



SOLOS – PROJETO 3

Associações entre solos e a vegetação nativa na bacia do ribeirão das Anhumas (Campinas, SP)

Equipe técnica

Ivan Carlos de Moraes Ferreira (Biólogo, Mestrando, IAC)

Ricardo Marques Coelho (Orientador, PqC, IAC)

Roseli Buzanelli Torres (Co-orientadora, PqC, IAC)

Luís Carlos Bernacci (PqC, IAC)

Thiago Borges Conforti (Eng. Agrônomo, PMC)

Michele de Sá Dechoun (Bióloga, Prefeitura Municipal de Campinas¹)

¹ Atualmente, na Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Espírito Santo



Resumo

O presente trabalho propõe um estudo na região da bacia do ribeirão das Anhumas, que abrange grande parte da área urbana de Campinas, e possui fragmentos de vegetação nativa de floresta e de cerrado. A diferenciação destes tipos vegetacionais se relaciona a fatores climáticos e de solo. Considerando homogêneo o clima atmosférico desta região, espera-se que a diferenciação entre essas formações vegetais esteja relacionada a fatores do solo. Este trabalho teve como objetivos: 1. conhecer os ambientes pedológicos favoráveis à diferenciação de formações vegetais, procurando identificar alguns atributos e classes de solos associados à composição florística de fragmentos de vegetação de cerrado e de florestas na bacia do ribeirão das Anhumas; 2. avaliar se a perturbação antrópica nos fragmentos estudados influencia a composição florística e a estrutura das formações vegetais na bacia; 3. identificar espécies arbóreas que possam ser indicadoras de ambientes diferenciados. Foi realizado trabalho de campo em fragmentos de vegetação nativa, fazendo-se caracterizações morfológicas, classificação e coleta de amostras do solo para análises (físicas, físico-hídricas e químicas), bem como a amostragem florística e fitossociológica do estrato arbóreo. Foram visitados 29 fragmentos de vegetação nativa, incluindo quatro de bacias vizinhas, para melhorar a amostragem do cerrado. Uma parte dos dados coletados ainda está em análise, sendo apresentado neste trabalho o resultado parcial da análise de solo para 22 fragmentos e de similaridade florística para 16 fragmentos. A descrição de campo para todos perfis de solo dos fragmentos estudados encontra-se no anexo 2. Resultados preliminares tendem a confirmar a hipótese de diferenciação da vegetação influenciada pelo solo, associada à saturação por bases e por Al^{3+} , gradiente textural e textura do solo. Estes dados serão completados para todos os fragmentos, incluindo mais três fragmentos de cerrado e um de floresta de áreas vizinhas à bacia. Será feita a análise estatística multivariada nas próximas etapas do projeto, sendo proposto ainda uma análise mais detalhada do clima da região e também das influências antrópicas sobre as formações vegetais.



1. Introdução

Campinas é uma cidade desenvolvida economicamente e industrializada, porém este desenvolvimento leva a modificações nos ecossistemas, fragmentando-os e afetando a biodiversidade existente. O conhecimento da vegetação nativa remanescente da região pode auxiliar na manutenção e aproveitamento da biodiversidade desses ecossistemas, sendo um grande desafio para a ciência, hoje, preservar estes ambientes naturais que sofrem grandes pressões antrópicas. Estes, além do seu valor intrínseco, são essenciais em ciclos biológicos e hidrológico, sendo eficientes reguladores térmicos e agentes de amenização paisagística. Isso se torna mais importante em áreas urbanas, onde a presença destes é a única alternativa de realização dessas funções.

Estas fragmentações são fatos relativamente recentes iniciados com o plantio do café, a partir de 1870, substituindo principalmente as florestas. A pressão sobre os cerrados iniciou-se bem posteriormente, porém de maneira muito agressiva devido aos incentivos governamentais de produção do álcool (KOTCHETKOFF-HENRIQUES et al. 2003).

A cobertura vegetal de Campinas, SP, segundo CHRISTOFOLETTI & FEDERICI (1972) era originalmente constituída por matas, campos cerrados e cerrados. Em um levantamento mais recente SANTIN (1999) demonstra que essa região tem fragmentos de vegetação nativa que cobrem 2,55 % do município e são representativos de Floresta Estacional Semidecidual Submontana, sem (mata) e com influência de cursos d'água (mata ciliar), Floresta Estacional Semidecidual Aluvial (mata paludícola) e savana tropical (cerrado), esta última corresponde a 3,3% da vegetação remanescente.

E interessante destacar a ocorrência de formações vegetais com fisionomias muito diferenciadas, como a do cerrado e a mata estacional semidecidual, ocorrendo dentro de uma mesma região. Era de se esperar que devido à proximidade dos fragmentos, com condições climáticas semelhantes ocorressem composições florísticas homogêneas em toda a região, o que não ocorre.

A bacia do ribeirão das Anhumas corta o município de Campinas no sentido Sul-Norte e tem aproximadamente 70% de sua área localizada no perímetro urbano, com grande tendência de crescimento e desenvolvimento, principalmente ao norte da bacia, enquanto a região sul é uma área de urbanização densa e consolidada, onde se encontra a região central da cidade (TORRES et al. 2003).



Na formação de determinada fisionomia florestal, temos um conjunto de fatores que irão selecionar as espécies bem sucedidas dentro de um determinado ambiente, onde um dos principais fatores é o clima, existindo, no entanto, outros fatores limitantes que irão direcionar a formação de determinada fisionomia florestal. Estudos comparativos no interior do estado de São Paulo indicam que áreas em condições semelhantes de clima, altitude, e tipo de solo apresentam maior similaridade florística (SALIS et al., 1995; TORRES et al., 1997). Considerando o clima e altitude da região de Campinas de certa maneira homogêneo em toda a região, sendo úmido (grande pluviosidade), haveria tendência a formação de vegetação de mata estacional semidecidual, sendo a ocorrência do cerrado questionada. Neste contexto, pode-se supor que a ocorrência do cerrado possa estar condicionada ao solo, hipótese que muitos trabalhos têm procurado demonstrar no Brasil central (FELFILI & Silva Jr 1993., FELFILI et al., 1998; RIBEIRO e WALTER, 1998). Na região de Campinas, os solos bem drenados e com boa retenção hídrica possuem um clima de solo Údico, característico de florestas, o qual é caracterizado por menos de 3 meses do ano com solo seco (potencial matricial do solo < -1.500 kPa) e um sistema trifásico, sólido-líquido-gasoso, na maior parte do tempo. Por sua vez, as regiões do Brasil que têm cerrado como formação vegetal característica têm clima Ústico, onde o solo está seco por mais de 3 e menos de 6 meses durante o ano (SOIL SURVEY STAFF, 1999).

