



CETESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA Prof. Dr. Lucas Nogueira Garcez
Av. Prof. Frederico Hermann Junior, 346 - Pinheiros
05489-900 - SAO PAULO - BRASIL

**DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO FOLIAR DE
ENXOFRE EM DUAS ESPÉCIES VEGETAIS DA MATA
ATLÂNTICA EM CUBATÃO - SP, COMO INDICAÇÃO
DO EFEITO DE POLUENTES SULFURADOS**

Fevereiro - 2000

8502
D615d (RCET)
036003

DIRETORIA DE RECURSOS HÍDRICOS E ENGENHARIA AMBIENTAL

DEPARTAMENTO DE QUALIDADE AMBIENTAL

DIVISÃO DE QUALIDADE DE SOLO, ÁGUA SUBTERRÂNEA E VEGETAÇÃO

SETOR DE ECOSISTEMAS TERRESTRES

CBTESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA Prof. Dr. Lucas Mogusira Garcez
Av. Prof. Frederico Hermann Junior, 345 - Pinheiros
05489-900 - SAO PAULO - BRASIL

**DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO FOLIAR DE
ENXOFRE EM DUAS ESPÉCIES VEGETAIS DA MATA
ATLÂNTICA EM CUBATÃO - SP, COMO INDICAÇÃO
DO EFEITO DE POLUENTES SULFURADOS**

CETESB**FICHA TÉCNICA BIBLIOGRÁFICA**

DOCUMENTO

Tipo Relatório	Data FEV/2000	Origem EQSE	Nº Página/V. 16	Nº Mapas
-------------------	------------------	----------------	--------------------	----------

TÍTULO DO DOCUMENTO

Determinação da Concentração Foliar de Enxofre em Duas Espécies Vegetais da Mata Atlântica em Cubatão – SP como Indicação do Efeito de Poluentes Sulfurados

AUTOR RESPONSÁVEL

Assinatura/Carimbo/Data

P/ Rodrigo C. Falco

AUTORES/ENTIDADES OU UNIDADES A QUE PERTENCEM

Farmacêutica-Bioquímica Kátia Maria Diniz – EQSE
Estag. Biologia Cristiane Pereira Santos - EQSE
Química Mírian Cilene Spasiani Rinaldi - IBT

DOCUMENTO AUTORIZADO POR

Assinatura/Carimbo/Data

Eng.º *Alfredo Carlos C. Rocca*
Gerente da Divisão de Qualidade de Solo, Água Subterrânea e Vegetação
Reg. nº 01.13264-8 CREA 96.385/D

DOCUMENTO REVISADO

Assinatura/Carimbo/Data

Quim. *Cláudio Roberto Alonso*
Ger. Depto. Qualidade Ambiental
Reg. nº 01.13264-8 CREA 96.103322

CLASSIFICAÇÃO DE SEGURANÇA

 EXTERNA INTERNA

 RESERVADA

PALAVRAS CHAVES

CÓDIGO E TÍTULO DO PROJETO

42.2.17.E.00- Avaliação de Efeitos de Poluentes Atmosféricos sobre a Vegetação em Áreas Críticas do Estado de São Paulo

DISTRIBUIÇÃO INTERNA

Áreas / Nº de cópias

USO DA BIBLIOTECA

Classificação de Assunto	Nº Documento	Visto/Carimbo/Data
--------------------------	--------------	--------------------

Equipe Técnica

Farmacêutica-Bioquímica Kátia Maria Diniz
Estag. Biologia Cristiane Pereira Santos
Química Mírian Cilene Spasiani Rinaldi

CETESB/EQSE
CETESB/EQSE
Instituto de Botânica



CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. O EFEITO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS SULFURADOS EM ESPÉCIES VEGETAIS	2
3. ESPÉCIES VEGETAIS DA MATA ATLÂNTICA COM SINTOMAS SUSPEITOS DO EFEITO DE POLUENTES SULFURADOS NA SERRA DO MAR EM CUBATÃO	5
4. MATERIAIS E MÉTODOS	7
5. RESULTADOS	7
6. DISCUSSÃO	8
7. CONCLUSÃO	9
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	10

CETESB

1. INTRODUÇÃO

Dentre as metas estabelecidas no Programa de Recuperação da Serra do Mar, em Cubatão, iniciado em 1985, figura a recuperação de áreas degradadas pelo efeito da poluição. Coube ao Setor de Ecossistemas Terrestres – EQSE, o desenvolvimento de parâmetros que auxiliem no dimensionamento dos efeitos e a verificação das espécies vegetais nativas mais adequadas para revegetação da mata degradada, para viabilizar a recuperação da cobertura florestal da região e restabelecer a proteção do solo superficial. A estratégia adotada integrava os indicadores de controle da poluição, a regeneração natural, o plantio manual e a semeadura aérea.

