

011171/1.981

8502  
P695d(RCET)  
011171  
V.1



011171

02183



ARQUIVO TECNICO

DEGRADAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL DA  
SERRA DO MAR EM CUBATÃO - AVALIAÇÃO  
PRELIMINAR

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL  
BIBLIOTECA  
AV. PROF. FREDERICO HERMANN JR., 345 CEP 05489 PINHEIRO  
SÃO PAULO - BRASIL

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB

Engº Camal A. S. Ramen

DIRETOR DE ENGENHARIA E AÇÃO REGIONAL

Dr. Marcel Protesco

DIRETOR PRESIDENTE

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB



Farm. Biog. Glória Maria de Sobral Paasck  
Geog. Maria Eugênia M. Costa Ferreira  
Engº Regis Neto  
Téc.Quím. Anivaldo José Barnotki

Equipe Técnica:

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL  
BIBLIOTECA  
AV. PROF. FREDERICO HERMANN JR. 345 CEP 05489 - PINHEIRO  
SAO PAULO - BRASIL

ASSISTÊNCIA DE COORDENAÇÃO DAS REGIONAIS  
Engº Paulo Salvador Filho  
Coordenador

Elaborado pela

1. INTRODUÇÃO ..... 8

2. A ÁREA EM ESTUDO ..... 11

    2.1 Generalidades ..... 11

    2.2 uso do solo ..... 12

3. ASPECTOS MORFOLÓGICOS E CLIMÁTICOS DA REGIÃO. 17

    3.1 Morfoestrutura e processos morfogenéticos. 17

    3.2 Aspectos climáticos..... 27

4. ASPECTOS DA VEGETAÇÃO PRIMITIVA ..... 44

5. A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA - ESTIMATIVAS DE EMIS- 47

    SÕES EM CUBATÃO .....

6. EFEITOS DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NA COBERTURA 58

    VEGETAL .....

    6.1 Considerações sobre a fitotoxidade dos 58

    principais poluentes emitidos na região

    6.2 Degradação da cobertura de líquens e sua 58

    relação com os graus de poluição do ar no

    município .....

7. CONDIÇÕES ATUAIS DA COBERTURA VEGETAL DA ENCOSTA 83

    DA SERRA DO MAR EM CUBATÃO .....

8. DISCUSSÃO DOS DADOS OBTIDOS ..... 89

Pag. 8

ÍNDICE

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL  
 BIBLIOTECA  
 AV. PROF. FREDERICO HERMANN JR., 345 CEP 05489 - PINHEIROS  
 SÃO PAULO - BRASIL



ILUSTRAÇÃO FOTOGRÁFICA

ANEXO

9. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA ..... 99

10. DOCUMENTAÇÃO E TEXTOS DE CUNHO CARTOGRAFICO E AEROFOTOGRAFICO UTILIZADOS ..... 104

1. INTRODUÇÃO

O desaparecimento da floresta tropical de encosta intensifica os processos de deslizamentos da terra e movimentação de regolito decomposto; o material transportado termina por depositar-se ao pé da vertente, na planície ocupada pelos estabelecimentos fabris. Os transtornos causados pelos escorregamentos já começam a

Como decorrência da concentração do ar poluído junto à escarpa da Serra do Mar, que circunda o núcleo industrial ao norte, noroeste e oeste ocorrem níveis de poluição muito elevados, responsáveis pela degradação da qualidade de vida na planície e destruição da cobertura vegetal, sobretudo nas encostas serranas que ladeiam o curso do Rio Mogi, terras pertencentes à Reserva Biológica de Parapiacaba.

O município de Cubatão apresenta sérios problemas de poluição do ar causada pela conjugação de dois fatores, sendo um de origem antropológica e outro natural: uma intensa atividade industrial siderúrgica, petroquímica e de fabricação de fertilizantes alia-se um sítio morfológico inteiramente desfavorável à dispersão dos poluentes.

O presente estudo tem como objetivo básico a avaliação preliminar da cobertura vegetal da Serra do Mar, em Cubatão, com enfoque particular dos efeitos da poluição aérea como contribuinte da degradação aí existente.

1. INTRODUÇÃO

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL  
 BIBLIOTECA  
 AV. PAOL. FREDERICO HERMANN JR., 345 CEP 05489 - PINHEIRO  
 SÃO PAULO - BRASIL



Para tanto, foram estudados os aspectos quantitativos e qualitativos dos poluentes emitidos, a distribuição da poluição por graus de intensidade no município, os efeitos fitopatológicos dos principais contaminantes e o estado atual da vegetação florestal. Estes dados foram confrontados com as condições morfológicas e climáticas da área, com o fim de explicar o fenômeno e melhor caracterizá-lo.

Caracterizaram-se os poluentes especialmente nocivos à vegetação, os estágios de degradação da floresta e a distribuição espacial do fenômeno.

atingir os terrenos da Ultrafértil e ameaçam as instalações da Union Carbide e da COPBRAS; além disso, a acumulação de material detritico no leito do Rio Mogi, que canaliza todas as águas da hidrografia local, contribui para o assoreamento desse curso d'água prejudicando o escoamento normal.

2. ÁREA EM ESTUDO

A avaliação dos danos causados pelo ar po-  
 luido à vegetação florestal que recobre as encos-  
 tas da Serra do Mar é importante porque, embora não  
 se trate de uma zona de ocupação humana efetiva, a  
 destruição da cobertura vegetal pode desencadear os  
 movimentos de massa; estes são comuns na região, mes-  
 mo sob condições de equilíbrio geocológico. O  
 material transportado acabaria por depositar-se ao  
 pé da vertente, às vezes mediante episódios cata-  
 stróficos de deslizamentos de terra no final da  
 estação chuvosa.

Considerou-se prioritária ao se avaliar os  
 danos causados à cobertura vegetal pela poluição do  
 ar em Cubatão toda a área de encostas da Serra  
 do Mar - localmente denominada Serra do Cubatão, Serra  
 do Mogi ou Serra do Paramapicaba - e também o  
 espigão avançado da Serra do Morrao na sua face  
 noroeste, voltada para o núcleo industrial da baixã  
 da.

2.1 Generalidades

2. A ÁREA EM ESTUDO



Além da excessiva concentração e proximidade dos estabelecimentos fabris entre si, existe o problema dos núcleos habitacionais da Vila Parisi e Jardim São Marcos, situados em plena zona industrial. O centro citadino de Cubatão está em posição mais favorável, desde que fica na periferia do território industrial; também o padrão dos ventos

Os terrenos escarpados e os de mangue apresentam, ao contrário, ocupação efetiva quase nula, seja quanto ao uso industrial, como habitacional. Descam-se apenas alinhamentos das vias de circulação - rodovias e ferrovias - das adutoras de água e dos oleodutos.

A concentração de estabelecimentos fabris e núcleos de população num espaço tão exiguo é agravada pela disposição da Serra do Morrao que, projetando-se à frente da escarpa da Serra do Mogi, delimita com esta um corredor estreito ladeado por vertentes abruptas com mais de 700 metros de desnível em relação à planície.

O padrão de uso do solo existente (Mapa 1) decorre fundamentalmente da morfologia local: apresenta uma estreita faixa de terra plana - cerca de 4 km de largura por 12 km de comprimento - encravada entre as vertentes da Serra do Mar e dos morros industriais de Cubatão e os principais núcleos habitacionais e urbanos.

## 2.2 Uso do solo

Os aterros são comuns em Cubatão, tanto com fins de conquistar terrenos aos brejos e mangues e a própria área montanhosa onde a declividade muito é levada impede um aproveitamento adequado. A retirada de terra do sopé de alguns morros isolados

observa-se que a expansão da zona industrial tende a efetuar-se ao longo do corredor formado pelo Vale do Rio Mogi, totalmente inadequado para esse fim: além de acentuar os problemas de concentração de ar poluído numa área que já apresenta evidências de séria degradação ambiental, a poluição de rea poderia atingir de maneira muito intensa o núcleo de Paranaíacaba situado no alto da Serra, no ponto em que o corredor termina sob a forma de um funil.

As vias de circulação que atravessam a área em estudo apresentam tráfego bastante intenso de veículos automotores pesados (a diesel) e também de carros de passeio, sobretudo nos fins de semana. Verificações "in situ" realizadas ao longo das principais rodovias da região ("Estudo Biogeográfico de Liqueus como indicadores de poluição do ar em Cubatão" - FERREIRA, 1.980) indicaram que os danos ambientais à vegetação marginal resultante das emissões de poluentes liberados por veículos são, predominantemente, de caráter local, não ultrapassando em média 10 (dez) metros além do acostamento.

prevalentes tende a desviar a zona urbana o ar mais fortemente contaminado, sendo que esta não contribui significativamente para alterar a qualidade do ar.

não tem maiores consequências, mas na porção da encosta da serra e nos seus contrafortes, a alteração dos níveis de base da rede de drenagem local pode aumentar o assoreamento dos cursos d'água; também os perigos de solapamento e desmoronamento dos terrenos a montante é um risco freqüente quando da retirada de terra.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL		Diretorio de Engenharia e Ação Regional	
Data		NOV / 80	
Des.			
Projeto			
Verif.			
Aprov.			
Escala		1: 50000	
Nº		1	

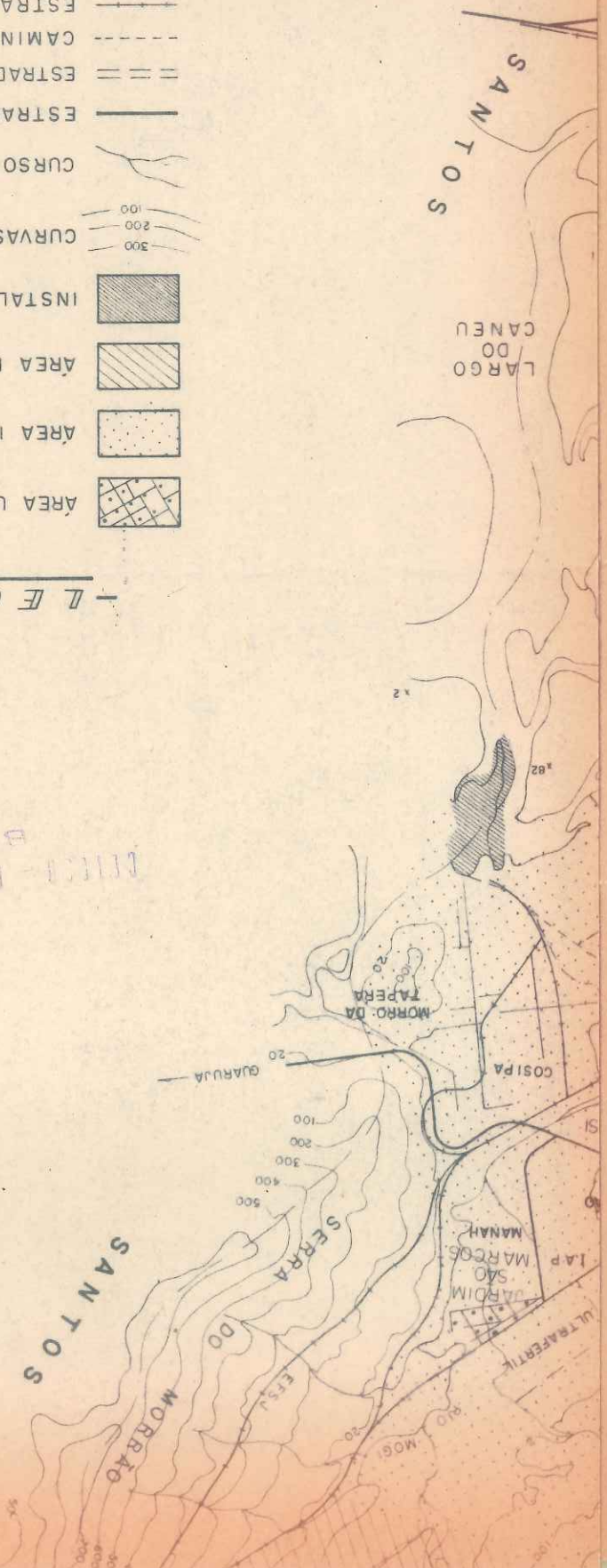
**CUBATÃO**  
**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS INDUSTRIAS**  
**OCUPAÇÃO DO SOLO**



