



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

SARA MARQUES PUTRINO

**TECNOSSOLOS ÚRBICOS DO PARQUE LINEAR
RIBEIRÃO DAS PEDRAS, CAMPINAS/SP.**

CAMPINAS

2017

SARA MARQUES PUTRINO

**TECNOSSOLOS ÚRBICOS DO PARQUE LINEAR
RIBEIRÃO DAS PEDRAS, CAMPINAS/SP.**

**DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS DA
UNICAMP PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO
DE MESTRA EM GEOGRAFIA ÁREA DE
ANÁLISE AMBIENTAL E DINÂMICA
TERRITORIAL.**

ORIENTADOR: PROF. DR. FRANCISCO SÉRGIO BERNARDES LADEIRA

**ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO
FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELA
ALUNA SARA MARQUES PUTRINO E ORIENTADA
PELO PROF. DR. FRANCISCO SÉRGIO BERNARDES
LADEIRA**

CAMPINAS

2017

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): Não se aplica.

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Geociências
Cássia Raquel da Silva - CRB 8/5752

P984t Putrino, Sara Marques, 1988-
Tecnossolos úrbicos do parque linear ribeirão das Pedras, Campinas/SP /
Sara Marques Putrino. – Campinas, SP : [s.n.], 2017.

Orientador: Francisco Sergio Bernardes Ladeira.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de
Geociências.

1. Solo – Formação. 2. Solos – Lixiviação. 3. Sedimentos em suspensão. 4.
Solos urbanos – Uso. 5. Natureza – Influencia do homen. I. Ladeira, Francisco
Sergio Bernardes, 1965-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de
Geociências. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Urbic technosols in the linear park ribeirão das Pedras,
Campinas/SP

Palavras-chave em inglês:

Soils formation

Soils - Leaching

Suspended sediments

Land use, Urban

Nature - Effect of human beings on

Área de concentração: Análise Ambiental e Dinâmica Territorial

Titulação: Mestra em Geografia

Banca examinadora:

Francisco Sergio Bernardes Ladeira

Deborah de Oliveira

Miriam Gonçalves Miguel

Data de defesa: 30-08-2017

Programa de Pós-Graduação: Geografia



UNICAMP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

AUTOR: Sara Marques Putrino

**TECNOSSOLOS ÚRBICOS DO PARQUE LINEAR
RIBEIRÃO DAS PEDRAS, CAMPINAS/SP.**

ORIENTADOR: Prof. Dr. Francisco Sergio Bernardes Ladeira

Aprovado em: 30 / 08 / 2017

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Francisco Sergio Bernardes Ladeira - Presidente

Dra. Deborah de Oliveira

Profa. Dra. Miriam Gonçalves Miguel

***A Ata de Defesa assinada pelos membros da Comissão Examinadora,
consta no processo de vida acadêmica do aluno.***

Campinas, 30 de agosto de 2017.

Seja você a mudança.



Lago Titicaca - Bolívia, 2010 (Arquivo Pessoal).

RESUMO

O ponto fundamental que permite reconhecer os humanos como agentes geológicos é a possibilidade de comparação dos efeitos de suas ações aos efeitos resultantes de causas naturais, como a tectônica, mudanças climáticas, terremotos, tsunamis, etc. As profundas e, muitas vezes, abruptas intervenções humanas no meio ambiente, têm gerado, em escala crescente ao longo dos anos, volumes pedológicos com características muito diferentes dos solos naturais. Os Tecnosolos Úrbicos são solos profundamente modificados pela ação humana, apresentam grande variabilidade vertical e horizontal, e muitos artefatos manufaturados ao longo do perfil. A área em estudo localiza-se na região noroeste do município de Campinas/SP, abrangendo parte da planície aluvial do ribeirão das Pedras, mais especificamente o trecho entre sua nascente e a Rodovia Dom Pedro I (SP-65). O objetivo deste trabalho foi compreender a história de formação e a caracterização dos Tecnosolos encontrados. A metodologia adotada implica na: investigação do histórico de uso e ocupação local; observação da paisagem (vegetação, ocupação); coleta de amostras de solo, análises físicas e químicas em laboratório; interpretação dos resultados buscando relações entre os níveis de fertilidade, elementos contaminantes e os artefatos encontrados nos perfis. Os resultados mostram que de maneira geral, os solos da área de estudo são arenosos, apresentam níveis de fertilidade altos, e concentrações de substâncias como Bário (Ba), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Chumbo (Pb), Níquel (Ni), Vanádio (V) e Zinco (Zn) acima dos limites de prevenção estabelecidos pela CETESB (2016).

Palavras-chave: Tecnosolos Úrbicos, Depósitos Tecnogênicos, Solos Urbanos, Artefatos antrópicos.

ABSTRACT

The fundamental point that allows us to recognize humans as geological agents is the possibility of comparing the effects of their actions to the effects resulting from natural causes, such as tectonics, climatic changes, earthquakes, tsunamis, etc. The deep and often abrupt human interventions in the environment have generated on an increasing scale over the years, pedological volumes with very different characteristics of natural soils. The Urbic Technosols are soils profoundly modified by human action, have great vertical and horizontal variability and many artifacts manufactured along the profile. The study area is located in the northwest region of the city of Campinas, SP, covering part of the alluvial plain of the das Pedras riverside, more specifically the stretch between its source and the Dom Pedro I Highway (SP-65). The objective of this work was to understand the history of formation and characterization of the found Technosols. The methodology adopted implies in: investigation of the history of use and local occupation; Landscape observation (vegetation, occupation, relief); Collection of soil samples, physical and chemical analyzes in laboratory; Interpretation of the results seeking relationships between the levels of fertility, contaminants and the artifacts found in the profile. The results show that, in general, the soils of the study area are sandy, have high fertility levels, and concentrations of substances such as Barium (Ba), Chromium (Cr), Copper (Cu), Lead (Pb), Nickel Ni), Vanadium (V) and Zn (Zn) above the prevention limits established by CETESB (2016).

Keywords: Urbic Technosols, Technological Deposits, Urban Soils, Anthropic Artifacts.

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 01 Laudos de Análise Física: Granulometria

ANEXO 02 Laudos de Análise Química: Macronutrientes e complexo adsorvente

ANEXO 03 Laudos de Análise Química: Espectrometria de fluorescência de raios-X

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO.....	11
2 - OBJETIVOS.....	13
3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1 - ANTROPOSSOLOS	14
3.2 - SOLOS URBANOS	16
3.3 - DEPÓSITOS TECNOCÊNICOS.....	18
3.4 - TECNOSSOLOS	19
3.4 - LEGISLAÇÃO	21
3.4.1 - Código Florestal - Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012.....	21
3.4.2 - Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei nº 12.305 de 02 de Agosto de 2010.....	22
3.4.3 - Política Estadual de Resíduos Sólidos - Lei Estadual nº 12.300 de 16 de Março de 2006.....	24
3.4.4 - Plano Diretor Municipal de Campinas - Lei Complementar nº 15 de 27 de Dezembro de 2006.....	25
4 - MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1 - ÁREA DE ESTUDO	26
4.2 - CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO.....	29
4.2.1 - Geologia.....	29
4.2.2 - Temperatura e Regime de Chuvas	31
4.2.3 - Rede hidrográfica.....	32
4.2.4 - Geomorfologia	33
4.2.5 - Pedologia	35
4.3 - CARACTERIZAÇÃO DA FLORA	39
4.3.1 - Breve histórico sobre a vegetação no município de Campinas	39
4.3.2 - Vegetação no Parque Linear ribeirão das Pedras	39
4.4 - CARACTERIZAÇÃO DA DEMOGRAFIA LOCAL.....	43
4.4.1 - Histórico de Uso e Ocupação	43
4.4.2 - Demografia	50
4.4.3 - Função socioambiental do Parque Linear ribeirão das Pedras	52
4.5 - ORGANIZAÇÃO DOS DADOS	54
4.6 - RECONHECIMENTO DA ÁREA.....	55
4.7 - COLETA E CARACTERIZAÇÃO DE AMOSTRAS DE SOLO	60
4.7.1 - Setor A.....	61
4.7.2 - Setor B.....	65
4.7.3 - Setor C.....	65
4.7.4 - Nomenclatura de horizontes do solo	66

4.8 - ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS AMOSTRAS DE SOLO	68
4.8.1 - <i>Granulometria</i>	68
4.8.2 - <i>Análises químicas: macronutrientes e complexo adsorvente</i>	69
4.8.3 - <i>Análises químicas: espectrometria de fluorescência de raios-X</i>	70
4.8.4 - <i>Valores orientadores de qualidade</i>	70
5 - RESULTADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	73
5.1 - SETOR A.....	73
5.1.1 - <i>Ponto 01 (P01)</i>	73
5.1.2 - <i>Ponto 02 (P02)</i>	78
5.1.3 - <i>Ponto 03 (P03)</i>	83
5.1.4 - <i>Ponto 04 (P04)</i>	88
5.1.5 - <i>Ponto 05 (P05)</i>	93
5.1.6 - <i>Ponto 06 (P06)</i>	98
5.2 - SETOR B.....	103
5.2.1- <i>Ponto 07 (P07)</i>	103
5.3 - SETOR C.....	108
5.3.1 - <i>Ponto 08 (P08)</i>	108
5.3.2 - <i>Ponto 09 (P09)</i>	112
6 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	117
6.1 GÊNESE DOS TECNOSSOLOS NO PARQUE LINEAR RIBEIRÃO DAS PEDRAS E O HISTÓRICO DE USO E OCUPAÇÃO LOCAL	117
6.2 - CARACTERIZAÇÃO DOS PERFIS DE SOLO	118
6.3 - FERTILIDADE DOS SOLOS E ARTEFATOS ANTRÓPICOS	118
6.4 - METAIS NO SOLO E ARTEFATOS ANTRÓPICOS	119
6.4.1 - <i>Efeitos do Bário no corpo humano</i>	120
6.4.2 - <i>Efeitos do Cobre no corpo humano</i>	121
6.4.3 - <i>Efeitos do Cromo no corpo humano</i>	121
6.4.4 - <i>Efeitos do Níquel no corpo humano</i>	122
6.4.5 - <i>Efeitos do Vanádio no corpo humano</i>	122
6.4.6 - <i>Efeitos do Zinco no corpo humano</i>	122
7 - CONCLUSÕES.....	124
8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	125
9 - ANEXOS.....	134

1 - INTRODUÇÃO

De acordo com o último relatório elaborado pelo Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais da Organização das Nações Unidas (UNITED NATIONS, 2015) a população urbana mundial passou de 700 milhões em 1950 para aproximadamente 3.9 bilhões no ano de 2014, as previsões indicam que as cidades abrigarão 6.3 bilhões de pessoas em 2050. No Brasil a situação se repete dos 190.755.799 habitantes, 84,36% residem na zona urbana (IBGE - Censo Demográfico 2010).

Os solos nas áreas urbanas são particulares: intensamente ocupados; podem trazer benefícios ou riscos para a sociedade; acompanham o crescimento das cidades, que transformam os solos de áreas rurais em solos urbanos; e até o momento, pouco estudados, especialmente no Brasil. São em sua maioria solos jovens que conservam poucas características dos solos naturais. Foram e são radicalmente transformados pelas atividades humanas ao longo dos anos. Sua gênese e suas características estão relacionadas ao histórico de uso e ocupação local.

Nas áreas urbanas os perfis de solo sofrem diversas modificações: intensa compactação; impermeabilização da superfície; pH alterado; aeração restrita; modificação na ciclagem de nutrientes e na atividade dos organismos do solo; presença de materiais antrópicos e contaminantes; drenagem restrita da água; entre outras (CRAUL, 1985).

Do ponto de vista geológico surgem os Depósitos Tecnogênicos: formações geológicas recentes que constituem importantes testemunhos das alterações impressas pela sociedade ao meio natural. Sua identificação do ponto de vista dos materiais constituintes e dos locais de ocorrência é indicativa da forma de apropriação do meio físico pela sociedade (DIAS, 2016). Para Oliveira (1994) o termo caracteriza uma vasta gama de depósitos formados a partir da ação humana: induzidos pela erosão (assoreamento de canais, aluviões modernos); construídos (aterros, corpos de rejeito, resíduos de construção civil); e modificados (depósitos naturais alterados tecnologicamente: escavações, adubos, efluentes, etc.).

Considerando a ação da pedogênese sobre os Depósitos Tecnogênicos, a edição do *World Reference Base for Soil Resources* (IUSS, 2014) estabelece o conceito de “Tecnossolos (*Technosols*): solos profundamente modificados pela ação humana, suas propriedades e pedogênese são definidas pela atividade local, estão presentes em aterros, rodovias, áreas urbanas e áreas mineradas”.

A complexidade das atividades humanas acaba por dificultar o estabelecimento de uma metodologia de identificação e classificação dos Tecnosolos. Entretanto a falta de conhecimento sobre as propriedades e aptidões desses solos tem provocado o seu mau uso. O resultado são processos de compactação, erosão, deslizamentos, inundações, poluição com substâncias orgânicas, inorgânicas e/ou patógenos, trazendo riscos e aumentando os custos de desenvolvimento da sociedade.

O objeto de estudo deste trabalho é o Parque Linear ribeirão das Pedras, especificamente o trecho entre sua nascente e a Rodovia Dom Pedro I/SP-65, no setor noroeste do município de Campinas, Estado de São Paulo.

Essa área sofreu transformações ao longo das décadas: supressão da vegetação natural; cultivo agrícola; uso como pastagem; canalização da nascente do ribeirão; descarte ilegal de resíduos, principalmente da construção civil; expansão urbana, e posteriormente recuperação da vegetação ciliar.

Inserido totalmente na zona urbana esse trecho do ribeirão ganhou mais atenção a partir da construção do empreendimento comercial Parque Dom Pedro Shopping em março de 2002. Uma das medidas propostas para minimizar ou mitigar os impactos ambientais gerados com a construção do shopping foi a recuperação da vegetação ciliar desse trecho do ribeirão das Pedras, criando um parque linear.

2 - OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho foi de compreender a história de formação e a caracterização dos Tecnosolos ao longo de um setor da sub-bacia do ribeirão das Pedras (desde sua nascente até a Rodovia Dom Pedro I/SP-65), Campinas/SP, auxiliando na identificação de processos relacionados às dinâmicas da natureza e da sociedade.

Os dados obtidos com a revisão bibliográfica, análise da paisagem, trabalhos de campo e análise das amostras coletadas foram relacionados à caracterização e a qualidade ambiental dos solos encontrados. Cabe ainda uma discussão sobre a formação desses solos e a densidade de construções, impermeabilização do terreno e demais atividades que ocorreram ou ocorrem na área em estudo.

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- ✓ Compreender a gênese dos Tecnosolos na área de estudo através do histórico de uso e ocupação local;
- ✓ Caracterização dos perfis de solo encontrados;
- ✓ Interpretação das análises químicas buscando relações entre fertilidade, desenvolvimento vegetal e materiais antrópicos encontrados nos perfis;
- ✓ Interpretação das análises de espectrometria de fluorescência de raios X comparando os resultados com os Valores Orientadores para Solo e Água Subterrânea de São Paulo (CETESB, 2016) buscando relações entre possíveis contaminações e materiais antrópicos encontrados nos perfis.

3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O capítulo a seguir, apresenta a revisão bibliográfica realizada sobre os seguintes temas: Antropossolos, Solos Urbanos, Depósitos Tecnogênicos, Tecnossolos e legislação pertinente.

3.1 - ANTROPOSSOLOS

A intervenção antrópica no solo remonta aos primórdios da existência humana. Desde a atividade humana pré-histórica, [...] até a agricultura sedentária com suas intervenções intensivas, movimentações de solo, aplicação de insumos e irrigação, o homem vem alterando o solo, em intensidade variável (TORRES *et al.*, 2014).

Em 1863, Charles Lyell publicou o livro *The Geological Evidences of the Antiquity of Man* (LYELL, 1863). Nele o autor relaciona as evidências do homem pré-histórico (fósseis, objetos, desenhos) com modificações pedológicas e geológicas. Pela primeira vez aparece nas publicações ocidentais o termo *Made Ground*.

Made Ground: áreas da superfície terrestre pré-existente (natural ou artificial) que sofreram interferência humana, incluindo ações de engenharia. (PRICE *et al.*, 2004, tradução da autora).

Solos Antrópicos ou Antropossolos são aqueles significativamente modificados pelo uso intenso e continuado do homem através da exploração agrícola, mineral, urbana, entre outras (PEDRON *et al.*, 2004).

Para TORRES *et al.* (2014) os Antropossolos são aqueles solos com alto grau de intervenção pelo homem, caracterizados pela soma de várias camadas ou apenas uma camada totalizando 40 cm ou mais de espessura de origem antrópica, ou seja, constituída por material orgânico e/ou inorgânico, em diferentes proporções, formada exclusivamente pela intervenção humana, que esteja sobrejacente a qualquer tipo de solo natural ou rocha. Estes solos apresentam materiais diversos em sua composição e pequeno grau de evolução pedogenética.

Para FAO (2015) os Antropossolos (*Anthrosols*) são solos formados, alterados e influenciados pela intensa atividade agrícola humana. Estão associados a áreas de cultivo histórico em várias partes do mundo, especialmente em áreas onde civilizações antigas estiveram presentes.

Apesar de inúmeros trabalhos reconhecerem a necessidade de uma estruturação específica, a classificação americana de solos não possui a ordem de Antropossolos ou similar.

O sistema australiano incorporou os solos formados pelo homem na ordem dos *Anthroposols*, são descritos como volumes resultantes das atividades humanas e que passaram por profundas modificações, seja por mistura, truncamento ou enterrio dos horizontes originais, ou ainda, adição de novos materiais de origem (ISBELL, 1996).

Na classificação alemã (DEUSTCH..., 1985) os solos fortemente alterados pela ação humana são enquadrados na ordem dos Solos Terrestres e Semi-Terrestres, subordem Antropogênicos. Os critérios de classificação são profundidade do distúrbio, espessura da camada superficial, conteúdo de matéria orgânica e duração do período de encharcamento.

Na classificação da Inglaterra e País de Gales aparece o grupo dos “*Man-made Soils*” definido pelos critérios: a) pelo menos metade dos 80 cm superiores consistindo de material mineral, ou pela presença de material orgânico com menos de 30 cm diretamente sobre a rocha; b) presença de horizonte A antrópico, escuro, com espessura mínima de 40 cm, contendo no mínimo 0,6% de carbono, intimamente misturado com a fração mineral e apresentando artefatos ou indício de perturbação superior a 40 cm, com presença de materiais de horizontes pedogenéticos dos solos originais (AVERY, 1980).

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013) ainda não contempla a classificação Antropossolo e nem Solos Urbanos. Apresenta somente a definição de Horizonte A antrópico:

Formado ou modificado pelo uso contínuo do solo pelo homem como lugar de residência ou cultivo, por períodos prolongados, com adição de material orgânico em mistura com material mineral, podendo ocorrer fragmentos de cerâmica e restos de ossos e conchas (EMBRAPA, 2013).

Entretanto o trabalho elaborado pela Embrapa Florestas em Colombo/PR (CURCIO *et al*, 2004) apresenta a primeira proposta brasileira de ordem para os Antropossolos. Esses podem ser divididos conforme as intervenções humanas nas características dos solos:

- ✓ Adição: incorporação de materiais inertes e/ou nocivos sobre os solos, saprolitos, regolitos ou rochas;
- ✓ Decapitação: retirada parcial ou total de solos, saprolitos, regolitos ou rochas por intervenção direta do ser humano;
- ✓ Mobilização: movimentação parcial ou total de solos, inclusive podendo alcançar saprolitos, regolitos e rochas.

No segundo nível hierárquico, foram definidas as subordens: Sômicos (adição); Líxicos (mobilização e adição de materiais nocivos); Decapíticos (decapitação); e Móbilicos (mobilização). E cada subordem apresenta classificações em grandes grupos e subgrupos (CURCIO *et al.*, 2004).

A inclusão dos solos antropogênicos nos sistemas de classificação de diversos países, assim como a existência de inúmeras propostas sugerindo a criação dessa classe é uma indicação do reconhecimento da importância que os mesmos têm na qualidade de vida da população.

3.2 - SOLOS URBANOS

Alguns sistemas de classificação de solos têm considerado os solos urbanos como uma subdivisão dos Antropossolos (DE KIMPE & MOREL, 2000), é o caso dos sistemas russo (POPKOV & DEMENT'EVA, 2002) e o sistema FAO (FAO, 2014).

Pedron *et al.* (2004) define os solos urbanos e suburbanos como aqueles modificados e criados pelas atividades humanas acrescido de materiais diversos. Alguns dos critérios adotados para classificação dos mesmos segundo o autor são: alta concentração de metais pesados; presença de metano; deposição de rejeitos de construção e industriais; e/ou alteração do regime hídrico e térmico do solo. O autor destaca ainda, algumas funções dos solos urbanos: suporte e fonte de material para obras civis; agricultura urbana, suburbana e áreas verdes; descarte de resíduos; armazenamento e filtragem para águas pluviais.

Para Sandor *et al.* (2011) em áreas urbanas é comum a disposição de diferentes materiais sobre o solo, criando-se camadas de materiais sem qualquer vínculo com o solo original da área. Esses materiais podem atingir vários metros de espessura e sua idade coincide com a idade da cidade.

De acordo com Blume (1989), existem três formações básicas de solos urbanos: solos selados na superfície; solos transformados com desenvolvimento natural; e solos formados a partir de Depósitos Tecnogênicos, também chamados de Tecnosolos.

Craul (1985) resumizou as modificações que os perfis de solo sofrem em áreas urbanas:

- ✓ Grande variabilidade vertical e horizontal do solo;
- ✓ Intensa compactação que modifica a estrutura do solo;
- ✓ Presença de crostas superficiais que tornam a superfície impermeável à água;
- ✓ pH alterado;
- ✓ Drenagem e aeração restritas;

- ✓ Interrupção da ciclagem de nutrientes e modificação das atividades dos organismos do solo;
- ✓ Presença de restos de materiais inertes da construção civil;
- ✓ Presença de contaminantes no corpo do solo;
- ✓ Modificação dos regimes de temperatura do solo.

Complementando essas características, Curcio *et. al.* (2004) destacam: menor capacidade de resiliência; elevado potencial de contaminação de aquíferos; maior suscetibilidade à erosão; e comportamentos geotécnicos discrepantes.

Em termos de distribuição geográfica o solo urbano é o tipo de volume pedológico em maior expansão do mundo. Estão localizados nos centros urbanos e suas periferias, ao longo de rodovias e ferrovias, áreas de mineração, áreas industriais, entre outras. Também podem ser observados em áreas rurais, onde ocorre a deposição de lixos urbanos, remoção de horizontes superficiais de solos naturais, remoção de horizontes subsuperficiais argilosos para a produção cerâmica, entre outros (CURCIO *et. al.*, 2004).

De acordo com a classificação polonesa publicada no *Chapter 1 - Soils within Torún urban area* do livro *Technogenic Soils of Poland* (2013), nas áreas urbanas podem ocorrer os seguintes tipos de solo:

- Solos não perturbados em áreas cobertas por vegetação ou solos agrícolas nos limites da zona urbana (*Undisturbed and weakly transformed soil*);
- Solos que apresentam grande quantidade de artefatos além de variação vertical e horizontal, encontrados em áreas de construções antigas e recentes (*Urbisols*);
- Solos de áreas industriais e próximo a elas, onde podem ser encontrados gases, líquidos e resíduos sólidos (*Industrisols*);
- Solos encontrados em jardins (*Garden soils*);
- Solos de parques e outras áreas verdes extensas na zona urbana (*Soils of parks and lawns*);
- Solos de cemitérios (*Necosols*);
- Solos que estão sob ruas e vias pavimentadas (*Ekranosols*);
- Solos desenvolvidos sobre construções antigas (*Constructosols*). (CHARZYNSKI *et al.*, 2013).

A crescente preocupação com o ambiente, o crescimento da população urbana e das atividades industriais evidencia a importância dos estudos de distribuição, origem, formação, estrutura e dinâmica interna desses solos, essas informações são pouco conhecidas e sua presença não é mencionada em mapeamentos ou trabalhos de caracterizações geológico-geotécnicas.

3.3 - DEPÓSITOS TECNOGÊNICOS

Os Depósitos Tecnogênicos são formações geológicas que testemunham a ação geológica humana como também o comportamento das paisagens atuais (TEIXEIRA, 2015), sua gênese está direta ou indiretamente ligada à ação da humanidade (OLIVEIRA, 2005).

A proposta de Chemekov (1983) define os Depósitos Tecnogênicos como aqueles formados a partir da atividade humana com as seguintes características:

- ✓ Diferentes processos de formação;
- ✓ Transporte e sedimentação “tecnogênicos”;
- ✓ Processos independentes do clima e tectônica;
- ✓ Composição variada;
- ✓ Ampla gama de espessuras;
- ✓ Podem ser classificados em três grupos: subaéreos, subaquáticos e subterrâneos. De acordo com sua gênese, composição e morfologia.

Para Ter-Stepanian (1988), os Depósitos Tecnogênicos são caracterizados por sua grande variedade, feições diferenciadas, diversidade de composição e grande variação de espessura, os quais indicam uma classe genética independente, embora possam ser traçadas analogias com depósitos naturais. O autor classifica esses depósitos de acordo com sua composição: orgânica, inorgânica, terrígena ou heterogênea.

Fanning & Fanning (1989) definem os Depósitos Tecnogênicos como depósitos altamente influenciados pelo homem e separam em quatro categorias relacionadas principalmente ao material constituinte do depósito:

- ✓ Materiais úrbicos (construção, cinzas);
- ✓ Materiais gárbicos (lixo orgânico - em condições anaeróbias sua decomposição produz metano);
- ✓ Materiais espólicos (terraplanagem, mineração, estradas, assoreamento induzido por erosão acelerada, possuem poucos artefatos atrópicos);
- ✓ Materiais dragados.

OLIVEIRA (1994) apresenta uma versão simplificada da classificação desses depósitos em função de sua gênese: Depósitos Tecnogênicos construídos (aterros, corpos de rejeito), induzidos (assoreamento, aluviões modernos) ou modificados (depósitos naturais alterados tecnologicamente por adubo, efluentes, metais pesados, etc.).

Dentre as classificações apresentadas para os Depósitos Tecnogênicos, a maioria dos trabalhos brasileiros enfoca a classificação proposta por PELOGGIA (1998), que enumera onze tipos de depósitos:

Depósitos de pilhas aterradas (*dumped*), de aterramento de depressões (*filled*), mistos ou agrotécnicos, aluviação artificial (*washedup*), dragagem (*rewashed*), obras de terra (*construction*), camadas cultivadas (*cultural layers*), deposição em reservatórios (precipitação), assoreamento de canais (*linear aggradation*), depósitos naturais com componentes tecnogênicos (*technogenicallychanged*) e sedimentação natural em reservatórios (*technogenicallycaused*) (Peloggia, 1998, p. 81).

Em geral esses depósitos apresentam propriedades físicas, químicas e biológicas pouco favoráveis ao desenvolvimento de raízes, pois ainda não ocorreu a pedogênese dos sedimentos depositados.

3.4 - TECNOSSOLOS

Historicamente, solos sob áreas construídas são ignorados em mapeamentos pedológicos. Além disso, poucos estudos foram desenvolvidos sobre a gênese e evolução desses solos. Entretanto o conhecimento sobre os processos e dinâmicas que atuam nesses corpos é fundamental para garantir a qualidade ambiental e a saúde humana.

Considerando a ação da pedogênese sobre os Depósitos Tecnogênicos, a edição do *Word Reference Base for Soil Resources* (WRB) de 2006, publicado pela *Internacional Union of Soil Science* (IUSS), incluiu uma nova classificação de solos que permitiu identificar, descrever e mapear os solos encontrados em áreas urbanas e industriais. Surgem os Tecnossolos.

Segundo FAO (2015) os Tecnossolos (*Technosols*) são solos profundamente modificados pela ação humana, suas propriedades e pedogênese são definidas pela atividade local. Apresentam 20% ou mais artefatos humanos em uma profundidade de até 100 centímetros; são encontrados materiais artificiais resistentes como asfalto, cimento, cerâmica;

são resultado de atividades de manufatura ou industrialização; podem conter geomembrana; comumente apresentam substâncias tóxicas; camadas de materiais inconsolidados; podem ser recobertos por um horizonte de solo natural que permite o reflorestamento; e estão presentes em aterros, rodovias, áreas urbanas e áreas mineradas.

Rossiter (2007) ressalta que os Tecnosolos têm suas propriedades e funções dominadas pela atividade técnica humana. Evidências dessa influência estão na presença substancial de artefatos, presença de geomembrana impermeável ou camadas “duras” (*technic hard rock*) como pavimentos.

A IUSS (2014) define como artefatos (*Artefacts*) substâncias líquidas ou sólidas com uma ou duas das seguintes características:

- ✓ Substâncias criadas ou substancialmente modificadas pelos humanos como parte de processos industriais ou manufaturados;
- ✓ Substâncias trazidas à superfície pela atividade humana, considerando que as mesmas estavam em profundidade e não sofriram influência dos processos superficiais. Essas substâncias foram depositadas em um ambiente com propriedades diferentes daquele que a originou e conservam as características químicas e mineralógicas de quando foram escavadas, modificadas ou manufaturadas.

Exemplos de artefatos são tijolos, cerâmica, vidro, pedras revestidas, madeira, resíduos industriais, lixo, produtos de óleo processado, betume, óleo cru, etc.

A pedogênese dos Tecnosolos está estritamente relacionada aos materiais constituintes e sua organização. Os perfis de solo são geralmente pouco desenvolvidos, mas existem exceções. Em áreas que serviram de “lixões” na Antiga Roma é possível identificar processos pedogenéticos naturais, como a formação de um horizonte câmbico. Os depósitos de Lignito e cinzas volantes podem apresentar, ao longo do tempo, propriedades vítricas. Solos contaminados podem apresentar desenvolvimento de perfil semelhante ao natural (IUSS, 2014).

De ocorrência mundial, os Tecnosolos estão presentes em qualquer área onde a atividade humana construiu um solo artificial, seja pela vedação do solo natural ou pela extração de material em subsuperfície. Assim os solos das zonas urbanas, estradas, minas, ferrovias, aterros sanitários, lixões, depósitos de cinza de carvão, áreas em que ocorreu derramamento de óleo, etc. são classificados como Tecnosolos.

Todos os solos em áreas urbanas são mais ou menos afetados pela ação humana: em um dos extremos temos solos antropogênicos, onde o principal fator de formação do solo é a influência humana; no outro, solos naturais que não foram utilizados por seres humanos, mas

que receberam material contaminado através da poeira tóxica ou precipitação. Entretanto a maioria dos solos urbanos são intensamente ocupados e fortemente influenciados pelas atividades humanas (ROSSITER, 2007).

Comparados aos solos em áreas rurais, que também são influenciados pelas atividades humanas, os Tecnossolos apresentam, em geral, cargas altas de contaminantes, materiais parentais diversos e composições químicas extremas.

Nesta pesquisa, o termo Tecnossolo foi utilizado para caracterizar os solos encontrados ao longo da área de estudo, uma vez que apresentam características como: alta variabilidade horizontal e vertical dos perfis; presença de grande quantidade e diversidade de artefatos antrópicos ao longo de todo perfil de solo; e presença de atividade biológica, seja pela existência de organismos como minhocas, formigas, caracóis, quanto pelo desenvolvimento da vegetação arbórea, o que indica a pedogênese dos depósitos existentes na área.

3.5 - LEGISLAÇÃO

3.51 - CÓDIGO FLORESTAL - LEI Nº 12.651 DE 25 DE MAIO DE 2012

A Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012 dispõe sobre a proteção da vegetação nativa em âmbito nacional.

De maneira geral, ela estabelece as normas gerais sobre a proteção da vegetação, das áreas de Preservação Permanente e das áreas de Reserva Legal, a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos.

O item IV do primeiro artigo torna de responsabilidade comum da União, Estados, Distrito Federal, Municípios e sociedade civil a criação de políticas para preservação e restauração da vegetação nativa e de suas funções ecológicas e sociais nas áreas urbanas e rurais. Dentre as funções ecológicas estão conservação dos solos e conservação das águas.

O Código Florestal estabelece como Áreas de Preservação Permanente (APPs) as florestas e demais formas de vegetação natural situadas às margens de lagos ou rios (perenes ou não); nos altos de morros; nas restingas e manguezais; nas encostas com declividade acentuada e nas bordas de tabuleiros ou chapadas com inclinação maior que 45°; e nas áreas com altitude superior a 1.800 metros, com qualquer cobertura vegetal.

O Artigo 7º da mesma lei ressalta que a vegetação situada em Área de Preservação Permanente, deverá ser mantida pelo proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título, pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado. Tendo ocorrido supressão da mesma é de responsabilidade dos mesmos atores sociais promover a recomposição vegetal.

3.52 - POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS - LEI Nº 12.305 DE 02 DE AGOSTO DE 2010

A Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Estão sujeitas à observância dessa Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos. A Seção II - Da Responsabilidade Compartilhada responsabiliza os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos pelo ciclo de vida dos produtos.

O Art. 3º item XVI define resíduos sólidos como:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humana em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. (Fonte: Art. 3º Item XVI. Lei Federal nº 12.305 de 02 de agosto de 2010).

Os resíduos sólidos podem ser classificados quanto a sua origem e quanto à periculosidade. Sendo assim ficou estabelecido que quanto à origem:

- a) *resíduos domiciliares*: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) *resíduos de limpeza urbana*: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;

- c) *resíduos sólidos urbanos*: os englobados nas alíneas “a” e “b”;
- d) *resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços*: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;
- e) *resíduos dos serviços públicos de saneamento básico*: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;
- f) *resíduos industriais*: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g) *resíduos de serviços de saúde*: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
- h) *resíduos da construção civil*: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- i) *resíduos agrossilvopastoris*: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- j) *resíduos de serviços de transportes*: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- k) *resíduos de mineração*: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios; (Fonte: Art. 13º Item I. Lei Federal nº 12.305 de 02 de agosto de 2010).

E quanto à periculosidade:

a) *resíduos perigosos*: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;

b) *resíduos não perigosos*: aqueles não enquadrados na alínea “a”. (Fonte: Art. 13º Item II. Lei Federal nº 12.305 de 02 de agosto de 2010).

3.5.3 - POLÍTICA ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS - LEI ESTADUAL Nº 12.300 DE 16 DE MARÇO DE 2006

Esta lei institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo e define princípios, diretrizes, instrumentos e objetivos para gestão integrada e compartilhada de resíduos sólidos a fim de prevenir e controlar a poluição, proteger e recuperar a qualidade do meio ambiente, promover a saúde pública e assegurar o uso adequado dos recursos ambientais no Estado de São Paulo.

Apesar de se tratar da disposição de resíduos sólidos, que na maioria das vezes tem o solo como destino final, a lei não menciona qualquer diretriz ou instrumento específico para proteção do mesmo.

Apenas o Art. 50º determina que os geradores e gerenciados de unidades receptoras de resíduos sólidos, ou seja, aterros sanitários, deverão apresentar relatórios conclusivos de auditoria ambiental atestando a qualidade do solo, ar e águas na área de impacto do empreendimento, para requerer o pedido de encerramento das atividades juntos aos órgãos competentes.

3.5.4 - PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE CAMPINAS - LEI COMPLEMENTAR Nº 15 DE 27 DE DEZEMBRO DE 2006

A Lei Complementar nº 15 de 27 de dezembro de 2006 dispõe sobre o Plano Diretor do município de Campinas.

O Art. 2º define os objetivos da política de desenvolvimento do Município, dentre eles destaca-se:

VII - proteção e recuperação do meio ambiente das áreas urbanas e rurais, especialmente de áreas verdes, mananciais de abastecimento, cursos d'água, áreas de interesse social, áreas de risco ao assentamento humano e áreas de interesse histórico; (Fonte: Art. 2º Item VII. Lei Complementar nº 15 de 27 de dezembro de 2006).

No Art. 24º da Seção II - Das Diretrizes Gerais, o Item XVI estabelece que para o parcelamento do solo e a implantação de empreendimentos impactantes, como foi o caso do Parque Dom Pedro Shopping, deve ser estabelecidos critérios de conservação do solo, estabilização de encostas, controle da erosão e do assoreamento da rede de drenagem. Esse monitoramento deverá ser realizado durante e após a implantação do empreendimento, de forma a minimizar as modificações das características topográficas e morfológicas do relevo e compatibilizar a intervenção humana com a preservação da natureza.

4 - MATERIAL E MÉTODOS

4.1 - ÁREA DE ESTUDO

Localizado no setor centro-leste do Estado de São Paulo, o município de Campinas passou por um rápido crescimento a partir da década de 1930. Com a crise cafeeira, a fisionomia da cidade passou de agrária para industrial e de serviços. O crescimento populacional foi expressivo, sobretudo pela migração. Multiplicavam-se os bairros nas proximidades das fábricas, dos estabelecimentos e das grandes rodovias em implantação - Via Anhanguera (1948), Rodovia Bandeirantes (1979) e Rodovia Santos Dumont (década de 1980) (PREFEITURA DE CAMPINAS, acesso em 20/12/16).

Atualmente Campinas ocupa uma área de 801 km² com mais de um milhão de habitantes distribuídos em quatro distritos (Joaquim Egídio, Sousas, Barão Geraldo e Nova Aparecida) e centenas de bairros. A região é uma das mais desenvolvidas do país e conta com centros inovadores no campo das pesquisas científicas e tecnológicas, e o aeroporto de Viracopos, maior centro de carga aérea da América do Sul (INFRAERO, 2014).

Em 2010 o município abrigava uma população de 1.144.862 habitantes (IBGE - Censo Demográfico 2010), dos quais 92,72% encontram-se na área urbana.

A sub-bacia do ribeirão das Pedras localiza-se no setor norte-noroeste do município de Campinas e está situada na Bacia Hidrográfica do ribeirão das Anhumas, por sua vez, esta bacia está incluída na Bacia do rio Piracicaba através de seu afluente, o rio Atibaia. A nascente do ribeirão das Pedras está localizada nas coordenadas 22° 51'46" Sul e 47° 03'23" Oeste.

O baixo curso do ribeirão das Anhumas, onde está localizada a sub-bacia do ribeirão das Pedras, caracteriza-se por uma área em acelerado processo de urbanização. Gradualmente os bairros rurais, sítios e chácaras dão lugar aos novos loteamentos e condomínios fechados.

A sub-bacia do ribeirão das Pedras possui uma área aproximada de 29,70 km² e uma população aproximada de 60.000 habitantes (IBGE - Censo Demográfico 2010), o que corresponde a uma densidade populacional de mais de 2.000 hab./km².

O Parque Linear ribeirão das Pedras é uma Área de Preservação Permanente - APP. De acordo com o Art. 3º da Lei Federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), que dispõe sobre a vegetação nativa, APP é:

II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar recursos hídricos, a

paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

O Art. 4º - Seção I da mesma lei considera como Áreas de Preservação Permanente nas zonas rurais e urbanas as faixas marginais de qualquer curso d'água perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular até: “a) 30 (trinta) metros, para cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;”.

