



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, 345 - Pinheiros
05489-900 - SÃO PAULO - BRASIL

**Composição e Concentração de Aminoácidos
Livres em Espécies Vegetais da Mata Atlântica
Envasadas em Áreas Experimentais em
Cubatão-SP. Relação com a Tolerância
à Poluição Atmosférica
Biomonitoramento Ativo**

DIRETORIA DE RECURSOS HÍDRICOS E ENGENHARIA AMBIENTAL

DEPARTAMENTO DE QUALIDADE AMBIENTAL

DIVISÃO DE QUALIDADE DO SOLO, ÁGUA SUBTERRÂNEA E VEGETAÇÃO

SETOR DE ECOSISTEMAS TERRESTRES

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

Composição e Concentração de Aminoácidos
Livres em Espécies Vegetais da Mata Atlântica
Envasadas em Áreas Experimentais em
Cubatão-SP. Relação com a Tolerância
à Poluição Atmosférica
Biomonitoramento Ativo

1996

CLASS.	
AUTOR.	
TOMBO	33667 ed. 2

S502
D615c (RCET)
033667
ed. 2

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

DOCUMENTO

Tipo Relatório	Data Dez/1996	Origem EQSE	Nº Página/V. 12	Nº Mapas ---
-------------------	------------------	----------------	--------------------	-----------------

TÍTULO DO DOCUMENTO

Composição e Concentração de Aminoácidos Livres em Espécies Vegetais da Mata Atlântica Envasadas em Áreas Experimentais em Cubatão – SP. Relação com Tolerância à Poluição Atmosférica - Biomonitoramento Ativo

AUTOR RESPONSÁVEL

Assinatura/Carimbo/Data

Kátia Maria Diniz

AUTORES/ENTIDADES OU UNIDADES A QUE PERTENCEM

Kátia Maria Diniz – EQSE / CETESB
Rosa Maria Cerdeira Barros – FCF / USP
Úrsula Maria Lanfer Marquez – FCF / USP

DOCUMENTO AUTORIZADO POR

Assinatura/Carimbo/Data

Pluvinho de Siqueira
Coordenador Geral
Sistema de Gestão da Qualidade
Reg. J1.5840-0 CREA 176.887/D

DOCUMENTO REVISADO

Assinatura/Carimbo/Data

Pluvinho de Siqueira
Coordenador Geral
Sistema de Gestão da Qualidade
Reg. 01.2200-0 CREA 94.385/D

CLASSIFICAÇÃO DE SEGURANÇA

☐ EXTERNA ☐ INTERNA
☐ RESERVADA

PALAVRAS CHAVES

aminoácidos livres, composição e concentração, Mata Atlântica, tolerância à poluição, espécies vegetais, Metabolismo, estresse hídrico

CÓDIGO E TÍTULO DO PROJETO

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
--------------------------	--------------	--------------------

Este trabalho avalia a composição de aminoácidos livres em plantas da Mata Atlântica consideradas sensíveis aos poluentes atmosféricos de Cubatão – SP, a fim de verificar a fitotoxicidade dos atuais níveis de poluição atmosférica da região.

Foram avaliados os teores foliares de aminoácidos livres de três espécies vegetais (*Pterocarpus rohrii*, *Psidium cattleianum* e *Euterpe edulis*) mantidas por 18 meses em viveiros instalados no Vale do Rio Moji – área afetada por fluoretos gasosos, amônia, óxido de nitrogênio, sulfatos, nitratos e fosfatos particulados; no Caminho do Mar – área afetada por hidrocarbonetos, dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio, ozona e PAN (peróxido de acetonitrila) e no Vale do Rio Pilões – área utilizada como controle.

As folhas congeladas em campo, liofilizadas e moídas foram submetidas a uma extração com NaCl 0,1M. O extrato foi purificado e os aminoácidos analisados por cromatografia de troca iônica em autoanalisador (Beckman).

Neste estudo, duas espécies (*P. cattleianum* e *E. edulis*) apresentam características de tolerância à poluição atmosférica: correlação entre concentração foliar de amônia e aminoácidos livres e aumento da concentração de aminoácidos livres nas áreas poluídas. O aumento da concentração de aminoácidos livres nas áreas poluídas indica que, apesar de tolerantes à poluição atmosférica, esses vegetais estão sob estresse.

P. rohrii não apresenta correlação entre concentração foliar de amônia e aminoácidos livres. Apresenta alta concentração de aminoácidos livres na área de controle e baixa concentração nas áreas poluídas. Esses dados mostram que *P. rohrii* está com seu metabolismo deprimido nas áreas poluídas, indicando que este vegetal é sensível aos poluentes da região.

Prolina livre foi detectada em *P. rohrii* apenas nas duas áreas poluídas. Este aminoácido tem sido apresentado na literatura como indicador de estresse hídrico. Este resultado coloca *P. rohrii* com potencial bioindicador de estresse hídrico e este estado pode ser um estresse secundário, provocado por poluentes da região.

OBSERVAÇÕES

USO DA BIBLIOTECA

Local	Editora
Idioma	
Português ☐ Inglês ☐ Espanhol ☐ Francês ☐ Alemão ☐ Italiano ☐	
Série ☐	

EQUIPE TÉCNICA

Kátia Maria Diniz - CETESB

Rosa Maria Cerdeira Barros - FCF-USP

Úrsula Maria Lanfer Marquez - FCF-USP

Desenhos

Marisa Cury

Agradecimentos

José Bezerra de Sousa - CETESB

Suzana Ehlin Martins - SMA

Prof. Dr. Ladislau Sodek - UNICAMP

1. HISTÓRICO

Um dos ecossistemas brasileiros que vem sofrendo o impacto da poluição atmosférica é a Mata Atlântica. Parte desse ecossistema, situada na Serra do Mar, no município de Cubatão, estado de São Paulo, vem sendo degradada por poluentes gerados pelo pólo petroquímico e siderúrgico implantado na região a partir da década de 50.

