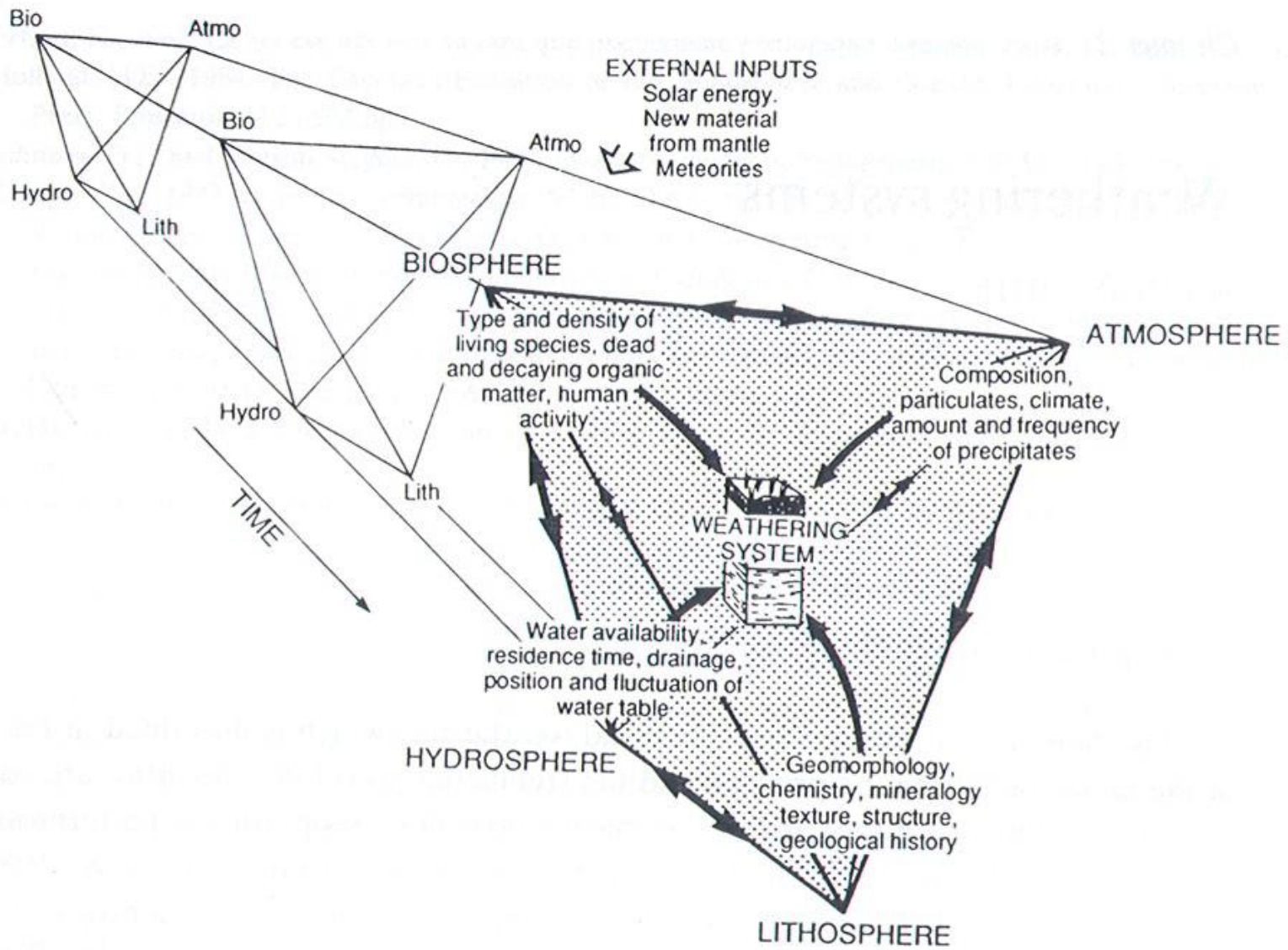


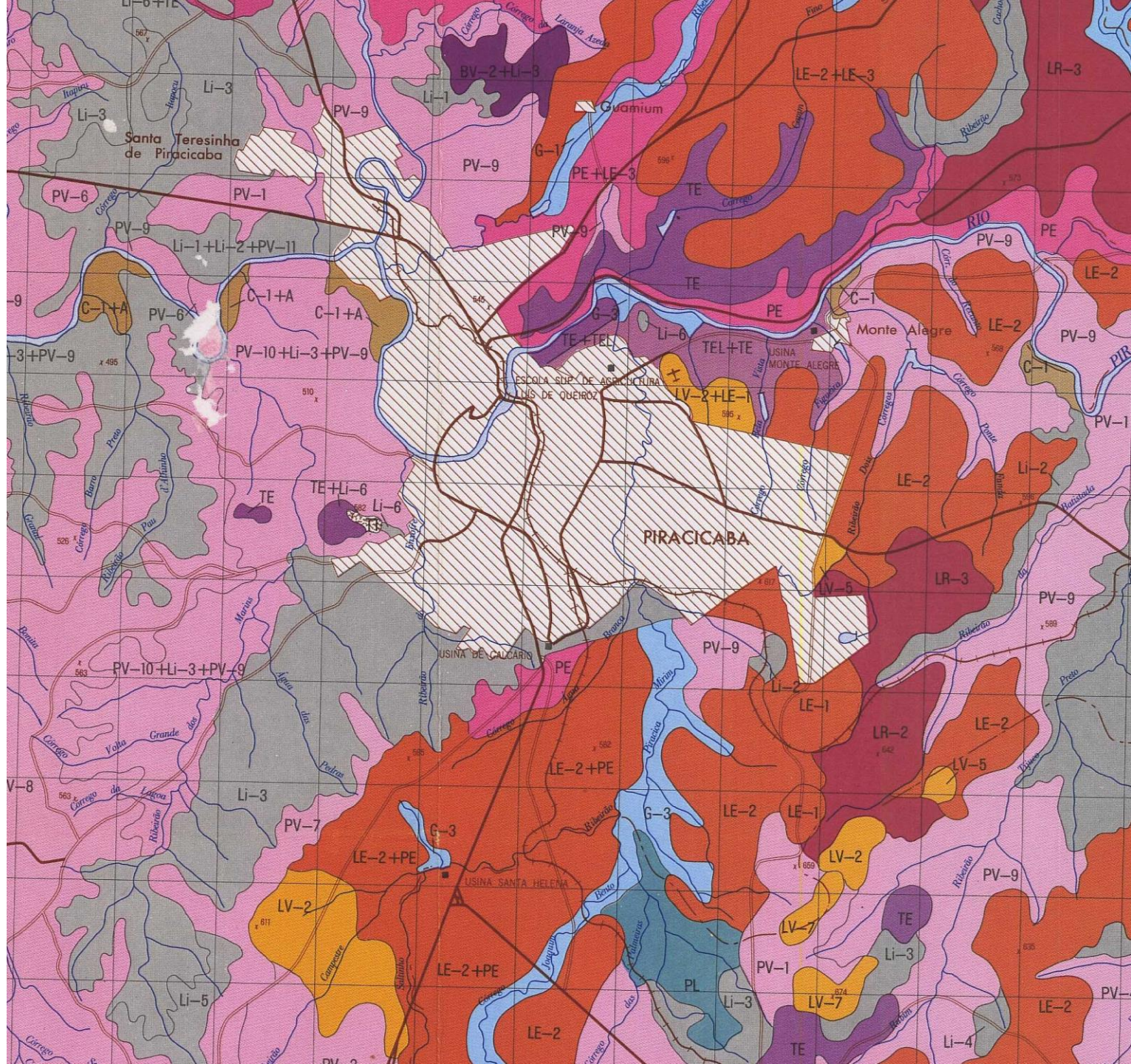
UNICAMP



Solos em Áreas Urbanas: conceitos e impactos

Francisco Sergio Bernardes Ladeira
Departamento de Geografia
Instituto de Geociências
Unicamp











Depósitos Tecnogênicos

- Termo usado para indicar depósitos formados como resultados da atividade humana (Gerasimov, 1982). Oliveira (1994) coloca que esse conceito abrange depósitos construídos (aterros de diversos tipos) e depósitos induzidos (corpos aluvionares resultantes de processos erosivos, desencadeados pelo uso do solo).
- Oliveira (1994) destaca que "*o termo tecnogênico, além de traduzir fenômenos provocados pelo Homem, traz implícito a ideia de que tais fenômenos são qualitativa e quantitativamente diferentes ao longo da história evolutiva humana*".