A Figura 1 mostra a placa de identificação do Parque Linear ribeirão das Pedras, localizada próxima a nascente do ribeirão.

Figura 1. Placa de identificação do Parque Linear ribeirão das Pedras, Campinas/SP.



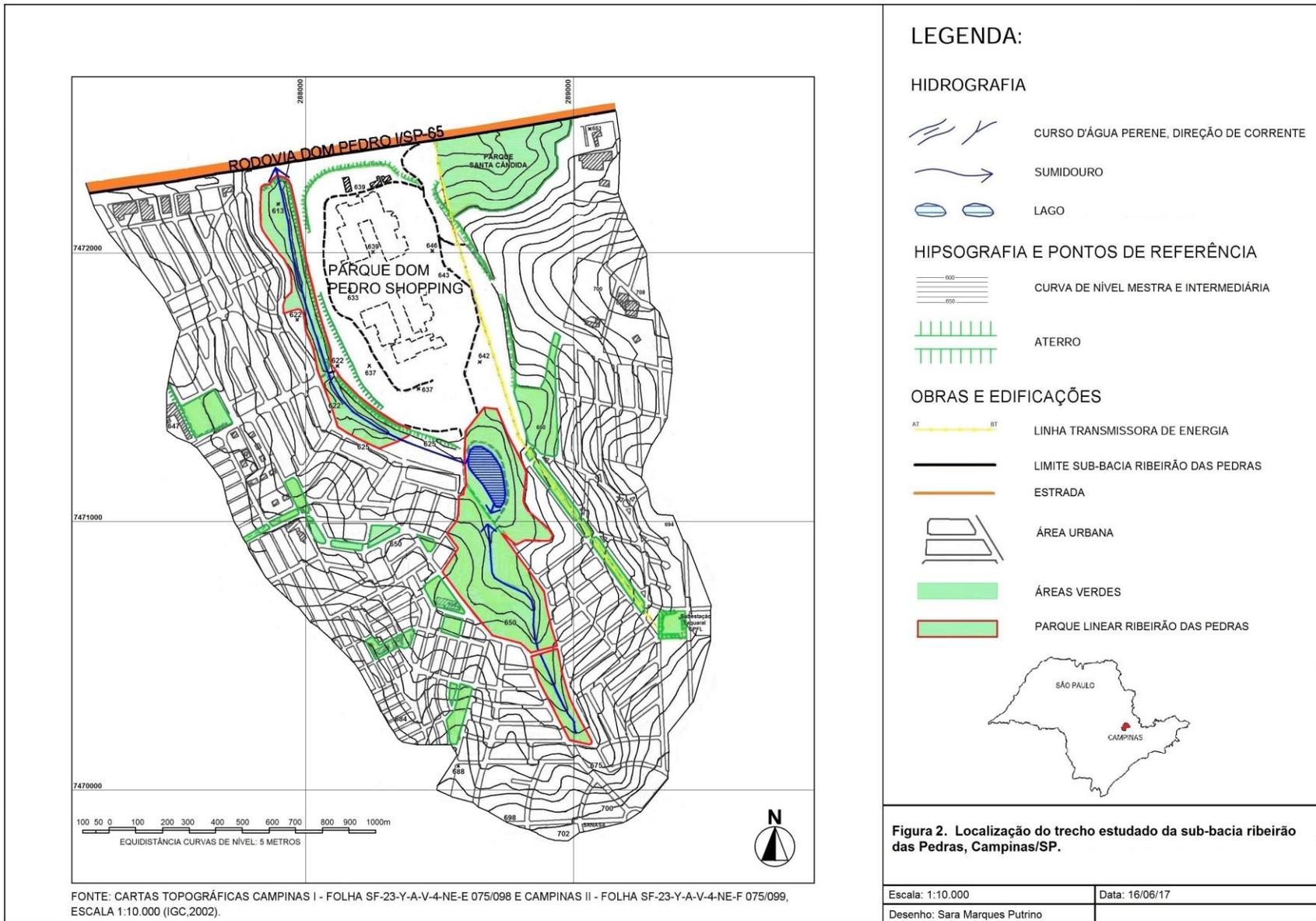
Fonte: Arquivo pessoal (11/04/15).

Levando-se em conta as restrições das atividades em áreas de preservação permanente esta pesquisa foi realizada após a anuência do Departamento de Parques e Jardins da Prefeitura Municipal de Campinas.

À pedido do Departamento foi realizada uma reunião no dia 11 de agosto de 2015, onde foram esclarecidas medidas de segurança para a execução das atividades de campo e solicitado um volume da edição final deste trabalho.

O objeto de estudo desse trabalho corresponde a uma área de aproximadamente 438.000 m², na qual está inserida a nascente e parte do alto curso do ribeirão das Pedras. Essa área sofreu transformações ao longo das décadas, dentre elas pode-se destacar: supressão da vegetação ciliar, canalização da nascente do ribeirão, expansão urbana, e posteriormente recuperação da vegetação local.

A Figura 2 apresenta a localização do trecho estudado da sub-bacia do ribeirão das Pedras, Campinas/SP



4.2 - CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO

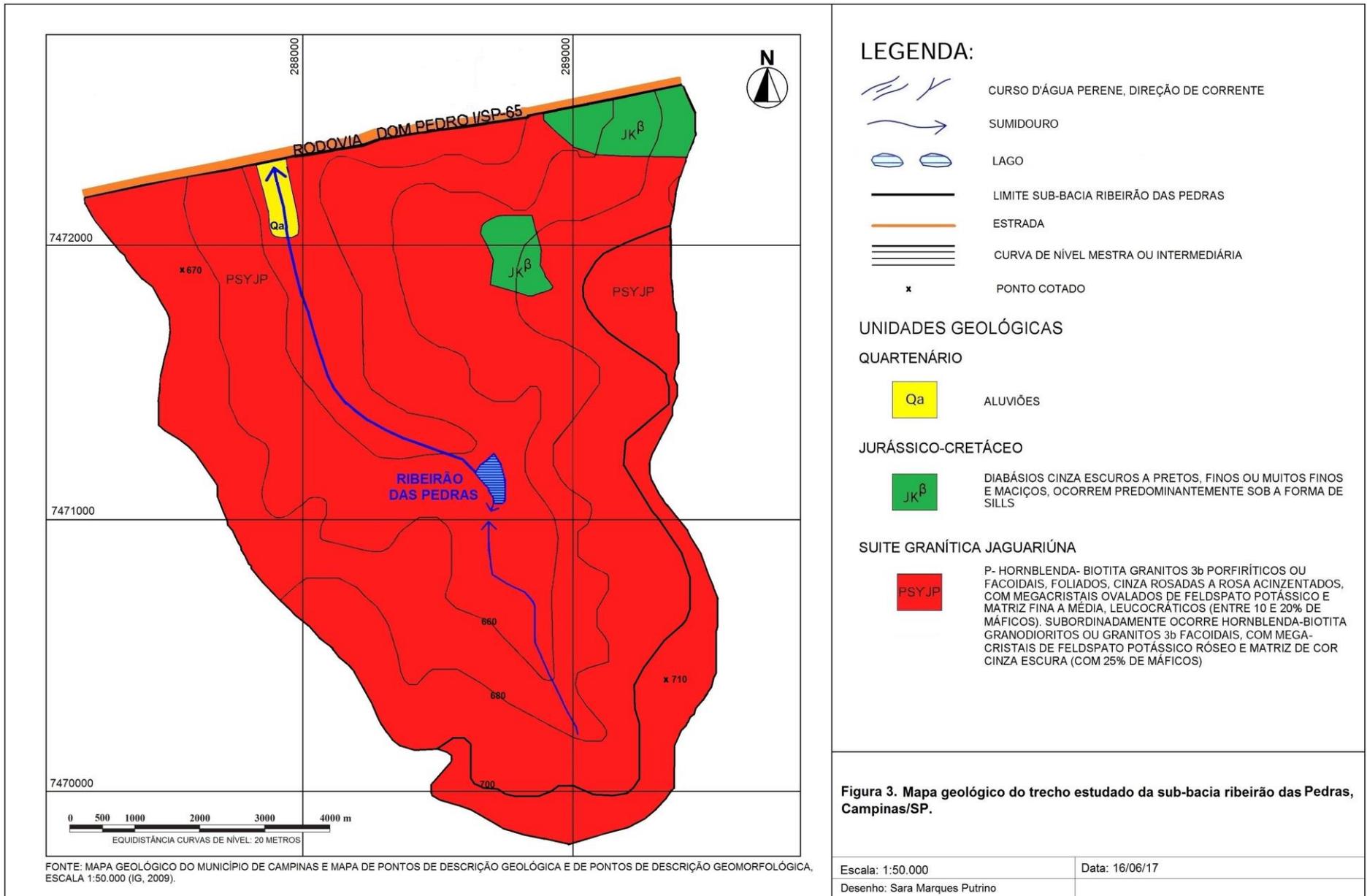
4.2.1 - GEOLOGIA

A geologia no município de Campinas é constituída por rochas sedimentares com texturas variadas, rochas básicas intrusivas, suítes graníticas indiferenciadas, rochas metamórficas como migmatitos de estruturas diversas, biotita-gnaisses, biotita-xistos, quartzitos, anfibolitos e metaultrabasitas e depósitos aluviais areno-argilosos (INSTITUTO GEOLÓGICO, 1993).

De acordo com o Mapa geológico do município de Campinas e Mapa de pontos de descrição geológica e de pontos de descrição geomorfológica em escala 1: 50.000 (INSTITUTO GEOLÓGICO, 2009) ocorrem no trecho estudado da sub-bacia do ribeirão das Pedras as seguintes litologias:

- ✓ **Qa** (*Quaternário*): aluviões às margens do ribeirão das Pedras;
- ✓ **JKB** (*Jurássico-Cretáceo*): diabásios na porção nordeste do trecho estudado da sub-bacia;
- ✓ **PSYjP** (*Proterozoico Superior*): Suíte Granítica Jaguariúna por quase toda a extensão do Parque linear ribeirão das Pedras.

A Figura 3 apresenta o Mapa geológico do trecho estudado da sub-bacia ribeirão das Pedras, nele estão delimitadas as unidades mapeadas.



4.2.2 - TEMPERATURA E REGIME DE CHUVAS

Apesar da proximidade ao Trópico de Capricórnio, o município de Campinas apresenta caráter subtropical em função da altitude que varia entre 500 e 1.100 metros.

Segundo a classificação climática de Köeppen, baseada em dados mensais pluviométricos e termométricos, o município de Campinas pertence ao tipo climático *Cwa*, clima subtropical de inverno seco e verão quente. Durante o mês mais frio a média mensal é inferior a 18°C, e no verão, o mês mais quente tem média superior a 22°C (CEPAGRI, 2016).

As massas de ar Massa Equatorial Continental, Massa Tropical Atlântica e a Massa Polar Atlântica têm forte influência sob o clima regional.

De acordo com o monitoramento realizado pelo CEPAGRI entre junho de 1988 e outubro de 2008, o município de Campinas apresentou os seguintes valores de temperatura, chuva e umidade do ar (Tabela 1). Os dados foram obtidos pela estação meteorológica automática instalada na FEAGRI/Unicamp. A estação está localizada nas coordenadas 22°48'57" Sul e 47°03'33" Oeste, altitude de 640 metros, a uma distância aproximada de 5 km da nascente do ribeirão das Pedras.

Tabela 1. Dados médios da estação meteorológica FEAGRI/Unicamp para o município de Campinas durante período de junho de 1988 e outubro de 2008.

Mês	Temperatura do ar (°C)					Chuva (mm)			Umidade (%)
	Média	Máxima Média	Máxima Absoluta	Mínima Média	Mínima Absoluta	Média	Máximo (24h)	9h	15h
JAN	24,7	29,7	36,2	19,8	14,0	280,3	132,2	78	57
FEV	24,9	30,0	35,6	19,9	14,2	215,9	104,8	78	54
MAR	24,7	29,9	35,0	19,6	15,0	162,3	107,6	73	50
ABR	23,05	28,5	34,1	17,6	7,0	58,6	68,0	72	47
MAI	20	25,5	32,0	14,5	4,0	63,3	143,4	75	46
JUN	18,8	24,8	31,0	12,9	0,0	35,4	35,5	75	43
JUL	18,5	24,8	32,0	12,3	2,0	43,3	50,8	73	41
AGO	20,5	27,2	34,4	13,8	5,0	22,9	34,2	67	36
SET	21,8	27,8	37,6	15,8	5,6	59,5	48,0	68	43
OUT	23,3	29,1	37,4	17,6	9,4	123,5	110,4	70	46
NOV	23,8	29,3	36,8	18,3	10,9	155,6	88,0	72	49
DEZ	24,3	29,6	36,0	19,1	11,6	203,9	126,5	75	54
ANUAL	22,4	28,0	37,6	16,8	0,0	1424,5	143,4	73	47

Fonte: CEPAGRI, disponível em www.cpa.unicamp.br/outrasinformacoes/climadecampinas.html, acesso em 21/12/2016.

De acordo com a Tabela 1 os meses de junho e julho são os mais frios, com média de 18,65°C, o mês menos chuvoso é agosto com média de 22,9 mm. Janeiro é o mês mais chuvoso e com as maiores temperaturas médias.

4.2.3 - REDE HIDROGRÁFICA

O córrego ribeirão das Pedras corre no sentido sul-norte por aproximadamente 9 km até atingir sua foz no ribeirão das Anhumas. Percorre áreas urbanizadas, área rural pertencente à Fazenda Santa Genebra, área preservada correspondente a Mata Santa Genebra e áreas de condomínios residenciais.

A bacia hidrográfica do ribeirão das Pedras, uma sub-bacia do ribeirão das Anhumas, ocupa a região centro norte do município Campinas. Está quase que inteiramente inserida no município de Campinas, apenas uma pequena porção está no município de Paulínia.

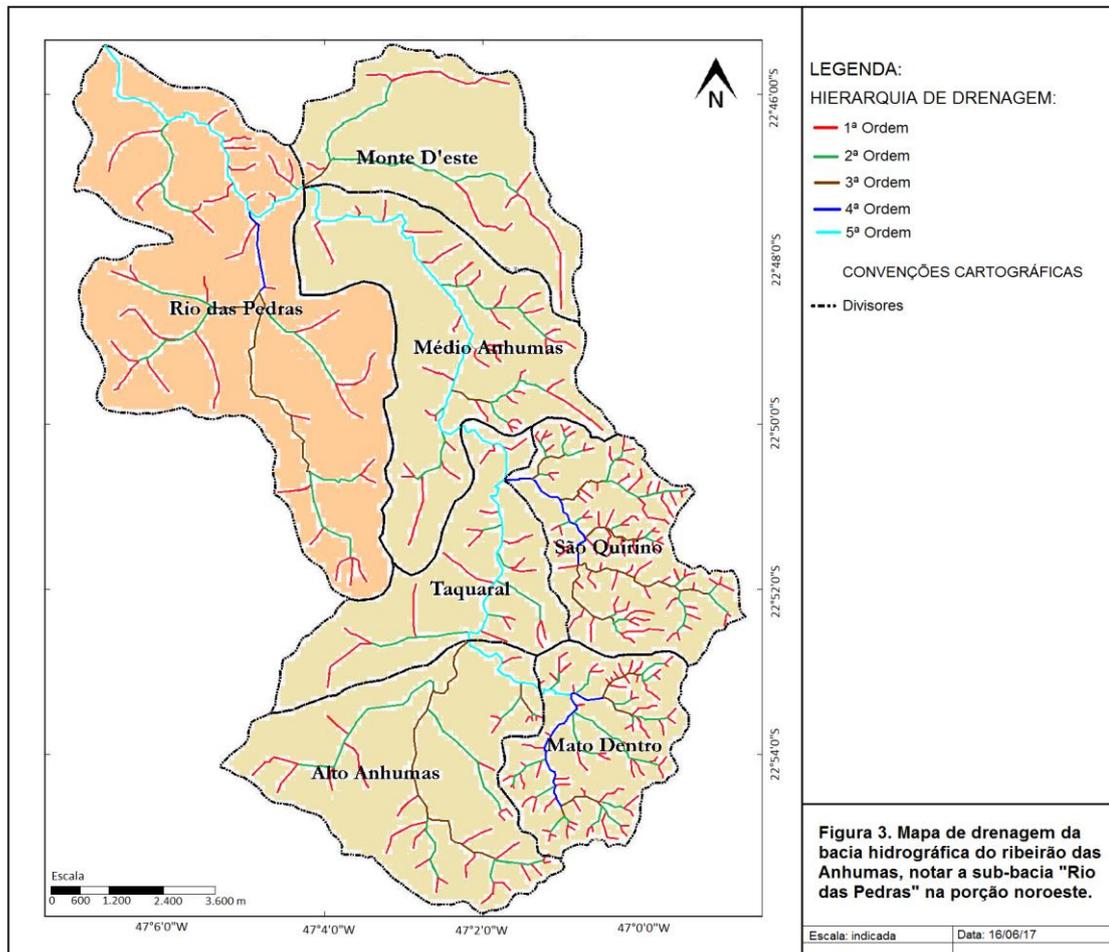
O ribeirão drena águas do Distrito Barão Geraldo (passando pelos bairros Real Parque, Guará, Cidade Universitária e pelo *campus* da Universidade Estadual de Campinas - Unicamp) e dos Bairros Santa Genebra, Jardim Costa e Silva, Alto Taquaral, Chácara Primavera e outras regiões na porção norte do município (DAGNINO, 2007).

A sub-bacia ribeirão das Pedras faz parte da bacia do ribeirão das Anhumas, a foz desse último é no rio Atibaia, seguindo para o rio Piracicaba e posteriormente o rio Tietê.

Portanto a bacia hidrográfica do ribeirão das Anhumas está incluída na Bacia do Médio Tietê; Bacia hidrográfica dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ) e; na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI nº 5. As UGRHI são unidades do Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, criado a partir da Lei Estadual nº 7.663 de 30 de dezembro de 1991, que estabelece as normas de orientação da Política Estadual de Recursos Hídricos. Baseado nos princípios de participação, descentralização e integração, esse Sistema prevê a participação de membros do Estado, Municípios e Sociedade Civil na gestão dos recursos hídricos.

A Figura 4 apresenta o Mapa da Hierarquia de Drenagem (TORRES *et al.*, 2014) da bacia hidrográfica do ribeirão das Anhumas, nela estão delimitadas as sub-bacias e as ordens dos cursos d'água existentes.

Figura 4. Mapa de hierarquia de drenagem da bacia hidrográfica do ribeirão das Anhumas, notar a sub-bacia hidrográfica “Rio das Pedras” na porção noroeste.



Fonte: TORRES *et al.*, 2014.

4.2.4 - GEOMORFOLOGIA

O município de Campinas localiza-se no limite de dois compartimentos morfológicos: o Planalto Atlântico, a leste, e a Depressão Periférica, a oeste, e uma área de transição entre eles.

Segundo Christofolletti (1972) o Planalto Atlântico é uma grande unidade de relevo elaborada sobre rochas ígneas (granitos) e metamórficas (gnaisses e xistos). Essas rochas constituem os terrenos brasileiros mais antigos, do período Pré-Cambriano. O planalto é composto por relevo escarpado, com desníveis de 800 a 1.000 metros (na Serra do Mar), até formas amorreadas, de inclinação moderada e arredondadas pela ação do intemperismo, com desníveis de 100-200 metros.

A Depressão Periférica Paulista foi elaborada predominantemente sobre terrenos sedimentares de idades Paleozoica e Mesozoica com cotas mais baixas que o Planalto Atlântico. “Seu relevo é pouco movimentado, colinoso, de vertentes suaves, com altitudes oscilando entre 550 e 700 metros e declives que não fazem ângulo de mais de 10 graus” (CHRISTOFOLETTI, 1972, p. 25).

De acordo com Silva (2008) a disposição do relevo na região do município de Campinas vincula-se à ocorrência de: rochas gnáissicas do Complexo Itapira, graníticas das suítes Jaguariúna e Morungaba e miloníticas, a leste; arenitos, ritmitos e lamitos do Subgrupo Itararé, junto com diabásios da Formação Serra Geral, a oeste.

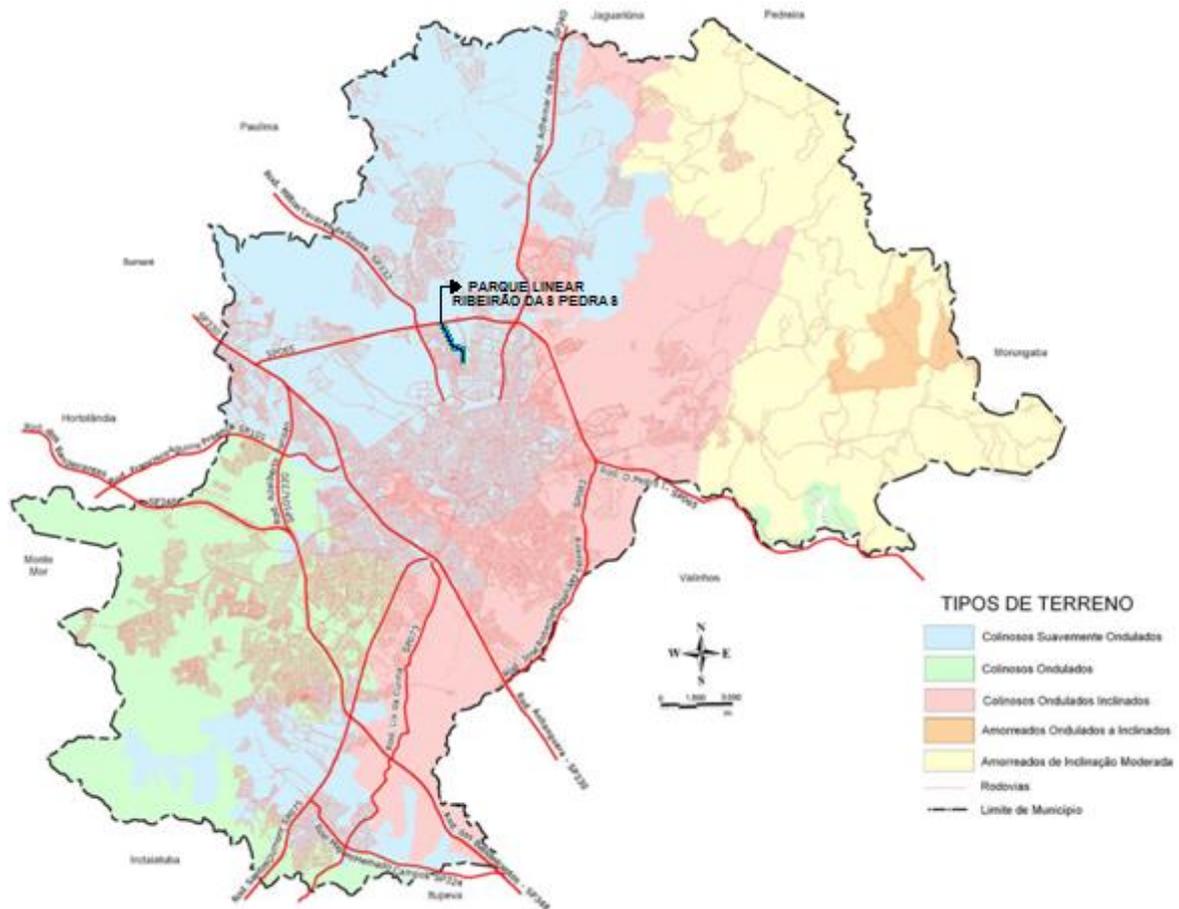
As principais estruturas geológicas ocorrentes no município são as zonas de cisalhamento Valinhos e Campinas, que muitas vezes servem de limite para as unidades geomorfológicas (FERNANDES, *et al.*, 1993).

As formas de relevo estão associadas à litologia, assim temos:

- ✓ ***Depressão Periférica e zona de transição:*** formas de relevo da área sedimentar; terrenos colinosos suavemente ondulados; vertentes de fraca declividade, patamares interfluviais; planícies fluviais (terrenos baixos e planos - várzeas - que acompanham os leitos dos corpos de água que correm através das rochas sedimentares) e formas colinosas da área das intrusivas (formas colinosas suaves que variam em 600 e 630 metros com seus corpos de água a 20 ou 30 metros abaixo) (CHRISTOFOLETTI, 1972).
- ✓ ***Planalto Atlântico e transição:*** formas de relevo da área cristalina; terrenos colinosos e inclinados; formas amorreadas (base em rochas graníticas, declividades mais elevadas); baixadas ou planícies alveolares (principalmente confluência de rios); Serra das Cabras (constituição granítica, situa-se a leste do município, altitudes oscilam entre 930 e 950 metros, mais elevada região de Campinas); Serra dos Cocais (juntamente com Serra das Cabras forma as maiores saliências do município, apresenta altitudes entre 830 e 850 metros, seus desníveis são de 100 a 120 metros) e área dos matacões (área granítica que apresenta blocos de rochas mais ou menos arredondados originados por meteorização e erosão) (CHRISTOFOLETTI, 1972).

A Figura 5 apresenta o Mapa de Geomorfologia e Relevo produzido pela Prefeitura Municipal de Campinas (2013), nele estão delimitados os tipos de terreno mapeados no município. Segundo este Mapa a sub-bacia hidrográfica do ribeirão das Pedras encontra-se em terrenos “colinosos suavemente ondulados” (CAMPINAS, 2013).

Figura 5. Mapa de Geomorfologia e relevo do município de Campinas/SP.



Fonte: CAMPINAS, 2013 - Anexo 03 Geomorfologia e Relevo.

4.2.5 - PEDOLOGIA

De acordo com o Mapa pedológico semidetalhado do município de Campinas/SP (COELHO, *et al.*, 2008) em escala 1:50.000, ocorrem naturalmente na área de estudo, alto curso da sub-bacia do ribeirão das Pedras, as seguintes classes de solo:

- ✓ **CXbe1:** ocorre na porção nordeste do trecho estudado da sub-bacia; Cambissolo Háplico eutrófico típico, A moderado, textura argilosa e cascalhenta;
- ✓ **LVAd5:** ocorre em uma pequena faixa na porção noroeste da sub-bacia; Latossolo Vermelho - Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura argilosa;
- ✓ **LVe1:** ocorre pelos setores B e C - da lagoa do Jardim Santa Genebra até a Rodovia Dom Pedro I/SP-65; Latossolo Vermelho eutrófico típico, A moderado, textura argilosa;
- ✓ **PAe1:** ocorre por todo o Setor A - da nascente até a lagoa do Jardim Santa Genebra; Argissolo Amarelo eutrófico típico, A moderado, textura arenosa média.

A Figura 6 apresenta o Mapa de solos naturais da área de estudo.

4.2.5.1 - Cambissolos

A ordem dos Cambissolos abrange solos minerais com características bastante variáveis, mas que sempre apresentam textura média ou mais fina e ausência de grande desenvolvimento pedogenético (IAC, 2015). São solos pouco profundos e com elevado teor de minerais primários (minerais herdados da rocha), presença significativa de fragmentos de rocha na massa do solo e outros indícios do intemperismo incipiente do solo.

Os Cambissolos Háplicos Tb eutróficos típicos não apresentam horizonte superficial A húmico, são solos com argila de baixa atividade e de alta fertilidade (EMBRAPA, 2013).

Ocorrem em condições variadas de materiais de origem, relevo, vegetação e clima. No Estado de São Paulo suas ocorrências mais expressivas estão na província geomorfológica do Planalto Atlântico, em condições de topografia mais íngreme ou relevo mais dissecado (IAC, 2015).

4.2.5.2 - Latossolos Vermelho-Amarelos

Os Latossolos Vermelho-Amarelos estão presentes em todo o território nacional, associados aos relevos planos, suave ondulado ou ondulado. Ocorrem em ambientes bem drenados, são profundos e uniformes quanto à cor, textura e estrutura (EMBRAPA, 2013).

A mais extensa ocorrência de Latossolos Vermelho-Amarelo de textura argilosa no Estado de São Paulo encontra-se na Depressão Periférica e no Planalto Atlântico. Na Depressão Periférica são solos formados a partir de rochas sedimentares de granulometria fina (como exemplo: folhelhos, siltitos) e no Planalto Atlântico são desenvolvidos de rochas sedimentares e de rochas de origem ígnea e metamórfica (IAC, 2015).

Os Latossolos Vermelho-Amarelo Distróficos apresentam baixa fertilidade, estão relacionados à vegetação de cerrado especialmente quando localizados na Depressão Periférica.

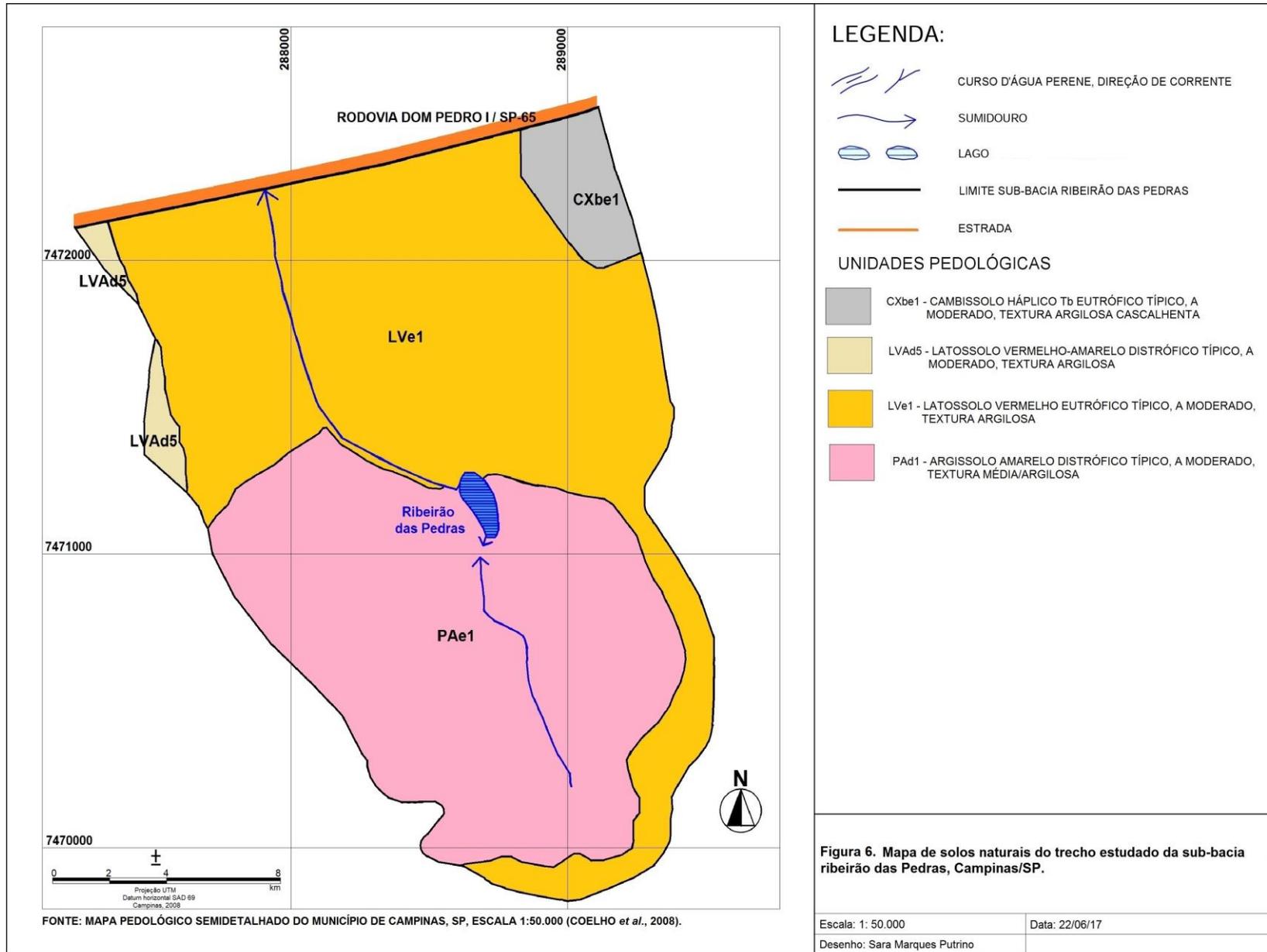
4.2.5.3 - Latossolos Vermelhos

Os Latossolos Vermelhos apresentam cores vermelhas acentuadas em função dos óxidos de ferro presentes no material de origem. São solos profundos e bem drenados, com características como cor, textura e estrutura uniformes em profundidade. Ocorrem em relevos planos a suave ondulado, são adequados para o desenvolvimento radicular e responsáveis por grande parte da produção de grãos do país (EMBRAPA, 2013).

4.2.5.4 - Argissolos Amarelos

De acordo com IAC (2015), os Argissolos Amarelos de textura arenosa média são encontrados em todo o Estado de São Paulo, desenvolvidos a partir de diversos materiais. São solos minerais com nítida diferenciação entre as camadas ou horizontes, reconhecida em campo especialmente pelo aumento, por vezes abrupto, nos teores de argila em profundidade. As camadas mais argilosas apresentam cor amarela mais forte, maior coesão, maior plasticidade e pegajosidade.

Ocorrem em condições de relevo suavizado a mais ondulado, apresenta natureza pouco coesa em superfície e menor permeabilidade nos horizontes subsuperficiais; são facilmente erodíveis; e fertilidade química predominantemente baixa.



4.3 - CARACTERIZAÇÃO DA FLORA

4.3.1 - BREVE HISTÓRICO SOBRE A VEGETAÇÃO NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS

A vegetação do município de Campinas é classificada como Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 2012), apesar de estar localizada numa região de transição florística entre Floresta Estacional Semidecidual e Savana.

O Termo Floresta Ombrófila Densa, foi criado por ElleMBERG & Mueller-Dombois (1967a) em substituição ao antigo termo utilizado, Floresta Pluvial Tropical. A Floresta Ombrófila Densa é uma das principais formações que compõem o Bioma Mata Atlântica e se estende por quase toda a faixa litorânea do Brasil, do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul. Caracteriza-se pela formação de um dossel uniforme quanto a sua coloração, forma das copas e altura, representando uma fitofisionomia muito característica e com poucas variações durante todo o ano (IBGE, 2012).

A área de abrangência da Floresta Ombrófila Densa está estritamente relacionada com as características climáticas: ocorrendo em locais com temperaturas elevadas e muita chuva, sendo esta, bem distribuída durante todo o ano, praticamente não há período seco. Esse tipo vegetacional foi subdividido em cinco formações ordenadas segundo a hierarquia topográfica (IBGE, 2012).

4.3.2 - VEGETAÇÃO NO PARQUE LINEAR RIBEIRÃO DAS PEDRAS

Diretamente relacionada ao solo, a vegetação é um indicador ambiental fundamental para o diagnóstico, manejo e recuperação de ecossistemas. Suas relações com o meio interferem na estabilização do terreno, quantidade e qualidade da água, ciclagem de nutrientes, manutenção do microclima local, abrigo para a fauna, entre outros (GOMES, 2006).

Sabendo da importância das relações solo-vegetação considerou-se, então, a realização do levantamento das condições de arborização do Parque Linear ribeirão das Pedras.

De acordo com a Resolução Conjunta SMA-IBAMA nº 01/94 (SÃO PAULO, 1994) a vegetação na área de estudo é classificada como *secundária em estágio inicial de regeneração*.

O Art. 2º dessa resolução enumera as características da vegetação secundária das Florestas Ombrófilas e Estacionais no Estado de São Paulo:

§ 1º. Em estágio inicial de regeneração:

- a. fisionomia que varia de savânica a florestal baixa, podendo ocorrer estrato herbáceo e pequenas árvores;
- b. estratos lenhosos variando de abertos a fechados, apresentando plantas com alturas variáveis;
- c. alturas das plantas lenhosas estão situadas geralmente entre 1,5 m e 8,0 m e o diâmetro médio dos troncos à altura do peito (DAP = 1,30 m do solo) é de até 10 cm, apresentando pequeno produto lenhoso, sendo que a distribuição diamétrica das formas lenhosas apresenta pequena amplitude;
- d. epífitas, quando presentes, são pouco abundantes, representadas por musgos, líquens, polipodiáceas, e tilândsias pequenas;
- e. trepadeira, se presentes, podem ser herbáceas ou lenhosas;
- f. a serapilheira, quando presente, pode ser contínua ou não, formando uma camada fina pouco decomposta;
- g. no subosque podem ocorrer plantas jovens de espécies arbóreas dos estágios mais maduros;
- h. a diversidade biológica é baixa, podendo ocorrer ao redor de dez espécies arbóreas ou arbustivas dominantes. As espécies vegetais mais abundantes e características são: cambará ou candeia (*Gochnatia polymorpha*), leiteiro (*Peschieria fuchsiaefolia*), maria-mole (*Guapira spp*), mamona (*Ricinus communis*), arranha-gato (*Acacia spp*), falso-ipê (*Stenolobium stans*), crindiúva (*Trema micrantha*), fuma-bravo (*Solanum granulosoleprosum*), goiabeira (*Psidium guajava*), sangra d'água (*Croton urucurana*), lixinha (*Aloysia virgata*), amendoim-bravo (*Pterogyne nitens*), embaúbas (*Cecropia spp*), pimenta-de-macaco (*Xylopia aromatica*), murici (*Byrsonima spp*), mutambo (*Guazuma ulmifolia*), manacá ou jacatirão (*Tibouchina spp* e *Miconia spp*), capororoca (*Rapanea spp*), tapiás (*Alchornea spp*), pimenteira brava (*Schinus terebinthifolius*), guaçatonga (*Cascaria sylbestris*), sapuva (*Machaerium stipitatum*), caquera (*Cassia sp*) (SÃO PAULO, 1994).

As Figuras 7 a 17 apresentam alguns aspectos da vegetação no Parque Linear ribeirão das Pedras.

Figura 7. Indivíduo nativo Pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*), plantio recente no Setor A.



Fonte: Bióloga Jamile Peres Bastos (11/04/15).

Figura 8. Vegetação herbácea composta por gramíneas e indivíduo exótico Palmeira Areca (*Dypsis lutescens*) no Setor A.



Fonte: Bióloga Jamile Peres Bastos (11/04/15).

Figura 9. Indivíduo nativo Sangra-d'água (*Croton urucurana*), plantio recente no Setor A.



Fonte: Bióloga Jamile Peres Bastos (11/04/15).

Figura 10. Indivíduos nativos Embaúbas (*Cecropia spp*), plantio recente no Setor A.



Fonte: Bióloga Jamile Peres Bastos (11/04/15).

Figura 11. Indivíduo nativo Mutambo (*Guazuma ulmifolia*), plantio recente no Setor A.



Fonte: Bióloga Jamile Peres Bastos (11/04/15).

Figura 12. Indivíduo nativo Ingá (*Inga vera*), plantio recente no Setor A.



Fonte: Bióloga Jamile Peres Bastos (11/04/15).