Entre os poluentes atmosféricos da região destacam-se como primários: fluoretos gasosos e amônia, emitidos principalmente pelas indústrias de fertilizantes; óxidos de enxofre e de nitrogênio, hidrocarbonetos e materiais particulados emitidos por diversas fontes. Dentre os poluentes secundários: ozônio e PAN (peróxido de acetonitrila).

A ação dos poluentes levou à degradação da cobertura vegetal que por sua vez acelerou os processos erosivos e os movimentos de massa nas escarpas da Serra do Mar, com graves conseqüências ambientais, sociais e econômicas.

No início da década de 80, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB (CETESB, 1984 e POMPEIA, 1986) iniciou uma série de pesquisas visando identificar as principais formas de ação dos poluentes sobre as espécies vegetais, a fim de fornecer subsídios às ações de controle das fontes emissoras, a projetos de recuperação de áreas degradadas por poluição e à seleção de espécies bioindicadoras de poluentes atmosféricos.

As espécies vegetais foram classificadas em dois grupos: tolerantes e sensíveis. As tolerantes englobam as espécies que apresentam diferentes graus de resistência aos poluentes atmosféricos e que vêm mantendo populações relativamente estáveis nas áreas atingidas pela poluição. As sensíveis englobam as espécies ausentes (identificadas por meio de cortes anatômicos do lenho) ou raras nas áreas poluídas.

Primeiramente foram realizados estudos com as espécies vegetais consideradas tolerantes para posteriormente estudar as espécies vegetais consideradas sensíveis. Estes estudos são realizados por meio de alguns parâmetros de indicação de estresse vegetal provocado por poluição atmosférica como: análises químicas (teor foliar de macro e micronutrientes e fluoretos), análises bioquímicas (aminoácidos livres, taninos e ácido ascórbico), avaliação de trocas gasosas (fotossíntese, respiração e condutância estomática), bem como aspectos anatômicos foliares.

Este trabalho foi realizado em cooperação com o Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP.

2. INTRODUÇÃO

Os aminoácidos e outros compostos nitrogenados solúveis exercem papéis essenciais no metabolismo da planta. Por serem os principais produtos da assimilação do nitrogênio e precursores de proteínas e ácidos nucleicos, há interesse na investigação da influência do estresse ambiental sobre o seu metabolismo.

Numerosos estudos indicam que plantas sujeitas a estresse ambiental apresentam acúmulo de aminoácidos livres. Esse acúmulo foi observado em diferentes tipos de estresse: hídrico, osmótico, por temperatura, por acidez intracelular, patológico, por injeção exógena de amônia, por deficiência mineral e por poluentes atmosféricos

(DOHMEN, 1990; MIFLIN, 1980; RABE, 1990; VINCENT, 1990). Um denominador comum entre as condições de estresse é a redução da taxa de crescimento do vegetal. Como não há inibição retroativa da absorção de nitrogênio, a falta de processos anabólicos (síntese proteica e crescimento) leva a um acúmulo de amônia (RABE, 1990) (Figura 1). Sabe-se que alguns vegetais são capazes de destoxificar a amônia por meio de síntese de aminoácidos (DOHMEN, 1990; MIFLIN, 1980; RABE, 1990; VINCENT, 1990), embora não se conheça as diferenças de metabolização em vegetais considerados sensíveis e em vegetais considerados tolerantes.

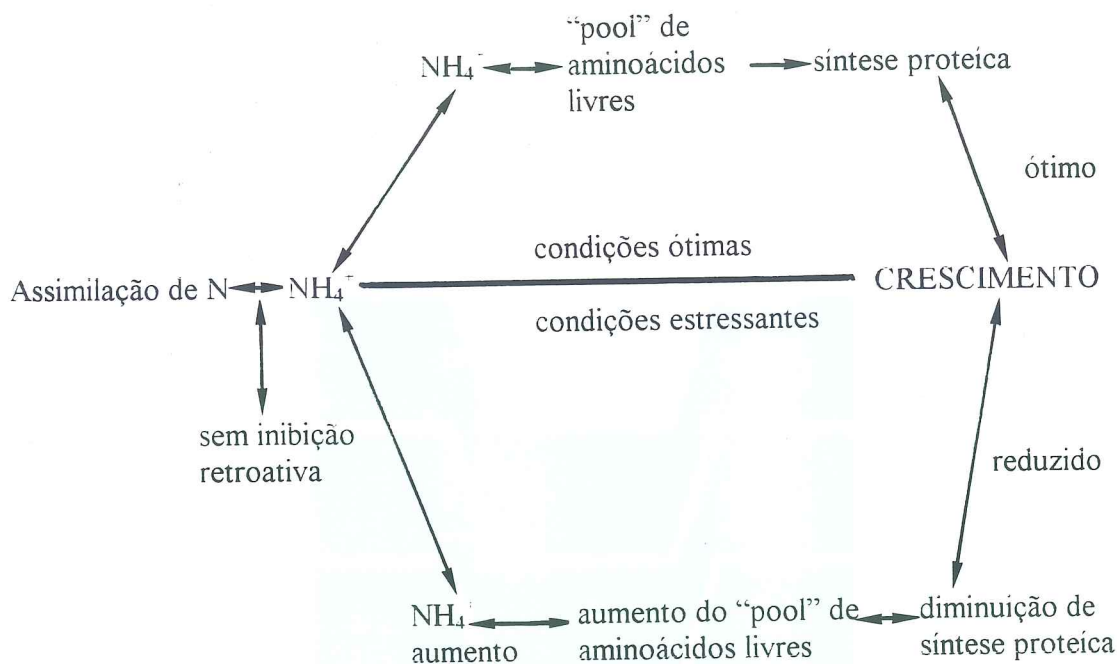


Figura 1 - Delineamento esquemático de hipóteses
fonte: RABE (1990)

3. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é a avaliação da composição de aminoácidos livres em plantas da Mata Atlântica consideradas sensíveis aos poluentes atmosféricos de Cubatão - SP, a fim de verificar a fitotoxicidade dos atuais níveis de poluição atmosférica da região. As alterações metabólicas provocadas por poluentes, impedindo ou prejudicando o desenvolvimento do vegetal, constituem elemento para estipulação de níveis de emissão das fontes poluidoras. A correlação entre a alteração metabólica e o poluente que a provocou pode selecionar bioindicadores vegetais de poluentes atmosféricos.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Em continuidade ao trabalho realizado anteriormente com espécies resistentes (AZEVEDO, 1995) e seguindo a mesma linha de pesquisa, foram selecionadas 5 espécies de plantas jovens da Mata Atlântica, consideradas sensíveis a poluentes atmosféricos, cujas características são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1: Espécies da Mata Atlântica selecionadas para análise do teor foliar de aminoácidos livres

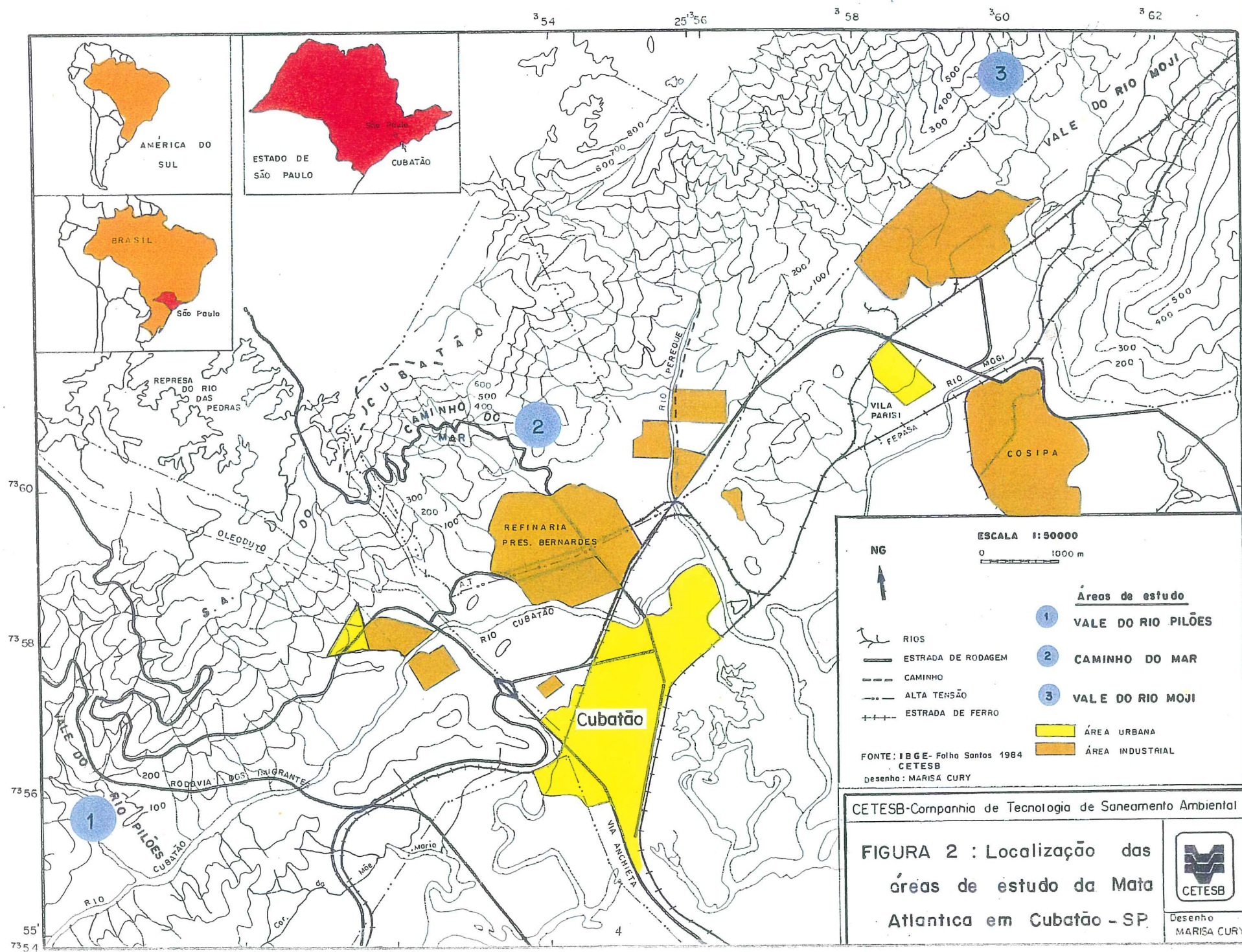
Espécie	Família	Hábito	Velocidade de crescimento	Tolerância à sombra	Grupo Ecológico de Sucessão*
<i>Cryosophyllum sp</i>	Sapotaceae	árvore	média	tolerante	secundária
<i>Euterpe edulis</i>	Arecaceae	palmeira	média	tolerante	climática
<i>Psidium cattleianum</i>	Myrtaceae	arbusto ou arvoretas	média	tolerante (heliófila)	secundária
<i>Pterocarpus rohrii</i>	Fabaceae	árvore	média	pouco tolerante (heliófila)	secundária
<i>Zigia cauliflora</i>	Mimosaceae	árvore	média	tolerante	secundária

* Baseado em BUDOWSKI (1965)

Essas plantas foram cultivadas em vasos contendo cerca de 10 Kg de solo de interior de mata e mantidos por 18 meses em condições de capacidade de campo sob tela de sombrite (50%) em viveiros instalados no Vale do Rio Moji (VM) - área afetada por fluoretos gasosos, amônia, óxidos de nitrogênio, sulfatos, nitratos e fosfatos particulados; no Caminho do Mar (CM) - área afetada por hidrocarbonetos, dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio, ozona e PAN (peróxido de acetonitrila), tendo em vista os tipos de indústrias localizadas nas respectivas áreas de influência (ALONSO & GODINHO, 1992), e no Vale do Rio Pilões (VP) - área utilizada como controle (Figura 2). As áreas foram selecionadas com base no perfil das indústrias da região, e nos dados de qualidade do ar fornecidos pela CETESB (ALONSO, 1992).

