESTAL NO
NOROESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO E AS
CARACTERÍSTICAS DO SOLO**

CLÉLIA MARIA MARDEGAN

**PROF. DR. OSMAR CAVASSAN
ORIENTADOR**

Tese apresentada ao Instituto de Biociências, *Campus* de Botucatu, UNESP, para obtenção do título de Doutor no Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Botânica), Área de Concentração: Morfologia e Diversidade Vegetal.

Botucatu – SP

- 2012 -

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO DE AQUIS. E TRAT. DA INFORMAÇÃO
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO – CAMPUS DE BOTUCATU – UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: **ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE.**

Mardegan, Clélia Maria

A ocorrência de espécies de cerrado em 18 fragmentos com fisionomia florestal no noroeste do estado de São Paulo e as características do solo / Clélia Maria Mardegan. – Botucatu: [s.n.], 2012

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: Osmar Cavassan

Capes: 20306008

1. Ecologia do cerrado. 2. Fauna do solo. 3. Ecologia florestal – São Paulo (Estado)

Palavras-chave: Determinismo edáfico; Espécies indicadoras; Gradiente vegetacional; Mata estacional.

“Acredita, porque sei, tu encontrarás mais coisas nas florestas do que em livros;
as árvores e as pedras te ensinarão mais do que qualquer mestre te poderá dizer”.

São Bernardo de Clairveaux

Aos meus filhos:
Larissa, Clara e Bruno,
dedico com amor

AGRADECIMENTOS

Primeiro a Deus, que nos deu a vida, que se renova a cada dia.

Aos meus pais, José e Cléria que, embora não estejam mais neste plano físico, residem em meu coração. Com eles aprendi os verdadeiros valores humanos.

Aos meus filhos, Larissa, Clara e Bruno, motivos de orgulho em minha vida, pelo incentivo, apoio e carinho.

À Larissa, em especial, pela elaboração do Abstract. Ao Bruno pela conferência exaustiva das referências de literatura. À Clara, pelas palavras de ânimo.

Ao meu orientador, Osmar Cavassan, mestre seguro na condução deste aprendizado, que aprendi a respeitar pelas atitudes corretas, decisões seguras e sábios conselhos.

Aos meus irmãos, Sérgio e Roberto e suas famílias, embora distantes, pelo apoio incondicional recebido em todas as horas.

Aos amigos, Célia Volpone e Rafael Paccini, pelo carinho, confiança e apoio recebido. Vocês também são minha família!

Ao Paulo Maiorano, querido companheiro de todas as horas do Projeto Biota. Sua tranquilidade e fé nos salvaram naquele dia 02/02/2010. Guardarei para sempre as lembranças de nossas conversas e nossa perseverança para encontrarmos o caminho de volta. Ah...mas esta estória seria um bom motivo para um livro!

Ao Eliseu Militão, pessoa simples do campo que, com perseverança e atitude, guiou o caminho do resgate.

À Polícia Ambiental de Novo Horizonte e Catanduva, Corpo de Bombeiros e Polícia Civil do Estado de São Paulo, pela dedicação e empenho por nossa busca em Sales, no dia 02/02/2010.

À Associação dos fornecedores de cana da Região de Catanduva (AFCRC), pelo auxílio recebido para a realização das análises de solo. Em especial, à Thaisa Serpa, responsável pelo Laboratório de Solo.

À professora Maria Helena Moraes do Departamento de Solos da FCA de Botucatu, pelo auxílio na definição da amostragem adotada nas coletas de solo deste trabalho.

Aos professores e funcionários da UNESP de São José do Rio Preto, pelo apoio e carinho na ocasião do nosso resgate na Mata de Sales, em 02/02/2010.

Ao Pesq. Dr. Roque Cielo Filho, pela amizade, auxílio na elaboração das análises estatísticas e sugestões para a elaboração do texto. Seu apoio foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho.

À Prof^ª Dr^ª Andréia Alves Rezende, companhia segura e divertida nas coletas de campo [...] sempre procurando ajustar e acomodar as necessidades de todos os participantes do projeto. Obrigada. Valeu!

À Prof^ª Dr^ª Neusa Taroda Ranga, pelo auxílio no herbário e sugestões oferecidas.

Aos professores e funcionários da UNESP de São José do Rio Preto, pelo apoio e carinho recebidos na ocasião do nosso resgate na Mata de Sales, em 02/02/2010.

Ao Héber e Alberto, pela amizade, companheirismo e, sobretudo, pelo inestimável auxílio de campo nas coletas de solo.

À Ana Carolina Marcondelli (Nina), Angélica Robatino e Aliane Oliveira pelo apoio, amizade e companheirismo.

Ao amigo Eng^º Agr^º Mario Ivo Drugowich, diretor do Ciagro/Cati pelas sugestões e apoio na elaboração dos mapas do anexo A. Nossas conversas sobre os latossolos e os argissolos m^o foram de grande valia.

Ao Eduardo Ribeiro da Silva, do Ciagro/Cati, pelo trabalho de elaborar os mapas do anexo A.

Ao amigo Eng^º Agr^º Luis Antonio Sanches Murakami da Cati Regional de Lins, pela amizade, apoio e paciência na elaboração e ajuste das figuras deste trabalho. Valeu!

Aos demais amigos da Cati Regional de Lins, pelo apoio, compreensão das minhas ausências e opiniões oferecidas nas diversas etapas deste trabalho: Eng^º Agr^º Choshin Kameyama, por

possibilitar minha participação no curso de pós-graduação, Engº Agrº Cyro Queiroz Junqueira, diretor da Regional de Lins, Engª Agrª Cláudia Delamano Santos Junqueira, Engª Agrª Livia Maria Torres, Engº Agrº Ryosuke Kavati, Engº Agrº Harumi Hamamura, Engº Agrº Edson Savazaki, Engª Agrª Liliane R. Carneiro Maia, Engº Agrº Fabio Maia, Engº Agrº Silvio C. Barbosa, Engº Agrº Hidenobo Uski, Med. Vet. Mauricio Toledo Barros, Maria Inês Martos, Aparecido de Campos, Olga Missae O. Marcelino e demais companheiros da Regional de Lins.

Ao Plínio Volpone, pelas sugestões oferecidas e palavras de ânimo nas horas difíceis.
Obrigada!

Aos antigos amigos da faculdade de agronomia FCA de Jaboticabal, Claudio César Girotti Barban e David de Lima Isaac que, mesmo à distância, torceram por mim em mais esta etapa da vida. Obrigada, meninos!!!

Às amigas, Celia Volpone, Keiko Kurimori, Anita Ferraz, Belei Buckmam, Maria Angela Vilela, Marcia Almeida, Francieli e Luis Henrique Petenazzi, Maria Ivonete, Rutinha e Patrícia Novelli, pelo encorajamento nos momentos difíceis. É maravilhoso ter amigos como vocês!

Ao pessoal da pos graduação do IBB Unesp de Botucatu, pelo atendimento sempre tão atencioso e preciso em todas as etapas deste curso.

À Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), por ter me autorizado a participar do curso de pós-graduação.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, participaram deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	10
ABSTRACT.....	11
LISTA DE FIGURAS.....	12

LISTA DE TABELAS.....	13
1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1 As formações vegetacionais do noroeste do Estado de São Paulo.....	18
2.1.1 Floresta estacional.....	18
2.1.2 O cerrado.....	20
2.1.2.1 Origens e fatores condicionantes.....	20
2.1.2.1.1 <i>A ação do fogo.....</i>	20
2.1.2.1.2 <i>A influência da umidade.....</i>	22
2.1.2.1.3 <i>As ações antrópicas.....</i>	23
2.1.2.1.4 <i>Mudanças climáticas no Quaternário.....</i>	23
2.1.2.1.5 <i>O fator solo.....</i>	25
2.1.2.2 Distribuição do cerrado e áreas ecotonais.....	30
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3.1 Localização e caracterização da área dos 18 fragmentos florestais na região noroeste do Estado de São Paulo.....	33
3.2 Alocação das parcelas e desenho amostral.....	34
3.3 Amostragem da vegetação.....	36
3.4 Amostragem de solo.....	39
3.5 Análise dos dados.....	42
4 RESULTADOS.....	46
5 DISCUSSÃO.....	56
6 CONCLUSÕES.....	65
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
ANEXO.....	81

MARDEGAN, C. M. A OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES DE CERRADO EM 18 FRAGMENTOS COM FISIONOMIA FLORESTAL NO NOROESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO E AS CARACTERÍSTICAS DO SOLO. 2012. 90p. TESE (DOUTORADO) – INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS, UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, BOTUCATU.

RESUMO – Esse estudo teve como objetivo verificar a existência de um gradiente estrutural entre 18 remanescentes florestais no noroeste do Estado de São Paulo. Para isso, analisaram-

se a sua flora e as variáveis edáficas, averiguando-se a existência de correlação da similaridade estrutural e da edáfica. Os 18 fragmentos estudados localizam-se em uma região com macroclima semelhante (Aw, segundo Köppen), e foram categorizados entre pequenos (50-200 ha) e grandes (acima de 200 ha). Através de análise de ordenação, verificou-se a formação de quatro grupos distintos na forma de um gradiente. A análise IndVal possibilitou a indicação das espécies que melhor categorizaram os grupos identificados, permitindo verificar a sua ocorrência em floresta estacional semidecidual e cerrado. Comprovou-se a existência de uma correlação significativa entre a similaridade edáfica e a estrutural, sendo as variáveis edáficas mais importantes para essa diferenciação, potencial hidrogênio-iônico (pH), acidez potencial (H^+ Al), alumínio (Al), saturação em bases (V%), soma de bases (SB), cálcio (Ca), enxofre (S), fósforo (P), manganês (Mn), magnésio (Mg), potássio (K), areia total e argila. Desta forma, conclui-se que, naquela região, os fatores edáficos foram preponderantes na separação de floresta e cerrado, confirmando a hipótese do determinismo edáfico.

Palavras-chave: mata estacional, determinismo edáfico, espécies indicadoras, gradiente vegetacional.

MARDEGAN, C. M. **THE OCCURRENCE OF CERRADO SPECIES IN 18 FRAGMENTS WITH FOREST PHYSIOGNOMY IN THE NORTHWEST OF SÃO PAULO STATE AND THE SOIL CHARACTERISTICS.** 2012. 90p. TESE (DOUTORADO) – INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, BOTUCATU.

ABSTRACT – This study had as main goal to verify the existence of a structural gradient among 18 forest remainings in the northwest of Sao Paulo state. In order to verify it, flora and edaphic variables were analyzed, noticing the existence of correlation of structural and

edaphic similarity. The 18 studied fragments are located in a region with similar macro climate (Aw, as per Köppen), and were categorized as small (50-200 ha) and big (above 200 ha). Through analysis of ordination it was verified the formation of four distinct groups in the form of a gradient. The analysis IndVal allowed the indication of species that better categorize the identified groups, allowing verifying its occurrence in semideciduous seasonal forest and cerrado. It was proved to exist a significant similarity between edaphic and structural correlation, being the edaphic variables more important for this differentiation, hydrogen-ion (pH), acidity potential (H^+ Al), aluminum (Al), saturation in bases (V%), sum of bases (SB), calcium (Ca), sulfur (S), phosphorus (P), manganese (Mn), magnesium (Mg), potassium (K), total sand and clay. Therefore, it is concluded that in that region the edaphic factors were preponderant in the separation of forest and cerrado, confirming the hypothesis of edaphic determinism.

Keywords: seasonal forest, edaphic determinism, indicative species, vegetational gradient.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Localização dos 18 fragmentos florestais no noroeste do estado de São Paulo.....	36
Figura 2:	Mapa detalhado da área de estudo. Dezoito fragmentos florestais no noroeste do Estado de São Paulo. Fragmentos pequenos (entre 50 e 200 ha): P1 a P9; Fragmentos grandes (maiores que 200 ha): G1 a G9.....	36
Figura 3:	Esquema de alocação das parcelas em um dos 18 fragmentos florestais no noroeste do estado de São Paulo.....	37
Figura 4a:	Coleta de solo em duas profundidades utilizando-se trado do tipo “sonda”	41

Figura 4b:	Coleta realizada próxima ao marco da parcela (cano de PVC ao fundo).....	42
Figura 5a:	Gradiente de cor com aumento da profundidade (Fragmento P2, Município de Macaúbal).....	42
Figura 5b:	Inexistência de gradiente de cor com aumento da profundidade (Fragmento G9, Município de Matão).....	43
Figura 6:	Dendrograma obtido pelo método de ligação completa (distância de Bray-Curtis) para os 18 fragmentos florestais do noroeste do Estado de São Paulo.....	47
Figura 7:	Diagrama indicando o comportamento de dispersão dos fragmentos no espaço bidimensional produzido pela análise NMDS aplicada a uma matriz de dados quantitativos da vegetação de 18 fragmentos florestais do noroeste do Estado de São Paulo.....	48
Figura 8:	Diagrama de ordenação utilizando as variáveis edáficas mais importantes: potencial hidrogênio-iônico (pH), acidez potencial (H+Al), alumínio (Al), saturação em bases (V%), soma de bases (SB), cálcio (Ca), enxofre (S), fósforo (P), manganês (Mn) e magnésio (Mg), potássio (K), areia total e argila.....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Localização, coordenadas geográficas, altitude e área dos 18 fragmentos florestais estudados no noroeste do Estado de São Paulo.....	38
Tabela 2:	Classes de solo de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006), encontradas em 18 fragmentos florestais no noroeste do Estado de São Paulo.....	39
Tabela 3:	Sumário da NMDS aplicada a uma matriz de dados quantitativos da vegetação de 18 fragmentos florestais do noroeste do estado de São Paulo.....	48
Tabela 4:	Comparações par-a-par para os grupos dos 18 fragmentos florestais do	

	noroeste do Estado de São Paulo.....	49
Tabela 5:	Relação das espécies, grupo a que foram indicadas pela IndVal, valores de indicação (VI) e frequência nas listas florísticas de trabalhos consultados para cerrado e floresta estacional em 18 fragmentos florestais, no noroeste do Estado de São Paulo. Foram relacionadas somente as espécies que apresentaram valores significativos, segundo teste de “Monte Carlo” para $p \leq 0,05$. Trabalhos consultados para floresta estacional semidecidual (fes): Carvalho et al.(1996), Oliveira (2006), São Paulo, Estado (2008), Ramos et al. (2008) e Cielo Filho et al. (2009); para cerradão: Durigan et al. (2004), Batalha e Mantovani (2005), São Paulo (Estado), (2008), Moreno et al. (2008) e Pinheiro e Monteiro (2008).....	50
Tabela 6:	Variáveis edáficas analisadas nas formações cerradão e floresta estacional semidecidual (fes): potencial hidrogênio-iônico (pH), acidez potencial (H+Al), alumínio (Al), saturação em bases (V%), soma de bases (SB), cálcio (Ca), enxofre (S), fósforo P), manganês (Mn), magnésio (Mg), potássio (K), areia total e argila.....	53
Tabela 7:	Valores médios (e unidades) das variáveis edáficas obtidos nos 18 fragmentos florestais do noroeste do estado de São Paulo (P1 a G9). pH (potencial hidrogênio - iônico); P (fósforo - mg.dm^{-3}); MO (matéria orgânica - g. dm^{-3}); S (enxofre- mg.dm^{-3}); K (potássio - mmol.dm^{-3}); Ca (cálcio - mmol.dm^{-3}); Mg (magnésio - mmol.dm^{-3}); Al (alumínio - mmol.dm^{-3}); H+Al (hidrogênio + alumínio ou acidez potencial - mmol.dm^{-3}); SB (soma de bases - mmol.dm^{-3}); CTC (capacidade de troca catiônica - mmol.dm^{-3}); V% (saturação em bases); Cu (cobre - mg.dm^{-3}); Fe (ferro - mg.dm^{-3}); Mn (manganês- mg.dm^{-3}); Zn (zinco - mg.dm^{-3}); B (boro - mg.dm^{-3}); Argila (g.k); A.F (areia fina - g.k); A.G (areia grossa - g.k); A.T (areia total - g.k); Silte (g.k).....	56

1 INTRODUÇÃO

Floresta estacional e cerrado são duas formações vegetais distintas que ocorrem no interior do Estado de São Paulo, compartilhando o mesmo macroclima, mas apresentando composição florística e história evolutiva diferentes (LEITÃO FILHO, 1987).

A floresta estacional constitui uma formação vegetal que ocorre em ambiente com dupla estacionalidade climática (IBGE 1992), sendo um tropical, definido por dois períodos pluviométricos bem marcados (um chuvoso e outro seco), com temperaturas médias anuais em torno de 21°C; e outro subtropical, caracterizado por um curto período de seca,

acompanhado de acentuada queda da temperatura, com as médias mensais abaixo de 15°C (IBGE, 1992).

A este período está associada a perda das folhas, sendo que, para uma porcentagem de árvores despidas entre 20 e 50%, a floresta estacional é considerada semidecidual, bem como se esse percentual for superior a 50%, decidual. Considerada por Ramos et al.(2008) como um dos subtipos da Mata Atlântica, esta formação ocupa atualmente, de forma bastante fragmentada, parte dos Estados do Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Goiás, e em menor escala de área, os Estados de Espírito Santo, Rio de Janeiro e sul da Bahia (LEITÃO FILHO, 1982). As espécies arbóreas dessa formação vegetal formam um subconjunto da flora das florestas ombrófilas em um gradiente *continuum* de distribuição, no sentido do oceano ao interior, sofrendo influência da umidade, altitude e temperatura (OLIVEIRA, 2006). Além disso, têm características de descontinuidade, sendo entremeadas por áreas de cerrado (LEITÃO FILHO, 1987).

O Cerrado, nome popular das savanas brasileiras (IBGE, 1992), compreende as fisionomias campestres (campo limpo), savânica (campo sujo, campo cerrado e cerrado *strictu sensu*) e florestal (cerradão) (COUTINHO, 1978, 2002). Fisionomicamente, cerradão e floresta estacional se aproximam sendo que, a diferenciação entre estas formações vegetais a partir de características arquiteturais (MARTINS, 1990), nem sempre é segura. Além disso, as diferenças podem ser graduais no caso das transições entre os dois tipos de vegetação.

Muitas são as controvérsias sobre a origem e distribuição do cerrado em solos do Brasil, sendo alguns fatores apontados como condicionantes da sua origem: fogo (FERRACINI, et al., 1983; DURIGAN et al., 1987; HOFFMAN, 1999; DELITTI et al., 2001; DURIGAN; RATTER, 2006), água (RAWITSCHER 1948, 1950, 1951), estação seca definida (IBGE, 1992), ações antrópicas (DURIGAN et al., 1987; KLINK; MACHADO, 2005), flutuações climáticas do Quaternário (BEHLING, 1998; LEDRU et al., 1998; SALGADO LABORIAU, 1997; LEDRU, 2002) e solo (GOODLAND, 1979; OLIVEIRA FILHO; RATTER, 1995; RUGGIERO et al., 2002; MEDEIROS, 2004; TOPPA, 2004; MARIMON JÚNIOR; HARIDASAN, 2005; MORENO et al., 2008). Dentre esses fatores, as variações edáficas são frequentemente apontadas como responsáveis pela ocorrência de cerrado ou floresta estacional (BORGONOVÍ; CHIARINI, 1965; RATTER et al., 1978; OLIVEIRA FILHO; RATTER, 1995), sendo o teor de nutrientes do solo considerado como um dos fatores mais importantes para a determinação da vegetação do cerrado (RUGGIERO et al., 2002).

Em muitas regiões, a proximidade destas duas formações determina a ocorrência de ecótonos onde é possível encontrar uma vegetação de transição com espécies comuns à floresta estacional e ao cerrado, ambos com fisionomia florestal (LEITÃO FILHO, 1987; OLIVEIRA FILHO; FONTES, 2000). De acordo com o mapa de vegetação do Brasil (IBGE, 1997), as áreas de transição ou ecótonos representam aquelas regiões onde há uma mistura de elementos florísticos entre duas ou mais regiões adjacentes.

O Estado de São Paulo, devido à localização entre a região tropical e subtropical, e por suas formas de relevo, possui biodiversidade considerada como uma das mais elevadas do país (DURIGAN et al., 2008), sendo importante ressaltar que floresta estacional e cerrado foram os tipos de vegetação mais devastados nesse estado, ambos atualmente exibindo menos de 10% de sua cobertura original e relativamente pouco representados em Unidades de Conservação (DURIGAN et al., 2008).

Alguns estudos sobre a flora de matas estacionais e cerrado foram realizados no interior do Estado de São Paulo, (DURIGAN et al., 2004; BATALHA; MANTOVANI, 2005; OLIVEIRA, 2006; SÃO PAULO, 2008; CIELO FILHO et al., 2009), porém áreas de transição, entre os mesmos, têm sido pouco estudadas, não havendo consenso sobre os fatores que condicionam a ocorrência de uma ou outra formação vegetal (DURIGAN; RATTER, 2006). Para Siqueira e Durigan (2007), a distribuição atual do cerrado e da floresta estacional no Estado de São Paulo apresenta um padrão de mosaico bastante evidente, tornando-se muitas vezes impossível determinar onde uma formação termina e a outra começa.

Estudos em escala de paisagem (100-1000 km²) envolvendo diferentes sítios amostrais, com a finalidade de avaliar a hipótese do determinismo edáfico sobre a diferenciação entre cerrado e floresta estacional, são escassos. O noroeste do Estado de São Paulo constitui uma região homogênea do ponto de vista macroclimático, localizando-se entre o cerrado, a floresta estacional e as áreas de transição entre uma formação e outra. Mapeamentos fitogeográficos consideram as florestas dessa região como um mosaico entre as duas formações. Um trabalho de levantamento da vegetação do Estado de São Paulo foi realizado baseado em imagens orbitais dos satélites LANDSAT 5 e 7 (período 2000-2001) e fotografias aéreas coloridas digitais, decorrentes de voo efetuado em 2000- 2001, na escala 1:35.000 (SÃO PAULO, 2012). O produto deste levantamento, um mapeamento e a quantificação das fisionomias vegetacionais dos municípios paulistas, estão disponíveis em um documento denominado “Mapa Florestal dos Municípios do Estado de São Paulo”, encontrado no Sistema de Informações Florestais do Estado de São Paulo (SIFESP) (SÃO

PAULO, 2012). Entretanto o contato entre tipos de vegetação com estruturas fisionômicas semelhantes fica muitas vezes imperceptível, e o mapeamento por simples fotointerpretação é impossível, sendo necessárias informações sobre a flora da região, para que se possam delimitar corretamente as áreas das formações existentes e de ecótonos (IBGE, 1992).

Até recentemente, a região não dispunha de dados biológicos sobre os remanescentes florestais e, desta forma, 18 fragmentos foram estudados com o objetivo de preencher a lacuna de conhecimento da fauna e da flora da região, através do Projeto Temático “Fauna e flora dos remanescentes florestais do noroeste paulista: bases para estudos e conservação da biodiversidade” (Processo nº 2004/04820-3, Biota/FAPESP) (FAPESP, 2011).

Os levantamentos preliminares desse Projeto verificaram que, dos 18 remanescentes florestais selecionados, alguns apresentaram espécies de cerrado. Esse fato suscitou um questionamento sobre a identidade fitogeográfica dessas florestas.

Em uma paisagem com o mesmo macroclima, em região de contato entre o cerrado e floresta estacional, é possível avaliar a hipótese do determinismo edáfico. Espera-se que em tal paisagem estejam representadas as duas formações florestais: cerrado e floresta estacional e, se a hipótese de determinismo edáfico estiver correta, espera-se encontrar uma correlação entre variáveis edáficas e estruturais da vegetação.

Para avaliar a hipótese acima, foram formuladas as seguintes perguntas: 1. Há variação estrutural entre os fragmentos de fisionomia florestal do noroeste paulista? 2. Essa variação constitui um gradiente entre cerrado e floresta estacional? 3. A similaridade (ou dissimilaridade) estrutural está correlacionada com a similaridade edáfica? 4. Quais as variáveis edáficas mais importantes para essa diferenciação?

O presente estudo tem como objetivo geral ampliar o conhecimento sobre a estrutura e ecologia dos remanescentes florestais na região noroeste do estado e oferecer subsídios para a tomada de decisões quanto à indicação de áreas a serem protegidas sob as diversas categorias das Unidades de Conservação.

Os objetivos específicos desta pesquisa foram investigar a variação estrutural e a relação solo-vegetação em 18 fragmentos florestais na região noroeste do Estado de São Paulo. As seguintes hipóteses foram consideradas: 1. Existe variação estrutural entre as florestas da região e essa variação deve-se essencialmente a um gradiente cerrado-floresta estacional. Sabe-se que essa hipótese já é reforçada pelos tratamentos fitogeográficos das matas da região, especialmente pelo SIFESP. Contudo estes dados são baseados em sensoriamento remoto, que consideram parâmetros da imagem sem relação claramente estabelecida com a estrutura de abundância da vegetação. 2. Entre os fragmentos, a

similaridade estrutural da vegetação está correlacionada com a similaridade edáfica, indicando um determinismo edáfico atuando sobre o gradiente estrutural. A ausência de tal correlação enfraqueceria a hipótese do determinismo edáfico e reforçaria a hipótese de Siqueira e Durigan (2007), que, baseando-se no trabalho de Ledru (2002), sugerem que os encraves do cerrado paulista atual podem ser resultantes das expansões ocorridas no passado, sob um clima mais seco. Neste caso, aqueles fragmentos com espécies de cerrado seriam remanescentes de cerrados protegidos contra o fogo, que estariam evoluindo para florestas estacionais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O Estado de São Paulo está localizado na região sudeste do país e possui ampla variação climática sob um gradiente de umidade e variação da diversidade (OLIVEIRA, 2006). É considerado um dos estados com maior biodiversidade do país, porém grande parte desta riqueza foi destruída, restando atualmente 13% da sua cobertura florestal primitiva (JOLY et al., 2008). Dentre as regiões do estado, a região noroeste serve como exemplo a esta lamentável constatação, apresentando aproximadamente 15.000 ha de fragmentos florestais, a menor área no estado destes remanescentes (KRONKA et al., 2005).

O primeiro relatório do Projeto Biota/FAPESP processo 04/04820-3/2008, assinala a importância da realização de inventários biológicos nesta região, considerada de alta prioridade por apresentar lacunas geográficas e temáticas, conforme indicado por Metzger e Rodrigues (2008).

O relevo e as formações vegetacionais do estado se distribuem em cinco províncias geomorfológicas que vão desde a Província Costeira, Planalto Atlântico, Depressão Periférica, Cuestas Basálticas até o Planalto Ocidental (NALON et al., 2008). Dentre essas, o Planalto Ocidental ocupa em torno de 50% da área do estado, estendendo-se a noroeste das Cuestas Basálticas até o rio Paraná. Com relevo suavemente ondulado e altitudes variando entre 350 a 550 metros, tem como principais classes de solo, os Latossolos e Argissolos oriundos do Grupo Bauru (NALON et al., 2008). Nesta paisagem, dois tipos de vegetação se destacam, a floresta estacional semidecidual e o cerrado.

2.1 As formações vegetacionais do noroeste do Estado de São Paulo

2.1.1 Floresta estacional

Por estar inserida e predominar em locais com solos mais férteis e propícios para as atividades agropecuárias, a floresta estacional semidecidual (também denominada mata de planalto, mesófila ou de interior) foi fortemente explorada e reduzida a fragmentos isolados, sendo que espécies características deste ambiente como *Myroxylon balsamum* (cabreúva), *Aspidosperma polyneuron* (peroba), *Balfourodendron riedelianum* (pau-marfim) entre muitas outras, estão ameaçadas. (NALON et al., 2008).

Para Leitão Filho (1987), além do Estado de São Paulo, as matas de planalto brasileiras ocorrem em parte dos Estados de Minas Gerais, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás, e sua importância estaria associada à presença de água, através das matas ciliares, fato que teria permitido a introdução de certo número de espécies da Floresta Amazônica de terra firme e da floresta ombrófila, influenciando sua composição florística atual.

