

2.2. Os solos da bacia do ribeirão das Anhumas

Coordenador: Ricardo Marques Coelho

ÍNDICE

Introdução	78
Projeto 1: Levantamento pedológico semidetalhado da bacia do ribeirão das Anhumas	80
Projeto 2: Solos antropogênicos da bacia do ribeirão das Anhumas: caracterização, legenda e implicações ambientais	103
Projeto 3: Associações entre solo e vegetação nativa na bacia do ribeirão das Anhumas (Campinas, SP)	127
Projeto 4: Áreas de Preservação Permanente na Bacia do Ribeirão das Anhumas: estabelecimento de prioridades para recuperação com o uso de análise multicriterial	144
Projeto 5: Nível freático influenciado pela vegetação nativa e solos em fragmentos de duas formações vegetais na bacia do ribeirão das Anhumas, Campinas, (SP)	165
Projeto 6: Mapa de impermeabilização do solo na área urbana na bacia do ribeirão das Anhumas (Campinas, SP)	195
Anexos	
Mapa de solos na escala 1:25.000 (anexo 2 do item 2.1. do relatório geral)	
Anexo 1 (chave de classificação para antropossolos, arquivo digital)	
Anexo 2 (perfis de solo em fragmentos de vegetação nativa, arquivo digital)	
Anexo 3 (áreas de APPs, arquivo digital)	
Anexo 4 (solos impermeabilizados, arquivo digital)	
Anexo 5 (resumo de painel relativo à bolsa IC – Larissa, arquivo digital)	
Anexo 6 (painel – bolsa IC, Larissa; arquivo digital)	



Introdução

As atividades referentes ao tema Solos foram divididas em seis projetos. O presente capítulo refere-se aos diferentes projetos congregados dentro do tema. O estudo dos solos da bacia do ribeirão das Anhumas iniciou-se a partir da previsão da necessidade de informações gerais e pontuais sobre os solos, como subsídio para os diversos estudos de caráter ambiental a serem conduzidos na bacia. Assim, escolheu-se o levantamento dos solos da bacia, que fornece a distribuição dos solos e suas características essenciais, como primeira atividade dentro desse tema. Esse projeto está apresentado neste relatório como ***Levantamento pedológico semidetalhado da bacia do ribeirão das Anhumas*** (Solos - Projeto 1). A bacia hidrográfica estudada tem grande parte da sua extensão territorial, aproximadamente metade, com elevado grau de urbanização. Assim, durante o levantamento de solos, encontraram-se solos com elevado grau de influência antrópica. Em função da escassa informação na literatura sobre a ocorrência, formas de distribuição e sistematização do conhecimento sobre os solos antrópicos, especialmente aqueles da bacia, implementou-se um estudo de caracterização e sistematização da informação sobre os mesmos. Devido à inexistência de um sistema de classificação para esses solos, foi gerada uma chave para sua classificação (anexo 2). Este projeto está relatado aqui sob o título ***Solos antropogênicos da bacia do ribeirão das Anhumas: caracterização, legenda e implicações ambientais*** (Solos Projeto 2). Ao mesmo tempo, como consequência dessas influências antrópicas na bacia, existe um elevado grau de fragmentação da vegetação nativa, que se apresenta com duas fitofisionomias nas terras bem drenadas, de floresta e de cerrado, sem causas claramente conhecidas para esta diferenciação. Assim, decidiu-se implementar um estudo que procurasse relacionar as variações das características dos solos com essa diferenciação da vegetação. Essa atividade é aqui descrita sob o título ***Associações entre solo e vegetação nativa na bacia do ribeirão das Anhumas (Campinas, SP)*** (Solos Projeto 3). Mais estritamente relacionada à questão ambiental, foi desenvolvido um estudo que procurou otimizar os recursos para o planejamento em bacias hidrográficas, usando como estudo de caso uma sub-bacia do ribeirão das Anhumas. Este estudo é descrito sob o título ***Áreas de Preservação Permanente na bacia do ribeirão das Anhumas: estabelecimento de prioridades para recuperação com o uso de análise multicriterial*** (Solos Projeto 4; anexo 3). A questão das enchentes, freqüentes e danosas, verificadas no ribeirão das Anhumas está associada também ao elevado grau de



impermeabilização do solo nas áreas mais urbanizadas. A necessidade de entender melhor esse problema produziu o estudo aqui relatado sob o título ***Mapa de Impermeabilização do Solo na Área Urbana na Bacia do Ribeirão das Anhumas (Campinas, SP)*** (Solos Projeto 6; anexo 4). Essa impermeabilização do solo também está estreitamente relacionada com a recarga dos lençóis d'água de subsuperfície: maior impermeabilização, menor recarga e, em conseqüência, maior vulnerabilidade destes aquíferos e das águas superficiais. Essa preocupação gerou o estudo aqui relatado sob o título ***Nível freático influenciado pela vegetação nativa e solos em fragmentos de duas formações vegetais na bacia do ribeirão das Anhumas, Campinas, (SP)*** (Solos Projeto 5). Por fim, foram desenvolvidos estudos sobre erosão, no projeto de iniciação científica, ***Perda de solo por erosão e planejamento ambiental na bacia hidrográfica do ribeirão das Anhumas, Campinas, SP*** (anexos 5 e 6). Acreditamos que os trabalhos ora relatados irão contribuir para o melhor conhecimento do tema Solos e daqueles a ele relacionados e, assim, para um planejamento mais adequado e melhoria das condições ambientais e qualidade de vida na bacia do ribeirão das Anhumas.



SOLOS - Projeto 1

Levantamento pedológico semidetalhado da bacia do ribeirão das anhumas

Equipe técnica

Ricardo Marques Coelho (Orientador, PqC, IAC)

Daniela Cristina Haponczuk Gomes (Graduanda em Geografia, bolsista de IC/Fapesp, IAC)

Marcio Rossi (PqC, IF)

João Roberto Ferreira Menk (PqC, IAC)

Samuel Fernando Adami (PqC, IAC)

Leandro Alves de Souza (graduando em Geografia, bolsista TT1/Fapesp, IAC)

Gabriel Wolfensberger Guadalupe (graduando em Engenharia Ambiental, bolsista TT1/Fapesp, IAC)



Resumo

Este projeto teve por objetivo realizar o levantamento pedológico na bacia do ribeirão das Anhumas. Por ser uma atividade bastante laboriosa, este levantamento começou no início do Projeto, no ano de 2002. Após realização de boa parte dos trabalhos de campo houve uma fase de divulgação intermediária de resultados. O mapa final, porém, só foi concluído recentemente. O projeto contou com a colaboração do pessoal técnico envolvido na atividade, bem como de estudantes em iniciação científica e treinamento técnico. O apoio da Fapesp foi fundamental para a consecução dos objetivos propostos, por meio de suporte financeiro para aquisição de materiais e serviços, bem como pela concessão de bolsa de iniciação científica (processo Fapesp no. 03/02044-3) e treinamento técnico (processos Fapesp n^{os}. 04/14291-8 e 05/56558-3) para estudantes que colaboraram nos trabalhos de escritório e de campo, viabilizando o presente projeto. Foram mapeadas 41 unidades de solo, compostas por seis classes de solo em nível de ordem, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos: Latossolos, Argissolos, Nitossolos, Cambissolos, Gleissolos e Neossolos. Essas cinco ordens de solo estão divididas em 13 classes em nível de subordem, 21 classes em nível de grande grupo e 30 classes em nível de subgrupo, totalizando 35 unidades de mapeamento simples e consociações e cinco unidades de mapeamento com associações de solos. Este mapeamento vem contribuir para o planejamento na bacia hidrográfica, no que concerne ao uso da terra com fins agrosilvopastoris e para a ocupação e utilização do solo urbano nas suas várias modalidades.