Em áreas de regime hídrico de solo ústico, com períodos de seca mais longos, como no Brasil Central, não só a baixa disponibilidade hídrica, mas também a ação do fogo, a inundação periódica, o baixo nível de nutrientes e/ou o excesso de alumínio trocável no solo são fatores citados como causa do predomínio dos cerrados em relação a outras formações vegetais florestais mais densas (LOPES e COX, 1977). Características climáticas regionais, porém, não são suficientes para explicar a ocorrência de fragmentos de vegetação de cerrado em regiões de pedoclima mais úmido (e.g. údico) em meio à vegetação nativa predominantemente florestal. A teoria dos refúgios florestais (AB'SABER, 2003) procura explicar a distribuição fragmentada do cerrado nessas regiões (VIADANA, 2002). Ela não explica, contudo, como seria esse ambiente de refúgio dos cerrados, informação essencial quando se procura recuperar e manter fragmentos dessa formação vegetal em áreas em que as formações clímax esperadas são florestais.

A ocorrência do cerrado pode ser explicada por variadas teorias: relacionado a uma baixa disponibilidade de nutrientes no solo, escleromorfismo oligotrófico, (ARENS, 1963);



relacionado aos altos níveis de Al trocável no solo, escleromorfismo aluminotóxico (GOODLAND, 1971); relacionado à queima continuada da vegetação e a uma menor disponibilidade hídrica para as plantas (ROSSI et al., 2005).

Dentro da bacia do Ribeirão Anhumas, temos vários ambientes fragmentados, que geralmente comportam um menor número de espécies e as populações têm menor possibilidade de trocas gênicas, possuindo pouca variedade genética, e sofrendo pressões por competições com espécies agressivas. O que leva à exclusão competitiva de espécies naturais (METZGER, 1999). Estas pressões levam à alteração da composição de espécies do ambiente, com extinção de espécies típicas e estabelecimento de novas espécies mais adaptadas a áreas abertas (ZUIDEMA et al. 1996; TURNER, 1996; TURNER, et al 1996).

Sabendo destas pressões e da necessidade de proteger os remanescentes das vegetações nativas, bem como das necessidades de estudos que direcionem futuros projetos de reflorestamento dentro da bacia e, ainda, com o fim de entender as possíveis relações entre a vegetação e alguns fatores associados que direcionam a formação vegetal, este projeto objetivou: (1) identificar ambientes pedológicos favoráveis à diferenciação de formações vegetais e estudar essa influência; (2) avaliar se a perturbação antrópica nos fragmentos estudados influencia a composição florística e estrutura das formações vegetais na bacia; e (3) identificar espécies arbóreas que possam ser indicadoras de ambientes diferenciados.

Material e Métodos

A bacia hidrográfica do Ribeirão das Anhumas drena parte do município de Campinas estando circunscrita pelas coordenadas 22°45'15" e 22°55'50" S e 47°60'55" e 46°58'55" W e tem uma superfície de 150,2 km², maior parte inserida no município de Campinas e pequena parte no município de Paulínia. O clima regional é, segundo classificação de Köppen, Cwa, mesotérmico de inverno seco, com total de precipitação anual de 1.381 mm, deficiência hídrica de 16,7 mm (junho-setembro), e excedente hídrico de 361,1 mm (novembro-março). O regime hídrico dos solos bem drenados é údico (SOIL SURVEY STAFF, 1999). Situa-se em uma área de transição entre o Planalto Atlântico e a Depressão Periférica Paulista. A norte e nordeste da bacia ocorre, predominantemente, o relevo de colinas amplas, apresentando-se como uma superfície contínua e pouco dissecada, com inclinação em direção ao rio Atibaia. A leste encontram-se colinas médias e amplas, as quais apresentam-se mais elevadas à medida



em que esse relevo é sustentado por rochas mais resistentes; colinas pequenas e morrotes, que mostram-se mais dissecadas e conseqüentemente com formas menores do que as colinas e morrotes, estando nas bordas da Depressão Periférica; e colinas e morrotes que apresentam blocos rochosos esparsos por todo o terreno, que refletem o substrato gnáissico que os suporta. As planícies aluvionais apresentam, com raras exceções, superfícies reduzidas (INSTITUTO GEOLÓGICO 1993).

A bacia apresenta elevado grau de urbanização, com cerca de 46 % de sua área urbanizada (BRIGUENTI, 2005). Os remanescentes de vegetação nativa ocupam menos de 3 % do território da bacia hidrográfica (TORRES et al. 2003).

Nesta primeira etapa foi realizada toda a parte de campo, onde foram estudados 24 fragmentos com vegetação nativa de dentro da bacia do Anhumas e mais quatro fragmentos (três de cerrado e uma mata estacional) próximos a bacia, acrescentados devido a baixa ocorrência de fragmentos de cerrado dentro da bacia, o que poderia prejudicar os tratamentos estatísticos. Houve também um fragmento de mata higrófila (Tz1) que, apesar da caracterização da vegetação, teve descrição parcial do solo em campo e não teve amostra se solo coletada. No total, foram estudados 29 fragmentos de vegetação nativa.