ANTHROSOLS



- Anthrosol é um tipo de solo que foi formado ou fortemente modificado devido à atividade humana a longo prazo, decorrente da irrigação, adição de resíduos orgânicos ou cultivo em campo inundado.



Key to the Reference Soil Groups	Principal qualifiers	Supplementary qualifiers
<p>Other soils having:</p> <ol style="list-style-type: none">1. a <i>hortic</i>, <i>irragric</i>, <i>plaggic</i> or <i>terric</i> horizon ≥ 50 cm thick; or2. an <i>anthraquic</i> horizon and an underlying <i>hydragic</i> horizon with a combined thickness of ≥ 50 cm; or3. a <i>pretic</i> horizon, the layers of which have a combined thickness of ≥ 50 cm, within ≤ 100 cm of the mineral soil surface. <p>ANTHROSOLS</p>	Hortic/ Hydragic/ Irragic/ Plaggic/ Pretic/ Terric	Acric/ Lixic/ Alic/ Luvic Alcalic/ Eutric/ Dystric Andic Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Calcic Dolomitic/ Calcaric Escalic Ferralic/ Sideralic Fluvic Gleyic Endoleptic Novic Oxyaquic Regic Salic Skeletal Sodic Spodic Stagnic Technic Toxic Vertic Vitric



TECHNOSOLS



- Technosols são solos caracterizados por uma forte influência antrópica. São desenvolvidos a partir de materiais parentais de origem natural ou tecnogênica. Eles contêm uma quantidade significativa de artefatos ou algum tipo de revestimento geotécnico. Incluem os solos provenientes de resíduos (aterros), pavimentos com os materiais subjacentes não consolidados e solos desenvolvidos sobre materiais feitos pela atividade humana.

Key to the Reference Soil Groups	Principal qualifiers	Supplementary qualifiers
<p>Other soils:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. with all of the following: <ol style="list-style-type: none"> a. having $\geq 20\%$ (by volume, weighted average) <i>artefacts</i> in the upper 100 cm from the soil surface or to <i>continuous rock</i> or <i>technic hard</i> material or a cemented or indurated layer, whichever is shallower; <i>and</i> b. not having a layer containing <i>artefacts</i> that qualifies as an <i>argic</i>, <i>chernic</i>, <i>duric</i>, <i>ferralic</i>, <i>ferric</i>, <i>fragic</i>, <i>hydragric</i>, <i>natric</i>, <i>nitic</i>, <i>petrocalcic</i>, <i>petroduric</i>, <i>petrogypsic</i>, <i>petroplinthic</i>, <i>pisoplinthic</i>, <i>plinthic</i>, <i>spodic</i> or <i>vertic</i> horizon starting ≤ 100 cm from the soil surface, unless buried; <i>and</i> c. not having <i>continuous rock</i> or a cemented or indurated layer starting ≤ 10 cm from the soil surface; <i>or</i> 2. having a continuous, very slowly permeable to impermeable, constructed geomembrane of any thickness starting ≤ 100 cm from the soil surface; <i>or</i> 3. having <i>technic hard</i> material starting ≤ 5 cm from the soil surface. 	<p>Ekranic Linic Urbic Spolic Garbic Cryic Isolatic Leptic Subaquatic/ Tidalic Reductic Hyperskeletalic</p>	<p>Alcalic/ Eutric/ Alumic/ Dystric Andic Anthraquic/ Horti/ Irragric/ Plaggic/ Pretic/ Terric Archaic Arenic/ Clayic/ Loamic/ Siltic Aridic Calcic Cambic Carbonic Densic Dolomitic/ Calcaric Drainic Fluvic Folic/ Histic Gleyic Grossartefactic/ Skeletic Gypsic Gypsiric Humic Hyperartefactic Immissic Laxic Lignic Mollic/ Umbric/ Ochric Novic Oxyaquic Relocatic Ruptic Salic Sideralic Sodic Protospodic Stagnic Sulfidic Tephric Thionic Toxic Transportic Vitric</p>
<p>TECHNOSOLS^a</p>		





Fig. 11. Necrosol (Central Communal Cemetery)



Fig. 12. Ekranosol (Gałczyńskiego st.)



Fig. 9. Garden soil (Szczanieckiego st.)



Fig. 7. Urbisol (Szosa Chełmińska st.)





Solos em Áreas Urbanas

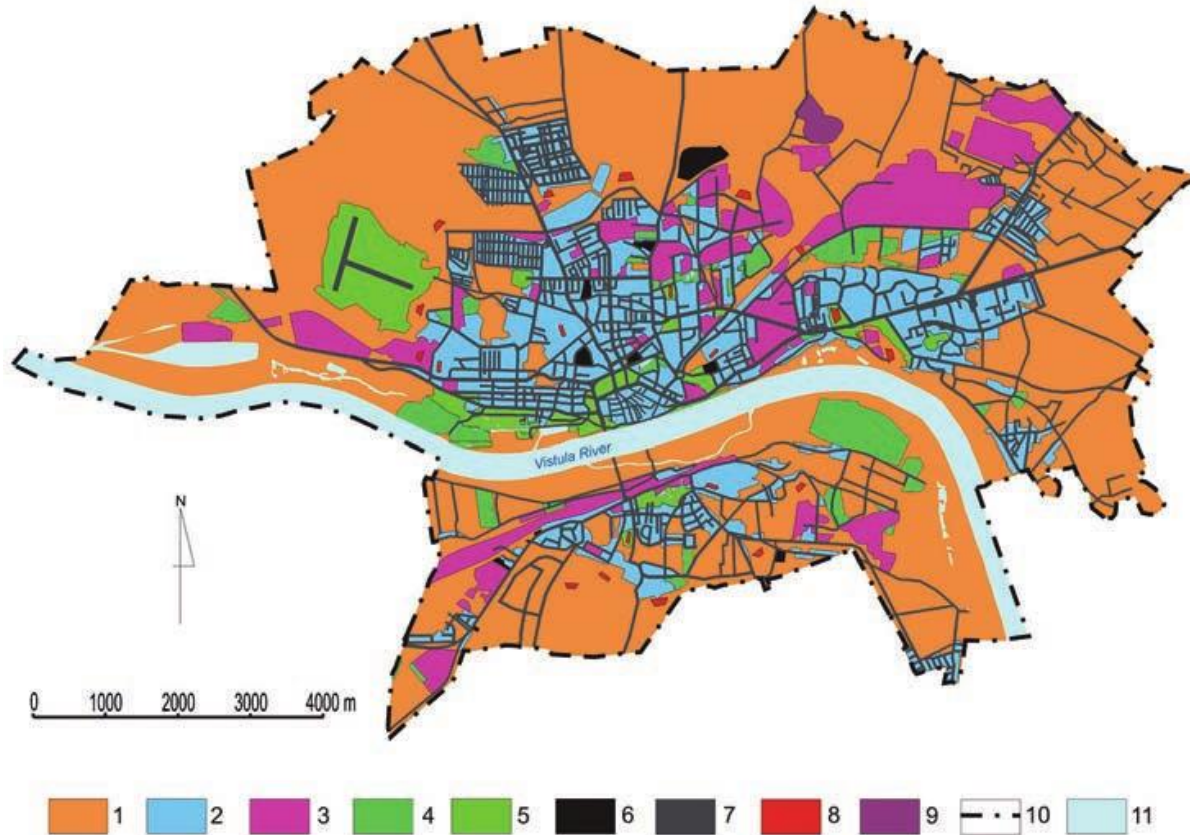


Fig. 4. The map of soils within Toruń urban area (Bednarek et. al 2003; Bednarek, Jankowski 2006; modified). Explanations: 1 - undisturbed and weakly transformed soils, 2 - urbisols, 3 - industrisols, 4 - garden soils, 5 - soils of parks and lawns, 6 - necrosols, 7 - ekranosols, 8 - constructosols, 9 - rubbish dump, 10 - administrative boundaries of Toruń, 11 - surface waters