1. Introdução

O processo de destruição dos ecossistemas naturais tem uma série de conseqüências sócio-ambientais negativas. Com a retirada da vegetação nativa, especialmente da mata ciliar, e, posteriormente, com o uso agrícola ou a exposição do solo desmatado, surgem problemas como a erosão e redução da permeabilidade do solo e o assoreamento do leito dos cursos d'água, que promovem a alternância entre períodos de muito baixa vazão e grandes enchentes nas áreas sob sua influência. As conseqüências desse fato podem ser agravadas em áreas com elevado grau de urbanização, onde o solo fica impermeabilizado e as várzeas se convertem em áreas residenciais. Nesses casos o assoreamento dos leitos fluviais e a poluição das águas são



intensificados pela adição de resíduos sólidos e líquidos de natureza variada e a alternância de vazões muito elevadas e baixas fica agravada.

O levantamento de solos é tradicionalmente realizado em áreas agrícolas, florestais ou de preservação, onde o solo, estando coberto por vegetação ou não, permite uma densidade de observações e de prospecções adequada à escala de investigação (EMBRAPA, 1995). Em áreas urbanas essa prospecção é dificultada, seja pela cobertura do solo com construções e outros produtos da atividade antrópica, seja pela dificuldade de acesso às áreas de possível prospecção. Todavia, apesar dessas características inerentes à sua exposição, modificações antrópicas e acesso, os solos de áreas urbanas têm grande funcionalidade em relação a vários fenômenos e tipos de utilização, mesmo em áreas urbanas, tais como no suporte para construções, na drenagem de águas pluviais não coletadas em redes de drenagem e saneamento construídas, na susceptibilidade de encostas a processos erosivos, na aptidão para instalação de fossas sépticas, na aptidão para repovoamento vegetal de áreas degradadas, dentre outras funções (OLIVEIRA, 2001).

O estudo da área da bacia do ribeirão das Anhumas é de extrema importância, pois mais de 50 % da área encontram-se densamente povoadas. Como principal exemplo, temos a ocupação ao longo do ribeirão das Anhumas no alto e no médio curso da bacia, próximo à rua Moscou, no bairro Parque São Quirino, onde os moradores sofrem o drama das enchentes e convivem diariamente com o lixo e outros fatores de risco. A ocorrência de impactos negativos, resultantes de inundações, evidencia uma série de problemas habitacionais e a ausência de critérios de ocupação que considerem as características geomorfológicas da bacia.

Na bacia do ribeirão das Anhumas existem levantamentos em escalas mais generalizadas de temas tais como geologia e geomorfologia (GUEDES, 1998; INSTITUTO GEOLÓGICO, 1993), bem como de solos (OLIVEIRA et al., 1977). Estes levantamentos, associados com outros estudos lá desenvolvidos (e.g. CHRISTOFOLETTI, 1968) e com um trabalho detalhado de fotointerpretação, podem ser aproveitados para a execução de levantamentos pedológicos que contem com limitado apoio de informações obtidas em campo.

Por ser um inventário das características dos solos e apresentar sua distribuição espacial, o levantamento de solos é essencial ao diagnóstico ambiental da bacia do ribeirão das Anhumas para fins de sua recuperação ambiental. Os levantamentos de solos existentes na bacia do ribeirão das Anhumas (Campinas, SP) têm escalas menores do que aquelas

necessárias ao diagnóstico sócio-ambiental da bacia hidrográfica. A escala proposta de 1:25.000 irá atender à demanda por essas informações em maior nível de detalhe.

2. Caracterização do meio físico

2.1 Localização

A bacia hidrográfica do ribeirão das Anhumas está circunscrita pelas coordenadas UTM, Zona 23, de 7.462.827 a 7.482.500 N e de 282.500 a 296.870 E, correspondendo a uma superfície de 15.017,88 ha, aproximadamente 150 km². Tem sua maior parte inserida no município de Campinas, SP, e outra pequena parte no município de Paulínia, SP, a noroeste da bacia, que é onde o ribeirão desemboca no rio Atibaia (Figura 1).

2.2 Geologia

De acordo com levantamento realizado por Instituto Geológico (1993), a região da bacia hidrográfica do ribeirão das Anhumas está assentada, a oeste, sobre aluviões do período quaternário, diabásios de idade jurássico-cretácea que ocorrem sob a forma de *sills*, gnaisses do período proterozóico médio (complexo Itapira), arenitos e ritmitos compostos de siltitos, argilitos e arenitos finos que constituem áreas restritas do Subgrupo Itararé dentro do domínio de rochas metamórficas do complexo Itapira, e hornblenda-biotita granitos porfiríticos da suite granítica Jaguariúna. A leste da bacia encontram-se diabásios de idade jurássico-cretácea, aluviões do período quaternário, gnaisses do período proterozóico médio (complexo Itapira) e protomilonito de idade proterozóica superior/cambro-ordoviciana. Ao sul da bacia encontram-se aluviões do período quaternário, gnaisses bandados e xistosos do proterozóico médio (complexo Itapira).

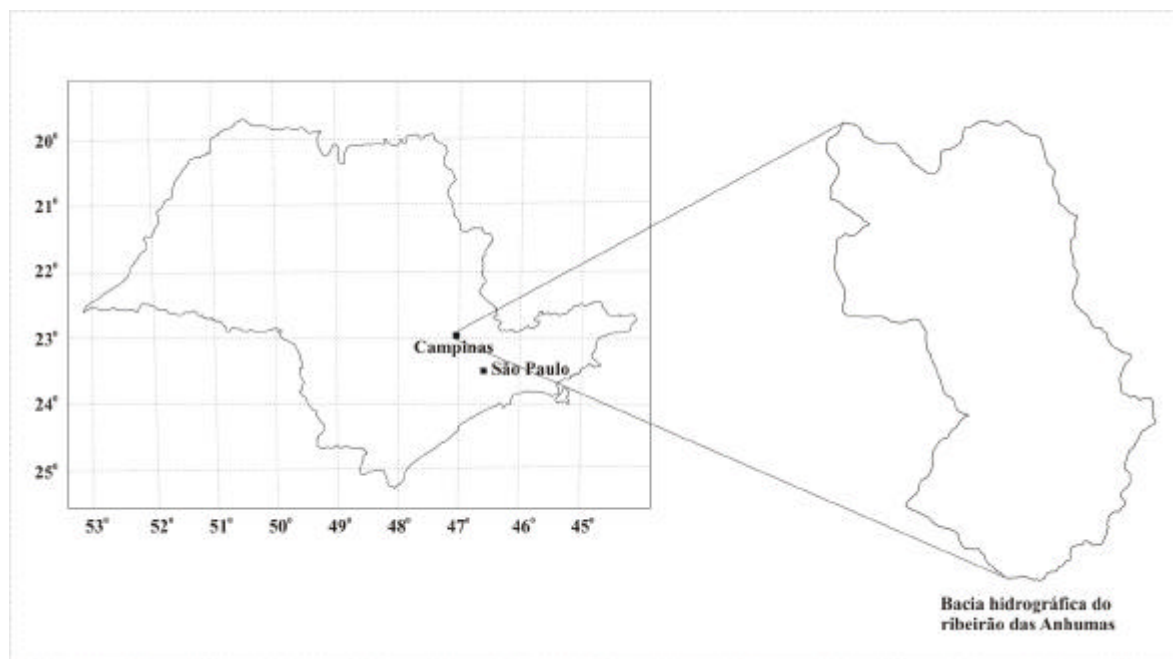


Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do ribeirão das Anhumas no estado de São Paulo

2.3 Geomorfologia

A bacia do ribeirão das Anhumas 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; a oeste 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 ao sul. Ao longo da bacia as planícies aluvionais apresentam, com raras exceções, superfícies reduzidas (INSTITUTO GEOLÓGICO, 1993).

