

O teor de ferro em dedaleiro (*Lafoensia pacari* St. Hil.) como elemento indicador da poluição urbana por particulados

CARLOS BRUNO REISSMANN*
DANIELA BIONDI**

RESUMO

O material utilizado para esta pesquisa foi obtido de uma rua arborizada apenas com dedaleiro na cidade de Curitiba - PR. A coleta de folhas se deu em 3 posições da copa: base, meio e topo, com exposição norte. A análise foliar foi feita com folhas lavadas e não lavadas. Os resultados indicaram, pelo teste Tukey, diferenças significativas, ao nível de 1 %, para as amostras lavadas e não lavadas, bem como para as 3 posições da copa. As amostras não lavadas apresentaram uma quantidade 5 vezes maior de partículas contendo ferro em relação as amostras lavadas. Concluiu-se, que o elemento ferro foi um bom indicador da poluição urbana por particulados.

Palavras-chave: poluição urbana, particulados, ferro, dedaleiro, *Lafoensia pacari*

ABSTRACT

Iron content of dedaleiro (*Lafoensia pacari* St. Hil.) as an indicator of urban particulate pollution. The research material for this study was obtained from trees along a street planted only with dedaleiro in Curitiba city, Paraná, Brazil. The sampling of foliage was done in 3 positions within the crown at the base, middle and top, with northern exposition. The chemical foliar analysis was made on washed and unwashed leaves. The results, based on Tukey test, indicate significative difference, at 1 % level, for washed and unwashed samples, and also for the 3 positions in the crown. The unwashed samples showed a quantity of particulate with iron content 5 times higher than washed samples. The conclusion is that iron represents a good indicator of urban pollution due to particulate incidence.

Key words: urban pollution, particulate, iron, dedaleiro, *Lafoensia pacari*

INTRODUÇÃO

Os benefícios que a arborização urbana proporciona ao homem numa cidade são incalculáveis. É mais fácil quantificar os prejuízos na falta de uma árvore pelo desconforto do barulho, do calor, do visual e principalmente da atmosfera cheia de impurezas. No ambiente urbano, as árvores tem um papel fundamental na amenização da poluição gerada principalmente pelos veículos. No Brasil, existem pouquíssimas pesquisas que comprovem a grande

* Professor do Departamento de Solos, UFPR

** Professora do Curso de Engenharia Florestal, UFRPE

capacidade das árvores adsorverem os poluentes particulados em suas copas. Foi pensando nesta necessidade e observando os diferentes teores de ferro em folhas lavadas e não lavadas do dedaleiro que surgiu este trabalho. As informações para tal pesquisa foram extraídas do estudo de amostragem para análise química foliar do dedaleiro na arborização urbana (BIONDI & REISSMANN, 1992). Com isto, objetiva-se informar através da análise química foliar do dedaleiro, as quantidades de particulados contendo ferro utilizando as posições da base, meio e topo da copa para a coleta de folhas.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

De acordo com SMITH & DOCHINGER (1975), a qualidade do ar nas áreas metropolitanas é essencialmente crítica devido às grandes agregações de pessoas e máquinas. E que os poluentes particulados destas áreas são compostos de frações orgânicas e inorgânicas que podem conter muitos elementos como silício, cálcio, alumínio e ferro; hidrocarbonos aromáticos, aldeídos e ácidos; além de grãos de pólen, esporos de fungos e bactérias.

O intenso tráfego de veículos, a queima de combustíveis fósseis, madeira, carvão e as atividades de construção que movimentam o solo, são algumas das fontes geradoras de particulados (FIRKOWSKI, 1990).

DAVIS & GERHOLD (1976) e GREY & DENEKE (1978) constataram que os veículos, as indústrias e as usinas elétricas são as principais fontes de poluentes que injuriam principalmente as plantas.

HARRIS (1992) concluiu que a maioria dos particulados são constituídos de poeira de fábrica de cimento, fluoretos em pó, fuligem, ácido sulfúrico misto, chumbo, borracha, partículas de óleo de veículos e de vários tipos de processamento de metal. Afirmou ainda que a vegetação neste caso, atenua a poluição do ar, mais efetivamente através de sua habilidade em reduzir partículas suspensas no ar, principalmente pelo efeito de quebra vento. E ao longo de ruas de tráfego pesado e rodovias, as plantas podem ficar cobertas com partículas de óleo, borracha, chumbo, fuligem e solo.