Quadro 3 – Áreas urbanas no Brasil

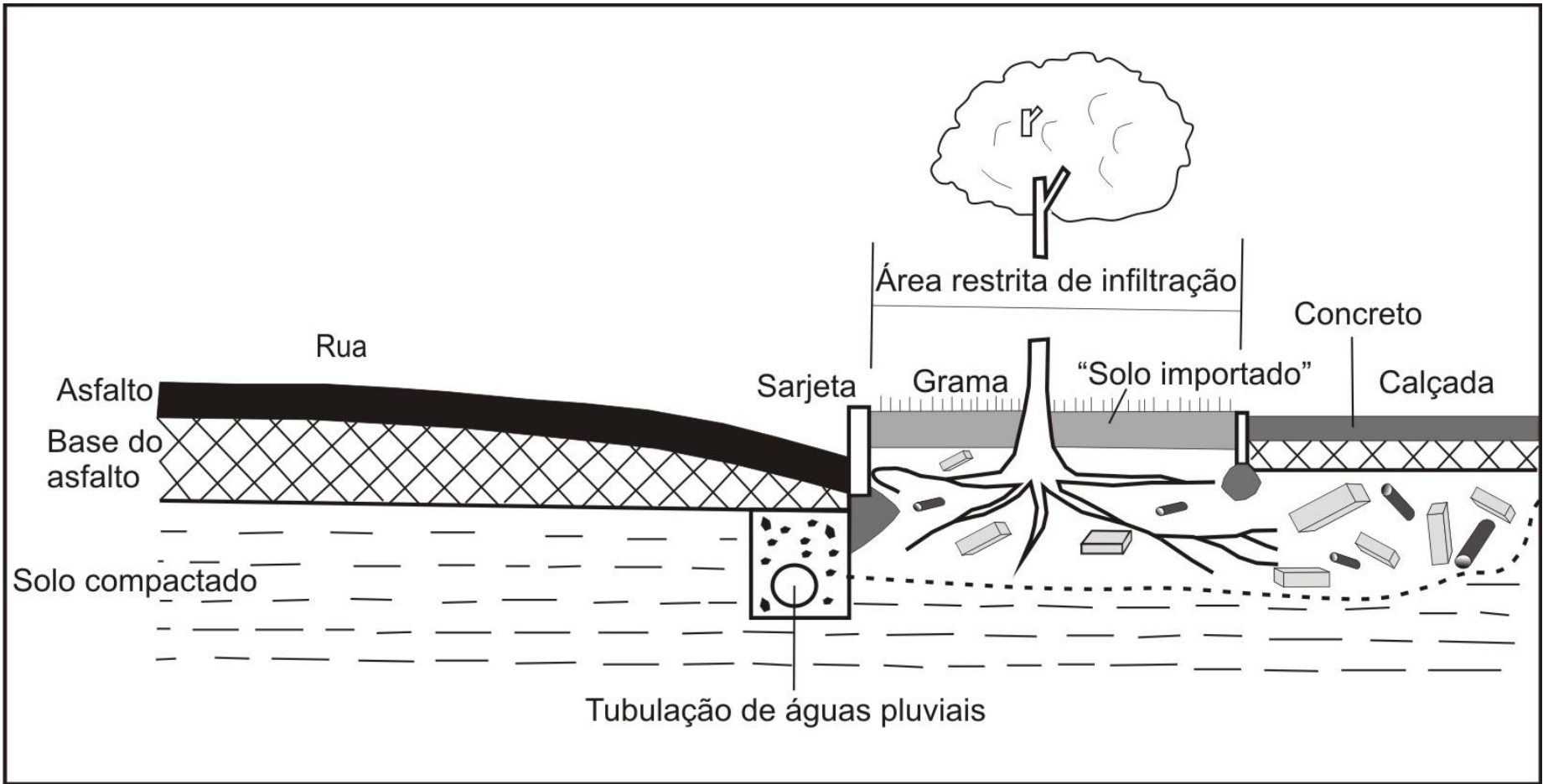
Região	Área Total km²	Área Urbanizada km²	Percentual da área Total (%)
Centro-Oeste	1.612.077	2.696	0,17
Nordeste	1.577.938	3.445	0,22
Norte	3.869.638	1.611	0,04
Sudeste	927.283	9.404	1,01
Sul	564.306	4.129	0,73
Brasil	8.531.245	21.285	0,25

Fonte: Embrapa (2006)

Distribuição espacial das áreas urbanas brasileiras

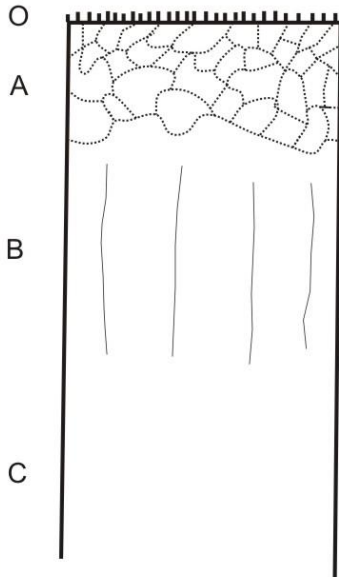


Fonte: Garcia e Matos (2005)

