

PIGMENTOS FOLIARES EM *TABEBUIA ALBA* E *PITTIOSPORUM UNDULATUM* COMO BIOINDICADORES DA POLUIÇÃO URBANA

Marcelo BORGES¹
Teddi Jenari de ANDRADE²
Andrea JANKOWSKI²
Eder Balduino FERREIRA²
Mario Takao INOUE³

RESUMO

Determinou-se o teor de clorofila e carotenóides em *Tabebuia alba* (ipê-amarelo) e *Pittosporum undulatum* (pau-incenso) para verificar o efeito da poluição nos pigmentos foliares. Árvores plantadas em praças do centro de Curitiba foram tomadas como amostras muito poluídas, enquanto as coletadas em parques da periferia foram consideradas amostras pouco ou nada poluídas. O material poluído mostrou teores mais elevados de clorofila (a + b) e teores mais baixos de carotenóides. A relação Cb:Ca foi significativamente mais elevada nas plantas estressadas, devido aos teores mais altos de clorofila b do que as protegidas. Da mesma forma, a relação clorofila:carotenóide foi 3 a 5 vezes maior nas plantas poluídas. A concentração de carotenóides e sua relação com a clorofila foram consideradas como bioindicadores sensíveis à poluição do ar.

Palavras-chave: clorofila, carotenóides, *Tabebuia alba*, *Pittosporum undulatum*, poluição, pigmentos foliares.

ABSTRACT

Chlorophyll and carotenoids content of *Tabebuia alba* and *Pittosporum undulatum* was determined in order to verify the effect of air pollution on leaf pigments. Trees growing in central parks of Curitiba were considered as severe polluted samples while those growing in protected parks of city suburbs were used as low polluted ones. Stressed plants of both species showed higher concentration of chlorophyll (a + b) and lower amount of carotenoids. The relation Cb:Ca was significantly higher in polluted plants, due to their higher amount of chlorophyll b than protected ones. Also the relation chlorophyll:carotenoids was 3 and 5 times higher. The carotenoids content and its relation to chlorophyll was considered as a sensible bioindicator to air pollution

Key words: chlorophyll, carotenoids, *Tabebuia alba*, *Pittosporum undulatum*, pollution, leaf pigments.

1 INTRODUÇÃO

Uma das preocupações mundiais na atualidade é a degradação do ambiente e principalmente a diminuição da qualidade de vida nas grandes metrópoles. Mesmo em cidades planejadas, onde as indústrias estão localizadas nos distritos industriais, geralmente na periferia, o problema da poluição do ar dentro da cidade permanece não solucionado, devido à densidade de veículos automotores que por ali circulam diariamente. Em cidades como México e Tóquio o tráfego de automóveis é proibido em determinadas ocasiões quando o índice de poluição atinge níveis perigosos. Segundo FIRKOWSKI (1990), a poluição nas grandes cidades atinge, além da vegetação, o homem e objetos materiais de uma maneira perceptível. Doenças respiratórias, distúrbios nervosos, irritações nas mucosas, intoxicações e câncer são alguns males provocados pela poluição.

Além das substâncias sólidas, como a poeira e fuligem, os gases assumem papel importante como poluentes do ar. Os principais são os óxidos de nitrogênio, dióxido de enxofre, hidrocarbonetos e substâncias foto-oxidantes, como o ozônio (BLEASDALE, 1973).

A arborização de ruas, praças e jardins, além do aspecto estético e de amenização do clima, pode auxiliar como filtro para os poluentes. Contudo, como qualquer outro componente do ambiente, as árvores também estão sujeitas aos efeitos da poluição. A redução da troca gasosa devido à camada de poeira sobre as folhas foi relatada por MANSFIELD (1976). Investigando a arborização de Curitiba, foi constatado que o alfeneiro e o ipê-amarelo têm a sua taxa fotossintética reduzida pela metade em função da poluição do ar (INOUE et alii, 1990; INOUE et alii, 1992). Os efeitos da poluição sobre os pigmentos associados ao aparelho fotossintético foram estudados por KUMAWAT et alii, 1988; LECHNER et alii, 1989 e SIGAL et alii, 1988. A constituição dos pigmentos

(1) Aluno do Curso de Engenharia Florestal - UFPR, Curitiba, PR-Bolsista de Iniciação Científica do CNPq.

