

# Características dos solos urbanos utilizados pelas espécies *Acer negundo* L. e *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl. na cidade de Curitiba-PR\*

DANIELA BIONDI\*\*  
CARLOS BRUNO REISSMANN\*\*\*

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo investigar e caracterizar os solos urbanos utilizados pelas espécies *Acer negundo* L. e *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl., largamente plantadas na arborização de Curitiba-PR. Foram selecionados locais de tráfego intenso, considerados poluídos; de tráfego mediano; residenciais e parques, considerados pouco alterados pela urbanização. O solo foi coletado a uma profundidade de 0-30 cm sob árvores de área pavimentada, com canteiro gramado e parques. A análise do solo foi efetuada para a granulometria e a determinação dos elementos trocáveis, além do pH e C. Concluiu-se que o processo de urbanização não alterou a classe textural do solo no meio urbano. Enquanto que, quimicamente ocorreram alterações significativas, caracterizando o solo como potencialmente fértil.

**Palavras-chave:** arborização urbana, solos urbanos, *Acer negundo*, *Tabebuia chrysotricha*

## ABSTRACT

**Characteristics of urban soils under *Acer negundo* L. e *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl. in Curitiba city-PR.** The purpose of this study was to investigate and characterize urban soils under *Acer negundo* L. and *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl. commonly used as urban trees in Curitiba city-PR. To achieve this, different regions were selected: places with high traffic load, considered polluted; places with medium traffic load; residential quarters and places like municipal parks, considered to be under low urban alteration. The surface soil (0-30 cm) was collected from the above mentioned locations under paved, grass-bed and natural conditions in the case of municipal parks. They were then submitted to physical (texture) and chemical analysis (pH, P, C and exchangeable K, Ca, Mg and Al). It was concluded that urbanization process did not alter the soil class at the textural level. However there was significant chemical alterations placing the soil in a potentially fertile category.

**Key words:** urban trees, urban soils, *Acer negundo*, *Tabebuia chrysotricha*

\*artigo extraído em parte da tese de doutorado do 1º autor

\*\*Engenheira florestal, M.Sc., Dra., Professora Adjunto do Departamento de Ciência Florestal, UFRPE

\*\*\*Engenheiro florestal, M.Sc., Dr., Professor Adjunto do Departamento de Solos, UFPR

## INTRODUÇÃO

O processo de urbanização das cidades resultou em fortes modificações do ambiente natural existente anteriormente. O solo é um dos fatores ambientais mais alterado do meio urbano. Principalmente devido a incorporação de materiais antrópicos, provenientes das construções das casas e ruas, geralmente as alterações do solo tanto podem ser de natureza física como química. As informações sobre solo urbano no Brasil são ainda muito incipientes e generalizadas devido a poucas pesquisas realizadas. A cidade de Curitiba por ser considerada "cidade verde" e clogiada por seus altos índices de plantio de árvores urbanas, também inicia pesquisas sobre solo urbano para dar suporte aos novos plantios e manutenção das árvores já existentes. De acordo com MILANO (1984), existe mais de 90 espécies de árvores plantadas nas calçadas de Curitiba e dentre elas estão acer (*Acer negundo* L.) e ipê (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl.) que são duas das espécies mais plantadas e contribuem muito para o embelezamento da cidade.

O objetivo deste trabalho foi investigar e caracterizar o solo utilizado por estas espécies de acer e de ipê na cidade de Curitiba-PR.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A cidade moderna é uma fonte complexa de ações antrópicas sobre os solos e plantas, não somente na própria cidade, mas também na área periférica (OBUKHOV & LEPNEVA, 1989). A atividade humana na urbanização criou solos que têm características contrárias às condições naturais. De acordo com CRAUL (1994a), os principais problemas, entre vários, comumente encontrados quando se faz o plantio e a manutenção da vegetação urbana são: compactação, restrição do movimento de água e ar, presença de materiais antrópicos, espaço confinado e limitado para as raízes e ciclagem de nutrientes interrompida. O mesmo autor constatou que o solo urbano é criado no processo de urbanização e portanto não pode ser separado pelos limites geográficos. O agente ativo para a formação do solo urbano é a atividade humana, ao contrário da formação natural do solo. Segundo CRAUL (1985), as características gerais do solo urbano são as seguintes: a) grande variedade vertical e espacial; b) modificação da estrutura do solo conduzindo à compactação; c) presença de uma crosta na superfície do solo descoberto, usualmente hidrorrepelente; d) pH do solo alterado, geralmente elevado; e) aeração e drenagem restritas; f) ciclo de nutrientes interrompido e as atividades dos organismos do solo alteradas; g) presença de materiais antrópicos e outros contaminantes e h) regimes de temperatura do solo modificados.

