

ARQUIVO TÉCNICO

8300
P881a(RCET)
034316



25576



034316

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL



CETESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

**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**

DEZEMBRO 1996

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA Prof. Dr. Lucas Roguêira Garcez
Av. Prof. Frederico Hermann Junior, 345 - Pinheiros
05489-900 - SÃO PAULO - BRASIL

DIRETORIA DE RECURSOS HÍDRICOS E ENGENHARIA AMBIENTAL

DEPARTAMENTO DE QUALIDADE AMBIENTAL

DIVISÃO DE QUALIDADE DO SOLO, ÁGUA SUBTERRÂNEA E VEGETAÇÃO

SETOR DE ECOSISTEMAS TERRESTRES

ANÁLISE QUÍMICA FOLIAR DO TEOR DE
FLUORETO, MACRO E MICRO NUTRIENTES
EM ESPÉCIES VEGETAIS DA SERRA DO MAR,
ENVASADAS EM ÁREAS EXPERIMENTAIS.

CETESB	FICHA TÉCNICA BIBLIOGRÁFICA
---------------	------------------------------------

DOCUMENTO

Tipo Relatório	Data Dezembro/96	Origem EQSE	Nº Página/V. 45	Nº Mapas 01
-------------------	---------------------	----------------	--------------------	----------------

TÍTULO DO DOCUMENTO

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

AUTOR RESPONSÁVEL

Assinatura/Carimbo/Data

Márcio Rodrigues Lopes
34/07/98

AUTORES/ENTIDADES OU UNIDADES A QUE PERTENCEM POR

Eng^a Dione Zangelmi Abrahão Pradella

Biól. Márcio Rodrigues Lopes

Téc. San. Amb. José Bezerra de Souza

DOCUMENTO AUTORIZADO

Assinatura/Carimbo/Data

Eng.º ALFREDO CARLOS C. ROCCA
Gerente da Divisão de Qualidade de
Solo, Água e Vegetação
Reg. 11.111.111/98

DOCUMENTO REVISADO

Assinatura/Carimbo/Data

CLASSIFICAÇÃO DE SEGURANÇA

- ☐ EXTERNA
☐ INTERNA
☐ RESERVADA

PALAVRAS CHAVES

fluoretos gasosos, macro e micronutrientes, Mata Atlântica, espécies vegetais, intervalo de concentração considerado normal, níveis de normalidade, fitotoxidade

CÓDIGO E TÍTULO DO PROJETO

O.S. 12.2.02.E - 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

Eng. Dione Zangelmi Abrahão Pradella

Biól. Márcio Rodrigues Lopes

Téc.San.Amb. José Bezerra de Sousa

DESENHOS

Marisa Cury

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO	1
3. REVISÃO DA LITERATURA	2
3.1. Poluentes mais Deletérios às Plantas.....	2
3.2. Ação dos Poluentes Sulfurados em Plantas	3
3.3. Ação do Fluoreto Gasoso Sobre as Plantas	3
3.4. Ação dos Oxidantes Atmosféricos NO ₃ , O ₃ , e Foto-oxidantes Secundários nas Plantas	4
3.5 Efeito Agudo da Amônia nas Plantas.....	5
3.6. Caracterização da Poluição Local	5
4. METODOLOGIA.....	6
4.1. Áreas Experimentais	6
4.2. Espécies Utilizadas.....	8
4.3. Padronização dos Fatores Ambientais nas Áreas	9
4.4. Solo Utilizado.....	9
4.5. Análise Química Foliar de Macro e Micronutrientes	10
4.6. Análise Química de Fluoreto.....	10
4.6.1. Amostragem em Campo	10
4.6.2. Preparação e Análise das Amostras nos Laboratório da CETESB	10
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
5.1 Teor Foliar de Macronutrientes.....	11

5.1.1. Nitrogênio	11
5.1.2. Enxofre	14
5.1.3. Fósforo	18
5.1.4. Potássio	19
5.1.5. Cálcio	20
5.1.6. Magnésio	22
5.2. Teor Foliar de Fluoreto	23
5.3. Teor Foliar de Micronutrientes	26
5.3.1. Boro	26
5.3.2. Cobre	27
5.3.3. Ferro	29
5.3.4. Manganês	30
5.3.5. Zinco	31
6. COMPARAÇÕES ENTRE OS RESULTADOS DO MONITORAMENTO PASSIVO REALIZADO PELA CETESB EM 1995 E MONITORAMENTO ATIVO REALIZADO PELA CETESB NOS VIVEIROS EXPERIMENTAIS EM 1996	32
7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	39
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

1. INTRODUÇÃO

No início da década de 80, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB iniciou uma série de pesquisas visando identificar as principais formas de ação dos poluentes sobre as espécies vegetais consideradas tolerantes à poluição. Estas pesquisas vêm fornecendo subsídios às ações de controle das fontes emissoras.

Foi iniciado, na época, o monitoramento passivo de tais espécies (AZEVEDO et al., 1995), por meio de análises químicas, bioquímicas e fisiológicas em plantas adultas localizadas em 3 áreas distintas da Serra do Mar em Cubatão.

Em relação às espécies selecionadas, procurou-se escolher espécies representativas da Mata Atlântica da região e com ocorrência em ao menos uma das áreas poluídas.

Em fase posterior do trabalho, surgiu a necessidade de aumentar o universo das espécies estudadas e padronizar as condições do experimento, devida à grande variação das condições ambientais (topográficas, pedológicas, edáficas), bem como das condições de luminosidade e de maturidade das plantas. Foi realizado um monitoramento ativo, através da exposição de 15 espécies representativas da Mata Atlântica, em 3 locais com diferentes níveis de poluição, por 18 meses.

Este relatório contém resultados da análise química foliar de fluoretos gasosos, macro e micronutrientes, realizadas nas espécies monitoradas.

Apesar desse relatório apresentar somente o teor foliar de fluoretos gasosos dentre os poluentes deletérios às plantas, contém a análise química de macro e micronutrientes que pode dar uma idéia e mostrar tendências, de quais elementos químicos estão em excesso no conteúdo foliar. Também são apresentados, resumidamente, os mecanismos de ação dos principais poluentes.

2. OBJETIVO

Analisar e comparar o conteúdo dos nutrientes foliares de quinze (15) espécies da Mata Atlântica, expostas em Cubatão em condições padronizadas (luminosidade, solo, umidade, maturidade da planta), em três áreas afetadas diferenciadamente por poluição atmosférica, a fim de afirmar ou infirmar a hipótese de que as espécies vegetais apresentam alguma alteração no conteúdo dos nutrientes foliares, quando expostas em áreas potencialmente poluídas, por um determinado período de tempo e avaliar a concentração foliar de fluoretos nessas espécies.

3. REVISÃO DA LITERATURA

GUDERIAN (1996) estabelece que, para o cumprimento efetivo do controle da poluição e da qualidade do ar, são necessárias e fundamentais as seguintes etapas:

- diagnosticar, quantificar e avaliar os efeitos da poluição;
- prever possíveis efeitos de acordo com o tipo, intensidade, distribuição espacial e probabilidade de ocorrência;
- determinar e prever a causa de efeitos e seus agentes causais no presente, e durante sua ocorrência;
- fazer propostas de medidas de remediação.

O autor salienta que o potencial de ação dos poluentes é muito variável e que, em função da concentração e tempo de exposição, pode afetar o ecossistema de formas diferentes. Ademais, todos os efeitos da combinação de poluentes podem ocorrer de forma aditiva, antagônica, bem como sinergisticamente. Assim, todos os compartimentos do ecossistema podem ser afetados diretamente ou via reações em cadeia: solo e clima, produtores, consumidores e decompositores. O mesmo ocorre com ciclos biogeoquímicos, com a consequente alteração da estrutura e da função de todo o sistema.

O mesmo autor enfatiza que, sob a exposição e o efeito das condições mencionadas, é muito difícil caracterizar o dano segundo tipo, intensidade e causa, bem como estabelecer relações quantitativas entre poluição e efeito. Também prever consequências a longo prazo e afirmar como essas interferirão no ecossistema como um todo, é uma tarefa que exige uma equipe multidisciplinar de pesquisa orientada.

Guderian mostra também que, sob exposições de longa duração à poluição atmosférica (que é característica da região de Cubatão), objeto do presente trabalho, é extremamente complexo determinar os efeitos sobre comunidades de plantas. O efeito de um dado poluente atmosférico sobre comunidades de plantas varia desde mudanças insignificantes à total destruição.

3.1. Poluentes mais Deletérios às Plantas

LARCHER (1995) afirma que os poluentes atmosféricos mais deletérios às plantas são SO₂ (dióxido de enxofre), NO₃ (nitrato), O₃ (ozônio), PAN (peroxiacetil nitrato) e HF (haletos de hidrogênio). Outras substâncias dispersas pelo ar são NH₃ (amônia), hidrocarbonetos, alcatrões, fuligens e material particulado. Os sintomas dos danos são variados e usualmente não específicos. A mesma substância pode provocar diferentes efeitos em diferentes espécies. De outra forma, o mesmo sintoma pode ser produzido por várias substâncias diferentes. Também a natureza e o dano causado por uma substância individual são modificados por outros fatores ambientais e estressantes, afetando a planta. Isto frequentemente aumenta os efeitos de injúrias dos principais poluentes.

3.2. Ação dos Poluentes Sulfurados em Plantas

Compostos de enxofre, incluindo SO_2 e H_2S , não são substâncias estranhas às plantas. As primeiras fases dos procariontes adaptaram-se à vida em meio ácido contendo enxofre. Assim a absorção de enxofre por uma planta pode ocorrer por vias metabólicas existentes. LARCHER, op.cit., descreve o mecanismo de ação após a absorção. Em uma primeira etapa da ação, a oxidação de sulfito a sulfato é iniciada nas paredes das células, pelas peroxidases, mas, a posterior incorporação é efetivada, principalmente pelo metabolismo do enxofre fotossintético, com seus produtos finais que são os aminoácidos sulfurosos: cisteína e metionina. Se muito mais enxofre for absorvido e a concentração dos grupos tiol (SH) continuar a crescer, o enxofre pode ser acumulado na forma de glutatona. Grupos tiol (SH) e sulfitos podem ser convertidos e se perderem como H_2S pela troca gasosa, aliviando então, o metabolismo da planta. A eficiência das reações de destoxificação é sempre limitada. Com absorção contínua de SO_2 e aumento de acidificação, a capacidade de tamponamento do protoplasma é sobretaxada, o nível de sulfito nos cloroplastos aumenta e os SO_2 ocupam os espaços do CO_2 , nas enzimas RUBP carboxilases. Isto resulta na inibição de processos secundários da fotossíntese (que também causam fechamento estomático) e além disso as estruturas terciárias de enzimas sofrem distúrbios. A foto-oxidação de sulfitos a sulfatos nos cloroplastos dá aumento a radicais super óxido, que se não forem reparados rapidamente, pela dismutase superóxido (SOD), ocorrerá a destruição da clorofila, pigmento vital ao desenvolvimento da planta.

3.3. Ação do Fluoreto Gasoso Sobre as Plantas

Perdas econômicas ou prejuízos resultam, em parte, do efeito inibidor do íon fluoreto sobre a fotossíntese e sobre enzimas que dependem de Ca e Mg. (ARNDT et al.,1995).

Embora o íon fluoreto (F^-) seja muito tóxico em altas concentrações, o Flúor (F), é um elemento traço, presente na dieta humana e é essencial para resistência e formação dental. (PURVES, 1977)

Segundo ARNDT et al. (1995) o flúor comporta-se, seja no transporte ou na dispersão, de maneira diferente dos outros poluentes atmosféricos, devido à sua alta reatividade, especialmente na forma de ácido fluorídrico (HF). Assim, não foi observado até agora transporte à distância de quantidades significativas deste poluente. No entanto, em áreas mais próximas às emitentes, são frequentemente encontradas, concentrações de risco para as plantas, nas camadas de ar mais próximas ao solo. Os teores absolutos são baixos quando comparados com SO_2 , O_3 , NO_x . Até agora, entretanto, não foi possível realizar uma medição contínua do flúor na atmosfera, como já existe para os outros poluentes.

BREWER (1960) apud CHAPMAN (1966) comenta que apesar dos sintomas de toxicidade por fluoreto serem relativamente característicos, vários outros fatores, tais como sal em excesso, extremo estresse por umidade e certas deficiências minerais, produzem sintomas similares. Por essa razão, o diagnóstico visual deve ser usualmente confirmado por análises químicas das folhas ou de outros tecidos da planta.

Pouco se sabe sobre a forma química do flúor dentro da planta, mas o seu efeito fitotóxico é aceito há muito tempo. Antes que alterações visíveis, tais como clorose e necrose dos tecidos, possam ser notadas, já devem ter ocorrido perturbações a nível do metabolismo.

Outros processos metabólicos relacionados ao crescimento e desenvolvimento das plantas são também atingidos pela penetração de flúor nos tecidos. Em muitos casos, o Mg e Ca estão estreitamente relacionados com estes efeitos. O balanço proteico, por exemplo, que é muito importante para o crescimento, é alterado pelo efeito do flúor sobre a síntese de aminoácidos (ARNDT, 1970, apud ARNDT, 1995). A ação do flúor sobre o metabolismo das proteínas poderia resultar dos efeitos deste contaminante sobre o balanço de Ca e Mg e do papel destes íons na função dos ribossomas (WEISTEIN, 1983, apud ARNDT, 1995). GARREC et al. (1981) apud CHAPMAN (1966) verificaram diminuição nos níveis de açúcar, com o aumento de flúor nos tecidos. Isto foi também descrito por MILLER, YU e PUSHINIK (1983) apud ARNDT (1995).

Sabe-se relativamente pouco a respeito dos efeitos do flúor sobre os ecossistemas como um todo ou sobre suas partes. Nas proximidades de grandes emissores de flúor, no entanto, podem ser observadas modificações nítidas na composição e diversidade das espécies, efeitos que podem culminar em completa degradação do ecossistema. É importante que este tipo de efeito seja investigado nas regiões tropicais e subtropicais, especialmente considerando a ocorrência frequente de contaminações concomitantes por diferentes poluentes atmosféricos, como é o caso de Cubatão.

3.4. Ação dos Oxidantes Atmosféricos NO₃, O₃ e Foto-oxidantes Secundários nas Plantas

NO₂ e NO, são emitidos para a atmosfera pelos processos de combustão. Na presença da luz, após a absorção da radiação (UV na faixa de 300-400 nm), o NO₂ é degradado em NO e o oxigênio atômico (reativo), combina-se com o oxigênio molecular atmosférico, para formar O₃. O ozônio oxida-se novamente e fotoliticamente, NO₂ é produzido a partir NO. Os três oxidantes existem em equilíbrio dinâmico, até componentes posteriores entrarem no ciclo fotoquímico (hidrocarbonetos, emitidos por motor de veículos ou indústrias). Além de O₃, radicais peroxi são outras emissões secundárias que reagem, mais tarde, para produzir substâncias tais como, peróxidos de acetil, butil, e nitrato benzil. Devido à sua dependência da luz solar, os foto-oxidantes exibem marcada flutuação tempo-dependência (diurna e anual) acima de uma ampla faixa de concentrações.

Absorção pela planta

Segundo LARCHER (1995) todos esses gases podem entrar na folha através dos estômatos abertos, tão rapidamente quanto SO₂ (NO₂ pode difundir-se através da cutícula mais rapidamente que o SO₂ porque é rapidamente absorvido de deposições úmidas); e a maior parte do Ozônio dissocia-se para Oxigênio na parede mais externa da epiderme. Quando óxidos de nitrogênio entram em contato com água, que ocorre na parede mais externa da célula, HNO₂ e HNO₃ são

formados e dissociados em íons nitrito e nitrato, que podem ser absorvidos ativamente pelas células vivas.

Eventos dentro das células

Ainda de acordo com o mesmo autor, os íons nitrito são assimilados em aminoácidos em reação catalizada pela nitrito redutase e aqui, os cloroplastos são trabalhados com importante papel na diminuição da toxicidade. Óxidos de Nitrogênio da atmosfera são fonte adicional de Nitrogênio para as plantas, mas também produzem efeitos deletérios, como acidificação nas folhas. Além disso, SO₂ aumenta seus efeitos tóxicos, uma vez que inibe redutases nítricas, impedindo a quebra de óxidos nítricos. Ozônio dissocia-se rapidamente nos tecidos das plantas para formar oxigênio atmosférico e peróxidos. Esses peróxidos, primeiramente, afetam adversamente o plasmalema e todas as outras biomembranas, a ponto de processos de transferência serem danificados. Em breve, necroses desenvolvem-se e espalham-se em qualquer lugar em que o gás atinja a folha. Exposições experimentais prolongadas de árvores, ervas silvestres e gramas a concentrações de Ozônio, similares aquelas repetidamente medidas na atmosfera (0,05-0,1 ul/l), tem causado uma significativa redução no crescimento e rendimento.

3.5 Efeito Agudo da Amônia nas Plantas

A amônia pode estar presente em altas concentrações, por curtos períodos de tempo, na atmosfera, quando ocorrem acidentes durante o transporte e manipulação da mesma. Tais concentrações são muito mais elevadas que as concentrações existentes nas emissões contínuas das indústrias.

AZEVEDO et al.(1994) estudaram o efeito agudo da amônia em algumas espécies vegetais da Mata Atlântica, tendo em vista as emissões acidentais desse poluente em Cubatão.

Com esse estudo, as plantas fumigadas com diferentes doses de amônia por 2 horas mostraram que, das 9 espécies estudadas, oito apresentaram injúrias agudas sob concentrações acima do limite olfativo (46,8 ppm), mas, inferiores ao nível perigoso à saúde (500 ppm) do homem. A título de ilustração, a concentração considerada tóxica para o aparelho respiratório é acima de 10000 ppm por 3 horas (NIOSH, 1985).

3.6. Caracterização da Poluição Local

Os principais poluentes estudados em Cubatão, de forma sistemática e periódica, segundo ALONSO e GODINHO (1992), são os que seguem, juntamente com suas características apresentadas na década de 80:

DIÓXIDO DE ENXOFRE: somente foi preocupante no início da década.
Hoje seus níveis encontram-se abaixo dos padrões legais.