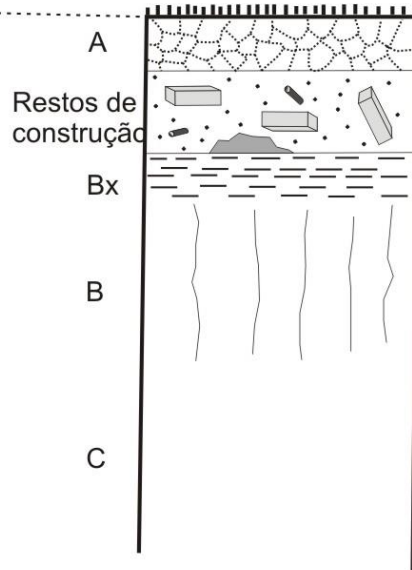




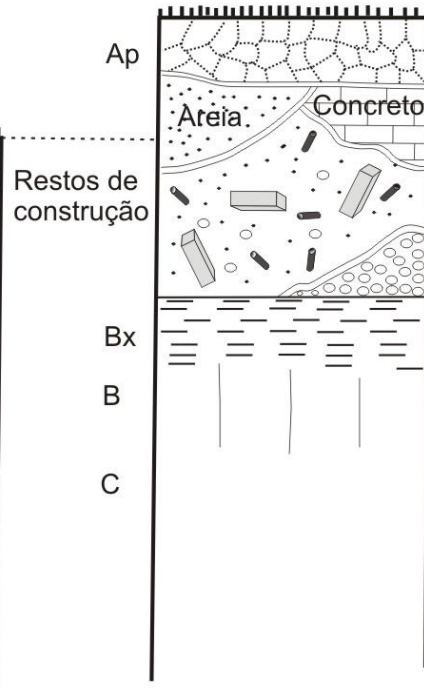
Perfil de solo natural



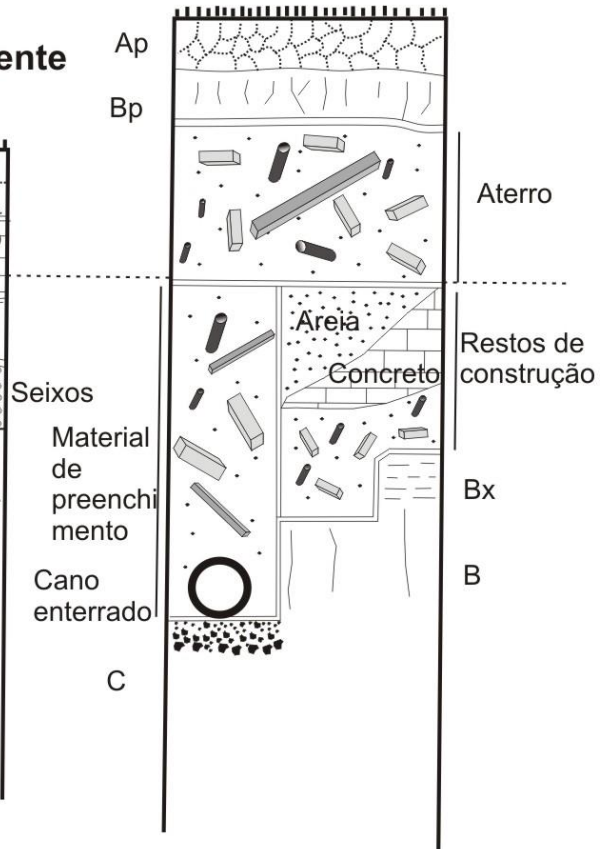
Perfil de solo de jardim no suburbio



Perfil de solo de jardim em periferia densamente ocupada



Perfil de solo em jardim no centro da cidade



Profile 2

Location:

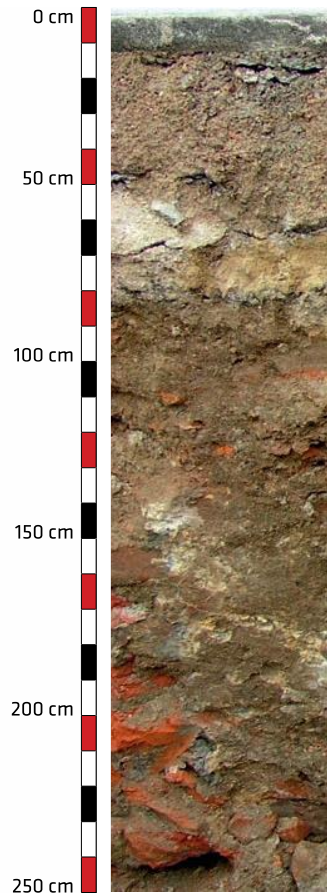
Old Market Square,
Zielona Góra,
Western Poland

Coordinates:

51°56'19"N
15°30'19"E

Soil classification (WRB 2007):

Ekranic Technosol (Arenic)



0–12 cm: concrete slabs, grey, joints filled with cement mortar.

C – 12–50 cm: sand, light yellowish brown, loose, slightly moist, clear boundary.

IIC – 50–80 cm: sand, pale yellow, slightly moist, clear boundary.

IIIC – 80–120 cm: loamy sand, reddish grey, slightly moist, few artefacts (pieces of bricks; 10%), gradual boundary.

IVC – 120–195 cm: sandy loam, brown, slightly moist, artefacts (mortar, brick fragments; 10%), gradual boundary.

VC – below 195 cm: brick construction dated back to the late Middle Ages, loam, grey.

Profile 5

Location:

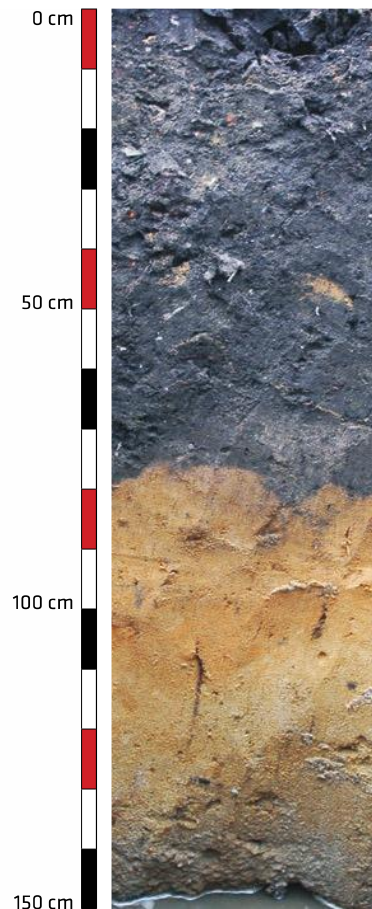
'Bydgoszcz Canal' City Park,
Bydgoszcz,
Northern Poland

Coordinates:

N 53°07'16.3"
E 17°57'47.9"

Soil classification (WRB 2007):

Mollic Regosol (Technic)



Au - 0-6 cm: sandy loam, dark grey, granular structure, moist, clear boundary.

Bu1 - 6-24 cm: sandy loam, dark grey, blocky subangular structure, moist, numerous artefacts (pieces of bricks, concrete, glass, garbage), gradual boundary.

Bu2 - 24-51 cm: sandy loam, dark grey, blocky subangular structure, moist, few artefacts (bricks, concrete, glass), numerous snail shells, gradual boundary.

Bu3 - 51-80 cm: loamy sand, grey, blocky subangular structure, moist, few artefacts and shells, clear boundary.

Bw - 80-98 cm: sand, brownish yellow, single grain structure, moist, homogeneous sandy material, no artefacts and shells, diffuse boundary.

C - 98-126 cm: sand, very pale brown, single grain structure, moist, homogeneous sandy material, no artefacts and shells, gradual boundary.

Cg - 126-150 cm: sand, light grey, single grain structure, very wet, homogeneous sandy material.

Site 3

Location:

Ciasna St., gutter of the 19th c
outbuilding, at a height of 4.5 m,
Toruń, Northern Poland

Coordinates:

53° 00' 32.78''N
18° 36' 29.87 E

Vegetation:

Galinsoga parviflora Cav.,
Epilobium adnatum Griseb.


Soil classification (WRB 2007):