Para incrementar a diversidade florística das matas secundárias da região foi proposta a implantação de bosques contendo espécies de estágios avançados de sucessão, que foram eliminadas pela poluição. Entretanto, antes da implantação definitiva destes bosques, foi prevista uma etapa experimental para avaliar se as condições microclimáticas, pedológicas e de qualidade do ar, existentes nas capoeiras formadas permitem o restabelecimento e crescimento das espécies extintas na região por ação de poluentes. Esta etapa incluiu a implantação de 3 bosques experimentais, utilizando-se um universo de 35 espécies arbóreas. Um dos bosques foi implantado no Vale do Pilões e é utilizado como controle; outro foi implantado na região do Caminho do Mar que é uma área afetada predominantemente por hidrocarbonetos, dióxido de enxofre (SO_2), óxidos de nitrogênio (NO_x), ozônio (O_3) e peróxido de acetona (PAN). O terceiro bosque foi implantado no Vale do Moji que é uma área afetada predominantemente por fluoreto (F^-), amônia (NH_3), óxido de nitrogênio (NO_x), sulfatos, nitratos e fosfatos particulados.

Os bosques experimentais vem sendo monitorados, por meio de medição do crescimento em altura, medição do diâmetro basal do caule e das projeções da copa, contagem de ramificações, avaliação da taxa de mortalidade, verificação de períodos de floração e frutificação, registro fotográfico de cada indivíduo e caracterização de injúrias foliares visíveis.

Em algumas espécies vegetais tem sido observadas injúrias que, por suas características, fazem suspeitar que podem ter sido causadas principalmente pelo efeito do enxofre. Este efeito é mais acentuado na região do Caminho do Mar, onde existem fontes de emissão de poluentes sulfurados.

As reações induzidas nas plantas pelo dióxido de enxofre (SO_2) tais como necrose, clorose, desorganização das células da folha e distúrbios no metabolismo não são específicas, isto é, não podemos confiar que devam-se exclusivamente ao SO_2 . Um diagnóstico confiável pode apenas ser feito com base em vários critérios.

Após a exclusão de outros efeitos que também causam danos às plantas (abióticos: outros poluentes que não SO_2 , falta de nutrientes e excesso de nutrientes, composição do solo, excesso ou escassez de água, altas ou baixas temperaturas e bióticos: bactérias, vírus etc.) os sintomas de SO_2 na vegetação podem ser identificados por meio do relato de algumas evidências como:

- presença de fonte de SO_2 ;
- tipo de injúria foliar;
- análise química das folhas para determinação da taxa de concentração de enxofre nos órgãos das plantas;
- análise físico-química do ar para determinação da concentração de SO_2 e
- diminuição da severidade da injúria foliar com o afastamento da fonte de emissão (GUDERIAN & van HAUT, 1970 e BARRETT & BENEDICT, 1970).

O objetivo deste trabalho é determinar a concentração foliar de enxofre em duas espécies vegetais da Mata Atlântica a fim de obter uma indicação de contaminação por SO_2 na região de Cubatão.

2. O EFEITO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS SULFURADOS EM ESPÉCIES VEGETAIS

Existe uma variedade de injúrias produzidas por poluentes atmosféricos. Algumas injúrias são consideradas típicas de um dado poluente. Há, no entanto, vários agentes que produzem sintomas foliares muito parecidos com SO_2 . São eles: PAN, NO_2 , Cl_2 , HCl. Por esta razão é necessário examinar várias espécies vegetais na área onde há suspeita de injúria por SO_2 a fim de determinar se ele é o agente causador (BARRETT & BENEDICT, 1970).