- ESTRADA DE RODAGEM
- ESTRADA DE RODAGEM EM CONSTRUÇÃO
- CAMINHO
- ESTRADA DE FERRO
- CURSO D'ÁGUA
- VALETA
- CURVAS DE NIVEL

- AREA URBANIZADA
- AREA INDUSTRIAL
- AREA DE EXPANSÃO INDUSTRIAL
- INSTALAÇÕES PORTUARIAS

**- L E G E N D A -**



CENTRO DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL  
 BIBLIOTECA

23055

23050

3. ASPECTOS MORFOLÓGICOS E CLIMÁTICOS  
DA REGIÃO.

a. Vertente atlântica da Serra do Mar, espígoas avançadas e morros isolados da baixada, constituídos por granitos e gnaiesses muito triturados e decompostos; o manto de rocha alterada ou regolito é espesso e de estabilidade precária, assentando-se sobre a vertente com declividades superiores a 25% e ocasionalmente acima de 55% (Mapa 2). O recobrimento vegetal denso da Mata Tropical Atlântica contribui para firmar o solo e o manto de alteração das vertentes abruptas; a destruição da cobertura vegetal acarretaria sérios transtornos, aumentando as chances de escorregamentos ligados ao intenso escoamento fluvial e pluvial. Sob o ponto de vista da poluição do ar, este anteparo topográfico de mais de 700 metros de altitude e

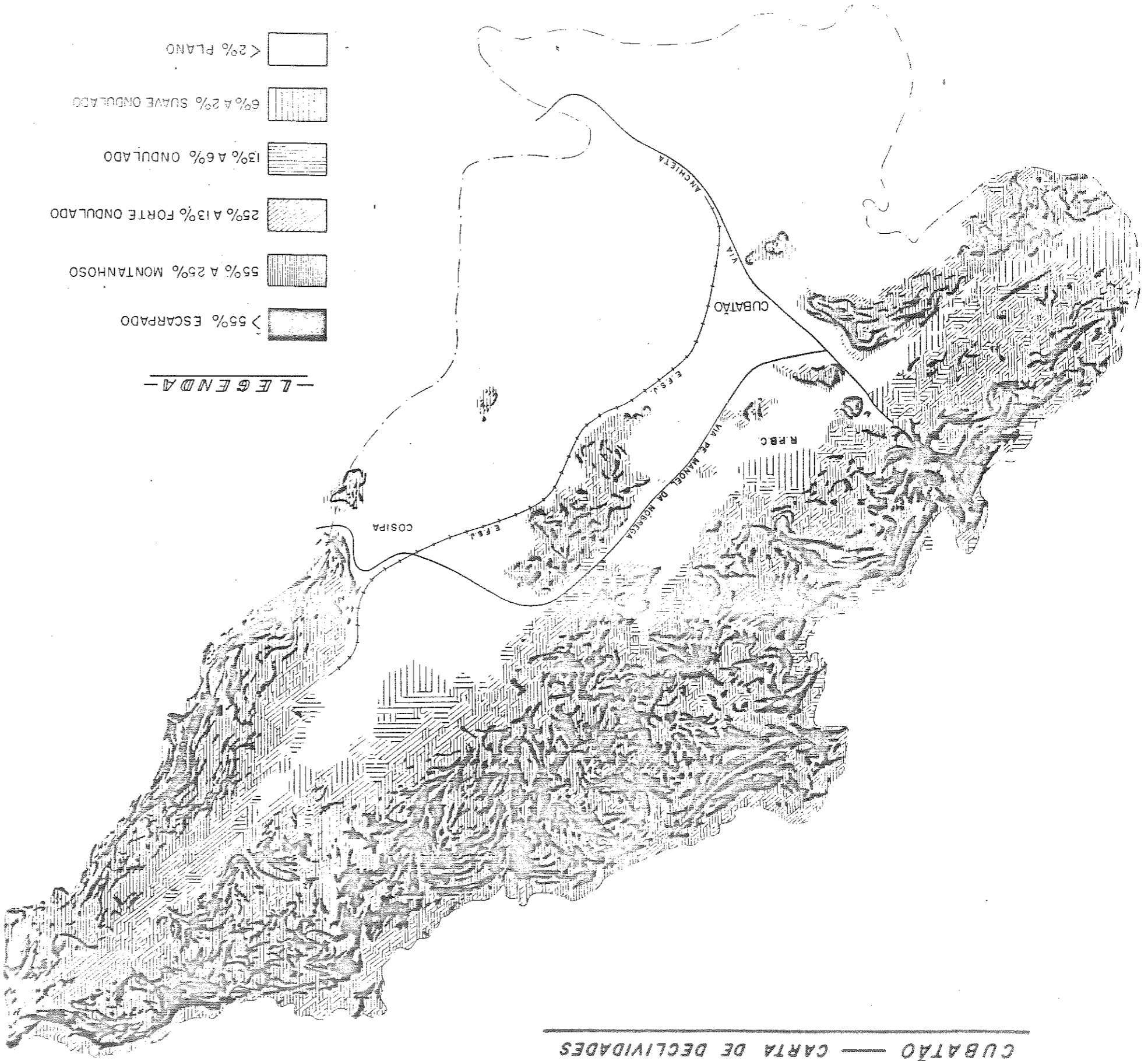
O Município de Cubatão pertence ao domínio morfoclimático dos "mares de morros" extensivamente florestados, com intensa decomposição das rochas do complexo cristalino. Distinguem-se na área três sub-sistemas onde a litologia, as formas de relevo, a drenagem, os solos e a vegetação combinam-se de modo característico, correspondendo às diferentes formas de ocupação anteriormente descritas. São estes compartimentos:

3.1 Morfoestrutura e aspectos morfoгенéticos

3. ASPECTOS MORFOLOGICOS E CLIMÁTICOS DA REGIÃO



CUBATÃO — CARTA DE DECLIVIDADES



- LEGENDA—**
- > 55% ESCARPADO
  - 55% A 25% MONTANHOSO
  - 25% A 13% FORTE ONDULADO
  - 13% A 6% ONDULADO
  - 6% A 2% SUAVE ONDULADO
  - < 2% PLANO

**—ESCALA—**

0 1 2 3 km

MAPA Nº 2

Este material de 30 a 40 metros de espessura  
sos e argilosos nos trechos mais elevados.

to detritico vaso-arenoso e sedimentos arenos  
getação de mangue, constituída por um depósit  
Varzea inundável no preamar, recoberta pela ve

c.

Cubatão, estimada em 84.000 habitantes.  
quase a totalidade da população do município  
primeiro é essencial, pois a planície comporta  
librio geodinâmico deste subsistema com o  
mas de assoreamento. A manutenção de um equi  
leito dos rios: O Rio Mogi evidencia proble -  
tritos ao pé da mesma ou atulha ainda mais o  
vertente e que deposita - se em taludes de de  
ra aumentar o volume de material retirado da  
retirada da vegetação dos morros contribui pá  
solo nu e da rocha decomposta por ocasião da  
trica muito grande das encostas. A exposição do  
dos cursos d'água que recebem uma carga detri  
e o assoreamento vertificado na porção terminal  
dificultada pela excessiva planura do terreno  
de de drenagem proveniente do bloco serrano é  
tua-se a Vila Parisi. O escoamento da densa ré  
xo do nível do mar, tal como aquela em que sã  
metros; mas onde são comuns as depressões abaí  
mares e com altitudes que variam de 2,5 a 5,0  
te onduladas, a salvo do fluxo periódico das  
a estreita faixa de terras planas ou levemente  
vial, proveniente dos morros, que corresponde

b.

Planície recoberta por material aluvial e colu  
confinados junto à barreira.  
formando um paredão quase vertical e fundamen  
tal na concentração dos poluentes, que ficam





O escorregamento do regolito e dos horizontes superficiais do solo, por ocasião das chuvas intensas, é um fator de grande importância no processo de evolução das vertentes abruptas. O manto de alteração costuma ser mais espesso a média e alta encostas, entre as cotas de 650 e 730 metros, decrescendo para os níveis inferiores da escarpa; abaixo dos 350 metros de altitude ocorre quase sempre rocha sã sob a camada de solo. Os escorregamentos são, dessa forma, mais comuns a meia encosta; o escoamento superficial e o lençol sub-superficial, aliados ao elevado índice de declividade, já são suficientes para provocar corridas de lama ocasionais; mas a eliminação da cobertura vegetal, a alteração no perfil das vertentes por meio de cortes e aterros e da modificação do regime de escoamento, contribui para intensificar os fenômenos de movimentos de massa.

O regolito decomposto nas encostas de forte declividade e sob condições de clima tropical super-úmido. O recobrimento vegetal é indispensável para a manutenção do equilíbrio geodinâmico, fornecendo serapilheira, retendo as abundantes águas pluviais, controlando o escoamento areolar e do lençol sub-superficial das vertentes e contribuindo com seu sistema radicular superficial, embora precariamente, para a fixação do solo ao substrato rochoso. É comum a ausência de solos em taludes com inclinação superior a 45 ou 50 graus; mas nos trechos serranos de gradiente mais suave, o material coluvial pode atingir de 7 a 8 metros de espessura, constatando-se movimentos de rastejo e consequente abertura de fendas, que favorecem a infiltração.

Predomina para o conjunto da área serrana o meio geodinâmico, de categoria C-1, da classificação de TRICART (1977); expressa um meio fortemente instável onde a morfogenese (transporte e deposição de material) controla a pedogenese (formação de solo agronômico), caracterizado morfologicamente por topografia acidentada e forte declividade e solos mal desenvolvidos. Podem ocorrer fenômenos localizados esporádicos intensos de corridas de lama, materiais fortemente aptos à mobilização desencadeada pelas águas infiltradas. É um meio de elevada sensibilidade e onde o principal critério de ação é o de conservar íntato para proteger os terrenos a jusante. Deve-se impedir a degradação da cobertura vegetal e o desenvolvimento de ravinas; o controle destas e dos movimentos de massa, mediante o uso

Neste caso, os rios de regime torrencial das encostas e os inúmeros leitos de enxurradas pluviais encaixados em profundas ravinas e que normalmente transportam uma quantidade ínfima de sedimentos muito finos, podem receber uma carga muito grande de detritos grosseiros - seixos e blocos rolados - que depositam-se ao pé da escarpa formando taludes de detritos. Quando este material se acumula a meia vertente, em alvéolos do terreno e sempre de maneira caótica, o desequilíbrio no escoamento fluvial é flagrante, alterando o nível de base local dos cursos d'água, provocando sua retenção e infiltração a níveis anormais em determinados pontos e propiciando desmoronamentos de terra de caráter muitas vezes catastrófico e que terminam também por depositar grande quantidade de material no sopé dos morros na baixada.