Estudo de Oliveira Filho e Fontes (2000) investigou a flora de 125 áreas de florestas Atlânticas do sudeste do Brasil e constatou que a diferenciação entre florestas ombrófilas e

estacionais semidecíduais é floristicamente consistente e fortemente relacionada com o regime de chuvas, sendo que as transições podem variar abrupta ou gradualmente. Verificaram os autores que a flora das florestas estacionais semidecíduais muda com a distância do oceano e o correspondente aumento da duração da estação seca (que aumenta no sentido do litoral ao interior), com a altitude e as variações de temperatura. Para Leitão Filho (1987), existe maior similaridade florística no nível de espécies entre florestas ombrófilas e estacionais semidecíduais do que entre estas e a Floresta Amazônica, sugerindo para as florestas ombrófilas e estacionais semidecíduais um *continuum* de distribuição de espécies. Oliveira (2006), pesquisando abundância e riqueza de florestas do Estado de São Paulo, verificou que das 140 famílias representadas nos Neotrópicos, mais da metade (83 famílias) foi registrada em amostras de florestas do estado, concordando com Oliveira Filho e Fontes (2000) que afirmou existir um gradiente florístico contrapondo florestas ombrófilas e estacionais semidecíduais.

Destacando-se por ocorrer em quase todo o interior do Estado de São Paulo, a floresta estacional semidecidual, atualmente bastante fragmentada (LEITÃO FILHO, 1987), corresponde a menos que 5% do que existia no final do século XIX (RAMOS et.al., 2008). Desta forma, torna-se extremamente necessário e urgente o desenvolvimento de ações para a preservação de todos os seus fragmentos ainda existentes, aproveitando-se a necessidade do cumprimento da legislação ambiental vigente e ampliando-se os plantios em áreas de preservação permanentes (APPs), reserva legal (RAMOS et al., 2008) e de conexão (corredores ecológicos) entre os remanescentes isolados e estas áreas.

2.1.2 O cerrado

2.1.2.1 Origens e fatores condicionantes

Esta formação vegetal também ocorre na região noroeste do Estado de São Paulo e tem sofrido grande diminuição em suas áreas remanescentes, tendo em poucas décadas sofrido uma redução de 15,4% (BORGONOVÍ; CHIARINI, 1965) para menos de 7% (DURIGAN et al., 2006) de sua área no estado. Apesar de, atualmente a Lei Estadual nº 13.550, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Cerrado no Estado de São Paulo, ter por finalidade a proteção destas áreas e ocorrerem ações técnicas de

diversas instituições governamentais e não governamentais para sua recuperação, admite-se que existam dificuldades na prática para se estabelecer os limites entre o cerrado e a floresta estacional.

Desde há muito tempo estudado, ainda hoje muitas são as controvérsias sobre a origem e distribuição do cerrado em solos do Brasil.

2.1.2.1.1 A ação do fogo

Uma das hipóteses sobre o estabelecimento do cerrado diz respeito à ação do fogo. Lund (1835 apud RAWISTCHER et al., 1943) em seu trabalho “Anotações sobre a vegetação nos planaltos do interior do Brasil, especialmente fito-históricas”, foi o primeiro pesquisador a sugerir o cerradão (Catanduva, como era chamado em São Paulo e Minas Gerais no século XIX), como a vegetação florestal primária na região do bioma do Cerrado do Planalto Central e que, pela ação do fogo teria gradativamente se transformado em fisionomias abertas e no cerrado *sensu stricto*. Observações de Loefgren (1898, 1906, 1912) confirmaram a hipótese de Lund. Miranda e Sato (2005) relataram que diferentes danos causados pelo fogo na vegetação lenhosa do cerrado resultaram em alterações na composição de espécies e estrutura da vegetação (SATO et al., 1998; SATO, 2003). Para Henriques (2005), a influência do fogo na dinâmica das fitofisionomias do cerrado é um processo complexo ainda pouco conhecido. O autor propõe que as diferentes fisionomias do cerrado resultam principalmente da influência de três fatores: história, solo e fogo. Para este autor, após uma perturbação pelo fogo, pode ocorrer uma fase de imigração de espécies (com crescimento no número de indivíduos e área basal), seguida de uma fase de homeostase com equilíbrio nas taxas de imigração e extinção, recrutamento e mortalidade respectivamente (HALLÉ et al., 1978). Vários estudos sugerem a existência de uma evolução sucessional das fisionomias mais abertas para as fisionomias mais fechadas do cerrado *sensu lato* na ausência de perturbações antrópicas (PIVELLO; COUTINHO, 1996; MEIRELLES et al., 1997; COUTINHO, 1982, 1990). Durigan et al. (1987) obtiveram resultados baseados em fotografias aéreas, analisando o comportamento das fisionomias do cerrado *sensu lato*, que indicaram que a densidade e a altura da vegetação das fisionomias abertas protegidas contra o fogo, após 22 anos, evoluíram para uma fisionomia florestal mais densa e de porte mais alto. Corroborando estes resultados, pesquisa de Moreira (2000) no Brasil central, mostrou que em um gradiente fisionômico de campo sujo a cerradão,

depois de 18 anos de proteção contra o fogo, as áreas protegidas apresentaram aumento significativo no número de plantas lenhosas e na riqueza de espécies em relação às áreas não protegidas. No entanto Haridasan (2000) contesta esta evolução de cerrado mais aberto para cerrado florestal, pois, para ele, a reserva de nutrientes na biomassa e no solo não seria suficiente para o desenvolvimento de uma biomassa maior de árvores e, além disso, a composição florística dos cerradões é geralmente diferente das demais fisionomias do cerrado. Contrariando, entretanto, essa opinião, Henriques (2005), baseado em resultados da pesquisa de Durigan et al. (1987), sugere que as áreas inicialmente no estágio de campo sujo foram substituídas por cerrado *sensu stricto*, as áreas de cerrado *sensu stricto* por cerradão e as com cerradão por floresta estacional, quando a área foi protegida por fogo. Por outro lado, a situação inversa também parece ser verdadeira. Sato (2003) mostrou que, após 18 anos de proteção contra o fogo, as gramíneas representavam cerca de 45% do total de biomassa do estrato rasteiro e que, após cinco queimadas bienais, passaram a representar cerca de 70%. Estes estudos indicaram que as alterações na estrutura da vegetação lenhosa em consequência de queimadas sucessivas, resultam em sistemas com fisionomias mais abertas e o estabelecimento de gramíneas em relação às espécies lenhosas.

Para Hoffman e Moreira (2002), o fogo tem grande influência na composição de espécies do cerradão, eliminando as mais sensíveis. Observaram os autores que, onde há maior frequência de queimadas, há um favorecimento de formas de crescimento menores (arbustos) em detrimento das maiores (árvores), e que a diminuição do fogo pode permitir o crescimento de populações de árvores, aumentando a densidade e cobertura de lenhosas. Com fogo frequente, a reprodução vegetativa assume maior importância em relação à sexuada (HOFFMAN, 1998), ocorrendo uma redução na produção e formação de banco de sementes em áreas queimadas.

Para Henriques (2005), na ocorrência do fogo, todas as fisionomias do cerrado sofrem um processo de regressão para uma fisionomia mais aberta, com desenvolvimento do estrato inferior dominado por gramíneas e diminuição do componente lenhoso arbustivo-arbóreo. Por outro lado, a proteção contra o fogo pode iniciar o processo de sucessão da vegetação onde as fisionomias abertas do cerrado (campo limpo, campo sujo e cerrado *sensu stricto*), ocorrendo em solos profundos, podem apresentar o estabelecimento e crescimento das populações de arbustos e árvores (HENRIQUES; HAY, 2002; HOFFMAN; MOREIRA, 2002).

2.1.2.1.2 A influência da umidade

Em sua Flora Brasiliensis e em narrativas de suas viagens, Martius foi o primeiro naturalista a descrever o cerrado em sua área nuclear, sendo até hoje considerados como trabalhos muito valiosos. Warming (1908) fez o primeiro estudo ecológico sobre o cerrado no Estado de Minas Gerais. Questionava-se, nesta época, o porquê do estabelecimento deste tipo de vegetação em tão extensa área e com clima que não podia ser considerado tão seco. Nos 50 anos subsequentes, acreditou-se que a vegetação do cerrado seria xerofítica e relacionada com a estiagem sazonal, na qual as queimadas eram frequentes (GOODLAND; FERRI, 1979). Rawitscher (1948) e Ferri (1944) foram os primeiros a contestarem este ponto de vista, pois constataram que, em plena estação seca, eram raros os sinais de murcha e muitas plantas floresciam e germinavam antes mesmo da estação chuvosa. O primeiro trabalho experimental de Rawitscher, Ferri e Rachid (1943) demonstrou que a água não era um fator tão limitante quanto se pensava, pois muitas plantas possuíam raízes profundas (e buscavam água em profundidades maiores) e que, na transpiração, muitas plantas conservavam seus estômatos abertos mesmo na estação seca. Outras pesquisas (RAWITSCHER; RACHID, 1946) descobriram intumescências subterrâneas em diversas plantas de cerrado, denominados xilopódios. Rachid (1947) ampliou esta pesquisa, verificando que plantas com sistemas radiculares mais profundos tinham movimentos estomáticos mais lentos do que as plantas de raízes superficiais, sendo, porém, estes resultados limitados à extensão da área estudada. Rawitscher (1948, 1950, 1951) considerou que o solo do cerrado *sensu lato* tinha condições de manter formações florestais (cerradão) e que as fisionomias abertas poderiam ser formações secundárias resultantes da ação do fogo.

Ferri e Coutinho (1958) compararam plantas de três áreas de cerrado distantes entre si em São Paulo, Mato Grosso e Goiás e constataram que, embora floristicamente as áreas apresentassem diferenças, o mesmo não ocorria quanto ao comportamento transpiratório e estomático das três áreas.

2.1.2.1.3 As ações antrópicas

Quanto às ações antrópicas, nas últimas décadas, a ocupação do cerrado tem sido vista como alternativa ao desmatamento da Amazônia quer para expandir as fronteiras agrícolas,

pela ocupação humana, quer para a implantação de florestas artificiais e estradas. No Estado de São Paulo, pesquisadores trabalhando com imagens de satélites detectaram uma perda de 34% das áreas estudadas em relação ao inventário publicado em 1993 pelo Instituto Florestal de São Paulo, que listou 8.353 fragmentos de cerrado no estado e somente 18% do que resta é protegido por 32 unidades de conservação e de reserva legal. Estes fatos, além de comprometerem a manutenção das áreas de cerrado em suas diversas fisionomias, comprometem não apenas a sua biodiversidade, mas também os estoques do Aquífero Guarani, uma das maiores reservas de água subterrânea do mundo, pois com a substituição da vegetação nativa por agricultura, os agrotóxicos e adubos, principalmente os nitrogenados, podem chegar às profundidades do solo e contaminar o aquífero (FIORI; FIORAVANTI, 2012). Além disso, o sistema subterrâneo de plantas do cerrado tem maior capacidade de retenção de água do solo, favorecendo a sua recarga.

2.1.2.1.4 Mudanças climáticas no Quaternário

Outra hipótese sobre a origem e a atual distribuição do cerrado se apóia na teoria das variações climáticas, ocorridas no período Quaternário (SALGADO LABORIAU, 1997; BEHLING, 1998; LEDRU et al., 1998). Segundo esta teoria, a distribuição do cerrado em forma de mosaico vegetacional teve início há milhares de anos, em que expansões e retrações da floresta e do cerrado seguiram as flutuações climáticas ocorridas neste período (LEDRU, 2002). Para Haffer e Prance (2002), a teoria dos refúgios propõe que estas mudanças na vegetação seguiram reversões climáticas em virtude dos ciclos de Milankovitch, que teriam causado a fragmentação do centro de origem das espécies e o isolamento de uma parte das respectivas biotas em refúgios ecológicos separados entre si, onde populações de espécies se extinguíram, outras sobreviveram sem alterações ou diferenciaram-se no nível de subespécies e espécies. Van der Hammen e Hooghiemstra (2000) relatam que as fases secas detectadas e relacionadas ao último glacial promoveram a fragmentação da Floresta Amazônica e a expansão do cerrado sobre as áreas atualmente recobertas pela floresta úmida. Sobre a teoria dos refúgios, Haffer e Prance (2002) admitem um padrão com núcleos isolados de floresta úmida e afirmam que o efeito biótico das mudanças climáticas ocorridas neste período teria alterado a distribuição das espécies. Para os autores, por exemplo, são os cerrados isolados

sobre os solos argilosos, mostrando que suas espécies foram distribuídas amplamente na Amazônia.

Behling (1998) sugere que a área de cerrado no sudeste do Brasil teria sido bem maior no começo do Holoceno (há cerca de 10.000 anos AP – Antes do Presente) do que no final deste período, devido à ocorrência de clima mais seco e frio e que este fato seria responsável pelos encraves atualmente encontrados na floresta estacional. Após este período, entretanto, há cerca de 7.000 anos AP, a umidade começou novamente a aumentar, levando a uma expansão das florestas de galeria e da floresta estacional (BEHLING, 1998), e somente de 4.000 AP até o presente, o cerrado arbóreo e a floresta estacional chegaram aos seus níveis atuais (LEDRU et al., 1998; FURLEY, 1999). Behling (2003) complementa sugerindo que, entre 2.180 a 600 AP, a vegetação de cerrado aberto, localizada em áreas mais altas, alterou-se para cerrado mais fechado, indicando maior umidade neste período e que, provavelmente, há apenas 600 anos, a floresta vem se expandindo.

Pesquisas de Gottsberg e Morawetz (1986) e Prance (1996) indicam como hipóteses para a distribuição do cerrado em áreas disjuntas duas evidências:

- a) a similaridade florística entre as áreas disjuntas dos cerrados com a flora da sua área contínua de ocorrência no Brasil Central; e
- b) o baixo nível de endemismo de espécies nas áreas disjuntas da Amazônia e da Floresta Atlântica. Sustentando esta hipótese, verificou-se a ocorrência de polens de *Curatella americana* L. e *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, espécies generalistas e com diversos mecanismos adaptativos (FURLEY, 1999), consideradas típicas de cerrado *sensu lato*, em áreas atualmente de Floresta Atlântica no sudeste e sul do Brasil (BEHLING; HOOGHIEMSTRA, 2001). Este fato indicaria que a vegetação do cerrado do Brasil Central teria se expandido além do seu limite atual a leste, sudeste e sul, sendo as áreas disjuntas do cerrado atualmente isoladas na Floresta Atlântica, remanescentes desta distribuição mais extensa no passado.

Para Ribeiro e Walter (1998), o cerrado não apresenta uma flora homogênea, mas um mosaico vegetacional com floras características para cada área, sujeitas à interação entre os fatores bióticos e abióticos, os quais determinam mudanças qualitativas e quantitativas na composição da vegetação.

2.1.2.1.5 O fator solo

Resultado de variáveis interdependentes, como material de origem, clima, tempo, relevo e organismos, o solo constitui o fator preponderante na distribuição das fisionomias do cerrado, assim como em sua estrutura (ALVIM; ARAUJO, 1952). Para alguns autores, porém, a relação solo-vegetação é um ponto controverso na ecologia do cerrado, pois se espera uma relação de causa e efeito por estarem intimamente associados, sendo que, às vezes, é difícil reconhecer os efeitos de um sobre o outro (RUGGIERO; PIVELLO, 2005). Para Ratter e Dargie (1992), entretanto, o solo é considerado um dos fatores mais importantes para a distribuição de espécies e a variação florística no cerrado.

Em décadas passadas, alguns estudos levantaram hipóteses sobre a influência do solo na distribuição das fisionomias do cerrado, sendo um deles, o de Alvin e Araujo (1952), que concluíram que o solo, principalmente o potencial hidrogênio iônico (pH) e concentrações de cálcio, era o fator mais importante. A partir desta época, muitos estudos passaram a ter enfoque nas deficiências minerais do solo, como Arens (1963), que propôs a hipótese do escleromorfismo oligotrófico para explicar a aparência das plantas de cerrado (ramos e troncos tortuosos, súber espesso e folhas rígidas), afirmando que, mesmo com disponibilidade de luz, ar e água, mas com carência de nutrientes minerais, a produção de proteínas seria limitada, tornando as plantas mais baixas e com aspecto xeromórfico.

Entretanto Askew et al. (1971) verificaram que, em uma região sob solos distróficos, ocorriam cerrado e mata em áreas contíguas, assim como maiores valores de pH e cálcio trocável para os solos de cerrado.

A hipótese do oligotrofismo aluminotóxico (GOODLAND, 1971) explicou o mecanismo de empobrecimento dos solos com altos teores de alumínio (Al), frequentes em cerrados, sugerindo que o principal efeito deste elemento seria o de competir com as bases trocáveis pelos mesmos sítios no complexo coloidal do solo, e que o escleromorfismo apresentado pelas plantas de cerrado poderia também ser devido à toxicidade de Al, uma vez que os sintomas apresentados pelas plantas são semelhantes aos de deficiência de nutrientes essenciais. No entanto Haridasan (1982), apresentando dados de concentração foliar de Al e nutrientes essenciais em espécies arbóreas e arbustivas de um cerrado *sensu stricto*, comprovou ao contrário das observações de Goodland (1971), que as altas concentrações de Al nas espécies acumuladoras (de acordo com o critério mínimo de concentração foliar de 1.000 ppm de alumínio), não estão associadas às baixas concentrações foliares de nutrientes

essenciais. Trabalhos realizados posteriormente evidenciaram que estas espécies podem acumular Al, independente da fertilidade do solo, ocorrendo em solos distróficos e mesotróficos (HARIDASAN; ARAUJO, 1988), porém mais competitivas nos distróficos onde se distribuem em maior número de espécies e população mais numerosa, do que em solos mesotróficos. No trabalho de Haridasan (1992), algumas das espécies citadas como sendo acumuladoras, pertencem às famílias Vochysiaceae (*Qualea grandiflora*, *Qualea parviflora*, *Qualea multiflora*, *Vochysia thyrsoidea*, *Vochysia elliptica*), Melastomataceae (*Miconia ferruginata*, *Miconia pohliana*) e Rubiaceae (*Palicourea rigida*).

Mecenas (1980) observou que fatores físicos e geomorfológicos poderiam preponderar sobre os químicos na distribuição dos agrupamentos florísticos, enquanto Furley (1996) atribuiu importância à geomorfologia e topografia local na distribuição da vegetação. Outros estudos sugerem que, além destes, outros fatores relacionados ao solo como profundidade e drenagem (HENRIQUES, 2005), presença de concreções e variações do lençol freático e condições hídricas do solo (BOTREL et al., 2002), estariam também influenciando a variação fisionômica do cerrado. Para Ruggiero e Pivello (2005), no entanto, as pesquisas sobre as fisionomias do cerrado e a variação de fertilidade dos solos ainda são conflitantes, pois enquanto algumas encontraram diferentes fisionomias, variando com a fertilidade do solo, outras mostraram variações edáficas, sem que tenha sido encontrada correspondência na variação fitofisionômica. Admitem, entretanto as autoras, uma variação na flora local.

A fertilidade do solo parece ser um dos fatores em que diversos autores concentraram seus esforços. Ratter (1971), estudando áreas de transição entre vegetação de cerrado e florestas decíduais e semidecíduais no Brasil central, relata que as condições de solo são fundamentais para a ocorrência de um ou outro tipo de vegetação, onde a floresta ocorreria em solos mais férteis com altos níveis de cálcio e magnésio e um cerradão denominado “cerradão de fácies mesotróficas ou cerradão *Callisthene fasciculata*/*Magonia pubescens*”, seria encontrado entre as florestas com solos mais férteis e o cerrado em solos distróficos. Outras espécies como *Luehea paniculata*, *Pseudobombax tomentosum*, *Dilodendron bipinatum* e *Dipteryx alata* são citadas pelo autor como típicas de cerradão mesotrófico. Corroborando com esse estudo de Ratter (1971), Ratter et al. (1977), Oliveira Filho e Martins (1991) e Furley e Ratter (1988) observaram ainda, que no cerradão associado a solos mais pobres ou distróficos, seriam encontradas espécies como *Qualea grandiflora*, *Qualea multiflora*, *Qualea parviflora*, *Kielmeyera coriacea*, *Stryphnodendron polyphyllum* e *Xylopia aromatica*.

Outros trabalhos foram realizados visando a verificar diferenças na composição florística, densidade e dominância relativa das espécies sob diferentes gradientes de fertilidade do solo (RATTER et. al., 1977, 1978), correlação das variáveis edáficas com variáveis da vegetação (altura e área basal) (BATISTA, 1988); teores de alumínio com altura e densidade da vegetação (SILVA JUNIOR et al., 1987), matéria orgânica e área basal, número de indivíduos e teores de fósforo, cálcio e matéria orgânica num gradiente fisionômico de campo sujo ao cerrado (SILVA, 1993). Para Haridasan (2005), em solos mais férteis, ocorrem maiores concentrações de nutrientes nas folhas e um gradiente das fisionomias de vegetação do cerrado *sensu lato*, apresentaria uma variação fisionômica-estrutural inversa do componente lenhoso (densidade e altura) e herbáceo (GOODLAND; FERRI, 1979) em relação à fertilidade do solo (GOODLAND; POLLARD, 1973; LOPES; COX, 1977), com maior densidade e altura das plantas lenhosas, nos locais onde a fertilidade é maior.

Nas últimas décadas, estudos têm apontado resultados entre as fisionomias da vegetação de cerrado e entre esse, em sua fisionomia florestal (cerradão) e florestas, e as características físicas e químicas do solo. Uma comparação entre cerrado *sensu lato* e floresta estacional na Gleba Cerrado Pé de Gigante, evidenciou que a percentagem de argila, ao longo de todo o perfil do solo, foi a variável mais importante nesta distinção (RUGGIERO; PIVELLO, 2005), sendo que a floresta estacional apresentou os maiores teores. Depois da argila, o nível de nutrientes do solo em sua camada superficial (0-5 cm) foi a variável que apresentou maior importância na distinção entre as fisionomias florestais e savânicas. Oliveira Filho et al.(1997), em floresta semidecidual, encontraram resultado semelhante em relação aos nutrientes do solo, principalmente em relação ao cálcio e magnésio. Lopes e Guilherme (1994), trabalhando em solos de cerrado os descrevem como ácidos, apresentando baixa disponibilidade de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), zinco (Zn), boro (B) e cobre (Cu), assim como alta saturação por alumínio (m%), alta capacidade de fixação de fósforo. O desenvolvimento do sistema radicular das plantas de cerrado, segundo estes autores, seria bastante limitado em função da toxicidade de Al e/ou deficiência de Ca nas camadas sub-superficiais do solo, baixa capacidade de troca catiônica e baixa soma de bases.

Em um remanescente florestal em São Paulo, Sparovek e Camargo (1997) mostraram que a variação das características do solo nas camadas superficiais (0-5 cm), deve ser influência da camada de serapilheira que se encontra acima do solo, provavelmente devido ao importante papel da ciclagem de nutrientes (SILVA JUNIOR et al., 1987). Castro e Kauffman

(1998) reportam que 31% da biomassa subterrânea dos cerrados estão nos primeiros 10 cm de solo, 71% até 30 cm e, abaixo de 1m ha de 3 a 4%.

Além da fertilidade, características de estrutura do solo influenciariam a distribuição da vegetação. Eiten (1972) propôs, com base em um levantamento de solos realizado no Estado de São Paulo, que o cerrado *sensu lato* ocorria apenas em solos que apresentassem um valor de k_i inferior a 1,8 e baixo conteúdo de nutrientes. O índice k_i , indica o grau de intemperismo de um solo, medido através da decomposição da fração argila e indicado pela relação $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$. Para Henriques (2005), as fisionomias de cerrado *sensu lato*, diferentemente de florestas estacionais, estão associadas a solos de grande maturidade, altamente intemperizados e baixos valores de k_i .

A estrutura do solo também é condicionada pela textura, parâmetro fundamental na disponibilidade e distribuição de água, aeração e condutividade do solo ao ar (PREVEDELLO, 1996). A textura indica a distribuição percentual das classes de tamanho das partículas primárias (argila, silte, areia fina e areia grossa) e é determinada pela análise granulométrica (CAMARGO et al., 1986). De acordo com a granulometria do solo, a força com que a água está retida pode variar. Solos mais argilosos e compactos, com grande quantidade de microporos oferecem maior resistência à retirada da água pelas plantas, porém armazenam água por mais tempo, enquanto que solos arenosos apresentam baixa resistência à retirada de água pela vegetação, contudo armazenam menos água, ficando secos mais rapidamente. Os cerrados ocupam solos com fatores limitantes que podem ser de origem química ou física, possuindo mais resistência a deficiências nutricionais e toxidades de diversas origens. De modo geral, a maioria dos solos sob cerrado *sensu stricto* são latossolos distróficos com alta saturação de alumínio (HARIDASAN, 2000).

Intrinsecamente relacionadas com as condições edafoclimáticas, as classes de solo revelam a existência de relações entre a vegetação e estas condições, principalmente as referentes à eutrofia e à oligotrofia (EMBRAPA, 2006). As principais classes de solo sob cerrado são os Latossolos, Neossolos Quartzarênicos e Argissolos. Em menores proporções, encontram-se os Cambissolos, Nitossolos, Chernossolos, Plintossolos, Gleissolos, Neossolos Litólicos entre outros (REATTO; MARTINS, 2005).

Citado por diversos autores como um dos mais frequentes sob vegetação de cerrado, os Latossolos são solos intemperizados resultantes da remoção de sílica e de bases trocáveis (RESENDE et al., 1995). São profundos, porosos e de textura homogênea ao longo do perfil, variando quanto à drenagem de forte a acentuadamente drenado. Apresentam textura média, argilosa ou muito argilosa, com baixo gradiente textural entre os horizontes A e B, e argila de

baixa atividade (PRADO, 2011). São, em geral, fortemente ácidos, com baixa saturação por bases, distróficos ou alumínicos (EMBRAPA, 2006). São encontrados geralmente em locais que apresentam estação seca pronunciada ou semi-árida e originados a partir das mais diversas espécies de rochas e sedimentos, sob diversas condições de clima e vegetação (EMBRAPA, 2006). Possuem relevo plano a suave ondulado, sem restrições ao crescimento das raízes que se concentram nas camadas mais superficiais (DELITTI et al., 2001). Pertencem a esta classe o Latossolo Vermelho (LV), Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) e o Latossolo Amarelo (LA).

Neossolos Quartzarênicos ou Areias Quartzosas na antiga classificação de Camargo et al. (1987), são solos profundos, apresentando textura arenosa ou franco-arenosa, com no máximo de 15% de argila, sendo excessivamente drenados sob relevos planos ou suavemente ondulados. Possuem baixa capacidade de troca catiônica (CTC) em função principalmente dos baixos teores de argila e matéria orgânica. São constituídos por material mineral ou material orgânico com menos de 20 cm de espessura e possuem maior resistência ao intemperismo (EMBRAPA, 2006).

Argissolos ou Podzólicos, como eram denominados na classificação antiga de Camargo et al. (1987), formam uma classe de solo bastante heterogênea, que tem em comum um aumento substancial no teor de argila, com a profundidade e (ou) evidências de movimentação de argila do horizonte superficial para o horizonte subsuperficial, denominado de B textural (REATTO; MARTINS, 2005). Possuem drenagem rápida no horizonte A e moderada ou lenta no horizonte B (PRADO, 2011). Pertencem a esta classe o Argissolo Vermelho (PV), Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA) (ou como em Camargo et al., 1987) Podzólico Vermelho e Podzólico Vermelho-Amarelo). Localizam-se, em geral, nas encostas côncavas, apresentando relevo ondulado a forte ondulado.