O solo ao redor das casas e ao longo das ruas é freqüentemente inadequado em termos de condições físicas. Embora as condições originais do solo na maioria dos locais seja adequada para o crescimento das plantas, mudanças sempre ocorrem na estrutura do solo durante a construção das ruas

e casas. Estas condições desfavoráveis para o desenvolvimento das plantas sempre geram variados tipos de estresses como: o químico, gerado pelo pH desfavorável e/ou não desequilíbrio de nutrientes ou ainda pela presença de materiais tóxicos no solo e o físico, que resulta em fatores que impedem o crescimento das raízes e geralmente provoca o estrangulamento ou enovelamento das mesmas (TATTAR, 1978).

BASSUK & WHITLOW (1988) constataram que o solo urbano é extremamente variável em sua fertilidade e em substâncias tóxicas.

A compactação do solo é um processo complexo que resulta principalmente na alta densidade do solo e a redução do número de macroporos. Como consequência deste processo, a árvore encontra dificuldade de penetração das raízes e pouca quantidade de oxigênio disponível para as mesmas (PATTERSON, 1975; GREY & DENEKE, 1978; HUNT *et al*, 1991).

No solo ao redor de uma árvore ocorrem complexas interações entre seus componentes. É difícil definir os efeitos separados da compactação e aeração do solo na árvore. Os efeitos destes fatores, quer dizer o ambiente físico do solo, é mais esclarecido quando se examina também os efeitos da umidade e temperatura do solo sob o vigor e o crescimento das raízes (RUARK *et al*, 1982).

RUARK *et al* (1983) constataram que o declínio das árvores de *Acer saccharum*, nas ruas, era devido às propriedades físicas do solo. A modificação das propriedades físicas com a formação de uma crosta na superfície do solo, pela falta de vegetação na mesma, diminuiu a infiltração de água e troca gasosa, provocando a morte das raízes.

Devido a impermeabilização das superfícies das ruas e rodovias, a água da precipitação é drenada para a canalização e portanto não é evaporada pelas plantas. As árvores não recebem água suficiente e o balanço hídrico é negativo. Temperaturas altas, precipitação menos efetiva e evaporação reduzida levam a diminuição da umidade absoluta e relativa quando comparadas com um local aberto. A área do solo disponível às árvores, que não é coberta pela pavimentação das ruas, é tão pequena, que a precipitação incidente não é capaz de suprir as árvores suficientemente para seu crescimento. A água do subsolo é dificilmente acessível às raízes das árvores urbanas, principalmente devido aos trabalhos de construções que atingem o subsolo como garagens, metrô e outras instalações subterrâneas. Teoricamente, pode-se assumir que a água do subsolo não está disponível por um período prolongado para as árvores de rua e que a água de capilaridade no solo é suprimida. Assume-se que a água condensada é suficiente para o crescimento reduzido da árvore (BERNATZKY, 1983).

HZUMI (1983) complementa dizendo que a urbanização reduz geralmente a altura do lençol freático, devido ao consumo de água e a impermeabilização da superfície. Com a superfície impermeabilizada, há um aumento na quantidade e velocidade do escoamento superficial, diminuindo assim o nível de água na superfície do solo (SUKOPP & WERNER, 1983).

De acordo com SANTAMOUR Jr. (1969) e GILBERTSON & BRADSHAN (1985), o crescimento lento e o declínio de árvores em cidades

é frequentemente atribuído a deficiência de água no solo. A deficiência de oxigênio nos solos compactados interfere na disponibilidade tanto de água como de nutrientes.

Existe uma inter-relação do suprimento de nutrientes com fatores ambientais como: temperatura e umidade do solo. Quando as plantas estão em estresse de umidade, elementos como P e K, que se movem para a raiz pelo mecanismo de difusão, podem tornar-se limitados mesmo estando o solo bem suprido dos mesmos (MUNSON & NELSON, 1973).

No centro urbano e calçadas das ruas, há pouca diferença da temperatura do solo na profundidade de 5 a 50 cm, enquanto numa floresta há um decréscimo na temperatura com o aumento da profundidade. Sendo assim, a permanência de árvores em altas temperaturas do solo poderá afetar seus processos bioquímicos e conseqüentemente o seu crescimento (GRAVES, 1994). Além disso, a temperatura do solo pode afetar a fixação de nitrogênio biológico (TROLLDENIER, 1982).