Foram coletadas amostras foliares de posição padrão (de 3ª a 5ª inserções do pecíolo), congeladas em campo com gelo seco, liofilizadas, moídas em moinho de facas de laboratório (Janke & Kunkel) e passadas em tamis de 0,250 mm de abertura. Os aminoácidos livres foram extraídos a partir de 0,3 g de amostra seca com 5 ml de NaCl 0,1 M por 3 horas sendo as proteínas co-extraídas, precipitadas pela adição de ácido tricloroacético (TCA). Acrescentou-se lentamente e sob agitação, 1 ml de TCA 30% aos 5 ml da suspensão, resultando numa concentração final de 5% de TCA. A suspensão foi mantida sob leve agitação durante 12 horas e centrifugada a 12100 x g por 30 minutos. Lavou-se o precipitado por mais duas vezes com 2 ml de TCA a 5% e combinou-se os sobrenadantes. Ajustou-se o pH para 2,2 com HCl 0,1 M e o volume foi completado para 10 ml em balão volumétrico. Acrescentou-se 0,5 ml de tampão Na-S (Beckman) a 1,0 ml da amostra e filtrou-se a solução em membrana Millipore de 0,22 µ.

A análise quali e quantitativa dos aminoácidos livres foi feita por cromatografia em autoanalisador Beckman modelo 7300 (Beckman Instruments Inc., CA) acoplado a um integrador Hewlett Packard. O cálculo da concentração de cada aminoácido foi feito pela integração da área sob os picos da amostra em comparação à área dos picos de uma mistura padrão de aminoácidos (Beckman) à qual se acrescentou sulfóxido de metionina, sulfona de metionina e ácido cisteico. A norleucina foi utilizada como padrão interno. Esses reagentes são de procedência Sigma. Juntamente com aminoácidos livres, foram determinadas as concentrações de amônia.



CETESB-Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

FIGURA 2 : Localização das áreas de estudo da Mata Atlântica em Cubatão - SP.



Desenho
MARISA CURY

5. RESULTADOS

Por problemas de estocagem e quantidade de amostra, das 5 espécies vegetais estudadas, apenas 3 puderam ter seus dados avaliados. São elas: *Euterpe edulis*, *Psidium cattleianum* e *Pterocarpus rohrii*.

O perfil de aminoácidos livres de 3 das espécies avaliadas é apresentado na figura 3, sendo os resultados expressos em g de cada aminoácido por 100g de amostra seca.

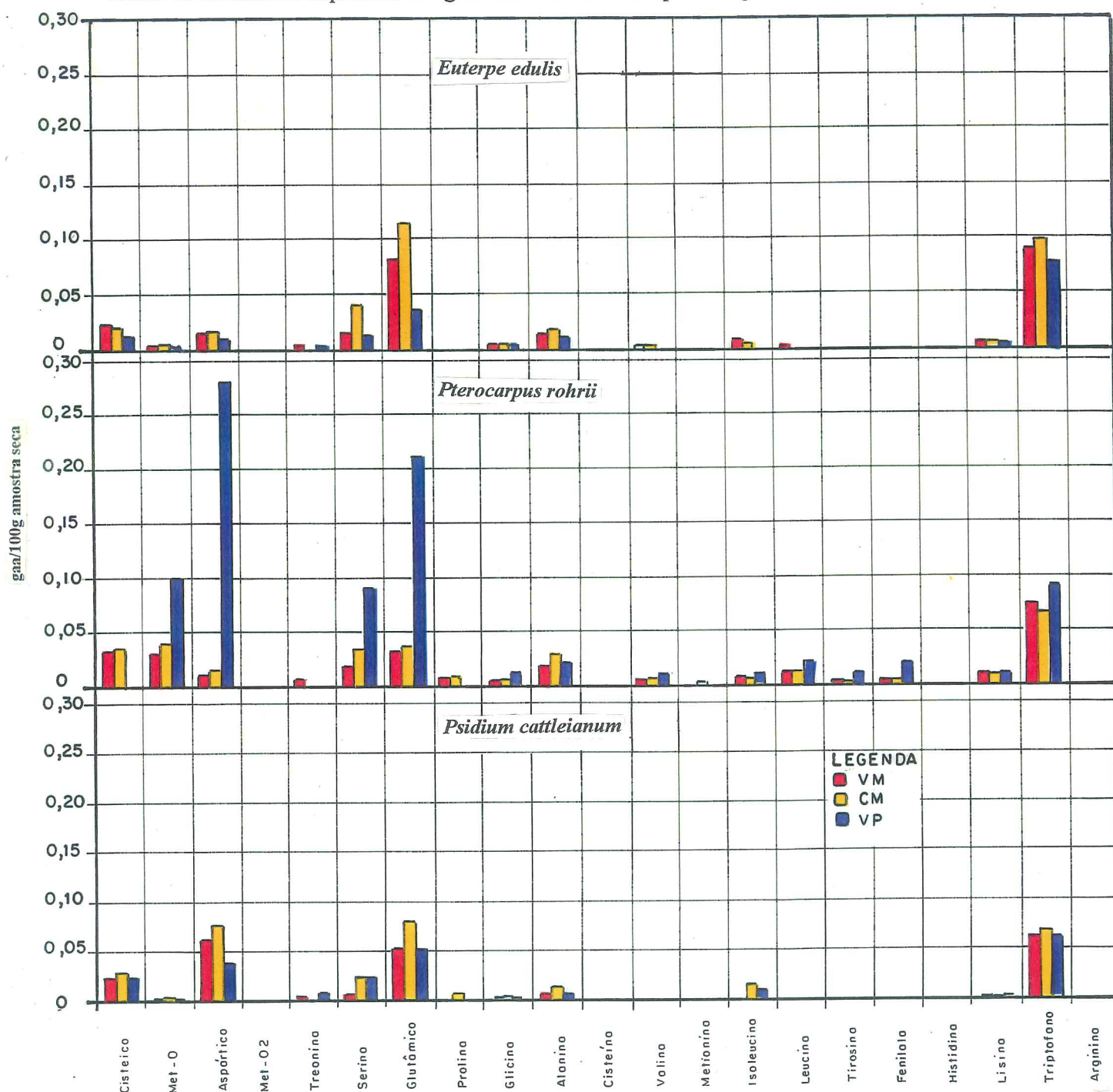


Figura 3 - Composição e concentração de aminoácidos livres (g/100g de amostra seca) em três espécies da Mata Atlântica expostas no Vale do Moji (VM), Caminho do Mar (CM) e Vale dos Pilões (VP)