Os solos foram descritos morfologicamente e coletados em trincheiras de aproximadamente 80 a 100 cm de profundidade, complementadas por sondagens a trado, e classificados no Sistema Brasileiro (EMBRAPA, 1999), foram coletadas amostras deformadas e indeformadas de superfície e profundidade. Em laboratório, fez-se a caracterização química pedológica (P, Ca, Mg, K, Na, Al, Al+H, Matéria Orgânica, pH H₂O, pH KCl) e granulométrica (argila, silte e areia com 5 frações) das amostras deformadas para 22 dos fragmentos. Os solos dos seis fragmentos restantes ainda estão sendo analisados, sendo apresentados neste relatório somente as suas descrições de campo (anexo 2).

Das amostras indeformadas de superfície e profundidade, coletadas em anéis com três repetições, foram analisadas a capacidade de retenção de água dos solos para 16 fragmentos até o momento, sendo calculado a água disponível destes solos. Os dados dos demais fragmentos ainda estão sendo analisados em laboratório.

Para a definição dos locais, estimativa do número e tipo de amostras, em cada fragmento foi realizado um reconhecimento prévio através de quatro a seis sondagens do solo, em diferentes locais, com trado do tipo holandês, selecionando o local apropriado para abertura



de mini-trincheira (dimensões aproximadas 1x1x1 m) para observação e coleta de amostras de solo.

O levantamento florístico e fitossociológico foi elaborado por amostragem de 25 pontos quadrante por cada fito fisionomia do fragmento, com distância de 10 m entre pontos e critério de inclusão de perímetro à altura do peito (PAP) = 10 cm, sendo medidos: perímetro do caule a altura do peito, altura estimada e distância ao ponto quadrante.

A identificação de espécies vegetais foi realizada no campo ou no laboratório, por comparação com materiais previamente identificados por especialistas, bem como por consulta a especialistas. O material em estágio reprodutivo foi incluído na coleção do herbário do IAC. Foram elaboradas planilhas com os dados de campo, analisados pelo programa FITOPAC, com base no número de indivíduos por espécie, usando índice de similaridade Bray-Curtis e média de grupo como método de ligação. O resultado completo desta análise se encontra no relatório do tema vegetação, sendo apresentado aqui o resultado de uma análise previa, considerando 15 dos fragmentos estudados e incluindo um de mata ciliar (Tz1), totalizando 16 fragmentos.

Foi considerado como fragmento cada área com vegetação arbórea nativa distinta, está sendo analisado um total de 29 fragmentos dentro e próximo da bacia do Ribeirão das Anhumas. Foram dispensados os fragmentos com formação influenciada pela água (Matas hígrófilas), permanecendo apenas dois representantes (Tz1), com o fim de confirmar a distinção destes com os demais fragmentos que não possuem influencia hídrica. O fragmento Tz1 não possui análise de solo, tendo sido descrito somente em campo.

A área de cada fragmento foi determinada através da análise de imagens e buscou-se verificar a existência de relação entre o número ou composição de espécies e o tamanho dos fragmentos. A estrutura e tipo de vegetação foi determinado por meio da densidade, dominância, número de espécies, valor de importância (v.i.), índice de diversidade de espécies. Dados que estão presentes no relatório do tema vegetação.

Resultados e Discussão

Os solos de 29 dos fragmentos de vegetação nativa estudados, sua localização e o ambiente presente nestes, são apresentados no quadro 1. Os solos pertencem às ordens dos



Latossolos (12 fragmentos), Argissolos (11), Nitossolos (três), Neossolos (um), Organossolos (um) e Cambissolos (um).

Quadro 1. Identificação dos fragmentos estudados, classificação do solo e da vegetação.

Fragmento (Abreviação)	Cordenada UTM (norte/leste)	Amb.	Classificação do Solo (Abreviação)
1.Bq. Chico Mendes (ChM)	7471160/291475	MESD	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico típico (PVAd)
2.Bq da Paz (Paz)	7291945/291945	MESD	NITOSSOLO HÁPLICO Eutrófico léptico (NXe)
3.Bq. dos Jequitibás (Jeq)	7465000/289800	MESD	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico abruptico (PVAd)
4.Bq. S. José (Jos)	7463610/290215	MESD	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico abruptico (PVAd)
5.Sít. S. Francisco (Fra)	7475940/291075	MESD	ARGISSOLO AMARELO Eutrófico abruptico (PAe)
6.Jd. Miriam (Mir)	7475945/291295	MESD	ARGISSOLO AMARELO Eutrófico típico (PAe)
7.Jardim do Sol (Sol)	7478265/286183	MESD	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (LVdf)
8.Faz. S. Bento (Ben)	7477600/292840	MESD	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico latossólico (PVAd)
9.Bq dos Italianos (Ita)	7467675/287400	MESD	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (LVd)
10.Vila Holândia I (Ho1)	7480616/285822	MT	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico típico (LVAd)
11.Pq. Eco. M.E.J.Salim(Eco)	7465310/292240	MESD/MC	NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico típico (RUBd)
12.Faz.Monte D´Estel (Tz1)	7478976/290725	MP	ORGANOSSOLO MÉSICO Sápico* (OYs)
13.Lab. Síncroton (Sin)	7476912/289580	C	ARGISSOLO VERMELHO Distrófico latossólico (PVd)
14.Vila Holândia II (Ho2)	7480616/285822	MT	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico típico (LVAd)
15.Condom. Manacás (Man)	7479661/2328504	MESD	NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico latossólico (NVef)
16.Mata. St. Genebra (MGe)	7474451/283892	MESD	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico típico (PVAd)
17.Santa Genebrinha (SGe)	7473439/287822	MESD	ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico latossólico (PVe)
18.Faz. Argentina I (Ar1)	7473669/289461	MESD	NITOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (NVdf)
19.Faz. Argentina II (Ar2)	7475150/289950	MESD	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (LVdf)
20.Con. Est. Paraíso (Pa1)	7477059/290362	MESD/MC	ARGISSOLO AMARELO Distrófico abruptico (PAd)
21.Pq. Xangrilá I (Xan)	7477646/292879	MESD/MC	LATOSSOLO AMARELO Distrófico argissólico (LAd)
22.AlphaVille (Alp)	7474671/291694	MESD	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico típico (PVAd)
23.Mt. do Boi Falô (Boi)	7472294/288754	MESD	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico típico (Cxbe)
24Cond. Rio das Pedras (CPd)	7476829/286713	MESD	LATOSSOLO VERMELHO* (LV)
25.Bq. dos Alemães (Ale)	7467150/287860	MESD	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO* (LVA)
26Faz.S. Elisa Cerrado (CEC)	7452281/277485	C	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO * (LVAd)
27.Aero.Viracopos (AVi)	7452950/279772	C	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO* (LVA)
28.São Marcos (Mar)		C	LATOSSOLO/CAMBISSOLO VERMELHO* (LV/Cx)
29.Faz. S. Elisa Mata (CEM)	7469995/287863	MESD	LATOSSOLO VERMELHO* (LV)