## MATERIAL E MÉTODOS

A cidade de Curitiba está localizada a 25°25'48" de latitude sul e 49°16'15" de longitude oeste de Greenwich, com uma área de 432,4 km<sup>2</sup> e limita-se com os municípios de Almirante Tamandaré, Colombo, Piraquara, São José dos Pinhais, Mandirituba, Araucária e Campo Largo (IPPUC, 1991). De acordo com a classificação de Koeppen, o clima de Curitiba é do tipo Cfb, sempre úmido, pluvial quente-temperado. A temperatura média anual é de 16,5 °C, sendo 20,4 °C nos meses mais quentes e 12,7 °C nos meses mais frios, com mais de 5 geadas por ano e precipitação anual de 1.450 mm (MAACK, 1968).

O relevo da cidade de Curitiba é levemente ondulado, com formação de colinas, morros baixos e terraços ao norte, sul e sudeste, caracterizando uma baixada as margens do rio Iguaçu (IPPUC, 1991). Os possíveis grupos de solo existentes na cidade são Cambissolo Álico, Latossolo Vermelho Amarelo Álico, Podzólico Vermelho Amarelo e Rubrozem (EMBRAPA, 1974).

Foram escolhidos locais com uniformidade de relevo considerando uma declividade de até 1 %. A tipologia dos locais foi feita da seguinte forma:

- a) locais de tráfego intenso, considerados bastante poluídos - trechos da rua Marechal Floriano no bairro do Parolim;
- b) locais de tráfego mediano, razoavelmente poluídos - trechos da rua Rocha Pombo no bairro do Juvevê e trechos da rua Desembargador Westphalen e rua Ccará no bairro do Parolim;
- c) locais estritamente residenciais, pouco poluídos - trechos da rua Carvalho Chaves no bairro do Parolim e trechos das ruas Barão de Campos Gerais, Paraguassu, Mauá no bairro do Juvevê;
- d) locais de parques, bosques e arboretos, pouco alterados pela urbanização e protegidos da poluição urbana - parque São Lourenço,

arboreto da EMBRAPA/CNPQ, arboreto do colégio Anísio Teixeira no km 1 no bairro do Atuba.

A tipologia utilizada nos locais acima também foi subdividida, quando possível, em função das condições de plantio. A subdivisão foi feita da seguinte maneira:

- a) área pavimentada - quando a árvore estava crescendo circundada pela pavimentação com todo espaço em volta impermeável;
- b) canteiro gramado - quando a árvore estava crescendo com alguma área livre de pavimentação, com gramado na superfície do solo;
- c) parque - quando a árvore estava crescendo livremente, sem obstáculos físicos e a superfície do solo com ou sem gramado.

As árvores de acer foram diferenciadas, além da localização e condições de plantio, pelo padrão de qualidade das árvores. Tomando como base o padrão das árvores e a heterogeneidade do solo urbano, as amostras de solo foram classificadas como:

- a) solo urbano 1 - onde estavam plantadas as árvores consideradas de padrão superior (que tinham melhores condições fitossanitárias e estéticas);
- b) solo urbano 2 - onde estavam plantadas as árvores de padrão inferior (que tinham problema de qualquer ordem que poderia torná-las menos atrativa à arborização). Quando foi feita comparação entre o solo urbano e de parque foi utilizada o valor médio do solo urbano 1 e 2.

Para a análise do solo utilizado pelas árvores de canteiro gramado e parques, foi feita para cada árvore uma amostra composta de 4 sub-amostras sob a projeção da copa, a uma profundidade de 0-30 cm (BIONDI & REISSMANN, 1993).

Nas áreas de canteiro gramado foram coletadas 36 amostras de solo em ruas e 13 amostras de solo em parque para as árvores de ipê e para as árvores de acer foram coletadas 47 amostras de solo em ruas e 14 amostras de solo em parque.

Tendo em vista as dificuldades de coleta de solo utilizado pelas árvores de área pavimentada, foram feitas 5 amostras para as árvores de acer em área pavimentada, 5 amostras para as árvores de ipê em área pavimentada residencial e 5 amostras para as árvores de ipê em área pavimentada de local poluído. Cada amostra foi composta de no mínimo 2 sub-amostras, a uma profundidade em torno de 0-30 cm, coletadas com trado inserido sob a área calçada a partir de rachaduras na pavimentação. Para as amostras de solo das áreas pavimentadas foram determinadas apenas a análise de pH do solo.