Figura 13. Presença de resíduos lenhosos, ausência de estrato herbáceo e de serapilheira no Setor A.



Fonte: Bióloga Jamile Peres Bastos (11/04/15).

Figura 14. Presença de Bromélia (*Tillandsia spp*), indicativa de estágios mais jovens de sucessão no Setor B.



Fonte: Bióloga Jamile Peres Bastos (11/04/15).

Figura 15. Dossel descontínuo no Setor B.



Fonte: Bióloga Jamile Peres Bastos (11/04/15).

Figura 16. Espécie pioneira nativa Aroeira (*Schinus terebinthifolius*), plantio recente no Setor C.



Fonte: Bióloga Jamile Peres Bastos (11/04/15).

Figura 17. Presença de plântulas de espécie invasora *Leucena* (*Leucaena ssp*) no Setor C.



Fonte: Bióloga Jamile Peres Bastos (11/04/15).

4.4 - CARACTERIZAÇÃO DA DEMOGRAFIA LOCAL

4.4.1 - HISTÓRICO DE USO E OCUPAÇÃO

O histórico de uso e ocupação da área de estudo foi elaborado com base na interpretação de fotos aéreas e imagens de satélite. As fotos aéreas dos anos 1969, 1978 e 1995 foram obtidas através da empresa Base Aerofotogrametria e Projetos S.A.. As imagens de satélite dos anos 2002, 2012 e 2016 foram obtidas através da ferramenta *imagens históricas* do Google Earth.

A foto aérea de 1969 em escala aproximada de 1: 20.000 (Figura 18) é a mais antiga dentre o acervo da Base Aerofotogrametria e Projetos S.A que abrange a área de estudo. Nela é possível notar que nas proximidades do ribeirão das Pedras o principal uso era rural, com áreas de pastagem e cultivo. Apesar de pouco urbanizada a cobertura vegetal original da região, sobretudo a mata ciliar do ribeirão, já não existia mais.

A foto aérea de 1978 em escala aproximada de 1: 35.000 (Figura 19) apresenta uma zona urbana mais desenvolvida em torno no ribeirão das Pedras. Em nove anos a porção oeste do ribeirão foi loteada, urbanizada e ocupada por bairros residenciais; adensamento urbano de maneira geral; e diminuição das áreas de pastagem e cultivo.

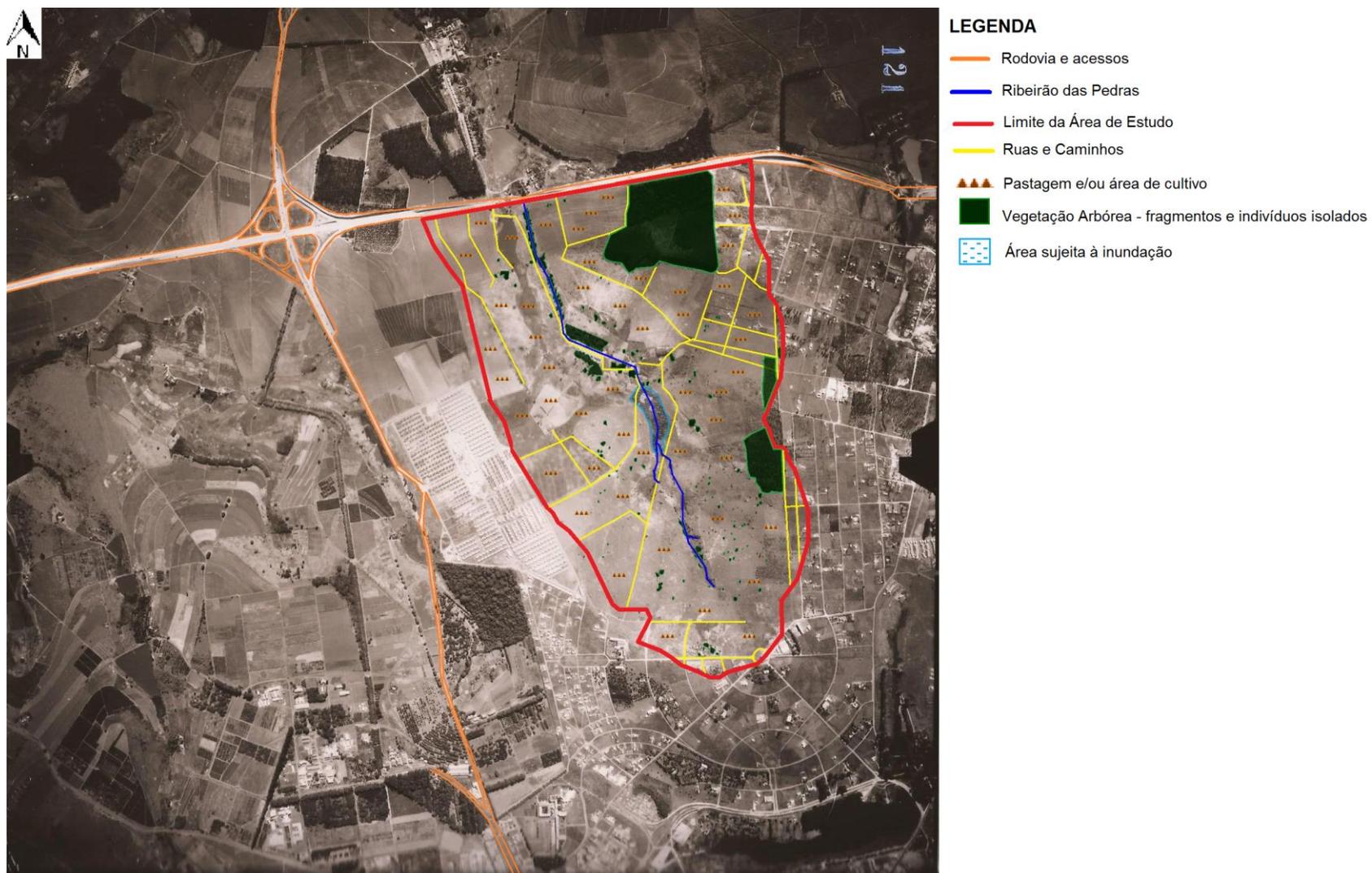
A foto aérea de 1995 em escala aproximada de 1: 25.000 (Figura 20) apresenta poucas mudanças em relação a foto de 1978. Nota-se o crescimento do bairro Jardim Santa Genebra, ruas loteadas e a construção de residências. As margens do ribeirão continuam sendo ocupadas por pastagens e cultivo.

A imagem de satélite de 2002 do Google Earth (Figura 21) apresenta modificações importantes no trecho estudado da sub-bacia do ribeirão das Pedras. A principal alteração foi

a construção do Parque Dom Pedro Shopping um mês antes de a imagem ser gerada; diminuição na quantidade e tamanho de terrenos desocupados; adensamento urbano; desenvolvimento da vegetação arbórea no Setor B da área de estudo.

A imagem de satélite de 2012 do Google Earth (Figura 22) apresenta uma configuração parecida com o que vemos atualmente na área (2017), o Parque Linear foi reflorestado e as copas das árvores estão mais ou menos unidas o que indica o desenvolvimento da vegetação; maior número de residências, edifícios e condomínios residências; as áreas voltadas para o cultivo limitam-se a margem esquerda da Rodovia Dom Pedro I/SP-65.

Figura 18. Foto aérea de 1969.



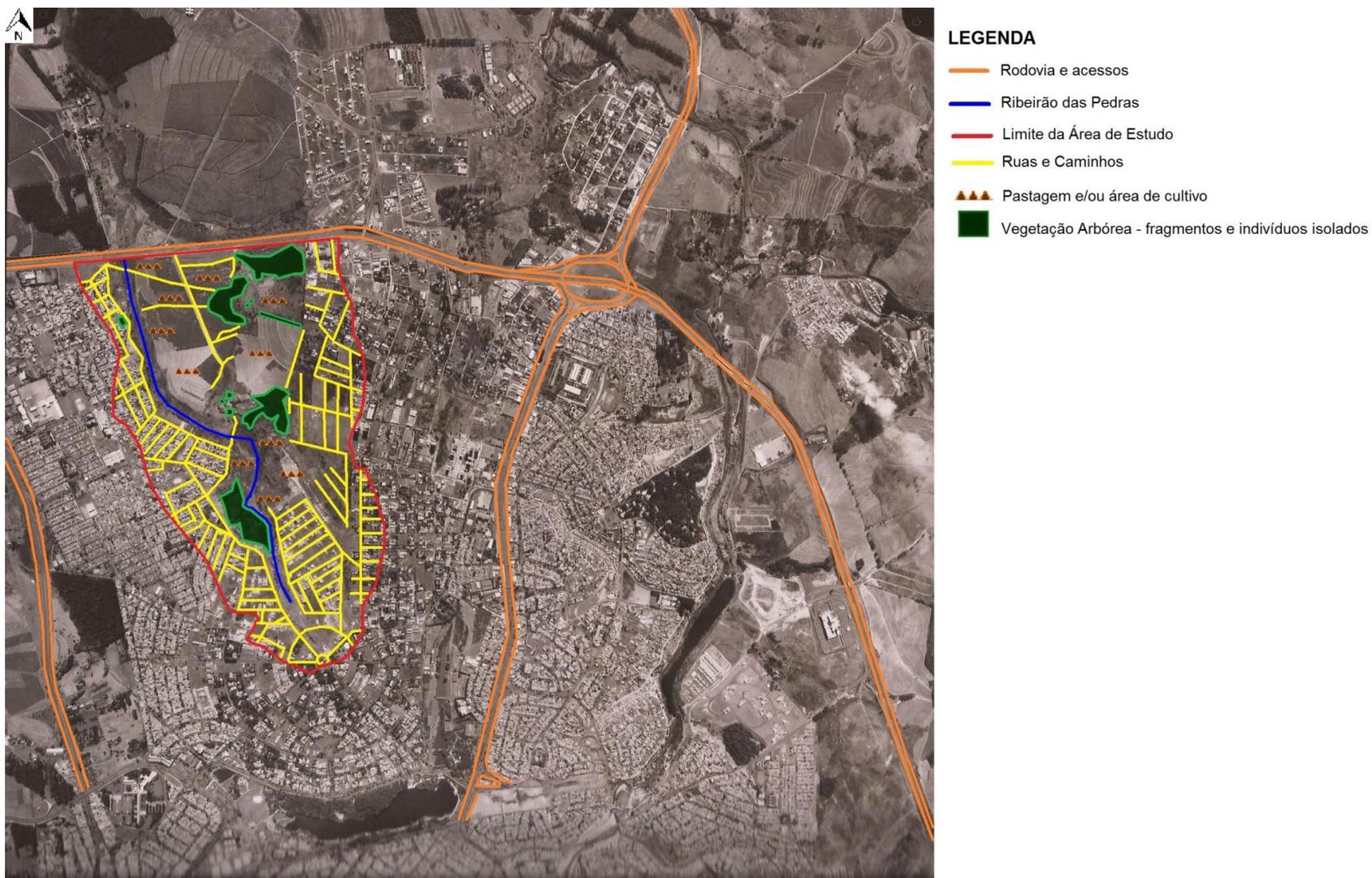
Fonte: Base Aerofotogrametria e Projetos S.A. Projeto 239, Foto 121 - data do voo Maio/1969, escala aproximada 1:20.000.

Figura 19. Foto aérea de 1978.



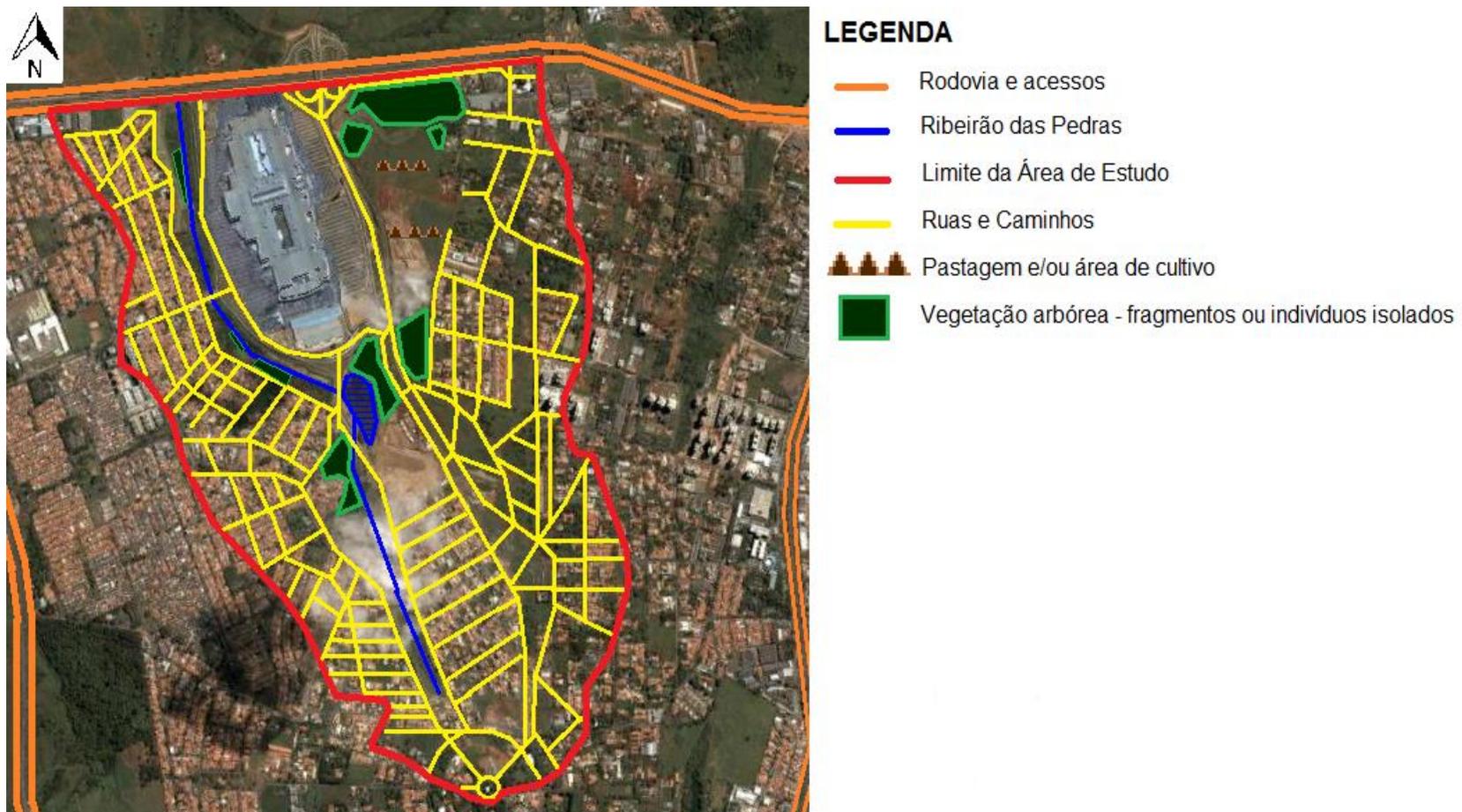
Fonte: Base Aerofotogrametria e Projetos S.A. Projeto 356, Foto 3094 - data do voo 07/08/1978, escala aproximada 1:35.000.

Figura 20. Foto aérea de 1995.



Fonte: Base Aerofotogrametria e Projetos S.A. Projeto 554, Foto 07 - data do voo Junho/1995, escala aproximada 1:25.000.

Figura 21. Imagem de satélite de 2002.



Fonte: Google Earth, data da imagem 5/04/2002.

Figura 22. Imagem de satélite de 2012.



Fonte: Google Earth, data da imagem 23/12/2012.

4.4.2 - DEMOGRAFIA

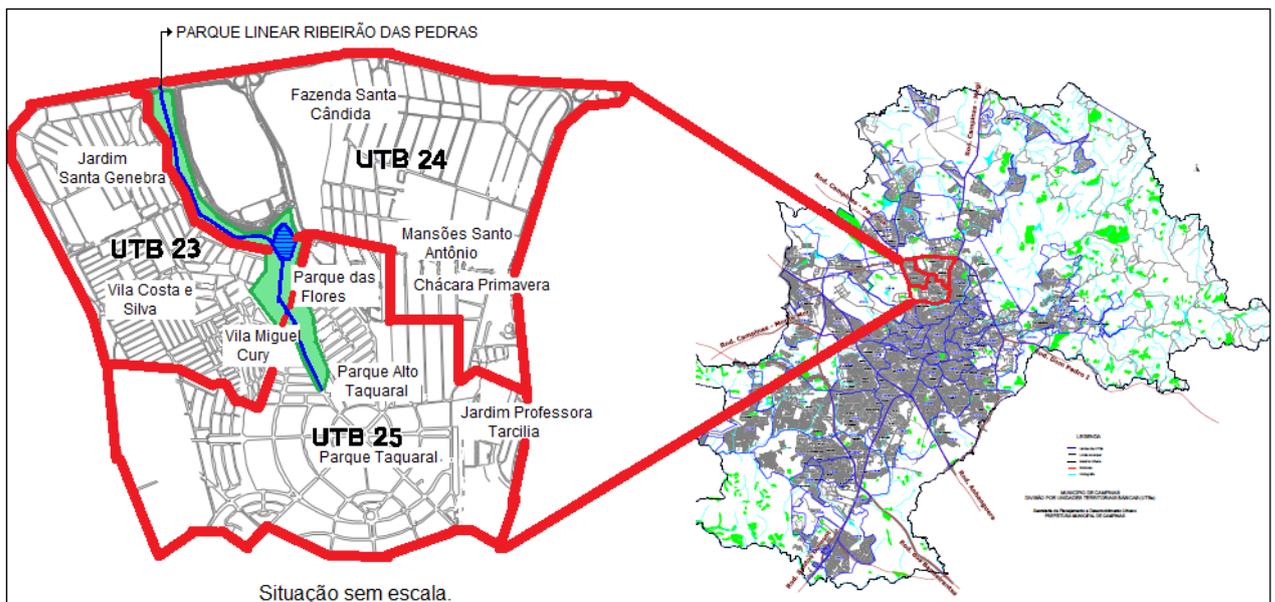
O trecho entre a nascente do ribeirão das Pedras e a rodovia Dom Pedro I/SP-65, que corresponde à área de estudo, abrange três unidades territoriais básicas (UTB) do município de Campinas. São elas:

- ✓ **UTB 23:** formada pelos bairros Jardim Santa Genebra, Vila Costa e Silva e parte do bairro Vila Miguel Cury;
- ✓ **UTB 24:** formada pelos bairros Fazenda Santa Cândida, Mansões Santo Antônio e Chácara Primavera;
- ✓ **UTB 25:** formada pelos bairros Parque Alto Taquaral, Parque Taquaral, Parque das Flores, Jardim Professora Tarcília e parte do bairro Vila Miguel Cury.

As UTBs foram criadas pela Lei Complementar nº04 de 1996, que estabeleceu o Plano Diretor do município de Campinas para facilitar o ordenamento territorial da cidade. Cada UTB corresponde a um conjunto de loteamentos (bairros) que tenham semelhanças entre si e, normalmente são delimitadas por barreiras físicas como uma avenida, linha férrea, rodovia, rio, entre outros.

A Figura 23 apresenta a localização dessas UTBs no município de Campinas/SP.

Figura 23. Localização das UTBs que formam a área de estudo no município de Campinas/SP.



Fonte: Adaptado de CAMPINAS, 2010.

São apresentados nas Tabelas 2, 3 e 4 os dados demográficos de cada uma das unidades territoriais básicas.

De acordo com a Tabela 2 a UTB 23 é a mais populosa e com o maior número de domicílios permanentes, apesar de ser a menor em área.

Tabela 2. Total da população residente em domicílio particular permanente, divisão por UTB.

UTB	Área (km ²)	População residente	Domicílios particulares permanentes	hab/domicílio (Médio)	Densidade populacional (hab/km ²)
23	2,35	13.551	4.420	3,07	5751,2
24	3,83	11.349	4.395	2,58	2963,27
25	3,90	12.247	4.023	3,05	3140,74

Fonte: Prefeitura Municipal de Campinas, disponível em <http://www.campinas.sp.gov.br/governo/seplama/publicacoes/censo-2010.php>, acesso em 29/12/2016.

A Tabela 3 mostra a população total de cada uma das UTBs e suas taxas de crescimento entre os anos 1970 e 2010. Apesar de mais populosa a UTB 23 teve taxas negativas de crescimento da população entre as décadas de 1991 e 2010. Já a UTB 24 em 1970 era a menos populosa (1.269 habitantes), mas nas décadas seguintes apresentou as maiores taxas de crescimento, principalmente entre as décadas 1991/2000 (7,86% por ano).

Tabela 3. Evolução da população residente por UTB e taxa de crescimento (%/ano).

UTB	População		Taxa de crescimento o 1970-1980	Populaã o 1991	Taxa de crescimento o 1980/1991	Populaã o 2000	Taxa de crescimento o 1991/2000	Populaã o 2010	Taxa de crescimento o 2000/2010
	1970	1980							
23	8.270	13.476	05	15.714	1,41	14.444	-0,93	13.551	-0,64
24	1.269	2.624	7,54	3.285	2,06	6.492	7,86	11.349	5,74
25	2.775	7.924	11,09	8.539	0,66	8.924	0,49	12.274	3,24

Fonte: Prefeitura Municipal de Campinas, disponível em <http://www.campinas.sp.gov.br/governo/seplama/publicacoes/censo-2010.php>, acesso em 29/12/2016.

A Tabela 4 aponta as características quanto à distribuição por sexo da população nos três setores sendo as mulheres a maioria nas três UTBs. Com relação ao número de habitantes por faixa etária temos a seguinte distribuição: UTB 23, faixa etária mais populosa de 25 a 29

anos (1.336 habitantes); UTB 24, faixa etária mais populosa de 30 a 34 anos (1.714 habitantes); e UTB 25, faixa etária mais populosa de 35 a 39 anos (1.063 habitantes) (IBGE - Censo Demográfico 2010).

Tabela 4. População por sexo (2010).

UTB	Sexo Feminino	Sexo Masculino	População total
23	7.223	6.328	13.551
24	5.748	5.601	11.349
25	6.406	5.868	12.274

Fonte: IBGE - Censo Demográfico 2010.

Com relação ao tipo de moradia predominam as casas nas UTB 23 (3.664 unidades) e UTB 25 (2.643 unidades), e os apartamentos na UTB 24 (3.197 unidades) (IBGE - Censo Demográfico 2010). De acordo com as pesquisas todos os domicílios das UTBs selecionadas apresentam algum tipo de abastecimento de água, sendo que a maioria recebe água encanada; têm coleta de lixo; esgotamento sanitário; e energia elétrica.

Com relação a distribuição de renda, as UTBs 24 e 25 apresentam uma situação financeira mais favorável. Nessas unidades o número de pessoas que ganham entre cinco e dez salários mínimos é o maior dentre as outras faixas salariais, são 2.348 na UTB 24 e 1.916 na UTB 25. Já na UTB 23 a maioria dos habitantes ganha entre um e dois salários mínimos (IBGE - Censo Demográfico, 2010).

Além da população residente, milhares de pessoas transitam diariamente pelas ruas, avenidas e estradas que dão acesso a esse setor da sub-bacia do ribeirão das Pedras. O Parque Dom Pedro Shopping também exerce bem o seu papel de polo atrativo de consumidores.

4.4.3 - FUNÇÃO SOCIOAMBIENTAL DO PARQUE LINEAR RIBEIRÃO DAS PEDRAS

O Parque Linear ribeirão das Pedras é um projeto desenvolvido pela Prefeitura de Campinas em parceria com universidades, sociedade civil, iniciativa privada e Ministério Público. Parte do projeto foi concluído em 1999, outro trecho em 2002, e possibilitou a recuperação das matas ciliares e a formação de um parque linear com 10 km de extensão, atravessando 23 bairros.

Em documento publicado pelo 2º Prêmio FGV-EASP de Responsabilidade Social no Varejo (FGV-EASP, 2004) o Parque Dom Pedro Shopping figura como um dos finalistas na categoria Shopping Center. O empreendimento concorreu ao prêmio com seu sistema de gestão ambiental, que entre outras medidas construiu uma estação de tratamento de efluentes e plantou aproximadamente 25 mil mudas nativas ao longo do trecho do ribeirão que é o objeto de estudo deste trabalho.

O Parque Dom Pedro Shopping foi construído e é administrado pelas empresas europeias Sonae Imobiliária e Sonae Enplanta, respectivamente. Inaugurado em 19 de março de 2002 em Campinas/SP, o empreendimento conta com uma estação de tratamento de efluentes, onde o esgoto gerado pelo shopping é tratado. Com capacidade para tratar até dois mil metros cúbicos/dia Esse processo possibilita a reutilização de dois terços do volume diário de água: na rega de plantas, nos vasos sanitários, no ar condicionado e na limpeza dos pisos. O restante é lançado no ribeirão das Pedras com mais de 95% de eficiências de tratamento.

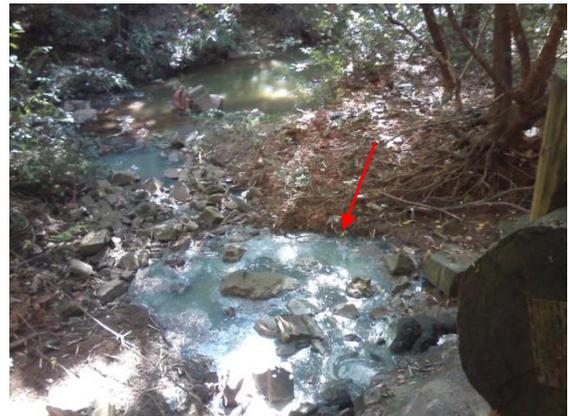
Apesar do exposto, durante o trabalho de campo em 11 de abril de 2015, foi possível verificar o descarte de efluentes no ribeirão com forte odor e coloração esbranquiçada (Figuras 24 e 25). Durante os trabalhos de campo para execução das trincheiras nos Setores B e C o odor da água do rio era bastante forte.

Figura 24. Escada hidráulica para transporte dos efluentes do shopping para o ribeirão das Pedras.



Fonte: Arquivo pessoal (11/04/2015).

Figura 25. Leito do ribeirão às margens da escada hidráulica, notar a cor esbranquiçada da água.



Fonte: Arquivo pessoal (11/04/2015).

A recuperação da vegetação ciliar do ribeirão das Pedras ao redor do Parque Dom Pedro Shopping foi uma ação conjunta com a Secretaria Municipal de Planejamento e Meio Ambiente da Prefeitura de Campinas. Foram plantadas ao longo deste trecho do Parque Linear aproximadamente 25 mil mudas de árvores de espécies nativas, além disso, foram instaladas uma pista de caminhada/corrída e uma ciclovia com extensão de 1,3 km. O

documento ressalta que em 2003 o empreendimento investiu na manutenção do Parque Linear.

Apesar dos ganhos socioambientais com a instalação do Parque Linear ribeirão das Pedras, como: reflorestamento, conforto térmico, atração da fauna, nova opção de lazer e práticas esportivas, o que se viu durante as visitas técnicas e trabalhos de campo foi uma área abandonada, sem qualquer manutenção nos equipamentos de lazer (pista de caminhada/corrida e ciclovia); sem contenção dos processos erosivos; sem manejo da vegetação (presença de trepadeiras, crescimento de espécies exóticas); descarte irregular de lixo e entulho; e poucos frequentadores (durante os trabalhos de campo somente uma vez encontramos moradores da região usando o parque para passear com seus cães). As Figuras 26 e 27 ilustram alguns dos aspectos observados.

Figura 26. Erosão linear de talude na pista de caminhada no Setor B do Parque Linear ribeirão das Pedras.



Fonte: Arquivo pessoal (30/10/2015).

Figura 27. Estado de conservação da trilha, notar a falta de guarda-corpo na ponte à esquerda.



Fonte: Arquivo pessoal (11/04/2015).

4.5 - ORGANIZAÇÃO DOS DADOS

A fase de levantamento de dados envolveu a coleta de dados bibliográficos sobre Antropossolos, Solos Urbanos, Depósitos Tecnogênicos e Tecnossolos e dados específicos sobre a área em estudo.

Foram levantados dados sobre a geologia, pedologia, geomorfologia e ciclo hidrológico local; dados do meio biótico incluindo a cobertura vegetal e possível interferência da fauna local; e dados do meio socioeconômico relacionados principalmente a expansão urbana, canalização de cursos d'água, histórico de uso e ocupação do solo, impermeabilização do solo e recuperação ambiental.

Os mapas e os perfis de solo foram elaborados a partir de bases cartográficas existentes com o auxílio do programa AutoCAD versão 2012.

4.6 - RECONHECIMENTO DA ÁREA

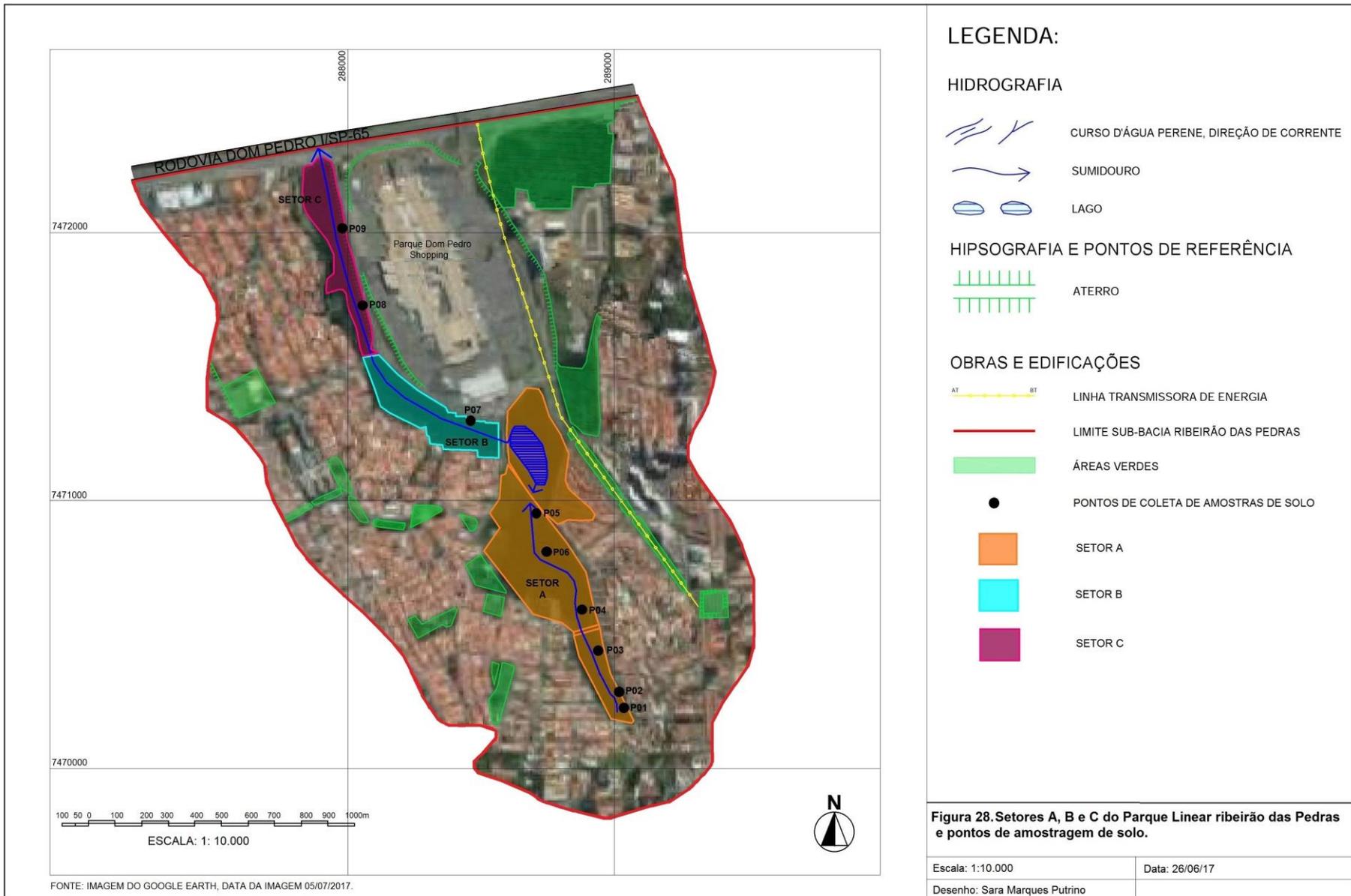
Em 19 de março de 2015 foi realizado o campo de reconhecimento com a participação do orientador deste projeto, Prof. Dr. Francisco Sérgio Bernardes Ladeira, onde foi estabelecido o trecho entre a nascente e a Rodovia Dom Pedro I (SP-65) do Parque Linear ribeirão das Pedras como área de estudo.

Em 19 de agosto de 2015, foi realizado o campo para definição dos pontos de interesse para a abertura das trincheiras e coleta de amostras de solo para análise (Figura 28).

A metodologia adotada foi o caminhamento por toda a extensão do Parque Linear ribeirão das Pedras, identificando processos naturais e sociais. Todos os pontos estão localizados na margem direita do ribeirão das Pedras, alguns aspectos foram considerados para essa escolha: uso e ocupação na margem esquerda do ribeirão (residências, centro de saúde, campo de futebol, cultivo de hortaliças), acesso, e prevenção de acidentes durante a execução dos trabalhos.

Para melhor entendimento a área em estudo foi dividida em três setores: Setor A, Setor B e Setor C (Figura 28). A Figura 28 mostra também a localização de cada um dos pontos amostrados.

No Setor A, próximo a nascente do ribeirão das Pedras, o uso e ocupação do entorno é predominantemente residencial (Figura 29). Nos Setores B (Figura 30) e C (Figura 31) foram identificados diferentes usos do solo: comercial, residencial, cultivo de hortaliças, Esporte Clube Alvorecer, base da Polícia Militar, entre outros. O Setor C apresenta elementos voltados para o uso cultural e social do Parque, são três pontes e uma pista de caminhada mal conservada - foram identificadas duas voçorocas e muita vegetação rasteira.



FONTE: IMAGEM DO GOOGLE EARTH, DATA DA IMAGEM 05/07/2017.

Figura 29. Setor A - da nascente até a lagoa do Jardim Santa Genebra (entre a Rua Manoel Pereira Barbosa, Rua João Francisco Lisboa e Avenida Wagner Sâmara).



Fonte: Adaptado do Google Earth, data da imagem 23/07/2015.

1 - Centro Corsini - abrigo de alta complexidade para crianças e adolescentes.



Fonte: Arquivo pessoal 17/12/2016.

2 - Residências no entorno do ribeirão das Pedras.



Fonte: Arquivo pessoal 11/04/2015.

3 - Nascente canalizada do ribeirão das Pedras.



Fonte: Arquivo pessoal 02/10//2015.

Figura 30. Setor B - Ao longo da Avenida Wagner Sâmara até a lagoa do Jardim Santa Genebra.



Fonte: Adaptado do Google Earth, data da imagem 23/07/2015.

1 - Residências e cultivo de hortaliças e frutas.



Fonte: Arquivo pessoal 17/12/2016.

2 - Esporte Clube Alvorecer.



Fonte: Arquivo pessoal 17/12/2016.

3 - Trilha no Parque Linear ribeirão das Pedras.



Fonte: Arquivo pessoal 11/04/2015.

Figura 31. Setor C - Ao longo da Avenida Wagner Sâmara, da Rua dos Aimorés até a Rodovia Dom Pedro I/SP-65.



Fonte: Adaptado do Google Earth, data da imagem 23/07/2015.

1 - 8º Batalhão da Polícia Militar do Interior 2ª Cia.



Fonte: Arquivo pessoal 17/12/2016.

2 - Vista do leito do ribeirão das Pedras a partir da trilha do Parque Linear.



Fonte: Arquivo pessoal 11/04/2015.

3- Residências e cultivo de hortaliças e frutas



Fonte: Arquivo pessoal 17/12/2016.

4.7 - COLETA E CARACTERIZAÇÃO DE AMOSTRAS DE SOLO

A coleta e caracterização de amostras de solo seguiram a metodologia contida no Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (SANTOS *et al.*, 2013). De acordo com esse manual, as descrições dos perfis de solo devem ser feitas durante os trabalhos de campo, incluindo a identificação dos horizontes e as descrições de suas características morfológicas: espessura, cor, textura, estrutura, consistência, transição entre horizontes, entre outras características.

Foram escavadas trincheiras com o auxílio de pás, picaretas e enxadas. As dimensões da trincheira devem ser adequadas para que uma pessoa faça a coleta das amostras de cada um dos horizontes e a profundidade, se possível, atinja o material originário ou nível d'água (SANTOS *et al.*, 2013). Pelo menos uma das faces verticais da trincheira deve ser lisa e bem iluminada, a fim de exibir claramente o perfil.

Perfis de solo em cortes de estrada ou em voçorocas de sulcos de erosão também podem ser analisados da mesma maneira que perfis escavados de trincheiras.

Após a escavação da trincheira procede-se, então, o exame do perfil, iniciando-se pela separação dos horizontes e camadas. Os horizontes são diferenciados basicamente em função das características morfológicas, presença de materiais antrópicos, matéria orgânica, odor, embora, dados analíticos sejam usados para ajustes posteriores. Cada um dos horizontes ou camadas deve ser descrito separadamente (SANTOS *et al.*, 2013).

Assim que a descrição do perfil é concluída pode-se iniciar a etapa de coleta de amostras deformadas dos horizontes ou camadas. Essas amostras são enviadas em pequenos sacos ao laboratório para serem submetidas a análises físicas, químicas e mineralógicas.

Durante a tomada de amostras, devem ser descartadas as porções que não forem típicas do horizonte, ou seja, estão nos limites entre horizontes adjacentes. A ordem da coleta de amostras deve ser dos horizontes inferiores para os superiores, na quantidade aproximada de 2 kg (SANTOS *et al.*, 2013), utilizando uma faca ou espátula.

Este capítulo descreve os trabalhos de campo para a escavação de cada uma das trincheiras, aspectos gerais do entorno de cada ponto e a coleta de amostras de solo. As informações foram organizadas por setores.

4.7.1 - SETOR A

4.7.1.1 - Ponto 01 (P01)

A trincheira do Ponto 01 (P01) foi escavada na manhã do dia 17 de setembro de 2015. Localiza-se a montante da nascente canalizada do ribeirão das Pedras (Figura 28). É uma área coberta por vegetação arbórea desenvolvida, o uso e ocupação do entorno é predominantemente residencial.

Figura 32. Vegetação no entorno do P01.



Fonte: Arquivo pessoal 17/09/2015.

Figura 33. Início da escavação do P01, notar a camada de serapilheira.



Fonte: Arquivo pessoal 17/09/2015.

Figura 34. Definição dos horizontes de solo no perfil da trincheira P01.



Fonte: Arquivo pessoal 17/09/2015.

Figura 35. Após a descrição do perfil e retirada de amostras deformadas, a trincheira é coberta com o próprio material escavado.



Fonte: Arquivo pessoal 17/09/2015.