KOZLOWSKI (1986) e TATTAR (1978) acrescentam ainda que, particulados como poeira de forno de cimento, óxidos de magnésio e ferro, e poeira de fundição podem juntos com a poluição gasosa provocar muitas injúrias às plantas.

Os poluentes particulados existentes na área urbana são geralmente depositados em toda superfície da copa (BIONDI, 1985).

É comprovado que nos grandes centros urbanos o maior problema é a poluição por partículas sólidas que causa esfriamento da terra pela diminuição da incidência de raios solares diretos. A eficiência da capacidade das plantas em abater os efeitos da poluição está relacionada com a composição das espécies utilizadas, idade, posição e arranjo das árvores (BIONDI, 1990).

Já os poluentes gasosos são tanto absorvidos como afastados para outras áreas através do movimento do ar através da copa. As árvores reduzem a poluição do ar através dos processos de oxigenação e diluição, que são

respectivamente a introdução de oxigênio na atmosfera e a mistura de ar poluído com o ar puro que as plantas produzem (GREY & DENEKE, 1978).

Basicamente, os particulados são depositados naturalmente nas superfícies por 3 processos: sedimentação sob influência da gravidade, impacto sob influência das correntes em redemoinhos, e a deposição sob a influência da precipitação (SMITH & DOCHINGER, 1975).

Na Grã-Bretanha, os poluentes particulados de fábricas próximas ao centro urbano, tornaram a cidade suja e escura, além de danificarem árvores e provocarem doenças respiratórias em pessoas. A poeira composta de partículas maiores, portanto mais pesada, ficava depositada próxima a sua fonte com a estimativa de 1 kg de pó/ano/m² (MELLANDY, 1982).

DAHNEKE (1977) constatou que na atmosfera tipicamente urbana, as partículas são extremamente pequenas, podendo atingir 10⁴ partículas/cc. Sendo assim, milhões de partículas podem estar contidas num volume de amostra bem pequeno.

Nas ruas de Frankfurt - Main, BERNATZKY (1978) comprovou a eficiência das árvores na redução de partículas na atmosfera, quando registrou uma quantidade de 3.000 partículas/litro de ar em locais com árvores e 10.000 a 12.000 partículas/litro de ar em locais sem árvores.

ARHANOVA & ELPATEVSKII (1988) encontraram diferentes conteúdos de metais como Cu, Pb, Cd, Zn, Fe e Mn em folhas de *Quercus mongolica* em 3 áreas com variados graus de poluição: em área relativamente não afetada pela poluição foi encontrado um acréscimo de apenas 20-40 mg/m², em áreas de moderada poluição houve um acréscimo de 500-600 mg/m² e em áreas com severa poluição foi encontrado 900-1.000 mg/m².

MATERIAL E MÉTODOS

O material amostrado constitui-se de folhas de dedaleiro obtidas de uma rua arborizada só com esta espécie, no lado sem fiação elétrica, situada na rua Miltho Anselmo da Silva, no bairro das Mercês - Curitiba - PR. Para a coleta das folhas foram utilizadas amostras compostas de 5 árvores, que representaram exemplares de 5 quadras da rua, totalizando 25 árvores. Em cada árvore, as folhas foram coletadas em 3 posições da copa: base, meio e topo (conforme as recomendações de LEROY citado por REISSMANN *et al* (1983)), com exposição norte. O período de amostragem foi em junho/91. As folhas coletadas foram geradas na primavera e no verão do ano anterior.

As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e levadas para o laboratório. As folhas que deveriam ser submetidas à lavagem, receberam este tratamento em duas operações, que foi efetuado de maneira cuidadosa com água deionizada.

Para análise química foliar, o material foi processado da seguinte forma (HILDEBRAND, 1976):

a) secagem à 70 % em estufa e moído até a consistência de pó;

b) digestão por incineração a 500 °C, com solubilização em HCl 10 % a quente e filtragem.

A determinação de ferro foi feita por absorção atômica em chama ar/acetileno.

O delineamento experimental utilizado para análise dos dados foi o de blocos ao acaso com 5 repetições, em um esquema fatorial, tratando-se de 3 posições (base, meio e topo) e amostras lavadas e não lavadas. Para a análise estatística, os dados originais da análise química foliar, foram transformados para $1_n(x+1)$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância para o conteúdo de particulados com ferro para os tratamentos, amostras lavadas e não lavadas, e as 3 posições na copa de dedaleiro, são apresentados na Tabela 1.

Pelo teste F, o conteúdo de ferro foi significativamente diferente para amostras lavadas e não lavadas, para posições na copa e para interação lavagem e posição. Observa-se também que o local teve um efeito expressivo pela significância observada nos blocos.