Na análise física foram determinadas as proporções percentuais de: areia, silte e argila.

Na análise química foram determinadas: pH em  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{Al}^{+3}$ ,  $\text{H}^+\text{Al}$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{K}^+$ , P e C (EMBRAPA, 1979). A saturação de bases (V), a capacidade de troca catiônica (CTC) e a saturação de alumínio (m) foram calculadas a partir dos dados.

Para análise dos dados foi utilizado o delineamento inteiramente ao acaso com número variado de repetições por tratamento. As médias dos tratamentos foram comparadas através do teste de Tukey. Para análise das árvores de parque, de acer e ipê, utilizou-se o teste T que, segundo FREESE (1967), é aplicado para esta situação, quando compara-se médias de solos em locais distintos. O nível de significância utilizado em todas as análises foi de 5 %.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### ASPECTOS GERAIS

Visualmente, as observações feitas sobre o solo em volta das árvores nas calçadas corresponderam sempre com as informações bibliográficas de CRAUL (1985) e BASSUK & WHITLOW (1988). Para demonstrar a diversidade encontrada cita-se que num mesmo trecho de rua foram vistos solos com as seguintes características descritas abaixo.

- a) com texturas diferentes - arenosa, argilosa e diferentes graus de pedregosidade.
- b) com variação nos níveis dos horizontes ou camadas, isto quando era possível distinguir as camadas, o que raramente ocorria; outras vezes sentia-se resistência no trado de coleta logo no início, estando o solo sem o horizonte A, iniciando no B ou C. STEPHEN & DONALD (1982) obtiveram resultados parecidos e caracterizaram o solo urbano como sendo: pouco estruturado, sem horizonte A bem definido e sem a camada orgânica em decomposição.
- c) com uma diversidade de coloração, como: vermelho, preto, cinza e o esbranquiçado (repleto de calça).
- d) com presença de materiais antrópicos como vidro, plástico, borracha, ferro, papel, tecido e madeira.

### CARACTERÍSTICAS DO SOLO UTILIZADO PELO ACER

A heterogeneidade do solo urbano utilizado pelas árvores de acer pode ser vista através da comparação de médias das características químicas e físicas do solo urbano 1 (solo utilizado pelas árvores superiores) e solo urbano 2 (solo utilizado pelas árvores inferiores), que são apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

Os resultados da Tabela 1 (comparação 1) mostram que a composição química do solo urbano 1 (com exceção do  $K^+$  e P) do solo urbano 1 são significativamente diferentes do solo urbano 2. O solo urbano 1 das árvores superiores apresentou maior média no pH,  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ , CTC, matéria orgânica (M.O.) e saturação de bases (V). Enquanto o solo urbano 2 das árvores inferiores apresentou apenas maior média de  $H^+Al$ , indicando uma maior acidez potencial. No entanto, é preciso ressaltar que a saturação de AL (m) foi nula neste caso.

Quanto aos resultados da granulometria do solo (Tabela 2), só a argila foi o componente diferenciador entre os solos urbanos. Observa-se que as diferenças

Tabela 1 - Comparações pareadas de médias das características químicas dos solos dos diferentes locais utilizados pelas árvores de acer e de ipê, de 0-30 cm de profundidade  
 Table 1 - Paired means comparisons between chemical characteristics of urban soils at different places used by acer and ipê trees at 0-30 cm depth