4.7.1.2 - Ponto 02 (P02) e Ponto 03 (P03)

As trincheiras dos pontos P02 e P03 foram escavadas no dia 02 de outubro de 2015.

O P02 localiza-se à jusante da nascente do ribeirão (Figura 28), está a uma distância aproximada de 15 metros do leito do ribeirão e em área coberta por vegetação arbórea e rasteira (capim).

O P03 localiza-se à jusante da P02 (Figura 28), está a uma distância aproximada de 7 metros do leito do ribeirão e em área coberta por vegetação arbórea e gramínea.

Figura 36. Início da escavação do P02.



Fonte: Arquivo pessoal 02/10/2015.

Figura 37. Trincheira P02 escavada até o nível do lençol freático local.



Fonte: Arquivo pessoal 02/10/2015.

Figura 38. Início da escavação do P03.



Fonte: Arquivo pessoal 02/10/2015.

Figura 39. Leito do ribeirão das Pedras nas proximidades do P03, notar a coloração esbranquiçada da água.



Fonte: Arquivo pessoal 02/10/2015.

4.7.1.3 - Ponto 04 (P04), Ponto 05 (P05) e Ponto 06 (P06)

As amostras de solo dos pontos P04, P05 e P06 foram coletadas no dia 24 de outubro de 2015.

O P04 encontra-se à jusante do P03 (Figura 28) em área coberta por gramíneas e vegetação arbórea. Durante a escavação do P04 foi identificado um indivíduo da espécie *Galesia integrifolia* (Pau d'alto) através de sua raiz que exala um forte odor de alho. Essa é uma espécie pioneira, de rápido crescimento, endêmica e nativa do Brasil adaptada a diversos biomas: Mata Atlântica, Floresta Amazônica, Cerrado e Caatinga (Nossas Árvores, 2017).

O P05 encontra-se à jusante do P04 (Figura 28), distante 2,5 metros do leito do ribeirão e próximo à barragem que passa por baixo da Rua Manoel Pereira Barbosa e forma a lagoa do Jardim Santa Genebra. Quanto às condições ambientais, o P05 estava em área coberta por fina camada de serapilheira, presença de muitos resíduos (entulho e doméstico) e forte odor.

O ponto P06 corresponde a um talude que equivale a vertente da margem direita do ribeirão das Pedras durante o período de cheias (Figura 28). Estava distante 1,7 metro do leito do ribeirão na data do campo.

Figura 40. Início da escavação do P04.



Fonte: Arquivo pessoal 24/10/2015.

Figura 41. Tradagem com trado manual no P04.



Fonte: Arquivo pessoal 24/10/2015.

Figura 42. Início da escavação do P05.



Fonte: Arquivo pessoal 24/10/2015.

Figura 43. Leito do ribeirão das Pedras nas proximidades da P05.



Fonte: Arquivo pessoal 24/10/2015.

Figura 44. Perfil do P05 destaca-se o vaso cerâmico à esquerda da imagem.



Fonte: Arquivo pessoal 24/10/2015.

Figura 45. Talude P06.



Fonte: Arquivo pessoal 24/10/2015.

Figura 46. Leito do ribeirão das Pedras nas proximidades do P06, notar a quantidade e dimensão dos materiais antropogênicos carregados pelo rio.



Fonte: Arquivo pessoal 24/10/2015.

4.7.2 - SETOR B

4.7.2.1 - Ponto 07 (P07)

O ponto P07 corresponde a um perfil de solo fruto de uma erosão linear de talude. Está localizado no início da pista de caminhada no Setor B do Parque Linear (Figura 28), sua posição indica que os sedimentos erodidos foram carregados para o leito do ribeirão. A análise do perfil e a coleta de amostras do ponto P07 foram realizadas durante trabalho de campo em 30 de outubro de 2015.

Figura 47. Limpeza e descrição do perfil do ponto P07 na trilha do Parque Linear.



Fonte: Arquivo pessoal 30/10/2015.

Figura 48. Perfil de solo do P07: na porção superior e de cor mais avermelhada foi encontrado fragmentos de concreto, cimento, tijolo, etc. de dimensões centimétricas.



Fonte: Arquivo pessoal 30/10/2015.

4.7.3 - SETOR C

4.7.3.1 - Ponto 08 (P08) e Ponto 09 (P09)

O ponto P08 localiza-se a uma distância aproximada de 2 metros do leito do ribeirão das Pedras no Setor C do Parque Linear (Figura 28) em área coberta por vegetação arbórea.

O P09 localiza-se no Setor C do Parque Linear próximo a extremidade norte da trilha, é o ponto mais distante da nascente e mais próximo da Rodovia Dom Pedro I /SP-65 (Figura 28). Encontra-se em área coberta por vegetação arbórea.

Figura 49. Início escavação da trincheira P08 às margens do ribeirão das Pedras.



Fonte: Arquivo pessoal 30/10/2015.

Figura 50. Perfil de solo do ponto P08.



Fonte: Arquivo pessoal 30/10/2015.

Figura 51. Início escavação da trincheira P09.



Fonte: Arquivo pessoal 30/10/2015.

Figura 52. Leito do ribeirão das Pedras nas proximidades do P09, notar a quantidade e dimensão dos materiais antropogênicos presentes.



Fonte: Arquivo pessoal 30/10/2015.

4.7.4 - NOMENCLATURA DE HORIZONTES DO SOLO

Os solos normalmente possuem várias “camadas” sobrepostas, designadas por horizontes. Segundo o *Soil Survey Manual* (1993) os horizontes são camadas de solo de constituição mineral ou orgânica, aproximadamente paralelas à superfície, que sofreram a atuação dos processos físicos, químicos e biológicos responsáveis pela formação do solo, podem distinguir-se entre si através de determinadas propriedades, como a cor, textura, estrutura, consistência, porosidade, nódulos e concreções minerais, etc.

Para a designação dos horizontes e camadas do solo, usam-se letras minúsculas, maiúsculas e números arábicos. As letras minúsculas são usadas como sufixos para qualificar distinções específicas dos horizontes ou camadas principais, enquanto as maiúsculas são

usadas para designar horizontes ou camadas principais, horizontes transicionais ou combinações destes.

Os números arábicos indicam a sequência de “camadas” sobrepostas em profundidade no perfil de solo. Podem ser usados antes ou depois das letras maiúsculas e minúsculas, com diferentes significados (IBGE, 2007):

- ✓ Prefixos numéricos são usados para indicar descontinuidade litológica ou do material de origem (Ex: 1A, 2A, 2C, 2Cg, etc.);
- ✓ Sufixos numéricos são usados para subdivisão de horizontes principais em profundidade (Ex: A1, A2, Bt1, Bt2, etc). A divisão é feita a partir da parte superior do horizonte, de forma sucessiva, sendo o símbolo numérico colocado após todas as letras usadas para designar o horizonte.

Uma vez descritas as características morfológicas dos horizontes ou camadas, procede-se a sua identificação e nomenclatura (SANTOS *et al.*, 2013). Os horizontes principais, designados pelas letras maiúsculas são (IBGE, 2007):

- ✓ **O** - Horizonte ou camada superficial de cobertura, de constituição orgânica, sobreposto a alguns solos minerais, podendo estar ocasionalmente saturado com água.
- ✓ **H** - Horizonte ou camada de constituição orgânica, superficial ou não, composto de resíduos orgânicos acumulados ou em acumulação sob condições de prolongada estagnação de água, salvo se artificialmente drenado.
- ✓ **A** - Horizonte mineral, superficial ou em sequência a horizonte ou camada O ou H, de concentração de matéria orgânica decomposta e perda ou decomposição principalmente de componentes minerais (Ferro, Alumínio e argila).
- ✓ **E** - Horizonte mineral, cuja característica principal é a perda de argilas silicatadas, óxidos de ferro e alumínio, ou matéria orgânica, individualmente ou em conjunto, com resultante concentração residual de areia e silte constituídos de quartzo ou outros minerais resistentes e/ou resultante descoramento.
- ✓ **B** - Horizonte subsuperficial de acumulação de argila, Ferro, Alumínio, Silício, húmus, Carbonato de Cálcio (CaCO_3), Sulfato de Cálcio (CaSO_4), ou de perda de CaCO_3 , ou de acumulação de sesquióxidos; ou com bom desenvolvimento estrutural.
- ✓ **C** - Horizonte ou camada mineral de material inconsolidado sob o solum (conjunto dos horizontes A e B), relativamente pouco afetado por processos pedogenéticos, a partir do qual o solum pode ou não ter se formado, sem ou com pouca expressão de propriedades identificadoras de qualquer outro horizonte principal.

- ✓ **F** - Horizonte ou camada de material mineral consolidada sob A, E ou B, rico em Ferro e/ou Alumínio e pobre em matéria orgânica, proveniente do endurecimento irreversível da plintita, ou originado de formas de concentração possivelmente não derivadas de plintita, inclusive promovidas por translocação lateral de Ferro e/ou Alumínio.
- ✓ **R** - Camada mineral de material consolidado, que constitui substrato rochoso contínuo ou praticamente contínuo, a não ser pelas poucas e estreitas fendas que pode apresentar.

Existem ainda os horizontes transicionais, que são horizontes miscigenados, nos quais as propriedades de dois horizontes principais se associam conjuntamente em fusão, evidenciando coexistência de propriedades comuns a ambos (SANTOS *et al.*, 2013). Exemplos desses horizontes são: AO, AH, AB, BA, AC, EB, BC, etc. (IBGE, 2007).

4.8 - ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS AMOSTRAS DE SOLO

As amostras de solo passaram pelas análises de rotina para solos, tais como:

- ✓ Análise granulométrica a partir do método da pipeta e peneiramento;
- ✓ Análise química em laboratório creditado para quantificação de macronutrientes, percentagem de matéria orgânica, complexo adsorvente, capacidade de troca catiônica, saturação por bases e pH;
- ✓ Análise química por espectrometria de fluorescência de raios X. A espectrometria de fluorescência de raios-X é uma técnica não destrutiva que permite identificar os elementos presentes em uma amostra (análise qualitativa) assim como estabelecer a proporção (concentração) em que cada elemento se encontra presente na amostra.

4.8.1 - GRANULOMETRIA

As análises granulométricas das amostras foram realizadas no Laboratório de Solos da Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp durante os dias 23, 24 e 25 de fevereiro de 2016. Todos os procedimentos, desde a preparação das amostras até a obtenção dos resultados foram acompanhados pela técnica do laboratório Célia Panzarim Gonçalves. O Anexo 01 apresenta a tabela de cálculos e a tabela de resultados fornecido pelo Laboratório de Solos da Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp.

A granulometria de um solo é o estudo da distribuição das partículas por tamanho. A análise granulométrica de solos é realizada por peneiramento ou por uma combinação de

peneiramento e sedimentação. Sendo assim, o ensaio de granulometria é utilizado para determinar a percentagem em peso que cada faixa específica de tamanho de grãos representa na massa seca total utilizada para o ensaio. Nesta pesquisa adotou-se a escala granulométrica definida pelo Soil Survey Manual publicado pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 1951).

Os procedimentos para determinação das frações das amostras de solo seguiram o Método da Pipeta do Instituto Agrônomo de Campinas (CAMARGO *et al.*, 2009).

4.8.2 - ANÁLISES QUÍMICAS: MACRONUTRIENTES E COMPLEXO ADSORVENTE

As análises químicas das amostras de solo foram realizadas no laboratório Unithal em Campinas/SP conforme a metodologia para análises químicas de solo definidas por Camargo *et al.* (2009). Os seguintes parâmetros foram avaliados:

- ✓ Macronutrientes: são indispensáveis para o crescimento das plantas e sua deficiência gera sintomas visíveis. São representados pelos elementos Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S);
- ✓ Percentagem de matéria orgânica;
- ✓ pH;
- ✓ Saturação por bases;
- ✓ CTC: capacidade que os colóides do solo possuem para reter cátions em sua superfície na forma trocável, que depende da quantidade de cargas negativas presentes.

Apesar dos resultados das análises químicas serem voltados para a agricultura, indicando qualidades e deficiências do solo para o cultivo, algumas relações podem ser estabelecidas, como por exemplo: índices altos de fósforo podem indicar contaminação por esgoto; concentrações de cálcio e magnésio podem indicar decomposição de materiais da construção civil. Como a área é de reflorestamento, essas análises também permitem definir a fertilidade química do solo.

O Anexo 02 apresenta os laudos das análises químicas das amostras de solo fornecidos pelo laboratório Unithal.

4.8.3 - ANÁLISES QUÍMICAS: ESPECTROMETRIA DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X

As análises de espectrometria de fluorescência de raios-X foram executadas no Laboratório de Geoquímica Analítica do Instituto de Geociências da Unicamp utilizando o Espectrômetro de Fluorescência de Raios-X Philips, PW2404 fabricado na Holanda. Os óxidos dos elementos maiores e menores foram determinados nos discos de vidro e os elementos traço nas pastilhas prensadas, com pequenas modificações no procedimento descrito por Vendemiatto & Enzweiler (2001). Essa técnica permite análises da composição química dos solos.

O Anexo 03 apresenta os laudos das análises químicas de espectrometria de fluorescência de raios-X fornecidos pelo Laboratório de Geoquímica Analítica do Instituto de Geociências da Unicamp.

4.8.4 - VALORES ORIENTADORES DE QUALIDADE

Os resultados obtidos com as análises de espectrometria de fluorescência de raios-X das amostras de solo foram comparados com a Lista de valores orientadores para solo e águas subterrâneas no Estado de São Paulo (CETESB, 2016) buscando relações entre os artefatos encontrados nos perfis e a qualidade dos solos.

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) estabeleceu para substâncias inorgânicas de interesse ambiental que ocorrem naturalmente no solo, valores de referência de qualidade em função das suas concentrações naturais, levando-se em conta as propriedades do solo (CETESB, 2001).

Os elementos mais comuns na lista de metais classificados como poluentes do ar, água, solo, alimentos e forragens são: Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Molibdênio (Mo), Zinco (Zn), Cobalto (Co), Níquel (Ni), Vanádio (V), Alumínio (Al), Prata (Ag), Cádmio (Cd), Cromo (Cr), Mercúrio (Mg) e Chumbo (Pb) (MALAVOLTA, 1994).

A CETESB definiu três níveis de valores orientadores de qualidade para solos e águas subterrâneas (CETESB, 2001):

- ✓ *Valor de Referência de Qualidade (VRQ)*: indica o nível de qualidade para um solo considerado limpo ou a qualidade natural das águas subterrâneas;
- ✓ *Valor de Prevenção (VP)*: indica uma possível alteração da qualidade natural dos solos e águas subterrâneas, com caráter preventivo e quando excedido, requer monitoramento, identificação das fontes de poluição e seu controle;

- ✓ *Valor de Intervenção (VI)*: indica o limite de contaminação acima do qual, existe risco potencial para a saúde humana, havendo necessidade de uma ação imediata na área, a qual inclui uma investigação detalhada e a adoção de medidas emergenciais, visando a minimização das vias de exposição como a restrição do acesso de pessoas à área e suspensão do consumo de água subterrânea. Foi derivado com base em modelagem matemática de avaliação de risco

Informações acerca do uso e ocupação do solo e tipos de exposição (direta ou indireta) são consideradas na determinação dos valores. São três os tipos de uso e ocupação: agrícola, residencial e industrial. Para os solos são considerados os meios de exposição direta: ingestão, inalação de particulado e contato dérmico (CETESB, 2016).

A Tabela 5 exhibe os elementos analisados neste trabalho, os valores de referência, valores de prevenção, valores de intervenção e os artefatos onde podem ser encontrados.

Tabela 5. Lista de Valores orientadores para solo no Estado de São Paulo e principais artefatos onde esses elementos são encontrados.

Substância	Solo ($\mu\text{g/g}$ peso seco)					Principais artefatos
	Valor de Referência de Qualidade (VRQ)	Valor de Prevenção (VP)	Valor de Intervenção (VI)			
			Agrícola	Residencial	Industrial	
Bário	75	120	500	1.300	7.300	Estabilizantes do PVC, vidros, soldas, tintas brancas, tapetes, carpetes, pneus, papéis especiais, cerâmica, couro.
Chumbo	17	72	150	240	4.400	Tintas, vernizes, esmaltes, ligas metálicas, cerâmica, plástico, borracha, soldas, cabos elétricos, resíduos eletrônicos (ex: baterias automotivas).
Cobre	35	60	760	2.100	10.000	Tubulações hidráulicas e de gás, conectores elétricos, pintura de madeiras e aços, radiadores, freios de automóveis, rolamentos.
Cromo Total	40	75	150	300	400	Tijolos refratários, resistências elétricas, couros, ligas metálicas (ex: aço inoxidável), pigmentos amarelos.
Níquel	13	30	190	480	3.800	Pigmentos (esmaltes, vidros e cerâmicas), aço inoxidável, óleos de motores, alumínio, plásticos, baterias e materiais eletrônicos.
Vanádio	275	-	-	-	-	Ligas de ferro, aços resistentes e materiais cerâmicos.
Zinco	60	86	1.900	7.000	10.000	Estruturas de aço galvanizadas, cerâmica, borracha, tintas, vernizes, dobradiças, pisos, pneus, mangueiras, cabos de aço, vergalhões, pilhas, baterias.

- Valor não quantificado.

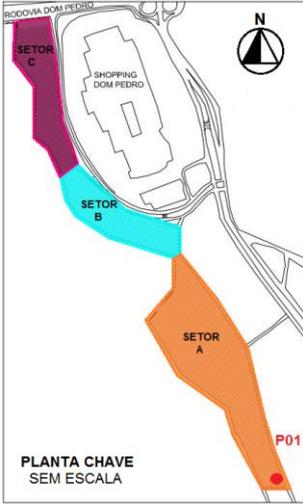
Fonte: CETESB (2016).

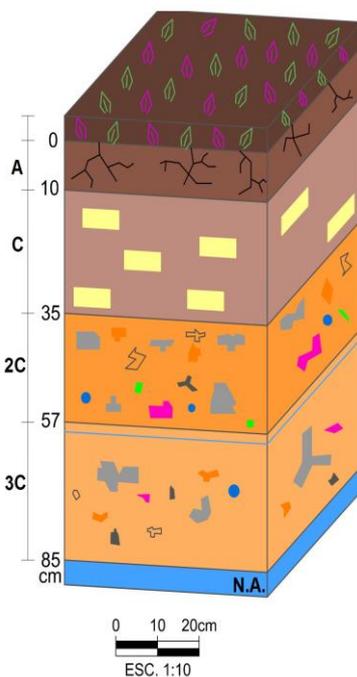
5 - RESULTADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo apresenta a descrição dos perfis de solo, as particularidades de cada um dos pontos amostrados, os resultados das análises laboratoriais e reflexões acerca do objeto de estudo.

5.1 - SETOR A

5.1.1 - PONTO 01 (P01)

Coordenadas: 23K 0288980 7470212	Data do campo: 17/09/15	Classificação do solo (WRB, 2014): Tecnossolo Urbano
<p>Perfil de solo do P01:</p> 	<p>Localização:</p> 	<p>Exemplos de artefatos encontrados:</p>  <p>Legenda: 1- Tijolo, 2- Granito, 3- Concreto, 4- Borracha, 5- Revestimento cerâmico, 6 - Plástico, 7- Pixe.</p>



Camada de serapilheira com espessura de 05 cm.

A (0-10 cm): coloração bruno escuro (cor 7.5R 3/6), textura franco argilo arenosa, estrutura em blocos subangulares mal desenvolvidos, dura, friável, plástico, pegajoso, muitos artefatos (plástico, isopor, fragmentos de tijolo), intensa atividade biológica (raízes e anêlidos - as minhocas habitam porções úmidas e com alta concentração de matéria orgânica do solo), limite claro.

Cg (10-35 cm): coloração vermelho-amarelado mosqueado *glei* (cores 7.5R 4/8 e 5YR 5/8), textura franco argilosa, sem estrutura, macia, friável, plástico, pegajoso, poucos artefatos (plástico), limite claro.

2C (35-57 cm): coloração bruno (cor 7.5 R 3/6), textura franco argilo arenosa, sem estrutura, ligeiramente duro, firme, pouco plástica, pouco pegajoso, muitos artefatos (isopor, fragmentos de cerâmica, vidro, tijolo, concreto, pixe, borracha, granito), fragmentos de basalto (que podem ou não ser *in situ*), apresenta hidromorfia, limite pouco claro.

3C (57-85 cm): coloração bruno avermelhado (cor 2.5YR 4/8), textura argila arenosa, sem estrutura, ligeiramente duro, firme, plástico, pouco pegajoso, muitos artefatos (isopor, borracha, plástico, fragmentos de tijolo, cerâmica e concreto).

Os resultados das análises granulométricas do P01 são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Resultados das análises granulométricas do P01.

Amostra P01	AREIA (Diâmetro em milímetros)						ARGILA <0,002m m	SILTE 0,05- 0,002mm	Artefatos
	Muito Gross a 1,0-2,0	Gross a 0,5-1,0	Média 0,5- 0,25	Fina 0,25- 0,10	Muito Fina 0,10- 0,05	AREIA TOTA L			
	g/kg								
A (0 - 10 cm)	52	77	118	109	76	432	275	294	114
Cg (10 - 35 cm)	03	08	22	31	23	87	337	576	35
2C (35 - 57 cm)	34	79	164	175	129	581	232	187	136
3C (57 - 85 cm)	15	42	131	157	114	459	377	164	120

Classificação granulométrica americana USDA (1951).

A análise granulométrica das amostras de solo do P01 mostra que há um predomínio da fração areia, sobretudo as de tamanho fino e médio, no início e no fim do perfil. Tal característica é comum em áreas de várzea próximas ao leito de rios. Entretanto o horizonte Cg (10-35 cm) apresentou alta concentração de silte.

Os resultados das análises químicas (macronutrientes e complexo adsorvente) das amostras de solo do P01 são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Resultados das análises químicas do P01.

Amostra P01		A 0-10 cm	Cg 10-35 cm	2C 35-57 cm	3C 57-85 cm
MACRONUTRIENTES					
pH	CaCl ₂	7,10	7,40	7,40	7,30
	H ₂ O	7,20	8,10	8,20	8,0
	SMP	7,35	7,55	7,60	7,45
Hidrogênio + Alumínio cmol/dm ³		1,00	0,80	0,80	0,90
Alumínio cmol/dm ³		ALD	ALD	ALD	ALD
Cálcio cmol/dm ³		9,30	4,90	4,30	4,50
Magnésio cmol/dm ³		1,50	1,30	0,80	0,50
Potássio cmol/dm ³		0,25	0,20	0,24	0,20
Fósforo (Mehlich) mg/dm ³		5,0	3,0	5,0	3,0
Fósforo (Resina) mg/dm ³		9,0	5,0	8,0	5,0
Carbono g/dm ³		22,0	9,0	7,0	4,0
Matéria Orgânica %		3,80	1,50	1,20	0,70
Soma de Bases cmol/dm ³		11,05	6,40	5,34	5,20
CTC cmol/dm ³		12,05	7,20	6,14	6,10
Saturação por bases (V)		91,70	88,89	86,97	85,25
Relação Cálcio/Magnésio		6,20	3,80	5,40	9,0
COMPLEXO ADSORVENTE					
Potássio % da CTC		2,10	2,80	3,90	3,30
Cálcio % da CTC		77,20	68,10	70,00	3,80
Magnésio % da CTC		12,40	18,10	13,00	8,20
Hidrogênio % da CTC		8,30	11,10	13,00	14,80
Alumínio % da CTC		0,0	0,0	0,0	0,0

CTC: Capacidade de Troca Catiônica

ALD: Abaixo do limite detecção

As amostras de solo do ponto P01 apresentaram valores de pH de neutros para básicos, essa característica pode estar relacionada a decomposição dos resíduos da construção civil, já que muitos desses materiais apresentam caráter básico, principalmente pela presença de calcário. O cal (CaO) e a argila são os principais componentes dos materiais de construção, sendo que o calcário corresponde a 90% da matéria-prima para produção de cimento (BUENO, 2000). As concentrações de cal também podem influenciar a saturação por alumínio que esteve abaixo do limite de detecção em todos os horizontes.

As concentrações de Cálcio (Ca) e Fósforo (P) no horizonte A (0-10 cm) estão altas para solos em ambientes florestais. Bem como a porcentagem de matéria orgânica (3-6%), considerando os valores obtidos para solos argilosos brasileiros (IAC, 1997).

O caráter alcalino das amostras de solo indicam valores altos (71-90%) a muito altos (>90%) de saturação por bases (IAC, 1997). Os valores da relação cálcio/magnésio encontram-se dentro dos limites (0,5-30) que não interferem no desenvolvimento de culturas (IAC, 1997).

Os resultados das análises químicas (espectrometria de fluorescência de raios-X) das amostras de solo do P01 são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Resultados da análise de espectrometria de fluorescência de raios-X do P01.

Amostra P01	A 0-10 cm	Cg 10-35 cm	2C 35-57 cm	3C 57-85 cm	VRQ	VP
SOMA ($\mu\text{g/g}$)						
Bário (Ba)	349	331	363	65	75	120
Cério (Ce)	61	47	58	13	-	-
Cromo (Cr)	43	47	42	62	40	75
Cobre (Cu)	33	12,6	18,6	16,2	35	60
Gálio/Gases Nobres (Ga)	14	14,5	15,9	18,3	-	-
Lantânio (La)	40	43	42	16	-	-
Nióbio (Nb)	15,3	15,7	15,8	20	-	-
Neodímio (Nd)	24	32	36	<11	-	-
Níquel (Ni)	<2	<2	<2	<2	13	30
Chumbo (Pb)	47	22,6	44	12,8	17	72
Rubídio (Sc)	67	39	102	10,7	-	-
Escândio (Sc)	11	10	11	21	-	-
Estrôncio (Sr)	75	38	73	16,1	-	-
Tório (Th)	18,9	14,2	27,2	93	-	-
Vanádio (V)	94	94	93	148	275	275
Ítrio (Y)	18	25,7	15,2	17,4	-	-
Zinco (Zn)	64	26,9	71	39	60	86
Zircônio (Zr)	357	325	402	548	-	-

VRQ: Valor de Referência de Qualidade (CETESB, 2016).

VP: Valor de Prevenção (CETESB, 2016).

- Elemento não está presente na Lista de Valores orientadores para solo e águas subterrâneas do Estado de São Paulo (CETESB, 2016).

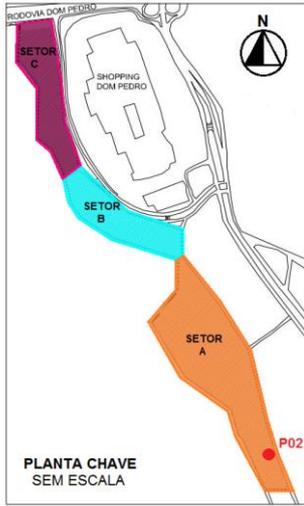
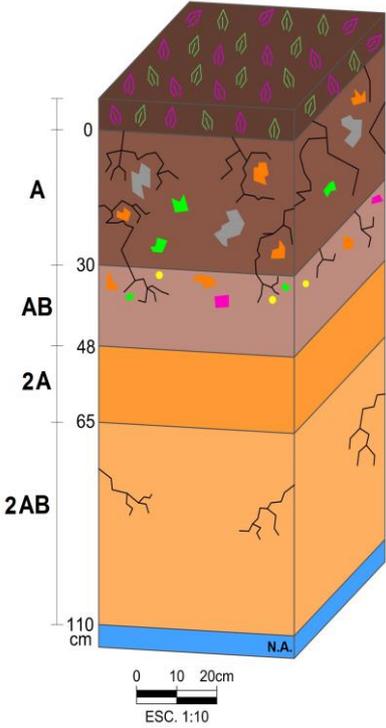
De acordo com a Lista de Valores orientadores para solo e água subterrânea do Estado de São Paulo (CETESB, 2016), alguns dos elementos analisados com a espectrometria de fluorescência de raios-X apresentaram valores acima dos estabelecidos como referência de qualidade. São eles:

- ✓ Bário (Ba) nos horizontes A, C e 2C;
- ✓ Cromo (Cr) em todos os horizontes do perfil;
- ✓ Chumbo (Pb) nos horizontes A, C e 2C;
- ✓ Zinco (Zn) nos horizontes A e 2C.

As concentrações de Bário nos horizontes A, Cg e 2C excederam em média 363,53% o valor de referência de qualidade (VRQ), e em 189,7% o valor de prevenção (VP), estabelecidos pela Lista de Valores Orientadores (CETESB, 2016).

O horizonte A apresentou a maior concentração de Chumbo, 176,4% acima do VRQ. A concentração de Zinco no horizonte 2C foi a maior, ultrapassou o VRQ em 18,3%. Já o horizonte 3C apresentou a maior concentração de Cromo, 55% acima do VRQ.

5.1.2 - PONTO 02 (P02)

<p>Coordenadas: 23K 0288956 7470247</p>	<p>Data do campo: 02/10/15</p>	<p>Classificação do solo (WRB, 2014): Tecossolo Úrbico</p>
<p>Perfil de solo do P02:</p> 	<p>Localização:</p> 	<p>Exemplos de artefatos encontrados:</p>  <p>Legenda: 1- Borracha, 2- Lona de PVC, 3- Tijolo, 4- Madeira, 5- Concreto.</p>
	<p>Camada de serapilheira com espessura de 07 cm.</p> <p>A (0-30 cm): coloração bruno escuro (cor 5R 3/4), textura franco argilo arenosa, sem estrutura, ligeiramente duro, firme, não plástico, pegajoso, muitos artefatos (tijolo, concreto, plástico, borracha, madeira), fragmentos de rocha, intensa atividade biológica, limite claro.</p> <p>AB (30-48 cm): coloração bruno avermelhado (cor 10R 4/6), textura franco argilo arenosa, sem estrutura, ligeiramente duro, firme, não plástico, ligeiramente pegajoso, artefatos (tijolo, pisos e revestimentos cerâmicos, plástico, telhas, concreto) diminuem em profundidade, atividade biológica, mosqueamento em profundidade, limite pouco claro.</p> <p>2A (48-65 cm): coloração bruno avermelhado (cor 10R 4/6), textura franco argilo arenosa, sem estrutura, ligeiramente duro, firme, não plástico, ligeiramente pegajoso, sem artefatos, diminuição do mosqueamento e aumento da umidade, limite pouco claro.</p> <p>2AB (65-110 cm): coloração bruno (cor 10R 4/4), textura franco arenosa, material sem estrutura, macia, friável, não plástica, ligeiramente pegajoso, sem artefatos, presença de raízes milimétricas.</p>	

Os resultados das análises granulométricas do P02 são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9. Resultados das análises granulométricas do P02.

Amostra P02	AREIA (Diâmetro em milímetros)						ARGILA <0,002m m	SILTE 0,05- 0,002mm	Artefatos
	Muito Grossa 1,0-2,0	Grossa 0,5-1,0	Média 0,5- 0,25	Fina 0,25- 0,10	Muito Fina 0,10- 0,05	AREIA TOTAL			
	g/kg								
A (0 - 30 cm)	28	101	185	176	101	591	241	168	120
AB (30-48 cm)	33	81	168	146	136	564	226	210	70
2A (48-65 cm)	06	54	160	212	133	565	307	128	0
2AB (65-110 cm)	24	89	207	200	154	674	131	195	0

Classificação granulométrica americana USDA (1951).

A análise granulométrica das amostras de solo do P02 mostra que há um predomínio da fração areia, sobretudo as de tamanho fino e médio, distribuídas por todo o perfil. Tal característica é comum em áreas de várzea próximas ao leito de rios.

Os resultados das análises químicas (macronutrientes e complexo adsorvente) das amostras de solo do P02 são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Resultados das análises químicas do P02.

Amostra P02		A 0-30 cm	AB 30-48 cm	2A 48-65 cm	2AB 65-110 cm
MACRONUTRIENTES					
pH	CaCl ₂	5,60	4,80	4,20	4,40
	H ₂ O	6,30	5,60	4,90	5,10
	SMP	6,60	6,65	6,10	6,35
Hidrogênio + Alumínio cmol/dm ³		2,20	2,10	3,80	2,90
Alumínio cmol/dm ³		ALD	ALD	ALD	ALD
Cálcio cmol/dm ³		5,90	1,90	1,10	1,20
Magnésio cmol/dm ³		1,0	0,70	0,40	0,40
Potássio cmol/dm ³		0,12	0,15	0,11	0,15
Fósforo (Mehlich) mg/dm ³		3,0	2,0	3,0	4,0
Fósforo (Resina) mg/dm ³		6,0	4,0	5,0	7,0
Carbono g/dm ³		19,0	9,0	6,0	3,0
Matéria Orgânica %		3,30	1,50	1,0	0,50
Soma de Bases cmol/dm ³		7,02	2,75	1,61	1,75
CTC cmol/dm ³		9,22	4,85	5,41	4,65
Saturação por bases (V)		76,14	56,70	29,76	37,63
Relação Cálcio/Magnésio		5,90	2,70	2,80	3,00
COMPLEXO ADSORVENTE					
Potássio % da CTC		1,30	3,10	2,0	3,20
Cálcio % da CTC		64,0	39,20	20,30	25,80
Magnésio % da CTC		10,80	14,40	7,40	8,60
Hidrogênio % da CTC		23,90	43,30	61,0	55,90
Alumínio % da CTC		0,0	0,0	9,20	6,50

CTC: Capacidade de Troca Catiônica

ALD: Abaixo do limite detecção

As amostras de solo do ponto P02 apresentaram valores de acidez alta (4,4-5,0) nos horizontes AB, 2A e 2AB e média (5,1-5,5) no horizonte A de acordo com exposto em IAC (1997). A saturação por bases está alta no horizonte A (71-90%), média no horizonte AB (51-70%) e baixa nos horizontes 2A e 2AB (26-50%).

O horizonte A apresenta as maiores concentrações de Cálcio (Ca) e matéria orgânica.

O horizonte 2AB apresentou a maior concentração de Fósforo (P), sendo esse um dos elementos com menor mobilidade nos solos (IAC, 1997).

Os horizontes 2A e 2AB apresentaram concentrações de Alumínio (Al) na CTC, em solos ácidos a presença de alumínio pode ser um fator limitante para o desenvolvimento da vegetação (IAC, 1997).

Os resultados das análises químicas (espectrometria de fluorescência de raios-X) das amostras de solo do P02 são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11. Resultados da análise de espectrometria de fluorescência de raios-X do P02.

Amostra P02	A 0-30 cm	AB 30-48 cm	2A 48-65 cm	2AB 65-110 cm	VRQ	VP
SOMA ($\mu\text{g/g}$)						
Bário (Ba)	235	264	194	322	75	120
Cério (Ce)	61	91	64	67	-	-
Cromo (Cr)	42	16,4	41	13,8	40	75
Cobre (Cu)	22,6	6,0	15,7	4,4	35	60
Gálio/Gases Nobres (Ga)	15,5	14,6	17,9	11,3	-	-
Lantânio (La)	46	71	64	38	-	-
Nióbio (Nb)	16,8	16,8	17,5	12,9	-	-
Neodímio (Nd)	31	50	30	34	-	-
Níquel (Ni)	<2	<2	<2	<2	13	30
Chumbo (Pb)	31	25,6	23,2	28,1	17	72
Rubídio (Sc)	69	135	56	134	-	-
Escândio (Sc)	14	07	14	03	-	-
Estrôncio (Sr)	44	49	32	52	-	-
Tório (Th)	30	43	32	35	-	-
Vanádio (V)	126	56	123	26,9	275	275
Ítrio (Y)	11,8	15,4	11,8	12,4	-	-
Zinco (Zn)	83	32	32	24,3	60	86
Zircônio (Zr)	388	424	447	327	-	-

VRQ: Valor de Referência de Qualidade (CETESB, 2016).

VP: Valor de Prevenção (CETESB, 2016).

- Elemento não está presente na Lista de Valores orientadores para solo e águas subterrâneas do Estado de São Paulo (CETESB, 2016).

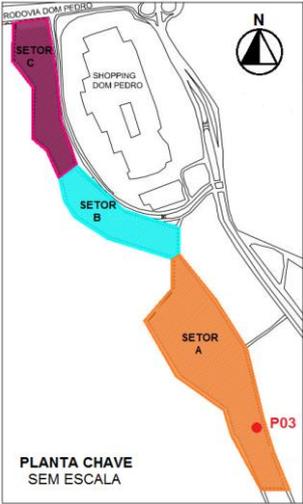
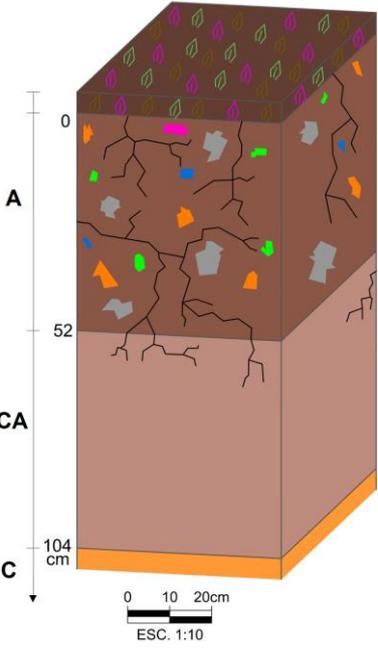
De acordo com a Lista de Valores orientadores para solo e água subterrânea do Estado de São Paulo (CETESB, 2016), os seguintes elementos apresentaram concentrações acima dos valores estabelecidos como referência de qualidade:

- ✓ Bário (Ba) em todos os horizontes;
- ✓ Cromo (Cr) nos horizontes A e IIA;
- ✓ Chumbo (Pb) em todos os horizontes;
- ✓ Zinco (Zn) no horizonte A.

A concentração de Bário, presente em todos os horizontes do P02, excedeu em média 238,3% o valor de referência de qualidade (VRQ), e em 11,42% o valor de prevenção (VP), estabelecidos pela Lista de Valores Orientadores (CETESB, 2016).

O horizonte A apresentou as maiores concentrações de Cromo: 5% acima do VRQ; Chumbo: 82,3% acima do VRQ; e Zinco: 38,3% acima do VRQ.

5.1.3 - PONTO 03 (P03)

<p>Coordenadas: 23K 0288920 7470420</p>	<p>Data do campo: 02/10/15</p>	<p>Classificação do solo (WRB, 2014): Tecossolo Úrbico</p>
<p>Perfil de solo do P03:</p> 	<p>Localização:</p> 	<p>Exemplos de artefatos encontrados:</p>  <p>Legenda: 1- Piso cerâmico, 2- Isopor, 3- Embalagem plástica, 4- Placa metálica, 5 - Placa de plástico (interruptor de luz), 6- Embalagem plástica, 7 - Tapete automotivo.</p>
	<p>Camada de serapilheira com espessura de 05 cm.</p> <p>A (0-52 cm): coloração bruno avermelhado (cor 7.5R 4/8), textura franca, sem estrutura, macio, friável, não plástico, pegajoso, muitos artefatos (isopor, plástico, placas metálicas, revestimentos cerâmicos, cimento), fragmentos de rocha, intensa atividade biológica, limite claro.</p> <p>CA (52-104 cm): coloração bruno amarelado (cor 2.5YR 5/6), textura franco arenosa, sem estrutura, macio, friável, não plástico, ligeiramente pegajoso, sem artefatos, atividade biológica, limite pouco claro.</p> <p>C (104 cm +): coloração bruno amarelado (cor 2.5YR 5/8), textura franco argilo arenosa, sem estrutura, macio, friável, não plástico, pegajoso, sem artefatos, aparecimento de mosqueamento e aumento da umidade.</p>	

Os resultados das análises granulométricas do P03 são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12. Resultados das análises granulométricas do P03.