Ao entrar no mesófilo das folhas o SO_2 reage com a água e produz o íon sulfito que é lentamente oxidado a íon sulfato. O íon sulfato pode ser utilizado como nutriente pela planta e é então convertido a uma forma orgânica (aminoácidos: cisteína, cistina, metionina). Os íons sulfito e sulfato são tóxicos para as células das plantas quando presentes em quantidades excessivas. Por causa de seu potencial redutor, estima-se que o íon sulfito seja 30 vezes mais tóxico que o íon sulfato. O acúmulo de sulfito nos tecidos foliares produz dois tipos gerais de injúrias designadas como crônica e aguda, dependendo da taxa de acúmulo. Se a acumulação é lenta, a capacidade das células de oxidar os íons sulfito pode ser suficiente não resultando nenhuma injúria foliar até que suficiente acúmulo de sulfato produza algum efeito. Este tipo de injúria crônica é caracterizado por uma clorose generalizada da folha (BARRETT & BENEDICT, 1970).

Injúria aguda, resultante de absorção de quantidades letais de SO₂, aparece nas áreas marginais e intercostais da folha como tecido morto. Após um período de tempo as áreas mortas ou necrosadas podem cair. Quando uma porção muito grande da folha é injuriada, a folha cai (BARRETT & BENEDICT, 1970).

Emissões fitotóxicas afetam individualmente órgãos das plantas e também influenciam seu hábito de muitas maneiras. Sob influência e efeito de SO₂ as plantas se tornam deformadas e o crescimento diminui.

Informações sobre a aparência externa das plantas e o comportamento das necroses, etc., formam importante base de diagnóstico: tipo de sintoma – forma aguda ou crônica – e distribuição sobre a folha, assim como idade da folha.

A injúria crônica está associada a longas exposições ou exposições intermitentes a baixas concentrações. Injúria aguda é causada por um curto período, geralmente uma única vez, de exposição a altas concentrações de SO₂ (GUDERIAN & van HAUT, 1970).

A influência da idade da folha e seu estágio de desenvolvimento no tipo e na distribuição dos sintomas é de especial significado para o diagnóstico. Em geral, folhas jovens são menos sensíveis a efeitos de poluentes. Entretanto, folhas mais velhas reagem melhor que folhas jovens a baixas concentrações de poluentes. Clorose foliar constitui sintoma de dano crônico. Cloroses geralmente ocorrem como resultado de exposição persistente a baixas concentrações de SO₂ (GUDERIAN & van HAUT, 1970).

O aumento da concentração de enxofre nas plantas como uma função da concentração e do tempo de exposição, assim como o significado de efeito contínuo e intermitente foram investigados em experimentos de câmara de topo aberto nas vizinhanças de fontes de emissão de SO₂ e em testes de fumigação em condições de laboratório (GUDERIAN & van HAUT, 1970).

O teor de enxofre detectado via análise foliar varia apreciavelmente com o estágio de desenvolvimento das plantas. Devido à variação da absorção de SO₂ do ar dependendo da idade da folha (folhas mais jovens têm maior concentração de enxofre enquanto que em folhas mais velhas esta concentração é menor) a amostragem deve assegurar que o material foliar pode ser comparável quanto à idade e estágio de desenvolvimento. O conteúdo de enxofre nas porções necrótica e verde também varia. Em geral, o conteúdo de enxofre na porção verde é maior em contraste com a porção necrosada porque a porção verde ainda absorve SO₂.

A taxa de crescimento da planta é também importante durante períodos sem exposição ao gás porque o conteúdo excessivo de enxofre, induzido pelo efeito de SO_2 , rapidamente decresce quando a taxa de crescimento é alta. Disto conclui-se que para culturas de rápido crescimento expostas a efeitos intermitentes, amostragens únicas meramente indicam situações ao acaso; são necessárias repetidas amostragens para evitar diagnóstico errado.

O tipo de solo e o suprimento de N, P, K e Ca para as plantas, não apenas afetam o conteúdo de enxofre nas mesmas, mas também interferem na absorção de SO_2 do ar. Portanto, devem ser asseguradas condições de comparação entre pontos de análise (GUDERIAN & van HAUT, 1970).

Diagnósticos errôneos têm sido obtidos com análise de enxofre quando estas são tomadas como método absoluto, isto é, um excesso acima de um valor assumido como normal é diretamente atribuído a efeito de SO_2 . Entretanto, uma vez que o aumento da concentração de enxofre nas plantas devido à absorção de SO_2 do ar é relativamente pequeno comparado às flutuações do conteúdo normal de enxofre, conclusões errôneas são inevitáveis (GUDERIAN & van HAUT, 1970).