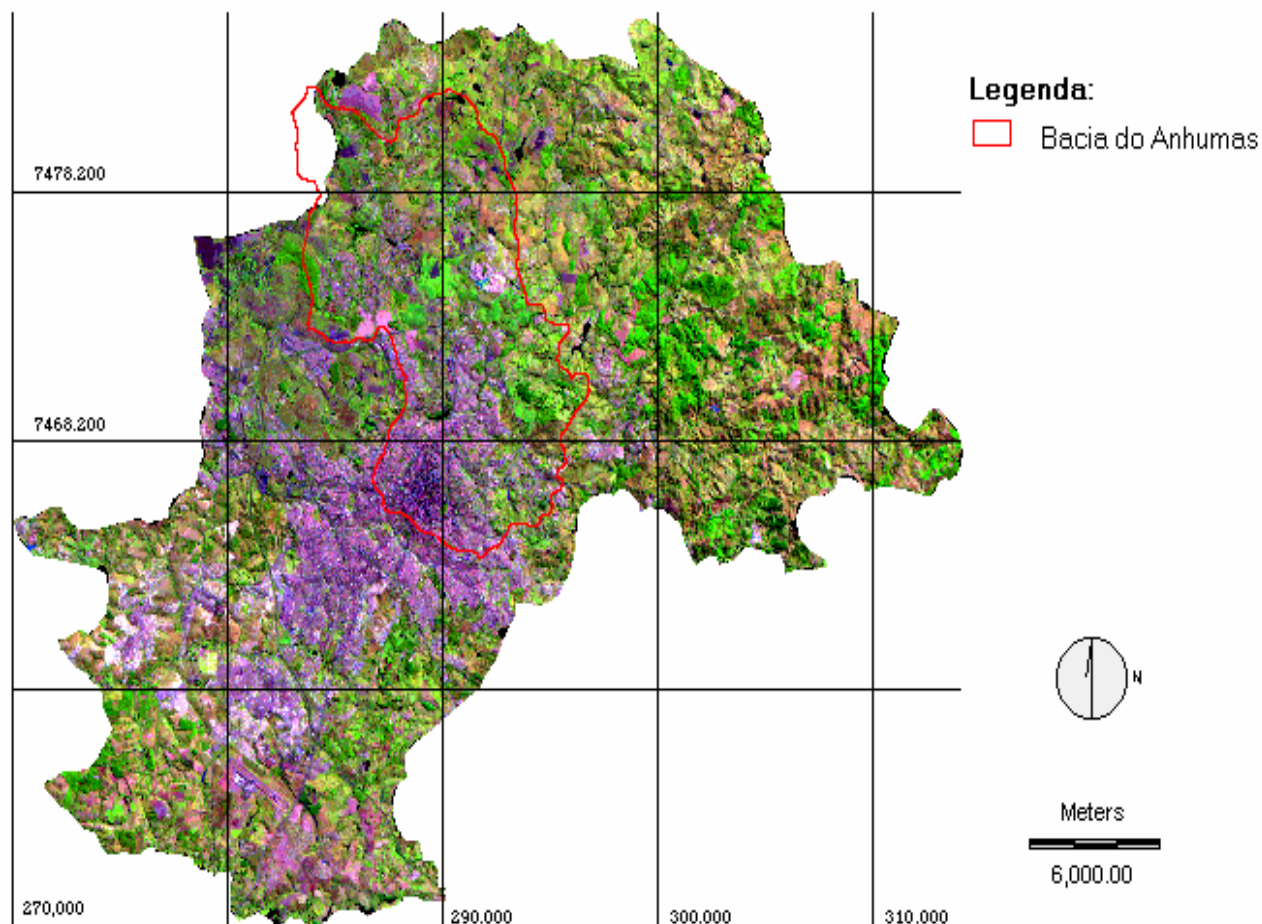


Figura 2. A bacia hidrográfica do ribeirão das Anhumas no município de Campinas, em imagem composta das bandas 3, 4 e 5 do satélite Landsat-TM 5, de 1997

As unidades de relevo são (INSTITUTO GEOLÓGICO *et al*, 1993a/b):

1. Colinas amplas (Ca): são formas amplas e suaves, com vales acumulativos e abertos e densidade de drenagem baixa, com padrão dendrítico. Os perfis das vertentes nesta unidade são contínuos e retilíneos, com segmentos convexos e curtos em áreas de rochas intrusivas básicas. Possuem planícies de inundação bem desenvolvidas e com áreas alagáveis. Essas categorias estão sujeitas à erosão laminar e re-entalhe de canal em sulcos e de baixa intensidade.

2. Colinas médias e amplas (Cma): são constituídas por formas sub-niveladas com topos alongados e convexos, com vales acumulativos abertos e bem marcados e densidade de

drenagem baixa, com padrão dendrítico. Apresentam vertentes com perfis contínuos e retilíneos, ocorrendo rupturas de declive negativo no sopé. As planícies são estreitas e bem desenvolvidas. Essas unidades geomórficas estão sujeitas ao mesmo tipo de erosão da anterior, podendo ocorrer aqui processos de ravinamento e voçorocamento de média intensidade.

3. Planícies fluviais: distribuem-se às margens dos cursos d'água, constituindo formas deposicionais planas que incluem as planícies de inundação e, ocasionalmente, terraços baixos.

4. Colinas e morrotes (CMT): são formas dissecadas e sub-niveladas com topos alongados e convexos, vales erosivos-acumulativos abertos e bem marcados. As planícies fluviais são estreitas e bem desenvolvidas e a densidade da drenagem é média, com padrão subdentrítico e subparalelo.

5. Colinas pequenas e morrotes (CpMT):, caracterizam-se por formas pequenas e sub-niveladas, com topos estreitos e convexos e perfis de vertentes contínuos, convexos e com rampas curtas. Nessas formas de relevo os vales são erosivos-acumulativos e acumulativos estreitos e bem marcados, apresentando densidade de drenagem média, com padrão subdentrítico e planícies fluviais desenvolvidas. As duas últimas unidades estão sujeitas a erosão laminar e em sulcos, re-entalhe de canal eventual de baixa intensidade. Ocorrem também processos de ravinamento e voçorocamento ocasionais e de alta intensidade. É nesses dois tipos de relevo que a ocupação humana na área de estudo mostra-se mais problemática porém, dependendo da cobertura dentrítica e das declividades, ainda não apresentam maiores restrições.