Amostra P03	AREIA (Diâmetro em milímetros)						ARGILA <0,002m m	SILTE 0,05- 0,002mm	Artefatos
	Muito Gross a 1,0-2,0	Gross a 0,5-1,0	Média 0,5- 0,25	Fina 0,25- 0,10	Muito Fina 0,10- 0,05	AREIA TOTA L			
	g/kg								
A (0-52 cm)	09	22	59	74	58	222	407	371	117
CA (52-104 cm)	30	127	212	144	124	637	113	250	0
C (104 cm +)	19	92	154	128	110	503	305	192	0

Classificação granulométrica americana USDA (1951).

A análise granulométrica das amostras de solo do P03 mostra que há um predomínio da fração areia, sobretudo as de tamanho médio, distribuídas por todo o perfil. Tal característica é comum em áreas de várzea próximas ao leito de rios. O horizonte A também apresentou valores significativos de argila e silte.

Os resultados das análises químicas (macronutrientes e complexo adsorvente) das amostras de solo do P03 são exibidos na Tabela 13.

Tabela 13. Resultados das análises químicas do P03.

Amostra P03		A 0-52 cm	CA 52-104 cm	C 104 cm +
MACRONUTRIENTES				
pH	CaCl ₂	7,10	6,90	6,70
	H ₂ O	7,90	7,70	7,40
	SMP	7,40	7,50	7,35
Hidrogênio + Alumínio cmol/dm ³		1,0	0,90	1,0
Alumínio cmol/dm ³		ALD	ALD	ALD
Cálcio cmol/dm ³		3,50	2,00	2,70
Magnésio cmol/dm ³		0,60	0,50	0,60
Potássio cmol/dm ³		0,10	0,15	0,14
Fósforo (Mehlich) mg/dm ³		2,0	2,0	2,0
Fósforo (Resina) mg/dm ³		3,0	3,0	3,0
Carbono g/dm ³		7,0	4,0	3,0
Matéria Orgânica %		1,20	0,70	0,50
Soma de Bases cmol/dm ³		4,20	2,65	3,44
CTC cmol/dm ³		5,20	3,55	4,44
Saturação por bases (V)		80,77	74,65	77,48
Relação Cálcio/Magnésio		5,80	4,00	4,50
COMPLEXO ADSORVENTE				
Potássio % da CTC		1,90	4,20	3,20
Cálcio % da CTC		67,30	56,30	60,80
Magnésio % da CTC		11,50	14,10	13,50
Hidrogênio % da CTC		19,20	25,40	22,50
Alumínio % da CTC		0,0	0,0	0,0

CTC: Capacidade de Troca Catiônica

ALD: Abaixo do limite detecção

As amostras de solo do ponto P03 apresentaram valores de pH de neutros para básicos, essa característica pode estar relacionada a decomposição dos resíduos da construção civil, já que muitos desses materiais apresentam caráter básico, principalmente pela presença de calcário. As concentrações de cal também influenciam a saturação por alumínio que esteve abaixo do limite de detecção em todos os horizontes.

O horizonte A apresenta as maiores concentrações de Cálcio (Ca) e Carbono (C). As concentrações de Fósforo (P) Mehlich são as mesmas em todos os horizontes, assim como as concentrações do Fósforo Resina. De acordo com o IAC (1997), as concentrações de Fósforo

Mehlich estão muito baixas (0-2 mg/dm³), e as concentrações do Fósforo Resina baixas (3-5 mg/dm³) para ambientes florestais.

As concentrações de Potássio (K) estão baixas (0,8-1,5 mmol/dm³) em todos os horizontes do perfil do ponto P03 (IAC, 1997).

O caráter alcalino das amostras de solo indicam valores altos (71-90%) de saturação por bases (IAC, 1997). Os valores da relação cálcio/magnésio encontra-se dentro dos limites (0,5-30) que não interferem no desenvolvimento de culturas (IAC, 1997).

Os resultados das análises químicas (espectrometria de fluorescência de raios-X) das amostras de solo do P03 são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14. Resultados da análise de espectrometria de fluorescência de raios-X do P03.

Amostra P03	A 0-52 cm	CA 52-104 cm	C 104 cm +	VRQ	VP
SOMA (µg/g)					
Bário (Ba)	261	430	374	75	120
Cério (Ce)	48	92	74	-	-
Cromo (Cr)	55	14,3	25,9	40	75
Cobre (Cu)	13,4	2,2	3,8	35	60
Gálio/Gases Nobres (Ga)	17,4	12,4	19,0	-	-
Lantânio (La)	51	61	61	-	-
Nióbio (Nb)	18,8	14,6	14,8	-	-
Neodímio (Nd)	41	35	35	-	-
Níquel (Ni)	<2	<2	<2	13	30
Chumbo (Pb)	24,3	26,2	23,6	17	72
Rubídio (Sc)	31	176	165	-	-
Escândio (Sc)	14	04	06	-	-
Estrôncio (Sr)	70	58	74	-	-
Tório (Th)	44	42	26,5	-	-
Vanádio (V)	117	25,6	56	275	275
Ítrio (Y)	23,0	15,5	11,5	-	-
Zinco (Zn)	32	25,3	33	60	86
Zircônio (Zr)	416	374	332	-	-

VRQ: Valor de Referência de Qualidade (CETESB, 2016).

VP: Valor de Prevenção (CETESB, 2016).

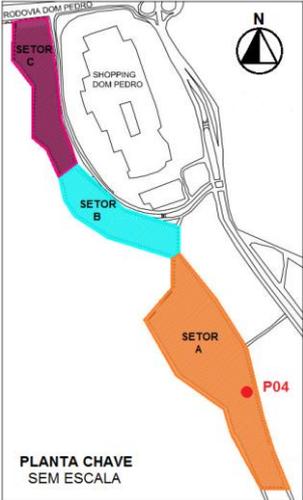
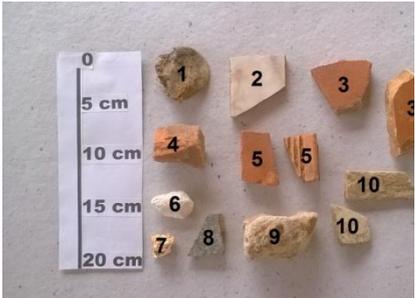
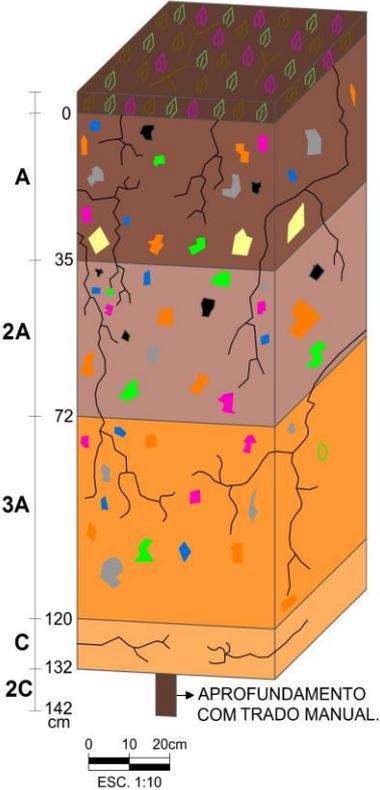
- Elemento não está presente na Lista de Valores orientadores para solo e águas subterrâneas do Estado de São Paulo (CETESB, 2016).

As concentrações de Bário (Ba) e Chumbo (Pb) em todos os horizontes ultrapassaram os valores estabelecidos como referência de qualidade (CETESB, 2016), o horizonte A também apresentou concentração de Cromo (Cr) acima do VRQ.

A concentração de Bário, presente em todos os horizontes do P03, excedeu em média 373,3% o valor de referência de qualidade (VRQ), e em 195,8% o valor de prevenção (VP), estabelecidos pela Lista de Valores Orientadores (CETESB, 2016).

O horizonte A apresentou a maior concentração de Cromo, 37,5% acima do VRQ. O horizonte AC apresentou a maior concentração de Chumbo, 54,1% acima do VRQ.

5.1.4 - PONTO 04 (P04)

<p>Coordenadas: 23K 0288844 7470580</p>	<p>Data do campo: 24/10/15</p>	<p>Classificação do solo (WRB, 2014): Tecnossolo Urbano</p>
<p>Perfil de solo do P04:</p> 	<p>Localização:</p> 	<p>Exemplos de artefatos encontrados:</p>  <p>Legenda: 1- Concreto, 2- Piso cerâmico, 3- Piso cerâmico (Lajotão), 4- Tijolo, 5- Telha, 6 - Giz, 7 - Isopor, 8- Pedra Miracema, 9 - Cimento, 10 - Pedra Caco Mineira.</p>
	<p>Camada de serapilheira com espessura de 07 cm. Horizonte O incipiente.</p> <p>A (0-35 cm): coloração bruno avermelhado (cor 10R 4/6), textura argila siltosa, sem estrutura, macio, friável, plástico, pegajoso, artefatos (cimento, tijolos, pisos cerâmicos, isopor, telhas), fragmentos de rocha, intensa atividade biológica, limite pouco claro.</p> <p>2A (35-72 cm): coloração bruno (cor 2.5YR 4/6), textura argila, sem estrutura, duro, firme, plástico, muito pegajoso, artefatos (concreto, tijolos, cerâmicas, plásticos, isopor), diminuição da atividade biológica em profundidade, limite pouco claro.</p> <p>3A (72-120 cm): coloração bruno avermelhado (cor 10R 3/6), textura argila, estrutura em blocos subangulares, duro, firme, plástico, ligeiramente pegajoso, artefatos (tijolo, pedra Caco Mineira, pedra Miracema, gesso, plástico, telhas, concreto), atividade biológica, limite pouco claro.</p> <p>C (120-132 cm): coloração bruno (cor 2.5YR 5/4), textura franco arenosa, estrutura sedimentar, macio, friável, ligeiramente plástico, não pegajoso, raízes se desenvolvem vertical e lateralmente, limite pouco claro.</p> <p>2C (132 -142 cm): coloração bruno claro (cor 2.5YR 5/3), textura franco arenosa, estrutura sedimentar, macio, friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso, raízes se desenvolvem lateralmente.</p>	

Os resultados das análises granulométricas do P04 são apresentados na Tabela 15.

Tabela 15. Resultados das análises granulométricas do P04.

Amostra P04	AREIA (Diâmetro em milímetros)						ARGILA <0,002m m	SILTE 0,05- 0,002mm	Artefatos
	Muito Gross a 1,0-2,0	Gross a 0,5-1,0	Média 0,5- 0,25	Fina 0,25- 0,10	Muito Fina 0,10- 0,05	AREIA TOTAL			
g/kg									
A (0-35 cm)	0	0	06	06	09	21	455	524	220
2A (35-72 cm)	06	22	28	19	19	94	535	371	226
3A (72-120 cm)	21	44	80	73	57	275	452	273	105
C (120-132 cm)	26	118	203	179	135	661	136	203	98
2C (132-142 cm)	12	121	265	167	104	669	172	159	0

Classificação granulométrica americana USDA (1951).

A análise granulométrica das amostras de solo do P04 mostra que os horizontes A, 2A e 3A são mais argilosos, enquanto os horizontes C e 2C são mais arenosos. Considerando o histórico de uso e ocupação local pode-se supor que os três primeiros horizontes do perfil correspondem a camadas de aterro, enquanto os dois últimos horizontes apresentam características comuns a áreas de várzea próximas ao leito de rios.

Os resultados das análises químicas (macronutrientes e complexo adsorvente) das amostras de solo do P04 são apresentados na Tabela 16.

Tabela 16. Resultados das análises químicas do P04.

Amostra P04		A 0-35 cm	2A 35-72 cm	3A 72-120 cm	C 120-132 cm	2C 132-142 cm
MACRONUTRIENTES						
pH	CaCl ₂	3,90	3,80	5,20	4,40	4,90
	H ₂ O	4,40	4,30	5,90	5,10	5,70
	SMP	5,25	5,10	6,35	6,15	6,80
Hidrogênio + Alumínio cmol/dm ³		9,30	10,90	8,90	3,60	1,80
Alumínio cmol/dm ³		2,0	2,10	ALD	0,40	ALD
Cálcio cmol/dm ³		1,90	1,60	4,80	1,50	2,10
Magnésio cmol/dm ³		0,60	0,50	0,90	0,40	0,60
Potássio cmol/dm ³		0,39	0,37	0,23	0,12	0,17
Fósforo (Mehlich) mg/dm ³		7,0	6,0	5,0	5,0	3,0
Fósforo (Resina) mg/dm ³		14,0	11,0	9,0	10,0	5,0
Carbono g/dm ³		16,0	12,0	10,0	5,0	3,0
Matéria Orgânica %		2,80	2,10	1,70	0,90	0,50
Soma de Bases cmol/dm ³		2,89	2,47	5,93	2,02	2,87
CTC cmol/dm ³		12,19	13,37	8,83	5,62	4,67
Saturação por bases (V)		23,71	18,47	67,16	35,94	61,46
Relação Cálcio/Magnésio		3,20	3,20	5,30	3,80	3,50
COMPLEXO ADSORVENTE						
Potássio % da CTC		3,20	2,80	2,60	2,10	3,60
Cálcio % da CTC		15,60	12,00	54,40	26,70	45,00
Magnésio % da CTC		4,90	3,70	10,20	7,10	12,80
Hidrogênio % da CTC		59,90	65,80	32,80	56,90	38,50
Alumínio % da CTC		16,40	15,70	0,0	7,10	0,0

CTC: Capacidade de Troca Catiônica

ALD: Abaixo do limite detecção

As amostras de solo do ponto P04 apresentaram pH bastante ácido, sendo que no horizonte A alta acidez pode ser tóxica para a vegetação (IAC, 1997). Conseqüentemente os valores de saturação por base são baixos (26-50%) nos horizontes A, 2A e C e médios (51-70%) nos horizontes 3A e 2C (IAC, 1997).

As porcentagens de matéria orgânica em todos os horizontes são baixas. O horizonte 3A apresentou a maior concentração de Cálcio (Ca) no perfil.

Os horizontes A, 2A e C apresentaram concentrações de Alumínio (Al) na CTC, essa característica em solos ácidos pode ser um fator limitante para o desenvolvimento da vegetação (IAC, 1997).

Os resultados das análises químicas (espectrometria de fluorescência de raios-X) das amostras de solo do P04 são mostrados na Tabela 17.

Tabela 17. Resultados da análise de espectrometria de fluorescência de raios-X do P04.							
Amostra P04	A 0-35 cm	2A 35-72 cm	3A 72-120 cm	C 120-132 cm	2C 132-142 cm	VRQ	VP
SOMA (µg/g)							
Bário (Ba)	568	468	404	375	307	75	120
Cério (Ce)	99	84	78	98	60	-	-
Cromo (Cr)	27,1	48	50	28,9	37	40	75
Cobre (Cu)	43	97	85	11,3	4,8	35	60
Gálio/Gases Nobres (Ga)	29	26,9	21,5	11,3	12,4	-	-
Lantânio (La)	94	68	70	74	56	-	-
Nióbio (Nb)	19,3	19,4	18,1	14,7	12,7	-	-
Neodímio (Nd)	73	63	49	44	30	-	-
Níquel (Ni)	<2	<2	<2	<2	<2	13	30
Chumbo (Pb)	47	41	32	22,3	19,9	17	72
Rubídio (Sc)	291	193	131	112	88	-	-
Escândio (Sc)	16	38	35	04	05	-	-
Estrôncio (Sr)	74	55	60	62	50	-	-
Tório (Th)	26,5	24,1	26,8	47	36	-	-
Vanádio (V)	142	289	249	48	39	275	275
Ítrio (Y)	26	27,2	22,8	12,3	10,7	-	-
Zinco (Zn)	85	81	78	27,1	22,7	60	86
Zircônio (Zr)	148	221	277	442	348	-	-

VRQ: Valor de Referência de Qualidade (CETESB, 2016).

VP: Valor de Prevenção (CETESB, 2016).

- Elemento não está presente na Lista de Valores orientadores para solo e águas subterrâneas do Estado de São Paulo (CETESB, 2016).

Os seguintes elementos apresentaram concentrações acima dos limites de qualidade estabelecidos pela CETESB (2016):

- ✓ Bário (Ba) em todos os horizontes;
- ✓ Cobre (Cu) nos horizontes A, 2A e 3A;
- ✓ Cromo (Cr) nos horizontes 2A e 3A;
- ✓ Chumbo (Pb) em todos os horizontes;
- ✓ Vanádio(V) no horizonte 2A;

- ✓ Zinco (Zn) nos horizontes A, 2A e 3A.

A concentração de Bário, presente em todos os horizontes do P04, excedeu em média 465,8% o valor de referência de qualidade (VRQ), e em 253,6% o valor de prevenção (VP), estabelecidos pela Lista de Valores Orientadores (CETESB, 2016).

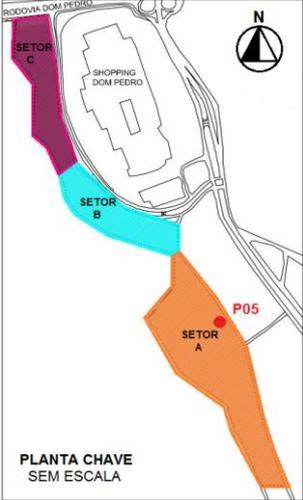
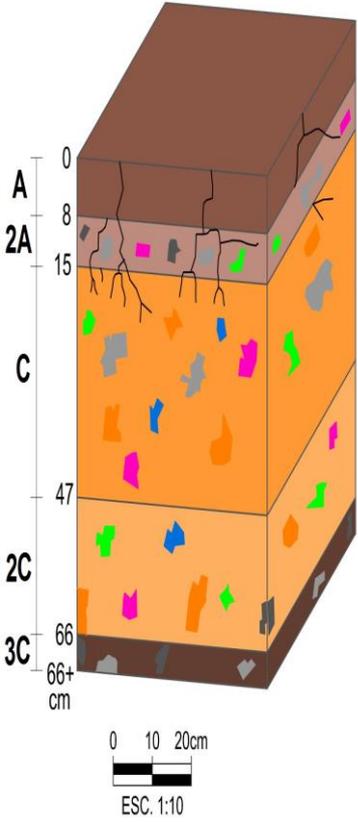
A concentração de Bário no horizonte A ultrapassou em 13,6% o valor de intervenção (VI) estabelecido para o uso agrícola (CETESB, 2016).

O horizonte 3A apresentou as maiores concentrações de Cromo: 25% acima do VRQ; e Cobre: 182,3% acima do VRQ e 61,6% acima do VP.

O horizonte A apresentou as maiores concentrações de Chumbo: 176,4% acima do VRQ; e Zinco: 41,6% acima do VRQ.

O horizonte 2A apresentou a maior concentração de Vanádio, 5% acima do VRQ.

5.1.5 - PONTO 05 (P05)

<p>Coordenadas: 23K 0288736 7470795</p>	<p>Data do campo: 24/10/15</p>	<p>Classificação do solo (WRB, 2014): Tecnossolo Úrbico</p>
<p>Perfil de solo do P05:</p> 	<p>Localização:</p> 	<p>Exemplos de artefatos encontrados:</p>  <p>Legenda: 1- Pixe, 2- Embalagens plásticas, 3- Plástico, 4- Giz, 5- Concreto.</p>
	<p>A (0-08 cm): coloração bruno (cor 7.5R 2.5/4), textura areia franca, estrutura grumosa fraca, macio, friável, ligeiramente plástico, não pegajoso, sem artefatos, presença de atividade biológica, horizonte A incipiente de coloração escura, limite pouco claro.</p> <p>2A (08-15 cm): coloração bruno (cor 10R 4/4), textura areia, material sem estrutura, solta, solta, não plástico, não pegajoso, artefatos (cimento, cerâmica, plástico, telhas), fragmentos de rocha (Basalto), presença de atividade biológica, limite pouco claro.</p> <p>C (15-47 cm): coloração bruno (cor 2.5YR 4/4), textura franco arenosa, material sem estrutura, macio, friável, fracamente plástico, não pegajoso, artefatos (pixe, concreto, cerâmica, plástico, giz), fragmentos de rocha (Basalto) diminuição da atividade biológica em profundidade, limite pouco claro.</p> <p>2C (47-66 cm): coloração bruno avermelhado (cor 7.5R 3/6), textura franco arenosa, sem estrutura, macio, friável, fracamente plástico, ligeiramente pegajoso, artefatos (concreto, telhas, plástico, ardósia), fragmentos de rocha, limite pouco claro.</p> <p>3C (66 cm +): coloração bruno (cor 2.5YR 5/6), textura franco arenosa, estrutura fraca em blocos subangulares, ligeiramente dura, firme, não plástico, ligeiramente pegajoso, artefatos (concreto, revestimentos cerâmicos, plástico, telhas), fragmentos de rocha (Basalto).</p>	

No horizonte 2C do ponto P05 destaca-se a presença de parte de uma embalagem da Barra de Cereais - sabor maçã e uva passa da marca Baldaracci fabricada em 2012, estima-se, portanto, que a deposição desse e dos horizontes superiores seja posterior a 2012.

Os resultados das análises granulométricas do P05 são apresentados na Tabela 18.

Tabela 18. Resultados das análises granulométricas do P05.

Amostra P05	AREIA (Diâmetro em milímetros)						ARGILA <0,002m m	SILTE 0,05- 0,002mm	Artefatos
	Muito Gross a 1,0-2,0	Gross a 0,5-1,0	Média 0,5- 0,25	Fina 0,25- 0,10	Muito Fina 0,10- 0,05	AREIA TOTA L			
	g/kg								
A (0-08 cm)	22	57	250	282	171	782	98	120	0
2A (08-15 cm)	09	141	425	249	75	899	61	40	245
C (15-47 cm)	16	20	99	317	271	723	132	145	202
2C (47-66 cm)	68	211	257	148	78	762	129	109	107
3C (66 cm+)	52	88	122	218	181	661	191	148	79

Classificação granulométrica americana USDA (1951).

A análise granulométrica das amostras de solo do P05 mostra que todos os horizontes apresentam textura arenosa, sendo a fração fina a mais abundante, características comuns às áreas de várzea. O ponto P05 está distante 2,5 metros do leito do ribeirão das Pedras.

Os resultados das análises químicas (macronutrientes e complexo adsorvente) das amostras de solo do P05 são apresentados na Tabela 19.

Tabela 19. Resultados das análises químicas do P05.

Amostra P05		A 0-08 cm	2A 08-15 cm	C 15-47 cm	2C 47-66 cm	3C 66 cm+
MACRONUTRIENTES						
pH	CaCl ₂	6,10	6,10	5,70	6,00	6,10
	H ₂ O	6,80	6,90	6,50	6,80	6,90
	SMP	7,15	7,30	7,00	7,05	7,20
Hidrogênio + Alumínio cmol/dm ³		1,30	1,10	1,50	1,40	1,20
Alumínio cmol/dm ³		ALD	ALD	ALD	ALD	ALD
Cálcio cmol/dm ³		3,70	2,0	3,90	5,0	3,80
Magnésio cmol/dm ³		0,80	0,60	1,00	1,10	1,00
Potássio cmol/dm ³		0,42	0,31	0,30	0,27	0,25
Fósforo (Mehlich) mg/dm ³		26,0	22,0	17,0	5,0	6,0
Fósforo (Resina) mg/dm ³		39,0	31,0	24,0	8,0	9,0
Carbono g/dm ³		15,0	10,0	8,0	6,0	3,0
Matéria Orgânica %		2,60	1,70	1,40	1,00	0,50
Soma de Bases cmol/dm ³		4,92	2,91	5,20	6,37	5,05
CTC cmol/dm ³		6,22	4,01	6,70	7,77	6,25
Saturação por bases (V)		79,10	72,57	77,61	81,98	80,80
Relação Cálcio/Magnésio		4,60	3,30	3,90	4,50	3,80
COMPLEXO ADSORVENTE						
Potássio % da CTC		6,80	7,70	4,50	3,50	4,0
Cálcio % da CTC		59,50	49,90	58,20	64,40	60,80
Magnésio % da CTC		12,90	15,00	14,90	14,20	16,0
Hidrogênio % da CTC		20,90	27,40	22,40	18,00	19,20
Alumínio % da CTC		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

CTC: Capacidade de Troca Catiônica

ALD: Abaixo do limite detecção

As amostras de solo do ponto P05 apresentaram pH neutro e alta saturação por bases (71-90%), o que torna os horizontes do perfil relativamente férteis (IAC, 1997).

As concentrações de Cálcio (Ca) estão entre média (04-07 mmol/dm³) e alta (>7 mmol/dm³). As concentrações de Magnésio (Mg) também estão altas (<08 mmol/dm³) em todo o perfil. Os horizontes A, 2A e C apresentam concentrações muito altas de Fósforo (P) para ambientes florestais (<16 mg/dm³), enquanto o horizonte 2C apresenta concentração média (06-08 mg/dm³) e o horizonte 3C alta (09-16 mg/dm³) (IAC, 1997).

As porcentagens de matéria orgânica em todos os horizontes são baixas. O horizonte 3A apresentou a maior concentração de Cálcio (Ca) no perfil.

Os resultados das análises químicas (espectrometria de fluorescência de raios-X) das amostras de solo do P05 são exibidos na Tabela 20.

Tabela 20. Resultados da análise de espectrometria de fluorescência de raios-X do P05.

Amostra P05	A 0-08 cm	2A 08-15 cm	C 15-47 cm	2C 47-66 cm	3C 66 cm+	VRQ	VP
SOMA ($\mu\text{g/g}$)							
Bário (Ba)	411	315	476	647	462	75	120
Céριο (Ce)	74	50	90	75	92	-	-
Cromo (Cr)	18,2	51	27,5	65	56	40	75
Cobre (Cu)	13,4	6,7	20,4	36	40	35	60
Gálio/Gases Nobres (Ga)	9,5	7,7	13,9	13,3	14,9	-	-
Lantânio (La)	62	26	63	41	82	-	-
Nióbio (Nb)	12,8	8,5	15,0	12,8	15,2	-	-
Neodímio (Nd)	35	26	36	34	50	-	-
Níquel (Ni)	<2	<2	<2	2,8	<2	13	30
Chumbo (Pb)	26,9	20,9	35	35	32	17	72
Rubídio (Sc)	122	88	141	156	127	-	-
Escândio (Sc)	06	03	08	12	13	-	-
Estrôncio (Sr)	82	60	91	117	86	-	-
Tório (Th)	41	23,60	42	22,5	40	-	-
Vanádio (V)	50	41	80	142	154	275	275
Ítrio (Y)	11,1	6,0	14,2	13,7	16,8	-	-
Zinco (Zn)	43	25,6	61	51	57	60	86
Zircônio (Zr)	333	183	447	246	340	-	-

VRQ: Valor de Referência de Qualidade (CETESB, 2016).

VP: Valor de Prevenção (CETESB, 2016).

- Elemento não está presente na Lista de Valores orientadores para solo e águas subterrâneas do Estado de São Paulo (CETESB, 2016).

Os elementos que apresentaram concentrações acima dos valores de referência de qualidade de acordo com a Lista da CETESB (2016) são:

- ✓ Bário (Ba) em todos os horizontes;
- ✓ Cobre (Cu) nos horizontes 2C e 3C;
- ✓ Cromo (Cr) nos horizontes 2A, 2C e 3C;
- ✓ Chumbo (Pb) em todos os horizontes;
- ✓ Zinco (Zn) no horizonte C.

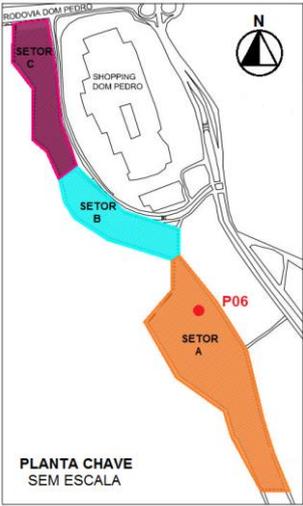
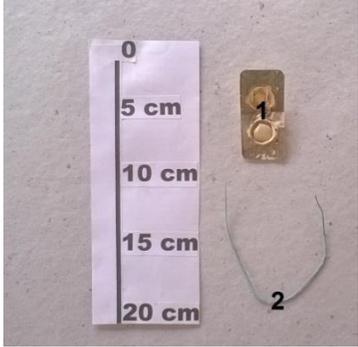
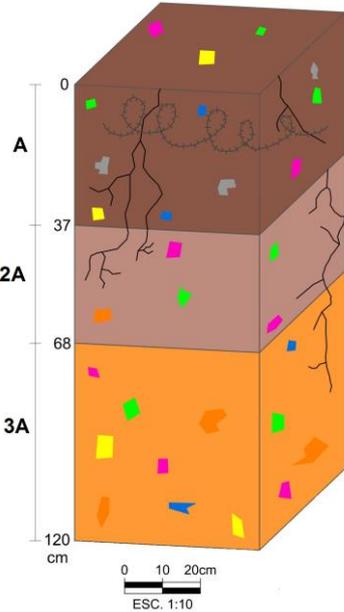
A concentração de Bário, presente em todos os horizontes do P05, excedeu em média 516,4% o valor de referência de qualidade (VRQ), e em 285,14% o valor de prevenção (VP), estabelecidos pela Lista de Valores Orientadores (CETESB, 2016).

A concentração de Bário no horizonte 2C ultrapassou em 29,4% o valor de intervenção (VI) estabelecido para o uso agrícola (CETESB, 2016).

O horizonte 2C apresentou a maior concentração de Cromo: 62,5% acima do VRQ. Os horizontes C e 2C apresentaram as maiores concentrações de Chumbo, 105,8% acima do VRQ.

O horizonte C apresentou a maior concentração de Cobre, 14,2% acima do VRQ. E o horizonte A apresentou a maior concentração de Zinco, 1,6% acima do VRQ.

5.1.6 - PONTO 06 (P06)

<p>Coordenadas: 23K 0288654 7470949</p>	<p>Data do campo: 24/10/15</p>	<p>Classificação do solo (WRB, 2014): Tecnossolo Úrbico</p>
<p>Perfil de solo do P06:</p> 	<p>Localização:</p> 	<p>Exemplos de artefatos encontrados:</p>  <p>Legenda: 1- Embalagem plástica com alumínio, 2- Arame.</p>
	<p>A (0-37 cm): coloração Bruno (cor 2.5YR 4/6), textura franco arenosa, estrutura fraca em blocos arredondados, macio, friável, não plástico, não pegajoso, artefatos (arame farpado, plástico, caixas de papel), fragmentos de rocha, atividade biológica, limite claro.</p> <p>2A (37-68 cm): coloração Bruno (cor 10R 4/6), textura franco arenosa, estrutura fraca em blocos pequenos, macio, friável, não plástico, não pegajoso, artefatos (plástico, revestimentos cerâmicos, madeira), atividade biológica, limite pouco claro.</p> <p>3A (68-120 cm): coloração Bruno (cor 10R 4/4), textura franco argilosa, estrutura sedimentar pedogenética (possível compactação), ligeiramente dura, friável, plástico, pegajoso, artefatos (cimento, tijolos, plásticos, revestimentos cerâmicos), atividade biológica diminui em profundidade.</p>	

Os resultados das análises granulométricas do P06 são apresentados na Tabela 21.

Tabela 21. Resultados das análises granulométricas do P06.

Amostra P06	AREIA (Diâmetro em milímetros)						ARGILA <0,002m m	SILTE 0,05- 0,002mm	Artefatos
	Muito Gross a 1,0-2,0	Gross a 0,5-1,0	Média 0,5- 0,25	Fina 0,25- 0,10	Muito Fina 0,10- 0,05	AREIA TOTA L			
g/kg									
A (0-37 cm)	04	50	215	344	174	787	109	104	82
2A (37-68 cm)	34	121	243	207	122	727	137	136	66
3A (68-120 cm)	02	17	31	79	171	300	258	442	69

Classificação granulométrica americana USDA (1951).

A análise granulométrica das amostras de solo do P06 mostra que há um predomínio da fração areia, sobretudo as de tamanho fino nos horizontes A e 2A. No horizonte 3A a fração silte é a mais representativa.

Os resultados das análises químicas (macronutrientes e complexo adsorvente) das amostras de solo do P06 são apresentados na Tabela 22.

Tabela 22. Resultados das análises químicas do P06.

Amostra P06		A 0-37 cm	2A 37-68 cm	3A 68-120 cm
MACRONUTRIENTES				
pH	CaCl ₂	6,0	6,0	5,60
	H ₂ O	6,80	6,80	6,30
	SMP	7,20	7,15	6,85
Hidrogênio + Alumínio cmol/dm ³		1,20	1,30	1,70
Alumínio cmol/dm ³		ALD	ALD	ALD
Cálcio cmol/dm ³		2,80	3,20	4,60
Magnésio cmol/dm ³		0,60	0,80	1,0
Potássio cmol/dm ³		0,14	0,11	0,09
Fósforo (Mehlich) mg/dm ³		17,0	14,0	5,0
Fósforo (Resina) mg/dm ³		23,0	19,0	8,0
Carbono g/dm ³		10,0	8,0	7,0
Matéria Orgânica %		1,70	1,40	1,20
Soma de Bases cmol/dm ³		3,54	4,11	5,69
CTC cmol/dm ³		4,74	5,41	7,39
Saturação por bases (V)		74,68	75,97	77,0
Relação Cálcio/Magnésio		4,70	4,0	4,60
COMPLEXO ADSORVENTE				
Potássio % da CTC		3,0	2,0	1,20
Cálcio % da CTC		59,10	59,10	62,20
Magnésio % da CTC		12,70	14,80	13,50
Hidrogênio % da CTC		25,30	24,0	23,0
Alumínio % da CTC		0,0	0,0	0,0

CTC: Capacidade de Troca Catiônica

ALD: Abaixo do limite detecção

As amostras de solo do ponto P06 apresentaram pH neutro e alta saturação por bases (71-90%), o que torna os horizontes do perfil relativamente férteis (IAC, 1997).

As concentrações de Cálcio (Ca) estão altas em todos os horizontes, característica que pode estar relacionada com a decomposição de resíduos da construção civil. As concentrações de cal também influenciam a saturação por alumínio que esteve abaixo do limite de detecção em todos os horizontes.

Os resultados das análises químicas (espectrometria de fluorescência de raios-X) das amostras de solo do P06 são mostrados na Tabela 23.

Tabela 23. Resultados da análise de espectrometria de fluorescência de raios-X do P06.

Amostra P06	A 0-37 cm	2A 37-68 cm	3A 68-120 cm	VRQ	VP
SOMA (µg/g)					
Bário (Ba)	397	384	585	75	120
Cério (Ce)	67	80	111	-	-
Cromo (Cr)	29,0	33	27,7	40	75
Cobre (Cu)	15,0	17,1	21,8	35	60
Gálio/Gases Nobres (Ga)	11,0	11,5	21,7	-	-
Lantânio (La)	42	59	93	-	-
Nióbio (Nb)	12,6	12,3	17,9	-	-
Neodímio (Nd)	29	52	62	-	-
Níquel (Ni)	<2	<2	<2	13	30
Chumbo (Pb)	28,1	29,3	44	17	72
Rubídio (Sc)	119	119	206	-	-
Escândio (Sc)	05	06	11	-	-
Estrôncio (Sr)	75	72	108	-	-
Tório (Th)	32	34	40	-	-
Vanádio (V)	63	67	85	275	275
Ítrio (Y)	10,7	12,3	21,4	-	-
Zinco (Zn)	99	53	62	60	86
Zircônio (Zr)	301	301	559	-	-

VRQ: Valor de Referência de Qualidade (CETESB, 2016).

VP: Valor de Prevenção (CETESB, 2016).

- Elemento não está presente na Lista de Valores orientadores para solo e águas subterrâneas do Estado de São Paulo (CETESB, 2016).

A concentrações de Bário (Ba) e Chumbo (Pb) estiveram acima do VRQ em todos os horizontes, e os horizontes A e 2A também apresentaram concentrações de Zinco (Zn) acima do VRQ (CETESB, 2016).

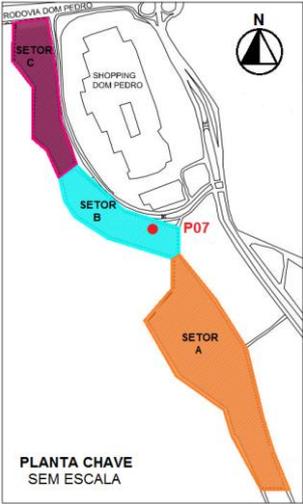
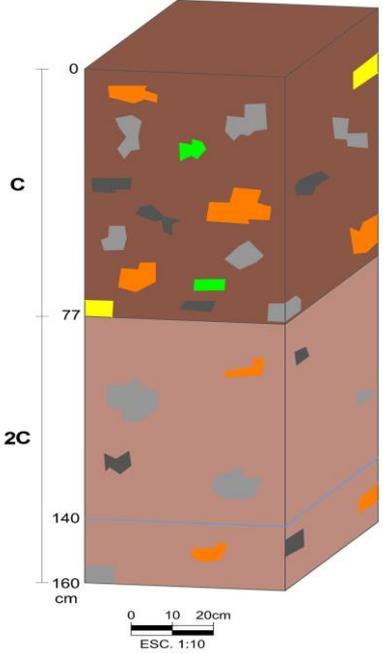
A concentração de Bário, presente em todos os horizontes do P06, excedeu em média 507,1% o valor de referência de qualidade (VRQ), e em 279,4% o valor de prevenção (VP), estabelecidos pela Lista de Valores Orientadores (CETESB, 2016).

A concentração de Bário no horizonte 3A ultrapassou em 17% o valor de intervenção (VI) estabelecido para o uso agrícola (CETESB, 2016).

O horizonte 3A apresentou a maior concentração de Chumbo, 158,8% acima do VRQ. Enquanto o horizonte A apresentou a maior concentração de Zinco, 65% acima do VRQ e 15,11% acima do VP.