A influência de fatores edáficos, antrópicos, climáticos e do fogo periódico na ocupação de formações savânicas e florestais em uma mesma região é aceita por vários autores (COUTINHO, 1990; OLIVEIRA FILHO; RATTER, 2002). No entanto não é consenso se estes fatores atuam isoladamente ou se, num determinado gradiente entre eles, haveria mudanças na composição florística e fisionomia do cerrado. Desta forma, a ocorrência e distribuição de vegetação de cerrado de uma forma geral, e em especial, em regiões limites entre este tipo de vegetação e florestas, ainda requer pesquisas para subsidiar ações de manejo e preservação.

2.1.2.2 Distribuição do cerrado e áreas ecotonais

Em estudos utilizando dados de 376 áreas de cerrado no país, incluindo-se as áreas amazônicas, Ratter et. al. (2003), analisaram a distribuição geográfica da vegetação de cerrado e indicaram sete grupos fitogeográficos para o bioma cerrado de acordo com a composição florística: Sudeste Meridional (SP, PR, sul de MG); Centro-Sudeste (DF, GO, sul e centro de MG); Norte-Nordeste (norte de MG, BA, CE, MA, PI, TO e parte do PA); Centro-Oeste (MS, MT, GO, TO, PA); áreas mesotróficas dispersas; áreas mesotróficas do extremo oeste (RO, MS, MT) e áreas isoladas da Amazônia.

No Estado de São Paulo, um dos primeiros trabalhos realizados sobre o levantamento das áreas de cerrado foi o de Borgonovi e Chiarini (1965). Utilizando fotografias e mosaicos da cobertura aerofotogramétrica realizados em 1962, os autores mostraram a distribuição da cobertura vegetal do cerrado *sensu lato* (que denominaram de cerrado, cerradão e campo). Para um total de 3.851.500 há, entre todas as fisionomias, 10,8% era de cerrado, 2,9% de cerradão e 1,7% de campo, relatando ainda os autores que a distribuição deste tipo de vegetação no estado estaria condicionada à falta de nutrientes do solo e que as áreas com cerradão, por serem as mais férteis destas fisionomias, eram as mais substituídas por culturas econômicas e pastagens.

Levantamentos posteriores realizados (SÃO PAULO, 1997) indicaram que os remanescentes de cerrado (nas fisionomias cerrado, cerradão e campo cerrado) distribuíam-se do norte para o sul, no nordeste, noroeste e centro oeste. Kronka et al. (1998), encontraram uma área total de 2.379.000 ha mapeando estas áreas remanescentes em 68,9 % de cerrado, 30,5 % de cerradão e 0,6 % de campo cerrado.

Levantamentos mais recentes (DURIGAN et al., 2006) relatam que o cerrado apresenta-se na forma de manchas dispersas, especialmente na Depressão Periférica, no Planalto Ocidental Paulista, além de algumas pequenas manchas situadas no Vale do Paraíba, encravadas em pleno domínio da Mata Atlântica.

Em uma análise fitogeográfica regional em áreas de cerrado de São Paulo e estados vizinhos, Durigan et al. (2003) identificaram que a flora das áreas do centro para o norte-nordeste, onde predominam as fisionomias campestres, assemelha-se à flora das áreas de cerrado do Paraná, sul de Minas Gerais e em menor grau de similaridade à flora das áreas da face leste do Estado de Mato Grosso do Sul, diferindo dos cerrados de Goiás. Na região oeste

do Estado de São Paulo, onde predomina o cerrado e ecótono cerrado/floresta, a flora difere consideravelmente do cerrado *sensu lato* em estados vizinhos. Ainda, segundo os autores, a separação das áreas de cerrado em dois grandes grupos associados às fitofisionomias coincide com os padrões fitogeográficos propostos por Castro (1994) e Castro e Martins (1999). Durigan et al. (2003) fazem uma análise interessante, quando admitem dificuldade em identificar os fatores que condicionam a existência de padrões fitogeográficos diferentes dentro de uma grande área (o estado), acreditando que o clima estaria colocando todas as áreas de São Paulo em uma mesma escala regional. Em uma escala menor, entretanto, Ratter et al. (1997) apontam a importância da influência dos fatores edáficos. No Estado de São Paulo, entretanto, ainda há lacunas no conhecimento científico em regiões de cerrado, pouco ou mal representadas, como os cerradões e áreas de ecótonos do oeste (DURIGAN et al., 2003), e a região noroeste do estado (vide mapas de RATTER et al., 2003 e de DURIGAN et al., 2006), onde estudo sugeriu a ocorrência de cerrado (IBGE, 1992), embora os mapeamentos fitofisionômicos frequentemente classifiquem as florestas daquela região como florestas estacionais semidecíduais (STRANGHETTI; RANGA, 1998; KRONKA et al., 2005).

Em uma revisão sobre a distribuição do cerrado no estado, Eiten (1972) sugere que os mapeamentos existentes estejam subestimados. Siqueira e Durigan (2007), em um trabalho cujo resultado foi obtido através de modelagem, indicam área bem maior do que a mapeada pelo IBGE (1988), principalmente nas regiões sudoeste, nordeste, noroeste e algumas menores dispersas no oeste do estado, como as que deixaram de ser incluídas nos mapeamentos. Além disso, este trabalho de Siqueira e Durigan (2007) indica que os fragmentos atuais de cerrado podem ser encontrados tanto nas áreas mapeadas como floresta estacional semidecidual, como nas áreas de vegetação ecotonal constantes em mapa do IBGE (1988). Segundo as autoras, a região ecotonal é bastante descontínua, formando um mosaico de vegetação, onde ocorrem fragmentos de cerrado, de floresta estacional e áreas de vegetação de transição.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área dos 18 fragmentos florestais na região noroeste do Estado de São Paulo

A área onde se localizam os fragmentos estudados integrantes do Projeto Temático “Fauna e flora de fragmentos florestais remanescentes no noroeste paulista: base para estudos de conservação da biodiversidade” (Processo nº 2004/4820-3, Biota/FAPESP) (FAPESP, 2011), do qual este projeto faz parte, abrange integralmente as Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (UGHRIs) do Turvo Grande e São José dos Dourados e parte das UGHRIIs do Baixo Pardo, Baixo Tietê e Tietê – Batalha. Esta área compreende as regiões administrativas de São José do Rio Preto, Araçatuba e parte das regiões administrativas de Bauru (norte) e Ribeirão Preto (oeste) (figuras 1 e 2).

Foram selecionados 18 fragmentos variando quanto ao tamanho de 57,6 ha a 2.189,6 ha com base nos seguintes critérios: estado de preservação do fragmento, tipos de matriz adjacentes (cana de açúcar, pastagem e citrus), contorno (formato) do fragmento, excluindo-se aqueles muito recortados e alongados, condições de acesso e permissão dos proprietários, no caso dos fragmentos em terras particulares. O critério para distinção entre grandes e pequenos foi embasado no tamanho dos fragmentos predominantes na região, tendo em vista levantamento preliminar de todos os fragmentos florestais constantes no "Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo" (KRONKA et al., 2005). Foram considerados pequenos (P) aqueles com área compreendida entre 50 a 200 ha e grandes (G), aqueles superiores a 200 ha.

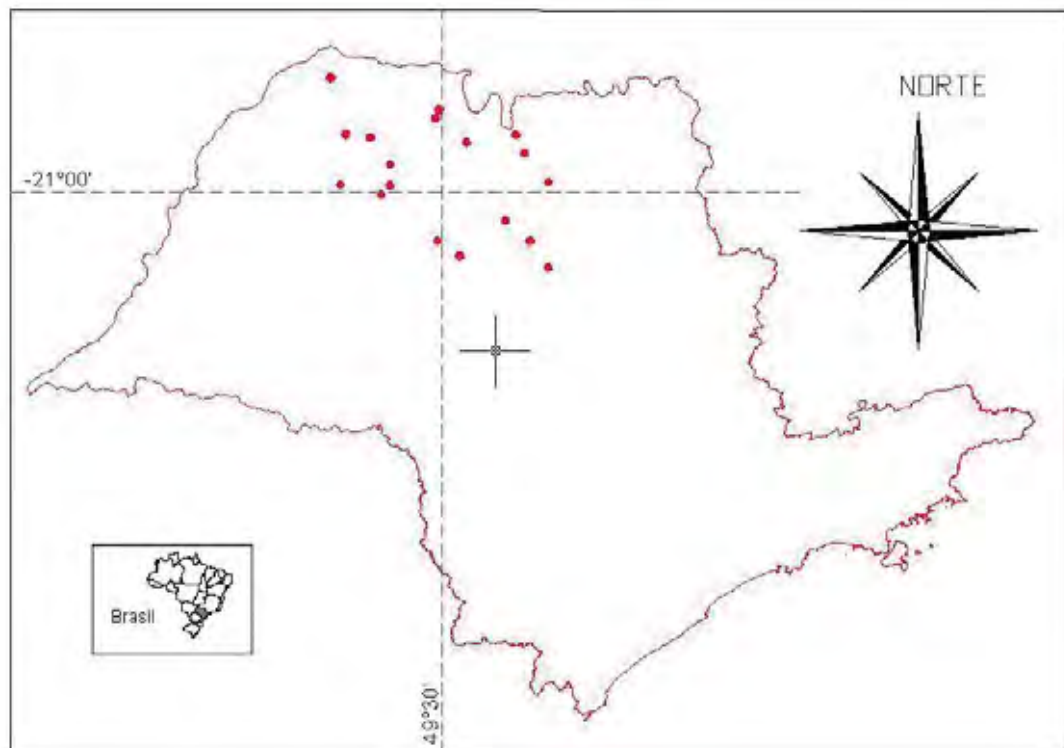
A escolha deu-se a partir de consultas a imagens aéreas, mapas cartográficos, visitas às áreas e informações obtidas junto a moradores atuais e antigos. Os dados de designação, localização, coordenadas geográficas, altitude e área dos 18 fragmentos encontram-se resumidos na tabela 1.

O clima da região segundo Köppen (1948) é Aw, tropical chuvoso com inverno seco e mês mais frio, com temperatura média superior a 18°C. O mês mais seco tem precipitação inferior a 60 mm (ROLIM et al., 2007; CEPAGRI, 2011). Segundo Damião et al. (2010), a região noroeste paulista se caracteriza pela precipitação média anual de 1354 mm, porém com má distribuição temporal e geográfica, concentrando-se nos meses de novembro a março e apresentando deficiência hídrica no período de abril a outubro, com precipitação média de 442 mm. A altitude dos fragmentos variou entre 388 metros (G5) a 566 metros (G8 e G9).

De acordo com levantamentos de Oliveira et al. (1999), os solos da região são representados pelos argissolos, subordens vermelho-amarelos (predominantes) e vermelhos e latossolos, subordem vermelhos (tabela 2). Para aplicar esta classificação geral aos locais de estudo, os fragmentos foram georreferenciados utilizando-se os *softwares ArcGis e AutoCad*, assim como imagens do *Google Earth*. Como as classes de solo se distribuem em manchas, alternando-se entre estas duas principais classes, o objetivo desta metodologia foi verificar se a indicação geral das classes de solo indicadas pela EMBRAPA (2006) aos fragmentos estudados coincidia com o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (OLIVEIRA et al., 1999). Os 19 mapas resultantes da aplicação desta metodologia (anexo A) indicaram com maior precisão a classe de solo predominante sob cada fragmento estudado e serviram como uma ferramenta auxiliar nas análises de correlação entre o solo e a vegetação.

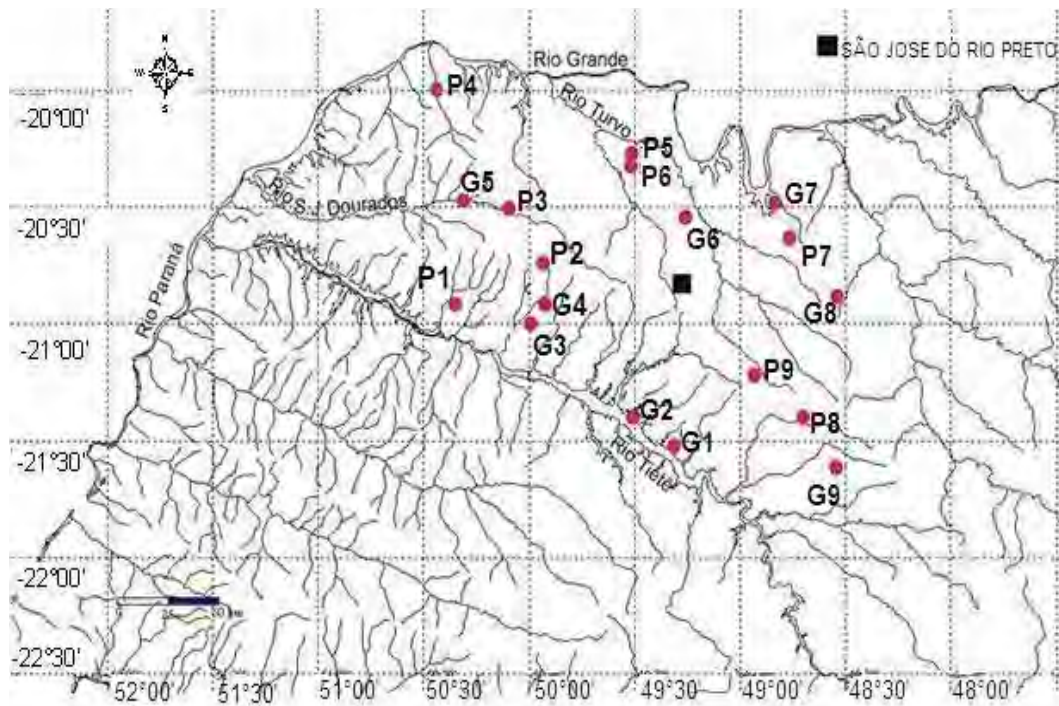
3.2 Alocação das parcelas e desenho amostral

Em cada fragmento, as parcelas foram instaladas de forma sistemática, ao longo de transectos perpendiculares em relação ao curso d'água principal, em áreas onde a vegetação apresentava menos indícios de perturbação de origem antropogênica, considerando-se também a viabilidade de acesso a estes locais. Foram demarcados cinco transectos, distando 100 m entre si. Ao longo dos transectos, a cada 20 m, foram instalados cinco blocos de quatro parcelas de 10 m x 10 m cada uma, totalizando 20 parcelas por transecto e 100 parcelas em cada fragmento ou 1 hectare (ha) de área amostrada (figura 3).



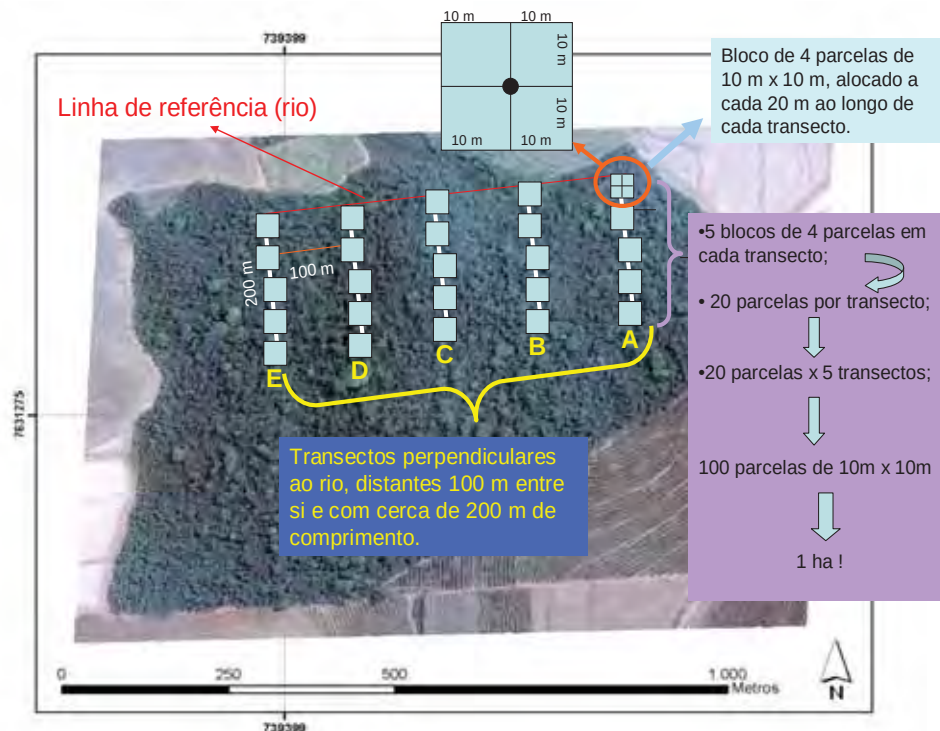
Elaborada: Luis Antônio Murakami.

Figura 1 – Localização dos 18 fragmentos florestais no noroeste do estado de São Paulo.



Fonte: Projeto Biota/FAPESP proc. 04/04820-3.

Figura 2 – Mapa detalhado da área de estudo. Dezoito fragmentos florestais no noroeste do Estado de São Paulo. Fragmentos pequenos (entre 50 e 200 ha): P1 a P9; Fragmentos grandes (maiores que 200 ha): G1 a G9.



Fonte: Projeto Biota/FAPESP proc. 04/04820-3.

Figura 3 – Esquema de alocação das parcelas em um dos 18 fragmentos florestais no noroeste do estado de São Paulo.

3.3 Amostragem da vegetação

Em cada parcela, foram considerados todos os indivíduos arbóreos vivos com DAS (diâmetro à altura do solo) maior ou igual a 5,0 cm. Para registro dos dados quantitativos, porém, as medidas de circunferência de tronco destes indivíduos foram tomadas a 1,30 m de altura, convencionalmente DAP (diâmetro à altura do peito). A tomada das medidas nesta altura tem como objetivo possibilitar a futura comparação de dados, já que a maioria dos trabalhos realizados no Estado de São Paulo considera $DAP \geq 5,0$ como o limite mínimo de inclusão de indivíduos arbóreos. A diferença entre o critério de inclusão (DAS) e o ponto das medidas (DAP) adotadas neste projeto, justificou-se pela necessidade de evitar lacunas na amostragem. Desta forma, para fins de amostragem dos indivíduos arbóreos, considerou-se a medida na altura do solo como critério de inclusão e a medida à altura do peito como critério para coleta. Todos os indivíduos foram marcados com plaquinhas de alumínio numeradas, tiveram sua altura estimada e material botânico coletado para herborização, identificação e posterior incorporação aos herbários da UNESP, *Campus* Bauru e UNESP, *Campus* Botucatu. Indivíduos encontrados em fase reprodutiva foram coletados dentro ou fora das parcelas em cada fragmento.

Observações realizadas em campo não constataram vestígios de fogo nos locais de amostragem da vegetação.

As amostras do material botânico coletado foram identificadas na UNESP/SJRP, por meio de consultas à literatura especializada e a acervos de herbários, sendo solicitado auxílio de taxonomistas e/ou especialistas nas famílias que apresentaram dificuldades para identificação.

O sistema adotado para a classificação das espécies em famílias foi o proposto pelo *Angiosperm Phylogeny Group* (APG II) (SOUZA; LORENZI, 2005), e as verificações das sinonímias botânicas e da autoria das espécies foram feitas por meio de consultas aos bancos de dados W3 Trópicos do *Missouri Botanical Garden* (TRÓPICOS, 2011) e da Lista de Espécies da Flora do Brasil (FORZZA et al., 2010). Os resultados relativos à flora dos fragmentos foram publicados em “Fauna e flora de fragmentos florestais remanescentes no noroeste paulista: base para estudos de conservação da biodiversidade” (FAPESP, 2011).

Tabela 1 – Localização, coordenadas geográficas, altitude e área dos 18 fragmentos florestais estudados no noroeste do Estado de São Paulo.

Fragmento	Localização	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Área (ha)
G1	Novo Horizonte	21°31'33"S	49°18'08"W	407	635,0
G2	Sales	21°24'29"S	49°30'02"W	422	1.799,6
G3	Planalto	21°00'09"S	49°58'43"W	438	207,5
G4	União Paulista	20°55'26"S	49°55'56"W	473	230,4
G5	Magda	20°28'41"S	50°17'59"W	388	1.656,2
G6	Nova Granada	20°32'58"S	49°14'59"W	484	1.359,7
G7	Barretos	20°29'08"S	48°49'35"W	493	597,3
G8	Bebedouro	20°53'00"S	48°32'00"W	566	393,9
G9	Matão	21°37'23"S	48°32'23"W	566	2.189,6
P1	Vicentinópolis	20°55'24"S	50°20'38"W	390	128,2
P2	Macaubal	20°44'34"S	49°55'42"W	486	66,8
P3	Votuporanga	20°30'49"S	50°05'20"W	442	112,6
P4	Turmalina	20°00'21"S	50°26'03"W	450	108,3
P5	Palestina	20°17'29"S	49°30'16"W	472	117,1
P6	Palestina	20°19'26"S	49°30'28.2"W	526	95,5
P7	Barretos	20°38'22.9"S	48°45'10.7"W	565	90,7
P8	Taquaritinga	21°24'14"S	48°41'24"W	528	57,6
P9	Pindorama	21°13'20"S	48°55'07"W	549	108,8

Fonte: Projeto Biota/FAPESP processo 04/04820-3.

Tabela 2 – Classes de solo de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006), encontradas em 18 fragmentos florestais no noroeste do Estado de São Paulo.

Continua

Fragmento	Localização	Classes de Solo
G1	Novo Horizonte	Argissolos Vermelhos - Amarelos eutróficos + Argissolos Vermelhos distróficos e eutróficos, ambos textura arenosa/média e média, relevo suave ondulado, + Latossolos Vermelhos distróficos textura média relevo plano todos A moderado.
G2	Sales	Latossolos Vermelhos distróficos A moderado, textura média relevo plano + Argissolos Vermelhos - Amarelos e Vermelhos ambos eutróficos e distróficos, A moderado textura arenosa/média e média, relevo suave ondulado.
G3	Planalto	Latossolos Vermelhos distróficos A moderado, textura média, relevo plano e suave ondulado.
G4	União Paulista	Latossolos Vermelhos distróficos A moderado, textura média relevo plano e suave ondulado.
G5	Magda	Argissolos Vermelhos - Amarelos eutróficos + Argissolos Vermelhos distróficos e eutróficos, ambos textura arenosa/média e média relevo suave ondulado, + Latossolos Vermelhos distróficos, textura média relevo plano todos A moderado.
G6	Nova Granada	Argissolos Vermelhos - Amarelos eutróficos + Argissolos Vermelhos distróficos e eutróficos, ambos textura arenosa/média e média, relevo suave ondulado, + Latossolos Vermelhos distróficos, textura média, relevo plano todos A moderado.
G7	Barretos	Latossolos Vermelhos distróficos A moderado, textura média

		relevo plano e suave ondulado.
G8	Bebedouro	Latossolos Vermelhos distróficos A moderado, textura média relevo plano e suave ondulado.
G9	Matão	Argissolos Vermelhos - Amarelos eutróficos + Argissolos Vermelhos distróficos e eutróficos, ambos textura arenosa/média e média, relevo suave ondulado, + Latossolos Vermelhos distróficos, textura média relevo plano todos A moderado.
P1	Vicentinópolis	Argissolos Vermelhos - Amarelos eutróficos + Argissolos Vermelhos distróficos e eutróficos, ambos textura arenosa/média e média, relevo suave ondulado, + Latossolos Vermelhos distróficos, textura média, relevo plano todos A moderado.
P2	Macaubal	Argissolos Vermelhos-Amarelos eutróficos + Argissolos Vermelhos distróficos e eutróficos, ambos textura arenosa/média e média, relevo suave ondulado, + Latossolos Vermelhos distróficos, textura média, relevo plano todos A moderado.
Continuação		
Fragmento	Localização	Classes de Solo
P3	Votuporanga	Argissolos Vermelhos - Amarelos eutróficos + Argissolos Vermelhos distróficos e eutróficos, ambos textura arenosa/média e média, relevo suave ondulado, + Latossolos Vermelhos distróficos, textura média, relevo plano todos A moderado.
P4	Turmalina	Argissolos Vermelhos - Amarelos eutróficos e distróficos A moderado, textura média, relevo suave ondulado.
P5	Palestina	Latossolos Vermelhos distróficos A moderado, textura média relevo plano e suave ondulado.
P6	Palestina	Latossolos Vermelhos distróficos A moderado, textura média relevo plano e suave ondulado.
P7	Barretos	Argissolos Vermelhos - Amarelos eutróficos + Argissolos Vermelhos distróficos e eutróficos, ambos textura arenosa/média, + Latossolos Vermelhos distróficos textura média, relevo plano todos A moderado.
P8	Taquaritinga	Argissolos Vermelhos - Amarelos eutróficos abruptos ou não A moderado, textura arenosa/média e média, relevo suave ondulado e ondulado.
P9	Pindorama	Argissolos Vermelhos - Amarelos eutróficos abruptos A moderado, textura arenosa/média, relevo suave ondulado e ondulado.

3.4 Amostragem de solo

As amostras de solo foram coletadas no período de agosto de 2009 a fevereiro de 2010, aproveitando o deslocamento da equipe do projeto para as demais coletas. O encaminhamento das amostras e posterior análise laboratorial, visou à obtenção dos valores de macro e micronutrientes, potencial hidrogênio-iônico (pH), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação em bases (V%), granulometria (areia, argila e silte) em nove pontos de cada fragmento e em duas faixas de profundidade diferentes: uma de 0 a 20 cm e a outra de 20 a 40 cm, totalizando 18 amostras por fragmento.

A metodologia do protocolo da coleta de solos foi baseada no Manual de Métodos Analíticos da Embrapa (EMBRAPA, 1987), que utiliza a identificação e definição de horizontes diagnósticos superficiais e subsuperficiais amostrados e analisados em laboratório.

Os pontos de coleta das amostras de solo foram nos transectos A, C e E dos fragmentos, no primeiro, terceiro e quinto bloco e sempre na região central de cada bloco (conforme indica o círculo preenchido com a cor preta do desenho ao alto da figura 3). As amostras foram obtidas com a utilização de trado do “tipo sonda”, sendo que cada amostra foi composta por cinco subamostras próximas ao marco da parcela (figuras 4a e 4b). Além destas, coletou-se também uma amostra a um metro de profundidade no ponto mais central da malha amostral (transecto C, terceiro bloco conforme figura 3) com “trado holandês” para análise da cor. Em alguns fragmentos, percebeu-se um gradiente de coloração e textura em função da profundidade (figura 5a) e em outros não ocorreu tal gradiente (figura 5b). Estas observações de campo auxiliaram posteriormente a determinação das classes de solo dos fragmentos estudados. A coloração foi obtida através da comparação das amostras com a carta de cores de Munsell (1975).

O solo foi retirado do trado e depositado diretamente em saquinhos plásticos etiquetados e, após secagem prévia à temperatura ambiente, foi transferido para caixinhas etiquetadas e identificadas conforme o local e a profundidade da coleta. Ao término de todas as coletas nos 18 fragmentos, as amostras foram transportadas ao laboratório e secas ao ar, destorroadas e passadas em peneiras de dois milímetros de abertura de malha, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA), a partir da qual foram realizadas as análises físicas e químicas, como preconiza o Manual de Métodos Analíticos da EMBRAPA (1987).



Figura 4a – Coleta de solo em duas profundidades utilizando-se trado do tipo “sonda”.



Figura 4b – Coleta realizada próxima ao marco da parcela (cano de PVC ao fundo).



Figura 5a – Gradiente de cor com aumento da profundidade (Fragmento P2, Município de Macaubal).



Figura 5 b – Inexistência de gradiente de cor com aumento da profundidade. (Fragmento G9, Município de Matão).

3.5 Análise dos dados

Para verificar se existe variação estrutural entre os fragmentos de fisionomia florestal no noroeste do Estado de São Paulo, foram realizadas análises de agrupamento utilizando-se os métodos de ligação simples, ligação completa, média de grupo e centróide. A medida de distância adotada foi a de Bray-Curtis (McCUNE; GRACE, 2002), calculada a partir de uma matriz contendo o número de indivíduos de 201 espécies em cada um dos dezoito fragmentos, após transformação logarítmica.