Do ponto de vista ecodinâmico, a floresta tropical úmida é responsável pela sustentação do solo nos terrenos escarpados da Serra do Mar e seus contornos fortes. As raízes das árvores de porte médio e grande tendem a fixar o solo ao substrato; também a absorção do excesso de água por parte dos indivíduos de maior tamanho evita o acúmulo de água infiltrada, e que pode mobilizar a camada do solo ou o regolito, devido à saturação. O dossel contínuo das árvores da floresta protege o solo do impacto das gotas de chuva e diminui as correntes de escoamento areolar que ocorrem durante as chuvas torrenciais.

Instável. O processo de degradação que se verifica nas escarpas é responsável pelo entulhamento do baixo curso dos principais rios e pela formação de taludes de detritos de pé de vertente que ocorrem entre o nível de 10 metros na planície e 50-60 metros já no morro. De relevo ondulado, estes depósitos aluviais e coluviais têm constituição heterogênea e deposição caótica de material grosseiro formado por blocos rochosos, matões angulosos e terra; podem ter mais de 20 metros de espessura. Segundo o balanço pedogênese-morfogênese de TRICART (1977) esta área é igualmente de categoria C-1 agora relativa à acumulação de materiais, que se faz mais rapidamente do que a edafização. É um meio considerado

de tecnologia, porém, é muito difícil, sendo que qualquer interferência pode acentuar o problema ainda quando se tenta corrigi-lo.

BIBLIOTECA  
CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL

- escoamento por corridas: formas rápidas de escoamento de caráter hidrodinâmico, quando ocorre a superfície xistosa; presente este tipo de movimentação lenta, sobre talude de detritos situado atrás da ultraferril e acumulações de talus; é possível que o extenso favorecidos pela existência de solos residuais da estação chuvosa. São comuns na Serra do Mar, periódico; neste último caso é comum no final ou gravidade. O movimento pode ser constante ou tensa região que se move em função, sobretudo, das massas de solo, às vezes o talude de uma encosta, sem limite definido; envolve granior a 0,30m em 10 anos) e contínuo de material
- escoamento por rastejo: movimento lento (infé

Os tipos de movimentação de massa que ocorrem com mais frequência na Serra Mar, segundo GUIDICINI e NIEBLE (1.976) são:

A retirada da cobertura florestal da escarpa da Serra do Mar contribui, então, para acelerar os processos de ravinamentos, modificando o regime hidrológico e mesmo térmico da superfície do solo, o tipo de escoamento areolar, torrencial, fluvial, hipodérmico e freático e a composição e demais propriedades do solo pedológico. Estas alterações culminam nos processos de escorregamentos. O material movimentado volta a destruir a vegetação a jusante, originando nova cicatriz na vertente, local que adquire desequilíbrio potencial, ou então vai depositar-se ao pé da vertente, em taludes de detritos ou em alvéolos a meia encosta.



escorregamentos "stricto sensu": são movimentos rápidos e de curta duração, de massas bem definidas de terreno; o deslocamento é feito para baixo e para fora do talude, a princípio com velocidade crescente e acelerada, decrescendo posteriormente à medida que a massa vai atingindo posições cada vez mais estáveis. Na Serra do Mar e nos morros santistas, os escorregamentos rotacionais (com superfície de ruptura circular cilíndrica) são catastróficos, causados pelo deslizamento súbito do solo residual que recobre a rocha sã; o colapso ocorre quando o peso da cunha destacada do corpo do talude excede a força de resistência ao cisalhamento; o peso aumenta geralmente por excesso de água na massa instável. Escorregamentos translacionais (movimentação ao longo de descontinuidades do terreno: xistosidade, gnáissificação, diaclasamento, falhamento, fendas, etc.) ou deslizamentos de taludes por redução do atrito interno em presença de água nos pontos de ruptura ou descontinuidade.

a perda do atrito interno em presença de um excesso de água. Na região em estudo são frequentes as corridas de lama, de extrema fluidez, produzidas por lavagem e remoção de solos pelas chuvas d'água durante as chuvas torrenciais; o rio funciona, então, como um coletor das massas de solo escorregadas que serão depositadas em alvéolos existentes no vale do curso d'água ou no sopé da vertente; quando o material é represado em um local e subitamente rompe a barreira, traz efeitos catastróficos aos terrenos de jusante;

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL  
BIBLIOTECA



Muitas vezes, estes movimentos apresentam um caráter misto ou, então, sofrem alteração do tipo de fenômeno no espaço ou no tempo: uma massa em processo de rastejo pode passar a escorregar quando a declividade aumenta, ou sazonalmente; ou o material escorregado vai atingindo estabilização até transformar-se em lento rastejo.

Mar podem apresentar este tipo de erosão remon- tante. escorregamentos remontantes: pequenos desloca- mentos de uma massa de terreno podem provocar, a montante das mesmas, um rearranjo do material por movimentação; este fato pode ocorrer suces- sivamente encosta acima. As inúmeras ravinas a- bertas no seio da floresta tropical na Serra do

escorregamento dos taludes de detritos: os depõ- sitos de talus situados em alvéolos ou bacias a- meia encosta ou no sopé dos morros na baixada po- dem sofrer movimentação rápida quando o seu pré- cârio equilíbrio é afetado por obras de engenhã- ria, por exemplo. Também neste caso a ocorrên- cia coincide com o final da estação chuvosa, quan- do a massa sofre maior encharcamento;

do material terroso e blocos rochosos ou mata - a uma profundidade de 40-50 metros, transportan- do Mar! ocorre no regolito decomposto às vezes nidade do terreno, também são comuns na Serra



## 3.2 Aspectos climáticos

A região em estudo apresenta clima de transição entre o tropical quente e o temperado mesoterminal. CO. MONTEIRO (1973) indica para a área um clima zonal dominado por massas tropicais e polares.

O clima é condicionado a três tipos de correntes atmosféricas:

a. de leste a nordeste, ou massa Tropical Atlântica-Ta; geralmente estável, quente e úmida, insubtiliza-se na sua porção ocidental sobre a Baixada Santista, sobretudo no verão;

b. de sul a sudoeste, relacionada à massa Polar Atlântica-Pa, fria, geralmente úmida e mais abundante no inverno. A penetração da Frente Polar Atlântica-FPA provoca instabilidade no seu encontro com as massas tropicais, acentuada graças à morfologia regional, isto é, o anteparo formado pela Serra do Mar que influi para o leste e para o sul exatamente na altura da Baixada Santista. Sob o domínio da Pa, no entanto, o tempo é estável;

c. de noroeste, ou massas Equatorial Continental-Ec (quente e úmida) e Tropical Continental-Tc (quente e seca). São responsáveis pelos ventos que sopram ocasionalmente do planalto para a baixada, invertendo o sentido normal de



situadas em pontos de diferentes altitudes ilustram Os gráficos referentes às três estações cubatenses em pontos a alta e média encosta respectivamente.

290 mm em l (um) só dia, ambos no mês de fevereiro, foram registrados os totais de 930 mm mensais e chegou a haver até 30 dias consecutivos de chuva, já e superar 5.500 mm em anos muito chuvosos, quando médios anuais no alto da Serra podem exceder 3.500 mm cos regionais e possivelmente do Brasil. Os totais maior, encontram-se os maiores índices pluviométricos da escarpa da Serra do Mar, onde a condensação é para o interior, sendo que na porção mais elevada fatores topográficos: as chuvas aumentam da costa A pluviosidade varia espacialmente segundo os

Julho o mês mais seco. das precipitações ocorrem de outubro a março, sendo exista um período propriamente seco. Mais de 60% total médio anual superior a 2.000 mm, embora não O regime de chuvas é basicamente tropical, com

dos relacionados às condições morfológicas da área. do ar em Cubatão as precipitações e os ventos, a qualificação para um estudo ligado à qualidade Quanto aos elementos do clima local, têm espe-

poluição a Santos e São Vicente. da. As correntes de noroeste podem conduzir a se ao ar mais fresco que acaso domine a baixa te provindo do alto da Serra do Mar sobrepo- de ocorrer inversão térmica, quando o ar quen Quando da entrada das duas últimas, porém, po- tal também facilita a dispersão de poluentes. narias e pelas Tropical e Equatorial Continen

as variações pluviométricas locais.

O regime de precipitações é, portanto, bastante intenso, distinguindo-se diversos tipos de chuvas:

- de convecção, comum nos dias de calor e favorecida pelo quadro morfológico - anteparo da Serra do Mar - ou a entrada de uma frente fria. Pode ter consequências catastróficas concorrendo para ocasionar os deslizamentos do manto de alteração das encostas e favorecendo, juntamente com as temperaturas elevadas, o intemperismo químico;

- Frontais provocadas pela advecção do ar quente das massas Tropical e Equatorial continental, comuns no verão; com queda de chuvas pouco intensas, mas prolongadas;

- Frontais provocadas pela entrada de uma frente fria; causa turbulência na baixa atmosfera, formando-se nuvens do tipo cúmulo-nimbus e queda de chuvas torrenciais mas de curta duração. Quando a ascensão do ar quente é interrompida bruscamente, pode ocorrer chuva de granizo;

- chuvas resultantes da permanência de uma frente estacionária sobre a região, paralela à linha de costa, ao longo da barreira formada pela Serra do Mar; são precipitações intensas e intermitentes, mas que se prolongam por vários dias. Ocasionalmente sérios deslizamentos do terreno;

- orográficas típicas, comuns junto à encosta da Serra, resultando de uma frontogênese local causada pela retenção do ar úmido litorâneo ao

A nebulosidade é elevada na Baixada Santista - (6,9/10) e ainda mais acentuada em Cubatão, junto à escarpa da Serra do Mar. O máximo ocorre na primavera (7,7/10) e o mínimo no inverno (6/10). A insolação, inversamente proporcional à nebulosi-

Como a umidade relativa do ar em Cubatão é muito elevada, com média mensal sempre superior a 80%, as partículas higroscópicas, funcionando como núcleos de condensação, diminuem a visibilidade e reduzem a insolação, provocando brumas e neblinas. A condensação do ar saturado junto à Serra do Mar causa nevoeiro, neblina ou forte cerração; esta última é comum nas porções mais elevadas da escarpa e a média encosta. A atmosfera super-úmida age nela as reações químicas de transformação de poluentes primários em secundários, estes muitas vezes mais tóxicos aos seres vivos, tal como o ácido sulfúrico.

As abundantes precipitações são eficientes na eliminação do material particulado presente na atmosfera, sendo especialmente favoráveis à purificação do ar os aguaceiros de fim de tarde. No entanto, a composição ácida das águas que atravessam as camadas de ar contaminado pode prejudicar a vegetação e o solo e os materiais em geral; também as partículas de poluentes ligados à indústria de cimento e fertilizantes, depositando-se sobre as folhas e em contato com a água, podem formar uma crosta ou camada endurecida, asfixiando o vegetal.

longo das encostas a barlavento.

Os registros coletados na estação meteorológica da Ponta da Praia em Santos demonstram o domínio de calmarias em quase 59% do tempo; o vento sul é o mais frequente (11,6%), seguindo-se o leste (7,9%) como atesta o gráfico de ventos.