Protofolic Linic Technosol



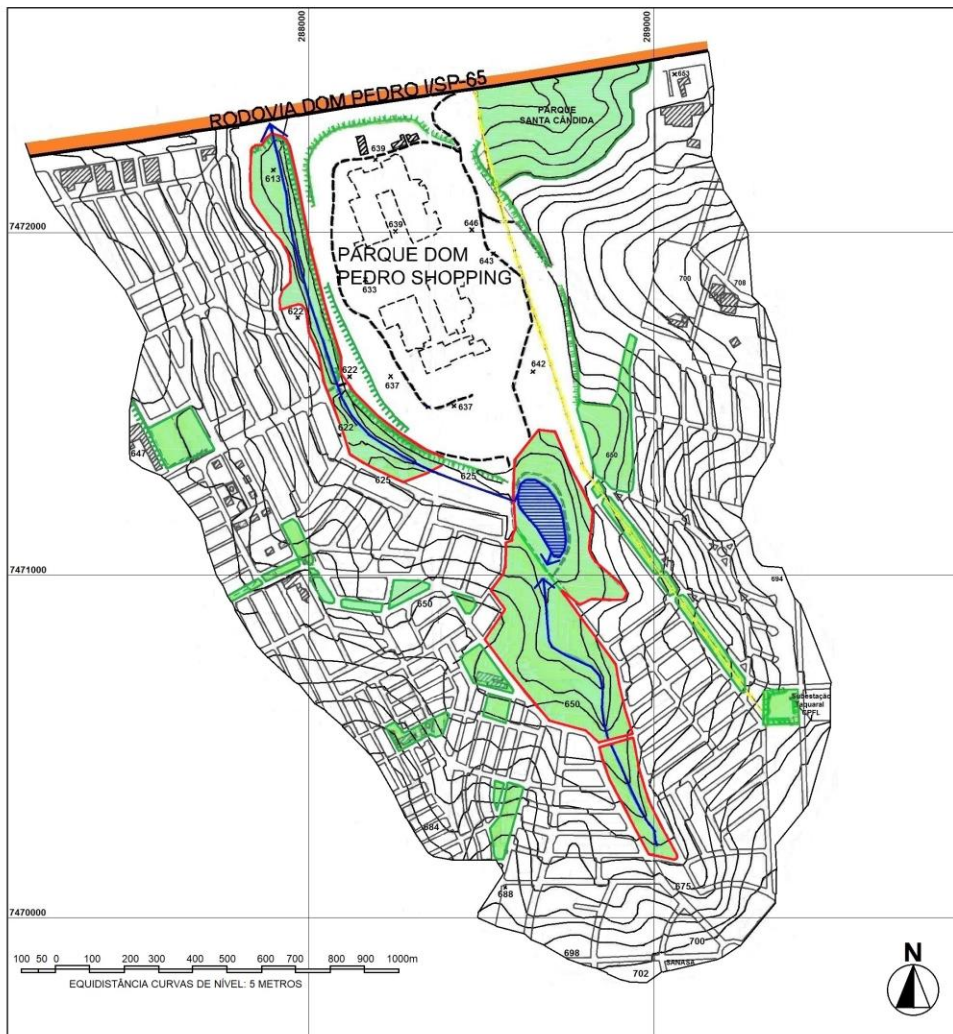
Ou - 0-5 cm: organic soil material accumulated in a galvanized steel gutter, very few artefacts (bird feathers, pieces of mortar; 2%).





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

SARA MARQUES PUTRINO



FONTE: CARTAS TOPOGRÁFICAS CAMPINAS I - FOLHA SF-23-Y-A-V-4-NE-E 075/098 E CAMPINAS II - FOLHA SF-23-Y-A-V-4-NE-F 075/099, ESCALA 1:10.000 (IGC,2002).

LEGENDA:

HIDROGRAFIA

- CURSO D'ÁGUA PERENE, DIREÇÃO DE CORRENTE
- SUMIDOURO
- LAGO

HIPSOGRAFIA E PONTOS DE REFERÊNCIA

- CURVA DE NÍVEL MESTRA E INTERMEDIÁRIA
- ATERRO

OBRAS E EDIFICAÇÕES

- AT BT LINHA TRANSMISSORA DE ENERGIA
- LIMITE SUB-BACIA RIBEIRÃO DAS PEDRAS
- ESTRADA
- ÁREA URBANA
- ÁREAS VERDES
- PARQUE LINEAR RIBEIRÃO DAS PEDRAS

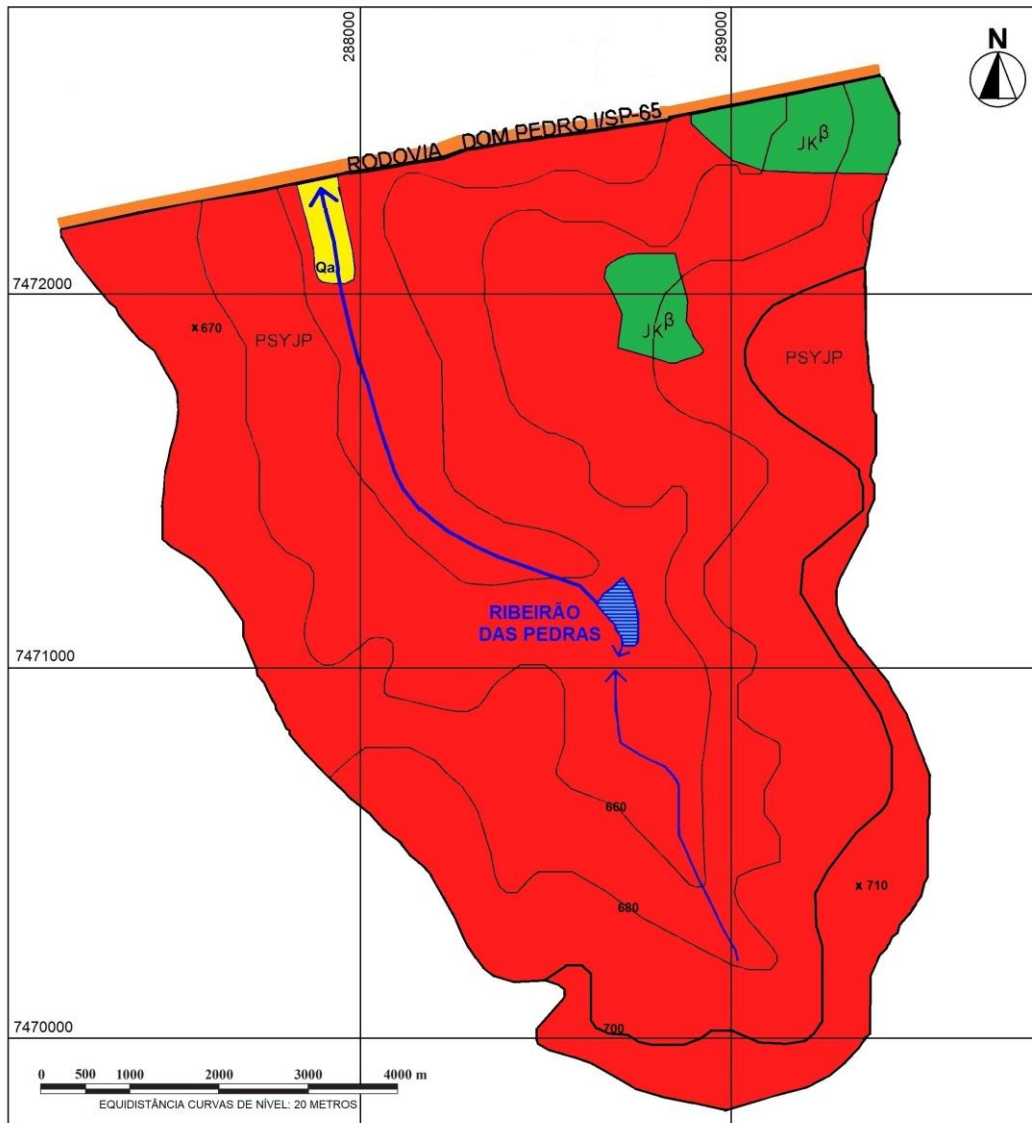


Figura 2. Localização do trecho estudado da sub-bacia ribeirão das Pedras, Campinas/SP.