O teor de aminoácidos livres total de *Pterocarpus rohrii* na área controle é da ordem de 0,9 g/100g de amostra seca, muito maior que nas áreas poluídas. Nas duas regiões poluídas (Vale do Moji e Caminho do Mar), atingiu um teor de apenas 0,3 g/100g de amostra seca (Figura 4).

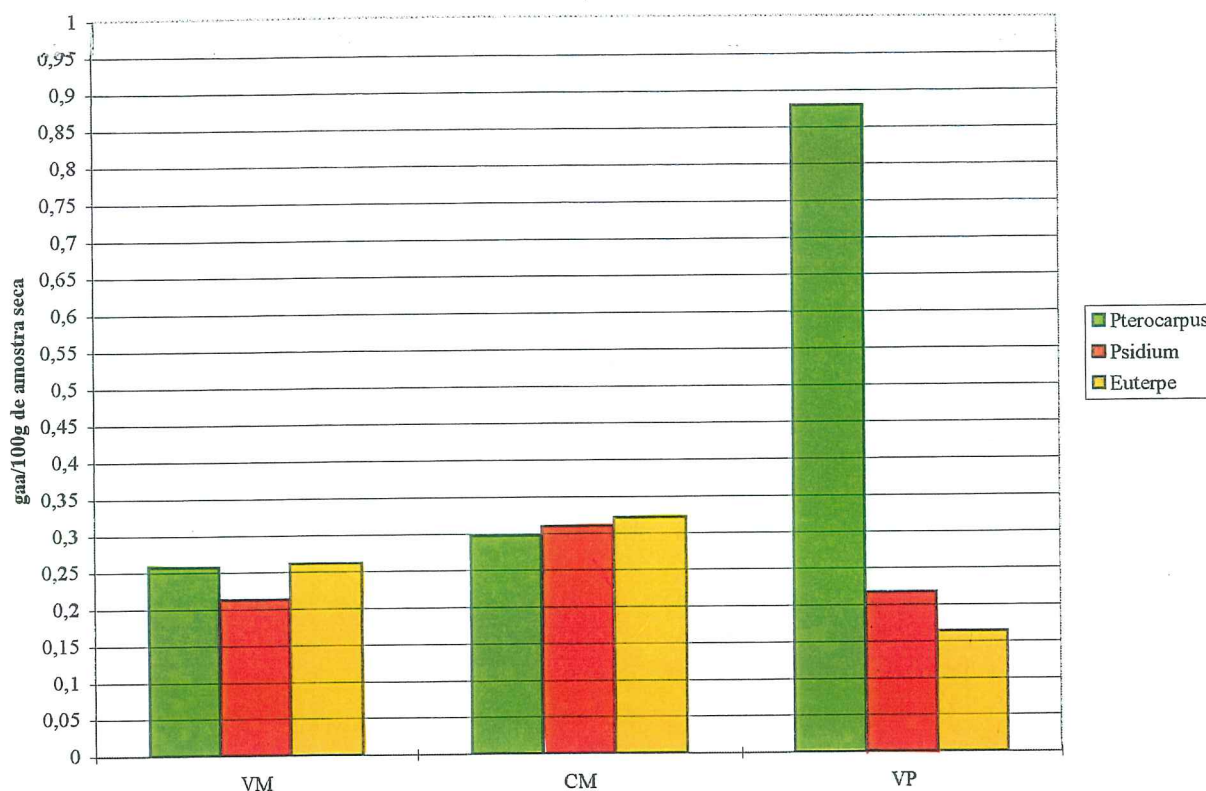


Figura 4 - Total de aminoácidos livres (g/100g de amostra seca) em três espécies da Mata Atlântica expostas no Vale do Moji (VM), Caminho do Mar (CM) e Vale dos Pilões (VP)

Os aminoácidos livres apresentados em maior concentração para *Pterocarpus rohrii* na área controle são ácido aspártico, ácido glutâmico, triptofano, serina e metionina sulfóxido (Figura 3).

Não foi identificada arginina, histidina nem cisteína em nenhuma das três espécies em nenhum dos três pontos estudados (Figura 3).

Prolina livre foi detectada em *Pterocarpus rohrii* apenas nas duas áreas poluídas. Este aminoácido tem sido normalmente apresentado na literatura como indicador de estresse hídrico (Figura 3).

Pterocarpus rohrii apresentou sulfóxido de metionina, produto da oxidação de metionina, nas 3 áreas de estudo. A forma oxidada da metionina é rara de ser encontrada e no nosso caso foi detectada para *Pterocarpus rohrii* nas três áreas de estudo, com predominância na área controle. Este dado merece um estudo mais aprofundado, incluindo a confirmação da identidade deste aminoácido. Confirmada a identidade, deve-se avaliar se a detecção de metionina na forma oxidada é uma característica do vegetal ou se é dependente das condições oxidantes da região e/ou solo (Figura 3).

A presença de um aminoácido preliminarmente identificado como ácido cisteico, exige confirmação. O ácido cisteico é a forma oxidada da cisteína e, assim como a metionina oxidada, é rara de ser encontrada. No nosso estudo, foi detectada nas três regiões, bem como nas três espécies estudadas (exceto para *Pterocarpus rohrii* na área controle). Não há explicação para a ocorrência de ácido cisteico nas 3 regiões, bem como nos 3 vegetais estudados, fazendo suspeitar de outro aminoácido erroneamente identificado como ácido cisteico ou, caso seja confirmada sua identidade, deve-se avaliar se é uma característica dos vegetais em estudo ou se é dependente das condições oxidantes da região e/ou solo (Figura 3).