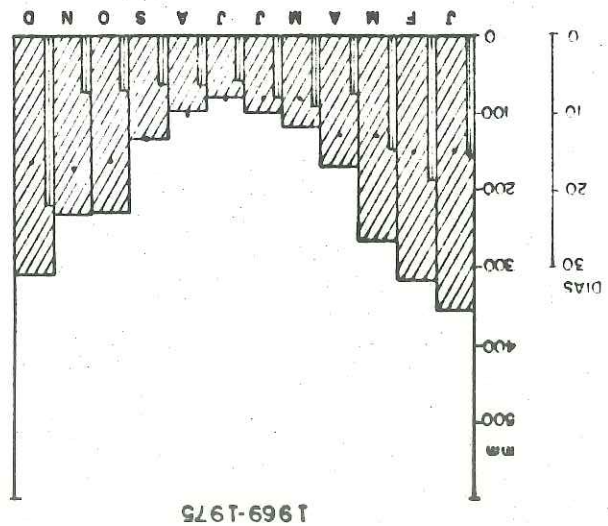
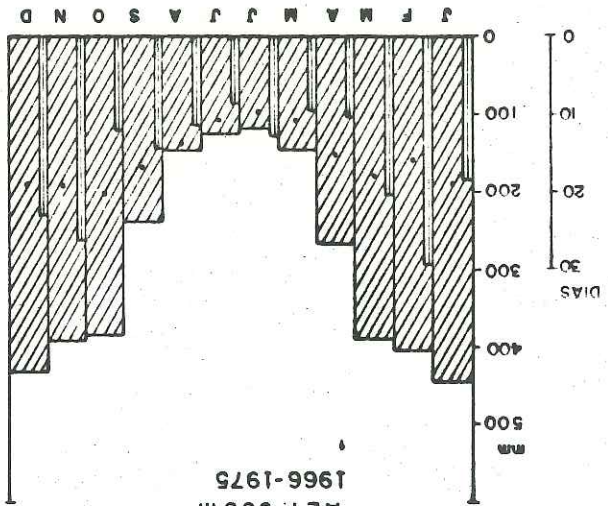
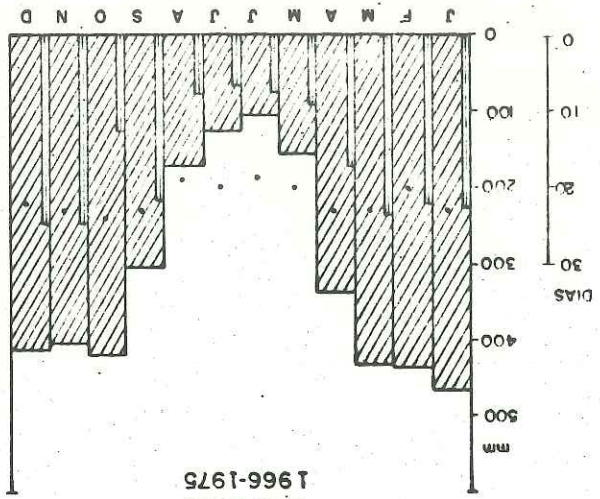
O regime de ventos e a circulação local são especialmente importantes em um estudo relativo à poluição atmosférica; o padrão das correntes aéreas de superfície em Cubatão é um fator relevante na caracterização da qualidade do ar ao longo do vale do Rio Mogi, objeto deste trabalho.

As normais de pressão atmosférica da Baixada Santista são muito uniformes, mas as oscilações diárias podem ser nítidas, estando condicionadas aos principais centros de ação da circulação regional. As médias indicam baixas no verão (mínima de 1010,3 mb em janeiro) e altas no inverno (máxima de 1018,9 mb em julho).

Quantos a evaporação, o máximo ocorre em dezembro (66 mm) e o mínimo em junho (47 mm). A amplitude térmica anual na Baixada Santista é pequena, em torno de 7 graus (média anual de 25°C em fevereiro e 18°C em julho), mas as oscilações diárias superam os 15 graus, como atestam as máximas e mínimas absolutas do mês de agosto no Climatograma da Figura nº 1.

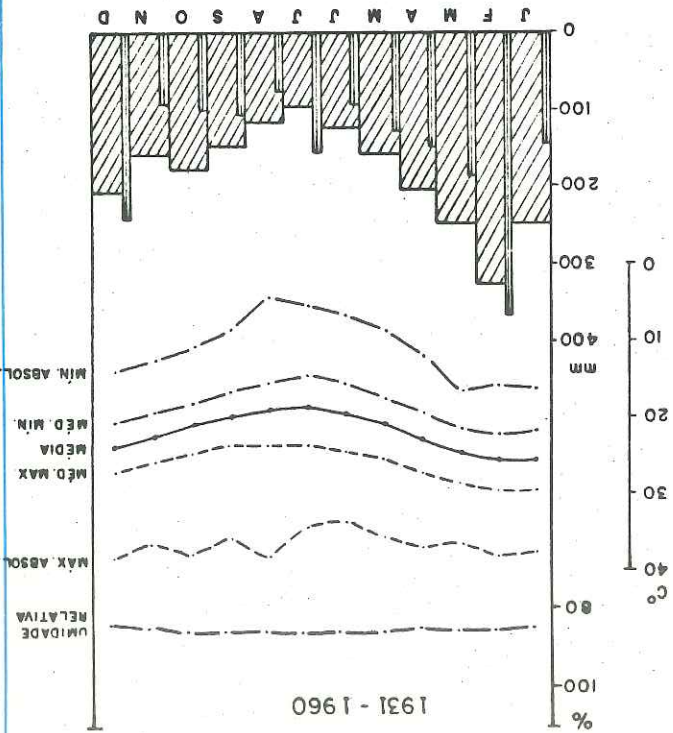
De modo geral, a máxima no outono e inverno (164 horas/mês) e mínima na primavera (121 horas/mês). De modo geral, as condições de alta nebulosidade diminuem a capacidade de dispersão dos poluentes atmosféricos.

DADOS : DAE - BOLETIM PLUVIOMÉTRICO



ASPECTOS PLUVIOMÉTRICOS E TÉRMICOS EM SANTOS E CUBATÃO

DADOS: MIN. DA AGRICULTURA - NORMAIS CLIMATOLÓGICAS, VOL. IX, 1969



— LEGENDA —

PRECIPITAÇÃO

PRECIPITAÇÃO MÁXIMA EM 24 HORAS

• NÚMERO DE DIAS DE CHUVA

FIGURA Nº 1



De fato, a vinculação das correntes aéreas com o ambiente morfológico define os padrões de concepção, difusão e dispersão dos poluentes atmosféricos: a predominância das correntes aéreas de SW e de sul faz com que a nuvem de ar contaminado

Os dados acima referenciados pertencem a estações meteorológicas santistas e portanto, diferentemente da situação da área de estudo, encravada no fundo do "golfo" de Santos. A situação específica em Cubatão supõe maior porcentagem de calmarias e menor importância dos ventos de leste e SE; também as correntes de sul sofrem um desvio para NE no encontro com a superfície escarpada da Serra do Mar (Mapa 3).

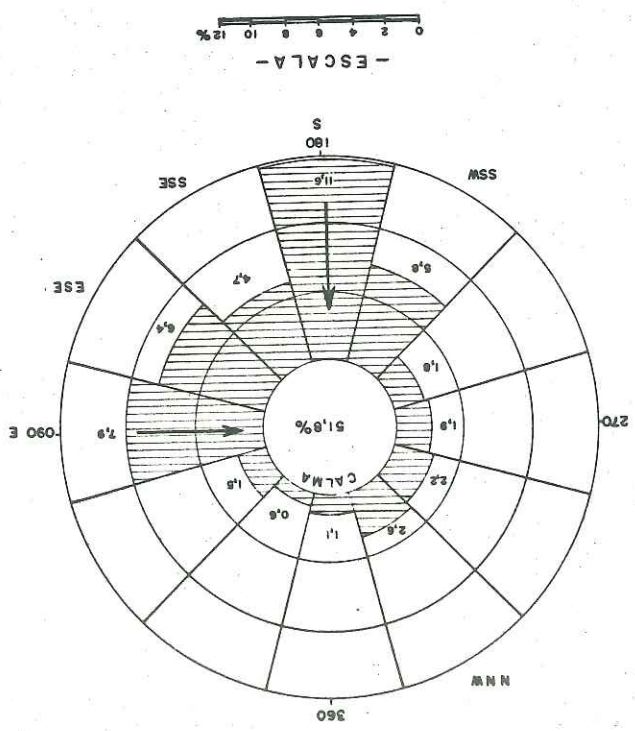
Existem, ainda, as brisas marítimas diurnas e a brisa "terral" noturna; e os ventos anabáticos que sopram da baixada para o planalto e os catavãos, do planalto para a baixada, que são de pouca intensidade, mas importantes na circulação ao longo dos vales dos Rios Mogi e Cubatão.

O gráfico de repartição mensal dos ventos, indica as correntes de sul, SW e SE como atuantes no decorrer do ano todo. No verão, predominam os ventos de SE, de leste e NW; as correntes de sul e SW intensificam-se no outono e inverno respectivamente, sendo que nesta última estação distinguem-se as investidas do NW; na primavera voltam a influir os ventos de SE e leste, retornando à situação de verão.

prevalentes (Figura nº 2).

OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
JULHO	AGOSTO	SETEMBRO
ABRIL	MAIO	JUNHO
JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO

REPARTICAO MENSAL DOS VENTOS EM SANTOS



VENTOS PREVALECENTES EM SANTOS

CETESB - CN DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL  
 BIBLIOTECA

--- LIMITE DE MUNICÍPIO

VIA DE COMUNICAÇÃO QUE COMPORTA FONTES MÓVEIS DE LANÇAMENTO DE POLUENTES

FONTE FIXA DE EMISSÃO DE POLUENTES

FUMO APROXIMADO (EM PERFIL) DA PLUMA DE POLUENTES LANÇADOS AO AR

PRINCIPAIS DIREÇÕES DOS VENTOS

CORRENTES ATMOSFÉRICAS PRÓXIMAS À SUPERFÍCIE DO SOLO

— L E G E N D A —

MAPA Nº 3

ESCALA - 1:100.000  
0 1 2 3 KM



ESBOÇO DAS PRINCIPAIS CORRENTES AÉREAS DE SUPERFÍCIE E FONTES POLUIDORAS ESTACIONÁRIAS EM CUBATÃO

Temos, então, quanto aos fluxos locais de superfície, predominância de ventos ou brisas do quadrante sul que empurram a camada de poluentes para junto da escarpa, exatamente sobre a porção mais ocupada do município. Os ventos de sudoeste e os de sul, indo de encontro à unidade morfológica-

Sob o efeito do vento NW, pode haver melhoria na qualidade do ar, tanto pelo sentido da dispersão pela área aberta da planície e do mangue como pela turbulência atmosférica própria desse tipo de tempo e portanto, favorável à dissipação da nuvem de poluentes. Se, porém, ocorrer inversão térmica, pode agravar-se a concentração de ar contaminado.

O vento leste é quase nulo na parte interna do "golfo" de Santos, pois é barrado pelos espigões à vangados das Serras do Quilombo e do Morrao; mas existe em Cubatão uma constante brisa de SW (de Itanhaém) para NE, ao longo do vale do Rio Cubatão. No Vale do Rio Mogi é visível o efeito dos ventos catabáticos vindos do planalto, de NE para SW, mas sua ocorrência é esporádica — pois prevalecem as correntes de SW para NE — associada à dominância da massa Tropical Atlântica ou penetração das massas de NW.

seja levada justamente de encontro ao paredão formado pela escarpa da serra, pairando sobre a cidade e o parque industrial de Cubatão ou sendo aprisionada nas reentrâncias da encosta, como no Vale do Rio Perequê, atrás da Alba-Adria e Union Carbide; sob ventos mais intensos há movimentação do ar poluído para NE, ao longo do Vale do Rio Mogi.