Outro erro é comparar o conteúdo de enxofre determinado via diferentes métodos analíticos.

Basicamente, a análise de enxofre deve ser usada como método comparativo, isto é, diversas amostras provenientes da área de estudo devem ser comparadas com uma outra. Isto requer a tomada de plantas representativas e biologicamente comparáveis. Deve ser assegurado que as espécies podem ser comparadas quanto ao desenvolvimento e a idade das folhas assim como às condições locais (GUDERIAN & van HAUT, 1970).

Em suma, a análise de enxofre constitui um adequado método de detecção do efeito de SO_2 e também para detecção de altas concentrações que levem a danos agudos.

Tem sido adotado na literatura internacional como limite máximo considerado normal em plantas o teor de 0,4% de enxofre, ou seja 4,0 mgS/g p.s. (CHAPMAN, 1966).

A necessidade de análise do ar para reconhecimento e determinação da taxa das emissões de SO_2 que constituem dano à vegetação é inerente na determinação entre a emissão e o efeito tanto na vizinhança das fontes de emissão como em testes de fumigação.

Os danos à vegetação são resultado, não apenas da concentração e do tempo para o SO_2 surtir efeito, mas também da resistência específica de cada espécie e de diferentes fatores de crescimento.

3 ESPÉCIES VEGETAIS DA MATA ATLÂNTICA COM SINTOMAS SUSPEITOS DO EFEITO DE POLUENTES SULFURADOS NA SERRA DO MAR EM CUBATÃO

DOMINGOS et al (1998) analisando *Tibouchina pulchra*, *Miconia pyrifolia*, *Cecropia glazioui* e *Miconia cabucu* na Serra do Mar em Cubatão, encontraram concentrações foliares de enxofre até duas vezes maior no Vale do Moji e Caminho do Mar, que a encontrada no Vale dos Pilões.

AZEVEDO et al (1995) analisando 13 espécies nativas da Mata Atlântica no Caminho do Mar, Vale do Moji e Vale dos Pilões encontraram 9 espécies com teores foliares de enxofre superiores ao limite máximo considerado normal em plantas segundo literatura internacional: 0,4%.

KLUMPP & DOMINGOS (1994) também encontraram teores foliares de enxofre em plantas de *Tibouchina pulchra* no Caminho do Mar superiores a 6 mg/g p.s. (0,6%).

Das 15 espécies da Mata Atlântica na região de Cubatão estudadas por PRADELLA et al (1996) 10 apresentaram concentrações foliares de enxofre (em pelo menos uma das repetições) maiores que o limite máximo aceitável (0,4%).

Hymenaea courbaril (jatobá) tem apresentado o mesmo tipo característico de injúria (Figuras 1 e 2) em grande número de mudas do bosque do Caminho do Mar (DINIZ et al, 1997).



Figura 1: Injúria foliar de *H. courbaril*: pontos de clorose e necrose distribuídos irregularmente entre as nervuras. Note que a folha apical apresenta-se menos injuriada. Suspeita de efeitos crônico e agudo de SO_2



Figura 2: Injúria foliar de *H. courbaril*: necroses nas áreas marginais. Após algum tempo as partes necrosadas tendem a cair. Suspeita de efeito agudo de SO₂

Tabebuia heptaphylla (ipê-amarelo) foi uma das espécies citadas no monitoramento de 1995 (MENDONÇA & PAULICS, 1995) como das mais sensíveis do bosque do Caminho do Mar, tendo como parâmetro o aparecimento de injúrias visíveis. Esta espécie foi plantada como primeira planta de cada linha, alinhadas, portanto, num perfil da vertente. Observa-se injúrias (Foto 3) em todas essas mudas, sugerindo ventos nesse perfil carregados de poluentes (DINIZ et al 1997). As características destas injúrias visíveis fazem-nos suspeitar de terem sido causadas principalmente por SO₂.

Soma-se ainda, o fato de ocorrer uma porcentagem maior de injúrias no Caminho do Mar, quando comparadas às outras duas áreas de estudo, tanto em *H. Courbaril* como *T. heptaphylla*.