5.2 - SETOR B

5.2.1- PONTO 07 (P07)

<p>Coordenadas: 23K 0288445 7471255</p>	<p>Data do campo: 30/10/15</p>	<p>Classificação do solo (WRB, 2014): Tecnossolo Úrbico</p>
<p>Perfil de solo do P07:</p> 	<p>Localização:</p>  <p>PLANTA CHAVE SEM ESCALA</p>	<p>Exemplos de artefatos encontrados:</p>  <p>Legenda: 1- Concreto pintado, 2 - Pixe, 3 - Concreto, 4 - Revestimento cerâmico.</p>
	<p>C (0-77 cm): coloração bruno avermelhado (cor 7.5R 4/6), textura franco argilosa, material sem estrutura, duro, firme, plástico, ligeiramente pegajoso, artefatos (blocos de concreto, revestimento cerâmico, pixe, vidro), fragmentos de basalto, limite claro.</p> <p>2C (77-160 cm): coloração bruno claro (cor 5YR 7/6), textura franco arenosa, material sem estrutura, ligeiramente duro, firme, ligeiramente plástico, não pegajoso, artefatos (concreto, revestimento cerâmico, telhas, vidro), fragmentos de rocha. Marca de oscilação do nível d'água na profundidade de 140 cm.</p>	

Os resultados das análises granulométricas do P07 são apresentados na Tabela 24.

Tabela 24. Resultados das análises granulométricas do P07.

Amostra P07	AREIA (Diâmetro em milímetros)						ARGILA <0,002m	SILTE 0,05- 0,002mm	Artefatos
	Muito Grossa 1,0-2,0	Grossa 0,5-1,0	Média 0,5- 0,25	Fina 0,25- 0,10	Muito Fina 0,10- 0,05	AREIA TOTAL			
	g/kg								
C (0-77 cm)	64	64	85	78	92	383	244	373	157
2C (77-160 cm)	64	187	170	128	110	659	111	230	99

Classificação granulométrica americana USDA (1951).

A análise granulométrica das amostras de solo do P07 mostra que o horizonte C apresenta frações mais ou menos equilibradas de areia, argila e silte. Já no horizonte 2C há um predomínio da fração areia, sobretudo as de tamanho grossa e média.

Os resultados das análises químicas (macronutrientes e complexo adsorvente) das amostras de solo do P07 são apresentados na Tabela 25.

Tabela 25. Resultados das análises químicas do P07.

Amostra P07		C 0-77 cm	2C 77-160 cm
MACRONUTRIENTES			
P H	CaCl ₂	6,50	5,90
	H ₂ O	7,30	7,60
	SMP	7,20	7,35
Hidrogênio + Alumínio cmol/dm ³		1,20	1,0
Alumínio cmol/dm ³		ALD	ALD
Cálcio cmol/dm ³		8,50	2,90
Magnésio cmol/dm ³		3,50	2,30
Potássio cmol/dm ³		0,20	0,43
Fósforo (Mehlich) mg/dm ³		11,0	5,0
Fósforo (Resina) mg/dm ³		15,0	8,0
Carbono g/dm ³		4,0	3,0
Matéria Orgânica %		0,7	0,5
Soma de Bases cmol/dm ³		12,20	5,63
CTC cmol/dm ³		13,40	6,63
Saturação por bases (V)		91,04	84,92
Relação Cálcio/Magnésio		2,40	1,30

COMPLEXO ADSORVENTE		
Potássio % da CTC	1,50	6,50
Cálcio % da CTC	63,40	43,70
Magnésio % da CTC	26,10	34,70
Hidrogênio % da CTC	9,0	15,10
Alumínio % da CTC	0,0	0,0

CTC: Capacidade de Troca Catiônica

ALD: Abaixo do limite detecção

As amostras de solo do ponto P07 apresentaram pH neutro e alta saturação por bases (71-90%), o que torna os horizontes do perfil relativamente férteis (IAC, 1997).

As concentrações de Cálcio (Ca) estão altas em todos os horizontes, característica que pode estar relacionada com a decomposição de resíduos da construção civil. As concentrações de cal também influenciam a saturação por alumínio que esteve abaixo do limite de detecção em todos os horizontes.

Os resultados das análises químicas (espectrometria de fluorescência de raios-X) das amostras de solo do P07 são mostrados na Tabela 26.

Tabela 26. Resultados da análise de espectrometria de fluorescência de raios-X do P07.

Amostra P07	C 0-77 cm	2C 77-160 cm	VRQ	VP
SOMA (µg/g)				
Bário (Ba)	545	1287	75	120
Cério (Ce)	37	201	-	-
Cromo (Cr)	103	46	40	75
Cobre (Cu)	288	9,1	35	60
Gálio/Gases Nobres (Ga)	20,0	19,2	-	-
Lantânio (La)	50	135	-	-
Nióbio (Nb)	19,3	25,4	-	-
Neodímio (Nd)	52	103	-	-
Níquel (Ni)	35	<2	13	30
Chumbo (Pb)	10,0	45	17	72
Rubídio (Sc)	36	254	-	-
Escândio (Sc)	107	07	-	-
Estrôncio (Sr)	83	165	-	-
Tório (Th)	13,5	62	-	-
Vanádio (V)	519	67	275	275
Ítrio (Y)	42	24,6	-	-
Zinco (Zn)	105	78	60	86
Zircônio (Zr)	294	486	-	-

VRQ: Valor de Referência de Qualidade (CETESB, 2016).

VP: Valor de Prevenção (CETESB, 2016).

- Elemento não está presente na Lista de Valores orientadores para solo e águas subterrâneas do Estado de São Paulo (CETESB, 2016).

O P07 apresentou concentrações acima do VRQ (CETESB, 2016) para os seguintes elementos:

- ✓ Bário (Ba) em todos os horizontes;
- ✓ Cobre (Cu) no horizonte C;
- ✓ Cromo (Cr) em todos os horizontes;
- ✓ Chumbo (Pb) no horizonte 2C;
- ✓ Níquel (Ni) no horizonte C;
- ✓ Vanádio(V) no horizonte C;
- ✓ Zinco (Zn) em todos os horizontes.

A concentração de Bário, presente em todos os horizontes do P07, excedeu em média 1.121,3% o valor de referência de qualidade (VRQ), e em 663,3% o valor de prevenção (VP), estabelecidos pela Lista de Valores Orientadores (CETESB, 2016).

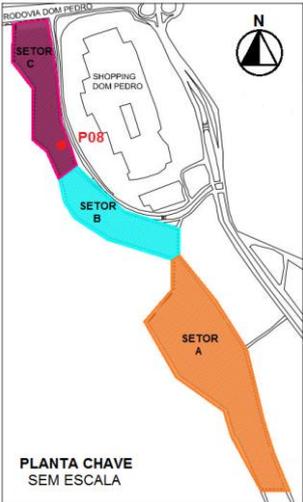
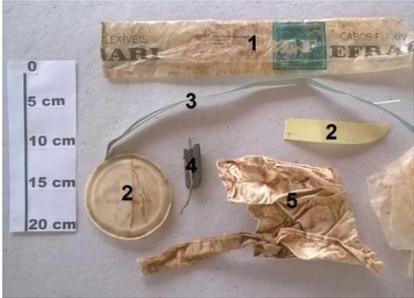
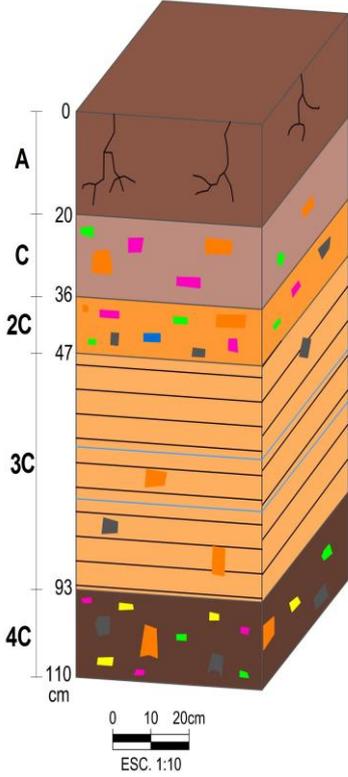
A concentração de Bário no horizonte C ultrapassou em 9% o valor de intervenção (VI) estabelecido para o uso agrícola; no horizonte 2C o VI para uso agrícola foi excedido em 157,4%, e esteve bem próximo do valor de intervenção para uso residencial (1300) (CETESB, 2016).

O horizonte C apresentou as maiores concentrações de Cromo: 37,3% acima do VP; Cobre: 380% acima do VP; Níquel: 16,6 % acima do VP; Vanádio: 88,7% acima do VP; e Zinco: 22% acima do VP.

O horizonte 2C apresentou a maior concentração de Cromo, 164,7% acima do VRQ.

5.3 - SETOR C

5.3.1 - PONTO 08 (P08)

<p>Coordenadas: 23K 0287988 7471711</p>	<p>Data do campo: 30/10/15</p>	<p>Classificação do solo (WRB, 2014): Tecnossolo Úrbico</p>
<p>Perfil de solo do P08:</p> 	<p>Localização:</p> 	<p>Exemplos de artefatos encontrados:</p>  <p>Legenda: 1- Embalagem plástica, 2- Plástico, 3- Plástico, 4- Concreto com arame, 5- Lona de PVC.</p>
	<p>A (0-20 cm): coloração bruno avermelhado (cor 7.5R 3/6), textura franco arenosa, estrutura moderada em blocos arredondados, ligeiramente duro, friável, não plástico, não pegajoso, sem artefatos, presença de atividade biológica, limite claro.</p> <p>C (20-36 cm): coloração bruno avermelhado (cor 7.5R 3/6), textura franco arenosa, material sem estrutura, solta, solta, não plástico, ligeiramente pegajoso, artefatos (cimento, tijolos, plástico, telhas), limite pouco claro.</p> <p>2C (36-47 cm): coloração bruno avermelhado (cor 7.5 R 3/6), textura argila, material sem estrutura, duro, firme, plástico, pegajoso, artefatos (concreto, tijolo, plástico, telhas, cerâmica), limite pouco claro.</p> <p>3C (47-93 cm): coloração bruno escuro (cor 7.5R 2.5/3), textura argila, estrutura laminar que pode indicar compactação do solo, muito dura, firme, plástico, pegajoso, artefatos (concreto, telhas, plástico), marcas avermelhadas de oxidação do Ferro (Fe) que podem indicar oscilação do nível d'água, limite claro.</p> <p>4C (93-110 cm): coloração bruno escuro (cor 7.5YR 3/3), textura franco argilo arenosa, material sem estrutura, muito duro, firme, não plástico, ligeiramente pegajoso, artefatos (concreto, revestimentos cerâmicos, plástico, telhas).</p>	

Os resultados das análises granulométricas do P08 são apresentados na Tabela 27.

Tabela 27. Resultados das análises granulométricas do P08.

Amostra P08	AREIA (Diâmetro em milímetros)						ARGILA <0,002m m	SILTE 0,05- 0,002mm	Artefatos
	Muito Gross a 1,0-2,0	Gross a 0,5-1,0	Média 0,5- 0,25	Fina 0,25- 0,10	Muito Fina 0,10- 0,05	AREIA TOTA L			
	g/kg								
A (0-20 cm)	02	12	218	321	145	698	195	108	0
C (20-36 cm)	0	30	357	316	91	794	137	69	98
2C (36-47 cm)	14	33	82	71	68	268	477	255	102
3C (47-93 cm)	09	46	121	128	108	412	405	183	57
4C (93-110 cm)	121	268	141	67	47	644	233	123	111

Classificação granulométrica americana USDA (1951).

A análise granulométrica das amostras de solo do P08 mostra que nos horizontes A, C e 4C, predominam a fração areia, enquanto nos horizontes 2C e 3C predominam a fração argila.

Os resultados das análises químicas (macronutrientes e complexo adsorvente) das amostras de solo do P08 são apresentados na Tabela 28.

Tabela 28. Resultados das análises químicas do P08.

Amostra P08		A 0-20 cm	C 20-36 cm	2C 36-47 cm	3C 47-93 cm	4C 93-110 cm
MACRONUTRIENTES						
pH	CaCl ₂	6,10	6,10	5,70	6,00	6,10
	H ₂ O	6,80	6,90	6,50	6,80	6,90
	SMP	7,15	7,30	7,00	7,05	7,20
Hidrogênio + Alumínio cmol/dm ³		1,30	1,10	1,50	1,40	1,20
Alumínio cmol/dm ³		ALD	ALD	ALD	ALD	ALD
Cálcio cmol/dm ³		3,70	2,0	3,90	5,0	3,80
Magnésio cmol/dm ³		0,80	0,60	1,00	1,10	1,00
Potássio cmol/dm ³		0,42	0,31	0,30	0,27	0,25
Fósforo (Mehlich) mg/dm ³		26,0	22,0	17,0	5,0	6,0
Fósforo (Resina) mg/dm ³		39,0	31,0	24,0	8,0	9,0
Carbono g/dm ³		15,0	10,0	8,0	6,0	3,0
Matéria Orgânica %		2,60	1,70	1,40	1,00	0,50
Soma de Bases cmol/dm ³		4,92	2,91	5,20	6,37	5,05
CTC cmol/dm ³		6,22	4,01	6,70	7,77	6,25
Saturação por bases (V)		79,10	72,57	77,61	81,98	80,80
Relação Cálcio/Magnésio		4,60	3,30	3,90	4,50	3,80
COMPLEXO ADSORVENTE						
Potássio % da CTC		6,80	7,70	4,50	3,50	4,0
Cálcio % da CTC		59,50	49,90	58,20	64,40	60,80
Magnésio % da CTC		12,90	15,00	14,90	14,20	16,0
Hidrogênio % da CTC		20,90	27,40	22,40	18,00	19,20
Alumínio % da CTC		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

CTC: Capacidade de Troca Catiônica

ALD: Abaixo do limite detecção

As amostras de solo do ponto P08 apresentaram pH de acidez média e média saturação por bases (51-70%) (IAC, 1997).

As concentrações de Cálcio (Ca) estão médias (04-07 mmol./dm³). As concentrações de Magnésio (Mg) estão baixas (0-04 mmol./dm³) em todo o perfil. As concentrações de Potássio (K) estão baixas (0,8-1,5 mmol./dm³) em todos os horizontes do perfil do ponto P08 (IAC, 1997).

Os resultados das análises químicas (espectrometria de fluorescência de raios-X) das amostras de solo do P08 são exibidos na Tabela 29.

Tabela 29. Resultados da análise de espectrometria de fluorescência de raios-X do P08.

Amostra P08	A 0-20 cm	C 20-36 cm	2C 36-47 cm	3C 47-93 cm	4C 93-110 cm	VRQ	VP
SOMA ($\mu\text{g/g}$)							
Bário (Ba)	392	371	457	476	368	75	120
Cério (Ce)	84	67	82	76	51	-	-
Cromo (Cr)	31	42	39	34	43	40	75
Cobre (Cu)	37	32	47	20,3	10,4	35	60
Gálio/Gases Nobres (Ga)	12,6	11,1	21,9	23,2	13,8	-	-
Lantânio (La)	56	42	75	79	44	-	-
Nióbio (Nb)	15,4	13,8	18,1	13,1	9,6	-	-
Neodímio (Nd)	31	31	62	55	30	-	-
Níquel (Ni)	<2	<2	<2	<2	<2	13	30
Chumbo (Pb)	34	28,6	47	31	22,8	17	72
Rubídio (Sc)	91	86	118	121	88	-	-
Escândio (Sc)	11	10	21	14	06	-	-
Estrôncio (Sr)	71	68	67	73	61	-	-
Tório (Th)	31	26,6	32	32	20,9	-	-
Vanádio (V)	133	113	186	86	46	275	275
Ítrio (Y)	13,7	10,5	20,7	18,0	11,4	-	-
Zinco (Zn)	59	51	71	38	24,2	60	86
Zircônio (Zr)	354	266	312	256	158	-	-

VRQ: Valor de Referência de Qualidade (CETESB, 2016).

VP: Valor de Prevenção (CETESB, 2016).

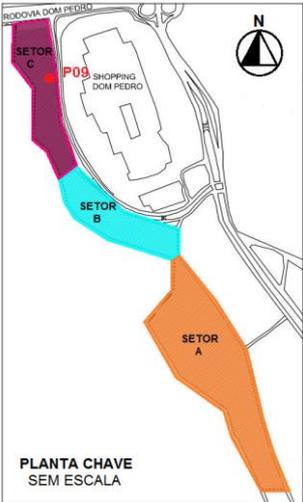
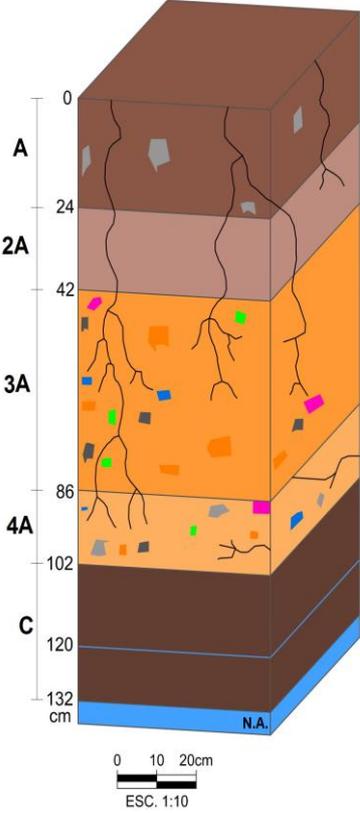
- Elemento não está presente na Lista de Valores orientadores para solo e águas subterrâneas do Estado de São Paulo (CETESB, 2016).

Todos os horizontes apresentaram concentrações de Bário (Ba) e Chumbo (Pb) acima do VRQ; os horizontes A e 2A apresentaram concentrações de Cobre (Cu) acima do VRQ; o horizonte 4C apresentou concentração de Cromo (Cr) acima do VRQ; e o horizonte 2C apresentou concentração de Zinco (Zn) acima do VRQ (CETESB, 2016).

A concentração de Bário, presente em todos os horizontes do P08, excedeu em média 450,3% o valor de referência de qualidade (VRQ), e em 277,6% o valor de prevenção (VP), estabelecidos pela Lista de Valores Orientadores (CETESB, 2016).

O horizonte 2C apresentou as maiores concentrações de Cromo: 7,5% acima do VRQ; Cobre: 34,2% acima do VRQ; Chumbo: 176,4% acima do VRQ; e Zinco: 18,3% acima do VRQ.

5.3.2 - PONTO 09 (P09)

<p>Coordenadas: 23K 0287914 7472002</p>	<p>Data do campo: 30/10/15</p>	<p>Classificação do solo (WRB, 2014): Tecossolo Úrbico</p>
<p>Perfil de solo do P09:</p> 	<p>Localização:</p>  <p>PLANTA CHAVE SEM ESCALA</p>	<p>Exemplos de artefatos encontrados:</p>  <p>Legenda: 1- Embalagem plástica, 2- Vidro, 3- Alumínio, 4- Revestimento cerâmico, 5- Tijolo.</p>
 <p>0 A 24 2A 42 3A 86 4A 102 C 120 132 cm N.A.</p> <p>0 10 20cm ESC. 1:10</p>	<p>A (0-24 cm): coloração bruno avermelhado (cor 5R 3/8), textura franco argilosa, estrutura fraca em blocos subangulares, duro, firme, plástico, pegajoso, sem artefatos, fragmentos de rocha, atividade biológica, limite claro.</p> <hr/> <p>2A (24-42 cm): coloração bruno avermelhado (cor 7.5R 4/6), textura franco argilo siltosa, material sem estrutura, muito duro, firme, plástico, pegajoso, sem artefatos, presença de mica (mineral facilmente intemperizável), atividade biológica, limite pouco claro.</p> <hr/> <p>3A (42-86 cm): coloração bruno (cor 7.5 R 3/4), textura franco argilo arenosa, material sem estrutura, duro, firme, plástico, pegajoso, artefatos (concreto, tijolo, plástico, telhas, cerâmica), atividade biológica, limite claro.</p> <hr/> <p>4A (86-102 cm): coloração bruno (cor 10R 4/4), textura franco argilo arenosa, material sem estrutura, duro, firme, não plástico, ligeiramente pegajoso, fragmentos de rocha (Alterita), artefatos (concreto, tijolos, borracha e plástico), atividade biológica, limite pouco claro.</p> <hr/> <p>C (102-132 cm): coloração bruno escuro (cor 7.5YR 3/2), textura franco arenosa, material sem estrutura, macio, friável, não plástico, não pegajoso, sem artefatos, marca de oscilação do nível água na profundidade de 120 cm.</p>	

No horizonte 3A do ponto P09 destaca-se a presença da tampa de uma embalagem de margarina Doriana datada de 1996, estima-se, portanto, que a deposição desse e dos horizontes superiores seja posterior a 1996.

Os resultados das análises granulométricas do P09 são apresentados na Tabela 30.

Tabela 30. Resultados das análises granulométricas do P09.

Amostra P09	AREIA (Diâmetro em milímetros)						ARGILA <0,002m m	SILTE 0,05- 0,002mm	Artefatos
	Muito Gross a 1,0-2,0	Gross a 0,5-1,0	Média 0,5- 0,25	Fina 0,25- 0,10	Muito Fina 0,10- 0,05	AREIA TOTA L			
	g/kg								
A (0-24 cm)	0	13	50	148	184	395	336	270	0
2A (24-42 cm)	0	0	0	11	90	101	376	523	0
3A (42-86 cm)	04	18	94	178	159	453	288	259	77
4A (86-102 cm)	16	41	104	162	139	462	297	241	61
C (102-132 cm)	20	150	317	176	81	744	143	113	0

Classificação granulométrica americana USDA (1951).

A análise granulométrica das amostras de solo do P09 mostra que nos horizontes A e 3A predominam a fração argila; no horizonte 2A predomina a fração silte; no horizonte C predomina a fração areia, características comuns às áreas de várzea.

Os resultados das análises químicas (macronutrientes e complexo adsorvente) das amostras de solo do P09 são apresentados na Tabela 31.

Tabela 31. Resultados das análises químicas do P09.

Amostra P09		A 0-24 cm	2A 24-42 cm	3A 42-86 cm	4A 86-102 cm	C 102-132 cm
MACRONUTRIENTES						
pH	CaCl ₂	5,2	5,3	5,0	4,9	4,7
	H ₂ O	5,9	6,0	5,7	5,7	5,5
	SMP	6,55	6,65	6,35	6,70	6,65
Hidrogênio + Alumínio cmol/dm ³		2,4	2,1	2,9	2,0	2,1
Alumínio cmol/dm ³		ALD	ALD	ALD	ALD	ALD
Cálcio cmol/dm ³		4,6	4,7	3,4	3,5	1,8
Magnésio cmol/dm ³		1,2	1,5	1,2	1,1	0,8
Potássio cmol/dm ³		0,34	0,23	0,10	0,21	0,13
Fósforo (Mehlich) mg/dm ³		9,0	5,0	7,0	4,0	5,0
Fósforo (Resina) mg/dm ³		15,0	8,0	12,0	7,0	8,0
Carbono g/dm ³		13,0	10,0	6,0	4,0	3,0
Matéria Orgânica %		2,2	1,7	1,0	0,7	0,5
Soma de Bases cmol/dm ³		6,14	6,43	4,70	4,81	2,73
CTC cmol/dm ³		8,54	8,53	7,60	6,81	4,83
Saturação por bases (V)		71,90	75,38	61,84	70,63	56,52
Relação Cálcio/Magnésio		3,8	3,7	2,8	3,2	2,3
COMPLEXO ADSORVENTE						
Potássio % da CTC		4,0	2,7	1,3	3,1	2,7
Cálcio % da CTC		53,9	55,1	44,7	51,4	37,3
Magnésio % da CTC		14,1	17,6	15,8	16,2	16,6
Hidrogênio % da CTC		28,1	24,6	38,2	29,4	43,5
Alumínio % da CTC		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

CTC: Capacidade de Troca Catiônica

ALD: Abaixo do limite detecção

As amostras de solo do ponto P09 apresentaram pH de acidez alta (4,4-5,0 pH em CaCl₂) nos horizontes 3A, 4A e C, acidez média (5,1-5,5 pH em CaCl₂) nos horizontes A e 2A. A saturação por bases é média (51-70%) nos horizontes 2A e 3A, e alta (71-90%) nos demais horizontes (IAC, 1997).

As concentrações de Cálcio (Ca) estão médias (04-07 mmol_c/dm³) nos horizontes A, 2A, 3A e 4A e baixa (0-03 mmol_c/dm³) no horizonte C. As concentrações de Magnésio (Mg) estão altas em todo o perfil. As concentrações de Potássio (K) estão baixas (0,8-1,5 mmol_c/dm³) em todos os horizontes do perfil do ponto P09 (IAC, 1997).

Os resultados das análises químicas (espectrometria de fluorescência de raios-X) das amostras de solo do P09 são apresentados na Tabela 32.

Tabela 32. Resultados da análise de espectrometria de fluorescência de raios-X do P09.							
Amostra P09	A 0-24 cm	2A 24-42 cm	3A 42-86 cm	4A 86-102 cm	C 102-132 cm	VRQ	VP
SOMA (µg/g)							
Bário (Ba)	366	532	468	503	440	75	120
Cério (Ce)	74	72	102	86	77	-	-
Cromo (Cr)	63	52	32	35	41	40	75
Cobre (Cu)	104	76	39	46	6,8	35	60
Gálio/Gases Nobres (Ga)	19,7	27,0	17,7	22,0	10,4	-	-
Lantânio (La)	75	105	93	107	48	-	-
Nióbio (Nb)	19,2	19,5	17,7	16,7	9,4	-	-
Neodímio (Nd)	58	67	57	63	28	-	-
Níquel (Ni)	<2	<2	<2	<2	<2	13	30
Chumbo (Pb)	33	33	44	36	26,7	17	72
Rubídio (Sc)	93	186	115	142	99	-	-
Escândio (Sc)	31	30	11	16	05	-	-
Estrôncio (Sr)	72	67	82	77	77	-	-
Tório (Th)	35	25,2	48	33	25,6	-	-
Vanádio (V)	319	227	138	155	36	275	275
Ítrio (Y)	21,4	37	20,5	27,9	10,2	-	-
Zinco (Zn)	213	101	60	70	18	60	86
Zircônio (Zr)	508	293	526	329	205	-	-

VRQ: Valor de Referência de Qualidade (CETESB, 2016).

VP: Valor de Prevenção (CETESB, 2016).

- Elemento não está presente na Lista de Valores orientadores para solo e águas subterrâneas do Estado de São Paulo (CETESB, 2016).

Os seguintes elementos apresentaram concentrações acima do VRQ estabelecido pela Lista CETESB (2016):

- ✓ Bário (Ba) em todos os horizontes;
- ✓ Cobre (Cu) nos horizontes A, 2A, 3A e 4A;
- ✓ Cromo (Cr) nos horizontes A, 2A e C;
- ✓ Chumbo (Pb) em todos os horizontes;
- ✓ Vanádio no horizonte A;

- ✓ Zinco (Zn) nos horizontes A, 2A e 4A.

A concentração de Bário, presente em todos os horizontes do P09, excedeu em média 516,5% o valor de referência de qualidade (VRQ), e em 284,8% o valor de prevenção (VP), estabelecidos pela Lista de Valores Orientadores (CETESB, 2016).

A concentração de Bário no horizonte 2A ultrapassou em 6,4% o valor de intervenção (VI) estabelecido para o uso agrícola e o horizonte 4A ultrapassou 0,6% o VI para uso agrícola (CETESB, 2016).

O horizonte A apresentou as maiores concentrações de Cromo: 57,5% acima do VRQ; Cobre: 73,3% acima do VP; Vanádio: 16% acima do VP; e Zinco: 147,6% acima do VP.

O horizonte 3A apresentou a maior concentração de Chumbo, acima 158,8% do VRQ.

6 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

6.1 GÊNESE DOS TECNOSSOLOS NO PARQUE LINEAR RIBEIRÃO DAS PEDRAS E O HISTÓRICO DE USO E OCUPAÇÃO LOCAL

O conceito central dos Tecnoossosolos é o domínio da atividade humana sob as propriedades e funções do solo. O histórico de uso e ocupação do Parque Linear ribeirão das Pedras, no setor entre sua nascente e a Rodovia Dom Pedro I/SP-65, exposto no Item 4.4.1 deste trabalho, mostra que as intervenções antrópicas na região são anteriores a 1969.

É difícil precisar a data em que a cobertura vegetal original da região foi suprimida, pode-se supor que isso tenha ocorrido na segunda metade do século XVIII (1750-1800), com a chegada de fazendeiros vindos de outras regiões da Capitania de São Paulo em busca de terras para o cultivo de cana-de-açúcar e mais tarde café (PREFEITURA DE CAMPINAS, acesso em 05/07/17).

Há 48 anos, o uso e ocupação do solo nas margens do ribeirão era rural, seja para cultivo ou pastagem, sujeito às intervenções antrópicas pertinentes a essas atividades (compactação pela passagem do gado, fertilizantes, agrotóxicos, insumos, aragem, etc.).

A partir de 1995, há 22 anos, o uso urbano passou a ser o principal na sub-bacia, com um notável adensamento nas construções e ruas pavimentadas.

Estima-se que nessa época tenha começado o descarte ilegal de resíduos da construção civil e lixo doméstico no local, além da canalização da nascente. O ponto P09, no Setor C do Parque Linear, pode ajudar a confirmar essa estimativa, seu horizonte 3A (42-86 cm de profundidade) continha parte de uma embalagem plástica (tampa) de margarina preservada, da marca Doriana, produto fabricado em 1996.

Em 2002, há 15 anos, o uso e ocupação sub-bacia era predominantemente urbano e está bem semelhante com o que vemos atualmente. A principal alteração foi a construção do Parque Dom Pedro Shopping próximo à margem direita do ribeirão das Pedras. Nesse mesmo ano, a vegetação ciliar foi recuperada com o plantio de 25.000 mudas nativas, momento em que a topografia atual da área foi gerada.

Apesar da criação do Parque Linear ribeirão das Pedras e o desenvolvimento da vegetação, o descarte ilegal de resíduos sólidos continuou, bem como a deposição de camadas de solo provenientes de outros locais. A identificação de parte de uma embalagem de barra de cereais da marca Baldaracci fabricada em 2012 no horizonte 2C do ponto P05, no Setor A do Parque Linear, ajuda a confirmar essa informação.

6.2 - CARACTERIZAÇÃO DOS PERFIS DE SOLO

A caracterização das amostras de solo dos perfis estudados permite classificar os Tecnosolos encontrados como Úrbicos. São solos caracterizados por conter:

- ✓ Camada maior ou igual a 20 cm de espessura dentro dos primeiros 100 cm a partir da superfície do solo contendo 20% de artefatos antrópicos por volume (WRB, 2014);
- ✓ Os artefatos podem estar distribuídos por todo o perfil;
- ✓ Artefatos: fragmentos de objetos manufaturados (tijolo, vidro, concreto, cinzas, asfalto, madeira, plástico, ligas metálicas) (Fanning & Fanning, 1989);
- ✓ Apresentam grande variabilidade vertical e horizontal o que significa diferentes graus de transformações morfológicas (WRB, 2014).

Segundo a WRB (2014), esses solos podem ser parcialmente tecnogênicos, ou seja, as transformações estão restritas aos horizontes mais superficiais, enquanto os horizontes mais profundos são naturais ou modificados por atividades agropecuárias. É o que pôde ser observado nos pontos P02, P03, P04, no Setor A do Parque, e no P09, no Setor C, onde os horizontes mais profundos conservaram algumas características encontradas nos solos naturais de várzeas, como mosqueamento, e não foram identificados artefatos. Os pontos P01, P05, P06 no Setor A do Parque, P07 no Setor B, e o P08 no Setor C são Tecnosolos Úrbicos típicos, pois apresentaram artefatos distribuídos por todo o perfil.

Os Tecnosolos Úrbicos do Parque Linear ribeirão das Pedras eram em sua maioria arenosos, o que pode estar relacionado a sua localização nas proximidades do leito do ribeirão.

6.3 - FERTILIDADE DOS SOLOS E ARTEFATOS ANTRÓPICOS

Apesar da pouca manutenção e do contínuo descarte ilegal de resíduos sólidos, a vegetação arbórea do Parque Linear ribeirão das Pedras tem conseguido se desenvolver. Podendo ser classificada como secundária em estado inicial de regeneração. Deve-se lembrar, também, que na margem esquerda do ribeirão das Pedras, nos Setores B e C, existem áreas destinadas ao cultivo de hortaliças.

De acordo com os resultados obtidos com as análises químicas de macronutrientes e complexo adsorvente, os Tecnosolos Úrbicos do Parque Linear ribeirão das Pedras são em geral férteis para as condições em que se encontram.

Todos os pontos amostrados, com exceção do P07, no Setor B, apresentaram atividade biológica, seja pela presença de organismos do solo (como minhocas) nos horizontes mais

superficiais, seja pela presença de raízes de diferentes proporções nos horizontes superficiais e até nos mais profundos.

As concentrações de Cálcio (Ca), Fósforo (P), Potássio (K) e Magnésio (Mg), macronutrientes essenciais para o desenvolvimento dos vegetais, estão relativamente altas em todos os pontos amostrados. Naturalmente, solos tropicais apresentam níveis baixos de Cálcio e Magnésio (IAC, 1997).

A saturação por bases e as concentrações de matéria orgânicas também apresentaram valores acima dos esperados para os solos da região.

Mesmo nos pontos P02 e P04, no Setor A, P08 e P09, no Setor C, que apresentaram valores de pH mais ácidos foi possível verificar o desenvolvimento do sistema radicular das plantas.

Essas características podem estar relacionadas principalmente pela decomposição dos resíduos da construção civil, já que muitos desses materiais têm carbonato de cálcio, sulfato de cálcio, magnésio, etc. em sua constituição. E também a decomposição da matéria orgânica proveniente da camada de serapilheira.

6.4 - METAIS NO SOLO E ARTEFATOS ANTRÓPICOS

A composição dos solos é extremamente diversa e controlada por muitos fatores, sendo os principais as condições climáticas e o material parental.

Para SINGH e STEINNES (1994) os metais nos solos são derivados tanto do intemperismo que age sobre o material parental, como de fontes externas naturais (erupção vulcânica) ou antrópicas (indústria, agricultura, urbanização).

Os resultados das análises de espectrometria de fluorescência de raios-X mostraram concentrações preocupantes de alguns elementos quando comparados aos valores da Lista de Valores Orientadores para Solo e Água Subterrânea no Estado de São Paulo (CETEB, 2016):

- ✓ *Bário* (Ba): todos os pontos apresentaram concentrações superiores do que o estabelecido nos Valores de Prevenção (VP);
- ✓ *Cobre* (Cu): os pontos P04 - Setor A, P07 - Setor B, e P09 - Setor C, apresentaram concentrações superiores do que o estabelecido nos Valores de Prevenção (VP);
- ✓ *Cromo* (Cr): o ponto P07 - Setor B, apresentou concentração superior do que o estabelecido nos Valores de Prevenção (VP);
- ✓ *Níquel* (Ni): o ponto P07 - Setor B, apresentou concentração superior do que o estabelecido nos Valores de Prevenção (VP);

- ✓ *Vanádio (V)*: os pontos P04 - Setor A, P07 - Setor B, e P09 - Setor C, apresentaram concentrações superiores do que o estabelecido nos Valores de Prevenção (VP);
- ✓ *Zinco (Zn)*: os pontos P06 - Setor A, P07 - Setor B, e P09 - Setor C, apresentaram concentrações superiores do que o estabelecido nos Valores de Prevenção (VP).

Todos os elementos mencionados podem estar presentes nos artefatos encontrados durante a escavação e descrição dos perfis de solo, provavelmente a decomposição desses materiais acabou por transportá-los para o solo.

É importante ressaltar que nenhum dos elementos analisados ultrapassou os Valores de Intervenção (VI) para uso residencial do solo, estabelecidos pela CETESB (2016). Entretanto os pontos P04, P05 e P06 no Setor A; P07 no Setor B; e P09 no Setor C do Parque Linear apresentaram horizontes com concentrações de Bário acima do valor de intervenção (VI) estabelecido para o uso agrícola. Na margem esquerda do ribeirão das Pedras, nos setores B e C, existem propriedades produtoras de hortaliças. É possível que os vegetais produzidos na área possam ser contaminados com este elemento.

6.4.1 - EFEITOS DO BÁRIO NO CORPO HUMANO

O Bário é um elemento químico pertencente à classe dos metais alcalinos terrosos, considerado tóxico, de coloração prateada, com alto ponto de fusão, facilmente oxidável pelo ar, não sendo encontrado livre na natureza, devido a sua elevada reatividade (REMIÃO, 2012/2013). À temperatura ambiente encontra-se no estado sólido.

A toxicidade humana do Bário ocorre principalmente devido à ingestão acidental de derivados solúveis em meio aquoso ou ácido. Outras vias de intoxicação são a absorção através de queimaduras químicas ou inalação de vapores (REMIÃO, 2012/2013).

Todos os compostos de Bário, que são solúveis em água ou em ácido, são venenosos. O excesso de Bário no organismo pode causar sintomas gastrointestinais, cardiovasculares, respiratórios e neuromusculares (REMIÃO, 2012/2013), como: náuseas, vômitos, diarreia, dor abdominal, tremores, fibrilação muscular, crises convulsivas e até coma. Grande parte desses sintomas advêm do mecanismo de toxicidade do Bário que compreende a interação com a difusão passiva de Potássio (K) (REMIÃO, 2012/2013).

6.4.2 - EFEITOS DO COBRE NO CORPO HUMANO

O Cobre é um metal de transição, de coloração avermelhada, possui grande importância na indústria, é maleável e bom condutor de eletricidade.

O Cobre é essencial para diversas funções orgânicas, como a mobilização do Ferro para a síntese da hemoglobina, a síntese do hormônio adrenalina e a formação dos tecidos conjuntivos. Os órgãos do corpo humano que apresentam as maiores concentrações desse elemento são: fígado, cérebro, coração e rim. Possui característica biocumulativa (BARCELOS, 2008).

Alguns sintomas do excesso de Cobre no corpo são: náuseas, vômito, hemorragia gastrointestinal, diarreia, anemia hemolítica, cirrose hepática crônica e icterícia (BARCELOS, 2008).

6.4.3 - EFEITOS DO CROMO NO CORPO HUMANO

O cromo é um metal de transição, duro, frágil, de coloração cinza semelhante ao aço e muito resistente à corrosão. O cromo é um mineral essencial ao homem e também tóxico dependendo da forma como ele é encontrado, ou seja, sua forma de oxidação (RUPPENTHAL, 2013):

- ✓ Cromo (0): natural no meio ambiente;
- ✓ Cromo (III) e o cromo (VI): produzidos por processos industriais, principalmente na produção de ligas metálicas.

O cromo metálico e os compostos de cromo III não representam um risco importante para a saúde humana, já os compostos de cromo VI são tóxicos quando ingeridos, sendo a dose letal de alguns gramas. Em níveis não letais, o cromo VI é carcinogênico (RUPPENTHAL, 2013).

A principal via de absorção de compostos de cromo é pulmonar. Uma vez absorvido, o cromo é levado pelo sangue aos vários órgãos e tecidos do corpo humano, concentrando-se especialmente no fígado, rins, baço e pulmão. Os efeitos dos compostos de Cromo podem ser cutâneos, nasais, bronco-pulmonares, renais, gastrointestinais e carcinogênicos (RUPPENTHAL, 2013).