- precipitações mais frequentes e abundantes, desde que o resfriamento noturno acentuado que ocorre sobre as áreas super-aquecidas durante o dia pode provocar garoa ou orvalho, de

atmosfera;  
e as partículas de poluentes em suspensão na

- nebulosidade muito acentuada, graças aos movimentos convectivos junto ao anteparo da serra

- radiação total diminuída em função da presença de poluentes no ar;

1.000 ton/dia;  
as emissões estão avaliadas em cerca de

- intensas poluições do ar por gases e partículas provenientes sobretudo da atividade industrial;

tos do clima, pode-se caracterizar:  
não tendo registros exatos sobre todos os elementos  
Cubatão e da área do complexo industrial, embora  
quanto ao clima urbano específico da cidade de

mangue ao sul e sudeste.  
para a porção sudoeste do município e a área de  
gráficos, justifica a pouca difusão dos poluentes  
da brisa "terral", anulados pelos anteparos topo -  
A reduzida atividade local dos ventos de leste e  
nado proveniente do parque industrial de Cubatão.  
Rio Mogi são atingidos diretamente pelo ar contaminado  
florestados do corredor ao longo do qual corre o  
também neste sentido. Por esta razão, os terrenos  
mais intensos desprende-se uma pluma de poluentes  
gem o lençol de poluição para nordeste; sob ventos  
ca da Serra do Mar, com direção geral SW-NE, dirij

A formação do domo de poluição está relacionada à ilha de calor e à estabilidade atmosférica: como o ar tende a circular em direção ao ponto mais aquecido, há um acúmulo maior de poluentes no centro da ilha de calor, que contém a própria poluição nele emitida e mais uma parcela da poluição das redondezas. Isto explica a excessiva concentração de poluentes junto à Petróbras, a

Supõe-se, ainda, que exista uma ilha de calor sobre a área industrial de Cubatão, uma vez que os processos de transformação petroquímicos e siderúrgicos liberam energia calorífica. Existem 2 (dois) núcleos definidos de emissão de calor — Cosipa e Petróbras — além do superaquecimento diurno na porção citadina desprovida de sombra. Mas a ilha de calor, a cerca de 200-300 metros do solo, deve ter seu centro ligeiramente deslocado para barlavento (no caso, para o norte e o NE) em relação ao local de emissão.

- maior turbulência do ar em função do aquecimento desigual da superfície.
- temperatura cerca de dois graus superior ao normal na zona citadina pouco arborizada e nos pátios das fábricas!
- umidade relativa do ar menor na área citadina de Cubatão e provavelmente maior junto às indústrias que liberam vapor d'água!
- composição rica em contaminantes e prejudicial ao meio ambiente!



Os fenômenos meteorológicos de resfriamento e calmaria noturnos podem agravar os perigos da contaminação atmosférica: o material particulado suspenso no domo ou camada de poluição durante as horas de calor no decorrer do dia pode precipitar-se devido à menor turbulência do ar à noite. O núcleo de Vila Parisi, sobre o qual paira o cenário do domo de poluição, isto é, a porção mais

Esses fenômenos meteorológicos de resfriamento e calmaria noturnos podem agravar os perigos da contaminação atmosférica: o material particulado suspenso no domo ou camada de poluição durante as horas de calor no decorrer do dia pode precipitar-se devido à menor turbulência do ar à noite. O núcleo de Vila Parisi, sobre o qual paira o cenário do domo de poluição, isto é, a porção mais

Esse espesso lençol de poluentes pode refletir os raios solares e impedir que estes cheguem ao solo, superaquecendo as camadas superiores da troposfera e provocando inversão térmica que bloqueia a dispersão vertical dos poluentes. Ocasionalmente, a nuvem de poluição permite que a luz solar atinja o solo, refletida pelas partículas em suspensão à terra; mas o calor resultante continua sendo re-irradiado para baixo, acumulando-se próximo ao solo e provocando o efeito de estufa. Portanto, o domo de poluição pode alterar a estrutura vertical normal das temperaturas, ou então pode resultar da presença de uma ilha térmica; a inversão térmica pode relacionar-se ao domo de poluição ou à orografia e possivelmente à conjugação destes dois fatores.

Cosipa e também ao complexo de fertilizantes. No entanto, o "domo" de poluição de Cubatão não tem o formato dômico característico, pois há uma falha achatada no contato com a escarpa da serra e o padrão de resfriamento adiabático é responsável pelo aspecto estratiforme da parte superior; termos mais adequados seriam "lençol" ou "camada" de poluição.

Quando aos aspectos climáticos em Cubatão pode-se, então, afirmar que a dinâmica atmosférica regional das massas de ar é favorável à dispersão de poluentes, desde que a área está sob a linha

Paranapiacaba. Quando ocorre esse alongamento da nuvem poluidora de Cubatão, o ar contaminado atinge o núcleo de a escarpa principal da serra e a Serra do Morrao. ção alongue-se pelo corredor do Rio Mogi, entre ventos de sul e SW fazem com que o lençol de poluição obstáculo representado pela Serra do Mar. Mas os perfeitamente caracterizado em Cubatão, graças ao fenômeno da "pluma" de poluentes não está

maior, bem como os possíveis efeitos sinérgicos. organismo do homem, pois a fixação do poluente é umido costuma ser infinitamente mais perniciosa ao de contaminantes atmosféricos juntamente com ar nado por parte da população, desde que a absorção para aumentar os perigos da inalação de ar contaminado atmosfera atingir o ponto de orvalho é suficiente por convecção. O simples fato da umidade mais intensa a movimentação vertical na atmosfera, manhã, elevando-se no decorrer do dia, quando é de poluentes pode estar mais próxima do solo pela Ainda devido ao resfriamento noturno, a camada

cas em amônia. traram-se chuvas ácidas noturnas, provavelmente ri- noite. Também sobre o pátio da Ultrafertil registras espessa da camada de contaminantes, sobre as conse-

A posição do Município de Cubatão, encravado no interior do golfo de Santos, com apenas uma estreita faixa de terra ocupável junto à base da Serra do Mar e protegida pelos espigões e morros soldados da baixada é fundamental: o núcleo emissor de poluentes, representado pela exigua planície ocupada por estabelecimentos fabris altamente poluidores está mal situado quanto à dispersão. O ambiente atingido pelo ar contaminado é restrito, decorrendo disso índices de poluição do ar muito altos dada a grande quantidade de emissão e elevada concentração, com pequena amplitude espacial dentro da Baixada Santista, até o presente.

de encontro de massas tropicais e polares e apresenta tipos de tempo variáveis, com freqüentes quedas de chuva. O problema da poluição atmosférica justifica-se, então, pelas relações entre certos elementos do clima (particularmente os ventos, a nebulosidade e a umidade relativa) e a morfologia ou compartimentação topográfica: o anteparo da Serra do Mar retém o ar poluído sobre a área de estudo, sendo que a nebulosidade e a umidade relativa do ar muito elevadas contribuem para manter a nuvem de poluentes a baixa altitude na atmosfera; as correntes atmosféricas de superfície encaminham a poluição para o corredor do Vale do Rio Mogi, sendo este o ponto crítico de degradação ambiental.



4. ASPECTOS DA VEGETAÇÃO PRIMITIVA

sinusia arbustiva pouco densa, em virtude da baixa luminosidade. Palmeiras Guaticanga ("Geonoma glabra") e "Geonoma schottiana" e "Samambaiá-ussu" ("Cyathea schanschin"), são as espécies mais comuns,

sinusia arborea apresentando dois ou mais estratos; os indivíduos de maior porte podem atingir mais de 30 metros de altura e formam um dossel contínuo; as espécies mais frequentes são: Tapia-Mirim ("Alchornea triplineria"), Antuparana ("Bathysa stipulata"), Embiruçu ("Bombax wittrockianum"), Palmito-doce ("Euterpe edulis"), Inga-ferradura ("Inga sessilis"), Cabuçu ("Miconia cabuçu"), Piñeiro-branco ("Podocarpus sellowii"), Cuipena ("Tibouchina pulchra"), etc;

A floresta latifoliada úmida de encosta ou mata tropical atlântica que ainda recobre parcialmente as escarpas da Serra do Mar, na área em estudo, é um tipo de floresta pluvial tropical de folhas perenes, higrofila e que ocorre ao longo de toda a fachada atlântica costeira. Caracteriza-se por uma vegetação densa, com predomínio de espécies lenhosas de 20 a 30 metros de altura, rica em lianas e epífitas. As espécies arbóreas distribuem-se em sinusias mal definidas aparentemente, classificadas por COUTINHO (1962) em cinco tipos descritivos mais abaixo. ANDRADE E LAMBERTI (1965), comparando a vegetação da Serra do Mar e dos morros da baixada com a descrita por COUTINHO na reserva florestal do Alto da Serra, relacionaram as espécies mais comuns:

#### 4. ASPECTOS DA VEGETAÇÃO PRIMITIVA

No entanto, poucas destas espécies continuam existindo em Cubatão atualmente, devido à intensa poluição do ar e consequente degradação da cobertura florestal. Estima-se que cerca de 80% das espécies estejam desaparecidas na área em estudo.

- a sinusia formada por líquens, musgos, hepáticas e algas ocorre sobre os barrancos úmidos, concavidades das rochas e troncos das árvores. JOLY (1977) cita alguns gêneros e espécies comuns na Serra do Mar: "Cora montana", "Dictyonema", "Coenogonium", "Lobania", "Graphis", "Chiodecton".

- a sinusia herbácea adapta-se à baixa luminosidade e à umidade normalmente elevada. Aráceas ("Anthurium" spp.), Samambaias ("Polypodium" spp.), Pinheirinho ("Lycopodium cernuum"), são as espécies mais comuns;

- as lianas, terrestres ou epifíticas, são abundantes em todos os níveis, desde o solo até os troncos mais elevados, estendendo suas folhas acima das copas das árvores que as suportam. Aparecem cipós diversos, "Philodendron" spp., "Abutia seloana", orquídeas e bromeliáceas ("Vriesea altodaserrae", "V. ensiformis", "Quesnelia humilis");

além de indivíduos jovens das espécies arbóreas!

5. A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA - ESTIMATIVAS  
DE EMISSÕES EM CUBATÃO

5. A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA - ESTIMATIVAS DE EMISSÕES EM CUBATÃO

A problemática da poluição do ar resultante da atividade industrial desenvolvida na região de Cubatão, caracterizada pelo estudo "Avaliação das Emissões de Poluentes Atmosféricos de Origem Industrial - Subsídios para uma Política de Ação", elaborado pela CETESB em novembro de 1.980, evidencia a gravidade e a complexidade dos danos ambientais e os riscos à saúde pública associados à emissão de poluentes para a atmosfera.

Segundo esse estudo, o Complexo Industrial de Cubatão emite para a atmosfera cerca de 30.000 t/mês de poluentes distribuídos como segue:

- gases (Inorgânicos) ..... 53,5 %
- material particulado ..... 33,3 %
- orgânicos (gases e vapores)..... 13,0 %
- ácidos (névoas e gases) ..... 0,2 %

A tabela nº 1 mostra a participação das diferentes atividades industriais na emissão de poluentes atmosféricos.


Com o objetivo de se avaliar o potencial poluidor de cada indústria, quanto a emissões de poluentes, foram elaborados os mapas de nos 4 a 11, apresentados a seguir.