Figura 3: Injúria foliar de *T. heptaphylla*: clorose generalizada. Suspeita de efeito crônico de SO₂

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Dentre as espécies implantadas nos bosques experimentais foram escolhidas para este estudo *Hymenaea courbaril* e *Tabebuia heptaphylla* devido às características de suas injúrias foliares.

Por ser um experimento especulativo, não houve grande preocupação com o espaço amostral tendo sido coletadas amostras foliares dos indivíduos que apresentavam número suficiente de folhas e que se encontravam em pontos acessíveis.

As amostras foram coletadas entre abril e maio de 1999 sendo:

- **Vale do Moji:** 4 indivíduos de *H. courbaril* e 5 de *T. heptaphylla*
- **Caminho do Mar:** 5 indivíduos de *H. courbaril* e 7 de *T. heptaphylla*
- **Vale dos Pilões:** 6 indivíduos de *H. courbaril* e 11 de *T. heptaphylla*

Procurou-se coletar as folhas de posição padrão para haver homogeneidade da idade das folhas. Muitos indivíduos, no entanto, apresentavam quantidade reduzida de folhas e estas folhas eram distribuídas de maneira irregular, o que levou a coletar as folhas possíveis. Coletou-se tanto folhas injuriadas como folhas sem injúrias visíveis.

O teor foliar de enxofre foi determinado por análise turbidimétrica (BUTTERS & CHENERY, 1959) após digestão nítrico-perclórica (ZAGATO et ali, 1981) das amostras.

5. RESULTADOS

Os resultados obtidos nas análises químicas do teor foliar de enxofre são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados obtidos nas análises químicas

Espécie	Amostra	Vale do Moji	Caminho do Mar	Vale dos Pilões
		mgS/g p.s.	mgS/g p.s.	mgS/g p.s.
<i>Tabebuia heptaphylla</i>	1	1,15	7,15	1,16
	2	1,82	3,98	0,59
	3	1,07	5,84	0,93
	4	1,62	4,19	1,35
	5	0,75	7,44	0,70
	6	-	4,26	0,61
	7	-	8,10	0,81
	8	-	-	0,68
	9	-	-	0,86
	10	-	-	1,46
	11	-	-	2,08
Média		1,28	5,85	1,02
Desvio		0,39	1,61	0,44
<i>Hymenaea courbaril</i>	1	1,52	2,62	1,97
	2	1,26	3,16	1,53
	3	1,44	4,05	0,79
	4	1,25	3,67	0,84
	5	-	4,02	0,95
	6	-	-	0,79
Média		1,37	3,51	1,14
Desvio		0,11	0,55	0,45



6. DISCUSSÃO

Pelos resultados apresentados, observa-se que há maior concentração de enxofre nas amostras do Caminho do Mar que nas dos outros dois pontos de análise. Esta observação indica que há um maior aporte de SO₂ no Caminho do Mar, em comparação com as outras duas áreas de estudo.

Na Tabela 2 é apresentada a razão do conteúdo foliar de enxofre entre as áreas de estudo.

Tabela 2 - Razão do conteúdo foliar de enxofre entre as áreas de estudo

Espécie	CM/VP	VM/VP	CM/VM
<i>Tabebuia heptaphylla</i>	5,7	1,5	4,6
<i>Hymenaea courbaril</i>	3,1	1,2	2,6

Pode-se observar que a concentração foliar de enxofre para *T. heptaphylla* é cerca de seis vezes maior no Caminho do Mar que na área controle e para *H. courbaril* é cerca de três vezes maior. A concentração foliar de enxofre entre o Vale do Moji e a área controle é bastante semelhante para as duas espécies estudadas.

T. heptaphylla apresentou valores de concentração foliar de enxofre acima do limite máximo considerado aceitável e *H. courbaril* está exatamente neste limite. Vale lembrar que este limite é baseado em estudos internacionais em espécies de clima temperado.

7. CONCLUSÃO

Ambas as espécies estudadas apresentaram injúrias foliares visíveis no Caminho do Mar. Entretanto, para que se possa associar a acumulação de enxofre foliar à ocorrência de injúrias visíveis, fazem-se necessários estudos complementares de ordem fisiológica, bioquímica e anatômica, mesmo porque, existe um coquetel de poluentes atmosféricos na área de estudo e sabe-se ainda que os efeitos sinérgicos potencializam a ação dos poluentes sobre a vegetação.