MONÓXIDO DE CARBONO: típico de áreas urbanas, não apresentando problemas para a região.

DIÓXIDO DE NITROGÊNIO: precursor dos oxidantes fotoquímicos, como o ozônio, e objeto constante de controle, manifestou-se em concentrações abaixo do padrão.
OZÔNIO : considerado um dos poluentes que causa danos à vegetação, apresenta-se na área de forma sistemática.

GÁS SULFÍDRICO: apesar de manifestações intensas por pequenos períodos caracterizou-se como profundo incômodo para a população.

AMÔNIA: até meados de 80 apresentou-se em altas concentrações, com redução de 50% no último quarto da década. Necessita-se de nova avaliação para se conhecer o nível de redução atual.

FLUORETOS: tanto sólidos como gasosos manifestaram-se em altas concentrações na área. Por serem altamente fitotóxicos, atribui-se aos fluoretos parte da responsabilidade pela degradação da vegetação da Serra do Mar. Apesar da redução das emissões, os níveis atuais ainda são agressivos às plantas e somente os estudos sobre as espécies vegetais nativas da região podem dar respostas às incertezas ainda presentes.

MATERIAL PARTICULADO: embora exista uma tendência de queda nos parâmetros constituintes desse poluente (material particulado inalável-PI e partículas suspensas totais- PTS), os níveis ainda se encontram muito acima dos padrões legais brasileiros. A área pode ser considerada saturada em relação a este poluente, indicando ser uma temeridade qualquer expansão industrial no local.

4. METODOLOGIA

4.1. Áreas experimentais

As áreas escolhidas para a realização deste projeto (figura.1) foram selecionadas com base nos dados de qualidade do ar fornecidos pela CETESB na década de 80 (AZEVEDO et al., 1995).

As áreas foram assim caracterizadas:

Área 1: Vale do Rio Pilões - VP:

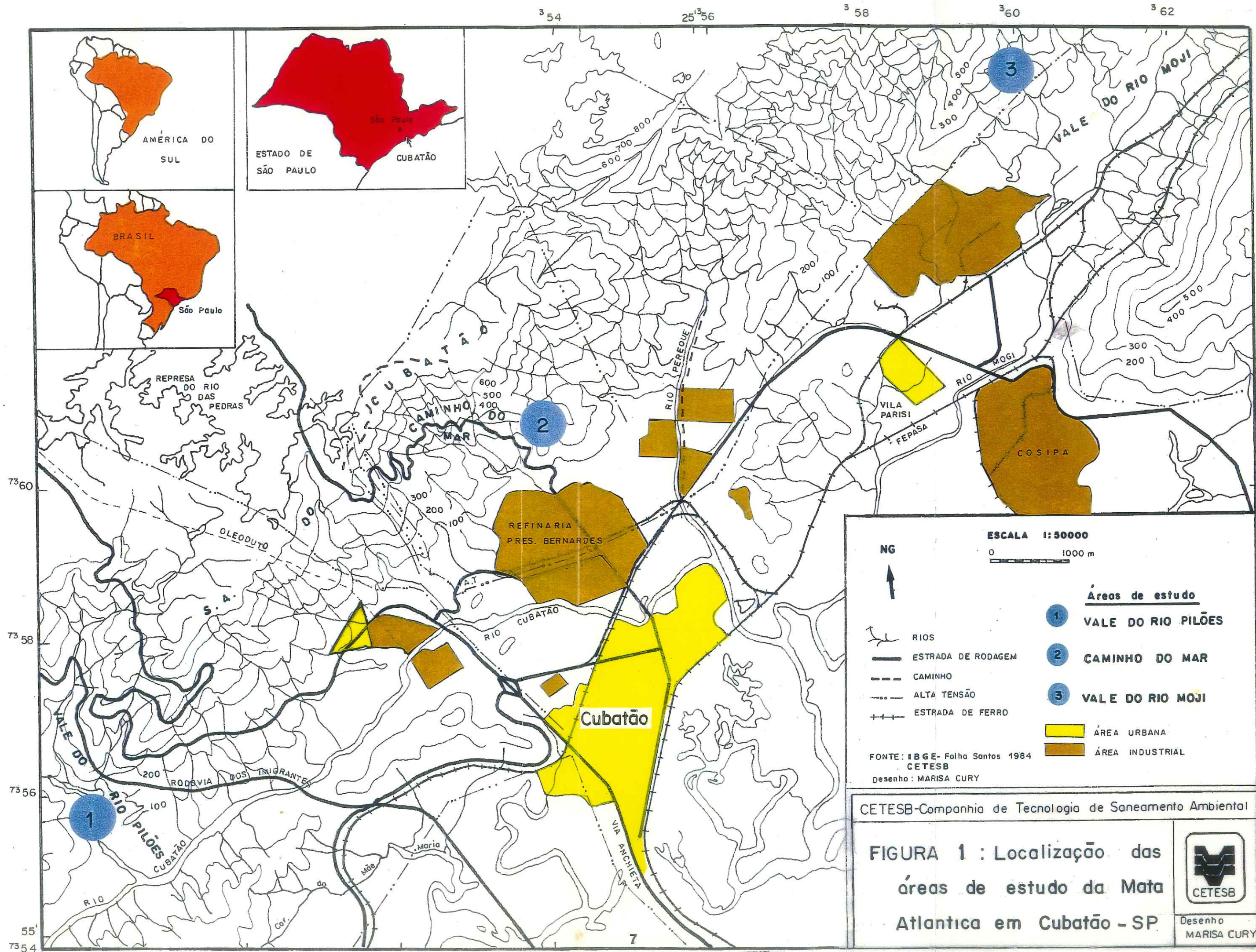
Área utilizada como controle.

Área 2: Caminho do Mar - CM:

Área afetada por hidrocarbonetos, Dióxido de Enxofre (SO₂), Óxidos de Nitrogênio (NO_x), Ozônio (O₃) e PAN (peróxido de acetonitrila).

Área 3: Vale do Rio Moji - VM:

Área afetada por Fluoretos gasosos (F⁻), Amônia (NH₃), Óxidos de nitrogênio (NO_x), sulfatos, nitratos e fosfatos particulados.



4.2. Espécies utilizadas

O quadro 1 apresenta as espécies estudadas, bem como algumas de suas características.

Quadro 1 - Caracterização das espécies da Mata Atlântica em Cubatão utilizadas nesse estudo.

	ESPÉCIE	FAMÍLIA *	HÁBITO E PORTE	VELOCIDADE DE CRESCIMENTO	TOLERÂNCIA À SOMBRA	GRUPO ECOLÓGICO DE SUCESSÃO **
H E R B Á C E A S	<i>Costus spiralis</i> ***	Costaceae	erva terrestre 1,00-1,5m	rápido	tolerante	climáxica
	<i>Hedychium coronarium</i>	Zingiberaceae	erva terrestre 0,80-1,40m	rápido	pouco tolerante (heliófila)	pioneira
	<i>Laelia purpurata</i>	Orchidaceae	erva epífita	lento	tolerante (ciófila)	climáxica
	<i>Philodendron</i> sp	Araceae	erva escandante	médio	tolerante	secundária
	<i>Cecropia glazioui</i> ***	Cecropiaceae	árvore 10-12m	rápido	intolerante (heliófila)	pioneira
	<i>Cryptocarya moschata</i> ***	Lauraceae	árvore 20-30m	médio	tolerante	climáxica
	<i>Crysophyllum</i> sp ***	Sapotaceae	árvore até 15m	médio	tolerante	secundária
	<i>Euterpe edulis</i> ***	Arecaceae	palmeira até 25m	médio	tolerante	climáxica
	<i>Ficus</i> sp ***	Moraceae	árvore 10-20m	médio	indiferente	secundária
	<i>Piper cernuum</i> ***	Piperaceae	arbusto ou arvoreta até 6m	médio	tolerante (ciófila)	secundária
	<i>Psidium cattleianum</i> ***	Myrtaceae	arbusto ou arvoreta até 6m	médio	tolerante (heliófila)	secundária
	<i>Pterocarpus rohrii</i> ***	Fabaceae	árvore até 14m	médio	pouco tolerante (heliófila)	secundária
	<i>Tibouchina pulchra</i> ***	Melastomataceae	árvore até 20m	rápido	intolerante (heliófila)	pioneira
	<i>Virola oleifera</i>	Myristicaceae	árvore 30-35m	médio	pouco tolerante (heliófila)	secundária
	<i>Zigia cauliflora</i> ***	Mimosaceae	árvore mediana	médio	tolerante	secundária

* Segundo CRONQUIST (1981)

** Baseado em BUDOWSKI (1965)

*** Espécies cujos dados foram analisados neste trabalho

Decorridos 9 meses desde o início do experimento, as 3 repetições da espécie *Tibouchina pulchra* não resistiram, no Vale do Moji, à herbivoria de cabras e formigas. Como seria incorreto, do ponto de vista estatístico, substituir apenas as plantas expostas no Vale do Moji, foram introduzidas, também nas duas outras áreas (CM e VP), amostras da mesma espécie ainda não expostas à poluição. Tal procedimento foi adotado com a finalidade de padronizar os dados de *Tibouchina pulchra*, espécie tolerante à poluição e essencial no processo de sucessão ecológica da Serra do Mar, em Cubatão.

Em síntese, para 14 das 15 espécies adotadas, os dados referem-se a 18 meses de exposição. Já para a espécie *Tibouchina pulchra*, há 2 tipos de dados: os de 9 meses de exposição (com a terminologia *Tibouchina pulchra* - 9) e os de 18 meses de exposição (com a terminologia *Tibouchina pulchra* - 18), para apenas 2 áreas (VP e CM).

4.3. Padronização dos Fatores Ambientais nas Áreas

Procurou-se padronizar os diferentes fatores ambientais, visando à comparação dos resultados. Essa padronização foi viabilizada para luminosidade (mediante utilização de sombrite nos viveiros das 3 áreas escolhidas); para solo (através da utilização de solo de mata para todos os vasos); para umidade (mediante a utilização de vasos com sistema auto-rega, em que a umidade alcança o solo e a rizosfera da planta por capilaridade) e condições de maturidade (utilizando-se mudas de plantas jovens envasadas), o que caracteriza o monitoramento ativo, diferenciando-o do monitoramento passivo, descrito em relatório anterior, AZEVEDO et al. (1995), que usa espécies adultas já estabelecidas em campo.

Há que se lembrar, que não foram feitas análises no início do experimento, pois, para se proceder as análises de fluoreto, macro e micronutrientes, era necessário uma quantidade de folhas, suficiente para comprometer o crescimento das plantas. Por essa razão, a coleta desse material só se deu no final do experimento.

O experimento foi idealizado, de forma extensiva, visando trabalhar com o maior número de espécies possível. Desta forma, para se delimitar o experimento dentro dos viveiros, foi necessário minimizar o número de repetições por espécie. Desta maneira, usou-se o menor número de repetições possível, ou seja, como já foi mencionado, 3 repetições (tréplicas), para cada espécie. Nesse relatório, como resultados, foram apresentadas as médias dos valores obtidos das análises das 3 repetições de cada espécie..

4.4. Solo utilizado

A análise dos macro e micronutrientes dos solos em VM,VP,CM compreende duas épocas distintas:

- (VM,VP,CM -18) - solo exposto à poluição por 18 meses.
- (VM,VP,CM - 9) - solo exposto à poluição por 9 meses.

O solo utilizado foi solo de mata, com as características químicas contidas nos quadros 2 e 3.

Quadro 2. Análise Química de Macronutrientes do Solo e Nitrogênio Total

Solo	pH CaCl2	M.O. %	P	S-SO4	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V	M	% N Total
			µg/cm3											
VMExp.18	5,5	4,6	267	30,96	0,08	3,6	0,6	0	2,5	4,3	6,8	63	0	0,12
VPExp.18	5,8	5,3	221	28,37	0,06	6,5	0,7	0	2	7,3	9,3	78	0	0,13
CMEExp.18	5,3	4,7	279	41,97	0,06	4,9	0,7	0	2,2	5,7	7,9	72	0	0,13
VMExp.9	5,9	3,2	26	13,6	0,06	4,9	1,3	0	1,8	6,3	8,1	78	0	0,08
VPExp.9	5,6	3,7	36	9,07	0,05	4,3	1	0	1,8	5,4	7,2	75	0	0,12
CMEExp.9	5,8	3,1	34	11,66	0,08	4	1,2	0	1,8	5,3	7,1	75	0	0,12

Quadro 3. Análise química de micronutrientes do solo

Solo	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na
	ppm					
VMExp.18	0,85	4,62	88	17,6	15,6	13,8
VPExp.18	3,58	6,96	95	18,8	31,0	23,0
CMExp.18	4,67	5,62	90	14,6	23,6	23,0
VMExp.9	0,15	1,90	25	6,0	15,2	11,5
VP Exp.9	0,14	1,62	23	6,6	12,8	6,9
CMExp.9	0,14	1,44	27	7,6	12,2	6,9

As amostras VM-18, VP-18 e CM-18 referem-se ao solo dos vasos das plantas expostas à poluição por 18 meses. Para a realização dessas análises, foram obtidas amostras compostas dos vasos de cada espécie, nas 3 áreas de estudo.

4.5. Análise Química Foliar de Macro e Micronutrientes

Foram analisados os macronutrientes: Nitrogênio, Enxofre, Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio e os micronutrientes: Boro, Cobre, Ferro, Manganês, Zinco.

A razão pela qual foram analisados os macro e micronutrientes é a possibilidade, de se detectar acúmulo de algum deles, em relação ao intervalo normal de aceitação.

As análises foram feitas no Departamento de Solos e Fertilidade da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz" (ESALQ/USP). As amostras de folhas foram coletadas da parte mediana das plantas, ao final do experimento, ou seja após 18 meses de exposição, para todas as espécies e após 9 meses de exposição para a *Tibouchina pulchra* -9.

4.6. Análise Química de Fluoreto

4.6.1. Amostragem em Campo

Ao término do período de exposição foram retiradas folhas de todas as plantas, sendo desprezados os pecíolos e a gema apical das mesmas.

Em seguida as folhas foram lavadas com um jato de água deionizada para retirar possíveis acúmulos de fluoreto na forma sólida e material particulado da superfície da folha. Então, foram colocadas em sacos de papel devidamente identificados.

4.6.2. Preparação e Análise das Amostras nos Laboratório da CETESB

As amostras de folhas ensacadas ficaram na estufa, por pelo menos dois dias a temperatura entre 50 e 60° C. Após estarem secas, as folhas foram moídas em moinho Tecnal- MOD TE 345 e passadas em peneiras com malha de 0,297 mm e, então, submetidas à análise do conteúdo foliar de fluoretos pelo método de VAN DEN HEEDE (1975), modificado.

Alguns indivíduos não foram analisados devido à quantidade insuficiente de material obtida, após a moagem necessária para análise química.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente item são apresentados os resultados obtidos de macro e micronutrientes, bem como de fluoretos para as espécies adotadas e expostas em 3 diferentes situações de poluição. Não obstante um elevado desvio padrão, observado nas médias dos parâmetros analisados, muitas comparações (interespecíficas e intraespecíficas) são possíveis, tanto no que se refere às espécies herbáceas com relação às arbóreas, como também dentro da mesma espécie estudada em 3 ambientes diferentes. O efeito menos observado dos solos é evidenciado também. Evidentemente, nem sempre as considerações comportam afirmativas com elevado rigor matemático ou estatístico, mas os resultados obtidos mostram tendências e relações que constituem a principal contribuição do presente trabalho.

Como as amostras foliares coletadas para a análise química, utilizadas nesse estudo, determinam a destruição da planta no final do experimento, não foram feitas análises das plantas, antes das exposições.

5.1 Teor Foliar de Macronutrientes

5.1.1. Nitrogênio

Segundo CHAPMAN (1966), o intervalo de concentração considerado normal para teores foliares desse elemento, de uma forma geral, é 1,0 a 3,5 %.

As concentrações foliares das espécies analisadas variaram de 0,81 a 3,23% (figuras. 2,3,4), ou seja, tanto nas áreas poluídas como na área controle, o limite superior do intervalo normal para nitrogênio foliar não foi ultrapassado. Alguma diferença foi detectada, quando comparados os resultados atuais com os obtidos em anos anteriores (SILVA FILHO 1991; POMPÉIA et al., 1986 e 1991, apud CETESB, 1992). Pode-se verificar que houve um decréscimo na concentração foliar de Nitrogênio. Esse fato pode ser decorrente da redução das emissões de poluentes nitrogenados.

Pode-se observar nas figuras abaixo, que com exceção de *Ficus* e *Psidium*, o valor médio das tréplicas das áreas poluídas sempre foi maior no VM. Mesmo para *Ficus* e *Psidium* os valores encontrados foram apenas, ligeiramente menores que nas outras áreas, nunca apresentando valores muito mais baixos que nas outras áreas, indicando clara evidência de que houve maior absorção desse elemento, para as espécies estudadas no Vale do Moji, que se localiza próximo às indústrias de fertilizantes.