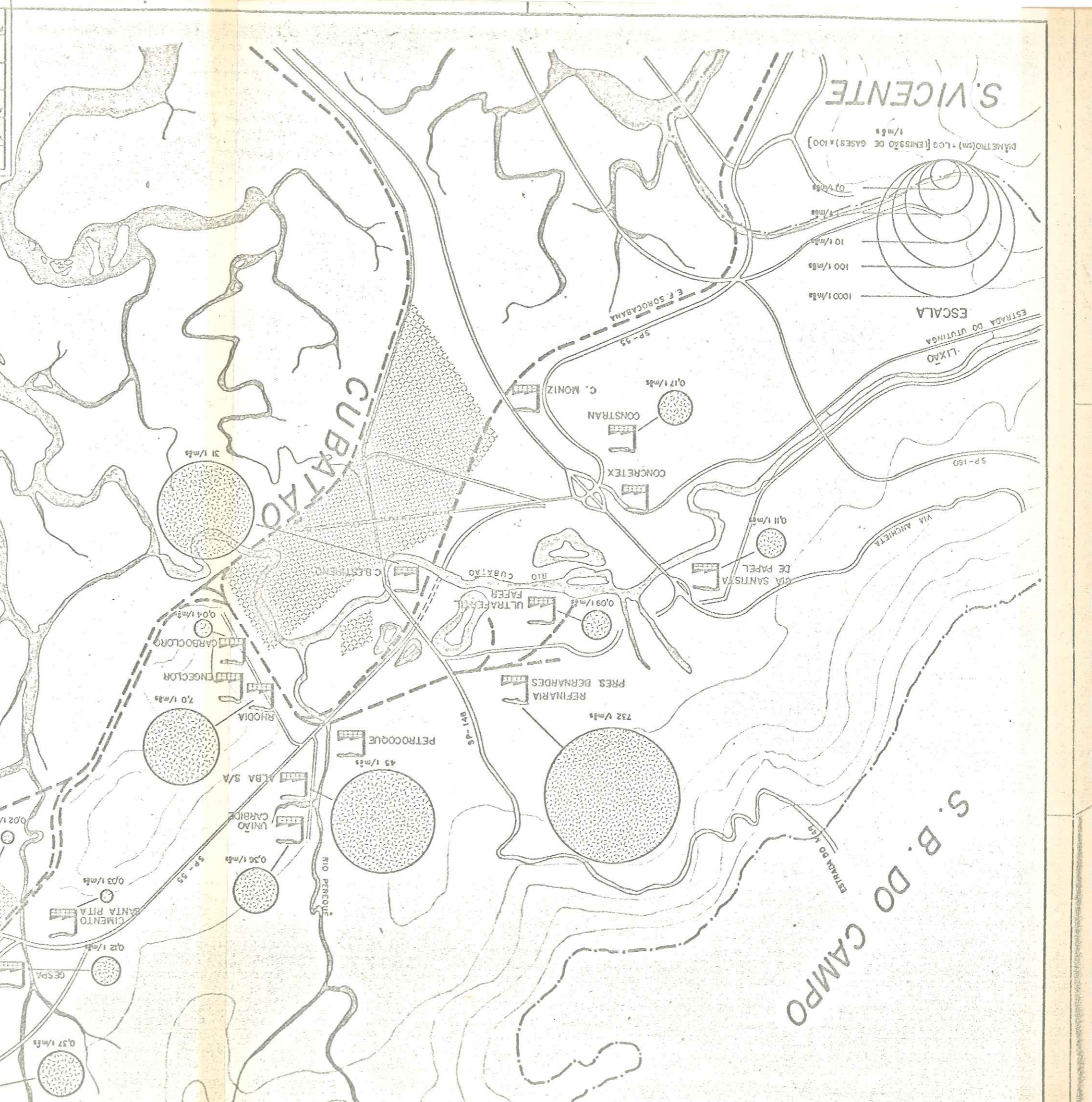
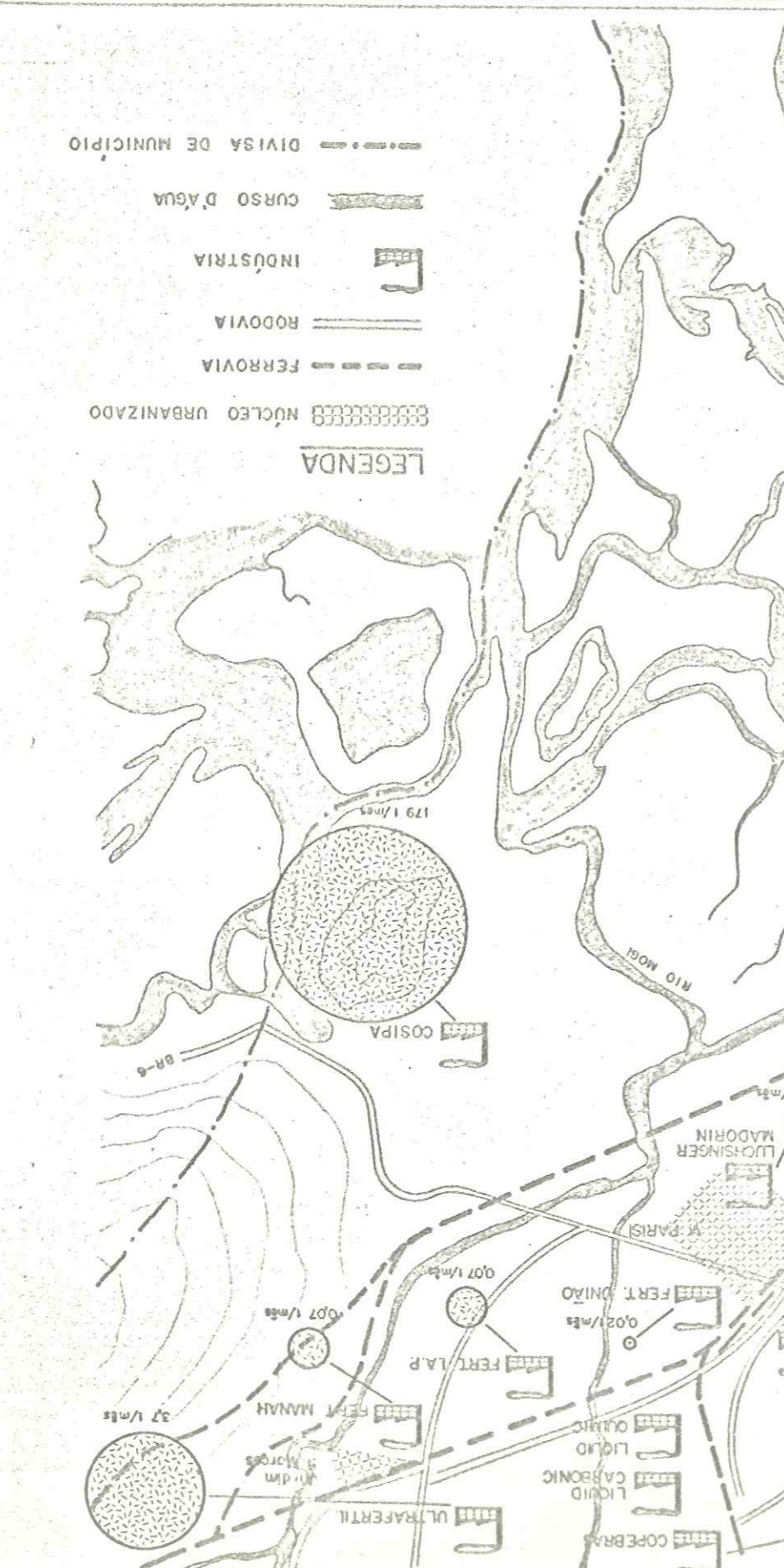



TABELA Nº 1 - EMISSÃO DE POLUENTES  
DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL POR ATIVIDADE INDUSTRIAL

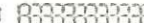





ATIVIDADE INDUSTRIAL	NÚMERO DE INDUSTRIAS	EMISSÃO DE POLUENTES (%)			
		GASES (INORGÂNICOS)	MATERIAL PARTICULADO	ORGÂNICOS (GASES E VAPORES)	ÁCIDOS (NEVOCAS E GASES)
Química					
- Fertilizantes	7	47,6	79,1	27,9	89,2
- Petróleo e Derivados	5	22,9	2,3	57,7	-
- Outros	5	0,7	0,1	0,5	7,1
Metalúrgica	1	27,4	18,0	13,9	3,7
Papel e Papelão	1	0,6	0,0	0,0	-
Minerais não Metálicos	3	0,8	0,5	0,0	-
Borracha	1	0,0	0,0	0,0	-

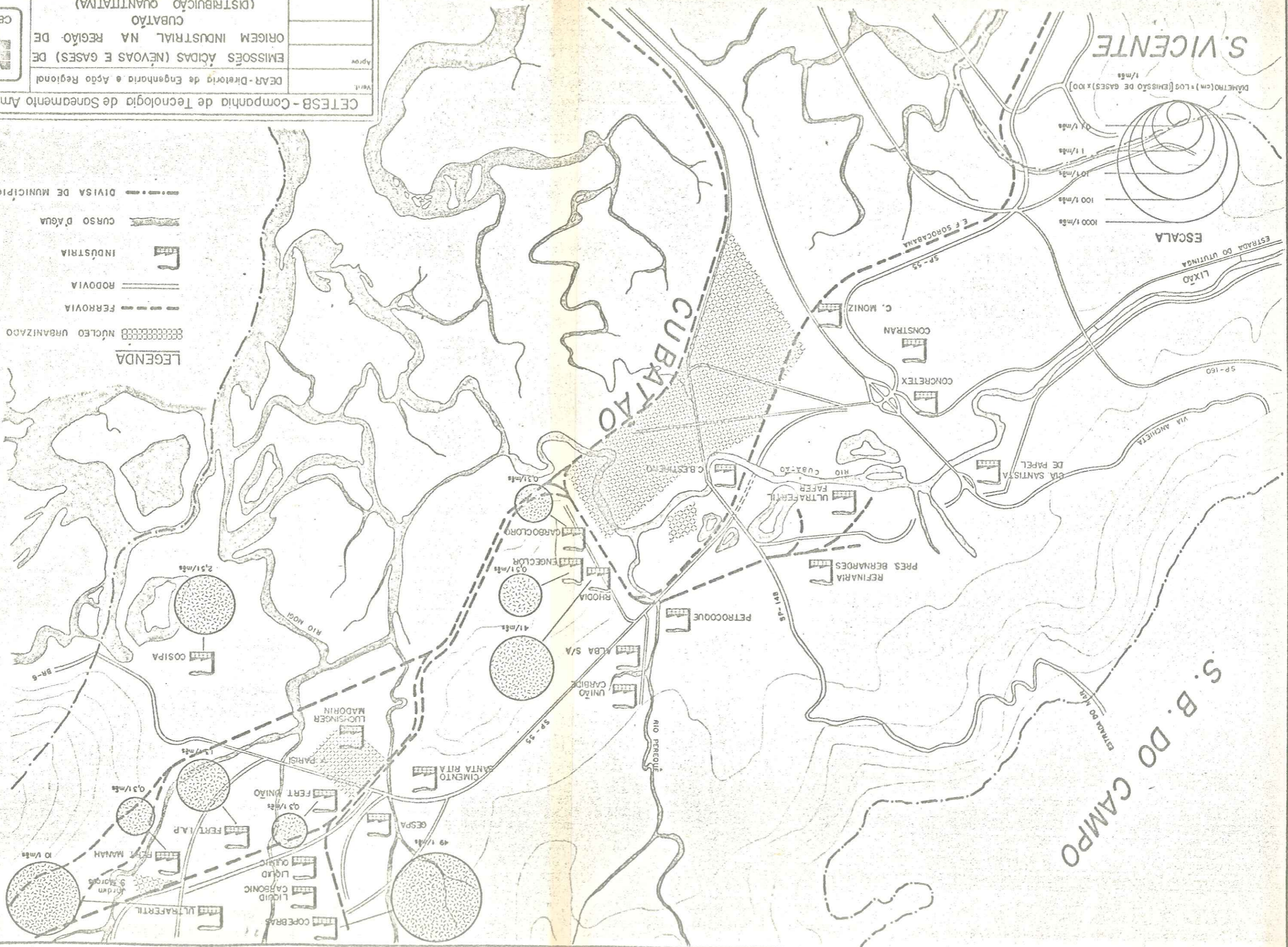
CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL  
 BIBLIOTECA