comparação	local	pH	Al <sup>3+</sup>	H+Al	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	CTC*	P	M.O.*	m*	V*
comparison	place	CaCl <sub>2</sub>	cmole.dm <sup>-3</sup>				mg.dm <sup>-3</sup>		mg.dm <sup>-3</sup>		%	
1 - acer	urbano 1	6,0 <sup>a</sup>	0,0 <sup>a</sup>	3,9 <sup>a</sup>	10,6 <sup>a</sup>	4,2 <sup>a</sup>	0,53 <sup>a</sup>	19,2 <sup>a</sup>	25,1 <sup>a</sup>	6,0 <sup>a</sup>	0,0 <sup>a</sup>	79,3 <sup>a</sup>
	urbano 2	5,6 <sup>b</sup>	0,0 <sup>a</sup>	4,6 <sup>b</sup>	8,8 <sup>b</sup>	3,1 <sup>b</sup>	0,42 <sup>a</sup>	16,9 <sup>b</sup>	22,9 <sup>a</sup>	5,1 <sup>b</sup>	0,0 <sup>a</sup>	71,5 <sup>b</sup>
2 - acer	parque	5,1 <sup>b</sup>	0,8 <sup>a</sup>	8,0 <sup>a</sup>	4,1 <sup>b</sup>	2,5 <sup>b</sup>	0,28 <sup>b</sup>	14,9 <sup>b</sup>	3,6 <sup>b</sup>	5,3 <sup>b</sup>	11,8 <sup>a</sup>	45,4 <sup>b</sup>
	urbano	5,8 <sup>a</sup>	0,0 <sup>b</sup>	4,2 <sup>b</sup>	9,7 <sup>a</sup>	3,6 <sup>a</sup>	0,47 <sup>a</sup>	18,0 <sup>a</sup>	24,4 <sup>a</sup>	5,5 <sup>a</sup>	0,0 <sup>b</sup>	75,4 <sup>a</sup>
3 - ipê	parque	4,5 <sup>b</sup>	1,4 <sup>a</sup>	9,3 <sup>a</sup>	2,9 <sup>b</sup>	2,2 <sup>b</sup>	0,20 <sup>b</sup>	14,6 <sup>b</sup>	1,7 <sup>b</sup>	5,0 <sup>a</sup>	22,0 <sup>a</sup>	35,6 <sup>b</sup>
	urbano	6,1 <sup>a</sup>	0,0 <sup>b</sup>	3,6 <sup>b</sup>	10,0 <sup>a</sup>	3,5 <sup>a</sup>	0,50 <sup>a</sup>	17,5 <sup>a</sup>	10,2 <sup>a</sup>	4,6 <sup>a</sup>	0,0 <sup>b</sup>	79,6 <sup>a</sup>

\*valores em colunas de cada comparação seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 %/values in the columns in each comparison followed by the same letter do not differ at the 5 % level by the Tukey test

\*CTC (capacidade de troca catiônica), M.O. (matéria orgânica), m (saturação em Al), V (saturação em bases)/CTC (cation exchange capacity), M.O. (organic matter), m (Al saturation), V (base saturation)

são muito pequenas para indicar que os solos são granulometricamente diferentes, mas pode ser que em condições de extrema restrição de espaço, estas diferenças possam apresentar algum efeito. A relação que se pode fazer da percentagem de argila do solo urbano 2 com suas respectivas árvores (de categoria inferior) é a possibilidade deste solo ser mais compactado e as árvores terem conseqüentemente maior dificuldade de expandir suas raízes. PRICHETT (1979) e CRAUL (1994b) afirmaram que a textura do solo, compactação, disponibilidade de umidade, camadas de impedimento e nutrição são fatores que podem influenciar o padrão, profundidade e extensão do desenvolvimento das raízes.

Para visualizar a alteração do solo pela urbanização, o solo urbano (média do solo urbano 1 e 2) foi comparado com o solo de parque (supostamente considerado pouco alterado pela urbanização). Os resultados (Tabela 1; comparação 2) mostram que, quimicamente, o solo urbano é distinto do solo de parque. Apesar da pequena diferença, a percentagem de M.O. do solo urbano foi maior do que a do solo de parque. Estes resultados mostram que o solo de parque assemelha-se mais com aqueles encontrados em condições naturais de campo, sem sofrer grandes alterações com relação as suas características químicas. Entretanto, não podem ser considerados como solos sem influência do processo de urbanização. Porém, tudo indica que os solos urbanos tenham sofrido grandes alterações químicas, com o processo de urbanização e atualmente apresentam uma melhor qualidade, em termos de fertilidade, do que os solos de parque.

Quanto as características físicas, apenas o teor de argila do solo de parque foi maior do que o do solo urbano (Tabela 2; comparação 2). Entretanto, esta diferença não é muito expressiva, uma vez que os dois solos fazem parte da

Tabela 2 - Comparações pareadas de médias das características físicas (em %) dos solos nos diferentes locais utilizados pelas árvores de acer e ipê, a 0-30 cm de profundidade  
 Table 2 - Pared means comparisons between physical characteristics (in %) of soils at different places used by acer and ipê trees at 0-30 cm depth

comparação <i>comparison</i>	local <i>place</i>	componentes/ <i>components</i>		
		areia/ <i>sand</i>	silte/ <i>silt</i>	argila/ <i>clay</i>
1 - acer	urbano 1	39 <sup>a</sup>	28 <sup>a</sup>	33 <sup>b</sup>
	urbano 2	37 <sup>a</sup>	26 <sup>a</sup>	36 <sup>a</sup>
2 - acer	parque	36 <sup>a</sup>	26 <sup>a</sup>	38 <sup>a</sup>
	urbano	38 <sup>a</sup>	28 <sup>a</sup>	34 <sup>b</sup>
3 - ipê	parque	38 <sup>a</sup>	28 <sup>a</sup>	34 <sup>a</sup>
	urbano	35 <sup>a</sup>	28 <sup>a</sup>	37 <sup>a</sup>