Psidium cattleianum apresentou teor de aminoácidos livres totais muito reduzido nas 3 regiões, atingindo no máximo 0,3 g/100g amostra seca. Os teores mais elevados foram atingidos nas áreas poluídas (Figura 4). Devido à reduzida concentração de aminoácidos livres nesta espécie, alguns aminoácidos não puderam ser detectados. Predominaram novamente ácido glutâmico, ácido aspártico e triptofano.

O perfil de aminoácidos livres de *Euterpe edulis* é semelhante ao de *Psidium cattleianum* (Figura 3).

Euterpe edulis e *Psidium cattleianum* apresentam uma tendência a acumular aminoácidos livres à medida que aumenta a concentração de amônia foliar (Figura 5).

Pterocarpus rohrii não apresenta correlação entre concentração foliar de amônia e aminoácidos livres. Para esta espécie há pouca variação na concentração foliar de amônia e a concentração de aminoácidos livres é bastante alta na área controle (Figura 5).

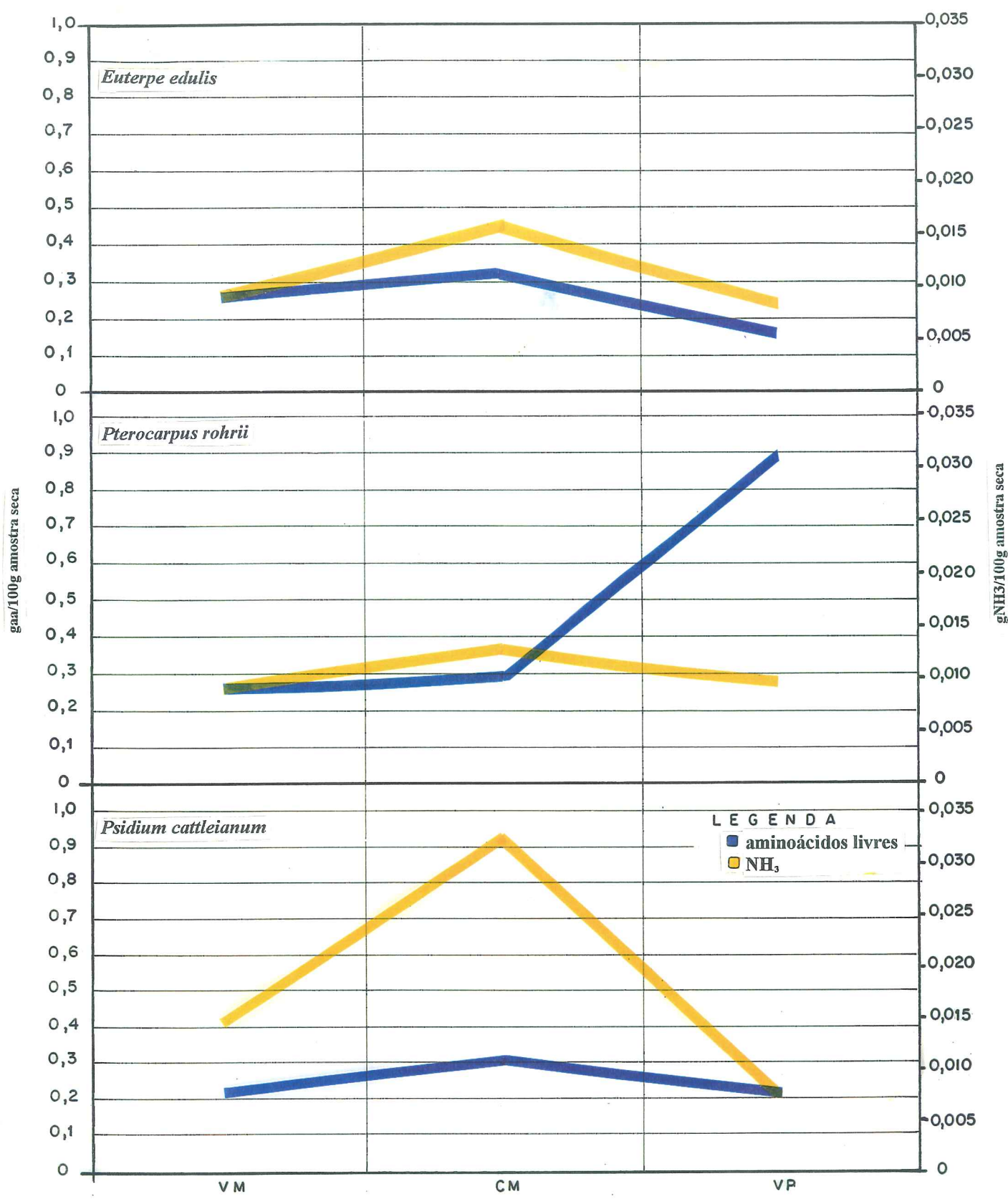


Figura 5 - Correlação entre concentração de aminoácidos livres (g/100g de amostra seca) e amônia (g/100g de amostra seca) em três espécies da Mata Atlântica expostas no Vale do Moji (VM), Caminho do Mar (CM) e Vale dos Pilões (VP)

6. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Pterocarpus rohrii, *Psidium cattleianum* e *Euterpe edulis* foram anteriormente classificadas como espécies sensíveis (AIDAR, 1988) baseado na ausência ou na raridade destes vegetais em áreas poluídas. Neste estudo, duas dessas espécies (*Psidium cattleianum* e *Euterpe edulis*) apresentam algumas características metabólicas de tolerância à poluição atmosférica.