	DEAR - Diretoria de Engenharia e Ação Regional EMISSÕES DE ORGÂNICOS (GASES E VA- PORES) DE ORIGEM INDUSTRIAL NA REGIÃO DE CUBATÃO (DISTRIBUIÇÃO QUANTITATIVA)	Projeto
	Verit.	Data
MAPA Nº 5	Escala 1:25.000 ANDRÉ	Data

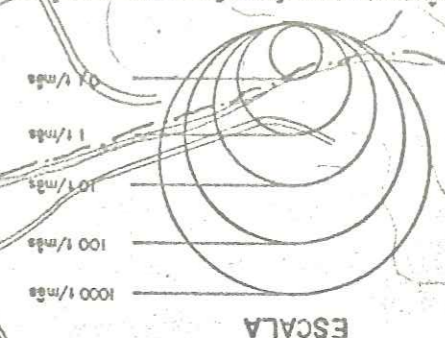



	DEAR - Diretoria de Engenharia e Ação Regional EMISSÕES ÁCIDAS (NEVAS E GASES) DE ORIGEM INDUSTRIAL NA REGIÃO DE CUBATÃO (DISTRIBUIÇÃO QUANTITATIVA)	Projeto: _____ Data: _____	Desenho: ANDRÉ Escala: 1:25.000	MAPA Nº 6
	CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental			

- LEGENDA**
-  NÚCLEO URBANIZADO
  -  FERROVIA
  -  RODOVIA
  -  INDÚSTRIA
  -  CURSO D'ÁGUA
  -  DIVISA DE MUNICÍPIO



S. B. DO CAMPO



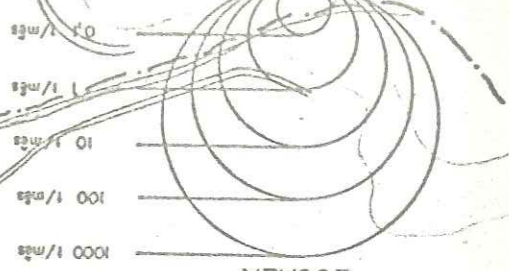
	DEAR - Diretoria de Engenharia e Ação Regional EMISSÕES DE MATERIAL PARTICULADO DE ORIGEM INDUSTRIAL NA REGIÃO DE CUBATÃO (DISTRIBUIÇÃO QUANTITATIVA)	Projeto
	Veril:	Aprox:
MAPA Nº 7	Escala: 1:25.000 Data:	Desenhado por: ANDRÉ



S. B. DO CAMPO

S. VICENTE

DIÂMETRO (em metros) (EMISSÃO DE GASES) x 100



ESCALA

ESTRADA DO UTINGA  
LIXÃO

E. F. SOROCABANA  
9P-53

C. MONIZ

CONSTRAN

CONCRETEX

VIA SANTA  
DE PAPEL

ULTRAFERTIL  
FAFER

REFINARIA  
PRES. BERNARDES

PETROCOQUE

UNIAO  
CARBIDE

UNIAO  
S/A

RHODIA

ENGECLOR

CARBOCOLOR

SANTA RITA  
CIMENTO

GESPA

COPEBRAS

LIQUID  
CARBONIC

LIQUID  
QUILIC

ULTRAFERTIL

FERT. MAVAH

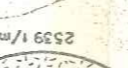
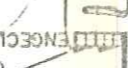
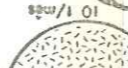
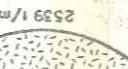
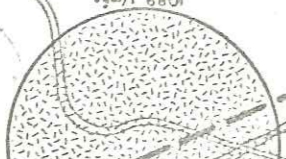
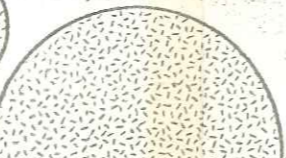
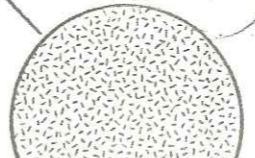
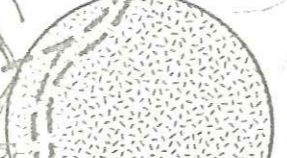
FERT. LAP

FERT. UNIAO

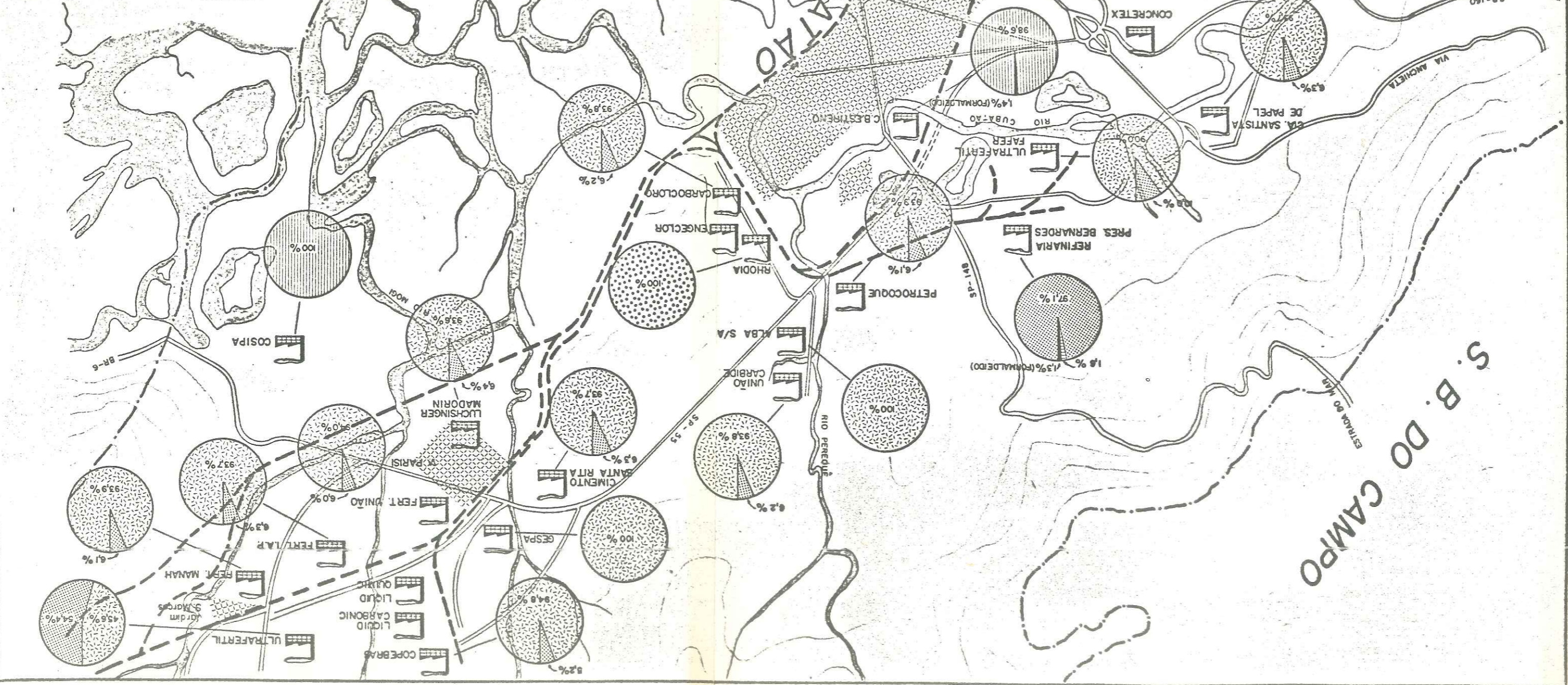
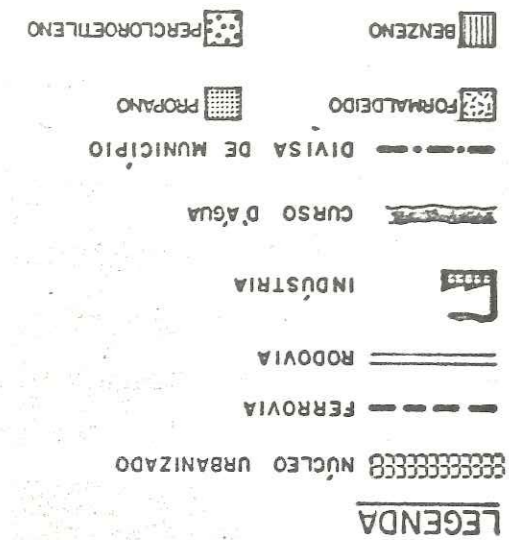
V. PARIS