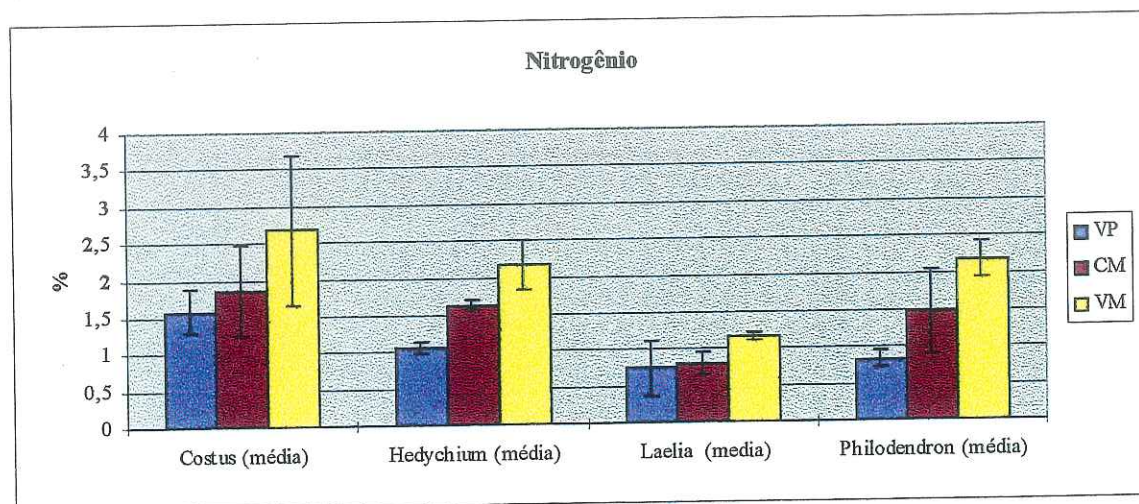


Figura 2. Teor foliar médio de Nitrogênio para as espécies *Costus*, *Hedychium*, *Laelia*, *Philodendron* (herbáceas)

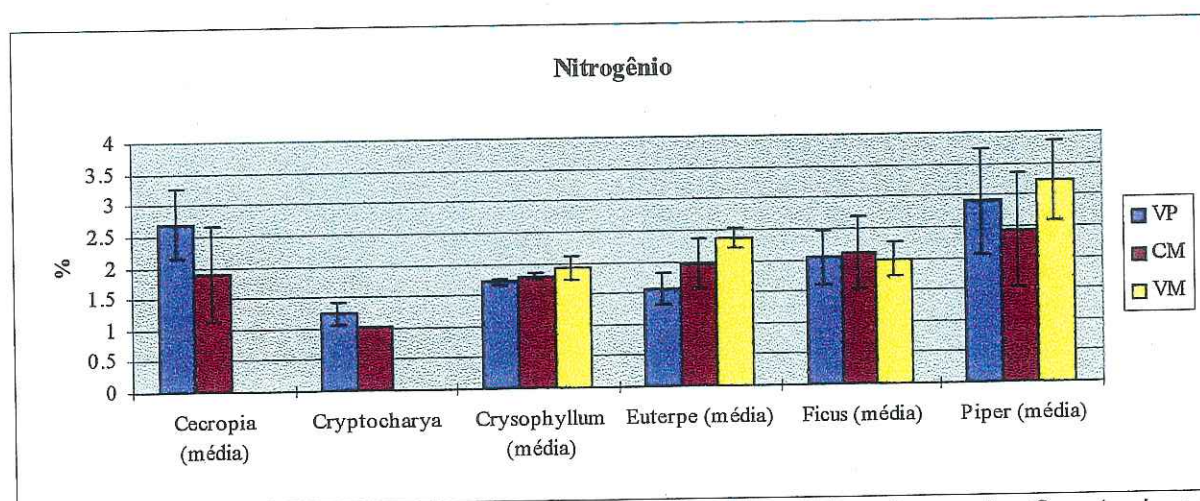


Figura 3. Teor foliar médio de Nitrogênio para as espécies *Cecropia*, *Cryptocharya*, *Cryosophyllum*, *Euterpe*, *Ficus*, *Piper* (arbóreas)

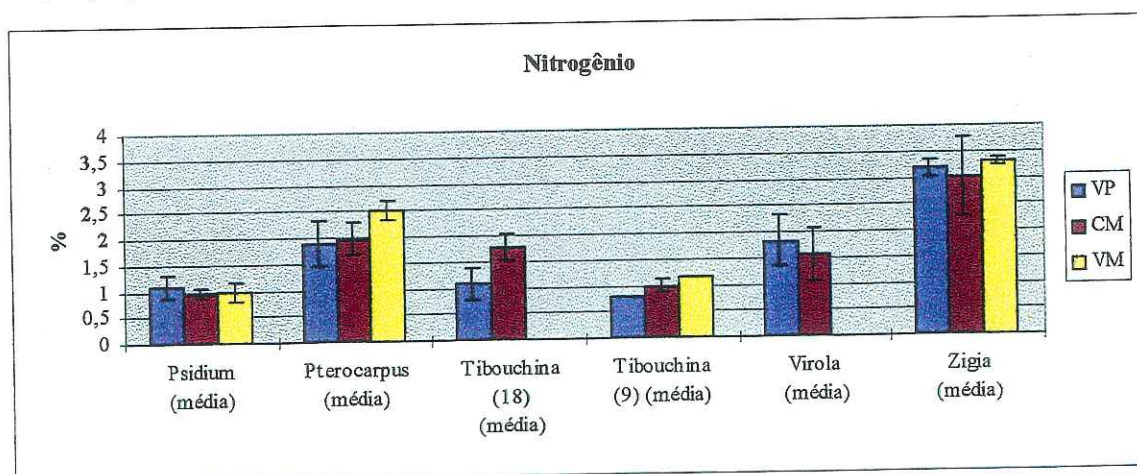


Figura 4. Teor foliar médio de Nitrogênio para as espécies *Psidium*, *Pterocarpus*, *Tibouchina* -9, *Tibouchina* -18, *Virola*, *Zizia* (arbóreas)

As repetições de *Virola*, também sofreram herbivoria no VM, mas não foram repostas como no caso da *Tibouchina pulchra*, considerada a espécie mais importante, quanto à sua tolerância à poluição e quanto a sua importância no processo de sucessão ecológica natural.

Os gráficos apresentam as barras como os valores médios das 3 repetições obtidos nas análises químicas e o pequeno eixo inserido no topo das barras indica o desvio padrão calculado.

Para *Cecropia*, *Cryptocharya*, *Virola*, *T. pulchra* (18 meses) também ocorreu herbivoria no VM, não havendo reposição das mesmas.

Em relação ao teor foliar de Nitrogênio, as observações seguintes podem ser extraídas das figuras 2 a 4:

Para todas as herbáceas o teor é maior para VM do que para o controle VP.

Os valores mínimos de Nitrogênio ocorrem nas herbáceas, ao nível de 0,75%, em VP.

O mesmo ocorre para *Tibouchina*-9, isto é, o valor mínimo de Nitrogênio aparece para VP.

Os mais altos teores de Nitrogênio estão nas espécies arbóreas, atingindo seus níveis máximos (3,3%) para *Zigia* e para *Piper*.

Em ambos os casos, o valor máximo é alcançado para VM e o mais baixo para VP. Em nenhuma arbórea e para nenhum tipo de solo ocorre nitrogênio menor que 1%. Para *Tibouchina*, o teor de Nitrogênio é menor nos exemplares expostos por 9 meses do que naqueles expostos por 18 meses.

Apresenta-se a seguir a razão do conteúdo foliar de Nitrogênio nas áreas poluídas em relação ao controle.

Quadro 4 - Razão do conteúdo foliar de Nitrogênio nas áreas poluídas e relação ao controle.

ESPÉCIES	CM/VP	VM/VP
<i>Cecropia</i> *	0,695	N.D. ***
<i>Chrysophyllum</i> *	1,048	1,121
<i>Costus</i> **	1,171	1,698
<i>Cryptocharya</i> *	0,839	N.D. ***
<i>Euterpe</i> *	1,239	1,503
<i>Ficus</i> *	1,036	0,984
<i>Hedychium</i> **	1,541	2,041
<i>Laelia</i> **	1,086	1,584
<i>Philodendron</i> **	1,771	2,620
<i>Piper</i> *	0,840	1,113
<i>Psidium</i> *	0,857	0,899
<i>Pterocarpus</i> *	1,048	0,389
<i>Tibouchina</i> -18 *	1,668	N.D. ***
<i>Tibouchina</i> -9 *	1,230	1,420
<i>Virola</i> *	0,851	N.D. ***
<i>Zigia</i> *	0,946	1,036

CM: Caminho do Mar; VP: Vale dos Pilões; VM: Vale do Moji

* arbóreas

** herbáceas

***Não Determinado

De uma forma geral, quando se determina esse tipo de relação considera-se significativo um acúmulo de mais de 20% nos valores obtidos para a área poluída, em relação aos valores obtidos na área controle. Assim, as espécies que ultrapassaram esse valor para o Caminho do Mar, foram *Euterpe*, *Hedychium*, *Cecropia*, *Philodendron*, *Tibouchina-18* e *Tibouchina-9* e as espécies que ultrapassaram esse valor para o Vale do Moji, foram *Euterpe*, *Laelia*, *Hedychium*, *Philodendron*, *Costus*, e *Tibouchina-9*.

Esta tendência não pode ser extrapolada para o Nitrogênio do solo, cujo valor mais baixo foi detectado no Vale do Moji (0,08% do nitrogênio total da amostra), enquanto que nas amostras compostas das outras áreas, esse valor foi bastante similar variando de 0,12 a 0,13% do Nitrogênio total (Quadro 2). Isso indica que, apesar de não haver extrapolação do limite aceitável do teor de Nitrogênio foliar, o Nitrogênio acumulado nas plantas expostas nas áreas poluídas em relação ao controle, provavelmente é absorvido da atmosfera e não do solo.

5.1.2. Enxofre

Os resultados obtidos para enxofre estão contidos nas figuras.5, 6,7. O limite considerado aceitável é 0,4% (CHAPMAN, op cit).

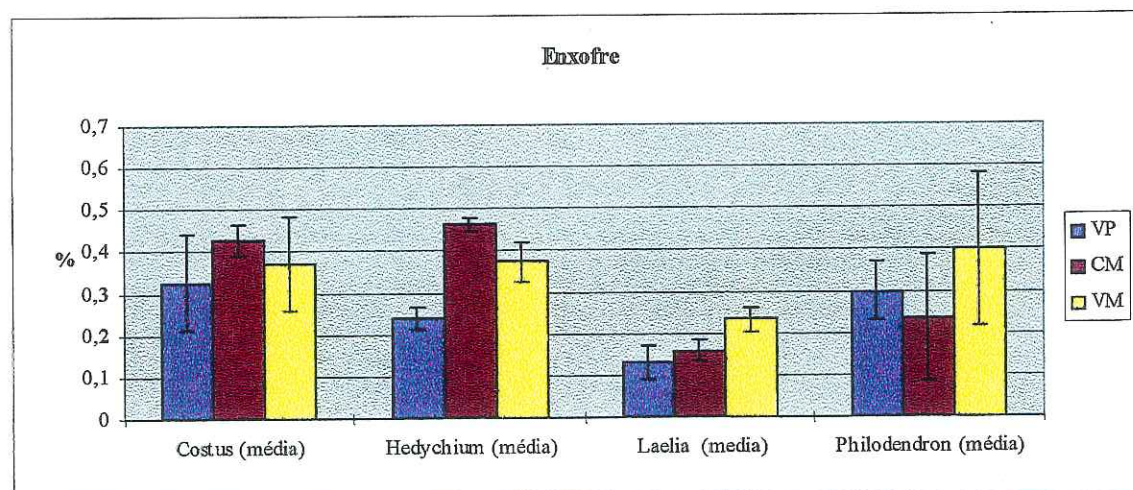


Figura 5. Teor foliar médio de Enxofre para as espécies *Costus*, *Hedychium*, *Laelia*, *Philodendron* (herbáceas)

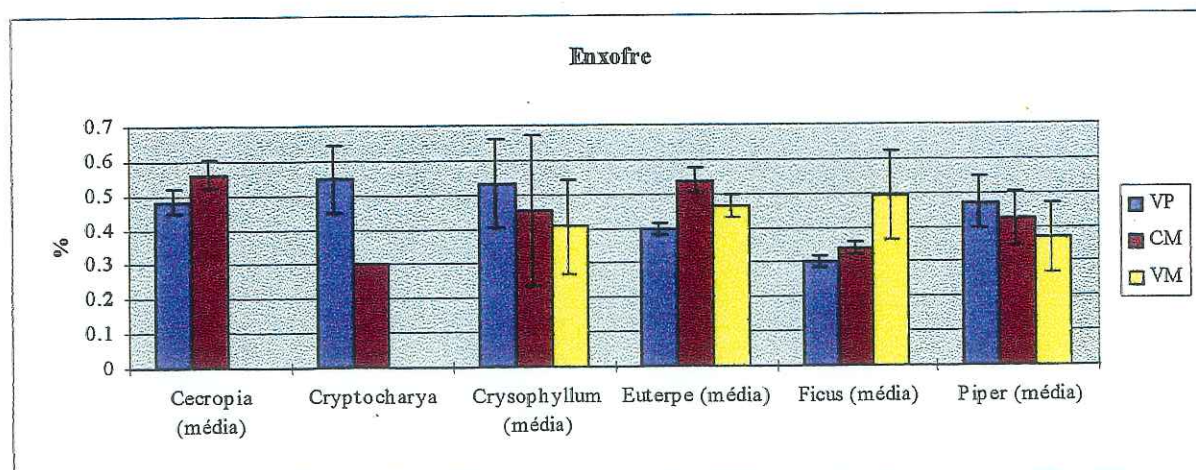


Figura 6. Teor foliar médio de Enxofre para as espécies *Cecropia*, *Cryptocharya*, *Cryosophyllum*, *Euterpe*, *Ficus*, *Piper* (arbóreas)

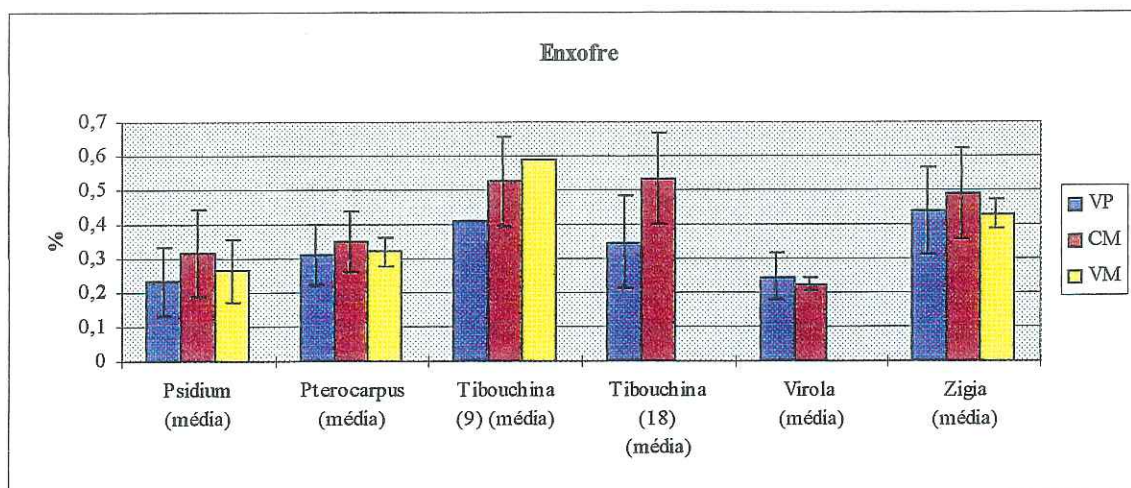


Figura 7. Teor foliar médio de Enxofre para as espécies *Psidium*, *Pterocarpus*, *Tibouchina* -9 e *Tibouchina* - 18, *Virola*, *Zigia* (arbóreas)

A análise das figuras permite as considerações apresentadas a seguir:

Das 15 espécies analisadas, 10 apresentaram concentrações foliares desse elemento (em pelo menos 1 das repetições), maiores que o limite máximo aceitável: 0,4% (CHAPMAN, op cit). Apenas não se apresentaram acima do limite as espécies *Psidium*, *Philodendron*, *Pterocarpus*, *Virola* e *Laelia*.

As espécies que mostraram valores médios das 3 repetições, maiores que 0,4% foram *Zigia* (nas três áreas de estudo), *Ficus* (VM), *Chrysophyllum* sp. (VP, VM e CM), *Cecropia* (VP e CM, sendo que no Vale do Moji os indivíduos dessa espécie não resistiram até o final do experimento), *Piper* (CM), *Costus* (CM), *Cryptocarya* (VP), *Tibouchina* (VP,CM,VM).

O fato de 6 espécies apresentarem valores maiores ou iguais a 0,4% (limite máximo aceitável) no VP, indica que mesmo essa área, sendo tomada como controle, já sofre a influência do enxofre atmosférico das áreas poluídas.

Nas espécies herbáceas, apenas *Laelia* não alcança o limite 0,4% em nenhuma área, enquanto em *Zigia* e *Chrysophyllum* sp. esse limite é ultrapassado nas 3 áreas.

O quadro 5 mostra a razão média Nitrogênio/Enxofre- N/S - foliar nas áreas poluídas e na área de controle. A razão normal é aproximadamente 15/1 (STEWART, 1969). Observa-se que todos os valores obtidos foram muito baixos, especialmente no CM. Uma vez que os dados encontrados para N (numerador da razão) estão dentro de limite normal, o resultado dessas razões, quase sempre a metade da variação normal de 15/1, indica uma evidente acumulação de Enxofre nas folhas, que pode ser prejudicial no metabolismo da planta (item 3.2). Esse fato é observado inclusive na área controle.

A possível explicação para os valores dessas razões serem ligeiramente maiores no VM que no CM, para *Tibouchina* e *Ficus* deve-se, provavelmente, à tendência dessas espécies acumularem enxofre na forma particulada, visto que há um depósito de gesso ($\text{Ca}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), resíduo da produção de fertilizantes, próximo ao experimento. Assim, pode-se pensar que no Vale do Moji, que ocorre precipitação de partículas de sulfato, as duas espécies em questão (uma pilosa e outra com grande capacidade de absorção, da deposição superficial), teriam absorvido mais Enxofre que as outras espécies.

Uma vez que o resultado da análise de enxofre do solo exposto, no Caminho do Mar, por 18 meses, é maior que nas duas outras áreas e do solo exposto no Caminho do Mar, por 9 meses, é maior que o solo exposto, por mesmo tempo, no Vale dos Pilões, poder-se-ia questionar que o Enxofre teria sido absorvido pelo solo.

Mas quando se observa o maior teor de Enxofre foliar no Caminho do Mar, para a varias das espécies estudadas (9 de um total de 15 espécies estudadas), considera-se que se não houvesse uma atmosfera mais rica em enxofre no Caminho do Mar, certamente, as plantas expostas no Vale do Moji, que apresenta sulfato em forma particulada e resíduo de fertilizante(gesso) no solo, teriam em sua maioria, apresentado resultados maiores que o Caminho do Mar.