\*valores em colunas de cada comparação seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 %/*values in the columns in each comparison followed by the same letter do not differ at the 5 % level by the Tukey test*

mesma classe textural, do tipo franco-argiloso (OLEYNIK *et al*, 1989). HARRIS (1992), considera esta textura de solo ideal para o crescimento de uma grande variedade de plantas, porque possui uma combinação das qualidades desejáveis de cada tamanho de partículas, desde que arrançadas adequadamente.

#### CARACTERÍSTICAS DO SOLO UTILIZADO PELO IPÊ

Com relação a caracterização dos solos utilizados pelas árvores de ipê, comparou-se o solo urbano com o de parque através de médias das características químicas e físicas (Tabelas 1 e 2; comparação 3).

Assim, como no caso do acer, as características do solo urbano utilizado pelas árvores de ipê tem uma forte influência dos resíduos de construções das ruas e a possível adubação feita pelos proprietários.

Apesar de não haver diferença significativa, a M.O. do solo de parque apresentou maior valor, resultado inverso ao do encontrado no solo utilizado pelo acer. De acordo com as observações feitas em campo, o ipê localizava-se em ambiente com gramado mais denso e vegetação de vários portes em sua volta, que deve ter favorecido o acúmulo de matéria orgânica.

Os valores altos e discrepantes da maioria dos caracteres químicos dos solos utilizados pelas árvores de acer e ipê, em favor do solo urbano, podem gerar uma grande polêmica entre autores que vêem o solo urbano como um substrato pobre. Pode ser que a alteração do solo provocada pela urbanização em Curitiba seja benéfica em relação às características originais do solo, conhecido como um solo de baixa fertilidade e pH muito ácido. Sendo assim, os efeitos benéficos ou prejudiciais da urbanização irão depender das condições primitivas do solo.

Com esta análise, observou-se nitidamente a heterogeneidade das características químicas do solo urbano. Nesta situação, pode ser que, num trecho de rua, cada árvore de mesma espécie tenha que utilizar diferentes

mecanismos para absorver os nutrientes do solo ou, segundo JIM (1990), as árvores urbanas precisam superar diversas variações em termos de estresse edáfico e atmosférico. Isto pronuncia muito o potencial genético de cada árvore e conseqüentemente favorece uma variabilidade no padrão de árvores urbanas.

Os resultados da Tabela 2 (comparação 3) mostram que as características físicas do solo não indicaram diferenças significativas entre o solo urbano e de parque. A classe textural do solo foi do tipo franco-argiloso (OLEYNIK *et al.*, 1989).

No geral, com base nos resultados obtidos, o solo urbano utilizado tanto pelas árvores de acer como de ipê, apresentou valores altos de pH,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ , P,  $\text{K}^{+}$ , ausência de  $\text{Al}^{+3}$  e elevada saturação de bases (V). Isto indica que o solo foi corrigido e adubado intensivamente pelos proprietários das casas, visto que, o solo natural da região de Curitiba, especialmente nos primeiros 30 cm, segundo LIMA (1974), caracteriza-se por ser ácido (pH=4,0), baixos teores de bases trocáveis, conseqüentemente baixa saturação de bases e pobre em P.

É possível que o solo da área de parque tenha sido colocado na época do plantio das árvores e à semelhança da área urbana seja proveniente da terra fértil que vem junto com as mudas do gramado, ou ainda pela adubação feita pelos proprietários das casas em frente das árvores.

Contudo, o solo urbano pode ser considerado rico mas, a sua fertilidade irá depender de outros fatores do solo não analisados nesta pesquisa como: umidade, mobilidade gasosa, temperatura, estrutura, densidade e outros que interferem na oferta e absorção de nutrientes pelas plantas. Segundo WALLACE (1961), é importante conhecer, além das quantidades de nutrientes no solo, os fatores ambientais, pois mesmo que o solo tenha quantidades adequadas, isto não garante que possam ser absorvidos pelas raízes da planta.