Abreviaturas: amb. = ambiente; MESD = Mata Estacional Semidecídua; C = cerrado; MC = mata ciliar; MT = Mata Estacional semidecídua com elementos de cerrado; * Solos classificados em campo.

Muitos fragmentos florestais da bacia, identificados por Santim, 1999, não foram incluídos neste estudo, por motivos variados (Quadro 2). Alguns proprietários impediram a entrada do grupo de pesquisa, como o caso da Fazenda Anhumas, e em outros casos mais graves ocorreu o desaparecimento (por queima e/ou derrubada) do fragmento (Sítio Yamaguti). Porém a maior parte dos fragmentos não considerados neste estudo e que foram considerados no estudo de vegetação são os de mata ciliar e os reflorestados. Os fragmentos de mata higrófila não foram estudados, pelo fato de que, nesta formação vegetal, tanto os principais atributos do solo, quanto os de vegetação são determinados pelo excesso de água, o



que pode invalidar as hipóteses de relação direta solo-vegetação aventadas neste estudo que sejam independentes do excesso de água. Também não foram estudados os fragmentos em que houve reflorestamento com espécies nativas, por estes possuírem a seleção de vegetação não direcionada por fatores naturais, o que foge ao propósito deste estudo.

Quadro 2. Identificação dos fragmentos não incluídos no estudo e os seus impedimentos.

Fragmento	Cord. (N/L)	Amb	sit
Faz. Rio das Pedras (Fri)	7476144./285298	MESD	ñ aut
Recanto Yara (Yar)	7473917/285817	MP	MP
Faz. Argent.-brejo (Arb)	7475245/289687	MP	MP
Sít. San Martinho (SaM)	7476436/288276	MP	Mp
Pq. Ecol. Prof. H. de F. Leitão Filho (Fil)	7475698/287551	MP	Mp
Faz. Anhumas (Anh)		MESD	ñ aut
Faz. Pau D'Alho (Alh)	7476184/232912	MESD	Refl
Sítio Yamaguti (Yam)	7478927/289686	C	ñ exit
Faz. Monte D'Este II (Mo2)	7479278/291442	MP	Mp
Faz. São Quirino (FQi)	7468810/294393	MESD	Refl
Haras São Quirino (HQi)	7469802/296167	MESD	Refl.

Coord. = Coordenadas UTM; Amb. = ambiente: MESD = Mata Estacional Semidecídua; C = cerrado; MC = mata ciliar; MT = Mata Estacional semidecídua com elementos de cerrado.; Sit. Situação do fragmento que impediu a sua inclusão no estudo: ñ alt. = entrada não autorizada; Refl. = reflorestamento; ñ exit. Fragmento não existente.

Para os fragmentos que possuem análise de similaridade botânica (fig. 1), estão sendo apresentados no quadro 3a e 3b os principais resultados para a análise de solo, a descrição completa do solo de cada fragmento encontra-se no anexo 2. Esta prévia apresenta a análise de similaridade de 16 fragmentos, sendo um de mata ciliar (Tz1). A análise completa de similaridade botânica se encontra no relatório do tema vegetação.

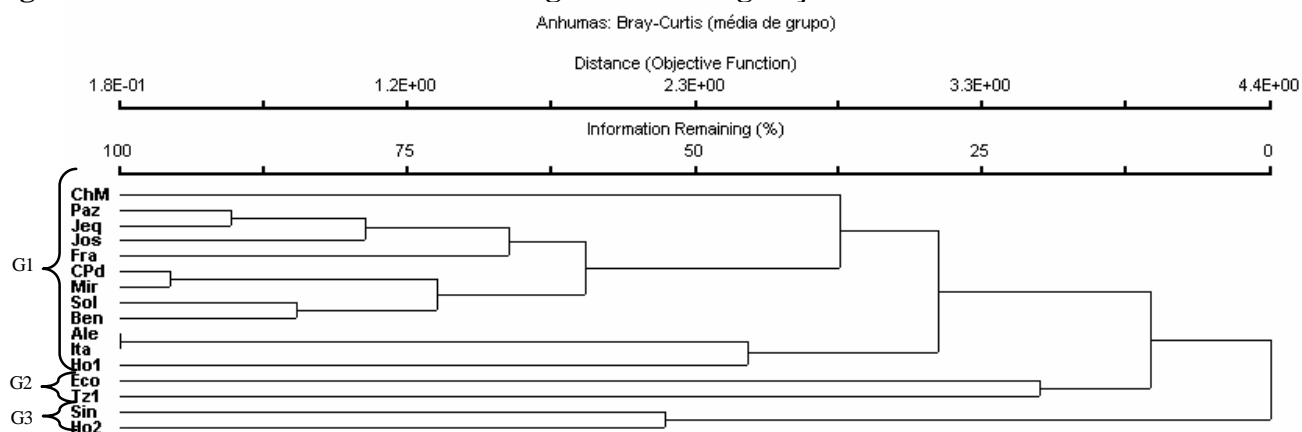
A análise de similaridade apresentada na figura 1 agrupou os fragmentos de vegetação baseada em sua composição florística, pode ser dividida em três grupos vegetacionais principais: matas estacionais semidecíduas (G1), matas higrófilas (G2) e cerrado (G3). O G1 pode ainda ser subdividido em dois subgrupos, o primeiro, constituído por nove fragmentos (de ChM a Ben; Figura 1), apresenta maior preservação, com maior diversidade de espécies, e o segundo, com três fragmentos (Ale, Ita e Ho1), com menor diversidade botânica. Esta subdivisão do G1 parece estar diretamente associada aos solos mais pobres (baixa saturação por bases e elevada saturação por alumínio) no subgrupo com três fragmentos (Quadro 3a e 3b) que naquele com nove fragmentos.