2.4 Vegetação original

Segundo Christofolletti & Federici (1972), a cobertura vegetal de Campinas era originalmente constituída por matas, campos cerrados e cerrados. Atualmente, cerca de 95% da vegetação nativa remanescente de Campinas é constituída pelas matas (SANTIN, 1999). Dos 159 fragmentos remanescentes do município de Campinas identificados por Santin (1999), 33 ocorrem na bacia do ribeirão das Anhumas. A Reserva Municipal da Mata de Santa Genebra, com 250,36 ha de área total, é o maior fragmento do município de Campinas, mas como encontra-se em um divisor de águas, apenas um pequeno trecho da Reserva está dentro da bacia do ribeirão das Anhumas. Em conjunto, os remanescentes de vegetação nativa



ocupam uma área muito reduzida, apenas 3,37% do território da bacia do ribeirão das Anhumas (ADAMI et al., com. pes.). Essa porcentagem é próxima à que encontramos para o município como um todo, onde a vegetação nativa cobre uma área de apenas 2,55%, segundo os dados de Santin (1999).

Dos 33 fragmentos ocorrentes na bacia do Anhumas, 31 são constituídos por remanescentes de matas, apenas um é de cerrado e o outro constitui-se numa área de transição entre mata e cerrado (Vila Holândia). Existem atualmente apenas sete fragmentos de cerrado em todo o município, o que corresponde a irrisórios 3,3% da vegetação remanescente (SANTIN, 1999). Os campos cerrados, formação associada à origem do nome da cidade (“Campinas do Mato Grosso”), já não existem mais no município.

2.5 Uso da terra

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. Caracteriza-se por apresentar uma importante tendência de crescimento e desenvolvimento, em função da localização e expansão de pólos tecnológicos, universidades, novos loteamentos, áreas industriais e estabelecimentos comerciais de grande porte. Especialmente, essa tendência de crescimento é notada 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. Percebe-se um contínuo de áreas densamente edificadas na porção sudoeste da bacia. Esta condição, que propicia a impermeabilização do solo, muito contribui para os problemas ambientais registrados mesmo nas áreas da cabeceira da bacia.

Os córregos localizados nas áreas centrais encontram-se canalizados ou revestidos, recebendo esgoto sem tratamento (córrego Proença e Orozimbo Maia). Segundo órgãos da Administração Municipal e da Defesa Civil, os mais graves episódios de inundação registrados na cidade ocorrem nas áreas marginais aos córregos pertencentes à bacia do Anhumas. No restante da área que não está urbanizada pode-se encontrar pastagens, matas e culturas anuais e perenes, como por exemplo cana-de-açúcar, café e culturas de subsistência.



2.6 Hidrografia

Duas bacias hidrográficas drenam o município de Campinas: a bacia do rio Piracicaba, a norte, representada por seus afluentes rio Atibaia, rio Jaguari e ribeirão Quilombo, e a bacia do rio Capivari, ao sul. O ribeirão das Anhumas, afluente do rio Atibaia é um bom exemplo dessa influência antrópica. Esse ribeirão tem suas cabeceiras e a maior parte do seu curso no município de Campinas, cortando-o no sentido sul/norte, sendo que quase 50% de sua bacia está em área bastante urbanizada da cidade de Campinas (CANO, 1995). Quando em área urbana, muitas de suas várzeas estão ocupadas com habitações precárias, que não provêm segurança no período chuvoso, quando as enchentes são ocorrência relativamente comum.

2.7 Clima

Os dados relativos ao clima da bacia são os obtidos no posto meteorológico da Fazenda Santa Eliza, do Instituto Agrônomo. A distribuição pluvial segue o regime típico das zonas tropicais de baixa altitude, ou seja, verão chuvoso e inverno seco. Os dados de temperatura assinalam valores inferiores a 18°C durante o inverno e superiores a 24°C durante o verão, sendo junho o mês mais frio (17,1°C) e janeiro (23,1°C) o mais quente. Os dados dos valores médios de temperatura do ar e da precipitação pluvial apresentados permitem identificar o clima, segundo o sistema de Köppen, como do tipo Cwa, ou seja, clima mesotérmico de inverno seco (Quadro 1).



Balanço Hídrico Normal Compensado (armazenamento do solo: 125 mm)									
Local: Campinas - SP		D4-IAC01							
Latitude: 22°54' S		Longitude: 47° 05' W			Altitude: 674m				
Temp: Média Compensada									
Fonte: DAEE (1959/87) e Centro de Ecofisiologia e Biofísica - IAC									
Mês	Temp	ETo	Prec	Saldo	Neg.Acu.	Armazen.	ETr	Deficit	Exced.
	°C	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Jan	23,1	113	240	127	0	125	113	0	127
Fev	23,5	102	191	89	0	125	102	0	89
Mar	23,0	102	147	45	0	125	102	0	45
Abr	21,1	77	71	-6	6	119	77	0	0
Mai	18,7	57	65	8	0	125	57	0	2
Jun	17,4	47	49	1	0	125	47	0	1
Jul	17,3	46	37	-9	9	116	46	0	0
Ago	18,9	60	37	-23	32	97	57	3	0
Set	20,1	71	66	-5	37	93	70	1	0
Out	21,2	87	124	36	0	125	87	0	4
Nov	22,0	97	138	41	0	125	97	0	41
Dez	22,5	107	217	110	0	125	107	0	110
Ano	20,7	967	1381	415	N.A.*	N.A.	961	5	420
* N.A.: não aplicável									

Quadro 1. Balanço Hídrico para a cidade de Campinas, SP.

3. Material e métodos

3.1 Material e base de dados

Neste trabalho utilizam-se os seguintes materiais: cartas topográficas 1:50.000 (IBGE, 1972) Campinas (SF 23-Y-A-V-4) e Valinhos (SF 23-Y-A-VI-3); cartas topográficas em escala 1:10.000 (SÃO PAULO, 1979); mapa geológico e geomorfológico do município de Campinas em escala 1:50.000 (INSTITUTO GEOLÓGICO, 1993); mapa de solos da quadrícula Campinas em escala 1:100.000 (OLIVEIRA *et al.*, 1979); fotos aéreas na escala 1:60.000 (ano 1962) e em escala 1:25.000 (ano 1972) e unidade de GPS (Global Position System) marca MAGELLAN, modelo 2.000 XL. Além desses materiais usou-se prospecção, observação e coleta de solo no campo e outros materiais de escritório.



3.2 Compartimentação preliminar das unidades fisiográficas

3.2.1. Interpretação preliminar

A área da bacia foi inicialmente delimitada na carta topográfica de escala 1:50.000 e no mapa de solos, para obtenção de informações de cunho mais geral sobre relevo e tipos de solos da região. Foi elaborado um mapa-índice das fotos aéreas para auxiliar na foto-interpretação. Realizou-se a interpretação preliminar baseada em critérios fisiográficos (relevo, rede de drenagem, vegetação) e informações anteriormente obtidas sobre geologia, geomorfologia e solos para o estabelecimento de unidades de mapeamento (BURINGH,1960).