Materiais antrópicos como fragmentos de vidros, garrafas, cerâmica, restos de construções, materiais plásticos, pilhas e outros resíduos, que são dispensados a partir da obtenção da fração do solo < 2 mm, necessária para a análise, também interferem na fertilidade do solo. Isto porque de um lado, forçam o arranjo radicular e por outro podem contribuir com elementos a níveis tóxicos, ou ainda inibir a disponibilidade de outros. A análise rotineira ou usual não permite diferenciar esta contribuição. Para isto seria necessário desenvolver métodos específicos de amostragem e análise do solo para este fim, no sentido de quantificar tal contribuição ou interferência, tendo em vista que estes efeitos podem se manifestar de forma circunstancial.

#### ANÁLISE DE pH DOS SOLOS UTILIZADOS PELO ACER E IPÊ EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE PLANTIO

Pelos resultados obtidos (Tabela 3), observa-se que o pH do solo utilizado pelas duas espécies sofreu forte influência da pavimentação. Provavelmente, devido a redução de oxigênio e o conseqüente aumento da pressão parcial do  $\text{CO}_2$  (BOXMA, 1972), juntamente com os efeitos dos resíduos de construções incorporados no solo, ricos em cálcio e magnésio.

Tabela 3 - Valores médios e coeficientes de variação de pH dos solos utilizados pelas árvores de acer e ipê em diferentes condições de plantio: pavimentado (Pav.), canteiro gramado (C.G.), área pavimentada em local poluído (P.Pol.), área pavimentada em local residencial (P.Res.), canteiro gramado em local residencial (C.G.R.) e parque

Table 3 - Mean values of pH and variation coefficients (V.C.) from soils under acer and ipê trees in different situations: paved (Pav.), grass-bed (C.G.), paved polluted (P.Pol.), polluted residential quarters (P.Res.), grass-bed in residential quarters (C.G.R.) and municipal parks (parque)

espécie/species local/place	acer			ipê			
	Pav.	C.G.	parque	P.Pol.	P.Res.	C.G.R.	parque
média/mean	6,2	5,8	5,0	7,1	6,8	6,1	4,5
C.V./V.C.(%)	16,7	7,9	16,1	2,5	6,7	7,5	4,9

## CONCLUSÕES

Concluiu-se que o processo de urbanização da cidade de Curitiba alterou substancialmente as propriedades químicas dos solos das duas espécies estudadas. Os solos são caracterizados como potencialmente férteis de acordo com os padrões de fertilidade, apresentando relativo enriquecimento em bases trocáveis e elevados teores de fósforo. Estes aspectos antagonizam com a usual baixa fertilidade natural dos solos de Curitiba. Tal fertilidade dos solos estudados, pode ser devido as influências antrópicas do meio urbano. O solo urbano foi julgado potencialmente fértil segundo ao aspecto relativo às exigências das espécies e outros fatores do solo tanto físicas como químicas ou biológicas, que não foram abordados nesta investigação e que requererão atenção em trabalhos futuros. Quanto as características texturais não houve alteração em sua classe textural.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- BASSUK, N. & WHITLOW, T. 1988. Environmental stress in street trees. *Arboric. J.*, 12:195-201.
- BERNATZKY, A. 1983. The effects of tree on the urban climate. In: *Trees in the 21<sup>st</sup> century*. AB Academic Publ., Oxford. p. 59-75.
- BIONDI, D. & REISSMANN, C. B. 1993. Considerações importantes sobre o solo urbano e sua influência no vigor das árvores. In: *7º Congresso Florestal Brasileiro*, Curitiba. p. 29-31.
- BOXMA, R. 1972. Bicarbonate as the most important soil factor in lime-induced chlorosis in the Netherlands. *Plant Soil*, 37:233-243.
- CRAUL, P. J. 1985. A description of urban soils and their desired characteristics. *J. Arboric.*, 11:330-339.