Correlacionando-se o aspecto das injúrias foliares e as concentrações de enxofre encontradas nas análises químicas, pode-se supor que *T. heptaphylla* apresenta uma tolerância um pouco maior aos poluentes sulfurados que *H. courbaril*. Mesmo apresentando menores concentrações foliares de enxofre que a *T. heptaphylla*, *H. courbaril* apresenta-se bem mais injuriada. Por observações de campo, nota-se também que os indivíduos de *T. heptaphylla* são bem mais desenvolvidos que os indivíduos de *H. courbaril* no Caminho do Mar,

Considerando que as duas espécies estudadas demonstraram ser potenciais bioindicadores de enxofre, pois apresentam, aparentemente, injúrias foliares visíveis características e acúmulos significativamente maiores deste poluente em áreas onde existe SO₂ na atmosfera, sugere-se um aprofundamento maior nestas pesquisas vendo a possibilidade de *T. heptaphylla* ser um bioindicador de efeito crônico de SO₂ enquanto *H. courbaril* ser um bioindicador de efeito agudo.

Recomenda-se ainda, estudos com atmosfera controlada, no intuito de comprovar os resultados obtidos, principalmente no que se refere ao efeito isolado de compostos de enxofre e a influencia da absorção de materiais particulados de enxofre no acúmulo foliar

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, C. M. do A.; DINIZ, K. M.; PRADELLA, D. Z. A.; FIALHO, R. C. et al. **Resultados preliminares do diagnóstico da contaminação de espécies vegetais da Mata Atlântica, Cubatão - SP, por poluição atmosférica.** Relatório Técnico. São Paulo, dezembro 1995 (inédito).
- BARRETT, T.W. & BENEDICT, H.M.. – Sulfur dioxide. In: JACOBSON, J. S. & HILL, A. C. ed. **Recognition of air Pollution injury to vegetation: a Pictorial Atlas.** Pittsburgh, Air Pollution Control Association, 1970.
- BUTTERS, B. & CHENERY, E.M. A rapid method for the determination of total sulphur in soils and plants. **Analyst** (Lond) **84**, 239-245, 1959.
- CHAPMAN, H. (ed) **Diagnostic criteria for plants and soils.** University of California – Agricultural Experimenta Station Riverside, 1966.
- DINIZ, K.M.; LOPES, M.R.; MACHADO, S.P.; PACIÊNCIA, M.L.B. Avaliação de efeitos de poluentes atmosféricos sobre a vegetação em áreas críticas do estado de São Paulo- Monitoramento dos bosques experimentais na serra do mar em Cubatão – **Relatório de Andamento-** abril, 1997.
- DOMINGOS, M.; KLUMPP, A.; KLUMPP, G. Air pollution impact on the Atlantic forest in the cubatão region, SP, Brazil- **Ciência e Cultura journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science** **50**(4) July/August, 1998.
- GUDERIAN, R. & van HAUT, H. Detection of SO₂ -Effects upon plants – **Staub-Reinhalt.Luft** **30** (1), January, 1970.
- KLUMPP, A; & DOMINGOS, M. Biomonitoramento passivo. Relatório anual do projeto Env 3 In: **First Workshop of Studies on Human Impact on Forest na Foodplains in Tropics** –SHIFT- Belém- PA 9 a 13 de março 1994.
- MENDONÇA, R.R. & PAULICS, J. Enriquecimento de florestas secundárias afetadas por poluição atmosférica de Cubatão – Resultados do primeiro ano de monitoramento. **Relatório Técnico**, 1995.
- PRADELLA, D.Z.A; LOPES, M.R.; SOUZA, J.B. Análise química foliar do teor de fluoreto, macro e micro nutrientes em espécies vegetais da Serra do Mar, envasadas em áreas experimentais. Cubatão- SP Biomonitoramento ativo. **Relatório Técnico**, 1996.
- ZAGATTO, E.A.G.; JACINTO, A.D.; REIS, B.F., KRUG, F.J.; BERGAMIN-FILHO, H.; PESSENDA, L.C.R.; MORATTI, J & GINE, M.F. **Manual de Análise de Plantas e Águas Empregando Sistemas de Injeção em Fluxo.** Piracicaba, CENA/USP, 1981.

Data Aquis: 31/5/00
Indic.: Memo 11/00 6056 20/5/00
Livraria:
Preço: R\$
Data Tomba: 31/5/00