Tabela 1 - Análise de variância para o conteúdo de particulados com Fe nas folhas de dedaleiro

Table 1 - Analysis of variance for the particulate content based on Fe level of dedaleiro leaves

fonte de variação <i>source of variation</i>	GL <i>degrees of freedom</i>	quadrado médio <i>mean square</i>
lavagem <i>washing</i>	1	19,19**
blocos <i>blocks</i>	4	1,08**
posição <i>position</i>	2	2,80**
lav. pos. <i>interaction w x p</i>	2	0,53**
resíduo <i>error</i>	20	0,09
total <i>total</i>	29	

** significativo ao nível de 1 % pelo Teste F

** *significant at 1% by the F Test*

As médias dos teores de ferro das amostras lavadas e não lavadas são apresentadas na Tabela 2.

Quanto a quantidade de partículas contendo ferro, observa-se na Tabela 2 que as amostras não lavadas possuem 5 vezes mais resíduos contendo ferro do que as amostras lavadas. Isto pode ser devido aos componentes poluentes ricos em ferro, desgaste de máquinas principalmente do motor dos carros, e também poeira trazida do solo, que são ricas em ferro onde normalmente seu teor é muito elevado. De acordo com VAN RALJ (1991), seu teor na crosta terrestre pode atingir até 5 % e no solo até 10 % como Fe. Esta é uma concentração bastante elevada, considerando-se que o manganês, segundo elemento mais expressivo, ocorre na crosta terrestre na proporção de 0,1 % e no solo de 0,002 a 0,3 %. Este resultado também é coerente com os obtidos na pesquisa de INOUE *et al.* (1990) onde encontraram conteúdo de ferro nas partículas sólidas da superfície das folhas das árvores em área central da cidade, 2 vezes mais elevada do que o das folhas de árvores situadas em parque da periferia.

Tabela 2 - Médias dos teores de Fe em amostras lavadas e não lavadas ($\mu\text{g/g}$ M.S.)
Table 2 - Mean values for Fe in washed and non washed samples ($\mu\text{g/g}$ D.W.)

tratamentos <i>treatments</i>	médias (ppm)* <i>means*</i>
não lavadas	124,57 a
lavadas	24,37 b

*médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 1 % de probabilidade
*means followed by the same letter do not differ at 1% level by the Tukey Test

As médias dos teores de ferro foliares nas posições da base, meio e topo da copa da árvore são apresentadas na Tabela 3.

Com os resultados da Tabela 3, observa-se que a posição do meio da copa representa tanto a posição da base como a do topo. Isto indicaria que a parte central da copa do dedaleiro adsorve a mesma quantidade de particulados contendo ferro comparadas com a parte do topo e a da base. No entanto, pelos valores das médias observa-se que a posição da base da copa está sujeita a uma quantidade bem mais expressiva de resíduos provenientes da poluição. Seguramente com um número maior de amostragem ou amostras foliares por indivíduo, esta tendência venha a se expressar melhor estatisticamente. Isto é um fato bastante lógico pois, a base da copa está mais próxima do solo, uma forte fonte de particulados e conseqüentemente deverá conter maior quantidade de ferro. Uma amostragem mais intensiva poderá minimizar a influência heterogênea dos fenômenos causadores da movimentação de particulados

Tabela 3 - Médias dos teores de Fe foliares nas posições base, meio e topo da copa da árvore ($\mu\text{g/g}$ M.S.)

Table 3 - Mean values of Fe in leaves of base, middle and top position on the tree crown ($\mu\text{g/g}$ D.W.)

posição <i>position</i>	médias (ppm)* <i>means (ppm)*</i>
base/ <i>base</i>	97,87 a
meio/ <i>middle</i>	51,62 ab
topo/ <i>top</i>	33,55 bc

*médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 1 % de probabilidade
*means followed by the same letter do not differ at 1 % level by the Tukey Test

como: fluxo de veículos, umidade do ar, vento, natureza dos particulados e relevo do local.

Nas amostras lavadas, a proporção do conteúdo de ferro na base da copa é 1,9 vezes maior do que no topo, ao passo que nas amostras não lavadas é 4,5 vezes maior. Assim sendo, o acréscimo líquido de ferro, oriundo de particulados na base, é 2,6 vezes maior do que a posição do topo da copa. Isto se faz necessário dizer, tendo em vista que o ferro é um elemento imóvel nos tecidos e portanto sujeito a acúmulo nos tecidos mais velhos, o que corresponde à maioria das folhas da base, já que no topo, a proporção de folhas jovens é maior. Embora, naturalmente as folhas da base contenham mais ferro, o efeito poluente é efetivamente o determinante desta situação, dada a expressiva diferença entre amostras lavadas e não lavadas.