- CRAUL, P. J. 1994a. The nature of urban soils: their problems and future. *Arboric. J.*, **18**:275-287.
- CRAUL, P. J. 1994b. Soil compaction on heavily used sites. *J. Arboric.*, **20**:69-74.
- EMBRAPA, 1974. Levantamento de reconhecimento dos solos do sudeste do estado do Paraná - 1ª parte. *Boletim Técnico*, no 40. p. 148.
- EMBRAPA. 1979. **Manual de métodos de análise de solo**. Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro.
- FREESE, F. 1967. **Elementary statistical methods for foresters**. USDA, Forest Service. 87 p.
- GILBERTSON, P. & BRADSHAW, A. D. 1985. Tree survival in cities: the extent and nature of the problem. *Arboric. J.*, **9**:131-142.
- GREY, G. M. & DENEKE, F. J. 1978. **Urban Forestry**. J. Wiley, New York. 279 p.
- HARRIS, R. W. 1992. **Arboriculture - integrated management of landscape trees, shrubs, and vines**. 2. ed., Prentice Hall, New Jersey. 674 p.
- HIMELICK, E. B. 1975. Disease stress of urban trees. In: Santamour Jr, F. S.; Gerhold, H. D. & Little, S. **Better trees for metropolitan landscapes**. USDA, Forest Service. p. 113-126.
- HUNT, B.; WALMSLEY, T. J. & BRADSHAW, A. D. 1991. Importance of physical conditions for urban tree growth. In: Hodge, S. J. **Research for practical arboriculture**. HMSO, London. p. 51-62.
- HZUMI, S. 1983. The urban vegetation of Tokyo and Sendai, Japan. In: Holzner, W.; Werger, M. J. A. & Iksina, I. **Man's impact on vegetation**. Dr. W. Junk Publishers, Boston. p. 335-340.
- IPPUC - INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. 1991. **Histórico de dados do município de Curitiba**. 163 p.
- JIM, C. Y. 1987. Urban trees in Hong Kong - benefits and constraints. *Arboric. J.*, **11**:145-164.
- JIM, C. Y. 1990. Evaluation of tree species for amenity planting in Hong Kong. *Arboric. J.*, **14**:27-44.
- LIMA V. C. 1974. **Estudo pedológico de perfis de solos do grande grupo rubrozem da bacia de Curitiba-PR**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Dissertação (Mestrado em Agronomia). 119 p.
- MAACK, R. 1968. **Geografia física do estado do Paraná**. BADEF/UFPR/TBPT, Curitiba. 350 p.
- MILANO, M. S. 1984. **Avaliação e análise da arborização de ruas de Curitiba**. Universidade Federal do Paraná, Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). 130 p.
- MUNSON, R. D. & NELSON, W. L. 1973. Principles and practices in plant analysis. In: Walsh, L. M. & Beaton, I. D. **Soil Testing and plant analysis**. Soil Sci. Soc. Amer., Madison. p. 223-248.
- OBUKHOV, A. I. & LEPNEVA, O. M. 1989. Biochemistry of heavy metals in an urban environment. *Soviet Soil Science*, **5**:65-73.
- OLEYNIK, J.; BRAGAGNOLO, N. & BUBLITZ, U. 1989. **Análises de solo - Tabela para transformação de resultados analíticos e interpretação de resultados**. 2ª ed., EMATER-Paraná, Curitiba. 27 p.

- PATTERSON, J. C. 1975. Soil compaction and its effects upon urban vegetation. In: Santamour Jr, F. S.; Gerhold, H. D. & Little, S. **Better trees for metropolitan landscapes**. USDA, Forest Service. p 91-102.
- PRICHETT, W. L. 1979. **Properties and management of forest soils**. J. Wiley, New York. 499 p.
- RUARK, G. A.; MADER, D. I. & TATTAR, T. A. 1982. The influence of soil compaction and aeration on the root growth and vigour of trees a literature review. *Arboric. J.*, 6:251-265.
- RUARK, G. A.; MADER, D. I. & TATTAR, T. A. 1983. Soil factors related to urban sugar maple decline. *J. Arboric.*, 9:1-6.
- SANTAMOUR Jr., F. S. 1969. **Breeding trees for tolerance to stress factors of the urban environment**. FAO/IUFRO, FO-FTB-69-614.
- SUKOPP, H. & WERNER, P. 1983. Urban environments and vegetation. In: Holzner, W.; Weger, M. J. A. & Iksina, I. **Man's impact on vegetation**. Dr. W. Junk Publishers, Boston. p. 247-260.
- STEPHEN, W. F. & DONALD, D. L. H. 1982. Wood chip mulching around maples: effect on tree growth and soil characteristics. *J. Arboric.*, 8:85-89.
- TATTAR, T. A. 1978. **Diseases of shade trees**. Academic Press, New York. 117 p.
- TROLLDENIER, G. 1982. Effect of soil temperature on nitrogen fixation on roots of rice and reed. *Plant Soil*, 68:217-221.
- WALLACE, T. 1961. **The diagnosis of mineral deficiencies in plants by visual symptoms**. Her Majesty's stationery office, London. 125 p.

---

Trabalho submetido em 08.95 e accito em 05.96