A avaliação dos resultados deste trabalho e do estudo de aminoácidos livres em plantas tolerantes (DINIZ et al, 1994) indicam que as plantas tolerantes à poluição atmosférica de Cubatão têm se mostrado estressadas. As plantas sob estresse, diminuem seus processos anabólicos, mas continuam absorvendo nitrogênio (RABE, 1990). Este nitrogênio é reduzido a amônia que é tóxica para a planta. Para evitar os danos causados pela amônia, o vegetal captura esta amônia num esqueleto carbônico, sintetizando um aminoácido. Desta forma, essas plantas conseguem sobreviver em áreas poluídas, embora sob estresse. As espécies consideradas sensíveis parecem não ser dotadas deste mesmo mecanismo metabólico, tendo seu metabolismo deprimido em presença de amônia, não conseguindo destoxicá-la na forma de aminoácidos livres.

Euterpe edulis e *Psidium cattleianum* apresentam uma correlação entre a concentração de amônia foliar e de aminoácidos livres, sinalizando que estes vegetais conseguem livrar-se da amônia, que é bastante tóxica, sintetizando aminoácidos livres. O aumento da concentração de aminoácidos livres nesses vegetais nas áreas poluídas é um sintoma de que, embora tolerantes aos poluentes, esses vegetais estão estressados.

Este trabalho, foi realizado com plantas jovens, em pleno potencial de crescimento. A alta concentração de aminoácidos livres na área controle para *Pterocarpus rohrii* e a não correlação deste aumento com o aumento da concentração de amônia foliar são um indicador de que esta síntese de aminoácidos livres na área controle pode dever-se ao fato de a planta estar em fase de crescimento e sintetizando aminoácidos para estruturar as proteínas de seu desenvolvimento.

A baixa concentração de aminoácidos livres em *Pterocarpus rohrii* nas áreas poluídas em relação ao controle, acompanhada de um pequeno aumento na concentração de amônia foliar pode ser um indicador de que este aumento de amônia é suficiente para deprimir o metabolismo e o desenvolvimento de *Pterocarpus rohrii*.

No caso de *Pterocarpus rohrii*, o aumento de aminoácidos livres parece não se relacionar com a destoxificação da amônia. Ainda não foi determinado o limiar superior de concentração de amônia em folhas para nenhuma espécie (RABE, 1990), entretanto, *Pterocarpus rohrii*, caracterizada como sensível neste estudo, não existe na região do Vale do Moji onde, além de muitos outros poluentes fitotóxicos e estressantes para a vegetação, há elevada concentração de amônia atmosférica.

Outra espécie vegetal estudada anteriormente, *Miconia cabucu* (DINIZ et al, 1994), apresenta o mesmo perfil de *Pterocarpus rohrii*, ou seja, não apresenta correlação entre o aumento da concentração de aminoácidos livres e a concentração de amônia foliar (Figuras 6 e 7). Acredita-se que isto seja um indicador de que estes vegetais não têm a capacidade de se livrar da amônia sintetizando aminoácidos livres.

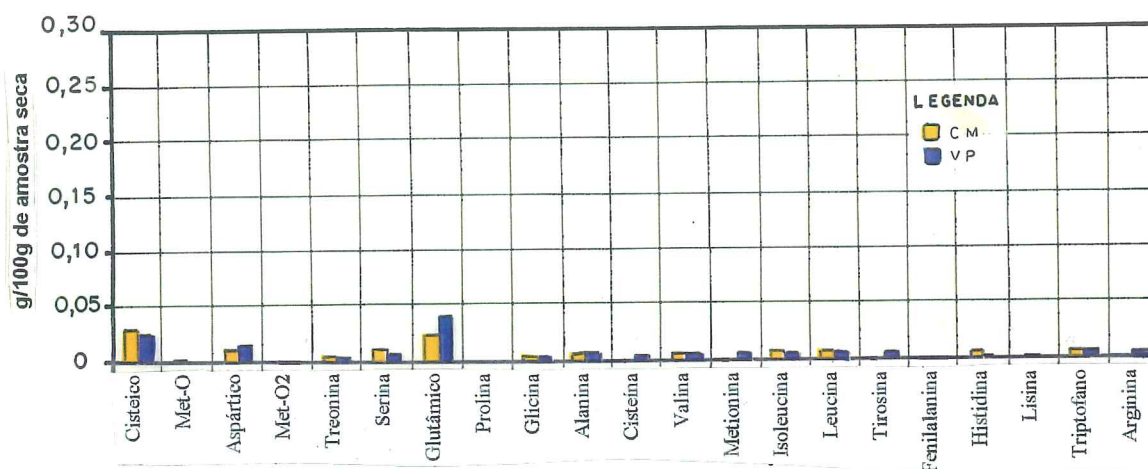


Figura 6 - Composição e concentração de aminoácidos (g/100g de amostra seca) livres em *Miconia cabucu* do Caminho do Mar (CM) e do Vale dos Pilões (VP)

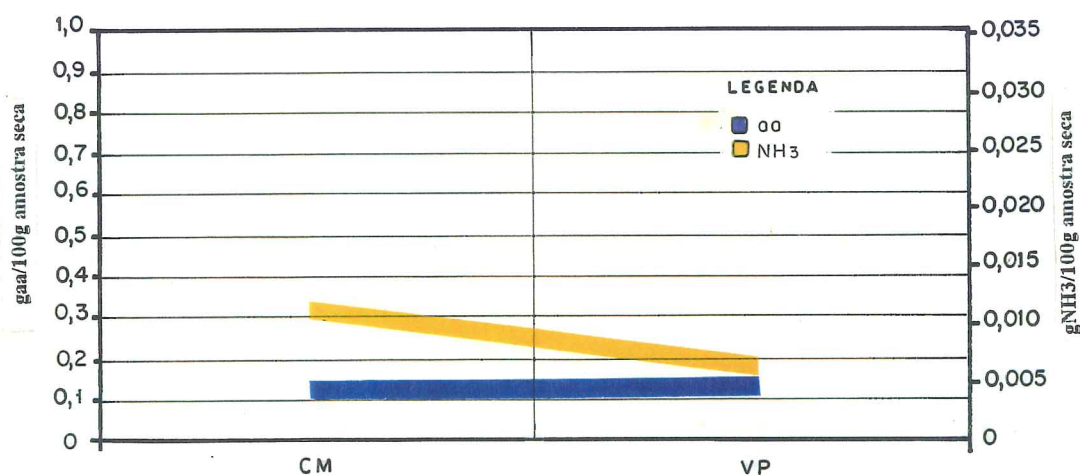


Figura 7 - Correlação entre concentração de aminoácidos livres (g/100g de amostra seca) e amônia (g/100g de amostra seca) em *Miconia cabucu* do Caminho do Mar (CM) e do Vale dos Pilões (VP)