Os sintomas de intoxicação por compostos de Cromo incluem: irritação no dorso da mão, lesões nasais, irritação bronquial, alteração da função respiratória, úlceras gastrointestinais, irritação dos olhos e mucosas.

6.4.4 - EFEITOS DO NÍQUEL NO CORPO HUMANO

O Níquel é um metal de transição, de coloração branco-prateada, condutor de eletricidade e calor, apresentando certo caráter ferromagnético. É encontrado em diversos minerais, em meteoritos (formando liga metálica com o ferro) e, em princípio, existe níquel no núcleo da Terra (RUPPENTHAL, 2013).

Do ponto de vista toxicológico, a inalação no local de trabalho, seguida do contato cutâneo, constituem as vias mais importantes de exposição ao níquel. Fatores fisiológicos como a idade e estado de saúde, poderão também influenciar o processo. Os compostos mais solúveis (sais de Níquel-sulfatos) são mais rapidamente absorvidos do pulmão para a corrente sanguínea e excretados na urina com tempos de semivida de horas a alguns dias. Por sua vez, os compostos insolúveis, como por exemplo, óxidos de níquel são absorvidos lentamente, dos pulmões para a corrente sanguínea, resultando numa acumulação em nível pulmonar (RUPPENTHAL, 2013).

6.4.5 - EFEITOS DO VANÁDIO NO CORPO HUMANO

O Vanádio é um elemento traço essencial pertencente ao grupo dos elementos de transição, acinzentado, bastante empregado em processos da indústria pesada. A toxicidade pelo vanádio em humanos está quase sempre associada a processos industriais. Os efeitos incluem irritação das mucosas dos olhos, nariz, garganta e trato respiratório. Os principais sintomas são dores de cabeça, tremores nas mãos, hipertensão, tosse, irritação do nariz e da garganta (RUPPENTHAL, 2013).

6.4.6 - EFEITOS DO ZINCO NO CORPO HUMANO

O Zinco é um metal sólido, de coloração azul, amplamente distribuído na natureza e essencial ao metabolismo humano: interage com proteínas para regular a síntese de DNA e RNA, controlar a neurotransmissão, atua junto ao hormônio do crescimento, mantém a integridade da membrana celular (ASMUS, sem data).

Sua absorção pode ocorrer por via digestiva (dieta), via respiratória (fumos e poeiras) ou via cutânea (ex: preparados tópicos para acne). Os órgãos que possuem as maiores concentrações de Zinco são: fígado, pâncreas, retina, rins, próstata e músculos (ASMUS, sem data).

A intoxicação por esse elemento pode ser aguda, com sintomas gastrointestinais (lesões no esôfago e estômago); irritação das vias aéreas, olhos, pele, faringe; dermatites

irritativas de contato; ou intoxicação crônica, podendo provocar leucopenia e anemia sideroblástica (ASMUS, sem data).

7 - CONCLUSÕES

A influência antrópica no solo do Parque Linear ribeirão das Pedras, trecho entre sua nascente e a Rodovia Dom Pedro I/SP-65, no município de Campinas, promoveu alguns efeitos:

- ✓ Alteração dos horizontes e sua distribuição ao longo dos perfis de solo;
- ✓ Incorporação de artefatos no corpo do solo (resíduos da construção civil, resíduos domésticos);
- ✓ Presença de metais no solo, especialmente o Bário que apareceu em concentrações superiores ao estabelecido nos Valores de Prevenção (VP) em todos os pontos estudados e acima do Valor de Intervenção (VI) para uso agrícola nos pontos P04, P05, P06, P07 e P09 (CETESB, 2016);
- ✓ A decomposição dos artefatos antrópicos pode ter favorecido o aumento da fertilidade do solo;
- ✓ Desenvolvimento da vegetação arbórea com o plantio de mudas de vegetação nativa ao longo do Parque Linear.

Dentre as alterações que ocorreram nesses solos, a presença de metais em concentrações acima dos limites estabelecidos, especialmente o Bário, é o que chama mais atenção, pois pode apresentar riscos para a população.

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASMUS, C. I. R. F. Sem data. Metais. Rio de Janeiro/RJ: Instituto de Estudos de Saúde Coletiva - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://iesc.ufrj.br/cursos/saudetrab/intoxica%E7%F5es%20por%20metais.pdf>, acesso em 19/07/2017.

AVERY, B. W. 1980. Soil Classification for England and Wales: higher categories. Cranfield: Cranfield University. Soil Survey & Land Research Centre.

BARCELOS, T. D. de J. 2008. Cobre: vital ou prejudicial para a saúde humana? Corvilhã/Portugal: Dissertação de Mestrado - Universidade da Beira Interior. 85 p.

BRASIL. Lei Federal 12.305 de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília/DF, 02 de agosto de 2010.

BRASIL. Lei Federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília/DF, 25 de maio de 2012.

BLUME, H. P. 1989. Classification of soils in urban agglomerations. *Catena* 16: 269–275.

BUENO, C. F. H. 2000. Tecnologia de materiais de construções. Viçosa/MG: Universidade Federal de Viçosa - Departamento de Engenharia Agrícola, Construções rurais e ambiência. 39 p.

CAMARGO, O. A. de. *et al.*, 2009. Métodos de análise química, mineralógica e física dos solos do Instituto Agrônomo de Campinas. Campinas: Instituto Agrônomo - Boletim Técnico 106, edição revista e atualizada. 77 p.

CAMPINAS. 2006. Lei Complementar nº 15 de 27 de dezembro de 2006 dispõe sobre o Plano Diretor do município de Campinas. Campinas: Secretaria Municipal de Assuntos Jurídicos.

CAMPINAS. 2010. Município de Campinas: divisão por unidades territoriais básicas (UTBs). Sem escala. Campinas: Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Urbano.

CAMPINAS. 2013. Plano municipal de saneamento básico Campinas/SP - Produto 1 Diagnóstico, Caracterização e Análise Crítica. Campinas: Secretaria Municipal do Verde e Desenvolvimento Sustentável. 291 p.

CEPAGRI - Centro de pesquisas meteorológicas e climáticas aplicadas à agricultura. Disponível em www.cpa.unicamp.br/outrasinformacoes/climadecampinas.html, acesso em 21/12/2016.

CHARZYNSKI, P.; HULISZ, P.; BEDNAREK, R. 2013. Technogenic Soils of Poland. Torún: Polish Society of Soil Science. 358 p.

CHEMEKOV Y. F. 1983. Technogenic deposits. In: INQUA Congress 11, Moscow, Abstract. v.3, p. 62.

CHRISTOFOLETTI, A. & FREDERICI, H. 1972. A Terra Campineira: Análise do quadro natural. Campinas. Indústrias Gráficas Mousinho.

COELHO, R. M.; VALLADARES, G. S.; CHIBA, M. K. 2008. Mapa pedológico semidetalhado do município de Campinas, SP. Escala 1:50.000. Campinas: Embrapa Monitoramento por satélite.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. 2001. Relatório de estabelecimento de valores orientadores para solos e águas subterrâneas no Estado de São Paulo./ Dorothy C. P. Casarini *et al.* CETESB: São Paulo, 73 p.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. 2016. Decisão de Diretoria nº 256/2016/E de 22 de novembro de 2016. Dispõe sobre a aprovação do “Valores orientadores para Solo e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo” - 2016 e outras providências.

CRAUL, P.J. 1985. A description of urban soils and their undesired characteristics. *Journal of Arboriculture*, 11, p. 330-339.

CURCIO, G. R., LIMA, V. C., GIAROLA, N. F. B. Outubro de 2004. Antropossolos: Proposta de Ordem (1ª aproximação). Documento 101. Colombo/PR: Embrapa Florestas, 49 p.

CURI, N. *et al.* 1993. Vocabulário de Ciência do Solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Campinas.

DAGNINO, R. de S. 2007. Riscos ambientais na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras. Campinas: Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). 127 p.

DE KIMPE, C. R.; MOREL, J. L. 2000. Urban soil management: a growing concern. *Soil Science*, v. 165, n. 1, p. 31-40.

DEUTSCHE BODENKUNDLICHE GESELLSCHAFT. 1985. Soil Classification of the Federal Republic of Germany. Oldenburg.

DIAS, M. B., 2016. O Tecnógeno no Brasil. In: XVIII Encontro Nacional de Geógrafos: A construção do Brasil - geografia, ação política e democracia. São Luís/MA. 24 a 30 de junho de 2016, 12 p.

ELLENBERG, H.; MUELLER-DOMBOIS, D. A. 1967a. A key to raunkier plant forms with revised subdivision. *Berichte des Geobotanischen Institutes der Eidg. Techn. Hochschule Stiftung Rübel Zurich: ETH*, v. 37, p. 21-55.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2013. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília/DF. 3ª ed. rev. ampl. 353 p.

FANNING, D.S. & FANNING, C.B.F., eds. 1989. Soil morphology, genesis and classification. New York, John Wiley & Sons.

FERNANDES, A. J., AZEVEDO, J. M., TEIXEIRA, A. L., BOGGIANI, P. C., GARDA, G. M. 1993. Geologia do município de Campinas. *In* Subsídios do meio físico-geológico ao planejamento do município de Campinas/SP. São Paulo: Instituto Geológico - SMASP, v. 2, p. 2-51.

FGV-EASP. Outubro de 2004. Parque Dom Pedro Shopping - Sistema de Gestão Ambiental. *In* 2º Prêmio FGV-EASP de Responsabilidade Social no Varejo. Finalista na categoria shopping Center.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED STATES (FAO). 2014. World Reference Base for Soil Resources 2014: International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. Rome. 191 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED STATES (FAO). 2015. Status of the world's resources - Main report. Rome. 648 p.

GOMES, E. P. C. 2006. Florística e fitossociologia como ferramentas do processo de RAD. *In* Manual para recuperação de áreas degradadas do Estado de São Paulo - Matas ciliares do interior paulista. Guaratinguetá/SP: 8, 9 e 10 de junho de 2006. p. 70-74.

INFRAERO. Disponível em: www.infarero.gov.br, acesso em 31/08/2016.

INFORMAÇÃO EM SAÚDE - Vanádio Toxicidade. Disponível em: <http://www.365saude.com.br/index.html>, acesso em 19/07/2017.

INTERNATIONAL UNION OF SOIL SCIENCES (IUSS) Working Group WRB.2014. World Reference Base for Soil Resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports. nº 106. FAO, Rome.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS - IAC. 1997. Boletim Técnico 100: Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2ª ed. rev. atual. Campinas/SP: Instituto Agronômico/Fundação IAC, 285 p.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS - IAC. 2015. Solos do Estado de São Paulo. Disponível em <http://www.iac.sp.gov.br/solossp/>, acesso em 21/06/2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. 2007. Manual Técnico de Pedologia. *In* Manuais Técnicos em Geociências - número 4. Rio de Janeiro. 2ª Ed. 316 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. 2010. Censo Demográfico 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. 2012. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. *In* Manuais técnicos em geociências - número 1. Rio de Janeiro. 2ª Ed. revista e ampliada. 92 p.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO - IGC. 2002. Plano Cartográfico do Estado de São Paulo. Campinas I - Folha SF-23-Y-A-V-4-NE-E 075/098 em escala 1:10.000.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO - IGC. 2002. Plano Cartográfico do Estado de São Paulo. Campinas II - Folha SF-23-Y-A-V-4-NE-F 075/099 em escala 1:10.000.

INSTITUTO GEOLÓGICO-IG. 1993. 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. 3º volume.

INSTITUTO GEOLÓGICO-IG. 2009. Mapa geológico do município de Campinas e Mapa de pontos de descrição geológica e de pontos de descrição geomorfológica. Escala 1: 50.000. São Paulo.

ISBELL, R. 1996. Australian Soil Classification. Melbourne: CTIRO Publ., 196 p.

LYELL, C. 1863. The Geological Evidences of the Antiquity of Man, with Remarks on Theories of the Origin of Species by Variation. Murray, London, UK.

MALAVOLTA, E. 1994. Micronutrientes e metais pesados: mitos, mistificação e fatos. São Paulo: Produquímica, 140p.

NOSSAS ÁRVORES. Disponível em <https://arvores.greennation.com.br/species/16>, acesso em 26/06/2017.

OLIVEIRA, A. M. S. 1994. Depósitos tecnogênicos e assoreamento de reservatórios: Exemplo do Reservatório de Capivara, Rio Paranapanema, SP/PR. São Paulo: Dissertação de Doutorado, Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. Vol. 1.

OLIVEIRA, A. M. dos S. PELOGGIA, A. U. G. 1998. Tecnógeno: um novo campo de estudos de Geociências. Guarulhos: Laboratório de Cartografia, Faculdades Integradas de Guarulhos. 04 p.

OLIVEIRA, A. M. S. 2005. Estudos sobre o Tecnógeno do Brasil. I Encontro de Tecnólogos. ABEQUA, 2005. Disponível em: http://www.abequa.org.br/trabalhos/0304_antonio_manuel_de_oliveira.pdf. Acesso em: 04 de junho de 2017.

PEDRON, F de A. *et al.* 2004. Solos urbanos - Revisão Bibliográfica. Santa Maria/SC: Ciência Rural. V. 34, nº 5. P. 1647-1653. Setembro/Outubro 2004.

PEDRON, F.A., DALMOLIN, R.S.D.; AZEVEDO, A.C.; BOTELHO, M.R.; MENEZES, F.P. 2007. Levantamento e classificação de solos em áreas urbanas: importância, limitações e aplicações. *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 13, n. 2, p. 147-151.

PELOGGIA, A. U. G. 1998 a. O homem e o Ambiente Geológico: Geologia, Sociedade e a ocupação urbana no município de São Paulo. São Paulo: Xamã, 271 p.

POPKOV, S.; DEMENT'EVA, E. 2002. Soil properties effect on the development and distribution of urban vegetative cover of the forest zone. In. *WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE*, 17, 2002, Bangkok, Thailand. *Anais Bangkok, 2002*, v. 5, p. 1672.

PREFEITURA DE CAMPINAS. Conheça Campinas - Origens. Disponível em: www.campinas.sp.gov.br, acessos em 20/12/2016 e 05/07/2017.

PRICE, S. *et al.* 2004. Artificial Ground: Mapping our impact on the surface of the earth. *Earthwise* issue, 20. British Geological Survey. p. 30-31.

REMIÃO, F. 2012/2013. Bário: comunicação de risco. *In: Disciplina Toxicologia Mecânica do Curso de Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas*. Porto/Portugal: Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto. Disponível em: <http://bario2.wixsite.com/bario/toxicidade>, acesso em 18/07/17.

ROSSITER, D.G. 2007. Classification of urban and industrial soils in the World reference Base for soil resource. *Journal of Soils and Sediments*, v. 7, n. 2, p. 96-100.

RUPPENTHAL, J. E. 2013. Toxicologia. Santa Maria/RS: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria; Rede e-Tec Brasil. 128 p.

SANDOR, J.; BURRAS, C.L.; THOMPSON, M. 2011. Human Impacts on Soil Formation. www.public.iastate.edu/.../Human%20Impacts%20on%20Soil%20Formation%20Final.doc

SANTOS, R. D. dos. *et al.* 2013. Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo. Viçosa: Sociedade Brasileira da Ciência do Solo, 6ª ed. (Revisada e Ampliada). 102 p.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE - SMA IBAMA/SP. 1994. Resolução conjunta SMA IBAMA/SP nº 1, de 17 de fevereiro de 1994. Considerando o disposto no art. 23, Incisos VI e VII da Constituição Federal e a necessidade de se definir vegetação primária e secundária nos estágios pioneiro, inicial, médio e avançado de regeneração de Mata Atlântica em cumprimento ao disposto no art. 6º do Decreto nº 750, de 10 de Fevereiro de 1993, na Resolução CONAMA 10 de 10 de Outubro de 1993 e a fim de orientar os procedimentos de licenciamento de exploração da vegetação nativa no Estado de São Paulo,

SÃO PAULO. 2006. Lei Estadual nº 12.300, de 16 de março de 2006. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes. Diário Oficial do Estado, São Paulo/SP, 16 de março de 2006.

SILVA, C. R. da. 2008. Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro. Rio de Janeiro: CPRM, 264 p.

SINGH, B.R.; STEINNES, E. 1994. Soil and water contamination by heavy metals. In: LAI, R.; STEWART, B.A. (Eds.) Advances in soil science: soil process and water quality. USA: Lewis. p. 233-237.

SOARES, A. R. F. de & CORINGA, J. do E. S. 2013. Influências dos resíduos da construção civil na recuperação de área degradada pela extração de argila. Salvador/BA: IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental - 25 a 28/11/2013. 13p.

SOIL SURVEY MANUAL. 1993. Washington/DC: US Department of Agriculture - National Soil Handbook.

TEIXEIRA, R. C. 2015. Antropossolos em Guarapari (ES): a geografia dos solos antrópicos. Viçosa/MG: Universidade Federal de Viçosa. Monografia. 46 p.

TER-STEPANIAN, G. 1988. The Beginning of Technogene. *In* Bulletin of International Association of Engineering Geology, nº 38, p. 133-142.

TORRES, R. B.; ADAMI, S. F.; COELHO, R. M. 2014. Atlas socioambiental da bacia do ribeirão das Anhumas. Campinas: Pontes Editores.

UNITED NATIONS, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2015). World Urbanization Prospects: the 2014 revision. (ST/ESA/SER.A/366).

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - Soil Survey Staff. 1951. Soil Survey Manual. Washington/DC: Handbook 18. 503 p.

VENDEMIATTO, M. A. & ENZWEILER. 2001. Routine control of accuracy in silicate rock analysis by X-ray fluorescence spectrometry. Geostandards Newsletter, The Journal of Geostandards and Geoanalysis 25: 103-112 p.

9 - ANEXOS

ANEXO 01

Laudos de Análise Física:

Granulometria



Faculdade de Engenharia Agrícola

Laboratório de Solos



LABSOL Agr

INTERESSADO: Sara
Análise: Granulometria

Amostra	AREIA					ARGILA		AREIA						ARGILA	SILTE por dif.
	1,00	0,50	0,25	0,125	0,053	tara	tara+argila+disp.	1,00	0,50	0,25	0,125	0,053	AT		
	g							g/kg							
P1 0 - 10cm	0,52	0,77	1,18	1,09	0,76	11,8031	11,8722	52	77	118	109	76	432	275	294
P1 10 - 35cm	0,03	0,08	0,22	0,31	0,23	9,8357	9,9173	3	8	22	31	23	87	337	576
P1 35 - 57cm	0,34	0,79	1,64	1,75	1,29	13,8810	13,9416	34	79	164	175	129	581	232	187
P1 57 - 85cm	0,15	0,42	1,31	1,57	1,14	17,6636	17,7531	15	42	131	157	114	459	377	164
P2 0-30cm	0,28	1,01	1,85	1,76	1,01	12,1510	12,2134	28	101	185	176	101	591	241	168
P2 30-48cm	0,33	0,81	1,68	1,46	1,36	14,3608	14,4202	33	81	168	146	136	564	226	210
P2 48-65cm	0,06	0,54	1,60	2,12	1,33	17,7249	17,8006	6	54	160	212	133	565	307	128
P2 65-110cm	0,24	0,89	2,07	2,00	1,54	19,3892	19,4295	24	89	207	200	154	674	131	195
P3 0-52cm	0,09	0,22	0,59	0,74	0,58	15,0263	15,1218	9	22	59	74	58	222	407	371
P3 52-104cm	0,30	1,27	2,12	1,44	1,24	10,3313	10,3681	30	127	212	144	124	637	113	250
P3 104cm+	0,19	0,92	1,54	1,28	1,10	23,0506	23,1258	19	92	154	128	110	503	305	192
P5 0-35cm	0,00	0,00	0,06	0,06	0,09	13,2596	13,3648	0	0	6	6	9	21	455	524
P5 35-72cm	0,06	0,22	0,28	0,19	0,19	10,3845	10,5056	6	22	28	19	19	94	535	371
P5 72-120cm	0,21	0,44	0,80	0,73	0,57	12,6219	12,7264	21	44	80	73	57	275	452	273
P5 120-132cm	0,26	1,18	2,03	1,79	1,35	18,4092	18,4506	26	118	203	179	135	661	136	203
P5 90cm trado	0,12	1,21	2,65	1,67	1,04	10,4597	10,5082	12	121	265	167	104	669	172	159
P6 0 - 8cm	0,22	0,57	2,50	2,82	1,71	13,1216	13,1554	22	57	250	282	171	782	98	120
P6 8 - 15cm	0,09	1,41	4,25	2,49	0,75	13,8132	13,8395	9	141	425	249	75	899	61	40
P6 15 - 47cm	0,16	0,20	0,99	3,17	2,71	10,9823	11,0229	16	20	99	317	271	723	132	145
P6 47 - 66cm	0,68	2,11	2,57	1,48	0,78	10,4505	10,4904	68	211	257	148	78	762	129	109
P6 66cm +	0,52	0,88	1,22	2,18	1,81	11,0358	11,0882	52	88	122	218	181	661	191	148
P7 0-37cm	0,04	0,50	2,15	3,44	1,74	13,8692	13,9052	4	50	215	344	174	787	109	104
P7 37-68cm	0,34	1,21	2,43	2,07	1,22	10,3011	10,3426	34	121	243	207	122	727	137	136
P7 68-120cm	0,02	0,17	0,31	0,79	1,71	14,0898	14,1556	2	17	31	79	171	300	258	442
P8 0-77cm	0,64	0,64	0,85	0,78	0,92	10,7886	10,8515	64	64	85	78	92	383	244	373
P8 77-160cm	0,64	1,87	1,70	1,28	1,10	10,7344	10,7708	64	187	170	128	110	659	111	230
P9 0-20cm	0,02	0,12	2,18	3,21	1,45	11,6209	11,6740	2	12	218	321	145	698	195	108
P9 20-36cm	0,00	0,30	3,57	3,16	0,91	13,2978	13,3395	0	30	357	316	91	794	137	69
P9 36 - 47cm	0,14	0,33	0,82	0,71	0,68	20,1627	20,2723	14	33	82	71	68	268	477	255
P9 47-93cm	0,09	0,46	1,21	1,28	1,08	19,0536	19,1488	9	46	121	128	108	412	405	183
P9 93-110cm	1,21	2,68	1,41	0,67	0,47	23,7416	23,8023	121	268	141	67	47	644	233	123
P10 0-24cm	0,00	0,13	0,50	1,48	1,84	17,6533	17,7346	0	13	50	148	184	395	336	270
P10 24-42cm	0,00	0,00	0,00	0,11	0,90	22,9246	23,0141	0	0	0	11	90	101	376	523

P10	42-86cm	0,04	0,18	0,94	1,78	1,59	13,0060	13,0777	4	18	94	178	159	453	288	259
P10	86-102cm	0,16	0,41	1,04	1,62	1,39	13,6203	13,6939	16	41	104	162	139	462	297	241
P10	102-132cm	0,20	1,50	3,17	1,76	0,81	14,5409	14,5836	20	150	317	176	81	744	143	113
	becker	Tara	tara+disp	PB												
	g															
	b	11,5966	11,6108	0,0142												



Faculdade de Engenharia Agrícola

Laboratório de Solos



INTERESSADO: Sara
Análise: Granulometria

Amostra	AREIA						ARGILA	SILTE
	Muito Grossa	Grossa	Média	Fina	Muito Fina	AREIA TOTAL		
	g/kg							
P1 0 - 10cm	52	77	118	109	76	432	275	294
P1 10 - 35cm	3	8	22	31	23	87	337	576
P1 35 - 57cm	34	79	164	175	129	581	232	187
P1 57 - 85cm	15	42	131	157	114	459	377	164
P2 0-30cm	28	101	185	176	101	591	241	168
P2 30-48cm	33	81	168	146	136	564	226	210
P2 48-65cm	6	54	160	212	133	565	307	128
P2 65-110cm	24	89	207	200	154	674	131	195
P3 0-52cm	9	22	59	74	58	222	407	371
P3 52-104cm	30	127	212	144	124	637	113	250
P3 104cm+	19	92	154	128	110	503	305	192
P5 0-35cm	0	0	6	6	9	21	455	524
P5 35-72cm	6	22	28	19	19	94	535	371
P5 72-120cm	21	44	80	73	57	275	452	273
P5 120-132cm	26	118	203	179	135	661	136	203
P5 90cm trado	12	121	265	167	104	669	172	159
P6 0 - 8cm	22	57	250	282	171	782	98	120
P6 8 - 15cm	9	141	425	249	75	899	61	40
P6 15 - 47cm	16	20	99	317	271	723	132	145
P6 47 - 66cm	68	211	257	148	78	762	129	109
P6 66cm +	52	88	122	218	181	661	191	148
P7 0-37cm	4	50	215	344	174	787	109	104
P7 37-68cm	34	121	243	207	122	727	137	136
P7 68-120cm	2	17	31	79	171	300	258	442
P8 0-77cm	64	64	85	78	92	383	244	373
P8 77-160cm	64	187	170	128	110	659	111	230
P9 0-20cm	2	12	218	321	145	698	195	108
P9 20-36cm	0	30	357	316	91	794	137	69
P9 36 - 47cm	14	33	82	71	68	268	477	255
P9 47-93cm	9	46	121	128	108	412	405	183
P9 93-110cm	121	268	141	67	47	644	233	123
P10 0-24cm	0	13	50	148	184	395	336	270
P10 24-42cm	0	0	0	11	90	101	376	523
P10 42-86cm	4	18	94	178	159	453	288	259
P10 86-102cm	16	41	104	162	139	462	297	241
P10 102-132cm	20	150	317	176	81	744	143	113

ANEXO 02

Laudos de Análise Química:

Macronutrientes e complexo adsorvente

ESPELHO DO LAUDO DE ANÁLISE



Laudo de Análise: MATERIAL: SOLO
 Remetente
 SARA MARQUES PUTRINO
 UNICAMP - INSTITUTO DE GEOCIENCIAS
 R. FORTUNATO FERRAZ 320-A.51-ANASTACIO
 05.093-000 SAO PAULO SP
 FONE: (11)9647-18884

Proprietário:
 SARA MARQUES PUTRINO
 CAMPINAS SP

Laudo Expedido em: 18/12/2015

--- AMOSTRA(S) ---				
Identificações:UNITHAL»	16442	16443	16444	16445
Remetente»	PONTO 01	PONTO 01	PONTO 01	PONTO 01
	(00-10)	(10-35)	(35-57)	(57-85)
Cultura e/ou Material.»				
MACRONUTRIENTES				
pH (CaCl2).....»	7,1	7,4	7,4	7,3
pH (H2O).....»	7,8	8,1	8,2	8,0
pH (SMP).....»	7,35	7,55	7,60	7,45
Hidrog+Alum.H+Al..cmol»	1,0	0,8	0,8	0,9
Alumínio.....Al..cmol»	ALD	ALD	ALD	ALD
Cálcio.....Ca..cmol»	9,3	4,9	4,3	4,5
Magnésio.....Mg..cmol»	1,5	1,3	0,8	0,5
Potássio.....K..cmol»	0,25	0,20	0,24	0,20
Fósf(Mehlich)P..mg/dm3»	5,0	3,0	5,0	3,0
Fósf(Resina).P..mg/dm3»	9,0	5,0	8,0	5,0
Carbono.....C..g/dm3»	22,0	9,0	7,0	4,0
Matéria Orgânica....%»	3,8	1,5	1,2	0,7
Soma de Bases.SB..cmol»	11,05	6,40	5,34	5,20
Capac.Troca...CTC.cmol»	12,05	7,20	6,14	6,10
Saturação Bases.V....%»	91,70	88,89	86,97	85,25
RELAÇÃO				
Cálcio/Magnésio.....»	6,2	3,8	5,4	9,0
COMPLX.ADSORVENTE				
Potássio.....% da.CTC»	2,1	2,8	3,9	3,3
Cálcio.....% da.CTC»	77,2	68,1	70,0	73,8
Magnésio.....% da.CTC»	12,4	18,1	13,0	8,2
Hidrogênio....% da.CTC»	8,3	11,1	13,0	14,8
Alumínio.....% da.CTC»	0,0	0,0	0,0	0,0
MICRONUTRIENTES				
Enxofre.....S..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Sódio.....Na..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Boro.....B..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Ferro.....Fe..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Manganês....Mn..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Cobre.....Cu..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Zinco.....Zn..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
GRANULOMETRIA				
Cascalho.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Areia Grossa.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Areia Fina.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Argila.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Silte.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Densidade Aparente....»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Densidade Real.....»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Classe Textural.....»				
ZARC MAPA IN2 a1°/2008»				
ESPECIAIS				
Cobalto.....Co..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Molibdênio..Mo..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Nitrogênio.....N....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
C.Elétrica(25°C).µS/cm»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Fósf(Remanesc)..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Pt(Dig. Acida)..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Cloro.....Cl..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS

cmol = cmolc/dm3	EXTRATORES	O DOCUMENTO ORIGINAL
Res(mmolc) -> Res(cmolc) x 10	Agua Quente = B	DESTE ESPELHO DEVERA
ALD = Abaixo Limite Detecção	KCl 1N 1:10=Al,Ca,Mg	ESTAR ASSINADO PELO(S)
AÑS = Análise Não Solicitada	Mehlich 1:10=K,Na,Fe,Mn,Cu,Zn	RESPONSÁVEL(IS)
ÑI = Não Informado(a)	Enxofre = Fosfato Monocálcico	TÉCNICO(S)

-Análise(s) realizada(s) com base em amostra(s) de material, acima identificada(s), entregue(s) em nossos Laboratórios-

ESPELHO DO LAUDO DE ANÁLISE: MATERIAL: SOLO



Remetente
SARA MARQUES PUTRINO
UNICAMP - INSTITUTO DE GEOCIENCIAS
R. FORTUNATO FERRAZ 320-A.51-ANASTACIO
05.093-000 SAO PAULO SP
FONE: (11)9647-18884

Proprietário:
SARA MARQUES PUTRINO
CAMPINAS SP

Laudo Expedido em: 18/12/2015

--- AMOSTRA(S) ---				
Identificações:UNITHAL»	16446	16447	16448	16449
Remetente»	PONTO 02	PONTO 02	PONTO 02	PONTO 02
	(00-30)	(30-48)	(48-65)	(65-110)
Cultura e/ou Material.»				
MACRONUTRIENTES				
pH (CaCl2).....»	5,6	4,8	4,2	4,4
pH (H2O).....»	6,3	5,6	4,9	5,1
pH (SMP).....»	6,60	6,65	6,10	6,35
Hidrog+Alum.H+Al..cmol»	2,2	2,1	3,8	2,9
Alumínio.....Al..cmol»	ALD	ALD	0,5	0,3
Cálcio.....Ca..cmol»	5,9	1,9	1,1	1,2
Magnésio.....Mg..cmol»	1,0	0,7	0,4	0,4
Potássio.....K..cmol»	0,12	0,15	0,11	0,15
Fósf(Mehlich)P..mg/dm3»	3,0	2,0	3,0	4,0
Fósf(Resina).P..mg/dm3»	6,0	4,0	5,0	7,0
Carbono.....C..g/dm3»	19,0	9,0	6,0	3,0
Matéria Orgânica....%»	3,3	1,5	1,0	0,5
Soma de Bases.SB..cmol»	7,02	2,75	1,61	1,75
Capac.Troca...CTC.cmol»	9,22	4,85	5,41	4,65
Saturação Bases.V....%»	76,14	56,70	29,76	37,63
RELAÇÃO				
Cálcio/Magnésio.....»	5,9	2,7	2,8	3,0
COMPLX.ADSORVENTE				
Potássio.....% da.CTC»	1,3	3,1	2,0	3,2
Cálcio.....% da.CTC»	64,0	39,2	20,3	25,8
Magnésio.....% da.CTC»	10,8	14,4	7,4	8,6
Hidrogênio....% da.CTC»	23,9	43,3	61,0	55,9
Alumínio.....% da.CTC»	0,0	0,0	9,2	6,5
MICRONUTRIENTES				
Enxofre.....S..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Sódio.....Na..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Boro.....B..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Ferro.....Fe..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Manganês....Mn..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Cobre.....Cu..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Zinco.....Zn..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
GRANULOMETRIA				
Cascalho.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Areia Grossa.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Areia Fina.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Argila.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Silte.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Densidade Aparente....»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Densidade Real.....»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Classe Textural.....»				
.....»				
ZARC MAPA IN2 a1°/2008»				
ESPECIAIS				
Cobalto.....Co..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Molibdênio..Mo..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Nitrogênio.....N....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
C.Elétrica(25°C).µS/cm»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Fósf(Remanesc)..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Pt(Dig. Acida)..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Cloro.....Cl..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS

cmol = cmolc/dm3		EXTRATORES		O DOCUMENTO ORIGINAL
Res(mmolc) -> Res(cmolc) x 10		Agua Quente = B		DESTE ESPELHO DEVERA
ALD = Abaixo Limite Detecção		KCl 1N 1:10=Al,Ca,Mg		ESTAR ASSINADO PELO(S)
AÑS = Análise Não Solicitada		Mehlich 1:10=K,Na,Fe,Mn,Cu,Zn		RESPONSÁVEL(IS)
ÑI = Não Informado(a)		Enxofre = Fosfato Monocálcico		TÉCNICO(S)

-Análise(s) realizada(s) com base em amostra(s) de material, acima identificada(s), entregue(s) em nossos Laboratórios-

ESPELHO DO LAUDO DE ANÁLISE: MATERIAL: SOLO



Remetente
SARA MARQUES PUTRINO
UNICAMP - INSTITUTO DE GEOCIENCIAS
R. FORTUNATO FERRAZ 320-A.51-ANASTACIO
05.093-000 SAO PAULO SP
FONE: (11)9647-18884

Proprietário:
SARA MARQUES PUTRINO

CAMPINAS SP

Laudo Expedido em: 18/12/2015

--- AMOSTRA(S) ---			
Identificações:UNITHAL»	16450	16451	16452
Remetente»	PONTO 03	PONTO 03	PONTO 03
	(00-52)	(52-104)	(104) +
Cultura e/ou Material.»			
MACRONUTRIENTES			
pH (CaCl2).....»	7,1	6,9	6,7
pH (H2O).....»	7,9	7,7	7,4
pH (SMP).....»	7,40	7,50	7,35
Hidrog+Alum.H+Al..cmol»	1,0	0,9	1,0
Alumínio.....Al..cmol»	ALD	ALD	ALD
Cálcio.....Ca..cmol»	3,5	2,0	2,7
Magnésio.....Mg..cmol»	0,6	0,5	0,6
Potássio.....K..cmol»	0,10	0,15	0,14
Fósf(Mehlich)P..mg/dm3»	2,0	2,0	2,0
Fósf(Resina).P..mg/dm3»	3,0	3,0	3,0
Carbono.....C..g/dm3»	7,0	4,0	3,0
Matéria Orgânica....%»	1,2	0,7	0,5
Soma de Bases.SB..cmol»	4,20	2,65	3,44
Capac.Troca...CTC.cmol»	5,20	3,55	4,44
Saturação Bases.V....%»	80,77	74,65	77,48
RELAÇÃO			
Cálcio/Magnésio.....»	5,8	4,0	4,5
COMPLX.ADSORVENTE			
Potássio.....% da.CTC»	1,9	4,2	3,2
Cálcio.....% da.CTC»	67,3	56,3	60,8
Magnésio.....% da.CTC»	11,5	14,1	13,5
Hidrogênio....% da.CTC»	19,2	25,4	22,5
Alumínio.....% da.CTC»	0,0	0,0	0,0
MICRONUTRIENTES			
Enxofre.....S..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS
Sódio.....Na..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS
Boro.....B..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS
Ferro.....Fe..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS
Manganês....Mn..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS
Cobre.....Cu..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS
Zinco.....Zn..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS
GRANULOMETRIA			
Cascalho.....%»	AÑS	AÑS	AÑS
Areia Grossa.....%»	AÑS	AÑS	AÑS
Areia Fina.....%»	AÑS	AÑS	AÑS
Argila.....%»	AÑS	AÑS	AÑS
Silte.....%»	AÑS	AÑS	AÑS
Densidade Aparente....»	AÑS	AÑS	AÑS
Densidade Real.....»	AÑS	AÑS	AÑS
Classe Textural.....»			
.....»			
ZARC MAPA IN2 a1°/2008»			
ESPECIAIS			
Cobalto....Co..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS
Molibdênio..Mo..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS
Nitrogênio.....N....%»	AÑS	AÑS	AÑS
C.Elétrica(25°C).µS/cm»	AÑS	AÑS	AÑS
Fósf(Remanesc)..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS
Pt(Dig. Acida)..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS
Cloro.....Cl..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS

cmol = cmolc/dm3	EXTRATORES	O DOCUMENTO ORIGINAL
Res(mmolc) -> Res(cmolc) x 10	Água Quente = B	DESTE ESPELHO DEVERA
ALD = Abaixo Limite Detecção	KCl 1N 1:10=Al,Ca,Mg	ESTAR ASSINADO PELO(S)
AÑS = Análise Não Solicitada	Mehlich 1:10=K,Na,Fe,Mn,Cu,Zn	RESPONSÁVEL(IS)
ÑI = Não Informado(a)	Enxofre = Fosfato Monocálcico	TÉCNICO(S)

-Análise(s) realizada(s) com base em amostra(s) de material, acima identificada(s), entregue(s) em nossos Laboratórios-

ESPELHO DO LAUDO DE ANÁLISE



Laudo de Análise: MATERIAL: SOLO
 Remetente
 SARA MARQUES PUTRINO
 UNICAMP - INSTITUTO DE GEOCIENCIAS
 R. FORTUNATO FERRAZ 320-A.51-ANASTACIO
 05.093-000 SAO PAULO SP
 FONE: (11)9647-18884