(2) Alunos do Curso de Engenharia Florestal - UFPR, Curitiba, PR.

(3) Professor Titular da UFPR, Depto. de Silvicultura e Manejo. Pesquisador Bolsista do CNPq.

nas folhas, principalmente a relação entre a clorofila a e clorofila b, pode, segundo OSWALD et alii(1986), ser utilizada como indicador seguro do estresse da planta sob a ação poluidora.

Com o objetivo de ampliar a investigação sobre os efeitos da poluição em árvores utilizadas na arborização urbana, estudou-se, neste trabalho exploratório, a constituição dos pigmentos das folhas, na tentativa de utilizá-los como bioindicador da poluição do ar.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

As espécies estudadas foram o ipê-amarelo (*Tabebuia alba*) e o pau-incenso (*Pittosporum undulatum*), utilizadas largamente na arborização de ruas e praças de Curitiba. Na TABELA 1 vê-se a localização das espécies em relação ao nível de poluição por gases de escape de veículos.

Tomou-se o cuidado de coletar amostras em indivíduos de dimensões semelhantes, na altura mediana e externa da árvore, assim como do mesmo quadrante. As amostras consistiram de ramos com folhagem abundante e coletadas em 6 indivíduos de cada espécie e local. A extração dos pigmentos seguiu-se à coleta, usando-se acetona a 80%. O cálculo para clorofila a, clorofila b e carotenóides foi efetuado segundo as fórmulas preconizadas por LICHTENTHALER (1987), baseado nas extinções medidas a 470 nm, 647 nm e 664 nm em espectrofotômetro de luz visível. A interpretação dos resultados baseou-se na análise da variância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando que a poluição pode afetar a constituição dos pigmentos foliares, ambas as espécies mostraram-se sensíveis às diferenças ambientais. Na TABELA 2 estão representadas as médias do conteúdo dos pigmentos foliares verificadas neste estudo.

O único parâmetro que demonstrou não existir diferença estatística foi a clorofila a em pau-incenso. Todos os demais valores observados apresentam diferença altamente significativa entre aqueles de árvores das praças e os de árvores dos parques.

As clorofilas estiveram sempre em maior concentração nos locais muito poluídos em relação aos locais pouco poluídos. As diferenças foram de 28% e 12% para o teor total de clorofila, respectivamente para o ipê-amarelo e pau-incenso. Por outro lado, os teores de carotenóides apresentaram-se mais elevados nas árvores dos parques do que naquelas da praças. Neste caso, as diferenças chegam a ser 3,8 vezes para o ipê-amarelo e 2,3 vezes para o pau-incenso. Ambas as espécies apresentaram a relação clorofila b:clorofila a, mais elevada no centro da cidade do que na periferia. Aqui, as diferenças chegam a 42% e 21%, para o ipê-amarelo e o pau-incenso. O mesmo fenômeno foi observado para a relação clorofila:carotenóides, mostrando diferenças de 4,7 e 2,9 vezes, respectivamente às espécies.

Em relação aos efeitos da poluição sobre os pigmentos foliares, os diferentes autores apresentam contradições. ABOUGUENDIA et alii (1987) constataram

TABELA 1- Locais onde foram coletadas as amostras de folhas

Espécie	Local muito poluído	Local pouco poluído
Ipê-amarelo	Praça Tiradentes	Parque São Lourenço
Pau-incenso	Praça Rui Barbosa	Parque Barreirinha

TABELA 2 - Valores médios do conteúdo de clorofilas e carotenóides em folhas de *Tabebuia alba* e *Pittosporum undulatum* verificados em locais muito poluídos e pouco poluídos

Espécie/Local	Ca	Cb	Car	Ctot	Cb:Ca	Ctot:Car
Ipê-amarelo						
muito poluído	299a	225a	4,3a	524a	0,75a	126a
pouco poluído	262b	139b	16,3b	401b	0,53b	27b
Pau-incenso						
muito poluído	291a	229a	6,1a	520a	0,75a	100a
pouco poluído	286a	180b	13,8b	466b	0,62b	34b

Obs.:para cada espécie, os valores nas colunas, seguidos pela mesma letra, não diferem entre si ao nível de 0,01