A comparação entre a concentração de aminoácidos livres na área controle entre *Miconia cabucu* e *Pterocarpus rohrii* talvez não seja válida uma vez que o estudo com *Miconia cabucu* foi um estudo passivo, com plantas adultas, enquanto que o estudo com *Pterocarpus rohrii* foi ativo, realizado com mudas de plantas jovens. Observa-se que essas duas espécies não existem naturalmente na região do Vale do Moji.

Há correlações entre a capacidade de algumas plantas em acumular compostos nitrogenados específicos e sua habilidade em tolerar um estresse ambiental específico (STEWART, 1980). A prolina é um aminoácido apresentado na literatura como indicador de estresse hídrico no vegetal. *Pterocarpus rohrii* apresenta prolina livre apenas nas áreas poluídas. O fato de não ter havido deficiência de água no experimento indica que a presença de prolina livre nas áreas poluídas não se deve à carência de água, mas pode indicar que este vegetal encontra-se em estresse hídrico secundário, ou seja, um estresse hídrico que pode ter como causa desequilíbrios metabólicos provocados por poluentes.

A classificação de *Euterpe edulis* e *Psidium cattleianum* como espécies sensíveis à poluição atmosférica de Cubatão deve ser reavaliada. O critério utilizado para esta classificação - ausência ou raramente encontradas nas áreas poluídas - pode não ser adequado. No caso de *Euterpe edulis*, o palmito, sua ausência pode ser devida à extração, visto que as áreas mais poluídas são também as que sofreram maior ocupação.

A caracterização das espécies vegetais como tolerante ou sensível aos atuais níveis de poluentes atmosféricos de Cubatão é importante sob diversos aspectos. Se há interesse em manter a biodiversidade da região, os limites de emissão das fontes poluidoras devem ser alterados a fim de não haver danos para as espécies sensíveis, preservando-as.

As espécies resistentes são as mais indicadas para serem utilizadas no primeiro estágio de programas de recuperação de áreas degradadas por poluição. O segundo estágio para recuperação de áreas degradadas dá-se com a reintrodução das espécies sensíveis e seu desenvolvimento é dependente dos limites de poluentes tolerados por estas espécies. O direcionamento do estudo de um vegetal como bioindicador de um poluente é embasado em alguns parâmetros, dentre os quais a tolerância ou sensibilidade do vegetal a este poluente.

Segundo os parâmetros avaliados neste trabalho, mesmo as espécies tolerantes à poluição atmosférica de Cubatão estão sob estresse.

Há ainda uma grande lacuna no conhecimento do efeito da poluição atmosférica sobre aminoácidos e proteínas. As informações são geralmente fragmentadas e uma dinâmica envolvendo toda a planta é difícil de ser visualizada. Este trabalho apresentou alguns resultados quanto a poluentes de uma maneira geral podendo extrapolá-los para poluentes nitrogenados, mas ainda há muito a ser feito quanto aos poluentes sulfurados.

BIBLIOGRAFIA

- AIDAR, M. P. M.; POMPEIA, S. L.; CHIMELO, J. P.. **Espécies arbóreas da Serra do Mar sensíveis à poluição atmosférica do pólo industrial de Cubatão-SP.** Relatório Técnico. São Paulo, setembro 1988.
- ALONSO, C. D. & GODINHO, R. A evolução da Qualidade do Ar em Cubatão in: **Química Nova** 15(2): 126-136. São Paulo, 1992.
- 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).
- BUDOWSKI, G. 1965. Distribution of tropical american rain forest species of sucessecional processes. **Turrialba**. 15 (1) : 40-42.
- CETESB. **Poluição atmosférica e seus efeitos sobre as plantas - Uma revisão.** Relatório Técnico. São Paulo, 1984
- DINIZ, K.M. et al. Composição de aminoácidos livres em plantas da Mata Atlântica sob estresse provocado por poluentes atmosféricos em Cubatão-SP. **X Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo.Santos-SP**, setembro 1994. In: **Anais...**
- DOHMEN, G.P. et al. Biochemical response of norway spruce (*Picea abies*) towards 14 month exposure to ozone and acid mist: effects to amino acid and polyamine titers. **Environmental Pollution**, 64 (1990), 375-383.
- MIFLIN, B.J. et al. Ammonia assimilation. In: **The Biochemistry of Plants** (Stumpf, P.K. e Conn, E., Eds) Vol 5. Academic Press, New York, 1980.
- POMPEIA, S. L.; AIDAR, M. P. M.; MARTINS, S. E.; MIZOGUCHI, C. **Relatório à CETESB sobre o problema da poluição do ar em Cubatão e sua associação com danos nos entornos da Serra do Mar.** Relatório Técnico. São Paulo, agosto de 1986.
- RABE, E. Stress Physiology: The functional significance of accumulation of nitrogen-containing compounds. **Journal of Horticultural Science** 65 (1990) 231-243.
- STEWART, G.A. et al. Accumulation of amino acids and related compounds in relation to environmental stress. In: Miflin, B.J. **The Biochemistry of Plants** (Stumpf, P.K. e Conn, E., Eds) Vol 5. Academic Press, New York, 1980.
- VINCENT, J.P. Influence d'une atmosphere urbaine sur les diferentes fonctions d'une espece Lichenique. Etude *in situ* et en Chambres Experimentales. **The Science of the Total Environment**. 95 (1990) 167-180.

Data Aquis.:	15 / 1 / 98
Indic.:	
Livraria:	
Preço: R\$	
Data Receb.:	15 / 1 / 98