Escala: 1:10.000

Data: 16/06/17

Desenho: Sara Marques Putrino



LEGENDA:

- CURSO D'ÁGUA PERENE, DIREÇÃO DE CORRENTE
- SUMIDOURO
- LAGO
- LIMITE SUB-BACIA RIBEIRÃO DAS PEDRAS
- ESTRADA
- CURVA DE NÍVEL MESTRA OU INTERMEDIÁRIA
- PONTO COTADO

UNIDADES GEOLÓGICAS

QUARTENÁRIO

- Qa ALUVIÕES

JURÁSSICO-CRETÁCEO

- JK^β DIABÁSIOS CINZA ESCUROS A PRETOS, FINOS OU MUITOS FINOS E MACIÇOS, OCORREM PREDOMINANTEMENTE SOB A FORMA DE SILLS

SUITE GRANÍTICA JAGUARIÚNA

- PSYJP P- HORNBLENDA- BIOTITA GRANITOS 3b PORFIRÍTICOS OU FACOIDAIS, FOLIADOS, CINZA ROSADAS A ROSA ACINZENTADOS, COM MEGACRISTAIS OVALADOS DE FELDSPATO POTÁSSICO E MATRIZ FINA A MÉDIA, LEUCOCRÁTICOS (ENTRE 10 E 20% DE MÁFICOS). SUBORDINADAMENTE OCORRE HORNBLENDA-BIOTITA GRANODIORITOS OU GRANITOS 3b FACOIDAIS, COM MEGACRISTAIS DE FELDSPATO POTÁSSICO RÓSEO E MATRIZ DE COR CINZA ESCURA (COM 25% DE MÁFICOS)

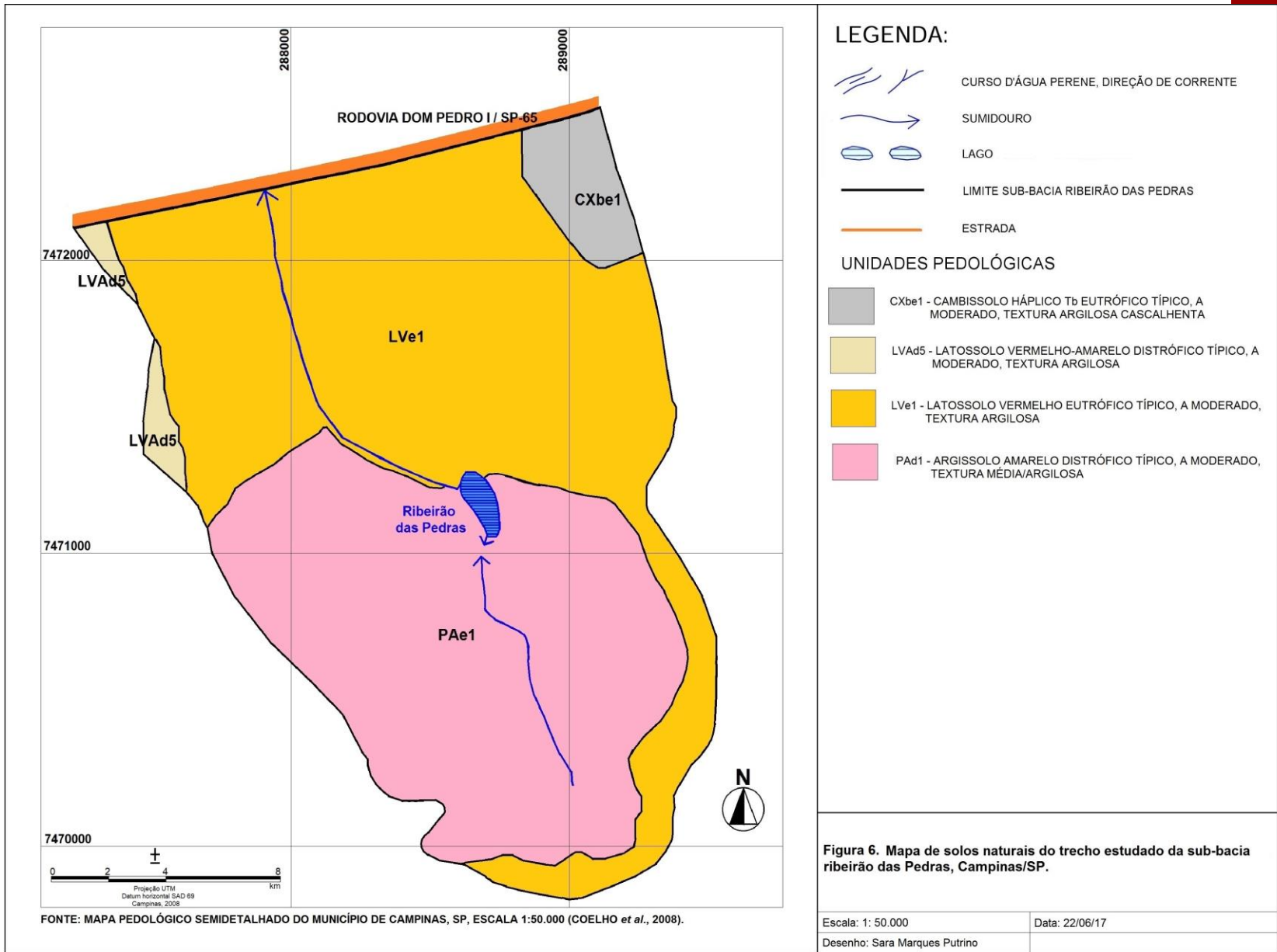
Figura 3. Mapa geológico do trecho estudado da sub-bacia ribeirão das Pedras, Campinas/SP.