No quadro 6 são apresentadas as razões de conteúdo foliar de enxofre nas áreas poluídas em relação ao controle

Nota-se que as espécies nas figuras 5, 6, 7 e no quadro 6, exceção feita a *Ficus* e *Tibouchina*, apresentaram maior concentração de S no Caminho do Mar, onde se encontra a Refinaria de Petróleo (Petrobrás). Isto se deve, provavelmente, à liberação de SO_2 , proveniente da combustão de combustíveis sólidos e líquidos (PURVES, 1977), com conseqüente maior absorção foliar, nesta área.

Utilizando-se o mesmo critério usado para acúmulo de Nitrogênio, ou seja, significativo acima de 20% em relação à área controle, observou-se que para o Caminho do Mar as espécies que tiveram esse comportamento foram *Euterpe*, *Laelia*, *Hedychium*, *Costus*, *Psidium*, *Tibouchina-18* e *Tibouchina-9*. No Vale do Moji, as espécies que acumularam mais de 20% de enxofre que o controle foram *Ficus*, *Laelia*, *Hedychium*, *Philodendron* e *Tibouchina-9*.

É importante mencionar que as análises das amostras de solo coletadas para *Tibouchina-18* e para todas as outras espécies, refletem essa realidade, ou seja mostraram valor maior de Enxofre nos solos dos vasos do CM, enquanto as amostras coletadas nas 3 áreas para a *Tibouchina-9* mostraram maior valor de enxofre no VM.

Quadro 5. Razão Média Nitrogênio/Enxofre - N/S foliar para as 3 áreas de estudo

ESPÉCIES	VP	CM	VM
<i>Cecropia</i>	5,593	3,357	N.D
<i>Chrysophyllum sp.</i>	3,233	3,945	4,721
<i>Costus</i>	4,827	4,295	7,234
<i>Cryptocharya</i>	2,268	3,467	N.D.
<i>Euterpe</i>	3,975	3,617	5,097
<i>Ficus</i>	6,703	6,196	4,054
<i>Hedychium</i>	4,417	3,525	5,795
<i>Laelia</i>	5,667	5,000	5,000
<i>Philodendron</i>	2,767	6,211	5,438
<i>Piper</i>	6,120	5,703	8,716
<i>Psidium</i>	4,671	3,011	3,698
<i>Pterocarpus</i>	6,075	5,638	7,844
<i>Tibouchina 18</i>	3,096	3,356	N.D
<i>Tibouchina-9</i>	1,976	1,892	1,949
<i>Virola</i>	7,432	6,933	N.D.
<i>Zigia</i>	7,261	6,12	7,698

Quadro 6 - Razão do conteúdo foliar de enxofre nas áreas poluídas em relação ao controle

ESPÉCIES	CM/VP	VM/VP
<i>Cecropia</i>	1,159	N.D.
<i>Chrysophyllum sp.</i>	0,858	0,767
<i>Costus</i>	1,316	1,133
<i>Cryptocharya</i>	0,549	N.D.
<i>Euterpe</i>	1,361	1,172
<i>Ficus</i>	1,121	1,626
<i>Hedychium</i>	1,931	1,556
<i>Laelia</i>	1,231	1,795
<i>Philodendron</i>	0,789	1,333
<i>Piper</i>	0,901	0,782
<i>Psidium</i>	1,357	1,136
<i>Pterocarpus</i>	1,129	1,032
<i>Tibouchina -18</i>	1,538	N.D.
<i>Tibouchina-9</i>	1,285	1,439
<i>Virola</i>	0,851	N.D.
<i>Zigia</i>	1,106	0,977

5.1.3. Fósforo

As figuras. 8,9,10 apresentam o conteúdo médio de fósforo para as espécies estudadas.

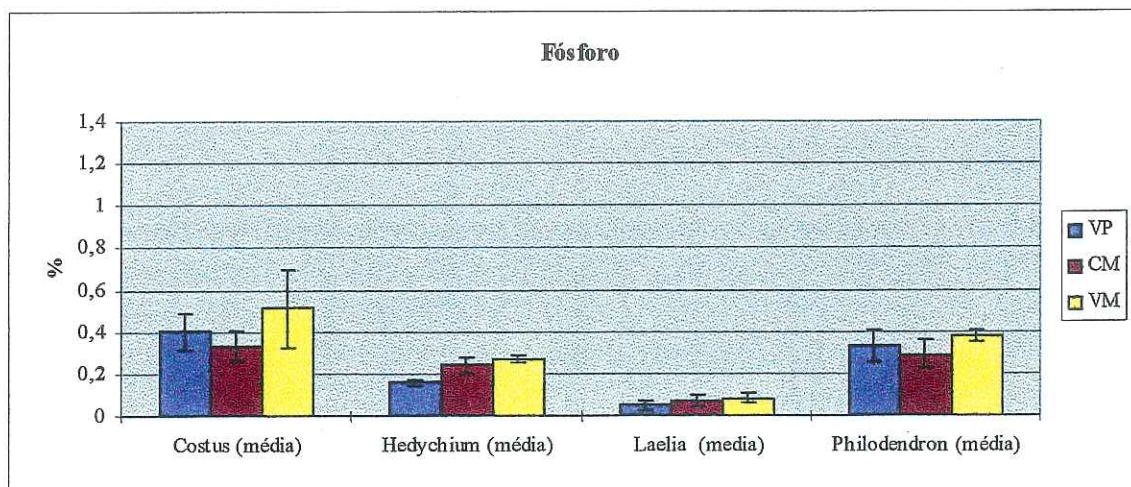


Figura 8. Teor foliar médio de Fósforo para as espécies *Costus*, *Hedychium*, *Laelia*, *Philodendron* (herbáceas)

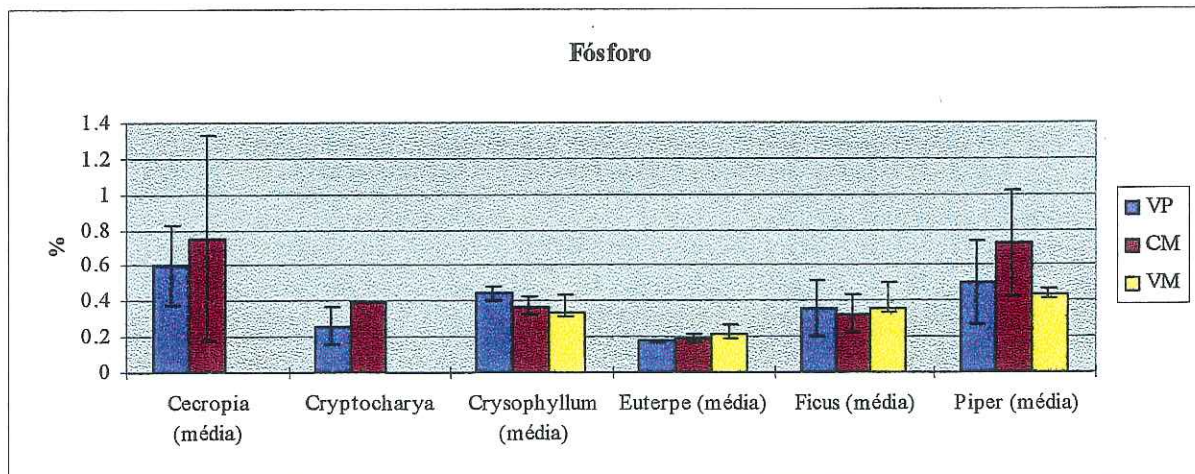


Figura 9. Teor foliar médio de Fósforo para as espécies *Cecropia*, *Cryptocharya*, *Crysohyllum*, *Euterpe*, *Ficus*, *Piper* (arbóreas)

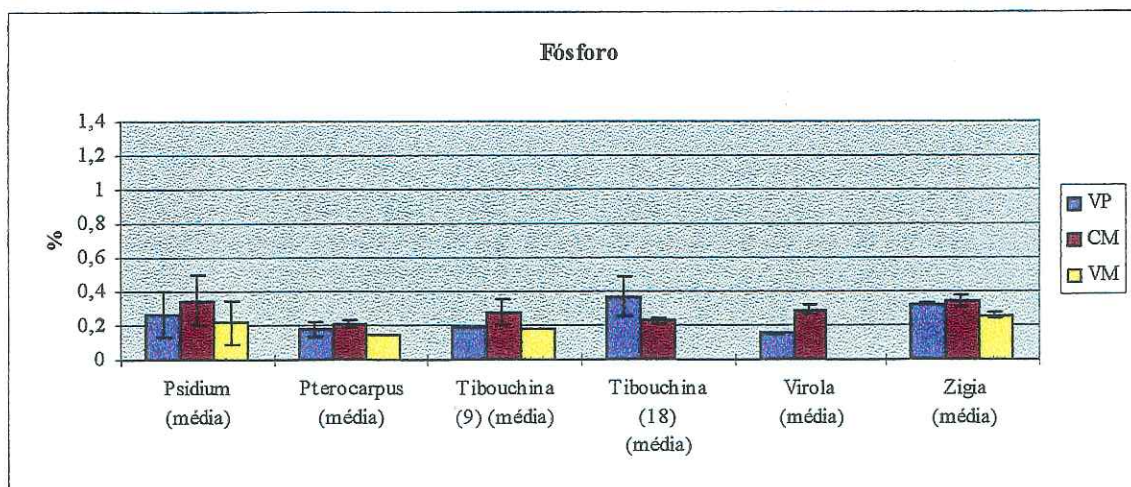


Figura 10. Teor foliar médio de Fósforo para as espécies *Psidium*, *Pterocarpus*, *Tibouchina* -9 e *Tibouchina* - 18, *Virola*, *Zizia* (arbóreas)

Pela análise dos dados obtidos, pode-se fazer as considerações apresentadas a seguir:

De uma maneira geral, as espécies analisadas apresentaram teores dentro do intervalo considerado normal: 0,1 a 0,6% (CHAPMAN, op.cit).

Apenas na espécie *Laelia* foi observado um valor abaixo do limite inferior considerado normal (0,05% para VP, 0,08 para CM, 0,08% para VM). Esses valores parecem indicar que a espécie em questão não estaria absorvendo fósforo como as demais.

Embora as plantas em VM estivessem próximas a um depósito de gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), não se verificou acúmulo de fósforo nas espécies estudadas. Isto poderia ser cogitado, uma vez que o gesso, resíduo do processo de fertilizantes fosforados sempre contém uma porcentagem residual de P_2O_5 .

Das espécies herbáceas, apenas *Costus* tem teores maiores que 0,4% do elemento, ainda assim apenas para VM e VP. Entre as arbóreas, somente *Cecropia* e *Piper* superam esse limite, além do valor relativo a VP para *Chrysophyllum* sp..

5.1.4. Potássio

As figuras 11 a 13 mostram os valores da porcentagem de potássio para as espécies estudadas.

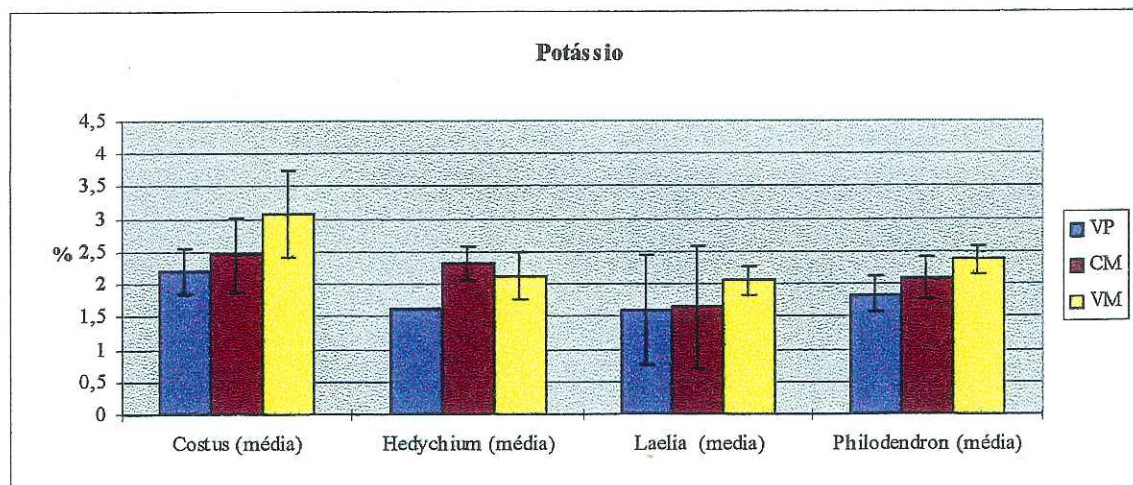


Figura 11 Teor médio de Potássio foliar para as espécies *Costus*, *Hedychium*, *Laelia*, *Philodendron* (herbáceas)

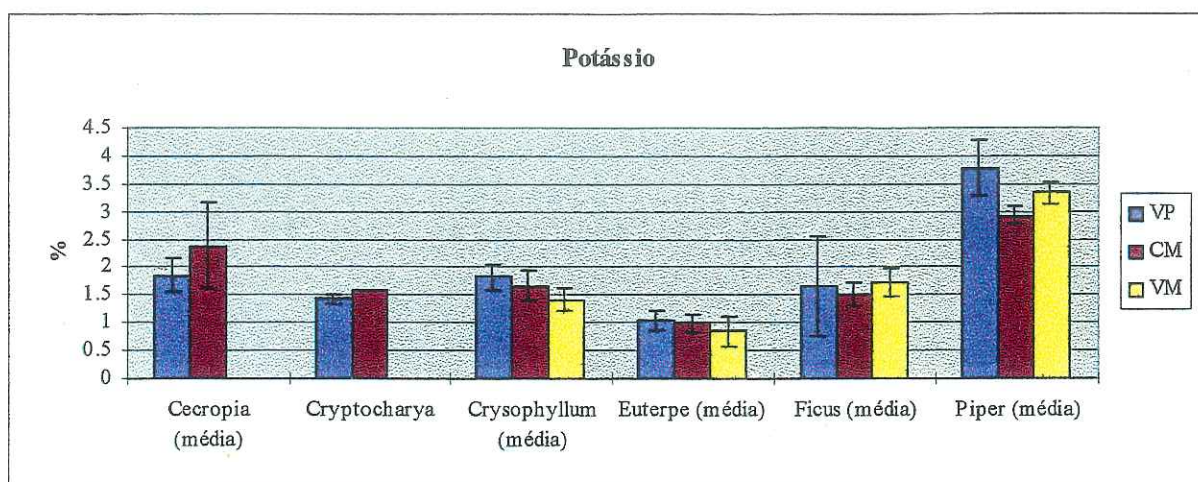


Figura 12. Teor médio de Potássio foliar para as espécies *Cecropia*, *Cryptocharya*, *Crysohyllum*, *Euterpe*, *Ficus*, *Piper* (arbóreas)

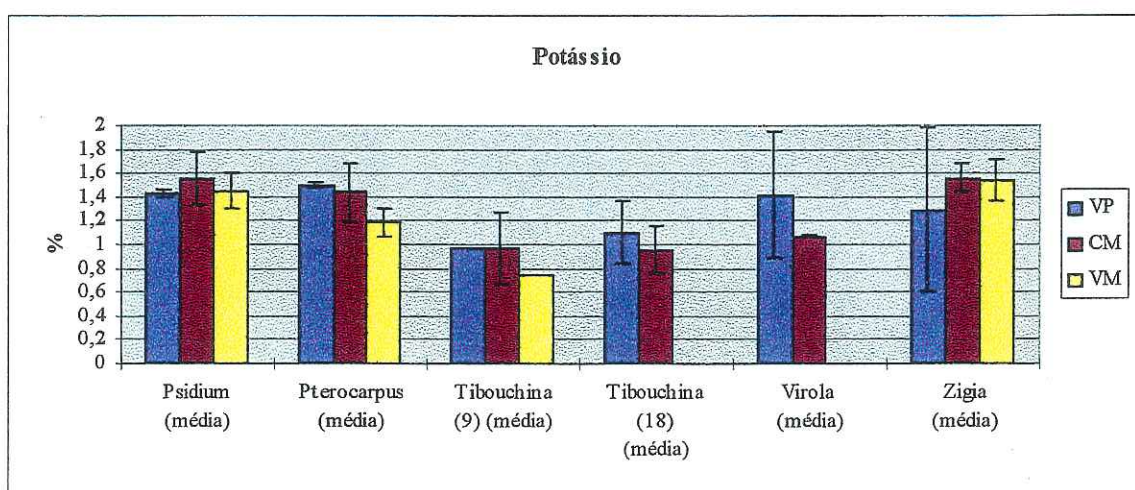


Figura 13. Teor médio de Potássio foliar para as espécies *Psidium*, *Pterocarpus*, *Tibouchina* -9 e *Tibouchina* - 18, *Virola*, *Zizia* (arbóreas)

O intervalo considerado normal (CHAPMAN, op. cit) é 0,5 a 5%. Não foram observados valores fora desse intervalo, para as espécies estudadas.

Nas espécies herbáceas, o teor de potássio nas plantas aumenta do controle VP para as áreas poluídas. Como o teor de Potássio no solo é praticamente constante, variando de 0,05- 0,08 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$, o aumento verificado não pode ser atribuído ao fator solo.

5.1.5. Cálcio

As figuras. 14,15, 16 mostram os teores de cálcio nas plantas estudadas.