Ca : clorofila a Ctot : Ca + Cb
 Cb : clorofila b Cb:Ca : Relação Cb:Ca
 Car : carotenóides Ctot:Car : Relação Ctot:Car
 Valores de concentração em mg/m²

em *Picea glauca* que, enquanto a clorofila a não foi afetada, houve diminuição significativa do conteúdo de clorofila b sob condições de chuva ácida simulada. KRZAK et alii (1988) relatam a diminuição da concentração total de clorofilas em árvores afetadas por ozônio, enquanto não foi constatada diferença significativa na relação Ca:Cb. Estudando 8 áreas na Checoslováquia afetadas por dióxido de enxofre proveniente de regiões industriais da Polônia e leste da Alemanha, MAREK et alii (1988) verificaram diminuição significativa do conteúdo de clorofila nas acículas de *Picea abies* afetadas pelo estresse ambiental. O conteúdo de clorofila do alfeneiro plantado em local mais poluído esteve menor do que nos indivíduos de local menos poluído (INOUE et alii, 1991). Por outro lado, DOLEY (1988) mostrou que concentrações diferentes de fluoreto não provocam diferenças significantes na clorofila de acículas de *Pinus*. Da mesma forma, ELLIOTT et alii (1987) mostram a evidência de que tanto a chuva ácida como o ozônio ambiental não provocam a diminuição da clorofila em duas espécies de *Fraxinus*, num estudo conduzido por um período de 3 anos.

No presente estudo foi encontrada uma concentração maior de clorofila nas árvores sob influência de poluição mais severa do que naquelas dos locais mais limpos. Tais valores decorrem do fato de que as primeiras apresentaram um teor de clorofila b mais elevado do que as últimas. Essa foi a causa também para a elevação dos valores da relação Cb:Ca nas árvores dos locais mais poluídos. Tal constatação está de acordo com as preconizações de OSWALD et alii (1986), quando disseram ocorrer a elevação do valor desta relação em plantas estressadas em favor de um teor maior de clorofila b provocado pela poluição.

Nos estudos sobre o efeito da poluição nos pigmentos foliares somente a clorofila tem sido investigada. Desconhece-se uma função direta dos carotenóides no processo fotossintético. De acordo com HEATH (1972), assume-se que a xantofila atue como pigmento acessório devido à transferência da energia luminosa absorvida para as clorofilas. O caroteno, por sua vez, parece atuar como elemento protetor, impedindo a destruição foto-oxidativa do conteúdo celular em presença de luz e oxigênio livre.

Os resultados presentes mostram que as árvores mais protegidas da poluição apresentaram teor de carotenóides 2 a 4 vezes mais elevado do que as árvores sob poluição severa. Será que os carotenóides são facilmente destruídos pela ação poluente? Essa tendência parece ser verdadeira, não só devido ao teor destes pigmentos em si, mas, sobretudo, à sua relação com a clorofila. Os valores do quociente clorofila:carotenóide apresentaram-se 3 a 5 vezes mais elevados nas plantas sob estresse. Isso significa que nestas plantas a ação protetora do caroteno estaria diminuída, podendo ser encarado como um sintoma de estresse ao tipo de poluição investigado.

Os presentes resultados não podem ter uma consistência definitiva, pois algumas influências não pude-

ram ser controladas. Não se sabe que tipos de gases e em que concentração estiveram afetando o material estudado. Contudo, em função das diferenças discrepantes verificadas, entre as plantas dos locais estudados, a análise dos pigmentos foliares mostra-se como um parâmetro bastante sensível para o diagnóstico do grau de estresse experimentado pelas espécies em questão.

4 CONCLUSÕES

Considerando o nível exploratório do trabalho, os resultados obtidos permitem as seguintes conclusões:

- a) A poluição causada por veículos auto motores afeta a constituição dos pigmentos foliares.
- b) O ipê-amarelo e o pau-incenso respondem ao estresse mediante um teor mais elevado de clorofila total e um teor mais baixo de carotenóides.
- c) O valor mais elevado da relação Cb:Ca pode refletir um sintoma de estresse, quando resultado respectivo aumento de clorofila b em relação à clorofila a.
- d) O teor mais baixo de carotenóides nas plantas sob estresse pode ter sido provocado pela poluição e, neste caso, este parâmetro por si e combinado com o teor de clorofila total, apresenta-se como bioindicador sensível dos efeitos da poluição sobre os vegetais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABOUGUENDIA, Z. M. & BASCAK, L. A. Response of two western Canadian conifers to simulated acidic precipitation. *Water, Air, and Soil Pollution* 33 (1-2): 15-22, 1987.
- BLEASDALE, J. K. A. Effects of coal smoke pollution gases on growth of ryegrass (*Lolium oerense* L.). *Environ. Pollut.* 5: 275-285, 1973.
- DOLEY, D. Fluoride-induced enhancement and inhibition of photosynthesis in four taxa of *Pinus*. *New Phytologist* 110 (1): 21-31, 1988.
- ELLIOTT, C. L.; EBERHARDT, J. C. & BRENNAN, E. G. The effect of ambient ozone pollution and acidic rain on the growth and chlorophyll content of green and white ash. *Environ. Pollut.* 44 (1): 61-70, 1987.
- FIRKOWSKI, C. Poluição atmosférica e a arborização urbana. In: III Enc. Nac. Arbor. Urbana. Curitiba, FUPEF do Paraná, 1990. p:14-26
- HEATH, O. V. S. *Physiologie der Photosynthese*. Stuttgart, Georg Thieme Verlag, 1972, 314 p.
- INOUE, M. T.; REISSMANN, C. B.; WANDEM BRUCK, A.; MORES, M. & CONEGLIAN, S. J. G. Efeitos da poluição na fotossíntese, conteúdo de ferro e cobre e dimensões das folhas de alfeneiro (*Ligustrum lucidum*) da arborização de Curitiba, PR. In: III Enc. Nac. Arbor. Urbana. Curitiba, FUPEF do Paraná, 1990. p: 170-180.

- INOUE, M. T. & CONEGLIAN, S. J. G. A poluição urbana e seu efeito sobre o conteúdo de clorofila em *Ligustrum lucidum* da arborização de Curitiba, PR. In: III Cong. Bras. Fisiol. Vegetal. Viçosa, MG. Soc. Bras. Fisiol. Veg., 1991.
- INOUE, M.T.; WANDEMBRUCK, A. & MORES, M. Plantas indicadoras de poluição ambiental: uma abordagem metodológica exemplificada em *Tabebuia chrysotricha*. In: II Cong. Nac. Essências Nativas. São Paulo, Instituto Florestal, 1992.
- KRZAK, J.; DONG, P.H.; BUTTNER, G.; HUTTERMANN, A.; KRAMER, H. & ULRICH, B. Photosynthesis, nutrient, growth and soil investigations of a declining Norway spruce (*Picea abies*) stand. *For. Eco. and Manag.* 24 (4): 263-281, 1988.
- KUMAWAT, D. M. & DUBEY, P. S. Steel industry aerial discharges and response of two tree species. *Geobios* 15 (4): 176-180, 1988.
- LECHNER, E. G. & BOLHAR-NORDENKAMPF, H. R. Saisonale und stressbedingte Modifikationen der photosynthetischen Kapazität von Fichten im Höhenprofil Zilertal. A - Induktionscharakteristika der Chlorophyllfluoreszenz. *Phyton* 29(3): 187-206, 1989.
- LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and Carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in enzymology* 148:350-382, 1987.
- MANSFIELD, T. A. *Effects of Air Pollutants on Plants*. Cambridge, Uni Press, 1976. 187 p.
- MAREK, M.; KRATOCHVILOVA, I.; JANOUS, D. & ZACH, P. Response of spruce stands to impacts of air pollution. *Prirodovedne Prace Ustavu Ceskoslovenske Akademie Ved v Brne* 22 (10): 47pp, 1988. (resumo em F.A. 50 (7), 1989.)
- OSWALD, R. & ZIEGLER, R. Zur Fruehdiagnose und Klassifizierung immissionsbedingter Schaeden an Buchen. *AFZ* 26: 698-700, 1986.
- SIGAL, L. L.; EVERSMAN, S. & BERGLUND, D. L. Isolation of protoplasts from loblolly pine needles and their flow-citometric analysis for air pollution effects. *Environ. and Experimental Botany* 28 (2): 151-161, 1988.