Nas fotos aéreas foram delimitadas as áreas de várzeas, outras pedoformas diferenciadas e outras feições naturais utilizadas na caracterização das unidades de solo mapeadas. Essas informações são mais facilmente estudadas em áreas de pouca densidade demográfica. Nessas áreas usou-se também o mapa geológico e informações de solos de pontos observados e/ou amostrados de trabalhos anteriores na área e plotados nas cartas topográficas 1:10.000, a qual também foi utilizada para análise de feições do relevo e hidrografia. Nas áreas de alta densidade demográfica como o centro de Campinas e arredores foram delimitadas principalmente áreas de várzea usando-se fotos aéreas, carta topográfica de escala 1:10.000 e algumas observações de campo, complementadas pelos mapas geológico e geomorfológico.

3.2.2 Definição das legendas preliminar e final

Com a execução da interpretação preliminar, procedeu-se ao estabelecimento de uma legenda também preliminar que se baseou nos dados obtidos com o trabalho inicial de campo visando o reconhecimento da área, bem como na legenda de levantamento pedológico já realizado no local (OLIVEIRA et al, 1979). Com estas informações estabeleceu-se um roteiro de trabalho, delineado no mapa obtido com a interpretação.

Esta etapa preestabeleceu a trajetória a ser seguida nos trabalhos de campo, assim como a posição de identificação dos solos e coleta de amostras no campo. Durante a prospecção sistemática, essa legenda preliminar sofreu ajustes, correções e adições



necessárias. Neste trabalho, os solos foram classificados até o 5º nível categórico (Família). Esse nível categórico da classificação de solos é utilizado para atender funções pragmáticas, ou seja, são identificadas características diferenciais e propriedades que afetam o uso e manejo do solo. Essas características e propriedades devem ser priorizadas para a classificação nesse nível categórico (EMBRAPA,1999)

As seguintes características diferenciais para o nível de família foram utilizadas no presente trabalho:

- Grupamento textural
- Distribuição de cascalhos e concreções no perfil
- Tipo de horizonte A
- Saturação por bases
- Saturação por alumínio
- Teor de ferro não utilizado nos outros níveis categóricos
- Classes de reação do solo

Grupamento textural

Em notação simples ou binária. Os grupamentos texturais utilizados até o momento são: textura arenosa, textura média, textura argilosa, textura muito argilosa, textura siltosa.

Distribuição de cascalhos e concreções no perfil

É característica distintiva em função da proporção do cascalho (2 mm a 2 cm) em relação à terra fina (fração menor que 2mm). Quando significativa, a quantidade de cascalho deve ser utilizada como modificador do grupamento textural, sendo reconhecidas as classes pouco cascalhenta (8% a 15% de cascalho), cascalhenta (15% a 50% cascalho), muito cascalhenta (percentagem de cascalho superior a 50%).

Tipo de horizonte A

São utilizados as definições de horizontes A diagnósticos conforme Embrapa (1999).

Saturação por bases do horizonte B

Refere-se ao percentual de bases no complexo sortivo e são:

- hipodistrófico - < 35%



- mesodistrófico - = 35% e < 50%
- mesoeutrófico - = 50% e < 75%
- hipereutrófico - = 75%

Saturação por alumínio

Utiliza-se o termo álico quando a saturação por alumínio = 50%, associada a um teor de alumínio extraível > 0,5 cmol_c/kg de solo.

Classes de reação do solo

Podem ser separadas as seguintes classes de solos:

- ácido – com pH < 5,6
- neutro – com pH = 5,6 e < 7,4
- alcalino – com pH = 7,4

3.3 Trabalho de campo

Após a elaboração desse mapa com legenda preliminar, adotou-se o sistema de caminhamento ao longo de estradas pavimentadas, estradas de terra, ruas e avenidas. Feito isso, foi realizada a verificação dos padrões de distribuição de tipos de solos no local. O exame dos solos e a identificação e coleta de amostras foram realizados mediante tradagens e/ou observações em barrancos, de acordo com os critérios de LEMOS & SANTOS (1996). Em cada local os perfis de solo foram observados até 1 metro de profundidade, exceto em cortes de estrada, quando era possível observações a maiores profundidades, coletando-se duas ou mais amostras, mais freqüentemente uma superficial e outra subsuperficial, observando-se as limitações e necessidades de cada classe de solo, tendo em vista sua melhor caracterização e identificação. No entanto, de acordo com a seqüência de horizontes observados ou procurando dirimir dúvidas referentes à classificação dos solos, foram realizadas coletas a profundidades intermediárias (20-40 cm e 40-60). Após a coleta, as amostras foram enviadas para o laboratório, a fim de proceder às análises físicas, químicas e mineralógicas. Nos pontos de coleta foram anotados alguns atributos morfológicos do solo. Foram observados 202 pontos, com coleta de amostra para análise em parte desses. O levantamento também contou com o auxílio de cerca de 50 pontos já observados em



levantamentos anteriores (OLIVEIRA et al., 1977). Com isso, obteve-se a densidade de um ponto observado para cada 60 ha. Esta densidade de observações está compatível com levantamentos pedológicos em escala de semidetalhe (EMBRAPA, 1995). Apesar da maior densidade de observações de solo estar na área menos urbanizada, foram também observados e amostrados solos na área urbanizada da bacia, o que associado a interpretação de mapas topográficos, geológicos e geomorfológicos, permitiu a elaboração deste mapa também para a porção mais urbanizada da bacia.

Os solos foram classificados de acordo com Embrapa (1999). Todos os pontos foram georreferenciados com a utilização do equipamento GPS. Durante as observações de campo, tanto a legenda preliminar quanto os delineamentos das unidades de mapeamento sofreram ajustes e correções.

3.4 Procedimentos de Laboratório

A análise granulométrica foi realizada nos laboratório de Física do Solos do Centro de Solos e Recursos Agroambientais do Instituto Agrônomo, em Campinas. A análise química pedológica (P, Ca, Mg, K, Na, Al, Al+H, Matéria Orgânica, pH H₂O, pH KCl) e determinação de Ferro por ataque sulfúrico foram realizadas na Escola Superior Agrícola Luiz de Queiroz – ESALQ/USP, todas segundo CAMARGO *et al.* (1986).

3.4.1 Análises físicas

Granulometria: utilizou-se tanto o método da pipeta e como o do densímetro em material disperso com hexametáfosfato de sódio e hidróxido e sódio, empregando-se a escala textural de Atteberg parcialmente modificadas:

2 – 0,2 mm	areia grossa
0,2 – 0,05 mm.....	areia fina
0,05 – 0,002 mm.....	silte
< 0,002 mm.....	argila



3.4.2 Análises químicas

pH em água e em solução de cloreto de potássio 1 mol/l: utilizou-se a determinação potenciométrica após a agitação, seguida por três horas de repouso, relação solo-líquido de 1:2,5.

Carbono orgânico: procedeu-se a oxidação da matéria orgânica com solução de bicromato de potássio 1 mol/L em meio ácido e titulação do excesso de bicromato com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,5 mol/L usando difenilamina como indicador.

Bases trocáveis: extração por agitação de 5 g de T.F.S.A. com 100 mL de HNO₃ a 0,05 mol/L. O cálcio e magnésio foram determinados no extrato por espectrofotometria de absorção atômica, utilizando-se solução de óxido de latânio a 2 g/L a fim de eliminar a interferência dos elementos fósforo e alumínio. O potássio e sódio foram determinados por fotometria de chama.