Para complementar os resultados obtidos na análise de agrupamento e verificar a ocorrência de possíveis gradientes, aplicou-se o método de ordenação por Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS), a partir da mesma matriz de distância utilizada nas análises de agrupamento (McCUNE; GRACE, 2002). Este método permite uma redução na dimensão da matriz dos dados e a ordenação dos objetos, fazendo com que as distâncias entre os objetos, neste espaço reduzido, sejam proporcionais às distâncias entre os objetos na dimensão original.

Uma matriz menor, utilizando dados quantitativos (número de indivíduos após transformação logarítmica) de 198 espécies em 13 fragmentos florestais situados nos extremos do gradiente evidenciado na NMDS, foi elaborada e submetida a um teste não paramétrico que avaliou se os grupos evidenciados nesses extremos são significativamente diferentes no que diz respeito à estrutura. O teste MRPP, *Multi Response Permutation Procedure*, utilizou a distância de Bray-Curtis e considerou dois grupos, um em cada extremo do principal gradiente evidenciado pela NMDS.

A estatística T descreve a consistência ou nitidez da classificação, sendo mais negativo quanto mais compactos forem os grupos (McCUNE; GRACE, 2002). Através de permutação foi gerada uma distribuição de valores de T, esperados ao acaso, que permitiu avaliar a significância estatística do valor de T observado (McCUNE; GRACE, 2002). Esta significância é dependente do tamanho da amostra e é dada por “A”. Para amostras grandes, se o T for significativo, mas o “A” for pequeno (próximo a zero), a significância deve ser vista com cautela.

Para avaliar se a variação estrutural observada pode ser interpretada como um gradiente entre cerrado e floresta estacional, realizou-se uma análise de espécies indicadoras (IndVal) (DUFRENE; LEGENDRE, 1997) com a mesma matriz 198 x 13, utilizada na MRPP, porém com os dados de abundância das espécies, sem transformação logarítmica.

O Valor Indicador de uma espécie (VI) relaciona a abundância relativa com sua constância relativa, indicando sua especificidade e fidelidade ao seu grupo de ocorrência.

Atinge seu valor máximo ou a perfeita indicação (100%), quando todos os indivíduos da espécie são encontrados em um único grupo e quando a espécie ocorre em todas as amostras daquele grupo. Sua significância estatística (p) pode ser obtida através do teste de Monte Carlo que, através de permutações, avalia a proporção com que o valor gerado entre os grupos é superior ao valor observado.

Para avaliar se os dois principais grupos evidenciados na NMDS e comparados com a MRPP, poderiam ser constituídos por elementos de floresta estacional e cerrado, os resultados da IndVal foram confrontados com listas florísticas de trabalhos realizados nos dois tipos de formação vegetal dos Estados de São Paulo e Minas Gerais. Foram utilizadas cinco listas de floresta estacional e cinco listas de cerrado, verificando-se em quantas destas listas as espécies com valor indicador significativo para cada um dos dois grupos ocorriam. Se as espécies indicadoras de um grupo ocorrem majoritariamente em listas de uma dada formação vegetal, possivelmente essa formação constitui a identidade fitogeográfica do grupo. No caso da floresta estacional, optou-se por listas de floresta estacional semidecidual, sendo utilizadas as seguintes referências: Carvalho et al. (1996); Oliveira (2006); São Paulo (2008); Ramos et al. (2008) e Cielo Filho et al. (2009). No caso do cerrado, foram consideradas listas que contemplaram o componente lenhoso da flora de cerrado, cujas espécies ocorrem na fisionomia florestal da formação, ou seja, no cerradão (RIBEIRO; WALTER, 1998), sendo utilizadas as seguintes referências: Durigan et al. (2004), Batalha; Mantovani (2005), São Paulo (2008), Moreno et al. (2008) e Pinheiro e Monteiro (2008).

O teste de Mantel parcial (LEGENDRE; FORTIN, 1989) foi utilizado, para verificar se a diferenciação estrutural está correlacionada às características do solo.

Para tanto, foram elaboradas três matrizes primárias (matriz vegetação, matriz ambiental e matriz espaço). A matriz primária vegetação foi a mesma matriz 198 x 13, utilizada na MRPP. A matriz primária ambiental contém os dados standardizados das 22 variáveis edáficas, nos 13 fragmentos presentes na matriz primária vegetação. A matriz primária espaço contém as coordenadas dos fragmentos num plano cartesiano e é composta por duas colunas (coordenada X e coordenada Y) e 13 linhas (fragmentos). A partir das matrizes primárias, foram obtidas matrizes quadradas secundárias de dissimilaridade entre fragmentos. A matriz secundária vegetação foi calculada com a distância de Bray-Curtis. As outras duas matrizes secundárias foram calculadas através da distância euclidiana. As matrizes secundárias vegetação e ambiental foram correlacionadas, mantendo-se constante a matriz secundária espaço. A significância da correlação foi testada por meio de permutação (LEGENDRE; FORTIN, 1989; DALE et al., 2002).

Para identificar as variáveis edáficas que mais contribuíram para a diferenciação estrutural, as médias das variáveis edáficas, para os dois principais grupos, foram comparadas através do teste t (*Student*) ou U (*Mann-Whitney*), no caso de os dados não terem apresentado normalidade e homocedasticidade mesmo após transformação logarítmica (ZAR, 1999). As variáveis expressas em percentagem foram transformadas para arco seno da raiz quadrada e o teste de normalidade adotado foi o de *Shapiro-Wilk*. Para ilustrar a correlação entre a estrutura da vegetação e as variáveis ambientais, foi realizada uma análise direta de gradiente pela técnica de análise de correspondência canônica (CCA) (ter BRAAK, 1998). Esta análise multivariada é indicada, quando o objetivo é obter uma relação mais estreita das variáveis ambientais com a abundância de espécies (DIGBY; KEMPTON, 1996) e, neste trabalho, só foram utilizadas as variáveis ambientais com médias significativamente diferentes entre os dois grupos principais.

Em todas as análises, utilizou-se um valor de $\alpha = 0,05$ e as permutações adotaram 999 interações. As análises de agrupamento e ordenação, MRPP e IndVal, foram realizadas no *software PcOrd Windows*, versão 5,0 (MCCUNE; MEFFORD, 1999). O teste de Mantel parcial foi executado no programa PASSAGE (ROSENBERG, 2001). Os testes t, U e de normalidade foram conduzidos no *software BioEstat 5.0*.

Uma segunda vez o teste MRPP foi realizado, utilizando-se a mesma matriz empregada nas análises de agrupamento e ordenação (NMDS), portanto uma matriz de 201 espécies em 18 fragmentos florestais, com a finalidade de comparar os quatro grupos que emergiram a partir da avaliação conjunta dos resultados daquelas análises entre si, por meio de comparações par-a-par, *pairwise comparisons* (TALEAI et al., 2007). Para essas comparações, o nível de significância (α) foi corrigido por meio de correção de Bonferroni (HOCHBERG, 1988). A medida de distância utilizada foi a de Bray-Curtis e os grupos considerados foram os mesmos avaliados anteriormente e outros dois situados em posições intermediárias do principal gradiente evidenciado na NMDS.

Como complemento ao conjunto da análise anterior, realizou-se uma segunda análise IndVal para identificar espécies indicadoras dos outros dois grupos menores. Como na primeira análise IndVal, o objetivo deste procedimento foi relacionar as espécies indicadoras destes grupos com sua formação vegetal.

4 RESULTADOS

A formação de grupos semelhantes com os diferentes métodos de ligação foi considerada como indicativo da consistência dos grupos. A menor porcentagem de escalonamento foi obtida pelo método de ligação completa, cujo dendrograma foi escolhido para representar o padrão de agrupamento dos fragmentos (McCUNE; GRACE, 2002) (figura 6). Os 18 fragmentos desse estudo formaram dois grupos bem definidos na análise de agrupamento. Há um grupo constituído pelos fragmentos P1, P2, P5, G1, G2, G3, G4, G6, G7 e G8, e outro constituído pelos fragmentos P3, P4, P6, P7, P8, P9, G5 e G9.

Distância (Função Objetiva)

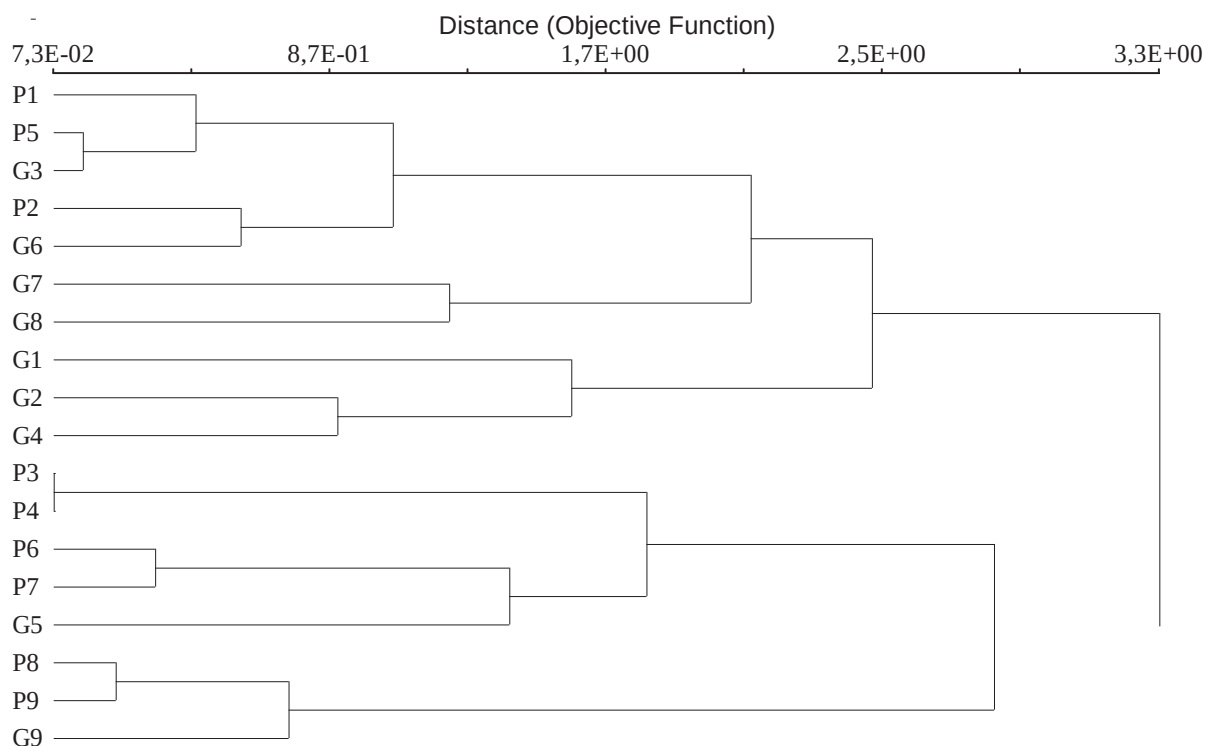


Figura 6 – Dendrograma obtido pelo método de ligação completa (distância de Bray-Curtis) para os 18 fragmentos florestais do noroeste do Estado de São Paulo.

A análise de ordenação NMDS confirmou a divisão dos fragmentos em dois grupos, revelada pela análise de agrupamento. O estresse final de 7,502 pode ser considerado satisfatório e a solução final foi altamente estável (instabilidade próxima a zero). Os eixos 1 e 2 foram significativos e explicaram 25,9% e 66,4%, respectivamente, da distância entre objetos no espaço original espécies (tabela 3).

Tabela 3 – Sumário da NMDS aplicada a uma matriz de dados quantitativos da vegetação de 18 fragmentos florestais do noroeste do estado de São Paulo.

Eixo	Variação explicada	Variação acumulada	Estresse final	Instabilidade final
1	25,9%	25,9%		
2	66,4%	92,3%		
Solução dimensional			7,502	< 0,0000001

Contudo a ordenação indicou um *continuum* de variação em que os fragmentos P3, P4, G1, G2 e G4 assumem posições intermediárias no gradiente estrutural. Portanto a análise conjunta de agrupamento e ordenação revela quatro grupos: dois são posicionados nos extremos do principal gradiente estrutural, sendo o grupo 1 constituído pelos fragmentos P1, P2, P5, G3, G6, G7 e G8, enquanto que o grupo 2 compreende os fragmentos P6, P7, P8, P9,

G5 e G9. Os outros dois grupos em posições intermediárias, são o grupo 3, que é constituído por P3 e P4 e o grupo 4, que compreende G1, G2 e G4 (figura 7).

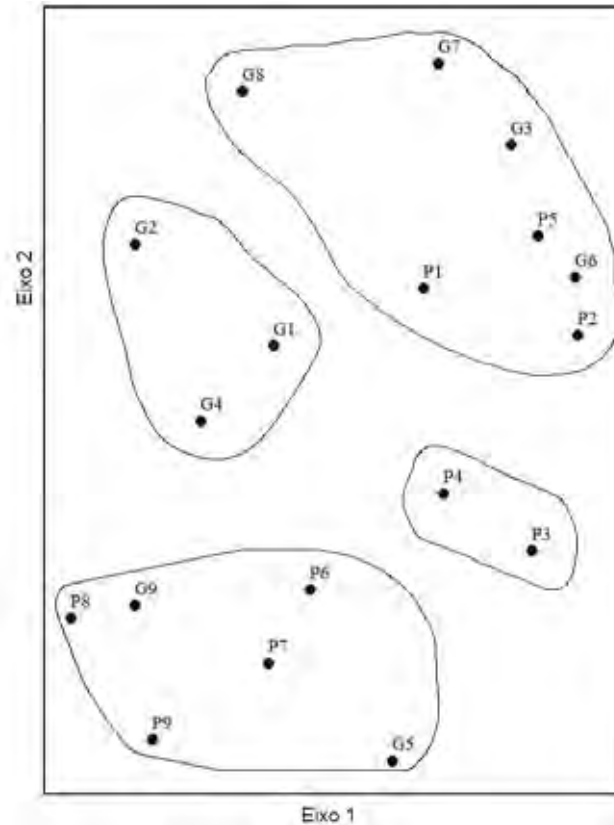


Figura 7 – Diagrama indicando o comportamento de dispersão dos fragmentos no espaço bidimensional produzido pela análise NMDS aplicada a uma matriz de dados quantitativos da vegetação de 18 fragmentos florestais do noroeste do Estado de São Paulo.

Indicando a existência de agrupamentos distintos, os grupos indicados pelas análises de agrupamento de dispersão (figura 7) foram submetidos ao teste MRPP, cujos resultados mostraram um valor de $T = -7,3533$ altamente significativo ($p = 0,0003$) e uma alta homogeneidade dentro dos grupos ($A = 0,2092$). Esta análise verificou que os grupos posicionados nos extremos do gradiente diferiam entre si. Uma vez verificada esta dicotomia entre os dois maiores grupos (1 e 2), utilizou-se uma segunda vez o teste MRPP, porém para uma matriz de 201 espécies em 18 fragmentos (a mesma matriz utilizada para as análises de agrupamento e ordenação), com o objetivo de se comparar os quatro grupos entre si. As comparações par-a-par, *pairwise comparisons*, evidenciaram que cada um dos quatro grupos é diferente dos demais. O nível de significância (α) corrigido pelo índice de Bonferroni foi de 0,0833. O valor geral de T ($-7,1606$) foi significativo ($p = 0,00000074$) e também revelou alta homogeneidade dentro dos grupos ($A = 0,2238$). Os níveis de significância (p) obtidos para cada comparação foram

menores que o índice α , indicando que os valores de T correspondentes são significativos. A tabela 4 indica os valores obtidos nessa análise.

Tabela 4 – Comparações par-a-par para os grupos dos 18 fragmentos florestais do noroeste do Estado de São Paulo.

Grupos de fragmentos comparados	T	A	p
1 x 2	-3,4996	0,1349	0,0057
1 x 3	-7,3533	0,2092	0,0003
1 x 4	-3,7204	0,1024	0,0042
2 x 3	-3,2573	0,1446	0,0081
2 x 4	-2,1811	0,2195	0,0000
3 x 4	-3,9621	0,1148	0,0028

Após a indicação dos grupos, foi possível calcular os valores indicadores para as espécies em cada grupo formado, pela análise IndVal. A IndVal revelou que, das 201 espécies analisadas, 77 (38%) apresentaram valores de indicação significativos (tabela 3) (tabela 5).

Ao grupo um, foram indicadas 22 espécies: *Anadenanthera peregrina* var. *falcata*, *Andira vermifuga*, *Bowdichia virgilioides*, *Coccoloba mollis*, *Copaifera langsdorfii*, *Cordia sessilis*, *Coussarea hydrangeifolia*, *Dalbergia miscolobium*, *Guetarda viburnoides*, *Leptolobium elegans*, *Machaerium acutifolium*, *Ocotea minarum*, *Platypodium elegans*, *Pterodon emarginatus*, *Qualea grandiflora*, *Rudgea viburnoides*, *Siparuna guianensis*, *Stryphnodendron adstringens*, *Tabebuia ochracea*, *Tapirira guianensis*, *Vochysia tucanorum* e *Xylopia aromatica*.

Ao grupo dois, foram indicadas 28 espécies: *Albizia niopoides*, *Aloysia virgata*, *Anadenanthera colubrina*, *Aspidosperma cylindrocarpon*, *Astronium graveolens*, *Campomanesia guazumifolia*, *Cariniana estrellensis*, *Casearia gossypiosperma*, *Cedrela fissilis*, *Ceiba speciosa*, *Chrysophyllum gonocarpum*, *Diatenopteryx sorbifolia*, *Endlicheria paniculata*, *Eugenia ligustrina*, *Genipa americana*, *Guarea guidonia*, *Hymenaea courbaril*, *Inga vera*, *Jacaratia spinosa*, *Machaerium paraguariense*, *Machaerium stipitatum*, *Patagonula americana*, *Peltophorum dubium*, *Trichilia casaretti*, *Trichilia catigua*, *Trichilia claussoni*, *Urera baccifera*, *Zeyheria tuberculosa*.

Ao grupo três, foram indicadas 20 espécies: *Aspidosperma cuspa*, *Bauhinia unguolata*, *Casearia decandra*, *Diteryx alata*, *Erythroxylum pelleterianum*, *Guazuma ulmifolia*, *Hymenaea stigonocarpa*, *Jacaranda cuspidifolia*, *Maclura tinctoria*, *Magonia pubescens*, *Maytenus floribunda*, *Psidium sartorianum*, *Rhamnidium elaeocarpum*, *Senegalia lowei*, *Simira sampaioana*, *Sweetia fruticosa*, *Tabebuia impetiginosa*, *Tabebuia roseoalba*, *Terminalia brasiliensis*, *Zanthoxylum petiolare*.

Ao grupo quatro, foram indicadas sete espécies: *Cordia sellowiana*, *Duguetia lanceolata*, *Luehea candicans*, *Mabea fistulifera*, *Machaerium brasiliense*, *Myrcia floribunda* e *Ouratea castanaelifolia*.

Tabela 5 – Relação das espécies, grupo a que foram indicadas pela IndVal, valores de indicação (VI) e frequência nas listas florísticas de trabalhos consultados para cerrado e floresta estacional em 18 fragmentos florestais, no noroeste do Estado de São Paulo. Foram relacionadas somente as espécies que apresentaram valores significativos, segundo teste de “Monte Carlo” para $p \leq 0,05$. Trabalhos consultados para floresta estacional semidecidual (fes): Carvalho et al.(1996), Oliveira (2006), São Paulo, Estado (2008), Ramos et al. (2008) e Cielo Filho et al. (2009); para cerrado: Durigan et al. (2004), Batalha e Mantovani (2005), São Paulo (Estado), (2008), Moreno et al. (2008) e Pinheiro e Monteiro (2008).

Continua					
Espécies	IndVal	Valor da Indicação	p	cerradão	fes
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	2	81,8	0,010	1	4
<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) Juss.	2	100,0	0,0004	2	5
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	2	66,3	0,050	1	3
<i>Anadenanthera peregrina</i> var. <i>falcata</i> (Benth.) Altschul	1	71,4	0,027	4	3
<i>Andira vermifuga</i> (Mart.) ex Benth.	1	71,4	0,022	1	0
Continuação					
Espécies	IndVal	Valor da Indicação	p	cerradão	fes
<i>Aspidosperma cuspa</i> (Kunth) S. F. Blake ex Pittier	3	77,2	0,008	1	1
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Müll.Arg.	2	87,1	0,024	1	4
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	2	83,0	0,007	0	5
<i>Bauhinia unguolata</i> L.	3	93,4	0,010	1	0
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	1	71,4	0,021	4	0
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg	2	66,7	0,019	1	4
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	2	83,3	0,004	2	5
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	3	69,2	0,031	1	2
<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	2	86,9	0,004	2	5
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	2	66,7	0,021	2	5
<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	2	66,7	0,019	0	5
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.	2	83,3	0,004	1	5
<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	1	84,7	0,010	4	1
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	1	98,0	0,001	5	5
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	4	61,2	0,053	2	5
<i>Cordia sessilis</i> (Vell.) Kuntze	1	82,7	0,033	4	1
<i>Coussarea hydrangeifolia</i> (Benth.) Müll.Arg.	1	83,3	0,023	4	1
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	1	57,1	0,054	5	0
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	2	83,3	0,004	0	4
<i>Dipteryx alata</i> Vogel	3	77,8	0,016	1	0
<i>Duguetia lanceolata</i> A.St.-Hil.	4	94,4	0,001	1	5
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F.Macbr.	2	62,5	0,041	2	4
<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A.St.-Hil.	3	75,0	0,022	4	2
<i>Eugenia ligustrina</i> (Sw.) Willd.	2	75,7	0,013	1	2

<i>Genipa americana</i> L.	2	58,3	0,053	0	2
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	2	80,1	0,014	1	4
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	3	65,4	0,039	3	3
<i>Guetarda viburnoides</i> Cham. & Schltdl.	1	71,4	0,022	4	2
<i>Handroanthus impetiginosus</i> Mattos	3	89,5	0,005	1	2
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	1	90,2	0,005	5	2
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	2	66,7	0,019	2	3
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	3	96,2	0,003	5	0
<i>Inga vera</i> Willd.	2	97,0	0,002	1	2
<i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.	3	68,9	0,025	1	0
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC.	2	100,0	0,0004	0	4
<i>Leptolobium elegans</i> Vogel	1	85,7	0,005	4	1
<i>Luehea candicans</i> Mart.	4	100,0	0,001	2	2
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	4	74,5	0,043	2	3
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	1	83,5	0,001	5	0
<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	4	61,9	0,042	3	4
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	2	80,6	0,014	0	2
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	2	100,0	0,0004	1	3
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	3	64,3	0,047	2	5
<i>Magonia pubescens</i> A. St.-Hil.	3	100,0	0,007	4	0
<i>Maytenus floribunda</i> Reissek	3	91,8	0,002	4	1
<i>Myrcia floribunda</i> Miq.	4	83,8	0,003	1	0
<i>Ocotea minarum</i> (Nees & Mart.) Mez	1	71,4	0,020	3	2
<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl.	4	86,2	0,009	3	2
<i>Patagonula americana</i> L.	2	66,7	0,018	0	4
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	2	66,7	0,021	1	4
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	1	98,0	0,0004	5	5
<i>Psidium sartorianum</i> (O.Berg) Nied.	3	65,4	0,047	1	1
<i>Pterodon emarginatus</i> Vogel	1	71,4	0,020	3	3
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	1	85,5	0,011	5	1
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	3	84,2	0,025	3	4
<i>Rudgea viburnoides</i> (Cham.) Benth.	1	71,4	0,022	5	0
<i>Senegalia lowei</i> (L. Rico) Seigler & Ebinger	3	89,2	0,014	0	0
<i>Simira sampaioana</i> (Standl.) Steyererm.	3	69,9	0,027	0	2
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	1	68,8	0,046	5	4
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	1	71,4	0,027	5	1

Continuação

Espécies	IndVal	Valor da Indicação	P	cerradão	fes
<i>Sweetia fruticosa</i> Spreng.	3	76,4	0,016	1	3
<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	3	98,3	0,003	1	0
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	1	82,5	0,001	5	5
<i>Terminalia brasiliensis</i> (Cambess. ex A. St.-Hil.) Eichler	3	71,6	0,022	2	2
<i>Trichilia casaretti</i> C.DC.	2	75,6	0,030	0	3
<i>Trichilia catigua</i> A.Juss.	2	100,0	0,0004	0	5
<i>Trichilia clausenii</i> C.DC.	2	66,7	0,019	0	5
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.	2	66,7	0,019	0	2
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	1	83,0	0,011	5	4
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	1	100,0	0,0004	5	1
<i>Zanthoxylum petiolare</i> A. St.-Hil. & Tul.	3	96,9	0,003	0	2
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau	2	66,7	0,022	3	5

Das espécies analisadas, sete apresentaram o valor de indicação máximo (100%) aos grupos a que foram atribuídas: *Xylopia aromatica* (grupo 1); *Aloysia virgata*, *Jacaratia spinosa*, *Machaerium stipitatum* e *Trichilia catigua* (grupo 2); *Magonia pubescens* (grupo 3) e *Luehea candicans* (grupo 4).

As demais espécies do grupo 1 variaram quanto ao valor de indicação entre 68,8% e 98%; as do grupo 2 variaram entre 58,3% e 97%; as do grupo 3 variaram entre 65,4% e 96,9%; e as do grupo 4 variaram entre 61,2% e 94,4%.