Proprietário:
 SARA MARQUES PUTRINO
 CAMPINAS SP

Laudo Expedido em: 18/12/2015

--- AMOSTRA(S) ---

Identificações:UNITHAL»	16453	16454	16455	16456	16457
Remetente»	PONTO 05	PONTO 05	PONTO 05	PONTO 05	PONTO 05
	(00-35)	(35-72)	(72-120)	(120-132)	(90) + TRADO
Cultura e/ou Material.»					
MACRONUTRIENTES					
pH (CaCl2).....»	3,9	3,8	5,2	4,4	4,9
pH (H2O).....»	4,4	4,3	5,9	5,1	5,7
pH (SMP).....»	5,25	5,10	6,35	6,15	6,80
Hidrog+Alum.H+Al..cmol»	9,3	10,9	2,9	3,6	1,8
Alumínio.....Al..cmol»	2,0	2,1	ALD	0,4	ALD
Cálcio.....Ca..cmol»	1,9	1,6	4,8	1,5	2,1
Magnésio.....Mg..cmol»	0,6	0,5	0,9	0,4	0,6
Potássio.....K..cmol»	0,39	0,37	0,23	0,12	0,17
Fósf(Mehlich)P..mg/dm3»	7,0	6,0	5,0	5,0	3,0
Fósf(Resina).P..mg/dm3»	14,0	11,0	9,0	10,0	5,0
Carbono.....C..g/dm3»	16,0	12,0	10,0	5,0	3,0
Matéria Orgânica....%»	2,8	2,1	1,7	0,9	0,5
Soma de Bases.SB..cmol»	2,89	2,47	5,93	2,02	2,87
Capac.Troca...CTC.cmol»	12,19	13,37	8,83	5,62	4,67
Saturação Bases.V....%»	23,71	18,47	67,16	35,94	61,46
RELAÇÃO					
Cálcio/Magnésio.....»	3,2	3,2	5,3	3,8	3,5
COMPLX.ADSORVENTE					
Potássio.....% da.CTC»	3,2	2,8	2,6	2,1	3,6
Cálcio.....% da.CTC»	15,6	12,0	54,4	26,7	45,0
Magnésio.....% da.CTC»	4,9	3,7	10,2	7,1	12,8
Hidrogênio....% da.CTC»	59,9	65,8	32,8	56,9	38,5
Alumínio.....% da.CTC»	16,4	15,7	0,0	7,1	0,0
MICRONUTRIENTES					
Enxofre.....S..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Sódio.....Na..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Boro.....B..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Ferro.....Fe..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Manganês....Mn..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Cobre.....Cu..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Zinco.....Zn..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
GRANULOMETRIA					
Cascalho.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Areia Grossa.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Areia Fina.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Argila.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Silte.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Densidade Aparente....»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Densidade Real.....»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Classe Textural.....»					
.....»					
ZARC MAPA IN2 a1°/2008»					
ESPECIAIS					
Cobalto....Co..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Molibdênio..Mo..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Nitrogênio.....N....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
C.Elétrica(25°C).µS/cm»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Fósf(Remanesc)..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Pt(Dig. Acida)..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Cloro.....Cl..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS

cmol = cmolc/dm3	EXTRATORES	O DOCUMENTO ORIGINAL
Res(mmolc) -> Res(cmolc) x 10	Água Quente = B	DESTE ESPELHO DEVERA
ALD = Abaixo Limite Detecção	KCl 1N 1:10=Al,Ca,Mg	ESTAR ASSINADO PELO(S)
AÑS = Análise Não Solicitada	Mehlich 1:10=K,Na,Fe,Mn,Cu,Zn	RESPONSÁVEL(IS)
ÑI = Não Informado(a)	Enxofre = Fosfato Monocálcico	TÉCNICO(S)

-Análise(s) realizada(s) com base em amostra(s) de material, acima identificada(s), entregue(s) em nossos Laboratórios-

ESPELHO DO LAUDO DE ANÁLISE



Laudo de Análise: MATERIAL: SOLO
 Remetente
 SARA MARQUES PUTRINO
 UNICAMP - INSTITUTO DE GEOCIENCIAS
 R. FORTUNATO FERRAZ 320-A.51-ANASTACIO
 05.093-000 SAO PAULO SP
 FONE: (11)9647-18884

Proprietário:
 SARA MARQUES PUTRINO
 CAMPINAS SP

Laudo Expedido em: 18/12/2015

--- AMOSTRA(S) ---					
Identificações:UNITHAL»	16458	16459	16460	16461	16462
Remetente»	PONTO 06				
	(00-08)	(08-15)	(15-47)	(47-66)	(66) +
Cultura e/ou Material.»					
MACRONUTRIENTES					
pH (CaCl2).....»	6,1	6,1	5,7	6,0	6,1
pH (H2O).....»	6,8	6,9	6,5	6,8	6,9
pH (SMP).....»	7,15	7,30	7,00	7,05	7,20
Hidrog+Alum.H+Al..cmol»	1,3	1,1	1,5	1,4	1,2
Alumínio.....Al..cmol»	ALD	ALD	ALD	ALD	ALD
Cálcio.....Ca..cmol»	3,7	2,0	3,9	5,0	3,8
Magnésio.....Mg..cmol»	0,8	0,6	1,0	1,1	1,0
Potássio.....K..cmol»	0,42	0,31	0,30	0,27	0,25
Fósf(Mehlich)P..mg/dm3»	26,0	22,0	17,0	5,0	6,0
Fósf(Resina).P..mg/dm3»	39,0	31,0	24,0	8,0	9,0
Carbono.....C..g/dm3»	15,0	10,0	8,0	6,0	3,0
Matéria Orgânica....%»	2,6	1,7	1,4	1,0	0,5
Soma de Bases.SB..cmol»	4,92	2,91	5,20	6,37	5,05
Capac.Troca...CTC.cmol»	6,22	4,01	6,70	7,77	6,25
Saturação Bases.V....%»	79,10	72,57	77,61	81,98	80,80
RELAÇÃO					
Cálcio/Magnésio.....»	4,6	3,3	3,9	4,5	3,8
COMPLX.ADSORVENTE					
Potássio.....% da.CTC»	6,8	7,7	4,5	3,5	4,0
Cálcio.....% da.CTC»	59,5	49,9	58,2	64,4	60,8
Magnésio.....% da.CTC»	12,9	15,0	14,9	14,2	16,0
Hidrogênio....% da.CTC»	20,9	27,4	22,4	18,0	19,2
Alumínio.....% da.CTC»	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MICRONUTRIENTES					
Enxofre.....S..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Sódio.....Na..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Boro.....B..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Ferro.....Fe..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Manganês....Mn..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Cobre.....Cu..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Zinco.....Zn..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
GRANULOMETRIA					
Cascalho.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Areia Grossa.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Areia Fina.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Argila.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Silte.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Densidade Aparente....»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Densidade Real.....»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Classe Textural.....»					
.....»					
ZARC MAPA IN2 a1°/2008»					
ESPECIAIS					
Cobalto....Co..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Molibdênio..Mo..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Nitrogênio.....N....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
C.Elétrica(25°C).µS/cm»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Fósf(Remanesc)..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Pt(Dig. Acida)..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Cloro.....Cl..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS

cmol = cmolc/dm3	EXTRATORES	O DOCUMENTO ORIGINAL
Res(mmolc) -> Res(cmolc) x 10	Agua Quente = B	DESTE ESPELHO DEVERA
ALD = Abaixo Limite Detecção	KCl 1N 1:10=Al,Ca,Mg	ESTAR ASSINADO PELO(S)
AÑS = Análise Não Solicitada	Mehlich 1:10=K,Na,Fe,Mn,Cu,Zn	RESPONSÁVEL(IS)
ÑI = Não Informado(a)	Enxofre = Fosfato Monocálcico	TÉCNICO(S)

-Análise(s) realizada(s) com base em amostra(s) de material, acima identificada(s), entregue(s) em nossos Laboratórios-

ESPELHO DO LAUDO DE ANÁLISE



Laudo de Análise: MATERIAL: SOLO
 Remetente
 SARA MARQUES PUTRINO
 UNICAMP - INSTITUTO DE GEOCIENCIAS
 R. FORTUNATO FERRAZ 320-A.51-ANASTACIO
 05.093-000 SAO PAULO SP
 FONE: (11)9647-18884

Proprietário:
 SARA MARQUES PUTRINO
 CAMPINAS SP

Laudo Expedido em: 18/12/2015

--- AMOSTRA(S) ---					
Identificações:UNITHAL»	16463	16464	16465	16466	16467
Remetente»	PONTO 07	PONTO 07	PONTO 07	PONTO 08	PONTO 08
	(00-37)	(37-68)	(68-120)	(00-77)	(77-160)
Cultura e/ou Material.»					
MACRONUTRIENTES					
pH (CaCl2).....»	6,0	6,0	5,6	6,5	5,9
pH (H2O).....»	6,8	6,8	6,3	7,3	7,6
pH (SMP).....»	7,20	7,15	6,85	7,20	7,35
Hidrog+Alum.H+Al..cmol»	1,2	1,3	1,7	1,2	1,0
Alumínio.....Al..cmol»	ALD	ALD	ALD	ALD	ALD
Cálcio.....Ca..cmol»	2,8	3,2	4,6	8,5	2,9
Magnésio.....Mg..cmol»	0,6	0,8	1,0	3,5	2,3
Potássio.....K..cmol»	0,14	0,11	0,09	0,20	0,43
Fósf(Mehlich)P..mg/dm3»	17,0	14,0	5,0	11,0	5,0
Fósf(Resina).P..mg/dm3»	23,0	19,0	8,0	15,0	8,0
Carbono.....C..g/dm3»	10,0	8,0	7,0	4,0	3,0
Matéria Orgânica....%»	1,7	1,4	1,2	0,7	0,5
Soma de Bases.SB..cmol»	3,54	4,11	5,69	12,20	5,63
Capac.Troca...CTC.cmol»	4,74	5,41	7,39	13,40	6,63
Saturação Bases.V....%»	74,68	75,97	77,00	91,04	84,92
RELAÇÃO					
Cálcio/Magnésio.....»	4,7	4,0	4,6	2,4	1,3
COMPLX.ADSORVENTE					
Potássio.....% da.CTC»	3,0	2,0	1,2	1,5	6,5
Cálcio.....% da.CTC»	59,1	59,1	62,2	63,4	43,7
Magnésio.....% da.CTC»	12,7	14,8	13,5	26,1	34,7
Hidrogênio....% da.CTC»	25,3	24,0	23,0	9,0	15,1
Alumínio.....% da.CTC»	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MICRONUTRIENTES					
Enxofre.....S..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Sódio.....Na..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Boro.....B..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Ferro.....Fe..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Manganês....Mn..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Cobre.....Cu..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Zinco.....Zn..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
GRANULOMETRIA					
Cascalho.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Areia Grossa.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Areia Fina.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Argila.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Silte.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Densidade Aparente....»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Densidade Real.....»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Classe Textural.....»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
.....»					
ZARC MAPA IN2 a1°/2008»					
ESPECIAIS					
Cobalto....Co..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Molibdênio..Mo..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Nitrogênio.....N....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
C.Elétrica(25°C).µS/cm»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Fósf(Remanesc)..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Pt(Dig. Acida)..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Cloro.....Cl..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS

cmol = cmolc/dm3	EXTRATORES	O DOCUMENTO ORIGINAL
Res(mmolc) -> Res(cmolc) x 10	Agua Quente = B	DESTA ESPELHO DEVERA
ALD = Abaixo Limite Detecção	KCl 1N 1:10=Al,Ca,Mg	ESTAR ASSINADO PELO(S)
AÑS = Análise Não Solicitada	Mehlich 1:10=K,Na,Fe,Mn,Cu,Zn	RESPONSÁVEL(IS)
ÑI = Não Informado(a)	Enxofre = Fosfato Monocálcico	TÉCNICO(S)

-Análise(s) realizada(s) com base em amostra(s) de material, acima identificada(s), entregue(s) em nossos Laboratórios-

ESPELHO DO LAUDO DE ANÁLISE



Laudo de Análise: MATERIAL: SOLO
 Remetente
 SARA MARQUES PUTRINO
 UNICAMP - INSTITUTO DE GEOCIENCIAS
 R. FORTUNATO FERRAZ 320-A.51-ANASTACIO
 05.093-000 SAO PAULO SP
 FONE: (11)9647-18884

Proprietário:
 SARA MARQUES PUTRINO
 CAMPINAS SP

Laudo Expedido em: 18/12/2015

--- AMOSTRA(S) ---					
Identificações:UNITHAL»	16468	16469	16470	16471	16472
Remetente»	PONTO 09				
	(00-20)	(20-36)	(36-47)	(47-93)	(93-110)
Cultura e/ou Material.»					
MACRONUTRIENTES					
pH (CaCl2).....»	5,2	5,4	5,4	4,9	5,0
pH (H2O).....»	5,9	6,1	6,1	5,6	5,8
pH (SMP).....»	6,60	6,80	6,50	6,45	6,70
Hidrog+Alum.H+Al..cmol»	2,2	1,8	2,5	2,6	2,0
Alumínio.....Al..cmol»	ALD	ALD	ALD	ALD	ALD
Cálcio.....Ca..cmol»	3,8	2,6	5,4	4,0	2,5
Magnésio.....Mg..cmol»	1,0	0,8	1,3	1,4	0,9
Potássio.....K..cmol»	0,25	0,13	0,14	0,19	0,17
Fósf(Mehlich)P..mg/dm3»	10,0	9,0	7,0	6,0	7,0
Fósf(Resina).P..mg/dm3»	16,0	14,0	12,0	10,0	11,0
Carbono.....C..g/dm3»	14,0	11,0	9,0	5,0	3,0
Matéria Orgânica....%»	2,4	1,9	1,5	0,9	0,5
Soma de Bases.SB..cmol»	5,05	3,53	6,84	5,59	3,57
Capac.Troca...CTC.cmol»	7,25	5,33	9,34	8,19	5,57
Saturação Bases.V....%»	69,66	66,23	73,23	68,25	64,09
RELAÇÃO					
Cálcio/Magnésio.....»	3,8	3,3	4,2	2,9	2,8
COMPLX.ADSORVENTE					
Potássio.....% da.CTC»	3,4	2,4	1,5	2,3	3,1
Cálcio.....% da.CTC»	52,4	48,8	57,8	48,8	44,9
Magnésio.....% da.CTC»	13,8	15,0	13,9	17,1	16,2
Hidrogênio....% da.CTC»	30,3	33,8	26,8	31,7	35,9
Alumínio.....% da.CTC»	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MICRONUTRIENTES					
Enxofre.....S..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Sódio.....Na..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Boro.....B..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Ferro.....Fe..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Manganês....Mn..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Cobre.....Cu..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Zinco.....Zn..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
GRANULOMETRIA					
Cascalho.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Areia Grossa.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Areia Fina.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Argila.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Silte.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Densidade Aparente....»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Densidade Real.....»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Classe Textural.....»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
.....»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
ZARC MAPA IN2 a1°/2008»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
ESPECIAIS					
Cobalto.....Co..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Molibdênio..Mo..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Nitrogênio.....N....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
C.Elétrica(25°C).µS/cm»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Fósf(Remanesc)..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Pt(Dig. Acida)..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Cloro.....Cl..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS

cmol = cmolc/dm3	EXTRATORES	O DOCUMENTO ORIGINAL
Res(mmolc) -> Res(cmolc) x 10	Água Quente = B	DESTE ESPELHO DEVERA
ALD = Abaixo Limite Detecção	KCl 1N 1:10=Al,Ca,Mg	ESTAR ASSINADO PELO(S)
AÑS = Análise Não Solicitada	Mehlich 1:10=K,Na,Fe,Mn,Cu,Zn	RESPONSÁVEL(IS)
ÑI = Não Informado(a)	Enxofre = Fosfato Monocálcico	TÉCNICO(S)

-Análise(s) realizada(s) com base em amostra(s) de material, acima identificada(s), entregue(s) em nossos Laboratórios-

ESPELHO DO LAUDO DE ANÁLISE



Laudo de Análise: MATERIAL: SOLO
 Remetente
 SARA MARQUES PUTRINO
 UNICAMP - INSTITUTO DE GEOCIENCIAS
 R. FORTUNATO FERRAZ 320-A.51-ANASTACIO
 05.093-000 SAO PAULO SP
 FONE: (11)9647-18884

Proprietário:
 SARA MARQUES PUTRINO
 CAMPINAS SP

Laudo Expedido em: 18/12/2015

--- AMOSTRA(S) ---					
Identificações:UNITHAL»	16473	16474	16475	16476	16477
Remetente»	PONTO 10				
	(00-24)	(24-42)	(42-86)	(86-102)	(102-132)
Cultura e/ou Material.»					
MACRONUTRIENTES					
pH (CaCl2).....»	5,2	5,3	5,0	4,9	4,7
pH (H2O).....»	5,9	6,0	5,7	5,7	5,5
pH (SMP).....»	6,55	6,65	6,35	6,70	6,65
Hidrog+Alum.H+Al..cmol»	2,4	2,1	2,9	2,0	2,1
Alumínio.....Al..cmol»	ALD	ALD	ALD	ALD	ALD
Cálcio.....Ca..cmol»	4,6	4,7	3,4	3,5	1,8
Magnésio.....Mg..cmol»	1,2	1,5	1,2	1,1	0,8
Potássio.....K..cmol»	0,34	0,23	0,10	0,21	0,13
Fósf(Mehlich)P..mg/dm3»	9,0	5,0	7,0	4,0	5,0
Fósf(Resina).P..mg/dm3»	15,0	8,0	12,0	7,0	8,0
Carbono.....C..g/dm3»	13,0	10,0	6,0	4,0	3,0
Matéria Orgânica....%»	2,2	1,7	1,0	0,7	0,5
Soma de Bases.SB..cmol»	6,14	6,43	4,70	4,81	2,73
Capac.Troca...CTC.cmol»	8,54	8,53	7,60	6,81	4,83
Saturação Bases.V....%»	71,90	75,38	61,84	70,63	56,52
RELAÇÃO					
Cálcio/Magnésio.....»	3,8	3,1	2,8	3,2	2,3
COMPLX.ADSORVENTE					
Potássio.....% da.CTC»	4,0	2,7	1,3	3,1	2,7
Cálcio.....% da.CTC»	53,9	55,1	44,7	51,4	37,3
Magnésio.....% da.CTC»	14,1	17,6	15,8	16,2	16,6
Hidrogênio....% da.CTC»	28,1	24,6	38,2	29,4	43,5
Alumínio.....% da.CTC»	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MICRONUTRIENTES					
Enxofre.....S..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Sódio.....Na..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Boro.....B..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Ferro.....Fe..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Manganês....Mn..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Cobre.....Cu..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Zinco.....Zn..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
GRANULOMETRIA					
Cascalho.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Areia Grossa.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Areia Fina.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Argila.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Silte.....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Densidade Aparente....»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Densidade Real.....»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Classe Textural.....»					
.....»					
ZARC MAPA IN2 a1°/2008»					
ESPECIAIS					
Cobalto....Co..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Molibdênio..Mo..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Nitrogênio.....N....%»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
C.Elétrica(25°C).µS/cm»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Fósf(Remanesc)..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Pt(Dig. Acida)..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS
Cloro.....Cl..mg/dm3»	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS	AÑS

cmol = cmolc/dm3	EXTRATORES	O DOCUMENTO ORIGINAL
Res(mmolc) -> Res(cmolc) x 10	Agua Quente = B	DESTE ESPELHO DEVERA
ALD = Abaixo Limite Detecção	KCl 1N 1:10=Al,Ca,Mg	ESTAR ASSINADO PELO(S)
AÑS = Análise Não Solicitada	Mehlich 1:10=K,Na,Fe,Mn,Cu,Zn	RESPONSÁVEL(IS)
ÑI = Não Informado(a)	Enxofre = Fosfato Monocálcico	TÉCNICO(S)

-Análise(s) realizada(s) com base em amostra(s) de material, acima identificada(s), entregue(s) em nossos Laboratórios-

SARA MARQUES PUTRINO
UNICAMP - INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

Amostra	Identificação		pH			H+Al	Al	Ca	Mg	K	P(Mel)	P(Res)	Mat.Org.	SB	CTC	V	Rel. Ca/Mg	Complexo Adsorvente (% da CTC)				
			CaCl2	H2O	SMP	cmolc/dm3					mg/dm3		%	cmolc/dm3		%		K	Ca	Mg	H	Al
16442	PONTO 01	(00-10)	7,1	7,8	7,35	1,0		9,3	1,5	0,25	5,0	9,0	3,8	11,05	12,05	91,70	6,2	2,1	77,2	12,4	8,3	
16443	PONTO 01	(10-35)	7,4	8,1	7,55	0,8		4,9	1,3	0,20	3,0	5,0	1,5	6,40	7,20	88,89	3,8	2,8	68,1	18,1	11,1	
16444	PONTO 01	(35-57)	7,4	8,2	7,60	0,8		4,3	0,8	0,24	5,0	8,0	1,2	5,34	6,14	86,97	5,4	3,9	70,0	13,0	13,0	
16445	PONTO 01	(57-85)	7,3	8,0	7,45	0,9		4,5	0,5	0,20	3,0	5,0	0,7	5,20	6,10	85,25	9,0	3,3	73,8	8,2	14,8	
16446	PONTO 02	(00-30)	5,6	6,3	6,60	2,2		5,9	1,0	0,12	3,0	6,0	3,3	7,02	9,22	76,14	5,9	1,3	64,0	10,8	23,9	
16447	PONTO 02	(30-48)	4,8	5,6	6,65	2,1		1,9	0,7	0,15	2,0	4,0	1,5	2,75	4,85	56,70	2,7	3,1	39,2	14,4	43,3	
16448	PONTO 02	(48-65)	4,2	4,9	6,10	3,8	0,5	1,1	0,4	0,11	3,0	5,0	1,0	1,61	5,41	29,76	2,8	2,0	20,3	7,4	61,0	9,2
16449	PONTO 02	(65-110)	4,4	5,1	6,35	2,9	0,3	1,2	0,4	0,15	4,0	7,0	0,5	1,75	4,65	37,63	3,0	3,2	25,8	8,6	55,9	6,5
16450	PONTO 03	(00-52)	7,1	7,9	7,40	1,0		3,5	0,6	0,10	2,0	3,0	1,2	4,20	5,20	80,77	5,8	1,9	67,3	11,5	19,2	
16451	PONTO 03	(52-104)	6,9	7,7	7,50	0,9		2,0	0,5	0,15	2,0	3,0	0,7	2,65	3,55	74,65	4,0	4,2	56,3	14,1	25,4	
16452	PONTO 03	(104) +	6,7	7,4	7,35	1,0		2,7	0,6	0,14	2,0	3,0	0,5	3,44	4,44	77,48	4,5	3,2	60,8	13,5	22,5	
16453	PONTO 05	(00-35)	3,9	4,4	5,25	9,3	2,0	1,9	0,6	0,39	7,0	14,0	2,8	2,89	12,19	23,71	3,2	3,2	15,6	4,9	59,9	16,4
16454	PONTO 05	(35-72)	3,8	4,3	5,10	10,9	2,1	1,6	0,5	0,37	6,0	11,0	2,1	2,47	13,37	18,47	3,2	2,8	12,0	3,7	65,8	15,7
16455	PONTO 05	(72-120)	5,2	5,9	6,35	2,9		4,8	0,9	0,23	5,0	9,0	1,7	5,93	8,83	67,16	5,3	2,6	54,4	10,2	32,8	
16456	PONTO 05	(120-132)	4,4	5,1	6,15	3,6	0,4	1,5	0,4	0,12	5,0	10,0	0,9	2,02	5,62	35,94	3,8	2,1	26,7	7,1	56,9	7,1
16457	PONTO 05	(90) + TRADO	4,9	5,7	6,80	1,8		2,1	0,6	0,17	3,0	5,0	0,5	2,87	4,67	61,46	3,5	3,6	45,0	12,8	38,5	

SARA MARQUES PUTRINO
UNICAMP - INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

Amostra	Identificação		pH			H+Al	Al	Ca	Mg	K	P(Mel)	P(Res)	Mat.Org.	SB	CTC	V	Rel. Ca/Mg	Complexo Adsorvente (% da CTC)				
			CaCl2	H2O	SMP	cmolc/dm3					mg/dm3		%	cmolc/dm3		%		K	Ca	Mg	H	Al
16458	PONTO 06	(00-08)	6,1	6,8	7,15	1,3		3,7	0,8	0,42	26,0	39,0	2,6	4,92	6,22	79,10	4,6	6,8	59,5	12,9	20,9	
16459	PONTO 06	(08-15)	6,1	6,9	7,30	1,1		2,0	0,6	0,31	22,0	31,0	1,7	2,91	4,01	72,57	3,3	7,7	49,9	15,0	27,4	
16460	PONTO 06	(15-47)	5,7	6,5	7,00	1,5		3,9	1,0	0,30	17,0	24,0	1,4	5,20	6,70	77,61	3,9	4,5	58,2	14,9	22,4	
16461	PONTO 06	(47-66)	6,0	6,8	7,05	1,4		5,0	1,1	0,27	5,0	8,0	1,0	6,37	7,77	81,98	4,5	3,5	64,4	14,2	18,0	
16462	PONTO 06	(66) +	6,1	6,9	7,20	1,2		3,8	1,0	0,25	6,0	9,0	0,5	5,05	6,25	80,80	3,8	4,0	60,8	16,0	19,2	
16463	PONTO 07	(00-37)	6,0	6,8	7,20	1,2		2,8	0,6	0,14	17,0	23,0	1,7	3,54	4,74	74,68	4,7	3,0	59,1	12,7	25,3	
16464	PONTO 07	(37-68)	6,0	6,8	7,15	1,3		3,2	0,8	0,11	14,0	19,0	1,4	4,11	5,41	75,97	4,0	2,0	59,1	14,8	24,0	
16465	PONTO 07	(68-120)	5,6	6,3	6,85	1,7		4,6	1,0	0,09	5,0	8,0	1,2	5,69	7,39	77,00	4,6	1,2	62,2	13,5	23,0	
16466	PONTO 08	(00-77)	6,5	7,3	7,20	1,2		8,5	3,5	0,20	11,0	15,0	0,7	12,20	13,40	91,04	2,4	1,5	63,4	26,1	9,0	
16467	PONTO 08	(77-160)	5,9	7,6	7,35	1,0		2,9	2,3	0,43	5,0	8,0	0,5	5,63	6,63	84,92	1,3	6,5	43,7	34,7	15,1	
16468	PONTO 09	(00-20)	5,2	5,9	6,60	2,2		3,8	1,0	0,25	10,0	16,0	2,4	5,05	7,25	69,66	3,8	3,4	52,4	13,8	30,3	
16469	PONTO 09	(20-36)	5,4	6,1	6,80	1,8		2,6	0,8	0,13	9,0	14,0	1,9	3,53	5,33	66,23	3,3	2,4	48,8	15,0	33,8	
16470	PONTO 09	(36-47)	5,4	6,1	6,50	2,5		5,4	1,3	0,14	7,0	12,0	1,5	6,84	9,34	73,23	4,2	1,5	57,8	13,9	26,8	
16471	PONTO 09	(47-93)	4,9	5,6	6,45	2,6		4,0	1,4	0,19	6,0	10,0	0,9	5,59	8,19	68,25	2,9	2,3	48,8	17,1	31,7	
16472	PONTO 09	(93-110)	5,0	5,8	6,70	2,0		2,5	0,9	0,17	7,0	11,0	0,5	3,57	5,57	64,09	2,8	3,1	44,9	16,2	35,9	
16473	PONTO 10	(00-24)	5,2	5,9	6,55	2,4		4,6	1,2	0,34	9,0	15,0	2,2	6,14	8,54	71,90	3,8	4,0	53,9	14,1	28,1	
16474	PONTO 10	(24-42)	5,3	6,0	6,65	2,1		4,7	1,5	0,23	5,0	8,0	1,7	6,43	8,53	75,38	3,1	2,7	55,1	17,6	24,6	
16475	PONTO 10	(42-86)	5,0	5,7	6,35	2,9		3,4	1,2	0,10	7,0	12,0	1,0	4,70	7,60	61,84	2,8	1,3	44,7	15,8	38,2	
16476	PONTO 10	(86-102)	4,9	5,7	6,70	2,0		3,5	1,1	0,21	4,0	7,0	0,7	4,81	6,81	70,63	3,2	3,1	51,4	16,2	29,4	
16477	PONTO 10	(102-132)	4,7	5,5	6,65	2,1		1,8	0,8	0,13	5,0	8,0	0,5	2,73	4,83	56,52	2,3	2,7	37,3	16,6	43,5	

LUIS ROBERTO POSSOLO
ENGº QUÍMICO

(2/2)
18/12/2015
(smp1512 (1).xls)

ANEXO 03

Laudos de Análise Química:

Espectrometria de fluorescência de raios-X

Universidade Estadual de Campinas
Instituto de Geociências
Laboratório de Geoquímica Analítica

Boletim de Resultados Analíticos

Interessado: Sara Marques Putrino

Orientador: Francisco Sérgio Bernardes Ladeira

Serviço executado:

Trituração e moagem das amostras. Secagem a 110 °C de porção de amostra moída, determinação da porcentagem de perda ao fogo à 1000 °C (%PF), preparação de discos de vidro por fusão com fundente e de pastilhas prensadas após mistura com aglutinante. Análise química por espectrometria de fluorescência de raios X (Philips, PW 2404, Holanda). Os óxidos dos elementos maiores e menores foram determinados nos vidros e os elementos traço nas pastilhas, com pequenas modificações do procedimento descrito por Vendemiatto & Enzweiler (2001).

Controle de qualidade:

O controle de qualidade dos resultados foi realizado pela análise paralela de materiais de referência (BRP-1, GSS-2 e GSS-5) e de duplicatas de algumas amostras. As incertezas de valores, abaixo indicadas, expressam a exatidão dos resultados e foram estimadas pela combinação de dados de precisão e de veracidade. Os dados de precisão provêm de análises de duplicatas de amostras reais e os de veracidade de resultados do laboratório em dez rodadas do teste de proficiência GeoPT™ da International Association of Geoanalysts (IAG) (<http://www.geoanalyst.org/>). O método de cálculo das incertezas encontra-se em Enzweiler & Vendemiatto (2013).

As incertezas de medição têm relação inversa com a concentração. Seus valores para óxidos de elementos maiores e menores variam de 1,5% (SiO₂) a 7% (P₂O₅), enquanto as dos elementos traço variam entre 3 e 10%, todos com intervalo de confiança de 95%. De maneira geral, é recomendado somente usar dados analíticos cujos valores superem os limites de detecção do método analítico empregado em, pelo menos, 10 vezes.

Os valores obtidos nas determinações dos elementos Ce, La, Nd e Sc são considerados indicativos.

Referências:

Vendemiatto M.A & Enzweiler . 2001. Routine control of accuracy in silicate rock analysis by X-ray fluorescence spectrometry. Geostandards Newsletter, The Journal of Geostandards and Geoanalysis 25: 103-112.

Enzweiler J. & Vendemiatto M.A. 2013. Estimativa da incerteza de medição na determinação de elementos maiores e menores em rochas silicáticas por espectrometria de fluorescência de raios X com resultados de controle de qualidade". Geochimica Brasiliensis, 27(2): 152-160.

Analista- Supervisora do Laboratório: Maria Aparecida Vendemiatto

Responsável pelo Laboratório: Profa Jacinta Enzweiler

03/11/2016

Arquivo: Sara Putrino-Francisco-FRX-nov2016.doc

Laboratório de Geoquímica - Instituto de Geociências - Unicamp

Amostra	P01 (0-10cm)	P01 (10-35cm)	P01 (35-57cm)	P01 (57-85cm)	P02 (0-30cm)	P02 (30-48cm)	P02 (48-65cm)
Nº Lab.	L-178	L-179	L-180	L-181	L-182	L-183	L-184
(g/100 g)							
SiO ₂							
TiO ₂							
Al ₂ O ₃							
Fe ₂ O ₃							
MnO							
MgO							
CaO							
Na ₂ O							
K ₂ O							
P ₂ O ₅							
P.F.(1000 °C)							
Soma							
(µg/g)							
Ba	349	331	363	65	235	264	194
Ce	61	47	58	13	61	91	64
Cr	43	47	42	62	42	16,4	41
Cu	33	12,6	18,6	16,2	22,6	6,0	15,7
Ga	14,0	14,5	15,9	18,3	15,5	14,6	17,9
La	40	43	42	16	46	71	64
Nb	15,3	15,7	15,8	20,0	16,8	16,8	17,5
Nd	24	32	36	<11	31	50	30
Ni	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Pb	47	22,6	44	12,8	31	25,6	23,2
Rb	67	39	102	10,7	69	135	56
Sc	11	10	11	21	14	7	14
Sr	75	38	73	16,1	44	49	32
Th	18,9	14,2	27,2	19,3	30	43	32
V	94	94	93	148	126	56	123
Y	18,0	25,7	15,2	17,4	11,8	15,4	11,8
Zn	64	26,9	71	39	83	32	32
Zr	357	325	402	548	388	424	447

Laboratório de Geoquímica - Instituto de Geociências - Unicamp

Amostra	P02 (65-110cm)	P03 (0-52cm)	P03 (52-104cm)	P03 (104cm+)	P05 (0-35cm)	P05 (35-72cm)	P05 (72-120cm)
Nº Lab.	L-185	L-186	L-187	L-188	L-189	L-190	L-191
(g/100 g)							
SiO ₂							
TiO ₂							
Al ₂ O ₃							
Fe ₂ O ₃							
MnO							
MgO							
CaO							
Na ₂ O							
K ₂ O							
P ₂ O ₅							
P.F.(1000 °C)							
Soma							
(µg/g)							
Ba	332	261	430	374	568	468	404
Ce	67	48	92	74	99	84	78
Cr	13,8	55	14,3	25,9	27,1	48	50
Cu	4,4	13,4	2,2	3,8	43	97	85
Ga	11,3	17,4	12,4	19,0	29,0	26,9	21,5
La	38	51	61	61	94	68	70
Nb	12,9	18,8	14,6	14,8	19,3	19,4	18,1
Nd	34	41	35	35	73	63	49
Ni	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Pb	28,1	24,3	26,2	23,6	47	41	32
Rb	134	31	176	165	291	193	131
Sc	3	14	4	6	16	38	35
Sr	52	31	70	58	74	55	60
Th	35	16,0	44	42	26,5	24,1	26,8
V	26,9	117	25,6	56	142	289	249
Y	12,4	23,0	15,5	11,5	26,0	27,2	22,8
Zn	24,3	32	25,3	33	85	81	78
Zr	327	416	374	332	148	221	277

Laboratório de Geoquímica - Instituto de Geociências - Unicamp

Amostra	P05 (120-132cm)	P05 (90cm trado)	P05 (90cm trado)	P05 (90cm trado)	P06 (0-8cm)	P06 (8-15cm)	P06 (15-47cm)
Nº Lab.	L-192	L-193-A	L-193-B	L-193	L-194	L-195	L-196
(g/100 g)	média						
SiO ₂							
TiO ₂							
Al ₂ O ₃							
Fe ₂ O ₃							
MnO							
MgO							
CaO							
Na ₂ O							
K ₂ O							
P ₂ O ₅							
P.F.(1000 °C)							
Soma							
(µg/g)							
Ba	375	307	309	308	411	315	476
Ce	98	60	60	60	74	50	90
Cr	28,9	37	17,3	27,2	18,2	51	27,5
Cu	11,3	4,8	5,1	5,0	13,4	6,7	20,4
Ga	11,3	12,4	11,9	12,2	9,5	7,7	13,9
La	74	56	58	57	62	26	63
Nb	14,7	12,7	13,0	12,9	12,8	8,5	15,0
Nd	44	30	36	33	35	26	36
Ni	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Pb	22,3	19,9	18,8	19,4	26,9	20,9	35
Rb	112	88	87	88	122	88	141
Sc	4	5	6	5	6	3	8
Sr	62	50	51	50	82	60	91
Th	47	36	39	38	41	23,6	42
V	48	39	37	38	50	41	80
Y	12,3	10,7	10,8	10,8	11,1	6,0	14,2
Zn	27,1	22,7	21,7	22,2	43	25,6	61
Zr	442	348	347	348	333	183	447

Laboratório de Geoquímica - Instituto de Geociências - Unicamp

Amostra	P06 (47-66cm)	P06 (66cm+)	P07 (0-37cm)	P07 (37-68cm)	P07 (68-120cm)	P08 (0-77cm)	P08 (77-160cm)
Nº Lab.	L-197	L-198	L-199	L-200	L-201	L-202	L-203
(g/100 g)							
SiO ₂							
TiO ₂							
Al ₂ O ₃							
Fe ₂ O ₃							
MnO							
MgO							
CaO							
Na ₂ O							
K ₂ O							
P ₂ O ₅							
P.F.(1000 °C)							
Soma							
(µg/g)							
Ba	647	462	397	384	585	545	1287
Ce	75	92	67	80	111	37	201
Cr	65	56	29,0	33	27,7	103	46
Cu	36	40	15,0	17,1	21,8	288	9,1
Ga	13,3	14,9	11,0	11,5	21,7	20,0	19,2
La	41	82	42	59	93	50	135
Nb	12,8	15,2	12,6	12,3	17,9	19,3	25,4
Nd	34	50	29	52	62	52	103
Ni	2,8	<2	<2	<2	<2	35	<2
Pb	35	32	28,1	29,3	44	10,0	45
Rb	156	127	119	119	206	36	254
Sc	12	13	5	6	11	107	7
Sr	117	86	75	72	108	83	165
Th	22,5	40	32	34	40	13,5	62
V	142	154	63	67	85	519	67
Y	13,7	16,8	10,7	12,3	21,4	42	24,6
Zn	51	57	99	53	62	105	78
Zr	246	340	301	301	559	294	486

Laboratório de Geoquímica - Instituto de Geociências - Unicamp

Amostra	P09 (0-20cm)	P09 (20-36cm)	P09 (36-47cm)	P09 (47-93cm)	P09 (93-110cm)	P10 (0-24cm)	P10 (24-42cm)
Nº Lab.	L-204	L-205	L-206	L-207	L-208	L-209	L-210
(g/100 g)							
SiO ₂							
TiO ₂							
Al ₂ O ₃							
Fe ₂ O ₃							
MnO							
MgO							
CaO							
Na ₂ O							
K ₂ O							
P ₂ O ₅							
P.F.(1000 °C)							
Soma							
(µg/g)							
Ba	392	371	457	476	368	366	532
Ce	84	67	82	76	51	74	72
Cr	31	42	39	34	43	63	52
Cu	37	32	47	20,3	10,4	104	76
Ga	12,6	11,1	21,9	23,2	13,8	19,7	27,0
La	56	42	75	79	44	75	105
Nb	15,4	13,8	18,1	13,1	9,6	19,2	19,5
Nd	31	31	62	55	30	58	67
Ni	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Pb	34	28,6	47	31	22,8	33	33
Rb	91	86	118	121	88	93	186
Sc	11	10	21	14	6	31	30
Sr	71	68	67	73	61	72	67
Th	31	26,6	32	32	20,9	35	25,2
V	133	113	186	86	46	319	227
Y	13,7	10,5	20,7	18,0	11,4	21,4	37
Zn	59	51	71	38	24,2	213	101
Zr	354	266	312	256	158	508	293

Amostra	P10 (42-86cm)	P10 (86-102cm)	P10 (102-132cm)
Nº Lab.	L-211	L-212	L-213
(g/100 g)			
SiO ₂			
TiO ₂			
Al ₂ O ₃			
Fe ₂ O ₃			
MnO			
MgO			
CaO			
Na ₂ O			
K ₂ O			
P ₂ O ₅			
P.F.(1000 °C)			
Soma			
(µg/g)			
Ba	468	503	440
Ce	102	86	77
Cr	32	35	41
Cu	39	46	6,8
Ga	17,7	22,0	10,4
La	93	107	48
Nb	17,7	16,7	9,4
Nd	57	63	28
Ni	<2	<2	<2
Pb	44	36	26,7
Rb	115	142	99
Sc	11	16	5
Sr	82	77	77
Th	48	33	25,6
V	138	155	36
Y	20,5	27,9	10,2
Zn	60	70	18
Zr	526	329	205