Acidez titulável (H+Al): extração por agitação de 5 g de T.F.S.A. com 100 mL de acetato de cálcio 0,5 mol/L a pH 7 e titulação com NaOH 0,1 mol/L, empregando fenolftaleína como indicador.

Alumínio trocável (Al): extração por agitação de 5 g de T.F.S.A. com 100 mL de KCl 1 mol/L e titulação com NaOH 1 mol, empregando fenolftaleína como indicador.

Valores calculados:

soma de bases (S): $S = Ca + Mg + K + Na$;

saturação por alumínio (m), em %: $m = 100 * Al / (S + Al)$;

capacidade de troca de cátions (CTC): $CTC = S + H + Al$;

capacidade de troca de cátions da fração argila após o desconto da contribuição da matéria orgânica (Targ): $Targ = [CTC - (4,5 * C)] / \% \text{ de argila}$;

saturação por bases (%): $V = 100 * S / CTC$.



4. Os solos da bacia do ribeirão das Anhumas

No levantamento pedológico da bacia do ribeirão das Anhumas identificaram-se 41 unidades de mapeamento, cujos símbolos e classificação seguem aqueles adotados pelo Sistema de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999). Compostas por cinco classes de solo em nível de ordem (1º nível categórico), 13 subordens (2º nível), 21 grandes grupos (3º nível) e 30 subgrupos (4º nível categórico), totalizando 35 unidades simples e consociações e cinco associações de solos.

Os solos mapeados na bacia hidrográfica distribuem-se em seis ordens dentro do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999): Latossolos, Argissolos, Nitossolos, Cambissolos, Gleissolos e Neossolos. Os Argissolos ocorrem em 39,7 % da área (Tabela 2). Estes solos apresentam textura variável de arenosa a média, em superfície, sobre média a argilosa, em subsuperfície. Sua saturação por bases é, na maioria dos casos, baixa (distróficos), encontrando-se, porém, argissolos com média a elevada saturação do complexo de troca por cátions básicos (solos eutróficos) em áreas de relevo mais ondulado com litologia gnáissica ou granítica (sudeste e centro-oeste da Bacia), em associação com Neossolos Litólicos ou não, e também em áreas com grande influência do diabásio, no noroeste da Bacia, próximo à foz do Anhumas no rio Atibaia. Os argissolos na área são em geral profundos e, mais raramente, pouco profundos, estes últimos nas áreas de relevo mais ondulado relacionadas ao embasamento cristalino ou no centro-sul, relacionadas aos ritmitos predominantemente sílticos da formação Itararé. São solos mais freqüentemente bem drenados, quando de textura mais grossa (e.g. arenosa/média) e pequena relação textural B/A, ou bem a moderadamente drenados, quando com relações texturais B/A mais elevadas. Especialmente devido ao seu relevo predominantemente ondulado, os argissolos estudados apresentam uma moderada susceptibilidade à erosão.

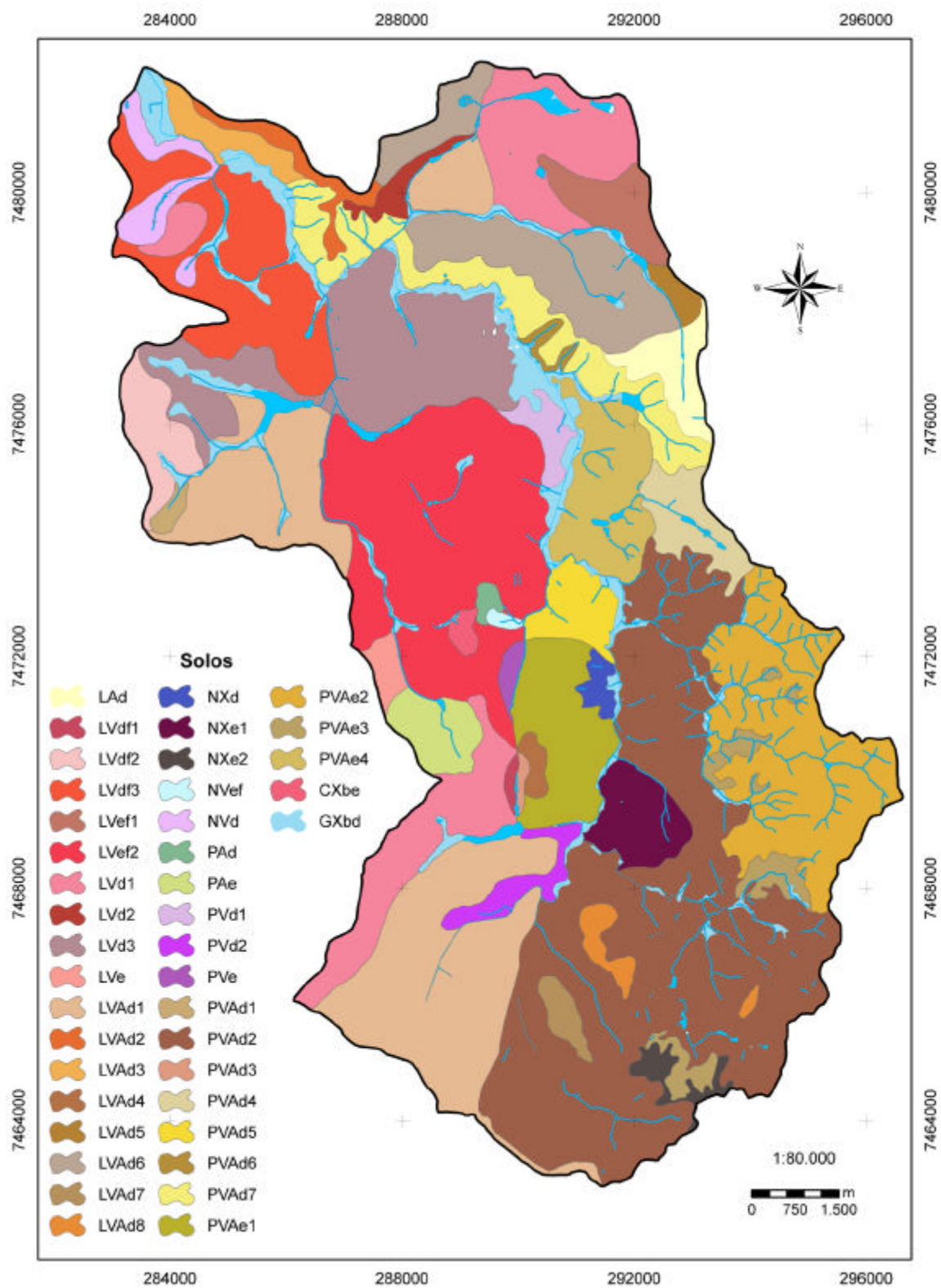


Figura 3. Mapa de solos da bacia do ribeirão das Anhumas.