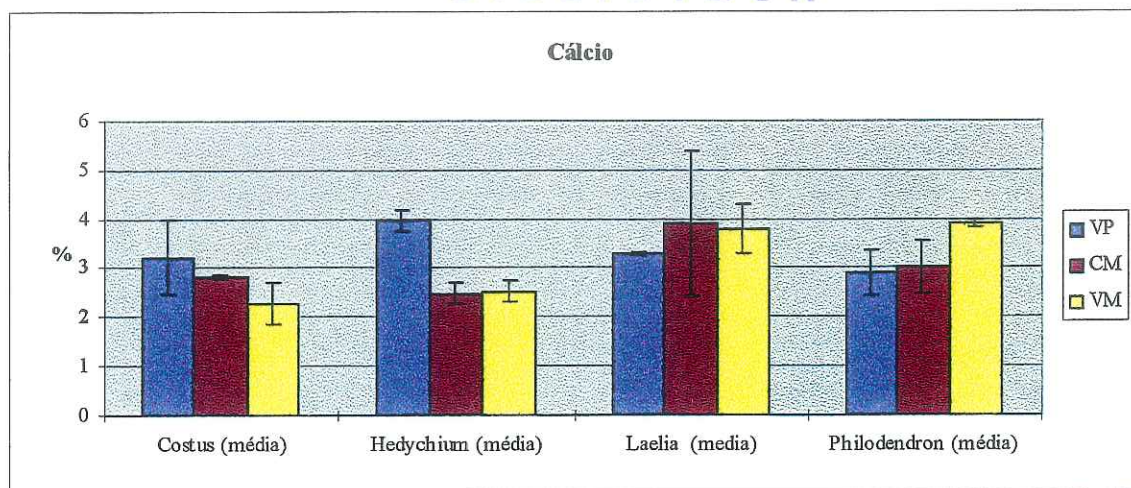


Figura 14 Teor médio de cálcio foliar para as espécies *Costus*, *Hedychium*, *Laelia*, *Philodendron* (herbáceas)

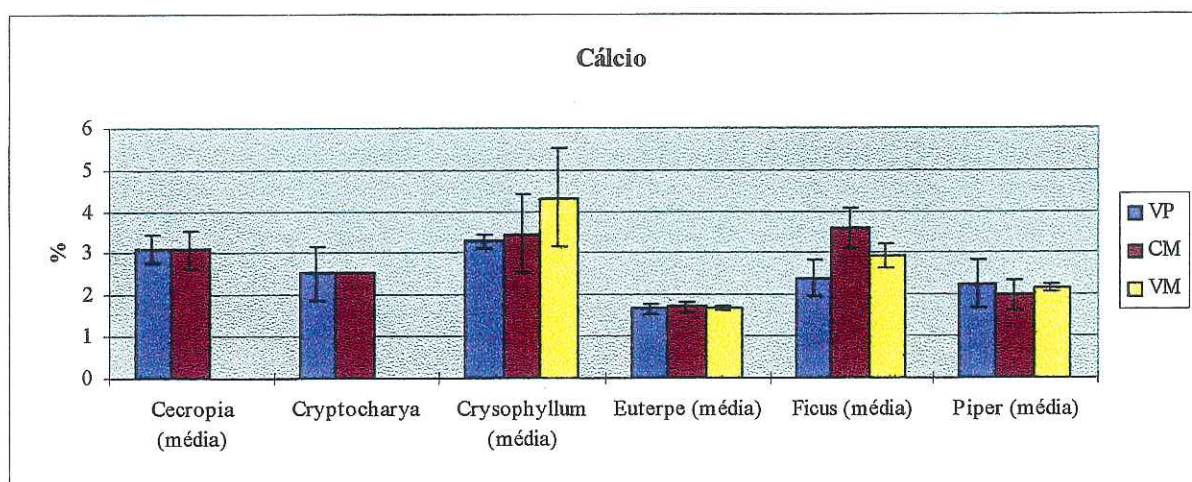


Figura 15. Teor foliar médio de cálcio para as espécies *Cecropia*, *Cryptocharya*, *Cryosophyllum*, *Euterpe*, *Ficus*, *Piper* (arbóreas)

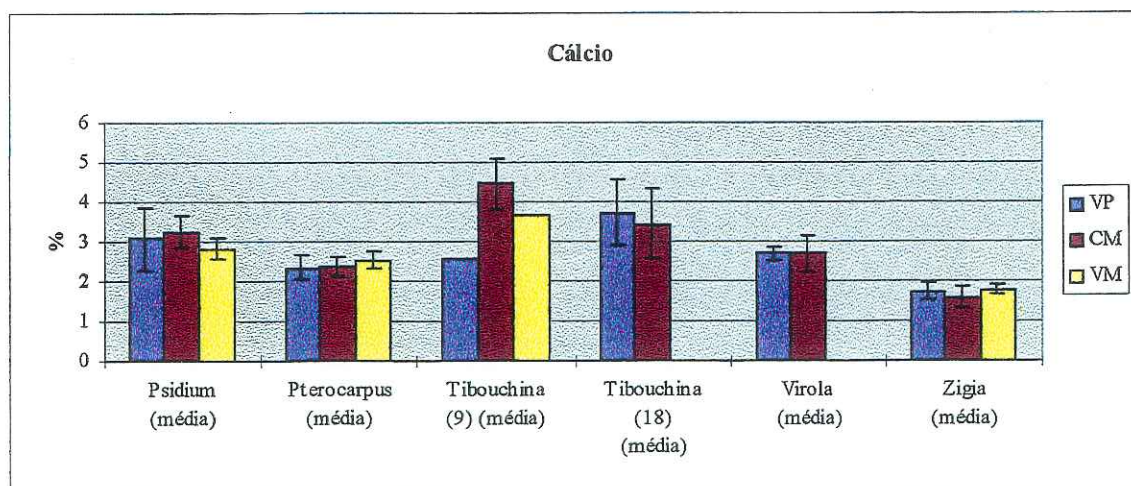


Figura 16. Teor foliar médio de cálcio para as espécies *Psidium*, *Pterocarpus*, *Tibouchina* -9 e *Tibouchina* -18, *Virola*, *Zizia* (arbóreas)

A variação de cálcio considerada normal está entre 0,04% a 5 % (Chapman, op cit). Desta forma nenhuma espécie ultrapassou o limite de tolerância das concentrações.

Em 2 herbáceas, *Laelia* e *Philodendron* há tendência de aumento do teor de cálcio, quando se compara as plantas do VP com as das áreas poluídas. Nas outras duas, *Hedychium* e *Costus*, a tendência é de diminuição.

O nível de 4% de Cálcio não é alcançado para a maioria das herbáceas, a não ser nas plantas de *Hedychium* em VP. Para as arbóreas tal teor é atingido para *Chrysophyllum* sp. em VM.

5.1.6. Magnésio

As figuras. 17,18,19 mostram os teores de magnésio nas plantas estudadas.

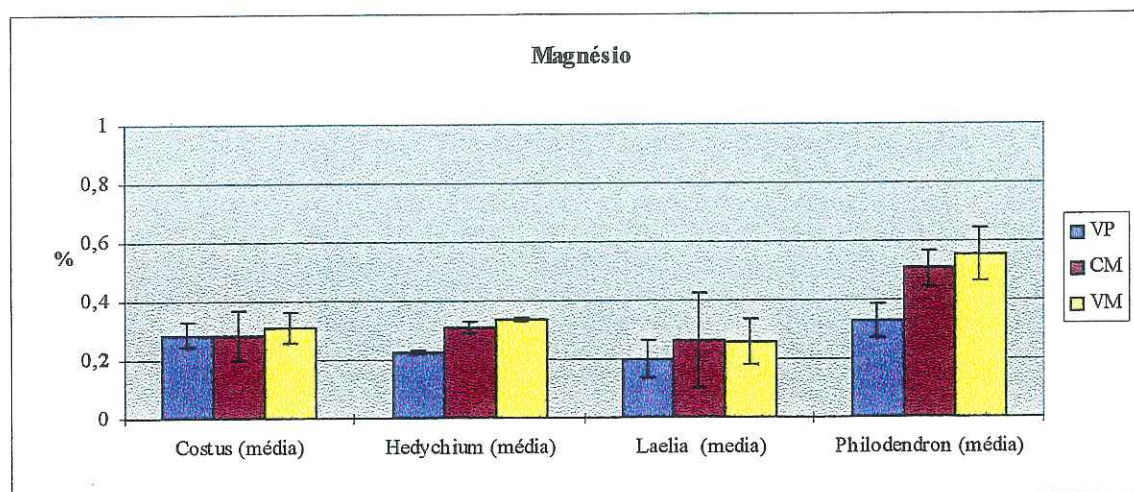


Figura 17 Teor médio de Magnésio foliar para as espécies *Costus*, *Hedychium*, *Laelia*, *Philodendron* (herbáceas)

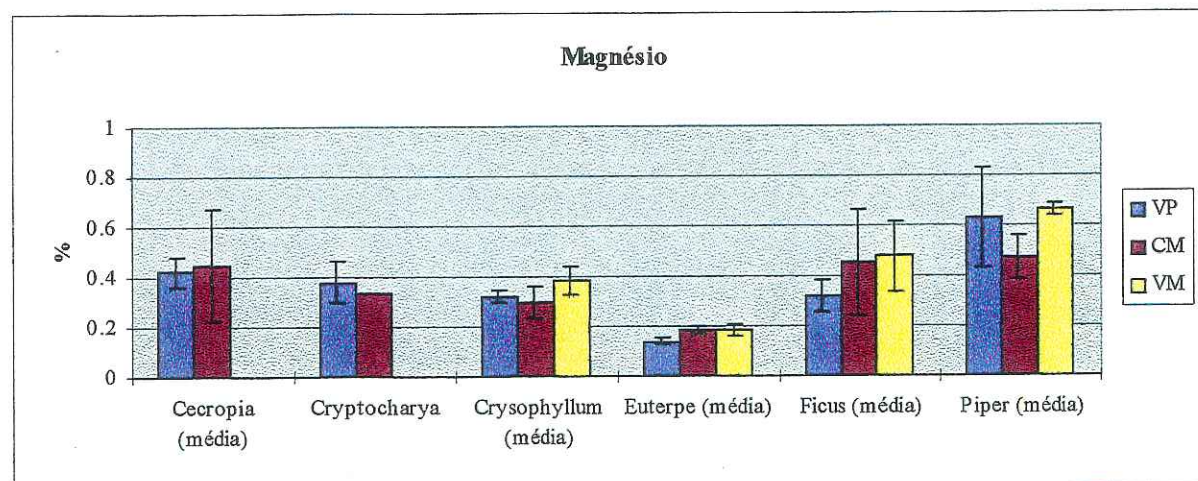


Figura 18. Teor foliar médio de Magnésio para as espécies *Cecropia*, *Cryptocharya*, *Crysohyllum*, *Euterpe*, *Ficus*, *Piper* (arbóreas)

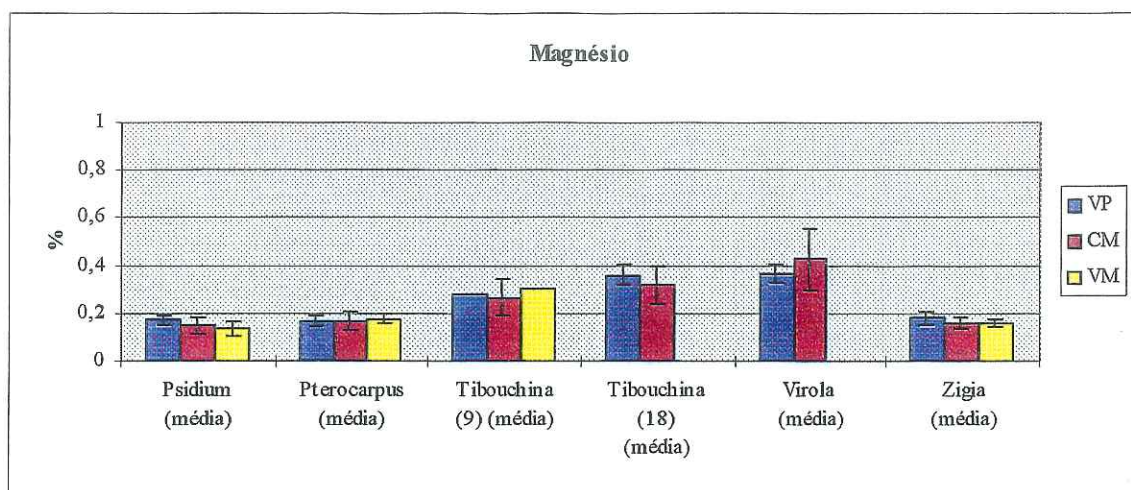


Figura 19. Teor foliar médio de Magnésio para as espécies *Psidium*, *Pterocarpus*, *Tibouchina* -9 e *Tibouchina* - 18, *Virola*, *Zigia* (arbóreas)

A maior parte das espécies mostraram-se fora do intervalo considerado normal. Segundo Emblenton, T.W apud Chapman, H, 1966, plantas normais apresentam concentração de Magnésio entre 0,20-0,25%.

5.2. Teor Foliar de Fluoreto

As figuras 20,21 e 22 apresentam o teor de fluoreto para as espécies analisadas.

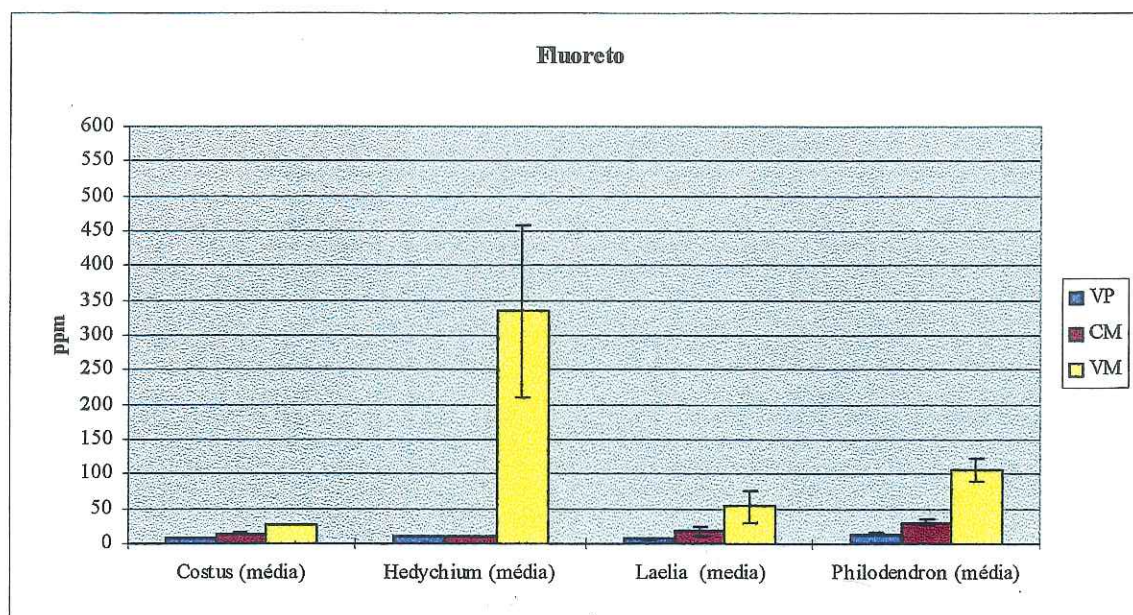


Figura 20. Teor foliar médio de Fluoreto para as espécies *Costus*, *Hedychium*, *Laelia*, *Philodendron* (herbáceas)

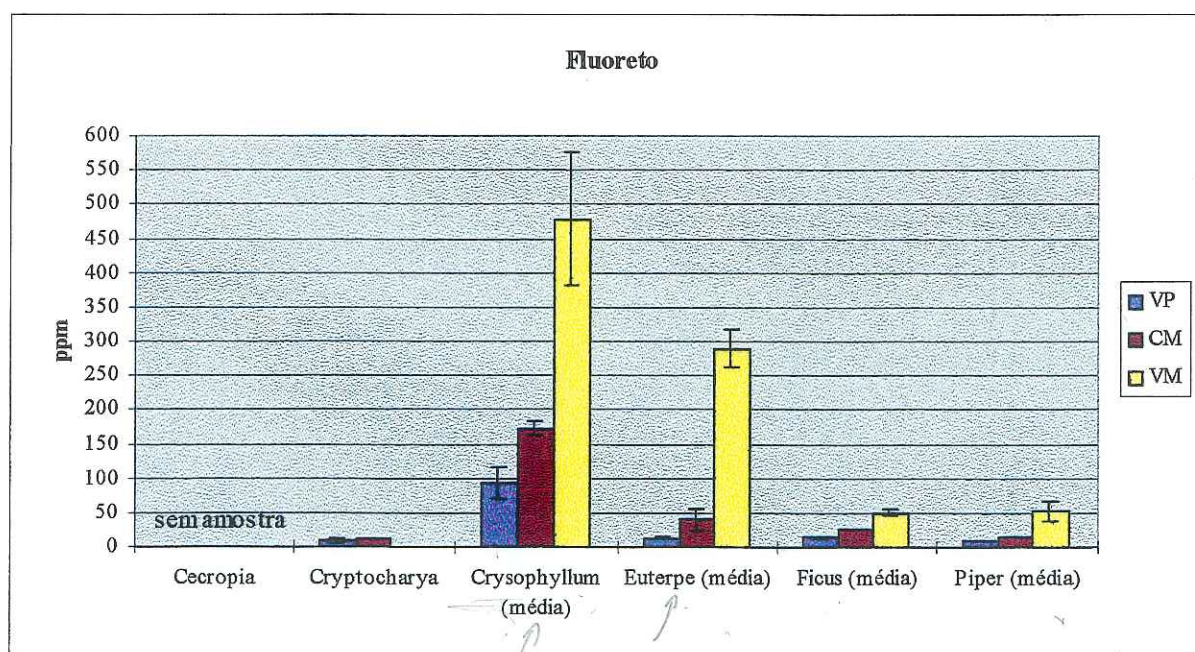


Figura 21. Teor foliar médio de Fluoreto para as espécies *Cecropia*, *Cryptocharya*, *Crysohyllum*, *Euterpe*, *Ficus*, *Piper* (arbóreas)

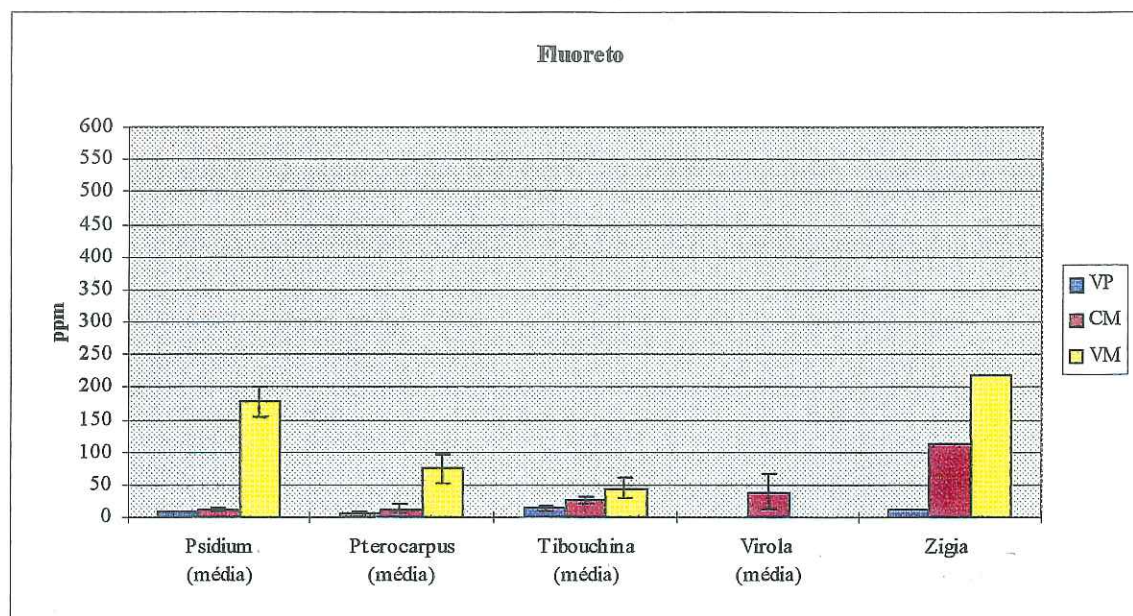


Figura 22. Teor foliar médio de Fluoreto para as espécies *Psidium*, *Pterocarpus*, *Tibouchina* (amostra das *Tibouchina*-9 e *Tibouchina*-18 misturadas para conseguir material suficiente para a análise), *Virola*, *Zizia* (arbóreas)

O limite aceitável para as plantas, segundo PUSHINIK and MILLER (1990) é 20 ppm.