No quadro 3a e 3b estão apresentados os principais resultados das análises de solo e água, ordenados segundo a similaridade botânica. Apesar de possuir apenas 13 dos 16



fragmentos estudados, e com alguns dados ainda incompletos, este quadro permite identificar várias características distintas de solos entre as diferentes fisionomias florestais. Além de seus horizontes diagnósticos principais, os atributos que diferenciam esses solos são: textura, saturação por bases e alumínio, gradiente textural, profundidade efetiva e regime hídrico.

Figura 1. Análise de similaridade dos fragmentos de vegetação nativa estudados



Analisando os dados de solo, podemos notar que solos dentro dos mesmos agrupamentos têm grandes similaridades. Assim, o grupo Sin-Ho2, que representam as formações de cerrado, tem solos (PVd e LVAd) de grande profundidade efetiva, elevada friabilidade e elevada saturação por Al^{3+} ($m > 80\%$). Representando as matas higrófila e ciliar (Tz1-Eco) aparecem solos (OYs e RUBd) com atributos diagnósticos (acúmulo de material orgânico e gleização) que refletem encharcamento ou saturação hídrica freqüente. Os demais grupos representam as matas estacionais. No grupo Ita-Ale-Ho1 ocorrem latossolos (LVAd e LVd) também profundos, friáveis e com saturação por Al^{3+} variável. Os demais grupos apresentam baixa, mais freqüentemente, ou média saturação por Al^{3+} . O grupo Sol-Ben (LVdf e PVAd.) apresenta solos com média saturação por Al^{3+} , profundos, com boa retenção hídrica. A mata estacional dos demais grupos (7 fragmentos) se desenvolve em solos com horizonte B textural ou B nítico, de textura argilosa ou muito argilosa em subsuperfície, o que provavelmente propicia maior retenção hídrica, e média a elevada saturação por bases. Os atributos dos solos estudados, especialmente saturação por Al^{3+} , regime hídrico e gradiente textural, mostraram elevada associação com as formações de vegetação estudadas e sua composição florística.



Quadro 3a. Descrição dos atributos dos solos de 13 fragmentos relacionados na análise de similaridade

solo/frag	PVAd/ ChM 1		NXe/ Paz 2		PVAd/ Jeq 3		PVAd/ Sjo 4		PAe/ Fran 5		PAe/ Mir 6		LVdf/ Sol 7	
	A1		A	Bn	A1	Bt	A1	Bt	A	C	A	Bt	A1	BA
Lim Sup.	0	40	0	40	0	60	0	55	0	60	0	60	0	40
Lim.Inf	8	60	20	60	12	70	18	65	25	70	20	80	20	60
Textura	FG	mG	FG	G	FGE	GE	FE	FAE	FGE	G	FE	GE	G	mG
Argila ⁽¹⁾	375	650	325	450	200	425	150	350	238	488	138	425	563	625
Ds Mg/m ³	1,21	1,4	0,94	1,51	1,52	1,62	1,4	1,61	1,21	1,46	-	1,48	-	-
Agua disp ⁴	0,042	0,024	0,039	0,036	0,037	0,046	0,057	0,038	0,049	0,059	-	0,039	-	-
pH água	5,8	5,1	6,5	6	4,7	4,6	4,7	4,7	5,6	5,2	6,4	5,7	4,4	4,4
pH KCl	5,2	4,5	5,8	5,4	4	3,1	4	3,9	4,5	4,6	5,7	4,8	4	3,8
pH CaCl ₂	5,3	4,5	6,3	5,8	4,1	4	4,1	4	4,7	4,9	5,9	5,2	4	3,9
Ca	32	4	79	19	9	5	9	4	18	7	35	8	7	2
Mg ⁽³⁾	10	4	17	8	2	5	3	4	13	11	18	8	4	3
K ⁽³⁾	1,2	1,5	5,3	2,3	1,9	0,3	2,8	3,5	2	0,9	5,4	3,5	0,9	1,2
P mg kg ⁻¹	8	3	14	1	6	1	7	1	9	1	9	2	4	1
M.O g/kg	37	14	54	10	36	9	33	14	39	8	29	12	31	14
CTC ⁽³⁾	63	32	117	39	53	26	53	37	68	34	73	29	82	66
V (%)	68	30	86	75	24	39	28	32	49	56	80	68	15	9
m(%)	0	24	2	6	32	33	29	41	8	10	0	0	51	64

A disponibilidade de água apresentada na quadro 3, não apresentou evidência clara de associação com a similaridade entre fragmentos. Os fragmentos, apresentaram água disponível em torno de $0,03 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ com mínimo de $0,02 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ e máximo de $0,06 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$. É esperado que nas próximas etapas do projeto, com a elaboração da curva de retenção de água, seja encontrado associação de parâmetros hídricos com a distribuição da vegetação, conforme encontrou ROSSI et al. (2005).

O quadro 4 apresenta o resultado dos demais fragmentos, que não possuem a análise de similaridade botânica previa apresentada neste relatório. O quadro 3 e 4 juntos apresentam o resultado das principais características do solo de 22 fragmentos já analisados. Os dados dos demais 6 fragmentos, incluindo alguns dados de água, ainda estão sendo analisados. Deve se destacar que o fragmento Tz1, quanto ao solo, somente foi identificado em campo, não sendo analisado em laboratório por ser um fragmento de mata paludicola.