Edáficas	Vegetal								
pH	cerradão	4.157143	4.211111	0.203106	-9.5614	>0.0001			
	fes	5.669444	5.586111	0.360842					
P	cerradão	2.198413	2.333333	0.485232			0.5	0.0034	Heteroc.
	fes	5.748148	5.777778	2.178987					
MO	cerradão	14.19048	13.38889	2.44967	-1.4817	0.1664			Transf.Log
	fes	17.9537	18.66667	5.061769					
S	cerradão	4.571429	4.722222	0.481888	-9.2145	< 0.0001			
	fes	7.011111	6.972222	0.492913					
K	cerradão	1.266667	1.105556	0.382218	-3.1174	0.0098			
	fes	1.951852	1.961111	0.416565					
Ca	cerradão	10.30952	10.22222	1.833293	-10.6598	< 0.0001			
	fes	25.21111	25.41667	3.14466					
Mg	cerradão	4.103175	3.777778	0.740807	-11.3383	< 0.0001			
	fes.	8.540741	8.427778	0.658343					
Al	cerradão	7.380952	6.388889	2.069318			0	0.0027	Heteroc.
	fes	0.351852	0.333333	0.347241					
H+Al	cerradão	34.76984	31.66667	7.570072	4.1164	0.0017			
	fes	20.55185	20.80556	4.039476					
SB	cerradão	15.67937	15.7	2.627227	-10.9369	< 0.0001			
	fes	35.79907	35.98889	3.971723					
CTC	cerradão	50.44921	51.68889	7.912856	-1.4723	0.1689			
	fes	56.35556	57.13333	6.24213					
V%	cerradão	31.20794	30.10556	5.416159	-10.3918	< 0.0001			
	fes	62.53741	61.29444	4.856126					
Cu	cerradão	0.53254	0.433333	0.400121			18	0.6682	Não norm.
	fes	0.595	0.4	0.448698					
Fe	cerradão	42.07937	35.38889	15.07556	1.3411	0.2068			
	fes	31.63519	31.51667	12.64651					
Mn	cerradão	4.725397	4.311111	2.528101			0	0.0027	Não norm.
	fes	15.82056	17.10278	4.388152					
Continuação									
Variáveis Edáficas	Formação Vegetal	Média	Mediana	DP	T	p	U	p	Obs.
Zn	cerradão	2.738889	1.783333	3.062986			17	0.5677	Não norm.
	fes	2.367222	2.327778	1.209647					
B	cerradão	0.147349	0.149444	0.014353			7.5	0.0538	Não norm.
	fes	0.213815	0.204167	0.038341					
Argila	cerradão	203.9762	199.5	31.91531	3.6805	0.0036			
	fes	150.5	153	16.65533					
Areia Total	cerradão	755.8571	761.6111	25.89107	-2.6124	0.0241			
	fes	799.9574	801.5278	34.96341					
Silte	cerradão	40.2381	38.88889	10.41232	-0.8992	0.3878			
	fes	49.54259	37.97222	25.07397					

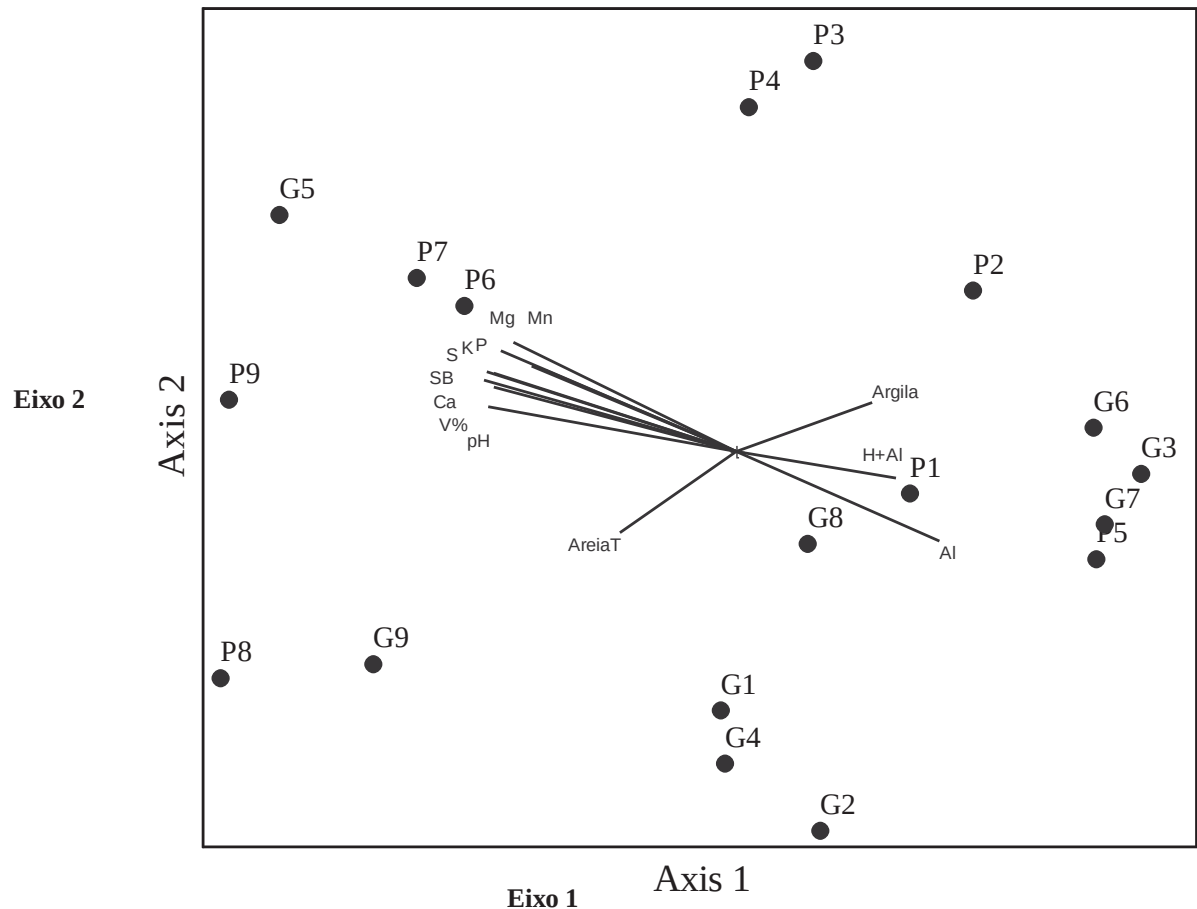


Figura 8 – Diagrama de ordenação utilizando as variáveis edáficas mais importantes: potencial hidrogênio-iônico (pH), acidez potencial (H+Al), alumínio (Al), saturação em bases (V%), soma de bases (SB), cálcio (Ca), enxofre (S), fósforo (P), manganês (Mn) e magnésio (Mg), potássio (K), areia total e argila.

As ilustrações dos mapas das classes de solo (anexo A) elaboradas a partir do “Mapa Pedológico do Estado de São Paulo”, apresentadas nesse trabalho, confirmaram que os fragmentos encontram-se distribuídos entre Latossolos (Latosolo Vermelho distrófico) e Argissolos (Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico). No grupo 1, os fragmentos P5 (Palestina), G3 (Planalto), G7 (Barretos) e G8 (Bebedouro) localizam-se sobre Latossolos enquanto que os fragmentos P1 (Vicentinópolis), P2 (Macaubal) e G6 (Nova Granada), sobre Argissolos. Os fragmentos pertencentes ao grupo da Floresta Estacional, P7 (Barretos), P8 (Taquaritinga), P9 (Pindorama), G5 (Magda) e G9 (Matão) distribuíram-se sobre Argissolos, enquanto que apenas P6 (Palestina) deste grupo, encontra-se sobre Latossolos. Os fragmentos do grupo 3 (P3 e P4), distribuíram-se sobre Argissolos e os do grupo 4, sobre Argissolo (G1) e Latossolo (G2 e G4).

Tabela 7 – Valores médios (e unidades) das variáveis edáficas obtidos nos 18 fragmentos florestais do noroeste do estado de São Paulo (P1 a G9). pH (potencial hidrogênio - iônico); P (fósforo - mg.dm⁻³); MO (matéria orgânica - g. dm⁻³); S (enxofre- mg.dm⁻³); K (potássio - mmol.dm⁻³); Ca (cálcio - mmol.dm⁻³); Mg (magnésio - mmol.dm⁻³); Al (alumínio - mmol.dm⁻³); H+Al (hidrogênio + alumínio ou acidez potencial - mmol.dm⁻³); SB (soma de bases - mmol.dm⁻³); CTC (capacidade de troca catiônica - mmol.dm⁻³); V% (saturação em bases); Cu (cobre - mg.dm⁻³); Fe (ferro - mg.dm⁻³); Mn (manganês- mg.dm⁻³); Zn (zinco - mg.dm⁻³); B (boro - mg.dm⁻³); Argila (g.k); A.F (areia fina - g.k); A.G (areia grossa - g.k); A.T (areia total - g.k); Silte (g.k).

	pH	P	MO	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V%	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Argila	A.F	A.G	A.T	Silte
P1	4.0	2.2	12.7	4.0	1.1	7.6	3.8	10.4	42.1	12.5	54.6	23.0	0.5	28.6	4.3	1.3	0.1	184.5	195.5	572.9	768.3	47.2
P2	4.3	2.4	14.6	5.1	1.7	13.4	4.9	5.7	31.7	20.0	51.7	37.4	0.2	35.4	7.4	0.3	0.2	163.3	436.7	342.1	778.8	58.2
P3	4.5	3.3	15.0	5.9	1.5	15.3	6.8	4.2	34.1	23.6	57.6	41.5	0.8	31.8	11.2	1.4	0.2	184.0	259.3	489.8	749.1	66.9
P4	4.9	5.5	22.8	5.7	2.0	19.3	8.7	1.3	26.8	30.0	56.8	52.0	2.9	29.1	15.7	0.9	0.2	247.0	365.0	334.9	699.9	53.1
P5	4.3	2.0	12.7	4.9	0.9	10.2	3.4	6.4	26.6	14.5	41.1	35.0	1.4	31.6	3.5	3.1	0.2	215.5	235.1	517.6	752.6	31.9
P6	5.9	6.8	16.1	7.7	1.4	24.4	8.3	0.2	17.6	34.8	52.4	65.1	0.5	19.8	11.8	2.7	0.2	173.0	225.4	568.0	793.4	33.6
P7	5.3	6.8	17.3	6.7	1.9	24.7	8.4	0.0	23.9	34.9	58.9	57.9	0.4	37.5	18.8	1.7	0.2	148.0	169.2	640.4	809.7	42.3
P8	5.5	2.7	9.4	6.4	1.6	19.8	7.6	0.6	17.7	28.9	46.6	61.0	0.4	16.7	19.8	2.0	0.2	125.5	645.4	673.6	844.6	29.9
P9	6.3	4.6	20.0	7.4	2.5	28.9	8.5	0.0	15.5	39.9	55.4	71.0	0.4	25.5	19.7	0.6	0.2	159.0	225.2	551.3	776.5	64.5
G1	4.8	3.8	14.8	5.6	1.6	14.9	5.4	3.1	23.9	21.9	45.8	45.7	0.5	43.6	3.9	8.2	0.2	205.4	237.4	491.8	729.1	65.5
G2	3.7	3.6	12.9	4.1	0.7	6.6	2.6	11.2	26.9	9.9	36.8	27.2	0.3	44.6	2.6	1.9	0.1	87.5	72.4	774.6	847.1	65.4
G3	4.4	2.5	13.4	4.7	0.9	8.9	3.3	5.4	29.9	13.1	43.0	30.1	0.4	57.3	1.2	3.2	0.1	199.5	341.7	419.9	761.6	38.9
G4	4.1	2.3	11.2	4.2	1.1	9.2	3.3	10.5	48.9	13.7	62.6	21.8	0.4	47.8	3.1	3.3	0.1	214.0	154.2	603.4	757.7	28.3
G5	5.4	8.9	24.2	7.2	2.1	26.2	8.8	0.8	24.0	37.1	61.1	58.6	1.5	45.6	15.4	3.8	0.3	158.0	369.8	378.4	748.2	93.8
G6	4.2	1.2	19.4	4.2	1.8	9.9	4.7	5.7	27.3	16.3	43.6	36.8	0.4	27.1	8.7	0.4	0.2	195.0	384.7	391.1	775.8	29.2
G7	3.9	2.3	12.2	4.1	1.0	11.1	3.6	9.5	43.5	15.7	59.2	26.7	0.5	64.6	3.6	1.8	0.1	204.0	113.7	638.0	751.7	44.3
G8	4.0	2.7	14.3	5.0	1.5	11.1	5.0	8.6	42.3	17.6	60.0	29.4	0.3	50.1	4.3	9.2	0.1	266.0	103.2	583.8	702.2	32.0
G9	5.7	4.8	20.8	6.7	2.3	27.3	9.6	0.5	24.6	39.2	63.8	61.6	0.4	44.7	9.5	3.5	0.2	139.5	149.4	678.5	827.4	33.1

5 DISCUSSÃO

Os resultados deste trabalho confirmaram a hipótese de que existe variação estrutural entre os fragmentos de fisionomia florestal no noroeste do Estado de São Paulo. O dendrograma obtido pelo método de ligação completa indicou uma dicotomia inicial em dois grupos, um formado pelos fragmentos P1, P2, P5, G1, G2, G3, G4, G6, G7 e G8 e o outro pelos fragmentos P3, P4, P6, P7, P8, P9, G5 e G9 (figura 6). O diagrama de dispersão, contudo, indicou que destes dois grupos iniciais, dois localizaram-se no extremo de um gradiente e outros dois distribuíram-se em um *continuum* desta variação, indicando, portanto, a existência de quatro grupos (figura 7). Os fragmentos P1, P2, P5, G3, G6, G7 e G8 pertencem ao grupo 1; os fragmentos P6, P7, P8, P9, G5 e G9, ao grupo 2; os fragmentos P3 e P4, ao grupo 3; e os fragmentos G1, G2 e G4, ao grupo 4.

Nesta região, alguns trabalhos indicam a floresta estacional semidecidual (IBGE, 1992; STRANGHETTI; RANGA, 1998) como predominante e, mais recentemente, o mapeamento do Sistema de Informação Florestal do Estado de São Paulo (SIFESP) (SÃO PAULO, 2012), classifica os referidos fragmentos como “mata, cerrado ou cerradão”. Este estudo indica a importância de complementação através de informações botânicas aos levantamentos sobre a vegetação natural elaborados com imagens de satélites e fotografias aéreas digitais, pois dos 18 fragmentos estudados, sete (P1, P3, P4, P6, P7, G5 e G8) não corresponderam ao tipo de vegetação indicada pelo SIFESP. Como nesta região os estudos sobre vegetação são escassos (OLIVEIRA, 2011), as informações obtidas por este trabalho estariam contribuindo para a melhoria dos dados, indicando com maior segurança o tipo de vegetação dos referidos fragmentos.

A análise IndVal apresentou 77 das espécies analisadas (38%) com valores significativos, possibilitando a identificação das duas principais formações vegetais desta região: cerradão (grupo 1) e floresta estacional semidecidual (grupo 2).

Algumas destas espécies são típicas de uma formação ou outra, e sua frequência e abundância são fortes indicadores destes ambientes. Frequente no grupo 1 (cerradão), a espécie *Xylopia aromatica*, única deste grupo a apresentar o valor de indicação máximo (100%), pode ocorrer em locais pouco férteis (MORENO et al., 2008), em cerrado típico e cerradão (DURIGAN et al., 2004) com ampla distribuição, porém baixa abundância (LORENZI, 2002). Em um estudo verificando as relações entre solo e vegetação, Ruggiero et al. (2002) relatam a ocorrência dessa espécie nas parcelas, cujo solo apresentou alto conteúdo

de alumínio trocável, fato que estaria indicando a sua presença em ambiente de cerrado. Apresentando valores indicadores menores, porém significativos, são bastante típicas de cerrado, *Vochysia tucanorum*, acumuladora de alumínio (HARIDASAN; ARAUJO, 2005) e *Qualea grandiflora*, citadas por alguns autores como espécies indicadoras de solos pobres ou distróficos (RATTER et al., 1977; OLIVEIRA FILHO; MARTINS, 1986 e FURLEY; RATTER, 1988). *Qualea grandiflora*, segundo Ratter et al. (1996), é uma espécie endêmica das savanas da América do Sul, notavelmente do Brasil, ocorrendo em 88% dos cerrados listados em seus trabalhos. Araujo e Haridasan (1988) propuseram que essa espécie apresenta ampla vantagem adaptativa às demais do cerrado, motivo esse de sua ampla distribuição. Em trabalho de Costa e Araujo (2001), destacou-se na fisionomia vegetal de cerradão em solo distrófico na Reserva do Panga. Neste estudo, estas duas espécies, *Vochysia tucanorum* e *Qualea grandiflora* foram frequentes nos fragmentos de cerradão, corroborando com os resultados dos autores citados acima. Também frequente neste grupo de fragmentos, *Coussarea hydrangeaefolia* destaca-se por ocupar ambientes com diversas condições edáficas (MORENO et al., 2008), sendo comumente encontrada em cerradão e na floresta estacional (DURIGAN et al. 2004), com elevada abundância nos estratos sombreados.

As espécies *Copaifera langsdorffii*, *Platypodium elegans* e *Tapirira guianensis* também indicadas ao grupo 1, apresentaram neste trabalho frequência igual, tanto nas listas de cerrado como nas de floresta estacional (tabela 5). A adaptação dessas espécies a ambientes edáficos diversificados (OLIVEIRA FILHO et al., 1994) faz com que a sua distribuição seja bastante ampla. A *Copaifera langsdorffii* ocorre em todas as fisionomias do cerrado (DURIGAN et al., 2004), em matas semidecíduas paulistas (CAVASSAN, 2002) e transição entre o cerrado e a floresta estacional semidecidual (LORENZI, 2002). A *Platypodium elegans* é uma espécie característica do cerrado (LORENZI, 2002) sendo particularmente comum em zonas de transição entre essa formação e a floresta estacional semidecidual (RUGGIERO et al., 2002; DURIGAN et al., 2004). Em trabalho de Moreno et al. (2008), verificou-se a distribuição de espécies em um gradiente fisionômico de cerrado (cerrado distrófico, cerrado denso, cerrado *sensu stricto*, campo cerrado e campo sujo) e mata semidecidual. Essa espécie foi amostrada em todas as fisionomias do cerrado e em mata semidecídua. A *Tapirira guianensis*, espécie generalista, comum entre cerrado e floresta (CAVASSAN, 2002), ocorre em cerradão sendo particularmente abundante na zona ripária (DURIGAN et al., 2004).

As demais espécies indicadas a essa formação por este trabalho e constantes na tabela 5, podem ser consideradas espécies indicadoras da vegetação de cerrado para a região do presente estudo.

Para o grupo 2, as espécies com 100% do valor de indicação, *Aloysia virgata*, *Jacaratia spinosa*, *Machaerium stipitatum* e *Trichilia catigua* apresentaram frequência majoritária nas listas de floresta estacional semidecidual. As espécies indicadas a esta formação por este trabalho também estão indicadas por Ramos et al. (2008), em seu guia de identificação de espécies para a floresta estacional semidecidual. Apenas as espécies *Anadenanthera colubrina*, *Eugenia ligustrina*, *Genipa americana*, *Inga vera* e *Machaerium paraguariense* foram indicadas por este trabalho e não constam no guia. Podem-se considerar as espécies relacionadas para a floresta estacional semidecidual do presente trabalho (tabela 5), como indicadoras da referida formação nesta região do estado.

Ressalta-se que o reconhecimento dessas formações vegetais e a indicação de suas espécies indicadoras poderão embasar argumentos em favor de sua conservação e de ações de manejo, oferecendo subsídios para a tomada de decisões quanto à escolha de áreas a serem protegidas sob as diversas categorias das Unidades de Conservação.

Considerando-se que os fragmentos dos grupos 3 e 4 encontram-se em posições intermediárias do gradiente estrutural entre cerrado e floresta estacional semidecidual, discute-se como poderia ser caracterizada a estrutura dessas florestas. Observa-se que as espécies indicadoras do grupo 3, ora apresentam-se com maior frequência em listas florísticas de cerrado ora em listas florísticas de floresta estacional semidecidual (tabela 5). As espécies *Magonia pubescens* cujo valor indicador foi de 100%, e *Dipteryx alata* são citadas por Ratter (1971) como indicadoras de cerrado mais fértil ou cerrado mesotrófico. Entretanto pesquisa recente de Oliveira (2011) indica como pertencentes à floresta estacional decidual algumas das espécies pertencentes ao grupo 3 deste trabalho: *Casearia decandra*, *Erythroxylum pelleterienum*, *Handroantus impetignosus*, *Maclura tinctoria*, *Magonia pubescens*, *Rhamnidium elaeocarpum*, *Simira sampaioana*, *Sweetia fruticosa*, *Tabebuia roseoalba* e *Zanthoxylum petiolare*. A autora realizou seu trabalho de pesquisa no fragmento P3 localizado no município de Votuporanga, que também faz parte desse estudo e indicado ao grupo 3, e classificou este fragmento quanto ao tipo de vegetação como floresta estacional decidual, utilizando como principal critério a percentagem de árvores decíduas amostradas (79%).

Quanto ao grupo 4, o mesmo apresentou poucas espécies indicadoras, sendo que a única espécie com valor máximo de indicação (100%) foi *Luehea candicans*. Esta e as demais espécies indicadoras desse grupo são frequentes tanto em listas de cerrado como em floresta

estacional (tabela 5), e também em áreas de transição entre uma e outra formação vegetal (LORENZI, 2002).

De acordo com Siqueira e Durigan (2007), as relações de similaridade se estabelecem, em primeiro lugar, em função do clima e, em segundo lugar, em função da fertilidade do solo. Com macroclima semelhante na região, a hipótese de que a similaridade estrutural estaria correlacionada com a similaridade edáfica recebeu reforço neste trabalho que, através do teste de Mantel, evidenciou uma correlação significativa entre a similaridade estrutural e edáfica.

A análise de correspondência canônica (CCA) (figura 8) ilustrou que a composição química do solo influenciou fortemente a distribuição das espécies entre os fragmentos florestais dos dois principais grupos, cerrado e floresta estacional, e dos outros dois grupos menores.

Assim como neste trabalho, vários autores têm evidenciado que a relação solo-vegetação é um dos principais fatores na distribuição das espécies (FURLEY, 1996; FURLEY; RATTER, 1988; HENRIQUES, 2005) e as variações edáficas são acompanhadas por variações na composição florística (MORENO et al., 2008).

Neste trabalho, maiores valores de soma de bases (SB) e saturação por bases (V%) foram encontrados nos fragmentos correspondentes ao grupo de floresta estacional. Resultado semelhante obteve Ruggiero et al. (2002) que, analisando uma área com diversas fisionomias de cerrado *sensu lato* e floresta estacional semidecidual, encontrou os mais altos valores de saturação por bases em floresta. Quando a saturação por bases de um solo é alta, este solo armazena maior quantidade de nutrientes, principalmente cálcio, representada pela soma de bases (PRADO, 2011). Nesse grupo de fragmentos, os elementos cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K), enxofre (S) e manganês (Mn) obtiveram os maiores valores (figura 8).

Estudo de Ratter (1992) indicou que, em áreas de solos mais férteis e com maiores níveis de cálcio e fósforo, ocorrem floresta estacional e transição entre essa formação e o cerrado. Em um outro estudo, Ruggiero et al. (2006), também, investigando as relações de solo-vegetação observaram que a maior concentração de fósforo, cálcio e magnésio, especialmente na camada superficial, estavam associadas à separação da floresta e cerrado *sensu lato*, apresentando maiores valores na floresta. Em Uberlândia, Moreno et al. (2008) obtiveram resultados semelhantes, quando foi encontrada uma maior concentração de cálcio nas camadas superficiais do solo em mata semidecídua e cerradão mesotrófico. Neste estudo, os resultados mostraram-se semelhantes aos mencionados acima, corroborando com os resultados obtidos pelos diversos autores.

Um outro indicador que enfatiza a distribuição da vegetação de florestas é o potencial hidrogênio-iônico (pH). No presente estudo, este índice alcançou os maiores valores em fragmentos do grupo 2. Variando entre 5,4 a 6,3, indicaram solos com baixa acidez (um solo básico teria um valor de pH em torno de 7,0) tendendo a básicos. A relação entre o pH e a saturação por bases é muito utilizada na área da fertilidade do solo, indicando que à medida que o complexo de troca do solo fica mais rico em bases, principalmente cálcio e magnésio, o pH alcança maiores valores (DEMATÊ; DEMATÊ, 1993).

A correlação de maiores valores obtidos neste estudo para SB, V%, pH, macro e micronutrientes, provavelmente garantiu condições de fertilidade mais adequadas para o estabelecimento das florestas estacionais semidecíduais (RUGGIERO; PIVELLO, 2005), permitindo que a produção e decomposição de matéria orgânica nesses solos tenha favorecido a ciclagem de nutrientes. Por outro lado, solos sob cerrado, com menor disponibilidade de nutrientes, selecionam espécies com baixo requerimento nutricional, (MEDINA; HUBER, 1992), ocasionando o baixo retorno desses elementos ao solo pela decomposição da serapilheira (MORENO et al., 2008). Sparovek e Camargo (1997), em um estudo de solos em um remanescente florestal no Estado de São Paulo, mostraram existir grande variação das características do solo nas primeiras camadas (0-5 cm), provavelmente pela forte influência da vegetação, uma vez que a superfície do solo, em contato direto com a comunidade biótica, pode ser entendida como uma interação entre os dois meios (RUGGIERO; PIVELLO, 2005).

Quanto à granulometria, a fração areia e textura média predominaram nos fragmentos de florestais semidecíduais, sendo que apenas o fragmentos G9 (Matão), apresentou textura arenosa. Moreno e Schiavini (2001) encontraram maiores teores de silte e areia grossa em mata mesófila e no cerrado. A análise granulométrica dos 18 fragmentos não encontrou resultados significativos para a fração silte em nenhum deles.

Das classes de solo encontradas sob as florestas estacionais semidecíduais para esta formação vegetal, cinco fragmentos (P7, P8, P9, G5 e G9) apresentaram-se sob Argissolos (Argissolo Vermelho-Amarelo) e um (P6) sob Latossolo (Latossolo Vermelho distrófico) (tabela 2). Os Argissolos, independente de sua granulometria, caracterizam-se por apresentarem o horizonte B (B textural) do solo mais argiloso que o horizonte A. Possuem também, no horizonte B, maior quantidade de microporos em relação a macroporos, ao contrário do horizonte A, bem mais arenoso e com maior quantidade de macroporos do que microporos. Desta forma, apesar de ocorrer uma maior drenagem da água superficial, existe uma maior umidade subsuperficial, importante fator de estabelecimento e manutenção das

espécies florestais. Neste estudo, prevaleceu a distribuição da floresta estacional semidecidual sobre os Argissolos.

Aos fragmentos do grupo 1 (cerradão), foram atribuídos os maiores valores de alumínio (Al), acidez potencial (H+Al) e argila, assim como os menores valores SB, V%, pH, cálcio, fósforo, manganês, magnésio, enxofre, potássio e areia total (figura 8 e tabela 7).

Muito relatados pela literatura existente, estudos realizados em cerrado apontam resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho. Haridasan (2000), Moreno; Schiavini (2001), Ruggiero et al. (2002) indicam, como frequentes para os solos sob cerrado ou cerradão, altos teores de alumínio e menores valores para saturação por bases, soma de bases e matéria orgânica. A menor fertilidade observada nos fragmentos desse grupo é justificada pela presença dos maiores teores de alumínio (ROSSI et al., 2005; FERREIRA et al., 2007), uma vez que o mesmo determina menor disponibilidade de nutrientes para a vegetação (ARAUJO; HARIDASAN, 1988). Baixo teor de fósforo em solos sob cerradão foram relatados por Lopes e Cox (1977), Araujo e Haridasan (1997) e Araujo (1992), e encontrados neste trabalho. Para Haridasan (1992), raramente o cerrado ocorre em solos com altos teores de Ca e Mg, tendo algumas espécies melhor crescimento e desenvolvimento em solos com teores mais elevados de Al trocável. Ruggiero e Pivello (2005), analisando a vegetação de uma gleba no Cerrado Pé-de-Gigante, observaram que o conjunto das parcelas de cerrado *sensu lato* está associado a maiores valores de saturação por alumínio e menores valores de bases na superfície do solo, quando comparado com a floresta estacional semidecidual. Essa correlação inversa entre os valores de alumínio e bases trocáveis torna-se muito evidente no limite entre a floresta e o cerrado (RUGGIERO; PIVELLO, 2005). Esta afirmação se aplica também a este trabalho.

Quanto à granulometria, a fração argila predominou nos fragmentos pertencentes a esse grupo, indicando estreita relação com as classes de solo predominantes que foram os Latossolos Vermelhos Amarelos distróficos (P5, G3, G7 e G8), Latossolos Vermelhos Amarelos eutróficos (G6) e Argissolos (P1 e P2) (tabela 2 e anexo A).

A ocorrência dos fragmentos de cerrado deste estudo, majoritariamente sob Latossolos, está de acordo com vasta literatura sobre o assunto (RATTER et al., 1978; HARIDASAN; ARAUJO, 2005; ROSSI et al., 2005; JUHÁZS et al., 2006; RUGGIERO et al., 2006; MORENO et al., 2008).

Os Latossolos, por apresentarem semelhante teor de argila ao longo do perfil, possuem quantidades semelhantes de macro e microporos, inexistindo quebra de capilaridade entre os horizontes A e B, dificultando a retenção da água subsuperficial, sendo esta provavelmente

uma das causas da seleção das espécies para a ocupação dos solos por cerrado ou floresta. Acredita-se que a presença de raízes profundas e outros mecanismos adaptativos das espécies de cerrado para a condição de *déficit* hídrico (ALHO; MARTINS, 1995), facilitaria a ocorrência dessa formação vegetal, considerando que os solos sob cerrado, em condições originais, apresentam propriedades físicas que não limitam o desenvolvimento das raízes (COSTA et al., 2002).