Nas plantas de VM, foram observados valores maiores do que esse limite para todas as espécies.

Observe-se que esse teor de fluoreto chega a ser 16 vezes maior que o aceitável para a herbácea, *Hedychium*, atingindo um valor 23 vezes maior na espécie arbórea *Chrysophyllum* sp..

A arbórea *Cecropia* não tinha material suficiente para fazer as análises de fluoretos em nenhum dos 3 pontos de exposição.

Também no Caminho do Mar, os valores encontrados foram elevados, verificando-se, em apenas 7 espécies, valores aceitáveis. Essas foram as arbóreas *Pterocarpus*, *Piper*, *Psidium* e *Cryptocharya* e a herbácea *Hedychium*, *Costus*, *Laelia*.

É de se ressaltar, ainda, que, para todas as espécies analisadas, o teor de fluoreto aumenta do controle VP para as áreas poluídas VM e CM. Principalmente para VM esse aumento chega a ser drástico para algumas espécies, como a herbácea *Hedychium* e para as arbóreas *Euterpe*, *Chrysophyllum* sp., *Psidium* e *Zizia*.

Pode-se afirmar, enfim, que a poluição das áreas CM e VM faz o teor de fluoreto se afastar totalmente do intervalo aceitável para as espécies analisadas.

5.3. Teor Foliar de Micronutrientes

As figuras a serem apresentadas neste item mostram, com frequência, desvio padrão das médias elevado. Essa desuniformidade entre repetições, entretanto, frequentemente ocorre quando os valores de concentração são pequenos a ponto de se expressarem em ppm. Em outras palavras, é normal verificar-se valores elevados de desvio padrão das médias de micronutrientes, onde qualquer pequena interferência de impurezas ou contaminantes, pode acusar variação nos resultados. Valores de 400 ou 500 ppm foram constatados, mas também, ocorrem resultados de análise da ordem de 2 ppm. Foram também observados valores de desvio padrão maiores que as próprias médias. Dessa forma, embora seja prudente que ensaios sejam refeitos com número maior de repetições, os comentários que se seguem mostram as tendências de comportamento desses microelementos, em função da poluição.

Segundo ROSA (1991) apud MALAVOLTA (1994) é relativamente rara a ocorrência de casos de toxidez por micronutrientes. Mesmo assim, optou-se por proceder as análises dos teores foliares de micronutrientes nas plantas com o intuito de se investigar se há alguma forma de acúmulo dos mesmos em uma região como Cubatão e verificar se há algum desbalanceamento dos teores normais esperados, em função da absorção excessiva de quaisquer macro ou micronutriente.

5.3.1. Boro

A concentração total de Boro considerada normal do ponto de vista de fitotoxidez está no intervalo de 25 a 100 ppm (MALAVOLTA, 1994).

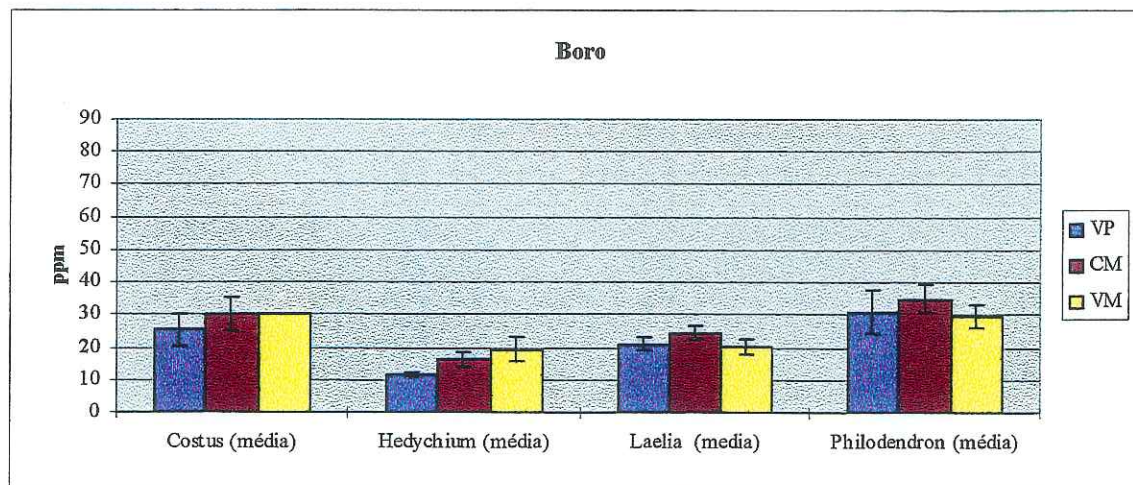


Figura 23. Teor foliar médio de Boro para as espécies *Costus*, *Hedychium*, *Laelia*, *Philodendron* (herbáceas)

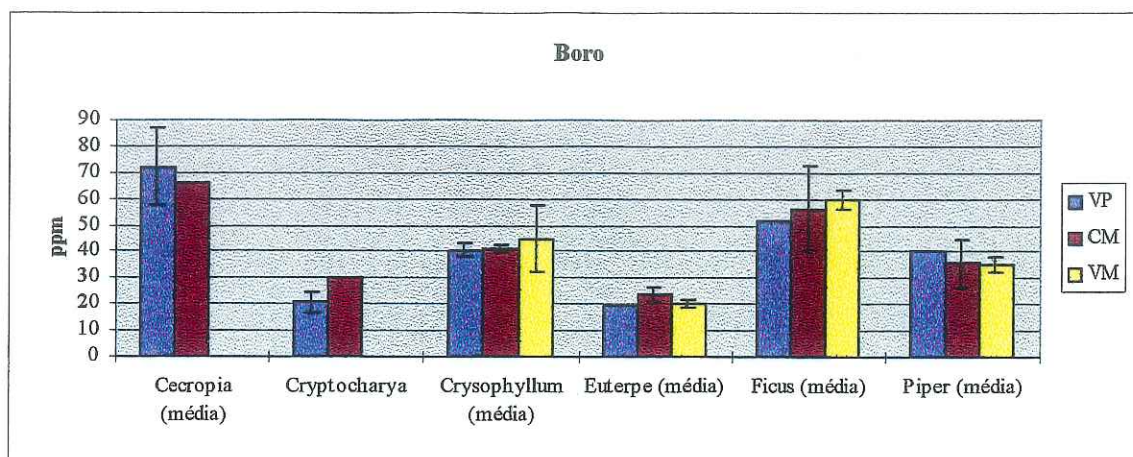


Figura 24. Teor foliar médio de Boro para as espécies *Cecropia*, *Cryptocharya*, *Cryosophyllum*, *Euterpe*, *Ficus*, *Piper* (arbóreas)

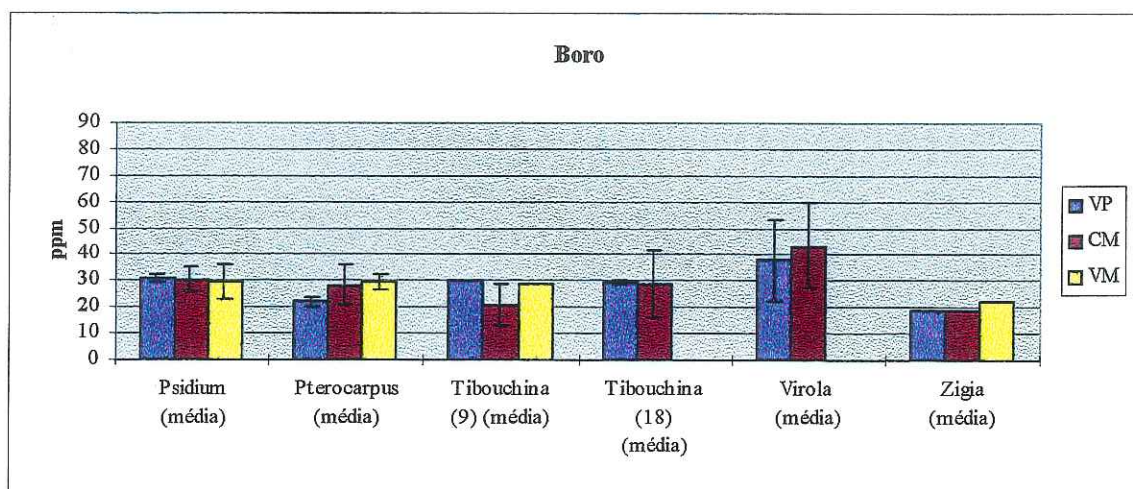


Figura 25. Teor foliar médio de Boro para as espécies *Psidium*, *Pterocarpus*, *Tibouchina*-9 e *Tibouchina*-18, *Virola*, *Zizia* (arbóreas)

Pela análise dos resultados observa-se:

Os maiores valores atingem 60 a 70 ppm, dentro do intervalo considerado não fitotóxico (MALAVOLTA, 1994).

O teor aumenta nas áreas poluídas, com relação ao controle, para as herbáceas, *Hedychium* e *Costus*, aumentando ou permanecendo constante para *Laelia* e *Philodendron*.

Para as espécies arbóreas não parece haver qualquer regra, pois, o teor de Boro pode aumentar (*Pterocarpus* e *Ficus*), permanecer constante ou mesmo diminuir, nas áreas poluídas, com relação à área controle como acontece com *Piper* e *Psidium*.

5.3.2. Cobre

A concentração total de Cobre considerada normal do ponto de vista de fitotoxidez está no intervalo de 60-125 ppm (MALAVOLTA, 1994).

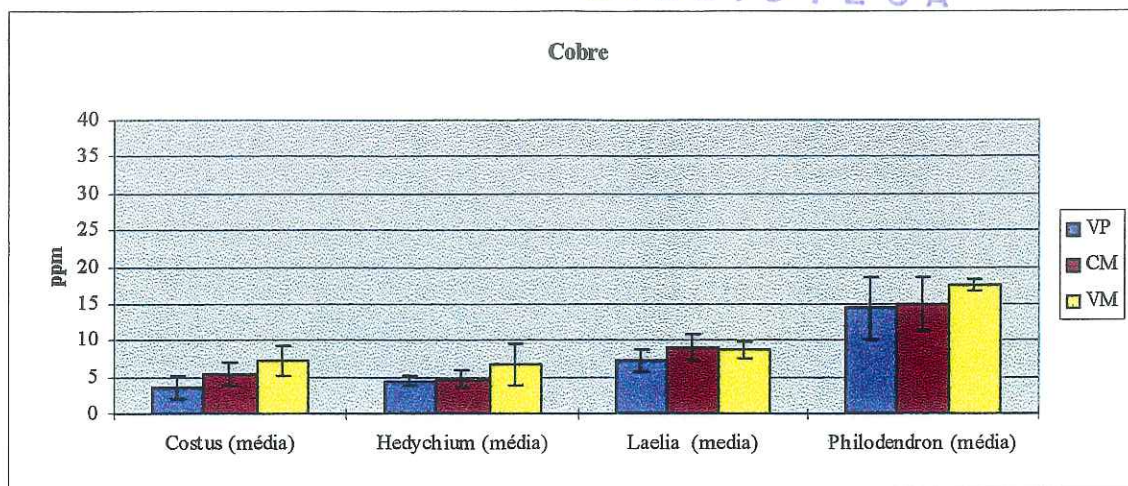


Figura 26. Teor foliar médio de Cobre para as espécies *Costus*, *Hedychium*, *Laelia*, *Philodendron* (herbáceas)

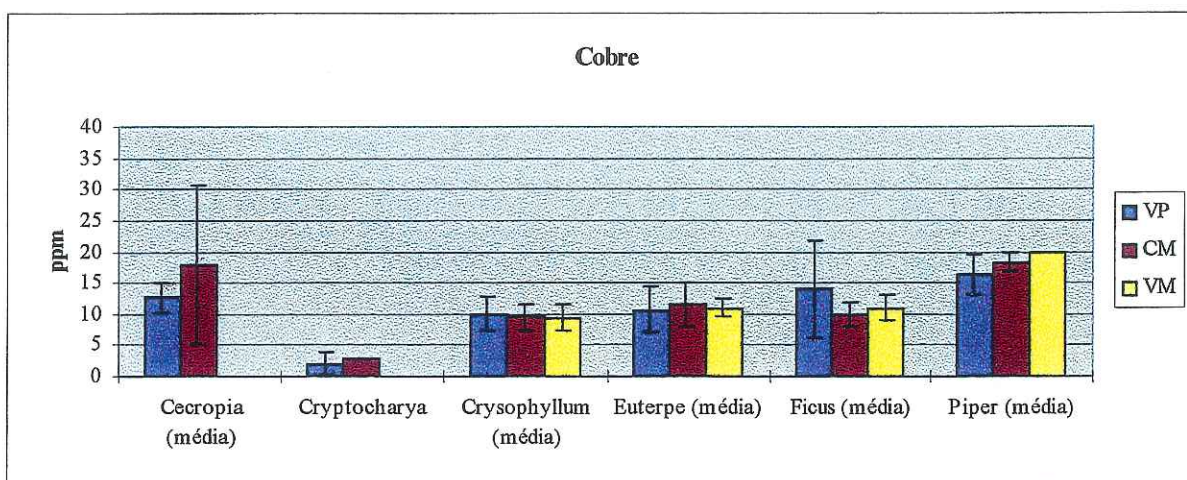


Figura 27 Teor foliar médio de Cobre para as espécies *Cecropia*, *Cryptocharya*, *Crysiophyllum*, *Euterpe*, *Ficus*, *Piper* (arbóreas)

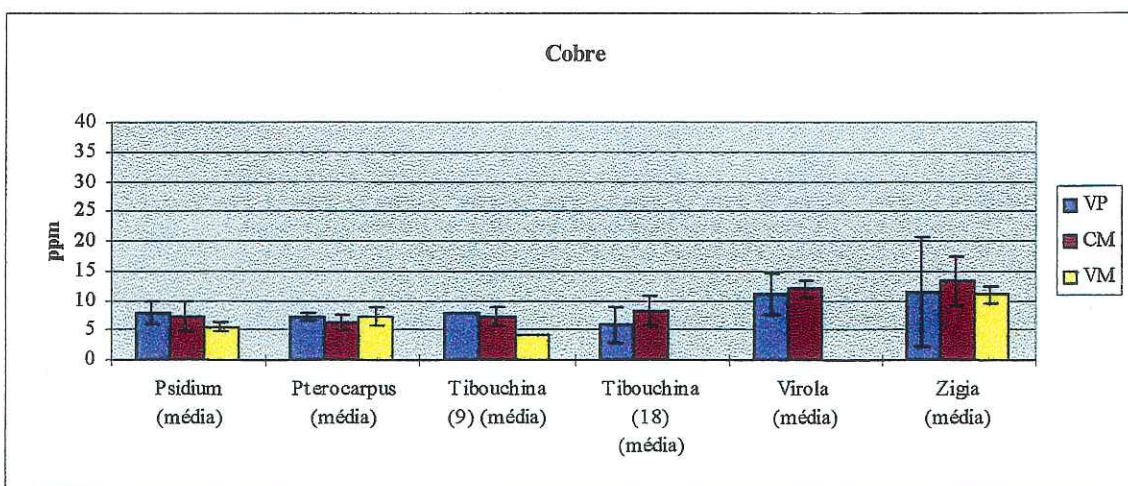


Figura 28. Teor foliar médio de Cobre para as espécies *Psidium*, *Pterocarpus*, *Tibouchina*-9 e *Tibouchina*-18, *Virola*, *Zizia* (arbóreas)

O teor foliar máximo chega a 20 ppm, não excedendo para nenhuma espécie o limite considerado fitotóxico (MALAVOLTA, 1994).

Nas espécies herbáceas o teor de cobre sempre aumenta do controle para as áreas poluídas.

Nas arbóreas parece não haver tendência a regra fixa, ora aumentando, ora diminuindo o teor nas plantas das áreas poluídas, em relação ao controle.

5.3.3. Ferro

A concentração total de Ferro considerada normal do ponto de vista de fitotoxidez está no intervalo de 200-1000 ppm (MALAVOLTA, 1994).