Os Resultados apresentados nos quadros 3 e 4 demonstram que os solos da região são de maneira geral profundos, predominando a classe dos Argissolos e dos Latossolos, com problema de fertilidade e toxidez por alumínio. Dos 22 solos caracterizados até o momento apenas quatro são eutróficos e 11 possuem saturação por alumínio acima de 50 % em profundidade. Por serem fragmentos florestais, nenhum apresenta problemas de compactação, com as densidades mais elevadas próximas a $1,35 \text{ Mg/m}^3$.



Quadro 3b. Descrição dos atributos dos solos de 13 fragmentos relacionados na análise de similaridade (cont.)

solo/frag	PVAd/ Bem 8		LVd/ Ita 9		LVAd/ Ho1 10		RUbd/ Eco 11		PVd/ Sin 12		LVAd/ Ho2 13	
	A1	Bt	A1	Bw	A	Bw	A	C3	A	Bt	A	Bw
Hor.												
Lim Sup.	0	60	0	50	10	60	8	80+	0	65	0	60
Lim.Inf	14	70	15	60	20	70	20	-	25	75	10	70
Textura	FE	GE	G	G	GE	GE	FGE	E	FGE	GE	FG	G
Argila ⁽¹⁾	188	438	475	475	350	425	213	163	213	413	400	475
Ds Mg/m3	1,25	1,54	1,23	1,41	1,16	1,22	1,45	1,48	1,31	1,37	1,17	1,32
Agua disp ⁴	0,038	0,029	0,024	0,04	0,035	0,032	0,027	0,032	0,068	0,040	0,047	0,052
pH água	4,6	4,3	4,9	4,3	4,4	4,2	4,9	4,4	4,5	4,4	4,3	4,4
pH KCl	4	4	4,3	3,9	3,8	4,1	4,1	3,9	3,8	4,1	3,5	4,1
pH CaCl ₂	4,1	3,9	4,4	3,9	3,8	4	4,3	3,9	3,8	4,1	3,6	4,1
Ca	16	1	17	2	3	1	10	1	1	1	2	1
Mg ⁽³⁾	3	1	5	1	1	1	3	1	1	1	1	1
K ⁽³⁾	0,6	0,1	1,1	0,2	2,6	0,2	1,4	0,2	1	0,2	1,4	0,6
P mg kg ⁻¹	12	1	5	1	6	1	4	1	4	1	8	1
M.O g/kg	32	11	43	23	44	15	18	7	29	14	52	16
CTC ⁽³⁾	75	46	74.1	50	85	36	46	31	48	27	105	32
V (%)	26	5	31	6	8	6	31	7	6	8	4	8
m(%)	34	90	15	80	72	85	33	86	84	82	83	78

(1) g/kg, (2) Mg m-3; (3) mmol/kg; (4) m3m-3; (5) %

Quadro 4 Descrição de atributos de solos de fragmentos não associados a análise de similaridade botânica

solo/frag	Nvef/ Man		PVAd/ Mge		Pve/ SGe		NVdf/ Ar1		LVdf/ Ar2		Pad/ Pa1		Lad/ Xan		PVAd/ Alp		Cxbe/ Boi	
	A	Bw1	A	Bt2	A1	Bt2	A	Bt	A	Bw	A1	Bt	A1	Bw	A	Bt	A	Bi
Horizonte																		
Lim Sup.	0	55	0	80	0	60	0	35	0	45	0	70	0	65	0	53	0	40
Lim.Inf	15	75	15	90	15	80	20	70	20	75	20	90	15	80	18	80	18	50
Textura	G	mG	FGE	G	FGE	G	G	mG	G	mG	FGE	G	FE	FGE	FGE	G	FGE	FE
Argila ⁽¹⁾	513	638	288	488	288	563	538	688	538	688	238	463	188	313	288	538	213	188
Densidade	x	x	1,3	1,4	1,1	1,3	x	x	X	X	1,5	1,6	1,3	1,5	1,1	1,4	x	X
pH água	4,5	4,7	6,2	4,7	5,6	5,2	6,5	5,6	6,3	5,2	5,1	4,3	4,8	4,2	6,4	5,2	6,1	6,1
pH KCl	4	4,5	6	4,2	5,1	4,6	6,1	4,7	5,8	4,6	4,2	3,7	4,2	3,9	6,1	5	5,6	5,3
pH CaCl ₂	4,1	4,5	5,8	4,2	5,2	4,8	6,2	5,1	6	4,7	4,5	3,8	4,3	3,9	6,1	5,1	5,8	5,7
Ca	12	17	95	2	78	20	96	13	93	10	19	1	40	1	127	7	84	14
Mg ⁽³⁾	9	10	24	2	16	20	30	12	26	10	9	1	12	1	23	6	16	4
K ⁽³⁾	2,2	1	2,2	0,2	4,3	2,8	6,2	2,4	101	0,3	2,1	1,4	1,4	0,1	3,6	4,1	3,2	0,9
P mg kg ⁻¹	20	3	12	1	16	1	12	1	9	1	13	1	14	1	22	1	49	12
M.O	42	17	35	12	43	12	32	12	36	12	31	8	49	15	50	10	12	4
CTC ⁽³⁾	99	56	134	39	133	53	149	55	143	54	72	46	113	41	165	36	114	24
V ⁽⁴⁾	23	50	90	11	74	60	89	49	84	34	42	7	47	5	93	47	90	76
m ⁽⁴⁾	36	15	0	68	0	3	0	0	0	14	14	85	10	87	0	0	0	0

(1) g/kg, (2) Mg m-3; (3) mmol/kg; (4) %

Este relatório apresenta dados parciais a serem completados numa segunda etapa, dentro do projeto de pesquisa de mestrado do estudante Ivan Carlos de Moraes Ferreira a ser defendida no Instituto Agrônomo (IAC). Mesmo em se tratando de dados parciais, estes



tendem a confirmar a hipótese de diferenciação da vegetação (floresta-cerrado) influenciada pelo solo, associada à saturação por bases e por alumínio. Este tipo de relacionamento do solo com a vegetação concorda com os trabalhos de FELFILI & SILVA JR (1993), FELFILI et al. (1998) e RIBEIRO e WALTER (1998).