Os fragmentos pertencentes aos grupos 3 e 4, obtiveram valores intermediários entre cerradão e floresta estacional semidecidual para as variáveis edáficas (tabela 7). Observa-se pelo padrão de agrupamento dos fragmentos ilustrados na figura 6, que os fragmentos P3 e P4, encontram-se mais próximos aos fragmentos de floresta estacional semidecidual. Conforme apresentado nos resultados deste trabalho, há fortes indicações de que estes fragmentos sejam de floresta estacional decidual. Ratter (1992) relaciona as florestas estacionais semidecíduais a uma maior fertilidade em relação às decíduais. Este estudo apresenta resultados semelhantes a afirmação de Ratter (1992), pois, embora os fragmentos P3 e P4 apresentem índices de fertilidade e acidez do solo mais elevados dos que os apresentados pelos fragmentos de cerradão, apresentam menores valores se comparados aos da floresta estacional semidecidual.

Ivanauskas e Rodrigues (2000) corroboram com Furley e Ratter (1988) quanto à fertilidade e relatam que a distribuição de florestas estacionais decíduais está relacionada a solos litólicos ou cascalhentos de origem calcária, fatores estes que contribuiriam para a seletividade das espécies ocorrentes nesta formação, cuja florística é bem distinta das demais formações do estado. Neste trabalho, apresentando valores intermediários entre os fragmentos da floresta estacional semidecidual e do cerradão para cálcio, fósforo, potássio, magnésio, enxofre, matéria orgânica, soma de bases e saturação por bases, os fragmentos P3 e P4 têm as características edáficas atribuídas, pelos autores acima, quanto à fertilidade, em consonância com os valores apregoados para a floresta estacional decidual. A presença da espécie *Guazuma ulmifolia*, em fragmentos desse grupo, reflete bem as suas características edáficas tendo sido relacionada por Ratter et al. (1977), como uma espécie indicadora de solos ricos em cálcio (espécie calcícola).

As classes de solo sob esses fragmentos são os Argissolos Vermelhos-Amarelos eutróficos (tabela 2) que, neste estudo, foram iguais aos da maioria dos fragmentos de floresta estacional semidecidual. Aliado a essa análise, o trabalho de Oliveira (2011) vem ao encontro da suposição de que esse grupo de fragmentos seria de floresta estacional decidual, quando classifica o fragmento P3 como floresta estacional decidual pelo critério da deciduidade das

árvores amostradas. Desta forma, poder-se-ia sugerir que o grupo 3 deste trabalho fosse identificado como floresta estacional decidual, e as 20 espécies atribuídas a ele pela IndVal poderiam ser as indicadoras dessa formação vegetal naquela região do estado.

Quanto ao grupo 4, verifica-se, pela figura 6, que os seus fragmentos estão mais próximos aos fragmentos do grupo 1. Sua ordenação é mais influenciada pelo eixo 2, do diagrama produzido pela análise NMDS (figura 7) e pelo eixo 1, do diagrama da CCA (figura 8). Consituído pelos fragmentos G1, G2 e G4, o grupo possui valores intermediários de soma de bases, saturação por bases, cálcio, magnésio, ferro e manganês, entre os dois maiores grupos deste estudo (cerradão e floresta estacional semidecidual). Dentre todos os fragmentos estudados, o solo do fragmento G2 destaca-se por apresentar o menor valor de pH, portanto o fragmento com maior índice de acidez, e o maior valor de alumínio trocável, sendo considerado álico. Estas características justificariam sua posição no dendrograma, próxima aos fragmentos do grupo 1. Além disso, esse fragmento apresenta, quanto à granulometria, a fração areia predominantemente com textura arenosa. Fato que chama a atenção, no entanto, é que em sua fração areia total, o valor da areia grossa é muito maior que o da areia fina, diferentemente dos demais fragmentos, que apresentaram o mesmo tipo de granulometria.

Para os demais fragmentos do grupo 4, G1 e G4, quanto à granulometria, a fração areia e textura média predominaram em ambos. A variação das classes de solo (Latosolo Vermelho distrófico para os fragmentos G1 e G4 e Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico para o fragmento G2) não forneceu informação que pudesse contribuir para a análise e correlação entre o solo e a vegetação. As espécies indicadas a esse grupo não foram majoritariamente frequentes em cerradão, nem em floresta estacional semidecidual, porém distribuíram-se em ambas as formações (tabela 5).

Os dados obtidos sobre a flora e as condições edáficas para esse grupo de fragmentos, não possibilitam uma indicação segura sobre o seu tipo de formação vegetal. Percebe-se claramente, contudo, para esses fragmentos, uma situação intermediária em relação aos dois grupos maiores (cerradão e floresta estacional semidecidual) e dissimilar dos fragmentos do grupo 3, em relação à fertilidade e acidez do solo. Acredita-se serem necessários mais estudos, para que se obtenham critérios mais seguros quanto à classificação de fragmentos com semelhantes condições aos dos fragmentos G1 e G4. Entretanto, com os dados obtidos neste estudo, poderia ser possível supor que estes fragmentos estejam em situação de transição entre as outras formações?

Analisando-se a definição de áreas de transição pelo IBGE (1992) como aquelas “entre duas ou mais regiões ecológicas ou tipos de vegetação, existem sempre, ou na maioria

das vezes, comunidades indiferenciadas onde as floras se interpenetram constituindo as transições florísticas ou contatos edáficos”, os dados obtidos neste estudo, poderiam contribuir para auxiliar a caracterização desses ambientes. Entretanto reconhece-se serem necessários mais estudos que venham a corroborar ou não estes dados.

6 CONCLUSÕES

Essa investigação, que visou a testar a hipótese de que existe um gradiente cerrado-floresta estacional em 18 fragmentos de fisionomia florestal na região noroeste do

Estado de São Paulo determinado pelas características edáficas, permitiram concluir o que segue.

Existe variação estrutural entre os fragmentos estudados que formaram quatro grupos distintos.

Essa variação constitui um gradiente estrutural, em que dois grupos maiores (grupo 1 e grupo 2) assumiram os extremos desse gradiente, e dois grupos menores (grupo 3 e grupo 4) distribuíram-se em um *continuum* ao longo dessa variação.

As espécies indicadoras permitiram a comparação de sua ocorrência em cada formação vegetal, indicando a floresta estacional semidecidual (grupo 2) e o cerrado (grupo 1) como as formações principais entre aqueles fragmentos e, provavelmente, para a região.

Comprovou-se uma correlação significativa entre a similaridade edáfica e a estrutural, ou seja, quanto mais similares do ponto de vista estrutural os fragmentos, também o foram do ponto de vista edáfico.

As variáveis edáficas mais importantes para essa diferenciação foram: potencial hidrogênio-iônico (pH), acidez potencial (H+Al), alumínio (Al), saturação em bases (V%), soma de bases (SB), cálcio (Ca), enxofre (S), fósforo (P), manganês (Mn), magnésio (Mg), potássio (K), areia total e argila.

Os fragmentos de floresta se correlacionaram com os maiores valores de pH, V%, SB, Ca, S, P, Mn, Mg, K e areia total. Os fragmentos de cerrado se correlacionaram com os maiores valores de Al, H+Al e argila.

Desta forma, conclui-se que, naquela região, os fatores edáficos foram preponderantes na separação de floresta e cerrado, confirmando a hipótese do determinismo edáfico. Admite-se, no entanto, que outros fatores tais como: alterações climáticas, que determinaram períodos de expansão de mata e cerrado, a ação antrópica, frequência de queimadas e atividades na matriz onde os fragmentos se inserem, interagem na determinação das características estruturais daqueles fragmentos.

Assim, as respostas obtidas para os 18 fragmentos estudados constituem fortes indicadores da vegetação nativa remanescente do noroeste do Estado de São Paulo, ou seja, um mosaico de fragmentos de matas estacionais, cerrado e ambientes de transição fortemente influenciados pelas características químicas do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALHO, C. J. R.; MARTINS, E. S. (eds.). De grão em grão o cerrado perde espaço. (Cerrado-impactos do processo de ocupação). Brasília, WWF, **Sociedade de Pesquisas Ecológicas do Cerrado (PRO-CER)**, 1995. (Documento para discussão).

ALVIN, P.; ARAUJO, W. A. El suelo como factor ecológico em el desarrollo de la vegetación em el centro-oeste del Brasil. **Turrialba**, n. 2, p. 153-160, 1952.

ARAUJO, G. M. **Comparação da estrutura e do teor de nutrientes nos solos e nas folhas de espécies arbóreas de duas matas mesófilas semidecíduas no Triângulo Mineiro**. 1992. Tese (Doutorado) – Universidade de Campinas, Campinas.

ARAUJO, G. M.; HARIDASAN, M. A comparison of the nutrient status of two forests on dystrophic and mesotrophic soils in the cerrado region of central Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, n. 19, p. 1075- 1089, 1988.

ARAUJO, G. M.; HARIDASAN, M. Estrutura fitossociológica de duas matas mesófilas semidecíduas em Uberlândia, Triângulo Mineiro. **Naturalia**, n. 22, p. 115-129. 1997.

ARENS, K. As plantas lenhosas dos campos cerrados como flora adaptada às deficiências minerais do solo. In: FERRI, M. G. (Coord.). **III Simpósio sobre o Cerrado**. Edgar Blücher/EDUSP, São Paulo, p. 150-160. 1963.

ASKEW, G. P.; MOFFATT, D. J.; MONTGOMERY R. F.; SEARL, P. I. Soils and soil moisture as factors influencing the distribution of the vegetation formations of the Serra do Roncador, Mato Grosso. In: FERRI, M. G. (Ed.). **III Simpósio sobre o Cerrado**. São Paulo, Edgar Blücher/EDUSP, p. 150-160. 1971.

BATALHA, M. A.; MANTOVANI, W. Caracterização de grupos biológicos do Cerrado Pé-de-Gigante: alguns aspectos das comunidades vegetais. In: PIVELLO, V. R.; VARANDA, E. M. (Orgs.). **O cerrado Pé-de-Gigante: ecologia e conservação** – Parque Estadual de Vassununga. São Paulo: SMA, 2005. p. 71-96.

BATISTA, E. A. **Influência dos fatores edáficos no cerrado da Reserva Biológica de Mogi-Guaçu-SP**. 1988. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo.

BEHLING, H. Late quaternary vegetational and climatic changes in Brazil. **Review of Paleobotany and Palynology**, n. 99, p. 143-156. 1998.

BEHLING, H. Late glacial and holocene vegetation, climate and fire history inferred from Lagoa Nova in the southeastern Brazilian lowland. **Vegetation History and Archaeobotany**, n. 12, p. 263-270, 2003.

BEHLING, H.; HOOGHTEMSTRA, H. Neotropical savanna environments in space and time: Late Quaternary interhemispheric comparison. In: MARKGRAF, V. (Ed.). **Interhemispheric climate linkages**. New York, Academic Press, p. 307-323, 2001.

BORGONOV, M.; CHIARINI, J. V. Cobertura vegetal do Estado de São Paulo: levantamento por fotointerpretação das áreas cobertas com cerrado, cerradão e campo em 1962. **Bragantia**, v. 24, n. 14, p. 159-172, 1965.

BOTREL, R. T.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; RODRIGUES, L. A.; CURI, N. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustivo de uma floresta estacional semidecídua em Igaí-MG. **Rev. Bras. Bot.**, v. 25, n. 2, p. 195-213, 2002.

CAMARGO, M. N.; KLAMT, E.; KAUFFMAN, J. H. Classificação de solos usada em levantamentos pedológicos no Brasil. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 12, n. 1, p. 11-33, 1987.

CAMARGO, O. A.; MONIZ, A. C.; JORGE, J. A.; VALADARES, J. M. A. S. Métodos de análise química e física de solos. **Boletim Técnico nº 106**. Campinas: Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo, 1986.

CARVALHO, D. A. de; OLIVEIRA FILHO, A. T. de; VILELA E. de A. Flora arbustivo-arbórea de mata ripária do médio Rio Grande (Conquista, Estado de Minas Gerais). **Cerne**, v. 2, n. 2 p. 48-68, 1996.

CASTRO, A. A. J. F. Comparação florístico-geográfica (Brasil) e fitossociológica (Piauí – São Paulo) de amostras de cerrado. 1994. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CASTRO, A. A. J. F.; MARTINS, F. R. Cerrados do Brasil e do nordeste: caracterização, área de ocupação e considerações sobre a sua fitodiversidade. **Pesquisa em Foco**, n. 7, p. 159-172. 1999.

CASTRO, E. A. de; KAUFFMAN, J. B. Ecosystem structure in the Brazilian cerrado: a vegetation gradient of a aboveground biomass, root mass and consumption by fire. **J. Trop. Ecol.**, n. 14, p. 263-283. 1998.

CAVASSAN, O. O cerrado do Estado de São Paulo. In: KLEIN, A. L. (Org.). **Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois**. São Paulo: UNESP, 2002. p. 93-106.

CEPAGRI. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas aplicadas à Agricultura, Clima dos Municípios Paulistas (2011). **UNICAMP**. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>>. Acesso em: 01 out. 2011.

CIELO FILHO, R.; BAITELLO, J. B.; PASTORE, J. A.; AGUIAR, O. T.; SOUZA, S. C. P. M.; TONIATO, M. T. Z.; LIMA C. R.; RIBEIRO, A. Ampliando a densidade de coletas botânicas na região da bacia hidrográfica do Alto Paranapanema: caracterização florística da Floresta Estadual e da Estação Ecológica de Paranapanema. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 3, p. 256-276, 2009.

COSTA, A. A.; ARAUJO, G. M. Comparação da vegetação arbórea de cerrado e de cerrado na Reserva do Panga, Uberlândia-MG. **Acta Botanica Brasilica**, v. 15, p. 63-72, 2001.

COSTA, L. M.; NACIF, P. G. S.; COSTA, O. V.; OLSZEWSKI, N. Manejo dos solos da região dos cerrados. In: ARAUJO, Q. R. (Org.). **500 anos de uso do solo no Brasil**. Ilheus: Editus, 2002. p. 201-218.

COUTINHO, L. M. O conceito de cerrado. **Rev. Bras. Bot.**, n.1, p. 17-23. 1978.

COUTINHO, L. M. Ecological effects of fire in Brazilian cerrado. **Ecology of Tropical Savannas**, p. 273-291, 1982.

COUTINHO, L. M. Fire in the ecology of the Brazilian cerrado. **Fire in Tropical Biota**, p. 82-105, 1990.

COUTINHO, L. M. O bioma do cerrado. In: KLEIN, A. L. (Org.). **Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois**. São Paulo: UNESP, 2002. p. 77-91

DALE, M. R.; DIXON P.; FORTIN M.; LEGENDRE, P.; MYERS, D. E.; ROSENBERG, M. S. Conceptual and mathematical relationships among methods for spatial analysis. **Ecography**, v. 25, p. 558-577, 2002.

DAMIÃO, J. O.; HERNANDEZ, F. B. T.; SANTOS, G. O.; ZOCOLLER, J. L. Balanço hídrico da região de Ilha Solteira, noroeste paulista. In: XX CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM – CONIRD. 06 a 08 de dezembro de 2010, Uberaba. **Anais...** Uberaba-MG, 2010.

DELITTI, W. B. C.; PAUSAS, J. G.; BURGER, D. M. Belowground biomass seasonal variation in two Neotropical savannahs (Brazilian Cerrados) with different fire histories. **Annals of Forest Science**, v. 58, p. 713-721, 2001.

DEMATTE, J. L. I.; DEMATTE, J. A. M. Comparações entre as propriedades químicas de solos das regiões da floresta Amazônica e do Cerrado do Brasil Central. **Scientia Agricola**, v. 50, n. 2, p. 272-286, 1993.

DIGBY, P. G. N.; KEMPTON R. A. **Multivariate analysis of ecology communities**. London: Chapman & Hall, 1996. 206 p.

DUFRENE, M.; LEGENDRE, P. Species assemblages and indicator species: the need for flexible asymmetrical approach. **Ecological Monographs**, v. 67, n. 3, p. 345-366, 1997.

DURIGAN G.; SARAIVA, I. R.; GARRIDO, M. A. O.; GARRIDO, L. M. A. G.; PECHE-FILHO, A. Fitossociologia e evolução da densidade da vegetação de cerrado em Assis-SP. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, v. 41, p. 59-78, 1987.

DURIGAN, G.; RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; SIQUEIRA, M. F.; FRANCO, G. A. D. C. Padrões fitogeográficos do cerrado paulista sob uma perspectiva regional. **Hoehnea**, v. 30, n. 1, p 39-51, 2003.

DURIGAN, G., BAITELLO, J. B., FRANCO, G. A. D. C.; SIQUEIRA, M. F. 2004. **Plantas do cerrado paulista: imagens de uma paisagem ameaçada**. São Paulo: Páginas e Letras, 2004. 475 p.

DURIGAN, G.; RATTER, J. A. Sucessional changes in cerrado and cerrado/forest ecotonal vegetation in western São Paulo state, Brazil, 1962-2000. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 63, n. 1, p. 119-130. 2006.

DURIGAN, G.; SIQUEIRA, M. F.; FRANCO, G. A. D.C.; RATTER, J. A. Seleção de fragmentos prioritários para a criação de unidades de conservação do cerrado no Estado de São Paulo. **Rev. Inst. Flor**, n. 18, p. 23-37, 2006.

DURIGAN, G.; MAMEDE, M. C. H.; IVANAUSKAS, N. M.; SIQUEIRA, M. F. de S.; JOLY, C. A.; MOURA, C. de; BARROS, F. de; SOUZA, F. M. de; VILELA, F. E. S. P.; ARZOLLA, F. A. R. dal P.; FRANCO, G. A. D. C.; CORDEIRO, I.; KOCH, I.; BAITELLO, J. B.; LOMBARDI, J. A.; LIMA, L. R. de; LOHMANN, L. G.; BERNACCI, L. C.; ASSIS,

M. A. de; AIDAR, M. P. M.; WANDERLEY, M. das G. L.; TONIATO, M. T. Z.; RIBEIRO, M.; GROppo, M.; CAVASSAN, O.; SANO, P. T.; RODRIGUES, R. R.; FISCH, S. T. V.; MARTINS, S. E. Fanerógamas. In: RODRIGUES, R. R.; BONONI, V. L. R. (Orgs.). **Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, Instituto de Botânica, 2008. p. 104-109.

EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review**, n. 38, p. 201-341, 1972.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1987. 211 p.

EMBRAPA Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1999. 412 p.

EMBRAPA Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

FAPESP. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. Fauna e flora de fragmentos florestais remanescentes no noroeste paulista: base para estudos de conservação da biodiversidade. Disponível em: <<http://www.bv.fapesp.br/pt/projetos-tematicos/1020/fauna-flora-fragmentos-florestais-remanescentes>>. Acesso em: 20 jan.2011.

FERRACINI, M. C.; FERLINI, R. F.; CAVASSAN, O. Composição florística de uma área de cerrado no município de Bauru-SP. **Revista Salusvita**, v. 1, n. 2, p. 1-9, 1983.

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

FERRI, M. G. Transpiração de plantas permanentes dos cerrados. **Boletim da Faculdade de Ciências e Letras da Universidade de São Paulo**. São Paulo: USP., n. 4, p. 159-224, 1944.

FERRI, M. G.; COUTINHO, L. M. Contribuição da ecologia do cerrado. Estudo comparativo da economia d' água da sua vegetação em Emas (SP), Campo Grande (MG) e Goiânia (GO). **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo**. São Paulo:USP, n. 15, p. 103-30. 1958.

FIORI, A. M.; FIORAVANTI, C. Os caminhos para salvar o cerrado paulista. **Revista Pesquisa FAPESP on line**. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/?art=1247&bd=1&pg=1&lg>>. Acesso em: 05 jan. 2012.

FORZZA, R. C.; LEITMAN, P. M.; COSTA, A. F.; CARVALHO, J. R.; PEIXOTO, A. L.; WALTER, B. M. T.; BICUDO, C.; ZAPPI, D.; COSTA, D. P.; LLERAS, E.; MARTINELLI, G.; LIMA, H. C.; PRADO, J.; STEHMANN, J. R.; BAUMGRATZ, J. F. A.; PIRANI, J. R.; SYLVESTRE, L.; MAIA, L. C.; LOHMANN, L. G.; QUEIROZ, L. P.; SILVEIRA, M.; COELHO, M. N.; MAMEDE, M. C.; BASTOS, M. N. C.; MORIM, M. P.; BARBOSA, M. R.; MENEZES, M.; HOPKINS, M.; SECCO, R.; CAVALCANTI, T. B.; SOUZA, V. C. Introdução. In: _____. Lista de espécies da flora do Brasil. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2011/>>. Acesso em: 10 jan. 2010.

FURLEY, P. A. The influence of slope on the nature and distribution of soils and plant communities in the central Brazilian cerrado. **Advances in Hillslope Processes**, n. 1, p. 327-345, 1996.

FURLEY, P. A. The nature and diversity of neotropical savanna vegetation with particular reference to the Brazilian cerrados. **Global Ecology and Biogeography**, n. 8, p. 223-241, 1999.

FURLEY, P. A.; RATTER, J. A. Soil resources and plant communities of the central Brazilian cerrado and their development. **J. Biogeog.**, n. 15, p. 97-108, 1988.

GOODLAND, R. Oligotrofismo e alumínio no cerrado. In: FERRI, M. G. (Coord.). **Simpósio sobre o cerrado**. v. 3, São Paulo: Edgard Blücher, 1971. p. 44-60.

GOODLAND, R. Análise ecológica da vegetação do cerrado. In: FERRI, M. G.; GOODLAND, R. (Eds.). **Ecologia do cerrado**. Belo Horizonte: EDUSP, 1979. p. 61-193.

GOODLAND, R. J.; FERRI, M. G. **Ecologia do cerrado**. Belo Horizonte: EDUSP, 1979. p. 193.

GOODLAND, R.; POLLARD, R. The Brazilian cerrado vegetation: a fertility gradient. **Journal of Ecology**, n. 61, p. 219-224, 1973.

GOTTSBERGER, G.; MORAWETZ, W. Floristic, structural and phytogeographical analysis of the savannas of Humaitá (Amazonas). **Flora**, n. 178, p. 41-71, 1986.

HAFFER, J.; PRANCE, G. T. Impulsos climáticos da evolução na Amazônia durante o Cenozóico: sobre a teoria dos refúgios da diferenciação biótica. **Estudos avançados**, v. 16, p. 175-206, 2002.

HALLÉ, F.; OLDEMAN, R. A.; TOMLINSON, P. B. **Tropical trees and forests: an architectural analysis**. Berlin: Springer Verlag, 1978.

HARIDASAN, M. Aluminium accumulation by some cerradão native species of central Brazil. **Plant and Soil**, n. 65, p. 265-273, 1982.

HARIDASAN, M. Observations on soils, foliar nutrients concentrations and floristic composition of cerrado *sensu stricto* and cerradão communities in central Brazil. In: FURLEY, P. A.; PROCTOR, J.; RATTER, J. A. (Eds.). **Nature and dynamics of forest savanna boundaries**. Chapman & Hall, United Kingdo, 1992. p. 171-184.

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

HARIDASAN, M. Competição por nutrientes em espécies arbóreas do cerrado. In: SCARIOT, A.; FELFILI, J. M.; SOUSA SILVA, J. C. (Eds.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p. 167-178.

HARIDASAN, M.; ARAUJO, G. M. Aluminium-accumulating species in two forest communities in the cerradão region of Central Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 24, p. 15-26, 1988.

HARIDASAN, M.; ARAÚJO, G. M. Perfil nutricional de espécies lenhosas de duas florestas semidecíduas em Uberlândia-MG. **Rev. Bras. Bot.**, n. 28, p. 295-303, 2005.

HENRIQUES, R. P. B.; HAY, J. D. Patterns and dynamics of plant populations. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. S. Ecology and natural history of a neotropical savanna: the cerrados of Brazil. **The University of Columbia Press**, p. 140-178, 2002.

HENRIQUES, R. P. B. Influência da história, solo e fogo na distribuição e dinâmica das fitofisionomias no bioma dos cerrados. In: SCARIOT, A.; FELFILI, J. M.; SOUSA SILVA, J. C. (Eds.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p. 73-92.

HOCHBERG, Y. A sharper Bonferroni procedure for multiple tests of significance. **Biometrika**, n. 75, p. 800-803, 1988.

HOFFMANN, W. A. Pos burn reproduction of woody plants in a neotropical savanna: the relative importance of sexual and vegetative reproduction. **J. Ecol.**, n. 35, p. 422-433, 1998.

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

HOFFMANN, W.A.; MOREIRA, A. The role of fire in population dynamics of woody plants. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. S. **Ecology and natural history of a neotropical savanna: the cerrados of Brazil**. New York: The University of Columbia Press, 2002. p. 159-177.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de Vegetação do Brasil. **Instituto de Desenvolvimento Florestal**. Secretaria de Planejamento e Coordenação da Presidência da República. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. 1988. Disponível em: <http://www.whrc.org/southamerica/LBADData/Braz_Veg_IBGE.htm>. Acesso em: 10 out. 2010.

IBGE. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Rio de Janeiro. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, Série Manuais Técnicos em Geociências, v. 1, 1992.

IBGE. Recursos naturais e meio ambiente: uma visão do Brasil. Rio de Janeiro. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Diretoria de Geociências. 2. ed. IBGE Rio de Janeiro. 1997.

IVANAUSKAS, N. M.; RODRIGUES, R. R. Florística e fitossociologia de remanescentes de floresta estacional decidual em Piracicaba, São Paulo, Brasil. **Rev. Bras. Bot.**, v. 23, n. 3, p. 291-304, 2000.

JOLY, C. A.; CASATTI, L.; BRITO, M. C. W. de; MENEZES, N. A.; RODRIGUES, R. R.; BOLZANI, V. da S. Histórico do Programa Biota/FAPESP: o instituto virtual da biodiversidade. In: RODRIGUES, R. R.; BONONI, V. L. R. (Orgs.). **Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo**. Secretaria do Meio Ambiente. São Paulo: Instituto de Botânica, 2008. p. 45-55.

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

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do cerrado brasileiro. *Megadiversidade*, v. 1, n. 1, 2005. Disponível em: <http://www.conservation.org.br/publicacoes/files/20_Klink_Machado.pdf>. Acesso em: 15 set. 2011.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: com um estúdio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948.

KRONKA, F. J. N.; NALON, M. A.; MATSUKUMA, C. K.; PAVÃO, M.; GUILLAUMON, J. R.; CAVALLI, A. C.; GIANNOTTI, E.; IWANE, M. S. S.; LIMA, L. M. P. R.; MONTES, J.; DEL CALI, I. H.; HAACK, P. G. **Áreas de domínio do cerrado no Estado de São Paulo**: Secretaria de Meio Ambiente, Instituto Florestal, 1998.

KRONKA, F. J. N.; MATSUKUMA, C. K.; NALON, M. A.; CALI, I. H. D.; ROSSI, M.; MATTOS, I. F. A.; SHIN-HIN-IKE, M. S.; PONTINHAS, A. A. S. **Inventário florestal do estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto Florestal, 2005.

LEDRU, M. P. Late Quaternary history and evolution of the cerrados as revealed by palynological records. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Orgs.). **The cerrados of Brazil-Ecology and natural history of neotropical savanna**. New York: Columbia University Press, 2002. p. 33-50.

LEDRU, M. P.; SALGADO LABORIAU, M. L.; LORSCHETTER, M. L. Vegetation dynamics in southern and central Brazil during the last 10.000 yr B.P. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 99, p. 131-142, 1998.

LEGENDRE, P.; FORTIN M. J. Spatial pattern and ecological analysis. **Vegetatio**, n. 80, p. 107-138, 1989.

LEITAO FILHO, H. F. Aspectos taxonômicos das florestas do estado de São Paulo. **Silvicultura em São Paulo**. São Paulo, v. 16, n. 1, p. 197-206, 1982.

LEITÃO FILHO, H. F. Considerações sobre a florística de florestas tropicais e subtropicais do Brasil. **IPEF**, n. 35, p. 41-46, 1987.