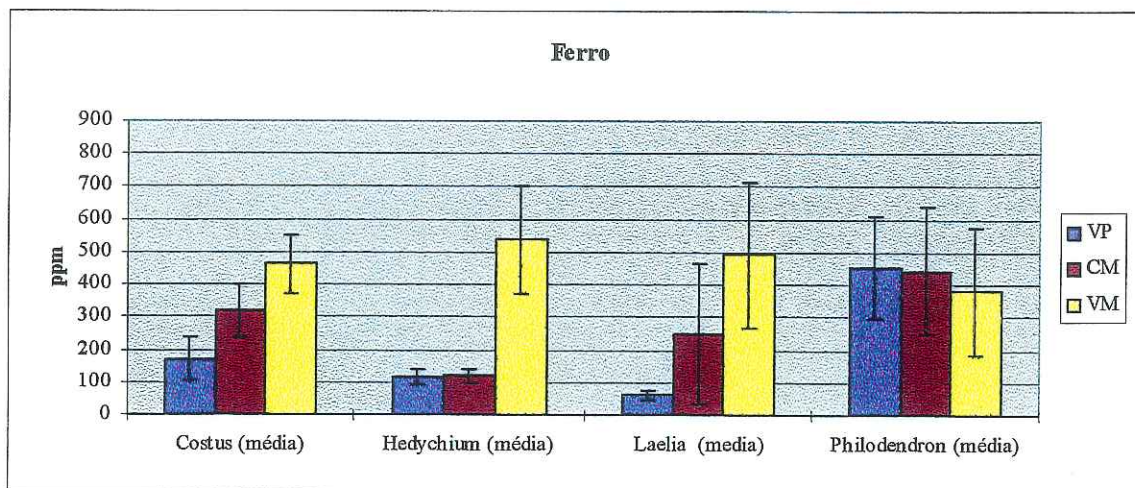


Figura 29. Teor foliar médio de Ferro para as espécies *Costus*, *Hedychium*, *Laelia*, *Philodendron* (herbáceas)

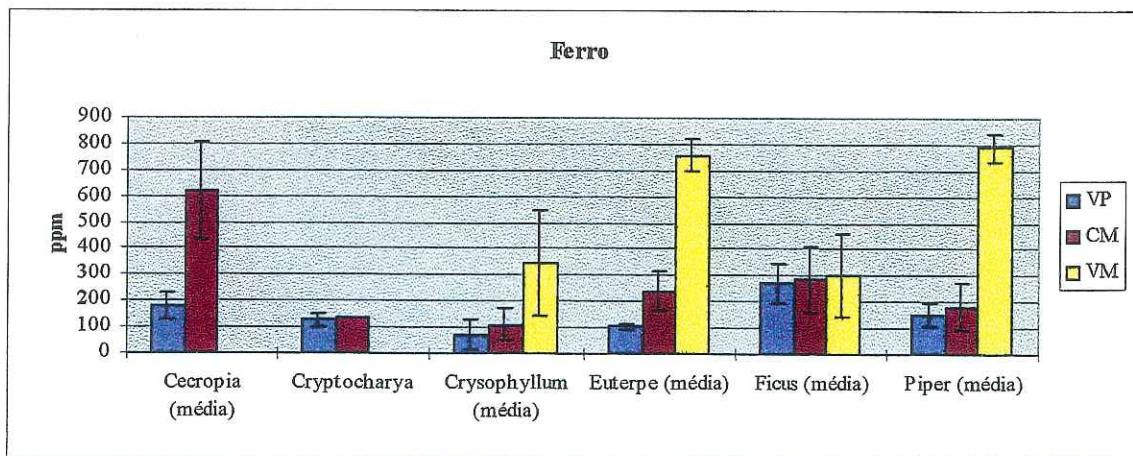


Figura 30. Teor foliar médio de Ferro para as espécies *Cecropia*, *Cryptocharya*, *Crysohyllum*, *Euterpe*, *Ficus*, *Piper* (arbóreas)

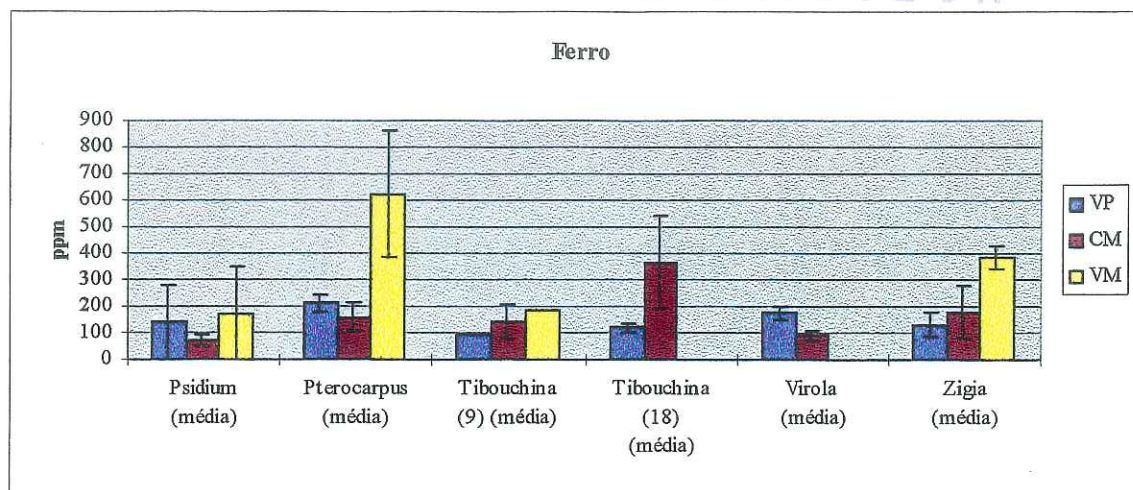


Figura 31. Teor foliar médio de Ferro para as espécies *Psidium*, *Pterocarpus*, *Tibouchina* -9 e *Tibouchina* - 18, *Virola*, *Zizia* (arbóreas)

O teor de ferro atingiu o máximo de 800 ppm em plantas de áreas poluídas, valor esse, que se aproxima do limite superior do intervalo considerado não fitotóxico (MALAVOLTA, 1994).

Observa-se que o teor de ferro sobe acentuadamente em alguns casos, em função da poluição, chegando a ficar 5 vezes maior que nas plantas da área controle, como ocorre em *Piper*.

Nas plantas herbáceas observa-se que em 3 casos o teor de ferro sobe nitidamente nas plantas de áreas poluídas (*Laelia*, *Hedychium* e *Costus*) decrescendo levemente para *Philodendron*. Nas espécies arbóreas, o teor de ferro sobe sistematicamente nas plantas de áreas poluídas em relação às do controle.

5.3.4. Manganês

A concentração total de Manganês considerada normal do ponto de vista de fitotoxidez está no intervalo de 1500-3000 ppm (MALAVOLTA, 1994).

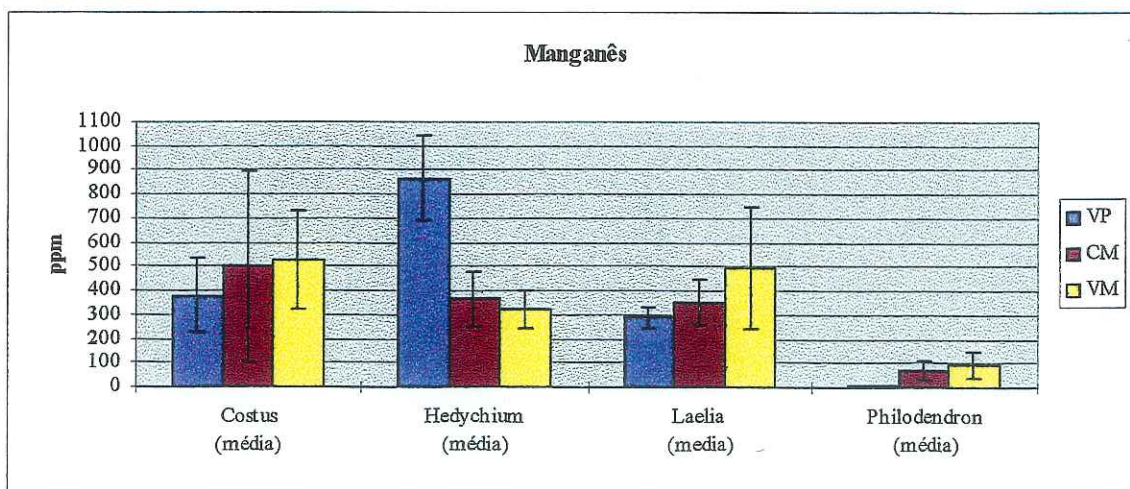


Figura 32. Teor foliar médio de Manganês para as espécies *Costus*, *Hedychium*, *Laelia*, *Philodendron* (herbáceas)

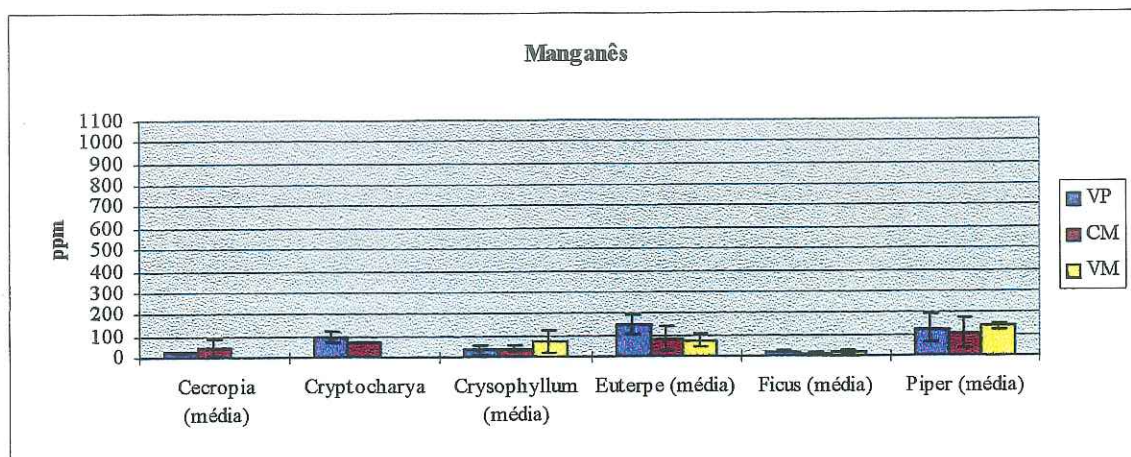


Figura 33. Teor foliar médio de Manganês para as espécies *Cecropia*, *Cryptocharya*, *Crysothallum*, *Euterpe*, *Ficus*, *Piper* (arbóreas)

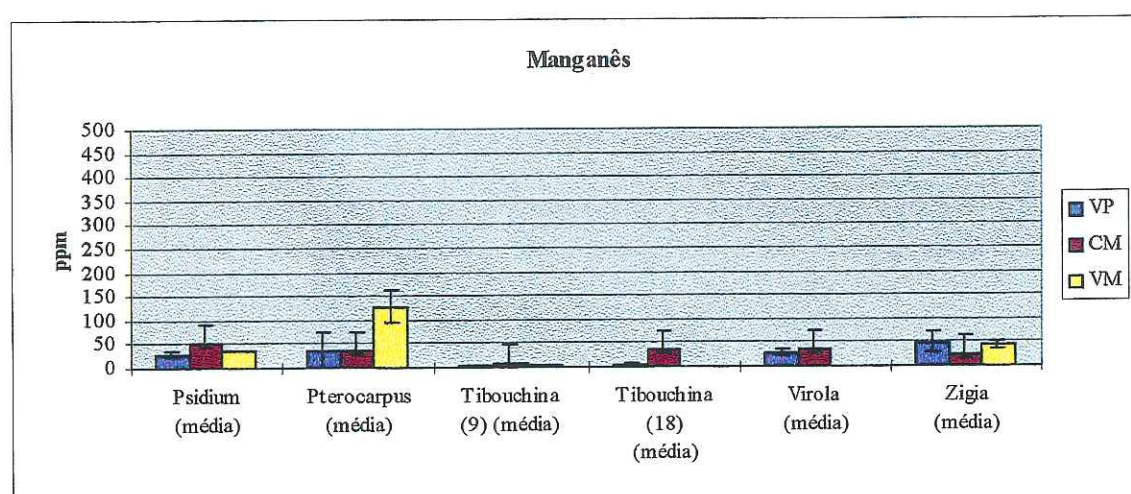


Figura 34. Teor foliar médio de Manganês para as espécies *Psidium*, *Pterocarpus*, *Tibouchina* -9 e *Tibouchina* - 18, *Virola*, *Zizia* (arbóreas)

Nenhuma das espécies analisadas ultrapassou o limite superior do intervalo considerado normal em termos de fitotoxidez (MALAVOLTA, 1994).

O teor de manganês chega a ser praticamente zero na área controle para *Philodendron*), chegando a alcançar quase 900 ppm na mesma área, para outra herbácea *Hedychium*.

Nas herbáceas são encontrados os maiores teores de manganês, significativamente maiores que nas arbóreas.

Nas herbáceas, o teor de manganês sobe da área controle para as áreas poluídas em 3 espécies, *Laelia*, *Philodendron* e *Costus* e diminui para *Hedychium*.

5.3.5.

A concentração total de Zinco considerada normal do ponto de vista de fitotoxidez está no intervalo de 70-400 ppm (MALAVOLTA, 1994).

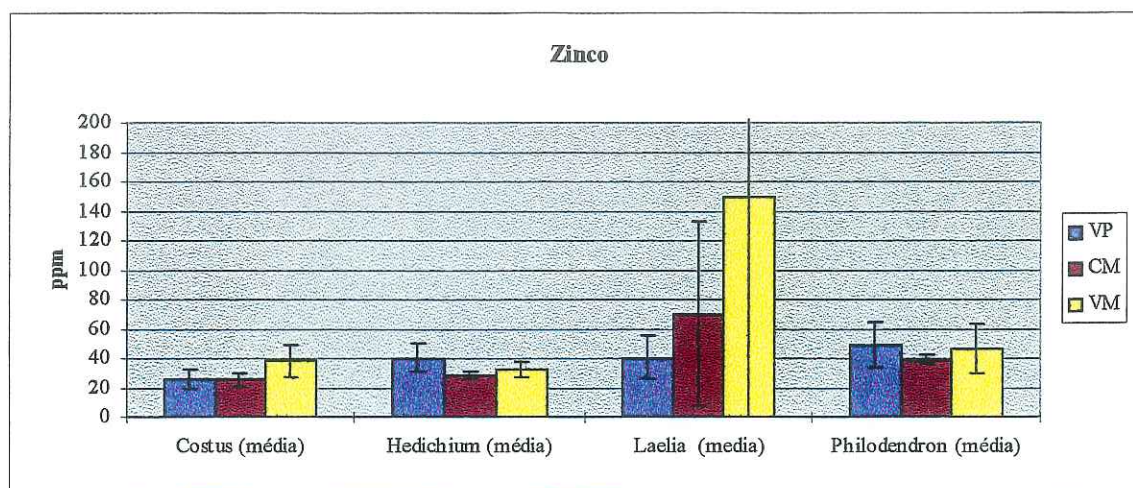


Figura 35. Teor foliar médio de Zinco para as espécies *Costus*, *Hedychium*, *Laelia*, *Philodendron* (herbáceas)

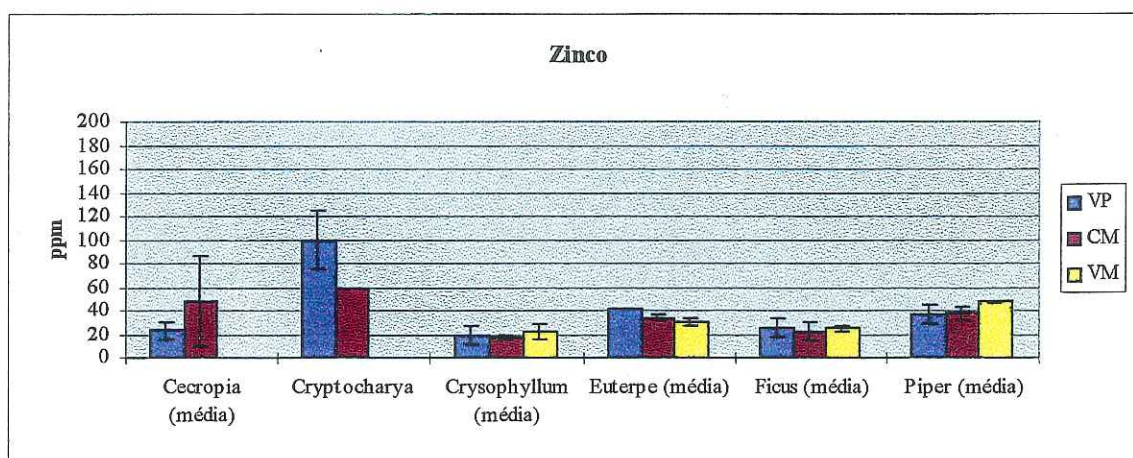


Figura 36. Teor foliar médio de Zinco para as espécies *Cecropia*, *Cryptocharya*, *Cryosophyllum*, *Euterpe*, *Ficus*, *Piper* (arbóreas)

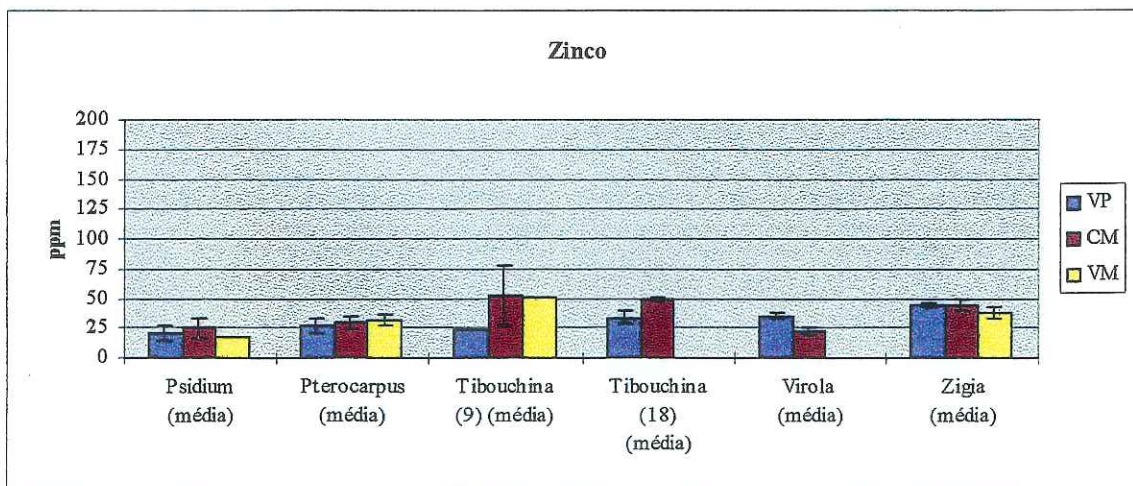


Figura 37. Teor foliar médio de Zinco para as espécies *Psidium*, *Pterocarpus*, *Tibouchina* -9 e *Tibouchina* -18, *Virola*, *Zizia* (arbóreas)

Nenhuma das espécies analisadas ultrapassou o limite superior do intervalo considerado normal em termos de fitotoxidez.