CONCLUSÃO

Face aos resultados acima obtidos, conclui-se que o elemento ferro foi um bom indicador da poluição urbana por particulados na área em estudo, mostrando significativas diferenças em amostras lavadas e não lavadas. Além disso, constatou-se que a posição da base da copa é a mais sujeita ao acúmulo de particulados contendo ferro, considerando-se as condições do presente estudo.

Para se obter maiores informações a respeito deste assunto, recomenda-se a repetição desta pesquisa com uma amostragem mais intensa com amostras individualizadas, em áreas com diferentes graus de poluição e em diferentes épocas do ano.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ARHANOVA, V. S. & ELPATEVSKII, P. V. 1988. The content of metals in leaves of *Quercus mongolica* in conditions of atmospheric pollution. **Lesovedenie**, 5:45-52. Tikhookcanskii Institute Geografii DVNTS AN, Russia (Forestry Abstracts).
- BERNATZKY, A. 1978. **Tree Ecology and Preservation**. Elsevier, Amsterdam. 2nd ed. 357 p.
- BIONDI, D. 1985. **Diagnóstico da arborização de ruas da cidade do Recife-PE**. Dissertação de Mestrado, UFPR, Curitiba. 167 p.
- BIONDI, D. 1990. **Paisagismo**. Imprensa Universitária da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife - PE. 184 p.
- BIONDI, D. & REISSMANN, C. B. 1992. Estudo de amostragem para a análise química foliar do dedaleiro (*Lafloensia pacari* St. Hil). In: **Congresso Nacional sobre Essências Nativas**, 2, São Paulo. p. 601-604.
- DAHNEKE, B. E. 1977. Size measurement of airborne particulates by time of flight spectroscopy p. In: **Rochester International Conference on Environmental Toxicity**, New York and London. p.367-394.
- DAVIS, D. D. & GERHOLD, H. D. 1976. Selection of trees for tolerance of air pollutants. Better trees for metropolitan landscapes. **U. S. Forest Service**, Gen. Tech. Report NE-22, p. 61-66.
- FIRKOWSKI, C. 1990. Poluição atmosférica e a arborização urbana. In: **Encontro Nacional sobre Arborização Urbana**, Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, Curitiba-PR. p. 14-26.
- GREY, G. W. & DENEKE, F. J. 1978. **Urban Forestry**. John Wiley & Sons, New York. 279 p.
- HARRIS, R. W. 1992. **Arboriculture: integrated management of landscape trees, shrubs, and vines**. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 2nd ed. 674 p.
- HILDEBRAND, C. 1976. **Manual de análise química de solo e de plantas** (mimeografado).UFPR, Curitiba.
- INOUE, M. T.; REISSMANN, C. B. ; WANDEMBRUCK, A.; MORES, M. & CONEGLIAN, S. 1990. Efeitos da poluição na fotossíntese, conteúdo de ferro e cobre e dimensões das folhas de alfenciro (*Ligustrum lucidum*) da arborização de Curitiba. PR. In: **Encontro Nacional sobre Arborização Urbana**, Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, Curitiba-PR. p.170-180.
- KOZLOWSKI, T. T. 1986. The impact of environmental pollution on shade trees. **J. Arboric.**, 12(2):29-37.
- MELLANDY, K. 1982. **Biologia da Poluição**. EPU, Ed. da Universidade de São Paulo. 89 p.
- REISSMANN, C. B.; ROCHA, H. O.; KOEHLER, C. W.; CALDAS, R. L. S. & HILDEBRANDE, E. E. 1983. Bioelementos em folhas e hastes de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) sobre cambissolos na região de Mandirituba-PR. **Floresta**, 18(2):49-54.
- SMITH, W. H. & DOCHINGER, L. S. 1975. Capability of metropolitan trees reduce atmospheric contaminants. Better trees for metropolitan landscapes. **U. S. Forest Service**, Gen. Tech. Report NE-22, p. 49-60.

- TATTAR, T. A. 1978. **Diseases of shade trees**. Academic Press, New York. 117 p.
- VAN RAIJ, B. 1991. Geoquímica de micronutrientes. In: **Micronutrientes na agricultura**. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato - CNPq, Piracicaba, São Paulo. p. 99-111.

Trabalho submetido em 18.07.94 e aceito em 30.04.95