Os Latossolos da bacia do ribeirão das Anhumas ocorrem em aproximadamente 52,9 % da área da bacia hidrográfica do ribeirão das Anhumas (Tabela 2), nas porções centro-oeste, norte, nordeste, sul e sudoeste. Estes solos são acentuadamente drenados (latossolos argilosos) a fortemente drenados (latossolos de textura média) e muito profundos. A saturação por bases é variável, observando-se desde solos com elevada saturação por alumínio (distróficos álicos) até aqueles com saturação por bases elevada (eutróficos). Os latossolos eutróficos na área são aqueles cujo material de origem tem maior influência do diabásio, e ocorrem na porção oeste centro-oeste e nordeste da bacia estudada. A textura dos latossolos é, mais freqüentemente, argilosa, podendo ser encontrados latossolos de textura média no norte e nordeste da bacia, quando influenciados por sedimentos da formação Itararé, e latossolos de textura muito argilosa, quando mais influenciados por materiais originários do diabásio (latossolos vermelhos eutroféricos e distroféricos).

Tabela 1. Simbologia das unidades mapeadas e legenda do mapa de solos na bacia do ribeirão das Anhumas

LAd	Latossolo Amarelo húmico e Latossolo Amarelo argissólico A proeminente, textura média e argilosa, + Argissolo Vermelho-Amarelo latossólico A proeminente textura arenosa / média, todos distróficos relevo suave ondulado
LVdf1	Latossolo Vermelho distroférico típico A moderado textura argilosa relevo ondulado
LVdf2	Latossolo Vermelho distroférico típico A moderado textura argilosa relevo suave ondulado e plano
LVdf3	Latossolo Vermelho distroférico típico A proeminente e moderado textura argilosa e muito argilosa relevo suave ondulado
LVEf1	Latossolo Vermelho eutrófico típico A moderado textura argilosa relevo suave ondulado e Ondulado
LVEf2	Latossolo Vermelho eutrófico e distroférico típico A moderado textura muito argilosa e argilosa relevo ondulado e suave ondulado
LVd1	Latossolo Vermelho distrófico típico A moderado textura argilosa relevo suave ondulado
LVd2	Latossolo Vermelho distrófico típico A moderado textura média relevo ondulado
LVd3	Latossolo Vermelho distrófico típico A moderado textura argilosa e média relevo suave ondulado
LVE	Latossolo Vermelho eutrófico típico A moderado textura argilosa relevo suave ondulado
LVAd1	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico A moderado textura argilosa relevo suave ondulado
LVAd2	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico A moderado textura média relevo suave ondulado
LVAd3	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico A moderado textura média / argilosa relevo ondulado
LVAd4	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico argissólico A moderado textura argilosa relevo suave Ondulado
LVAd5	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico argissólico A moderado textura argilosa e média / argilosa relevo suave ondulado
LVAd6	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico húmico textura média e argilosa relevo suave ondulado e Plano
LVAd7	Latossolo Vermelho-Amarelo e Vermelho distrófico típico A moderado textura argilosa relevo suave Ondulado
LVAd8	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico textura argilosa + Nitossolo Háptico distrófico latossólico



	textura argilosa / muito argilosa, ambos A moderado relevo suave ondulado
NXd	Nitossolo Háptico distrófico típico A moderado textura argilosa / muito argilosa relevo ondulado
NXe1	Nitossolo Háptico eutrófico típico A moderado textura argilosa / argilosa com cascalho relevo ondulado e suave ondulado
NXe2	Nitossolo Háptico eutrófico típico A moderado textura média / argilosa relevo ondulado
NVef	Nitossolo Vermelho eutrófico típico A moderado textura argilosa relevo ondulado
NVd	Nitossolo Vermelho distrófico típico A moderado textura argilosa relevo ondulado
PAd	Argissolo Amarelo distrófico típico A moderado textura média / argilosa relevo ondulado
PAe	Argissolo Amarelo eutrófico típico A moderado textura arenosa / média relevo ondulado
PVd1	Argissolo Vermelho distrófico típico A moderado textura média / argilosa relevo suave ondulado
PVd2	Argissolo Vermelho distrófico típico A moderado textura média / argilosa relevo ondulado e suave Ondulado
PVe	Argissolo Vermelho eutrófico latossólico A moderado textura média / argilosa relevo ondulado
PVAd1	Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico A moderado textura média / argilosa relevo suave Ondulado
PVAd2	Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico A moderado textura média / argilosa relevo ondulado
PVAd3	Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico latossólico A moderado textura média / argilosa relevo Ondulado
PVAd4	Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico e arênico A moderado textura arenosa/ média relevo suave ondulado e ondulado
PVAd5	Argissolo Vermelho-Amarelo abruptico e típico + Cambissolo Háptico Tb típico, ambos distróficos A moderado textura média / argilosa não cascalhenta e cascalhenta relevo ondulado
PVAd6	Argissolo Vermelho-Amarelo e Amarelo distrófico abruptico e típico A moderado textura média / argilosa relevo ondulado
PVAd7	Argissolo Vermelho-Amarelo e Amarelo distrófico típico A moderado textura arenosa / média e média / argilosa relevo ondulado
PVAe1	Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico e distrófico latossólico A moderado textura arenosa / média relevo suave ondulado
PVAe2	Argissolo Vermelho-Amarelo e Vermelho eutrófico e distrófico típico A moderado textura média / argilosa, cascalhenta e não cascalhenta, relevo ondulado
PVAe3	Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico textura média / argilosa relevo ondulado + Cambissolo Háptico Tb distrófico e eutrófico textura média cascalhenta relevo forte ondulado, ambos típicos A moderado
PVAe4	Argissolo Vermelho-Amarelo e Amarelo eutrófico típico textura média / argilosa + Cambissolo Háptico Tb típico textura argilosa + Neossolo Litólico típico textura argilosa substrato granito, todos A moderado cascalhentos relevo ondulado fase rochosa e não rochosa
CXbe	Cambissolo Háptico Tb eutrófico típico A moderado textura argilosa cascalhenta relevo ondulado
GXbd	Gleissolo Háptico típico A moderado textura argilosa + Gleissolo Melânico típico textura argilosa + Neossolo Flúvico típico A moderado textura indiscriminada, todos Tb distróficos relevo plano

Os Nitossolos estão distribuídos em toda a bacia hidrográfica, ocupando 3,3 % de sua área. Os nitossolos ocorrem mais frequentemente em associação com latossolos e argissolos, muito embora tenham sido mapeadas unidades simples desta ordem de solo. Os nitossolos na bacia são produto da alteração de rochas básicas (diabásio), do embasamento cristalino (gnaisses), dos sedimentos de idade permo-carbonífera (subgrupo Itararé) ou da mistura desses materiais. Sua saturação por bases é variável, mas raramente são muito ácidos. São



profundos, bem drenados e situam-se, mais frequentemente em relevos suavizados, o que favorece seu aproveitamento agrícola.

Os Cambissolos mapeados na bacia hidrográfica encontram-se em sua porção leste, são originados de rochas do embasamento cristalino (granitos e gnaisses) e ocupam 0,2 % da área da bacia. Estes solos têm profundidade efetiva variável. Sua fertilidade é também variável, porém, mais frequentemente, têm valores intermediários de saturação por bases. Devido ao relevo mais ondulado em que ocorrem, frequência comum de cascalhos no perfil do solo e profundidade efetiva variável, os cambissolos da área de estudo têm limitações moderadas ao aproveitamento agrícola.