Apenas para *Laelia* e *Cryptocarya* foram observados valores maiores que o limite inferior do intervalo considerado fitotóxico, 70ppm (MALAVOLTA, 1994).

O teor de Zn chega a atingir 150 ppm nas plantas de áreas poluídas.

Nas herbáceas ocorre a maior variação de teor de Zn, passando, em *Laelia*, de 40 ppm na área controle, para 150 ppm em áreas poluídas.

Para as demais herbáceas e para as arbóreas, as variações são menos significativas.

6. COMPARAÇÕES ENTRE OS RESULTADOS DO MONITORAMENTO PASSIVO REALIZADO PELA CETESB EM 1995 E MONITORAMENTO ATIVO REALIZADO PELA CETESB NOS VIVEIROS EXPERIMENTAIS EM 1996

Em 1995, conforme o descrito no item 1 do presente relatório, foi realizado um estudo sobre monitoramento passivo de espécies tolerantes à poluição.

Das 13 espécies estudadas no relatório referente ao monitoramento passivo, 5 delas são as mesmas estudadas no atual relatório, referente ao monitoramento ativo. São elas, *Cecropia glazioui*, *Costus spiralis*, *Hedychium coronarium*, *Piper cernuum*, *Tibouchina pulchra*.

Apresenta-se, a seguir, uma comparação entre os resultados obtidos nos monitoramentos passivo e ativo, em relação às análises de fluoreto e macronutrientes, sendo que os micronutrientes não foram analisados no relatório sobre monitoramento passivo.

• Fluoreto

	Monitoramento Passivo - 1995	Monitoramento Ativo - 1996
<i>Cecropia glazioui</i>	Teores foliares superiores ao limite máximo considerado normal, nas plantas das três áreas analisadas	Teores foliares superiores ao limite máximo considerado normal, nas plantas das áreas poluídas
<i>Costus spiralis</i>	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente.	Idem
<i>Hedychium coronarium</i>	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente, com exceção de VM.	Idem
<i>Piper cernuum</i>	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente, com exceção de VM.	Idem
<i>Tibouchina pulchra</i>	Teores foliares superiores ao limite máximo considerado normal, nas plantas das três áreas analisadas.	Idem

• Nitrogênio

	Monitoramento Passivo - 1995	Monitoramento Ativo - 1996
<i>Cecropia glazioui</i>	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente.	Idem
<i>Costus spiralis</i>	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente.	Idem
<i>Hedychium coronarium</i>	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente.	Idem
<i>Piper cernuum</i>	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente.	Idem
<i>Tibouchina pulchra</i>	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente.	Idem

• Enxofre

	Monitoramento Passivo - 1995	Monitoramento Ativo - 1996
<i>Cecropia glazioui</i>	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente.	Teores foliares superiores ao limite máximo considerado normal, em VP e CM, sendo que em VM, os indivíduos dessa espécie não resistiram, até o final do experimento, por razões outras, que não poluição.
<i>Costus spiralis</i>	Teores foliares superiores ao limite máximo considerado normal, em VP e CM, e em VM.	Teores foliares superiores ao limite máximo considerado normal, somente em CM.
<i>Hedychium coronarium</i>	Teores foliares superiores ao limite máximo considerado normal, em VP e CM, e em VM.	Idem
<i>Piper cernuum</i>	Teores foliares superiores ao limite máximo considerado normal, em VP e CM, e em VM.	Idem
<i>Tibouchina pulchra</i>	Teores foliares superiores ao limite máximo considerado normal, nas plantas das três áreas analisadas.	Idem

Fósforo

	Monitoramento Passivo - 1995	Monitoramento Ativo - 1996
<i>Cecropia glazioui</i>	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente.	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente.
<i>Costus spiralis</i>	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente.	Idem
<i>Hedychium coronarium</i>	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente.	Idem
<i>Piper cernuum</i>	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente.	Idem
<i>Tibouchina pulchra</i>	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente.	Idem

• Potássio

	Monitoramento Passivo - 1995	Monitoramento Ativo - 1996
<i>Cecropia glazioui</i>	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente.	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente.
<i>Costus spiralis</i>	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente.	Idem
<i>Hedychium coronarium</i>	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente.	Idem
<i>Piper cernuum</i>	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente.	Idem
<i>Tibouchina pulchra</i>	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente.	Idem

• Cálcio

Monitoramento Passivo - 1995		Monitoramento Ativo - 1996
<i>Cecropia glazioui</i>	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente.	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente.
<i>Costus spiralis</i>	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente.	Idem
<i>Hedychium coronarium</i>	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente.	Idem
<i>Piper cernuum</i>	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente.	Idem
<i>Tibouchina pulchra</i>	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente.	Idem

Magnésio

	Monitoramento Passivo - 1995	Monitoramento Ativo - 1996
<i>Cecropia glazouii</i>	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente.	Teores foliares das plantas das áreas analisadas fora do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente. (V.P., C.M. sendo que VM, não foi determinado).
<i>Costus spiralis</i>	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente.	Teores foliares das plantas das áreas analisadas fora do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente. (Todas áreas, inclusive, controle V.P.).
<i>Hedychium coronarium</i>	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente.	Teores foliares das plantas das áreas analisadas fora do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente. (C.M., V.M.).
<i>Piper cernuum</i>	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente.	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente. (Todas áreas, inclusive, controle V.P.).
<i>Tibouchina pulchra</i>	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente.	Teores foliares das plantas das áreas analisadas dentro do intervalo de concentração considerado normal, já citado anteriormente. (V.P., C.M., para <i>Tibouchina pulchra</i> 18 meses, sendo que para VM, não foi determinado).

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados obtidos com a análise foliar das 15 espécies vegetais expostas a diferentes níveis de poluição após 18 meses, contribuíram para o conhecimento dos efeitos dos poluentes nas plantas, em função dos fatores variáveis padronizados em termos experimentais.

Ainda que as condições gerais da pesquisa sejam, em si, favoráveis à variações que elevam o desvio padrão das médias (dado o número pequeno de repetições), o delineamento estatístico adotado mostrou-se adequado e suficiente para as observações que se pretendiam. A adoção de uma área padrão referencial (VP), para as áreas poluídas (VM e CM) mostra variações claras nos resultados das análises químicas de fluoreto, de macro e micronutrientes. Apesar de valores acima dos intervalos considerados normais, terem sido observados, apenas, para Fluoreto e Enxofre, em termos de fitotoxicidade, foram detectados frequentes acúmulos nas plantas das áreas poluídas, quando comparados com os resultados obtidos na área controle (VP).

A adoção das 15 espécies estudadas mostrou-se abrangente e satisfatória, uma vez que foram analisadas espécies representativas da Serra do Mar e com diferentes características, quanto a porte, hábito, velocidade de crescimento, tolerância à sombra e pertinência a diferentes grupos de sucessão ecológica.

Evidentemente, em uma área de pesquisa em que o número de causas de variação é tão grande e sua intensidade tão variável, a repetição do experimento em um maior número de réplicas (para indivíduos da mesma espécie), aprofundaria os conhecimentos das tendências observadas nesse trabalho, fornecendo índices mais seguros por espécies.

Embora o delineamento não tivesse a preocupação de comparar o efeito dos poluentes em função do hábito, porte e tolerância à poluição, em muitos casos há generalizações possíveis para herbáceas em relação à arbóreas. Aparentemente, as espécies herbáceas se afetaram mais com a poluição que as arbóreas.

Para alguns elementos foi possível a comparação dentro de uma mesma espécie, demonstrando claramente o efeito da poluição por 9 meses, quando relacionado ao efeito da poluição por 18 meses. É o caso da *T. pulchra*, que foi a única espécie em que foi possível verificar o fator tempo atuando no acúmulo dos teores de fluoreto, macro e micronutriente, quando comparadas as plantas das áreas poluídas e controle.

A adoção de dois tratamentos para a espécie *Tibouchina pulchra*, (9 e 18 meses de exposição), embora de caráter accidental e tendo exigido algumas precauções de caráter estatístico, acabou por revelar algumas características de aumento no teor de alguns elementos em função do tempo.

No caso dessa espécie, foi possível verificar aumento nos teores foliares das plantas das áreas poluídas, com relação à área controle, referente ao Nitrogênio, Enxofre, Fluoreto e Ferro que tiveram aumentos significativos e Potássio e Fósforo, que apresentaram discreto aumento.

Com relação ao Nitrogênio, observa-se que os mais altos teores encontram-se nas espécies arbóreas, onde atingem 3,3% e são sempre superiores a 1% para qualquer área estudada. Os valores mínimos ocorrem nas herbáceas, onde Nitrogênio permanece ao nível de 0,75%. Tal como esperado, que os valores mais baixos ocorrem em VP (área controle mais distante das indústrias de fertilizantes) e o máximo ocorre em VM (área poluída, mais próxima de tais indústrias).

Quanto ao Enxofre, a relação foliar N/S, considerada normal até 15:1, mostrou resultados muito baixos: 2,77 a 7,4 para VP, 3,0 a 6,9 para CM e 4,0 a 8,7 para o VM.

Na área controle (VP), para 6 espécies, o teor de Enxofre mostrou-se maior ou igual ao máximo aceitável de 0,4%, sugerindo que mesmo esta área já mostra a influência do enxofre atmosférico que atua nas áreas poluídas.

Sabendo-se que o material de origem das três áreas estudadas é o mesmo ou similar, os maiores teores encontrados nas análises dos solos referentes ao Caminho do Mar, devem-se provavelmente, à poluição atmosférica, uma vez que a área não recebe efluentes líquidos nem resíduos sólidos, contendo enxofre. Logo, pode-se afirmar que a entrada de enxofre no sistema se dá através de via aérea.

Pela comparação da relação de N/S para *Tibouchina-9* e *Tibouchina-18* observa-se, apesar de serem de idades diferentes e estarem em solos distintos (com as devidas análises e caracterizações ao final do experimento), um indiscutível aumento dos efeitos da poluição atmosférica em função do tempo.

Para o Fósforo, todas as espécies analisadas mostraram, nas folhas, teores de fósforo dentro dos níveis considerados normais (0,1 a 0,6%).

Também para o potássio, não se observaram valores fora dos limites de normalidade (0,5 a 5,0%). O aumento do teor de potássio nas herbáceas, em relação ao controle, sugerem efeito de poluição, já que os teores obtidos foram praticamente constantes.

O nível de 4% de cálcio não é alcançado por nenhuma espécie estudada. Os resultados mostram o efeito da natureza das plantas: nas herbáceas, 2 espécies aumentam o teor nas áreas poluídas, enquanto as outras 2 diminuem.

Todas as espécies mostram valores considerados normais para Mg, sem diferenças significativas entre as áreas.

Com relação ao teor foliar de fluoreto, observaram-se, nas plantas do VM, valores significativamente, acima do limite de 20 ppm para todas as espécies analisadas, chegando a ser 23 vezes maior na arbórea *Crysophyllum* sp. Além disso, para todas as espécies analisadas, o teor de fluoreto aumenta do controle para as áreas poluídas.

Quanto aos micronutrientes, é de se ressaltar e enfatizar as considerações que se apresentam no item 5.3. Algumas variações, apesar das considerações estatísticas, são nítidas, como o aumento sistemático de Ferro nas plantas arbóreas, das áreas poluídas, quando comparado com as plantas da área controle. Mas, não se observaram teores foliares fora do limite de tolerância.

Os maiores valores para esse elemento foram encontrados no Vale do Moji, mais próximo da fonte emissora de material particulado, COSIPA, responsável por grande parte do material particulado, depositado na superfície foliar.

Apesar da emissão de nitrogênio ser muito alta nas áreas poluídas, o conteúdo de nitrogênio dos solos foi similar nas 3 áreas experimentais (Tab.2). Os níveis encontrados estão dentro do intervalo normal de variação para solos tropicais (MALAVOLTA, 1976).

Os resultados obtidos no monitoramento passivo (AZEVEDO et al., 1995) e ativo foram compatíveis.

De uma maneira geral, a análise dos teores foliares, indica um acúmulo de Enxofre, Fluoreto e Nitrogênio nas áreas poluídas, em relação as da área controle. Os teores de nitrogênio, apresentaram-se dentro da normalidade, aparentemente, não indicando fitotoxicidade. Já o Fluoreto e o Enxofre, mostraram-se fora dos limites de normalidade, sugerindo o aparecimento de efeito tóxico para as plantas.

Também houve um aumento nos níveis de Ferro nas área poluídas, mas qualquer conclusão, em relação a esse micronutriente, fica obscura uma vez que em solos tropicais o valor desse elemento é sempre alto devido aos altos teores de óxidos de Ferro e baixo pH, que aumentam a disponibilidade desse elemento para a planta.

Foram encontrados como esperados, altos valores de desvio padrão, para os micronutrientes, uma vez que o valor absoluto da concentração desses elementos é extremamente baixo, acarretando maiores possibilidades de erro analítico e maior influência de fatores como idade da planta, tipo de tecido vegetal coletado e depósitos nas superfícies foliares.

Sugere-se que seja utilizado o programa estatístico ANOVA, em fase posterior, para calcular média, desvio padrão e análise de variância dos dados, a fim de aferir os resultados apresentados nesse relatório, que por ora, revelam apenas tendências.

Os resultados do presente estudo deverão ser associados aos demais estudos realizados pelo EQSE, referentes aos efeitos da poluição em espécies vegetais características da Serra do Mar em Cubatão, para integrar o sistema de dados sobre a tolerância ou sensibilidade das espécies estudadas.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

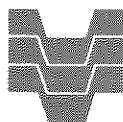
- ALONSO, C.D. e GODINHO, R. A evolução da qualidade do ar em Cubatão. **Química Nova**, n.15(2): 125-36. 1992.
- ARNDT, U. ; FLORES, F.; WEINSTEIN L. **Efeitos do Fluor sobre as plantas- Diagnose de danos na vegetação do Brasil**. Universidade do Rio Grande do Sul. 1995. 155p.
- AZEVEDO, C.M. do A. POMPEIA. S.L.; FIALHO, R.C.; MENDONÇA, R.R. O Efeito Agudo da Amônia sobre a Mata Atlântica. **Revista Ambiente**. 8 (1): 21-5. 1994.
- 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**. CETESB, São Paulo, 1995 (Relatório Técnico).
- BUDOWSKI, G. Distribution of Tropical America Rain Forest Species of successional processes. **Turrialba**, 15(1): 40-42. 1965.
- CETESB. Projeto Brasil - Alemanha. **Vegetation Module- Summary Report by CETESB"Group.1992**. CETESB, São Paulo, 1992.
- CHAPMAN, H (ed). **Diagnostic criteria for plants and soils**. University of California. Agricultural Experiment Station Riverside. 1966.
- CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. Columbia University Press, New York. 1981. 1262p
- GUDERIAN, R. **Final Report on the consultancy contract between the British and Prof. Dr. Robert Guderian- Universitat/GH Essen under the British Council /CETESB Agreement n D574/93**, 1996. (Relatório Interno)
- LARCHER, W. **Physiological Plant Ecology** . 3ª Edição. Springer-Verlag. NY. Berlim. Heidelberg. New York.. 1995. 505p.
- MALAVOLTA, E . **Manual de Química Agrícola**. Nutrição de Plantas e Fertilidade do Solo. Agronomica Ceres, São Paulo. 1976.
- MALAVOLTA, E. **Micronutrientes e metais pesados - Mitos, Mistificação e Fatos**. Ed. Produquímica. São Paulo. 1994. 140 p.
- NIOSH National Institute for Occupational Safety and Healthy. **Pocket guide to chemical hazards**. U.S Department of Health and Human Services. 1985.
- PURVES, D. **Trace Element Contamination of the Environment. Fundamental Aspects of pollution Control and Environmental Science 1**. University of Exeter, Great Britain. 1977. 260 p.
- PUSHINIK and MILLER. The influence of elevated fluoride on the physiology and metabolism of higher plants. **Fluoride**, 23 (1):5 - 19. 1990.

SILVA FILHO, N.L. **Regeneração natural e plantio de *Brachiaria sp* e espécies nativas herbáceas em áreas deslizadas da Serra do Mar, Cubatão - SP.** Tese(mestrado). ESALQ/USP.Piracicaba, 1991. 148 p.

STEWART, B.A. N/A ratios - A guideline to sulphur needs. **The sulphur Institute Journal.** 5(3): 12-15. 1969.

VAN DEN HEEDE et al. Determination of fluoride in vegetation: a comparative study of four preparation methods. **Journal of the AOAC** 58(6):1135-1137. 1975

Date Agudo:	4 / 8 / 90
Indice:	Memo 026/90
Libro:	EGSE de 29/7/90
Contable:	
Valor:	4 / 8 / 90



CETESB

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 - Pinheiros

Fone: (011)210-1100 - Fax: (011)813-0227

Telex: 1183053 - CETS - BR - CEP 05489-900

São Paulo - SP - Brasil