Escala: 1:50.000

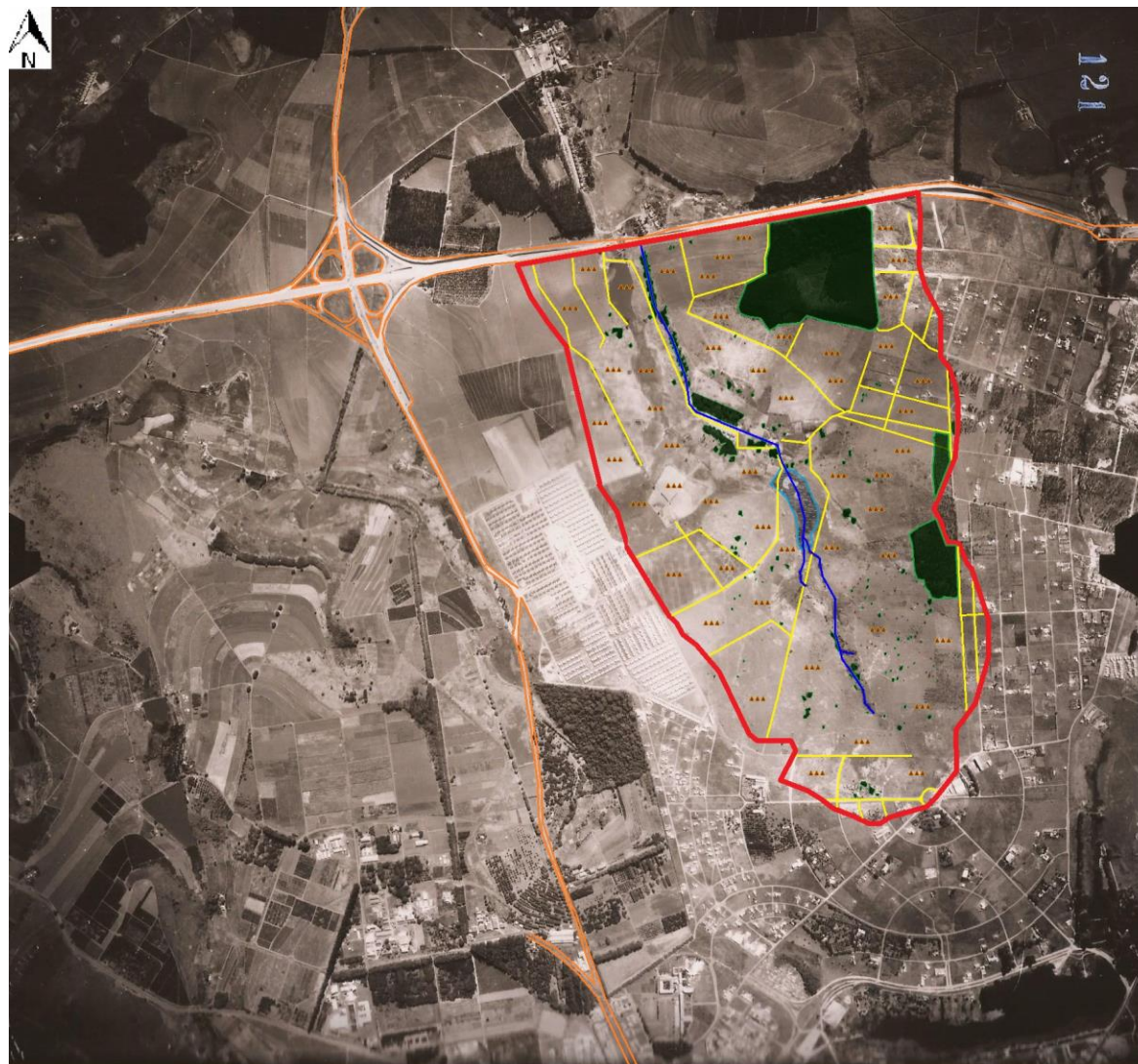
Data: 16/06/17

Desenho: Sara Marques Putrino








FONTE: MAPA GEOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE CAMPINAS E MAPA DE PONTOS DE DESCRIÇÃO GEOLÓGICA E DE PONTOS DE DESCRIÇÃO GEOMORFOLÓGICA, ESCALA 1:50.000 (IG, 2009).



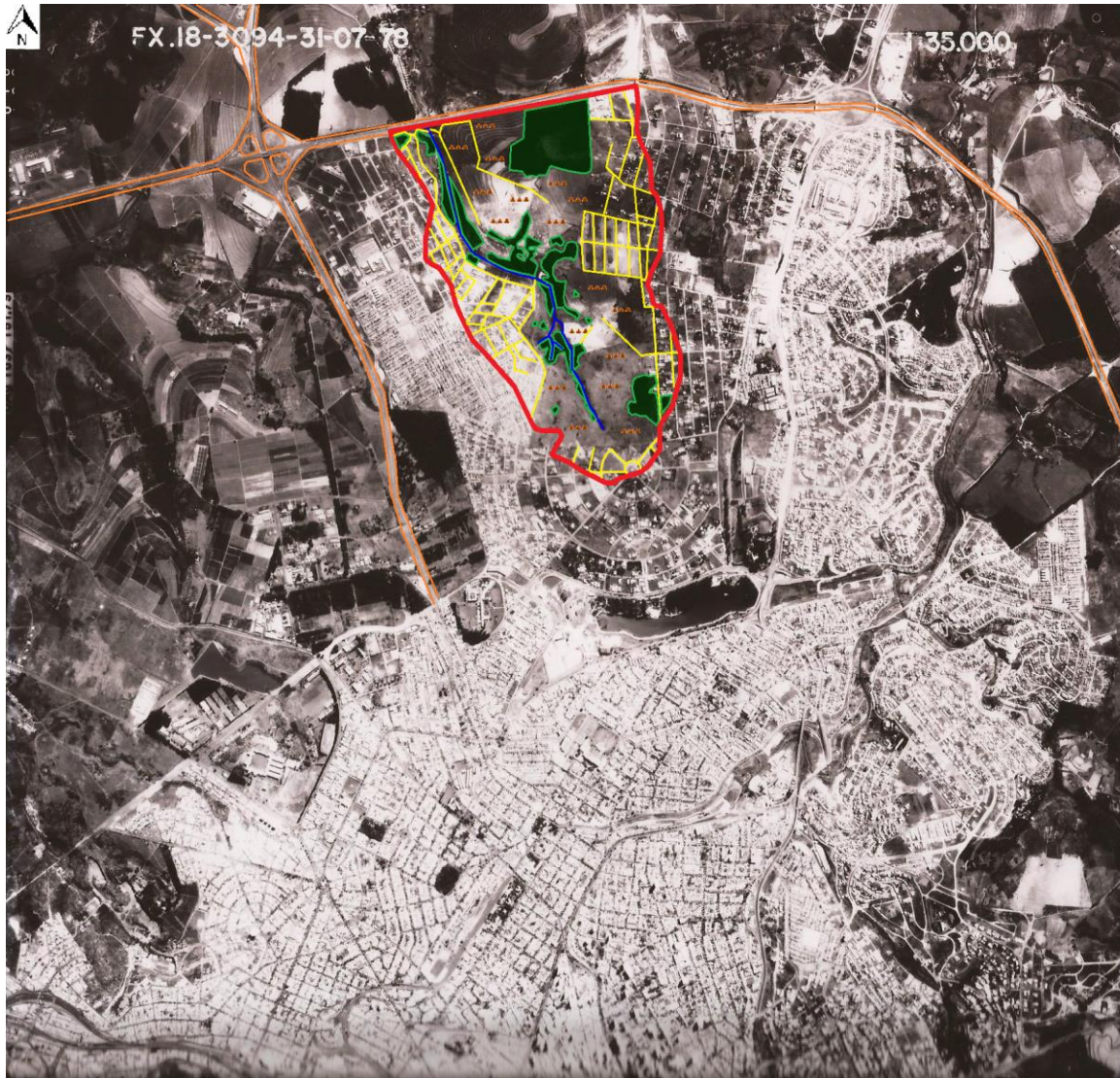
1969









LEGENDA

-  Rodovia e acessos
-  Ribeirão das Pedras
-  Limite da Área de Estudo
-  Ruas e Caminhos
-  Pastagem e/ou área de cultivo
-  Vegetação Arbórea - fragmentos e indivíduos isolados
-  Área sujeita à inundação

1978



LEGENDA

-  Rodovia e acessos
-  Ribeirão das Pedras
-  Limite da Área de Estudo
-  Ruas e Caminhos
-  Pastagem e/ou área de cultivo
-  Vegetação Arbórea - fragmentos e indivíduos isolados

1995



LEGENDA

- Rodovia e acessos
- Ribeirão das Pedras
- Limite da Área de Estudo
- Ruas e Caminhos
- Pastagem e/ou área de cultivo
- Vegetação Arbórea - fragmentos e indivíduos isolados