Os Gleissolos ocorrem em 3,9 % da bacia hidrográfica, nas várzeas do ribeirão das Anhumas e de seus afluentes, sendo mais freqüentes ao longo do canal principal (ribeirão das Anhumas), principalmente no médio e baixo curso. São solos com elevada variabilidade em suas propriedades intrínsecas, tais como textura e fertilidade natural, mas predominam aqueles de textura argilosa e distróficos. As unidades de Gleissolo na área mapeada ocorrem, com freqüência, em associação com Neossolos Flúvicos. Os Gleissolos são bastante importantes sob o ponto de vista do seu aproveitamento agrícola, já que apresentam lençol freático normalmente mais elevado, o que permite o seu aproveitamento em grande parte da estação seca. Por outro lado, os gleissolos são solos problemáticos sob o ponto de vista de despejo de resíduos, que podem contaminar os mananciais superficiais com facilidade, bem como o são para aproveitamentos que impliquem na sua ocupação em caráter contínuo, dado o elevado risco à inundação destas posições da paisagem.

Os Neossolos na área de estudo não ocorrem como componente principal em nenhuma das unidades identificadas e são, portanto, pouco representativos. Os Neossolos Litólicos identificados ocorrem em associação com argissolos e cambissolos derivados de gnaiss ou granito, em relevo ondulado. São solos rasos, com severos impedimentos ao seu aproveitamento agrosilvopastoril devido à pequena profundidade, elevada susceptibilidade à erosão e impedimentos à mecanização. Os Neossolos Flúvicos ocorrem em associação com gleissolos e apresentam comportamento bastante semelhante a estes últimos.



Tabela 2. Extensão e proporção de ocorrência das ordens de solos na bacia do ribeirão das Anhumas.

Solos	Área (ha)	Área (%)	Solos	Área (ha)	Área (%)
GXbd	606,3	4,1	NXd	48,2	0,3
LAd	169,5	1,1	NXe1	221,6	1,5
LVAAd1	1.683,9	11,4	NXe2	70,9	0,5
LVAAd2	109,0	0,7	NX Total	340,7	2,3
LVAAd3	118,9	0,8	PAd	22,8	0,2
LVAAd4	38,5	0,3	PAe	165,7	1,1
LVAAd5	48,3	0,3	PA Total	188,6	1,3
LVAAd6	660,2	4,5	PVAAd1	28,9	0,2
LVAAd7	63,9	0,4	PVAAd2	2.789,9	18,8
LVAAd8	76,6	0,5	PVAAd3	15,0	0,1
LVA Total	2.799,4	18,9	PVAAd4	197,7	1,3
LVd1	966,8	6,5	PVAAd5	163,8	1,1
LVd2	68,9	0,5	PVAAd6	31,6	0,2
LVd3	912,0	6,2	PVAAd7	512,1	3,5
LVdf1	15,4	0,1	PVAe1	392,7	2,6
LVdf2	195,6	1,3	PVAe2	1.003,3	6,8
LVdf3	723,5	4,9	PVAe3	188,2	1,3
LVe	57,3	0,4	PVAe4	395,9	2,7
LVef1	182,0	1,2	PVA Total	5.719,1	38,6
LVef2	1.453,5	9,8	PVd1	85,3	0,6
LV Total	4.575,0	30,9	PVd2	109,8	0,7
NVd	151,9	1,0	PVe	33,7	0,2
NVef	14,9	0,1	PV Total	228,7	1,5
NV Total	166,7	1,1	CXbe	30,0	0,2
TOTAL GERAL: 14.824 ha / 100 %					

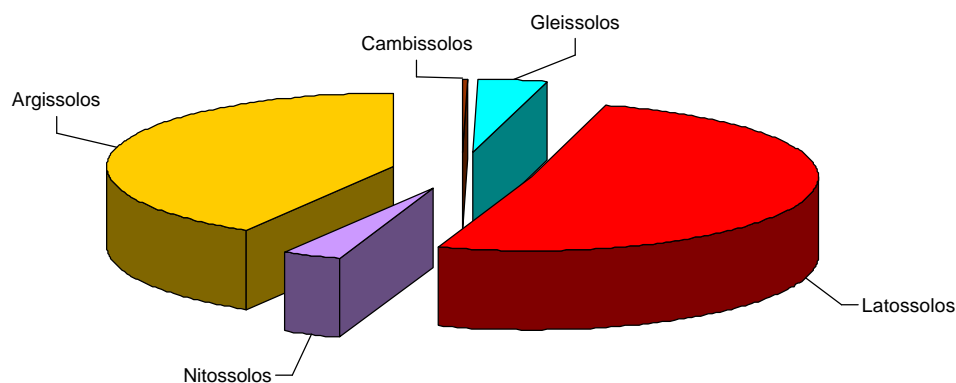


Figura 4. Proporção das ordens de solos na área bacia.



5. Referências bibliográficas

- BURINGH, P. The application of aerial photography in soil surveys. pp. 633-636. In: American Society of Photogrametry. *Manual of photography and interpretation*. Washington, D.C., 1960.
- CAMARGO, O.A. de; A.C. MONIZ; J.A. JORGE; J.M.A.S. VALADARES. *Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas*. Campinas, SP: Instituto Agronômico, 1986. 94 p.
- CHRISTOFOLETTI, A. O fenômeno morfogenético no município de Campinas (SP, Brasil). *Notícia Geomorfológica*, Campinas, 8 (16):3-97, 1968.
- CANO, W. (coord.) 1995. *Campinas: plano diretor /Prefeitura Municipal de Campinas*. Campinas, SP: PMC, 1995.
- EMBRAPA. *Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos*. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos; Brasília: Serviço de Produção de Informação, 1995. 101 p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 1999. 412 p.
- GUEDES, P.V.R.P. *Caracterização ambiental da bacia hidrográfica do ribeirão das Anhumas e suas relações com o processo de urbanização*. São Paulo, SP: Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, 1998. 137 p.
- INSTITUTO GEOLÓGICO. *Subsídios do meio físico-geológico ao planejamento do município de Campinas (SP)*. Programa: Cartas geológicas e geotécnicas para o planejamento ambiental na região entre Sorocaba e Campinas. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, Instituto Geológico, 1993.
- LEMOS, R.C. & SANTOS, R.D. 1996. *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.
- OLIVEIRA, J.B.; MENK, J.R.F.; ROTTA, C.L. *Levantamento semidetalhado dos solos do estado de São Paulo: quadrícula de Campinas*. Mapa escala 1:100.000. Campinas, SP: Instituto Agronômico, 1977.



- OLIVEIRA, J.B.; MENK, J.R.F. & ROTTA, C.L. 1979. *Levantamento pedológico semi-detalhado dos solos do Estado de São Paulo*. Rio de Janeiro: Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente.
- OLIVEIRA, J.B. *Pedologia Aplicada*. 2ª. Edição. FEALQ. 2005. 574p.
- SANTIN, D.A. 1999. *A vegetação remanescente do município de Campinas (SP): mapeamento, caracterização fisionômica e florística, visando a conservação*. Tese de Doutorado. Campinas: Universidade Estadual de Campinas.
- SÃO PAULO (GOVERNO DO ESTADO) 1979. *Cartas topográficas, escala 1:10.000. Plano cartográfico do estado de São Paulo*. São Paulo: Secretaria de Economia e Planejamento (11 cartas).

6. Trabalhos apresentados

Resultados parciais deste trabalho foram apresentados no VI Congresso Brasileiro de Geógrafos, que aconteceu de 18 a 23 de julho de 2004, em Goiânia, GO.