LOEFGREN, A. Ensaio para uma distribuição dos vegetais nos diversos grupos florísticos no estado de São Paulo. **Bol. Com. Geog. Geol.**, n. 11, p. 1-50, 1898.

LOEFGREN, A. La flore de St. Paul. **Rev. Centr. Sci. Let. Art.** Campinas, n. 5, p. 53-61, 1906.

LOEFGREN, A. Ensaio preliminar para uma phytogeografia brasileira. **Rev. Centr. Sci. Let. Art.** Campinas, n. 11, p.27-47. 1912.

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

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. A. G. **Solos sob cerrado**: manejo da fertilidade para a produção agropecuária. Boletim Técnico nº 5. 2. ed. São Paulo: ANDA, 1994. 62 p.

LORENZI, H. L. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 4. ed. v. 1, Nova Odessa: Plantarum, 2002. 368 p.

MARIMON JUNIOR, B. H.; HARIDASAN, M. Comparação da vegetação arbórea e características edáficas de um cerradão e um cerrado *sensu stricto* em áreas adjacentes sobre solo distrófico no leste do Mato Grosso, Brasil. **Acta Bot. Bras.**, v. 19, n. 4, p. 913-926, 2005.

MARTINS, F. R. Atributos de comunidades vegetais. **Quid**, n. 9, p. 12-17, 1990.

McCUNE, B.; MEFFORD, M. J. **PC-ORD**. Multivariate Analysis of Ecological Data, version 4,0 MJM Software, Oregon, 1999.

McCUNE, B.; GRACE, J. B. **Analysis of ecological communities**. MJM Software Design, Oregon, 2002.

MECENAS, V. V. **Relação entre a vegetação e fatores pedológicos com ênfase em Gramineae e Leguminosae**. 1980. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília.

MEDEIROS, D. A. **Métodos de amostragem no levantamento da diversidade arbórea do cerradão da Estação Ecológica de Assis**. 2004. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior Luiz de Queiroz, ESALQ, Piracicaba.

MEDINA, E.; O. HUBER. The role of biodiversity in the function of savanna ecosystems. In: SOLBRIG, O. T.; van EMDEN, H. M.; van OORDT, P. G. W. J. (Eds.). **Biodiversity and global change**. International Union of Biological Sciences, Monograph. Paris, n. 8, p. 139-158, 1992.

MEIRELLES, M. L.; KLINK, C. A.; SILVA, J. C. S. Um modelo de estado y transiciones para el cerrado brasileño. **Ecotropicos**, n. 10, p. 45-50, 1997.

METZGER, J. P.; RODRIGUES, R. R. Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo. In: RODRIGUES, R. R.; BONONI, V. L. R. (Orgs.). **Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo**. São Paulo, 2008. p. 148-149.

MIRANDA, H. S.; SATO, M. N. Efeitos do fogo na vegetação lenhosa do Cerrado. In: SCARIOT, A.; SOUSA SILVA, J. C.; FEFILI, J. M. **Cerrado**: ecologia, biodiversidade e conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005.

MOREIRA, A. G. Effects of fire protection on savanna structure in Central Brazil. **J. Biog.**, n. 27, p. 1021-1029, 2000.

MORENO, M. I. C.; SCHIAVINI, I. Relação entre vegetação e solo em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga. Uberlândia-MG. **Rev. Bras. Bot.**, v. 24, n. 4, p. 537-544, 2001.

MORENO, M. I. C.; SCHIAVINI, I.; HARIDASAN, M. Fatores edáficos influenciando na estrutura de fitofisionomias do cerrado. **Caminhos da Geografia**, v. 9, n. 25, p. 173-194, 2008.

MUNSELL, L. **Munsell soil color charts**. U.S. Department Agriculture, Hand.18. New York: Soil Survey Manual, 1975.

NALON, M. A.; MATTOS, I. F. de A.; FRANCO, G. A. D. C. Meio físico e aspectos da fragmentação da vegetação. In: RODRIGUES, R. R.; BONONI, V. L. R. (Orgs.). **Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, Instituto de Botânica, 2008. p. 16-21.

OLIVEIRA, A. M de. **Caracterização de uma comunidade de árvores e sua infestação por lianas em uma floresta decídua**. 2011. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, UNESP de Botucatu, Botucatu.

OLIVEIRA, R. de J. Variação da florística e da diversidade alfa das florestas atlânticas no estado de São Paulo. 2006. Tese (Doutorado) – Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**: legenda expandida. Campinas: Instituto Agrônomo/ EMBRAPA, 1999.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; MARTINS, F. R. Distribuição, caracterização e composição florística das formações vegetais da região da Salgadeira, na Chapada do Guimarães (MT). **Rev. Brasil. Bot.**, n. 9, p. 207-223, 1986.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; MARTINS, F. R. A comparative study of five cerrados áreas in southern Mato Grosso, Brazil. **Edinb. Journ. Bot.**, n. 48, p. 307-332, 1991.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; VILELA, E. A.; GAVILANES, M. L.; CARVALHO, D. A. Comparison of the wood flora and soils of six áreas of montane semideciduous forest in southern Minas Gerais, Brazil. **Edinburg Journal of Botany**, n. 51, p. 355-389, 1994.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; RATTER, J. A. A study of the origin of central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. **Edinburg Journal of Botany**, v. 52, n. 2, p. 141-194, 1995.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; CURI, N.; VILELA, E. A.; CARVALHO, D. A. Tree species distribution along soil catenas in a riverside semideciduous forest in southeastern Brazil. **Flora**, v. 192, p. 47-64, 1997.

OLIVEIRA FILHO, A.T.; FONTES, M. A. L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica**, n. 32, p. 793-810, 2000.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; RATTER, J. A. Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado Biome. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Orgs.). **The cerrados of Brazil- Ecology and natural history of neotropical savanna**. New York: Columbia University Press, New York, 2002. p. 91-120.

PINHEIRO, M. H. O.; MONTEIRO, R. Florística de uma Floresta Semidecidual, localizada em ecótono savânico-florestal, no município de Bauru, SP, Brasil. **Acta Bot. Bras.**, v. 22, n. 4, p. 1085-1094, 2008.

PIVELLO, V. R.; COUTINHO, L. M. A qualitative successional model to assist in the management of Brazilian cerrados. **For. Ecol. Man.**, n. 87, p. 127-138, 1996.

PRADO, H. do. **Pedologia fácil**: aplicações. 3. ed. Piracicaba: FEALQ, 2011. 180 p.

PRANCE, G. T. Island in Amazonia. **Philos. Trans. Roy. Soc.**, n. 351, p. 823-833, 1996.

PREVEDELLO, C. L. **Física do solo com problemas resolvidos**. Curitiba: Sociedade Autônoma de Estudos Avançados em Física do Solo, 1996. 446 p.

RACHID, M. Transpiração e sistemas subterrâneos da vegetação de verão dos campos cerrados de Emas. **Boletim da Faculdade de Ciências e Letras da Universidade de São Paulo**. São Paulo: USP, n. 5, p. 1-135, 1947.

RAMOS, V. S.; DURIGAN, G.; FRANCO, G. A. D. C.; SIQUEIRA, M. F. de; RODRIGUES, R. R. **Árvores da floresta estacional semidecidual**: guia de identificação de espécies. Edusp São Paulo: Biota/FAPESP, 2008. 320 p.

RATTER, J. A. Some notes on two types of Cerradão occurring in north eastern Mato Grosso. In: FERRI, M. G. **III Simpósio sobre o Cerrado**. São Paulo: EDUSP, 1971. p. 101-102.

RATTER, J. A. Transitions between cerrado and forest vegetation in Brasil. In: FURLEY, P.A.; PROCTOR, J.; RATTER, J. A. (Eds.) **Nature and dynamics of forest savanna boundaries**. London: Chapman & Hall, 1992. p. 51-76.

RATTER, J. A.; ASKEW, G. P.; MONTGOMERY, R. F.; GIFFORD, D. R. Observações adicionais sobre o cerradão de solos mesotróficos no Brasil Central. In: FERRI, M. G. (Ed.). **IV Simpósio sobre o Cerrado**. São Paulo: Itatiaia, 1977.

RATTER, J. A.; ASKEW, G.; MONTGOMERY, R. F.; GIFFORD, D. R. Observations on forests of some mesotrophic soils in central Brazil. **Rev. Bras. Bot.**, n. 1, p. 47-58, 1978.

RATTER, J. A.; DARGIE, T. C. D. An analysis of the floristic composition of 26 cerrado areas in Brazil. **Edinburg Journal of Botany**, v. 49, n. 2, p. 235-250, 1992.

RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; ATKINSON, R.; RIBEIRO, J. F. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation II: comparison of the woody vegetation of 98 areas. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 53, n. 2, p. 153-180, 1996.

RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F.; BRIDGEWATER, S. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Ann. Bot.**, n. 80, p. 223-230, 1997.

RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J. F. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. **Edinburg Journal of Botany**, v. 60, n. 1, p. 57-109, 2003.

RAWITSCHER, F. The water economy of the vegetation of the campos cerrados in southern Brazil. **J. Ecol.**, n. 36, p. 16-32, 1948.

RAWITSCHER, F. O problema das savanas brasileiras e das savanas em geral. **Anu. Bras. Econ. Flor.**, n. 3, p. 32-38, 1950.

RAWITSCHER, F. Novos ensinamentos da ecologia tropical. **Cienc. Cult.**, n. 3, p. 232-242, 1951.

RAWITSCHER, F.; FERRI, M. G.; RACHID, M. Profundidade dos solos e vegetação em campos cerrados do Brasil meridional. **Anais Acad. Bras. Cienc.**, n. 15, p. 267-294, 1943.

RAWITSCHER, F.; RACHID, M. Troncos subterrâneos de plantas brasileiras. **Anais Acad. Bras. Cienc.**, n. 18, p. 261-280, 1946.

REATTO, A.; MARTINS, E. S. Classes de solos em relação aos controles da paisagem do Bioma Cerrado. In: SCARIOT, A.; SOUSA SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília-DF: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p. 45-50.

RESENDE, M.; CURI, N.; RESENDE, S. B.; CORREA, C. F. **Pedologia: base para a distinção de ambientes**. Viçosa: NEPUT, 1995.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomas do bioma cerrado. In: SANO, M. S.; ALMEIDA, S. P. (Eds.). **Cerrado: ambiente e flora**. EMBRAPA Planaltina-DF, 1998. p. 89-166.

ROLIM, G. S.; CAMARGO, M. B. P.; LANIA, D. G.; MORAES J. F. L. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o Estado de São Paulo. **Bragantia**. Campinas, v. 66, p. 59-74, 2007.

ROSENBERG, M. S. **PASSAGE: pattern analysis, spatial statistics, and geographic exegesis**. Version 1.1. Arizona: State University, 2001.

ROSSI, M.; MATTOS, I. F. de A.; COELHO, R. M.; MENK, J. R. F.; ROCHA, F. T.; PFEIFER, R. M.; de MARIA, I. C. Relação solos/vegetação em área natural no Parque Estadual de Porto Ferreira, São Paulo. **Rev. Inst. Flor.**, v. 17, n. 1, p. 45-61, 2005.

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** n.160, p. 1-16. 2002.

RUGGIERO, P. G. C.; PIVELLO, V. R. As relações entre a vegetação e o meio físico no Cerrado Pé-de-Gigante: o solo e a comunidade vegetal. In: RODRIGUES, R. R.; BONONI, V. L. R. (Orgs.). **Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, Instituto de Botânica, 2005. p. 174-188.

RUGGIERO, P. G. C.; PIVELLO, V. R.; SPAROVEK, G.; TERAMOTO, E.; PIRES NETO, A. G. Relação entre solo, vegetação e topografia em área de cerrado (Parque Estadual de Vassununga-SP): como se expressa em mapeamentos? **Acta Bot. Bras.**, v. 20, n. 2, p. 383-394, 2006.

SALGADO LABORIAU, M. L. Late Quaternary paleoclimate in the savannas of South America. **Journal of Quaternary Science**, Hoboken, n. 12, v. 5, p. 371-379, 1997.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Cerrado**: bases para a conservação e uso sustentável das áreas de cerrado do Estado de São Paulo, 1997.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Resolução SMA-08 2008**. Fixa orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, Seção I, p. 31-32, jan. 2008.

SÃO PAULO (Estado). **SIFESP – Sistema de Informações Florestais do Estado de São Paulo**. Secretaria do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.iflorestal.sp.gov.br/sifesp/>>. Acesso em: 05 jan. 2012.

SATO, M. N.; GARDA, A. A.; MIRANDA, H. S. Fire effects in the mortality rate of woody vegetation in Central Brazil. In: VIEGAS, D. X. (Ed.). **Proceedings of the 3rd International Conference on Forest Fires Research**. Coimbra, 1998. p. 1777-1784.

SATO M. N. **Efeito de longo prazo de queimadas prescritas na estrutura da comunidade lenhosa da vegetação do cerrado *sensu stricto***. 2003. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília. Brasília.

SILVA, J. G. M. da. **Relações solo-vegetação como instrumento para o manejo da vegetação do cerrado no triângulo mineiro**. 1993. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SILVA JÚNIOR, M. C.; BARROS, M. F. de; CÂNDIDO, J. F. Relações entre parâmetros do solo e da vegetação de cerrado na Estação Florestal de Experimentação de Paraopeba-MG. **Rev. Bras. Bot.**, n. 10, p. 125–137, 1987.

SIQUEIRA, M. F.; DURIGAN, G. Modelagem da distribuição geográfica de espécies lenhosas de cerrado no Estado de São Paulo. **Rev. Bras. Bot.**, n. 2, p. 233-243, 2007.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APH II. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2005. 639 p.

SPAROVEK, G.; CAMARGO, O. A. Sampling strategies for tropical forest nutrient cycling studies: a case study in São Paulo, Brazil. **Revista Bras. Cienc. do Solo**, v. 21, n. 4, p. 635-642, 1997.

STRANGHETTI, V.; RANGA, N. T. Levantamento florístico das espécies vasculares da floresta estacional mesófila semidecídua da Estação Ecológica de Paulo de Faria-SP. **Rev. Bras. Bot.**, v. 21, n. 3, p. 289-298, 1998.

TALEAI, M.; SHARIFI, A.; SLIUZAS, R.; MESGARI, M. Evaluating the compatibility of multi-functional intensive urban land uses. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 9, n. 4, p. 375-391, 2007.

ter BRAAK, C. J. F. The analysis of vegetation – environment relationships by canonical correspondence analysis. **Vegetatio**, v. 69, n. 3, p. 69-77, 1998.

TOPPA, R. H. Estrutura e diversidade florística das diferentes fisionomias de cerrado e suas correlações com o solo na Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio-SP. 2004. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

TRÓPICOS. BANCOS DE DADOS W3 TROPICOS DO MISSOURI BOTANICAL GARDEN. Disponível em: <<http://www.tropicos.org/>>. Acesso em: 20 out. 2011.

VAN DER HAMMEN, T.; HOOGHIEMSTRA, H. Neogene and Quaternary history of vegetation, climate and plant diversity in Amazonia. **Quaternary Science Reviews**. London, v. 1, n. 19, p. 725-742, 2000.

WARMING, E. **Lagoa Santa, contribuição para a geographia phytobiológica**. Belo Horizonte: Imprensa Oficial do Estado de Minas Gerais, 1908. 282 p.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. New Jersey: Prentice-Hall, 1999.

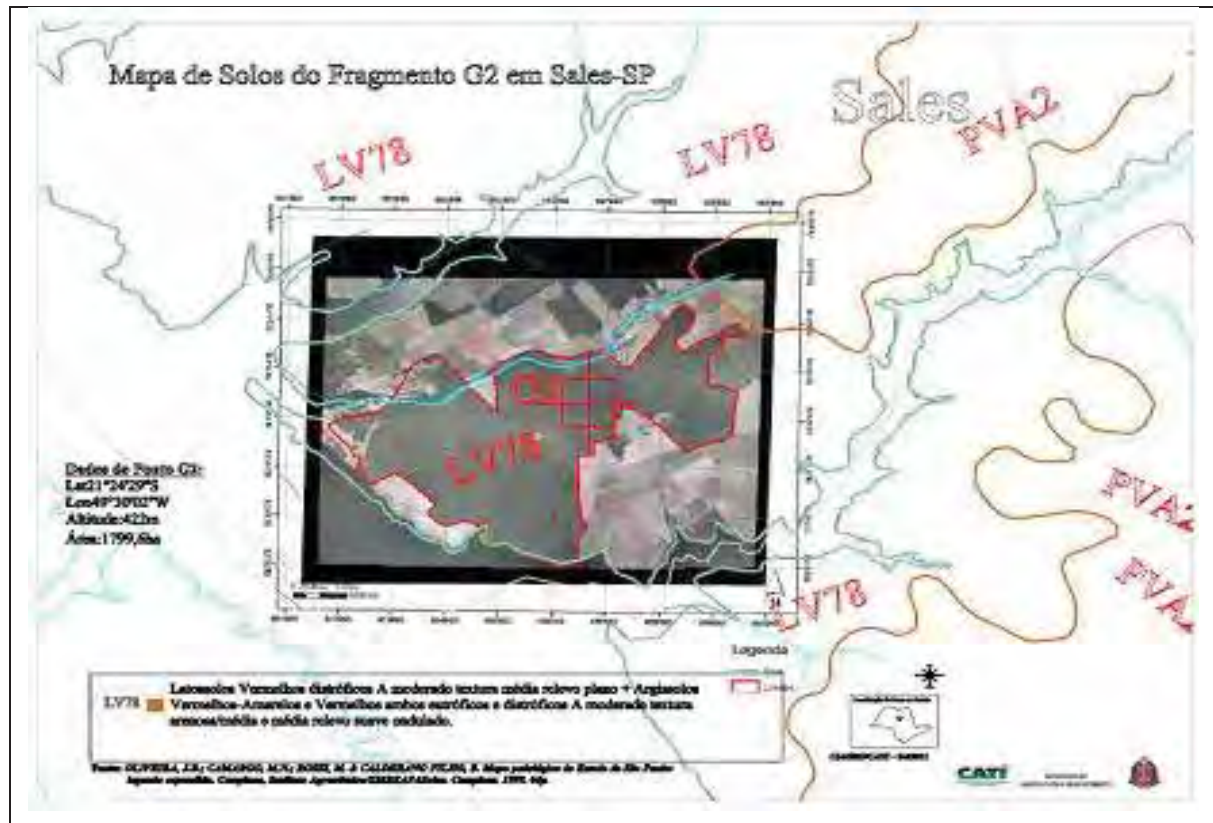
ANEXO

ANEXO A – Mapas dos solos dos fragmentos do noroeste do Estado de São Paulo



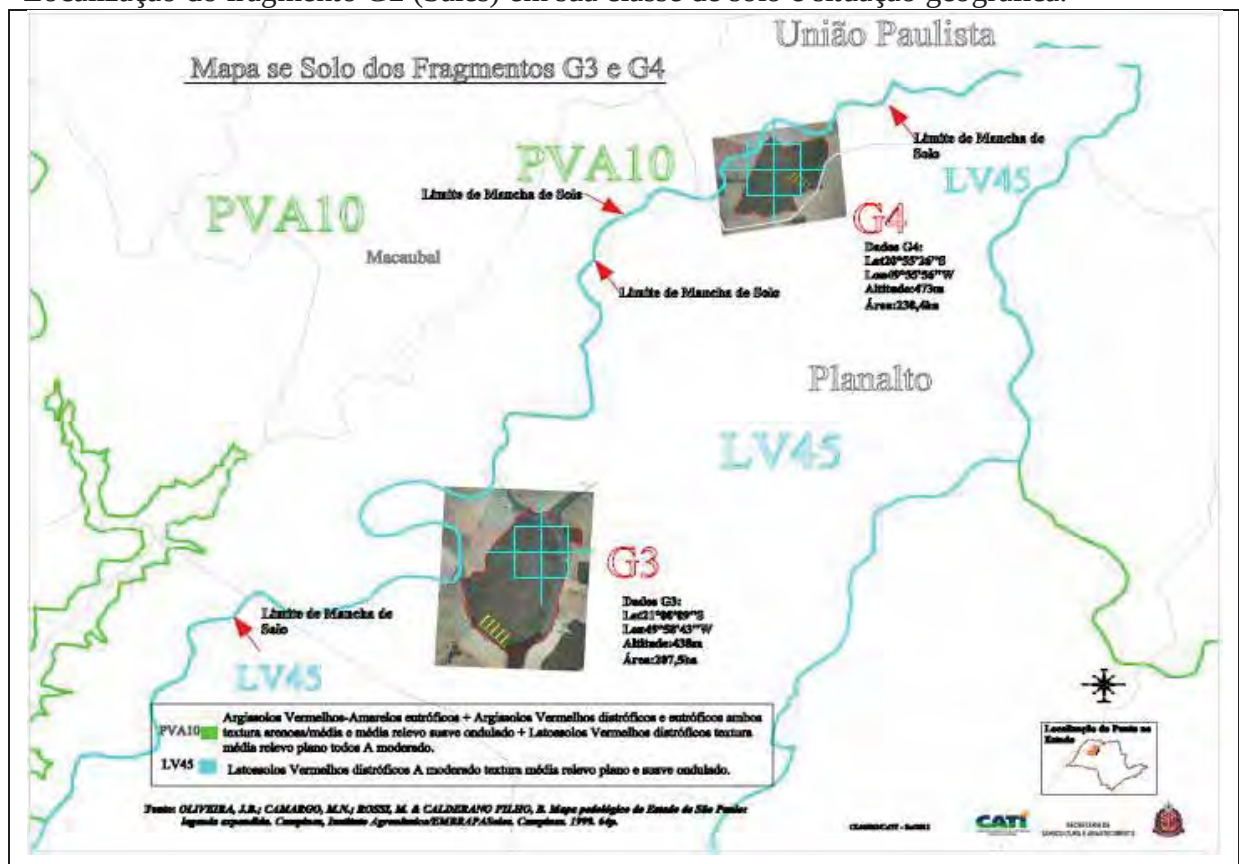
Elaborado por: CATI/CIAGRO (2012).

Localização do fragmento G1 (Novo Horizonte) em sua classe de solo e situação geográfica.



Elaborado: CATI/CIAGRO (2012). Revisado: Luis A. Sanches Murakami.

Localização do fragmento G2 (Sales) em sua classe de solo e situação geográfica.



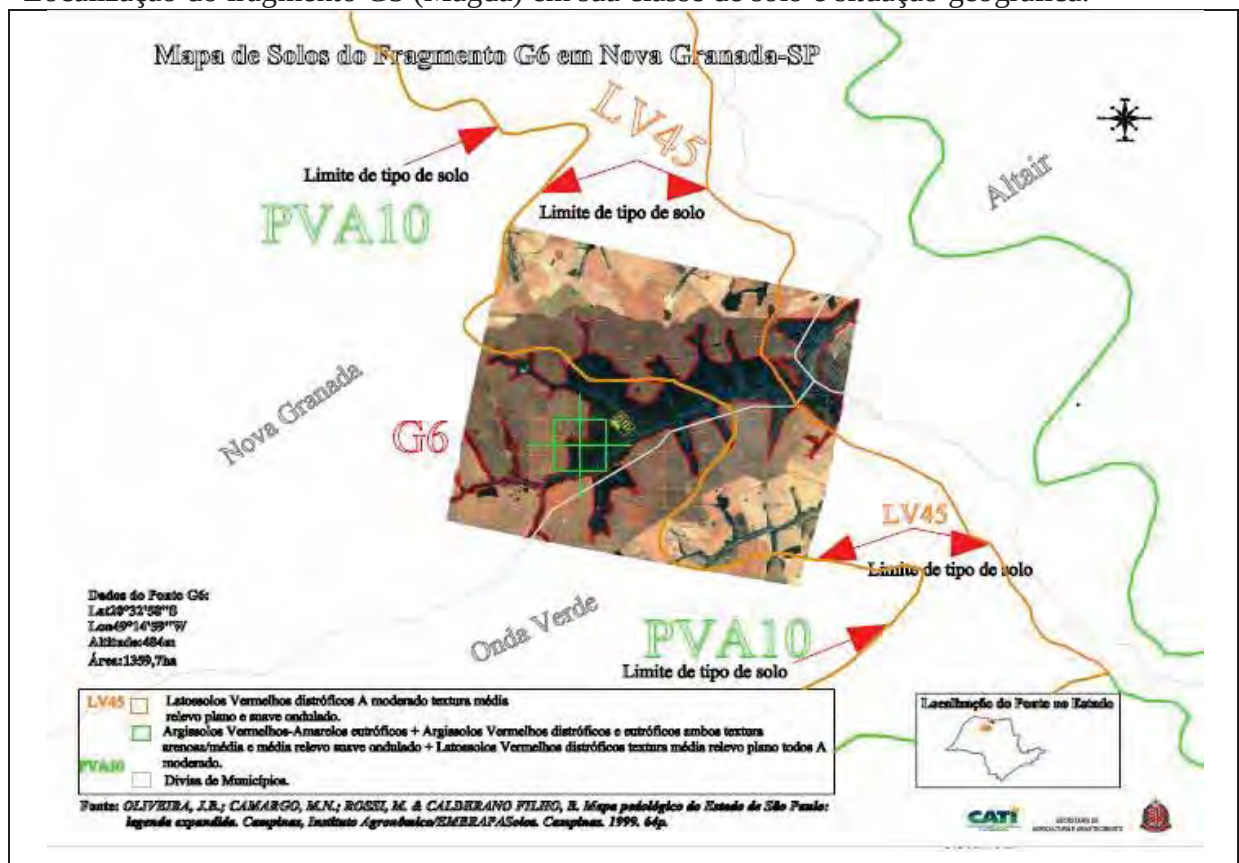
Elaborado: CATI/CIAGRO (2012). Revisado: Luis A. Sanches Murakami.

Localização dos fragmentos G3 (Planalto) e G4 (União Paulista) em suas classes de solo e situação geográfica.



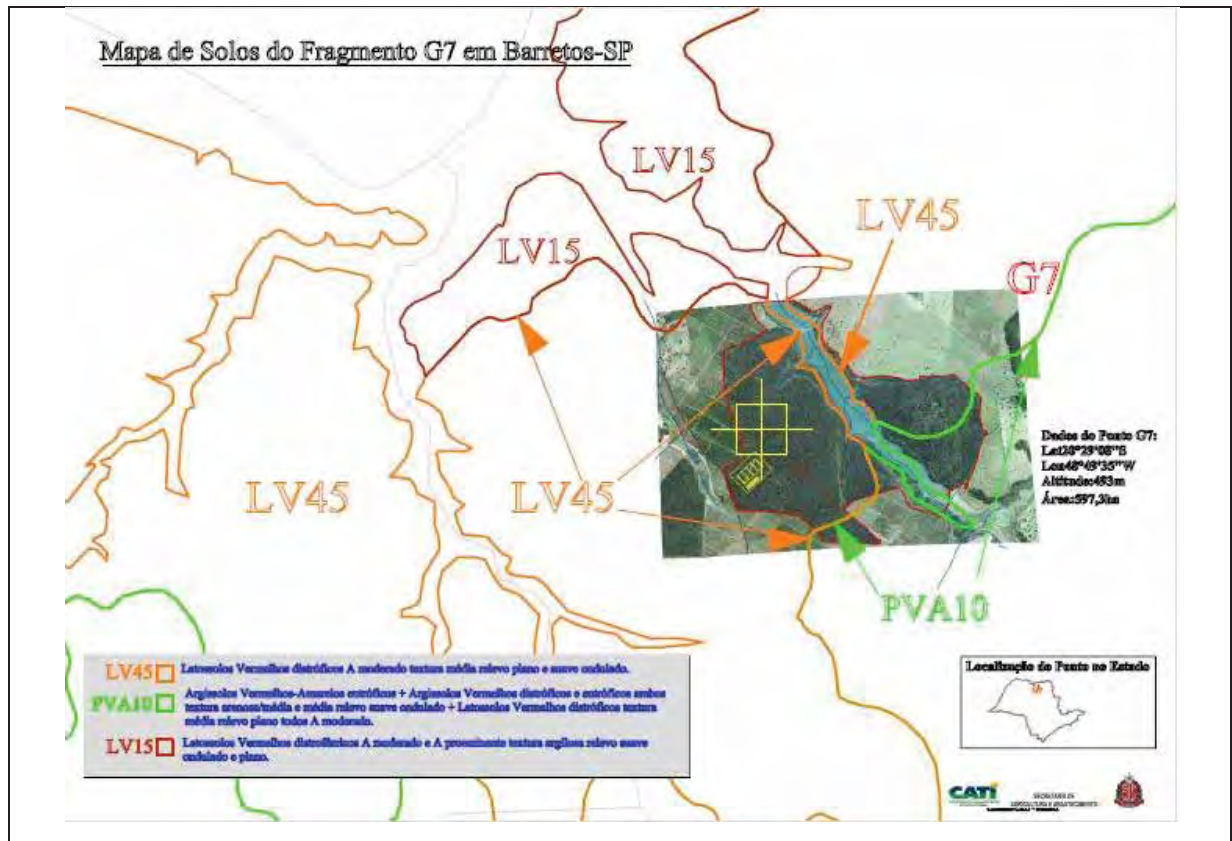
Elaborado: CATI/CIAGRO (2012). Revisado: Luis A. Sanches Murakami.