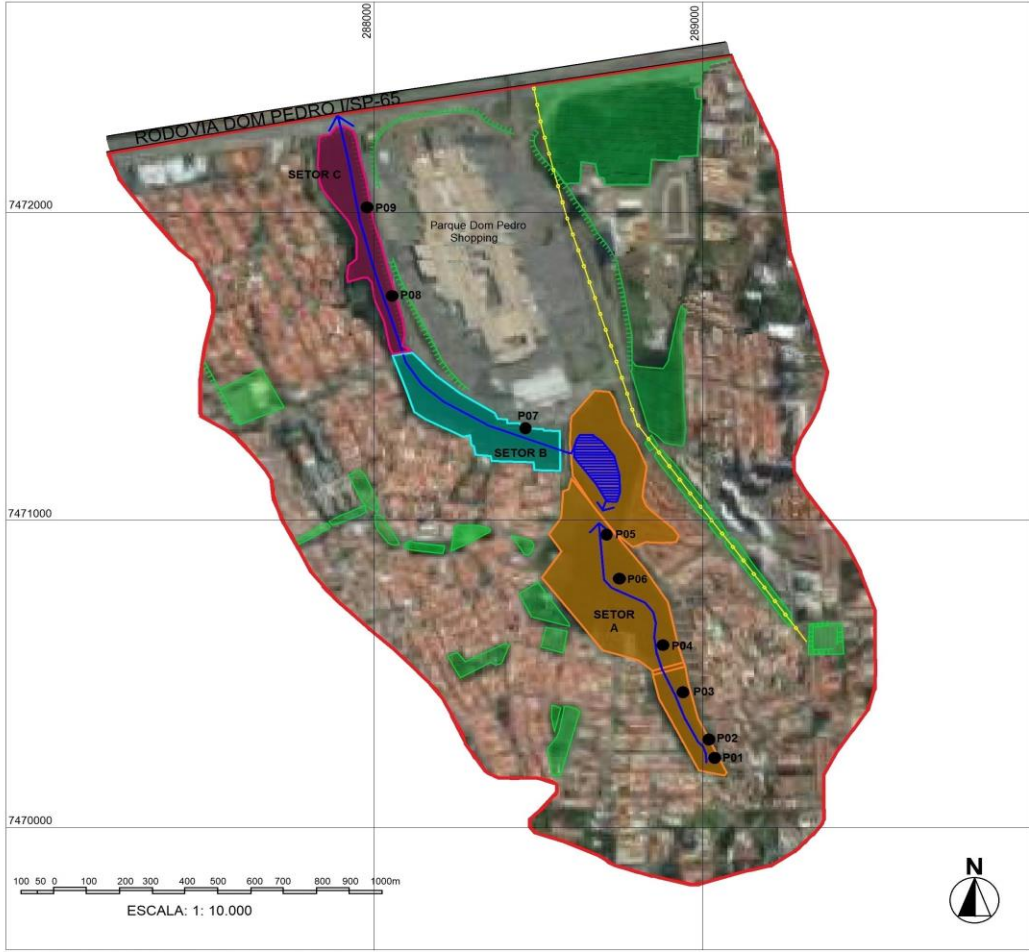
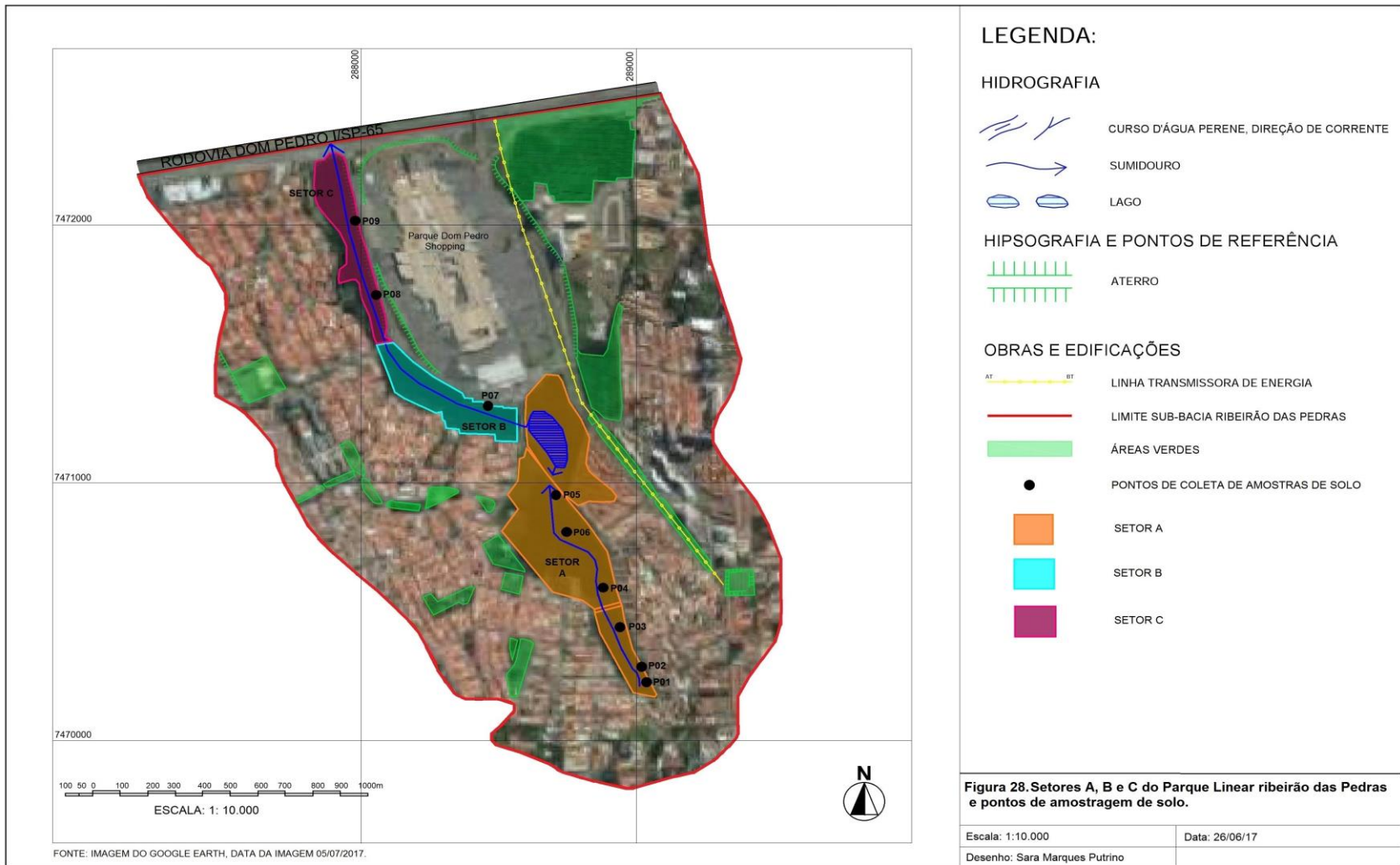


2012

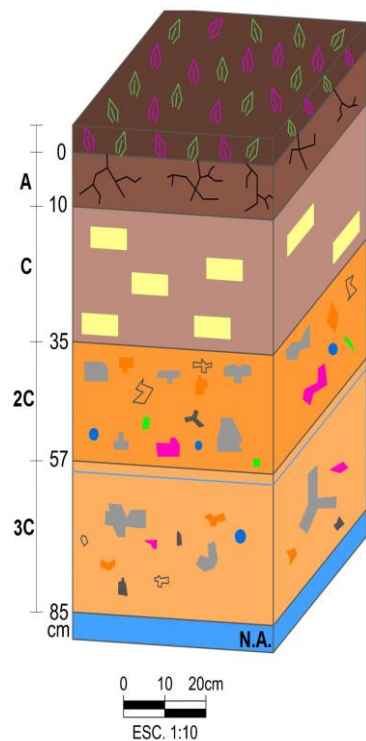
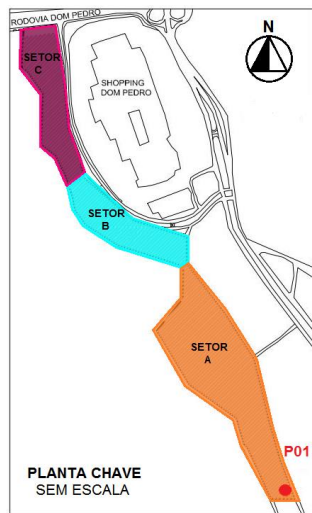


LEGENDA

- Rodovia e acessos
- Ribeirão das Pedras
- Limite da Área de Estudo
- Ruas e Caminhos
- Vegetação arbórea - fragmentos ou indivíduos isolados



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



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 anelídeos - 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).

Legenda: 1- Tijolo, 2- Granito, 3- Concreto, 4- Borracha, 5- Revestimento cerâmico, 6 - Plástico, 7- Pixe.

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

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 (µg/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).



Conclusões

- Os conceitos de depósitos tecnogênicos e technosols/anthrosols não são excludentes, como tem aparecido na literatura geocientífica.
- O uso de technosols implica em levantamentos detalhados sobre as potencialidades de contaminação destes.
- Métodos de mapeamento de solos em áreas urbanas precisam ser desenvolvidos.





Obrigado!

ladeira@unicamp.br