Os resultados apresentados no quadro 3 e 4 demonstraram uma predominância de solos bem desenvolvidos, com grau avançado de intemperismo, entre os 29 fragmentos estudados (12 latossolos e 11 Argissolos), com predominância de solos pobres (distróficos).

A região apresenta predomínio de matas estacionais semidecíduas que compõem 21 dos 25 fragmentos de dentro da bacia. Estudos comparativos realizados por SALIS et al. (1995) e TORRES et al. (1997), no interior do estado de São Paulo indicaram que esta similaridade florística está ligada a homogeneidade do clima, altitude e solo.

Ainda assim nesta região com certa homogeneidade florística, temos a ocorrência de Cerrado (Sin e Ho2). A pouca frequência de fragmentos de cerrado dentro da bacia do Anhumas deve-se à perda de 94,4% dos cerrados entre 1962 e 1992 da região Administrativa de Campinas (KRONKA et al. 1998), ficando apenas estes dois fragmentos bem característicos dentro da bacia. Por isso fez-se a opção de buscar uma complementação da amostragem de cerrado em fragmentos próximos, sendo incluídos três fragmentos de cerrado e um de mata estacional semidecídua, cujos dados ainda estão sendo analisados.

A análise de similaridade botânica apresentada na figura 1, quando comparada com os principais parâmetros de solo apresentados no quadro 3, apresentou fortes indícios de relação com a química do solo, principalmente quanto a saturação por bases (V) e saturação por alumínio (m), resultados semelhantes aos encontrados por LIMA et al. (2003) e MARTINS et al. (2003), respectivamente. Estes dados ainda serão tratados estatisticamente, o que trará maior confiabilidade a estas afirmativas.

Os grupos vegetacionais mostrados na figura 1 apresentam grande tendência de associação com a saturação por bases (V%) e a saturação por alumínio (m). Estes dois fatores podem ser considerados como os principais influenciadores na distribuição da vegetação dentro do grupo 1 (G1). No G1, a diminuição do V% e aumento de m é acompanhada pela redução do número de espécies vegetais, podendo estes dois fatores, juntamente com alguns outros serem os condicionantes desta redução. O grupo vegetacional 3 (G3) apresentou os maiores valores de m e menores de V%, condições bem características dos solos de cerrado reforçando as teorias de sua origem ligada ao alto teor de alumínio (escleromorfismo



aluminotóxico), devendizada por ARENS (1963), e baixa disponibilidade de nutrientes (escleromorfismo oligotrófico) defendida por GOODLAND (1971).

A literatura demonstra também associações da vegetação com a textura do solo (MARTINS et al., 2003). Esta relação também pode ser identificada neste trabalho, onde ocorreu predomínio, nos fragmentos de mata estacional, de argissolos, que devido ao grande gradiente textural, apresentam maior capacidade de retenção de água. Os poucos fragmentos de mata estacional com latossolo, possuem classe textural argilosa a muito argilosa, o que também aumenta a capacidade de retenção de água.

A pesar da clara relação da textura com a distribuição dos tipos vegetacionais, esta relação não se reflete na disponibilidade de água, que é um fator associado também à textura. A disponibilidade de água foi relativamente homogênea, não apresentando grandes variações entre os fragmentos florestais e, assim, sem relação clara com a distribuição vegetal (Quadro 3).

Os atributos dos solos estudados, especialmente saturação por bases, saturação por Al^{3+} e gradiente textural, mostraram elevada associação com as formações de vegetação estudadas e sua composição florística. Acredita-se que a análise de outros atributos dos solos, tais como a elaboração da curva de retenção de água, bem como de fatores da paisagem, etapas do trabalho ainda a realizar, possa dar suporte adicional à discriminação realizada dos grupos de vegetação..

Este primeiro relatório permite concluir que realmente existe uma clara relação do solo com a distribuição da vegetação, principalmente quanto a fertilidade. Porém há a necessidade da complementação dos dados para todos os fragmentos e aplicação dos tratamentos estatísticos para confirmar esta relação.

A associação da vegetação com a disponibilidade de água é um fator que ainda precisa ser bem estudado, nas próximas etapas do projeto. Com a elaboração das curvas de retenção de água nos diferentes potenciais matriciais (sete) do solo, segundo a EMBRAPA (1997), e também o balanço hídrico do solo pelo método THORNTHWAITE e MATTER, espera-se, que esta questão seja mais claramente entendida. Os dados de solo juntamente com os de vegetação serão analisados qualitativamente e quantitativamente, por meio de estatística descritiva e não-paramétrica e análise multivariada. O clima será analisado por meio de mapa climático que considere a bacia hidrográfica em detalhe. Aspectos importantes do clima para análise são precipitação, temperatura, aspecto/face de exposição.



A perturbação antrópica nos fragmentos será investigada em fotos aéreas por meio de evidências pretéritas, evidências atuais no local, bem como evidências inferidas pela análise do solo e da vegetação. Alguns critérios considerados nessa análise serão condição do seu entorno; restrição do acesso e isolamento da área; parâmetros da vegetação (presença de lianas, de espécies pioneiras, de espécies remanescentes em relação ao menos ou não perturbado, espécies exóticas); parâmetros de solo (indícios de perturbação antrópica do solo); histórico de uso (fotos aéreas antigas para diferentes anos - 1962, 1972, 2001); além de outras evidências, tais como acúmulo de lixo, indícios de queima, trilhas, indícios de pastoreio, indícios de retirada seletiva de espécimes, número de plantas perfilhadas, este último menos útil no cerrado, que naturalmente apresenta elevado grau de perfilhamento.

Trabalhos apresentados e anexos

Este trabalho foi apresentado no 30º Congresso Brasileiro de Ciência do Solo realizado em Recife, de 17 a 22 de Julho de 2005.