Localização do fragmento G5 (Magda) em sua classe de solo e situação geográfica.



Elaborado: CATI/CIAGRO (2012). Revisado: Luis A. Sanches Murakami.

Localização do fragmento G6 (Nova Granada) em sua classe de solo e situação geográfica.



Elaborado: CATI/CIAGRO (2012). Revisado: Luis A. Sanches Murakami.

Localização do fragmento G7 (Barretos) em sua classe de solo e situação geográfica.



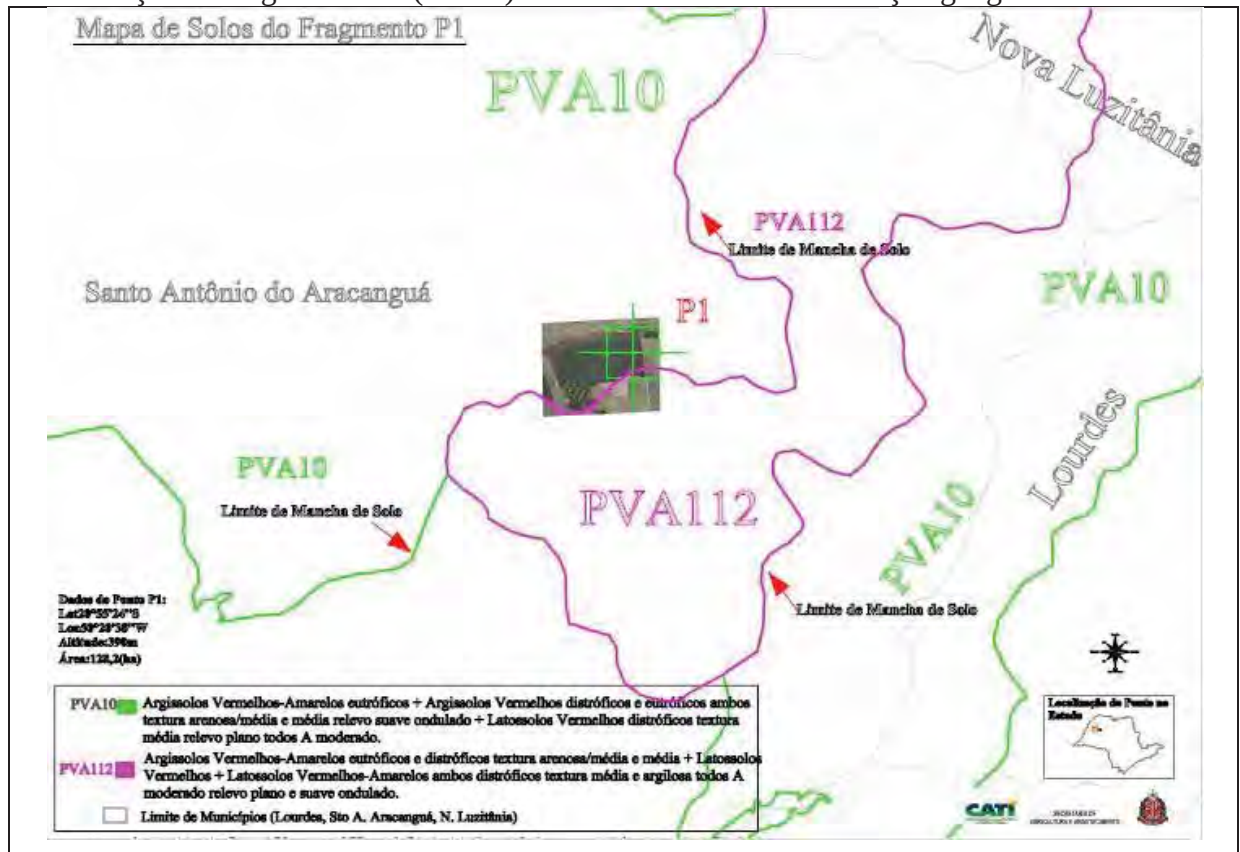
Elaborado: CATI/CIAGRO (2012). Revisado: Luis A. Sanches Murakami.

Localização do fragmento G8 (Bebedouro) em sua classe de solo e situação geográfica.



Elaborado: CATI/CIAGRO (2012). Revisado: Luis A. Sanches Murakami.

Localização do fragmento G9 (Matão) em sua classe de solo e situação geográfica.



Elaborado: CATI/CIAGRO (2012). Revisado: Luis A. Sanches Murakami.

Localização do fragmento P1 (Vicentinópolis) em sua classe de solo e situação geográfica.



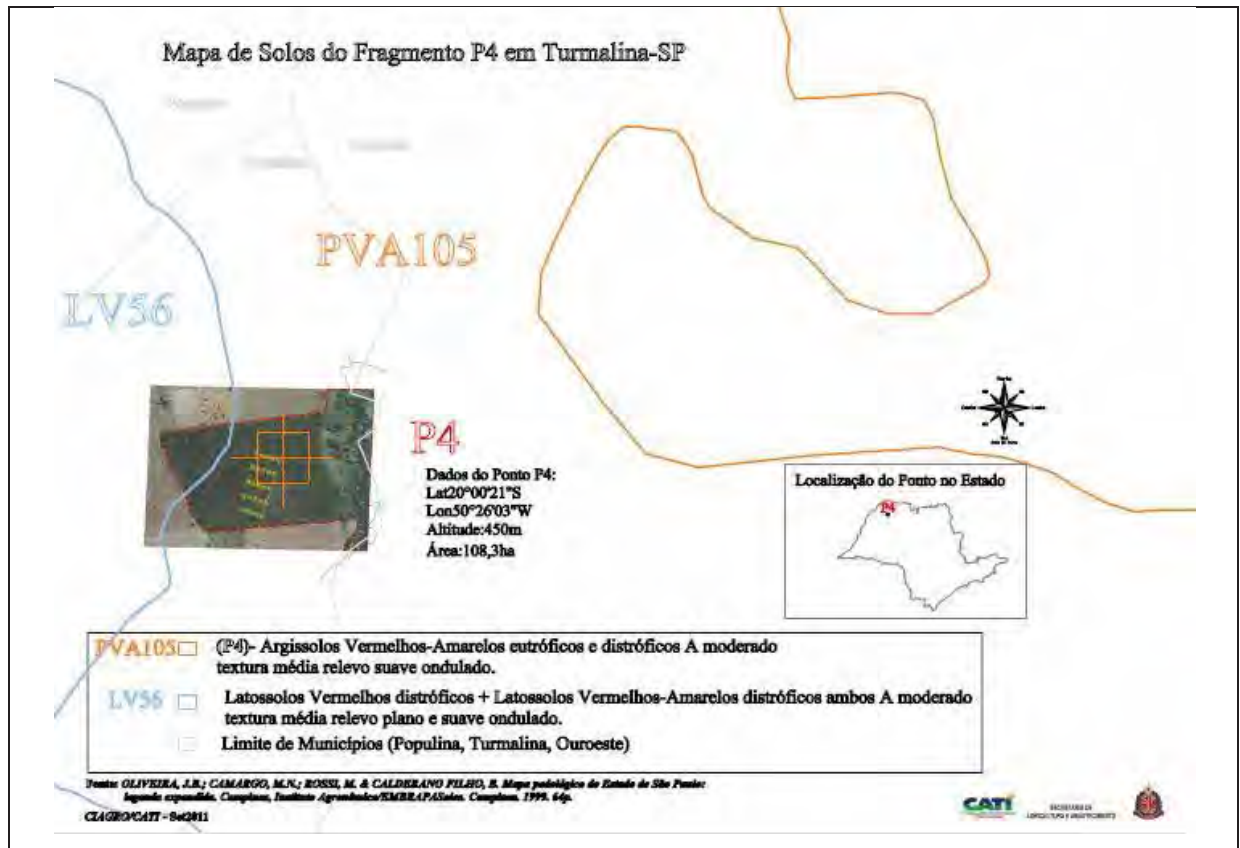
Elaborado: CATI/CIAGRO (2012). Revisado: Luis A. Sanches Murakami.

Localização do fragmento P2 (Macaubal) em sua classe de solo e situação geográfica.



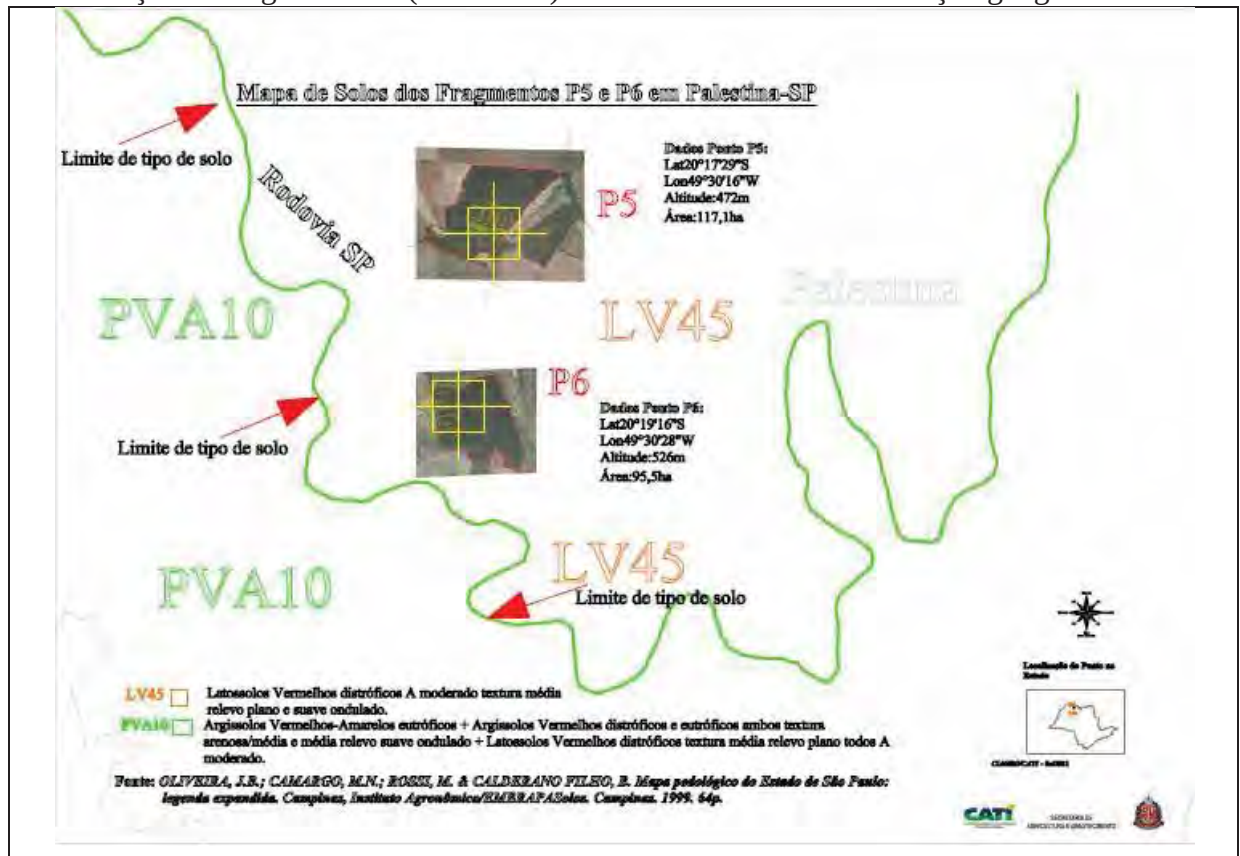
Elaborado: CATI/CIAGRO (2012). Revisado: Luis A. Sanches Murakami.

Localização do fragmento P3 (Votuporanga) em sua classe de solo e situação geográfica.



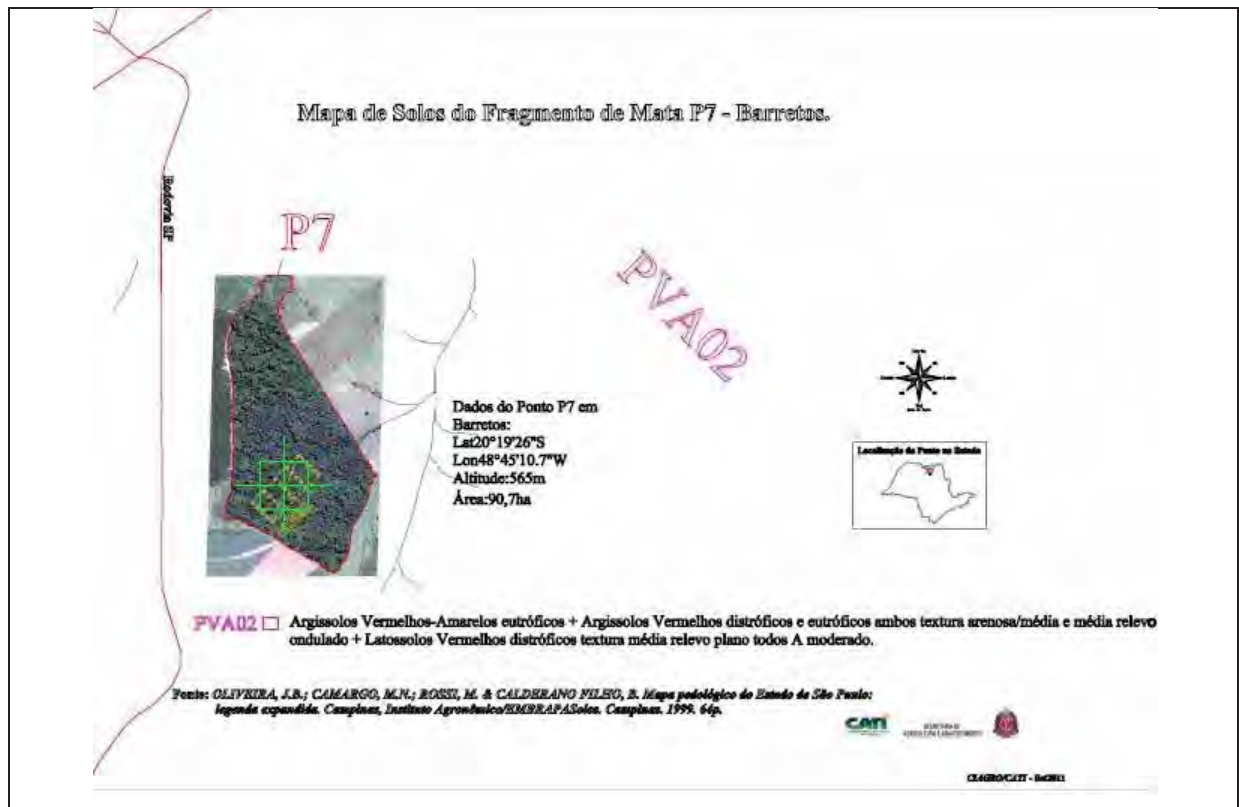
Elaborado: CATI/CIAGRO (2012). Revisado: Luis A. Sanches Murakami.

Localização do fragmento P4 (Turmalina) em sua classe de solo e situação geográfica.



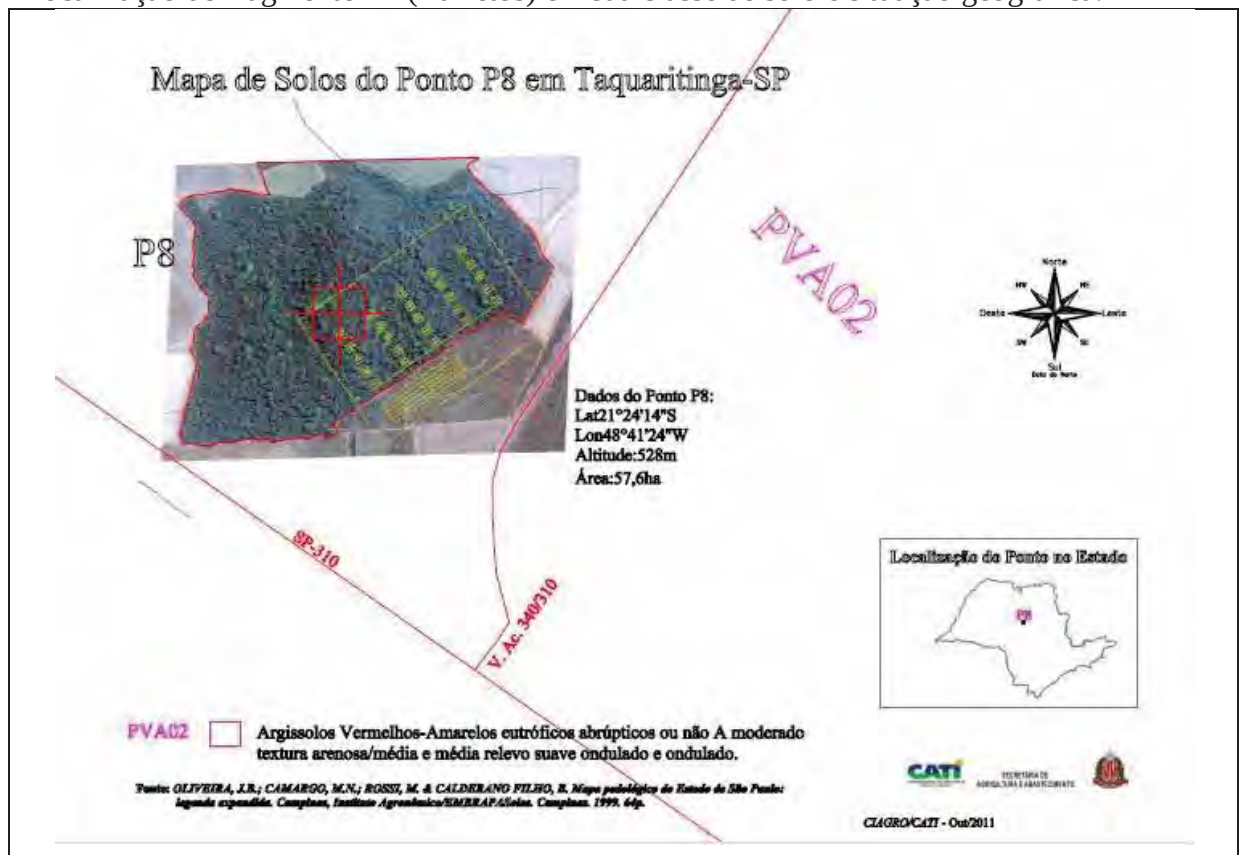
Elaborado: CATI/CIAGRO (2012). Revisado: Luis A. Sanches Murakami.

Localização do fragmento P5 (Palestina) e P6 (Palestina) em sua classe de solo e situação geográfica.



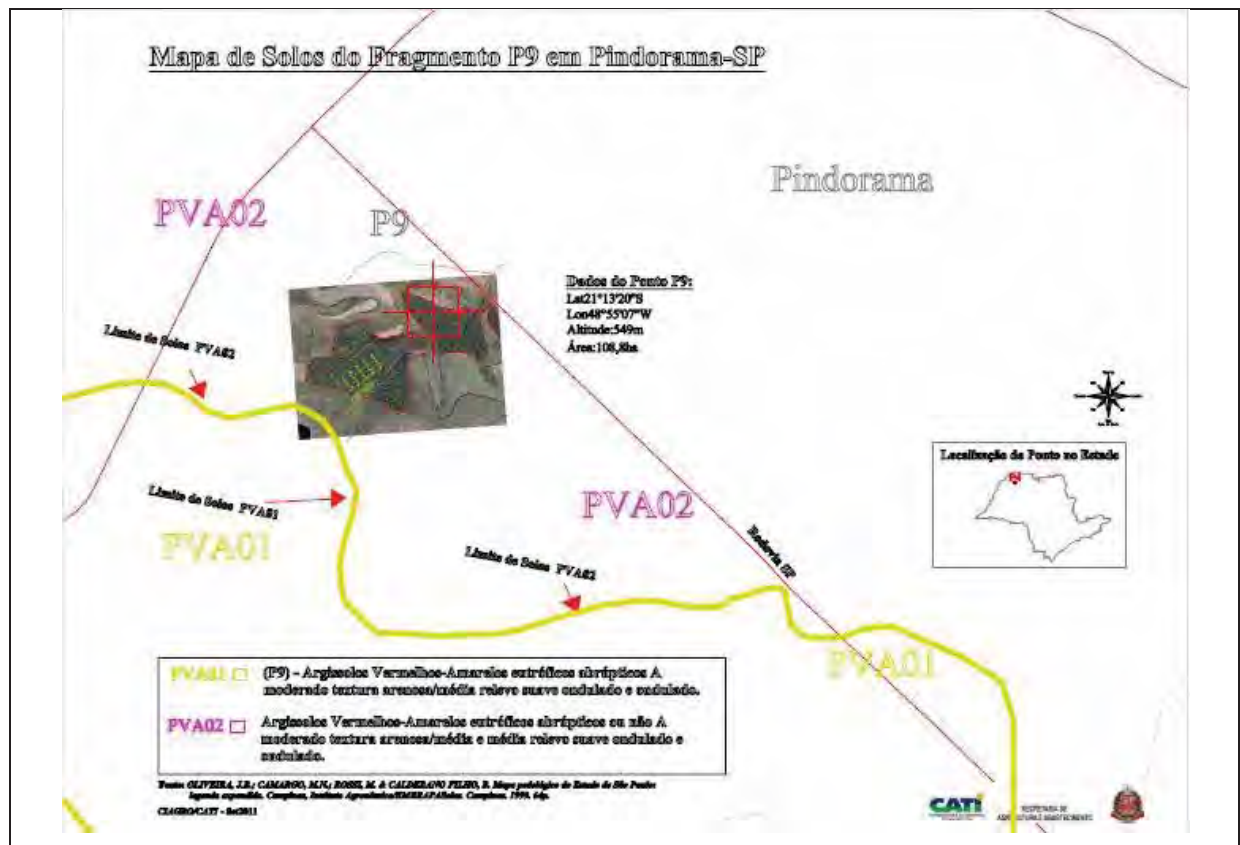
Elaborado: CATI/CIAGRO (2012). Revisado: Luis A. Sanches Murakami.

Localização do fragmento P7 (Barretos) em sua classe de solo e situação geográfica.



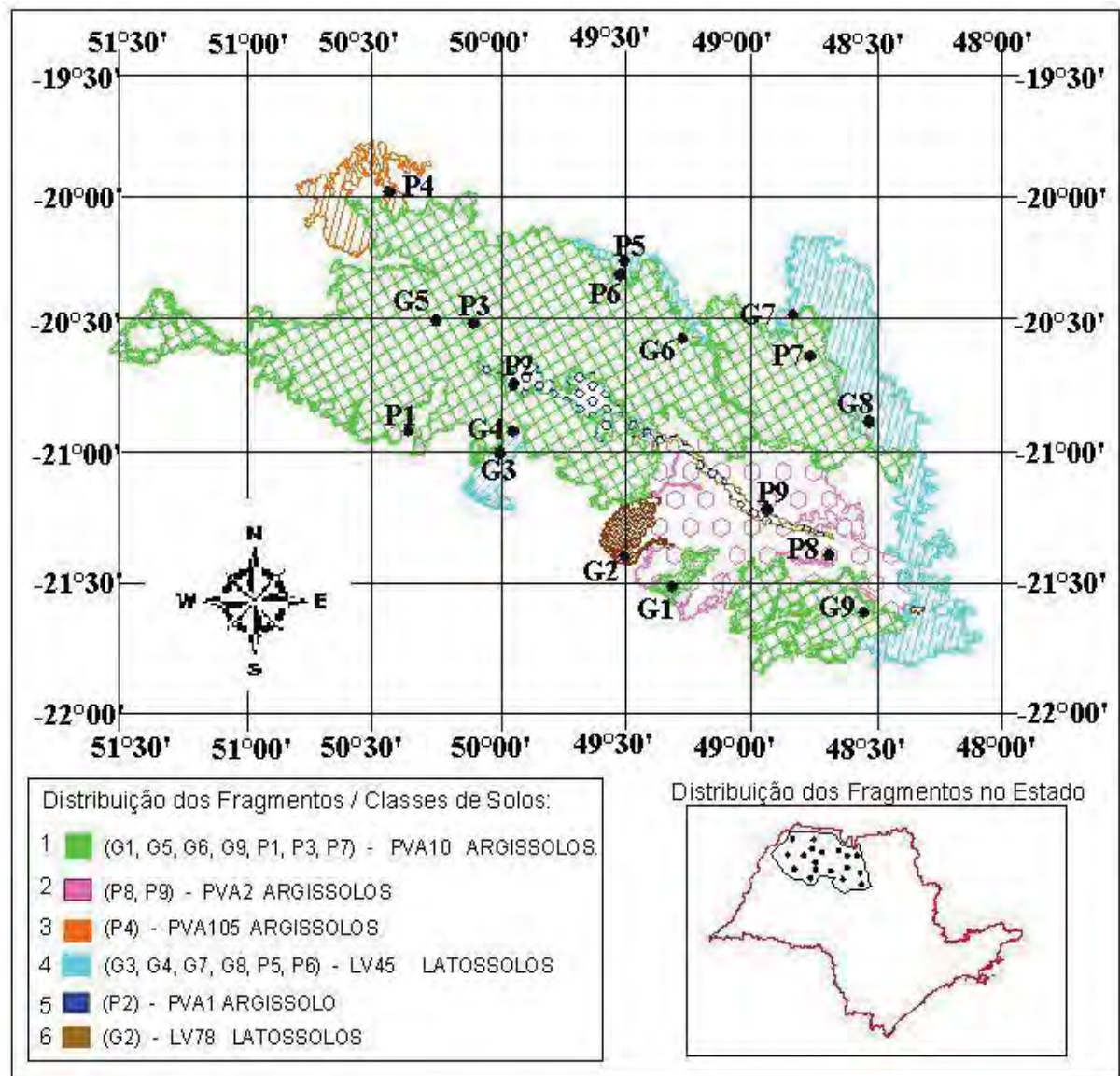
Elaborado: CATI/CIAGRO (2012). Revisado: Luis A. Sanches Murakami.

Localização do fragmento P8 (Taquaritinga) em sua classe de solo e situação geográfica.



Elaborado: CATI/CIAGRO (2012). Revisado: Luis A. Sanches Murakami.

Localização do fragmento P9 (Pindorama) em sua classe de solo e situação geográfica.



Elaborado: CATI/CIAGRO (2012). Revisado: Luis A. Sanches Murakami.

Mapa resumo das classes de solo dos fragmentos florestais localizados no noroeste do estado de São Paulo.