No anexo 2 segue a caracterização dos perfis de solo dos fragmentos estudados.

Referências bibliográficas

- AB´SABER, A- Os domínios da natureza no Brasil: Potencialidades paisagísticas ateliê Editorial, 2003.
- ARENS, K. As plantas lenhosas dos campos cerrados como flora adaptada às deficiências minerais do solo. pp. 249-265. In: M.G. Ferri (Coord.), Simpósio Sobre o Cerrado. Ed. Edgard Blücher, Ltda: São Paulo, 1963.
- BRIGUENTI, E.C. Geoindicadores na Avaliação da Qualidade Ambiental da Bacia do Ribeirão das Anhumas, Campinas, SP. Dissertação de Mestrado. Campinas: Unicamp. 2005.
- CHRISTOFOLETTI, A. & FEDERICI, H. 1972. A terra campineira (Análise do quadro natural). Campinas: Mousinho.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de Métodos de Análise de Solos. 2ª edição revisada e atualizada. 1997. 212 p.



- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos. 1999. 412 p.
- FELFILI, J.M. & SILVA JR., M.C. 1993. A comparative study of cerrado (sensu stricto) vegetation in Central Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 9: 277-289.
- FELFILI, J.M.; SILVA JR., M.C.; FILGUEIRAS, T.S. & NOGUEIRA, P.E. 1998. Comparison of cerrado (sensu stricto) vegetation in central Brazil. *Ciência e Cultura* 50(4): 237-343.
- GOODLAND, R. Oligotrofismo e alumínio no cerrado. pp. 44-60. In: M.G. Ferri (Coord.), *Simpósio Sobre o Cerrado*, 3º. Ed. Edgard Blücher, Ltda: São Paulo, 1971.
- INSTITUTO GEOLÓGICO 1993. Subsídios do meio físico-geológico ao planejamento do município de Campinas (SP). São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. 217pp. e mapas de escala 1:50.000.
- KOTCHETKOFF-HENRIQUES, O. 2003. Caracterização da vegetação natural em Ribeirão Preto, SP: bases para conservação. Tese de Doutorado. Ribeirão Preto: FFCLRP/USP.
- KRONKA, F.J.N.; NALON, M.A.; MATSUKUMA, C.K.; PAVÃO, M.; GUILLAUMON, J.R.; CAVALLI, A.C.; GIANNOTTI, E.; YWANE, M.S.S.-I.; LIMA, L.M.P.R.; MONTES, J.; DEL CALI, I.H. & HAACK, P.G. 1998. Áreas de domínio do cerrado no Estado de São Paulo. São Paulo: Secretaria de Meio Ambiente.
- LIMA, J.A.S.; MENEGUELLI, N.A.; GAZEL FILHO, A.B.; PÉREZ, D.V. Agrupamento de espécies arbóreas de uma floresta tropical. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 38, n. 1, p. 109-116, 2003.
- LOPES, A.S. e F.R. Cox. Cerrado Vegetation in Brazil: An Edaphic Gradient. *Agronomy Journal*, 69:828-831, 1977.
- MARTINS, S.V.; SILVA, N.R.S.S; SOUZA, A.P.; MEIRA NETO, J.A.A. Distribuição de espécies arbóreas em um gradiente topográfico de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG. *Scientia Florestalis*, v. 64, n. 2, p. 172 –181, 2003.
- METZGER, J.P. 1999. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. *Anais Academia brasileira de Ciências*, 71 (3-1): 445-463.
- RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M.T. 1998. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: Sano, S.M. & Almeida, S.P. *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina: EMBRAPA. Pp. 89-164.



- ROSSI, M.; MATTOS, I.F.A.; COELHO, R.M.; MENK, J.R.F.; ROCHA, F.T.; PFEIFER, R.M.; DE MARIA, I.C. Relação solo-vegetação em área natural no Parque Estadual de Porto Ferreira, São Paulo. *Revista do Instituto Florestal*, 17(1):47-61, 2005.
- SALIS, S.M.; SHEPHERD, G.J. & JOLY, C.A. 1995. Floristic comparison of meso-hytic semideciduous forests of the interior of the State of São Paulo, Southeast Brazil. *Vegetatio* 119: 155-164.
- SANTIN, D.A. A vegetação remanescente do município de Campinas, SP: mapeamento, caracterização fisionômica e florística visando a conservação. Tese de Doutorado, Campinas, SP: Unicamp. 1999. 467 p.
- SOIL SURVEY STAFF. Soil Taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. 2nd ed. Washington, DC: USDA, Nat. Res. Cons. Serv.. 1999. 869 p. (USDA Agr. Handbook, 436)
- TORRES, R.B.; MARTINS, F.R. & KINOSHITA, L.S. 1997. Climate, soil and tree flora relationships in forests in the state of São Paulo, southeastern Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 20(1):41-49.
- TORRES, R.B.; NOGUEIRA, F.P.; PEREZ FILHO, A. & COSTA, M.C. (coord.). Recuperação ambiental, participação e poder público: uma experiência em Campinas. Relet. pesquisa, processo FAPESP n^o. 01/02952-1. 2003.
- TURNER, I.M 1996. Species loss in fragments of tropical rain forest: areview of the evidence. *Journal of Applied Ecology*, 33: 200-209.
- TURNER, I.M ; CHUA, K.S.; ONG, J.S.Y.; SOONG, B.C. & TAN, H.t.W. 1996. Acentury of plant species loss from an isolated fragment of lowland Tropical Rain Forest. *Conservation Biology*, 10 (4): 1229-1244.
- VIADANA, A.G. A teoria dos refúgios florestais aplicada ao estado de São Paulo. Rio Claro, SP: Unesp. 2002. 72 p.
- ZUIDEMA, P.A.; SAYER, J.A. & DIJKMAN, W. 1996. Forest fragmentation and biodiversity: the case for intermediate-sized conservation areas. *Environmental Conservation* 23(4): 290-297.