LUHSINGER  
MADORIN

COSIPA



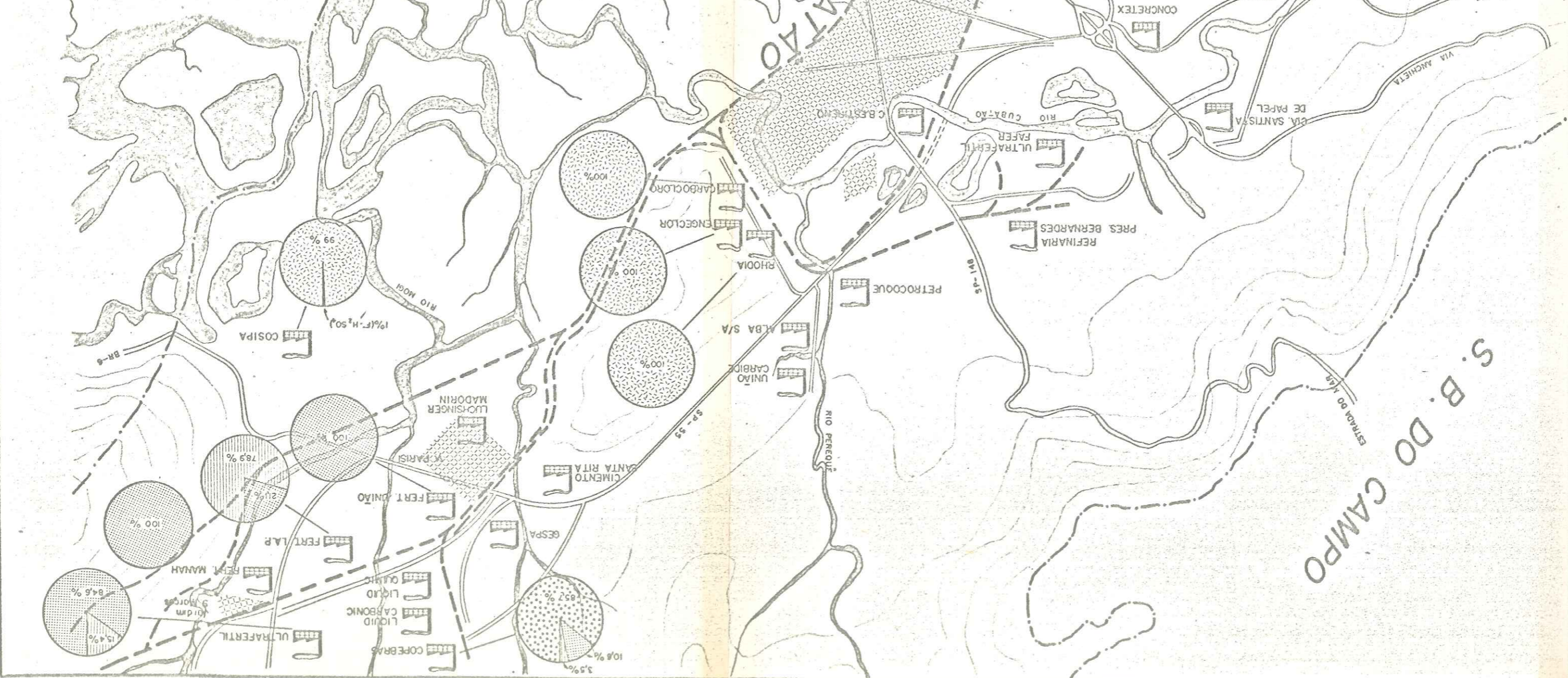




CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental  
 DEAR - Diretoria de Engenharia e Aqdo Regional  
 EMISSÕES ACIDAS (NÉVOAS E GASES) DE ORIGEM INDUSTRIAL NA REGIÃO DE CUBATÃO (DISTRIBUIÇÃO QUALITATIVA)  
 Projeto: ANDRÉ  
 Escala: Aprox. 1:25.000  
 Data: \_\_\_\_\_  
 Folha: MAPA Nº 10

**LEGENDA**

- ▨ NÚCLEO URBANIZADO
- FERROVIA
- RODOVIA
- INDÚSTRIA
- CURSO D'ÁGUA
- DIVISA DE MUNICÍPIO
- ▨ FLUORETOS
- ▨ ÁCIDO CLORÍDRICO
- ▨ GÁS SULFÚDRICO





6. EFEITOS DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NA  
COBERTURA VEGETAL.

Deve-se ressaltar que problemas de crescimento podem ser relativamente simples. Um único fator causal pode induzir uma única anormalidade no crescimento, mas frequentemente inúmeros fatores estão envolvidos. Os fatores abaixo do solo podem influenciar os fatores acima dele.

O homem e sua influência no ambiente é uma importante consideração no diagnóstico dos danos à vegetação. Além da poluição atmosférica, deve-se considerar os poluentes no solo e a influência do homem na transformação do meio ambiente.

Por esta razão, devem ser realizadas análises criteriosas de qualquer anormalidade nas plantas, com um conhecimento completo de todas as situações que possam ter afetado seu crescimento.

As plantas diferem consideravelmente nas suas respostas fisiológicas ao meio ambiente em que vivem. As diferenças ocorrem não só entre espécies, mas também dentro de uma mesma família, espécies ou variedade, quando crescem sob condições ecológicas diversas.

#### 6.1 Considerações sobre a fitotoxidade dos principais poluentes emitidos na região

### 6. EFEITOS DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NA COBERTURA VEGETAL

Freqüentemente estes danos são resultantes de emissões locais, porém, inúmeros casos diagnosticados relacionam-se a fontes de poluição que se localizam a quilômetros da área afetada. Quando longas distâncias e tempo de transporte estão envolvidos, a substância poluidora pode ser modificada por reações químicas. A dimensão dos particulados no ar está continuamente se modificando. Partículas muito pequenas ( $< 0,1 \mu$ ) são produzidas primariamente pelas reações químicas na atmosfera ou reações de combustão. Estes particulados ficariam suspensos quase que indefinidamente, se não se aglomerassem, o que resulta em um contínuo crescimento do tamanho da partícula e redução do

Desta forma, os danos à vegetação em determinada área poderão ser causados por uma série de fatores muitas vezes de difícil identificação.

As interações entre estes dois fatores podem dificultar o diagnóstico. Outros fenômenos que podem ser muito difíceis quanto ao diagnóstico são as anormalidades genéticas induzidas por mutação ou fatores recessivos. Estes podem resultar em expressões fenotípicas quando o par de cromossomos tomar lugar cruzado em sua duplicação. Estes problemas genéticos podem causar anormalidades altamente específicas tais como mudança na coloração, clorose parcial ou deformações nas flores, frutos e folhas. Ainda mais difícil de resolver são os problemas associados à herança genética. Por exemplo, susceptibilidades induzidas geneticamente por fatores ambientais em plantas normalmente tolerantes.

- Material particulado  
Em comparação com os danos nas plantas

A deliquescência pode ter significado para a investigação do dano às plantas porque muitas substâncias químicas podem ser muito mais reativas no estado dissolvido do que sólido ou mais reativas a altas umidades relativas.

O caráter da partícula é também influenciado por outros parâmetros atmosféricos. Muitas partículas sólidas são higroscópicas e absorvem vapor de água do ar durante sua trajetória. Se as partículas tomarem quantidades suficientes de vapor de  $H_2O$  e forem solúveis em  $H_2O$ , a partícula sólida pode mudar de fase para uma solução de material. Quando isto acontece fala-se que a partícula "deliquesce". Os processos de absorção e deliquescência podem ocorrer a umidades relativamente baixas e os processos que ocorrem podem mascarar completamente a forma original da partícula.

As partículas crescem até atingir um tamanho no qual a velocidade de queda venha a ser tornar significativa ou até que as partículas sejam removidas pela chuva ou impacto. Todas as evidências sugerem que se uma partícula pequena ( $< 1 \mu$ ) colide com outra partícula de qualquer tamanho ou se 2 partículas líquidas colidem, elas se agregam. O contínuo reajustamento da distribuição do tamanho da partícula na atmosfera pode ser importante na avaliação da fonte original de partículas que causam danos às plantas.

O dióxido de enxofre penetra nas folhas principalmente pelos estômatos. A toxicidade depende das células mesofílicas das folhas e deve às suas propriedades reductoras. Os danos podem ser agudos e crônicos. Os agudos

### Dióxido de enxofre

Quando o material particulado de fornos rotativos de fábrica de cimento é depositado na presença de grande umidade, são formadas crostas na superfície das folhas e os tecidos podem vir a se tornar cloróticos, ou mesmo necróticos.

Foi demonstrado que a presença de certos póis interfere na fotossíntese e na formação de amido e é possível presumir que algum efeito no crescimento possa ter ocorrido, embora sejam necessários experimentos bem controlados para determinar o significado de tal efeito.

Quando o material particulado de fornos rotativos de fábrica de cimento é depositado na presença de grande umidade, são formadas crostas na superfície das folhas e os tecidos podem vir a se tornar cloróticos, ou mesmo necróticos.

causados pelos gases, que muitas vezes são rapidamente e facilmente reconhecidos, pouco se sabe sobre os efeitos de particulados na vegetação e os sintomas são não específicos, como pontuamento necrótico, necrose intervenal, enrolamento das folhas e supressão do crescimento. A presença de depósitos de poeira nas folhas é certamente um sinal de poluição por material particulado, porém os sintomas são obscuros.

Nas folhas de monocotiledôneas os danos podem ocorrer nas pontas e nas áreas longitudinais, entre as veias principais.

Os danos agudos nas folhas têm a forma de lesões bifaciais, que normalmente ocorrem entre as veias e são frequentemente mais proeminentes no sentido do pecíolo. O dano é local. Os processos metabólicos são completamente interrompidos nas áreas necróticas ou mortas, mas o tecido ao redor da folha se mantém verde e funcional. O tecido em qualquer lado das veias é extremamente resistente. Em alguns casos, os danos podem ocorrer nas margens das folhas. Raramente as folhas novas apresentam sinais necróticos, enquanto que as folhas totalmente expandidas são sensíveis a este tipo de dano. As folhas mais velhas são moderadamente sensíveis.

Os danos crônicos são causados pela absorção prolongada de  $SO_2$  a concentrações sub-letais. O sulfito formado é oxidado a sulfato a uma taxa semelhante à da absorção do gás. Quando o sulfato se acumula além dos limites tolerados pelas células da planta ocorrem injúrias crônicas.

são causados pela absorção de altas concentrações de  $SO_2$  em tempo relativamente curto. Isto resulta em uma rápida acumulação de sulfito, que é tóxico aos processos metabólicos que ocorrem nas células mesofílicas.

Os danos crônicos ou cloróticos, além de se desenvolverem graças ao acúmulo excessivo de sulfato, algumas vezes podem ser encontrados acompanhando danos agudos, como resultado de uma rápida, porém severa, fumigação com SO<sub>2</sub>. Os danos podem ser temporários ou permanentes. Na forma temporária pode ocorrer clorose por alguns dias e então desaparece. Se a clorose for permanente a coloração amarelo esverdeada persiste, parecendo uma senescência normal da folha. Ocasionalmente algumas poucas células são afetadas produzindo uma tonuação marrom avermelhada.

Os efeitos anômicos dos danos agudos podem ser observados ao microscópio. Nos estágios iniciais de danos ocorrem áreas saturadas de água, fiáveis, com coloração difusa, verde acinzentada. A clorofila parece ter-se dividido dos cloroplastos para o citoplasma. A esta fase segue-se um dessecamento e contração das células afetadas. Os pigmentos verdes são decompostos e dependendo da espécie, condições climáticas e época do ano, as folhas tornam-se esbranquiçadas, amarelo cláras, laranja avermelhadas ou marrons.

Os danos crônicos se manifestam pelo amarelamento ou clorolise da folha, algumas vezes da superfície inferior das folhas para a superior. Ocasionalmente, poderá ocorrer somente um bronzeamento ou prateamento na face inferior das folhas. Com o envenenamento crônico a taxa de metabolismo é reduzida.



Os sintomas agudos da toxicidade do dióxido de nitrogênio assemelham-se aos danos causados pelo SO<sub>2</sub>. As áreas irregulares

Dióxido de nitrogênio

A avaliação dos danos crônicos é mais difícil. Os sintomas são duplicados por outros agentes causais como deficiências nutricionais e adversidades climáticas. Desde que os danos crônicos são normalmente resultado de um acúmulo de sulfato na folhagem, é necessário um conhecimento detalhado sobre as plantas afetadas, a área estudada e as fontes de SO<sub>2</sub>.

Esporadicamente, podem ocorrer, também, danos agudos à vegetação, como um resultado de fatores ambientais anteriormente estabelecidos ou durante condições anti-ciclônicas com alta pressão, ar pesado, baixa velocidade dos ventos e inversão térmica.

As concentrações potencialmente danosas de SO<sub>2</sub> seriam emitidas em períodos de condições atmosféricas favoráveis a provocar danos às plantas. Estes fatores incluem alta umidade relativa (> 70%), temperatura do ar moderada, ventos contínuos em uma dada direção e vegetação com folhagem abundante.

Os episódios agudos típicos ocorrem normalmente na vizinhança de uma fonte pontual de SO<sub>2</sub>, como termoeletricas à base de carvão, refinarias de petróleo ou fundições.



Os fluoretos entram primeiramente nas plantas através dos estômatos, passando pelos espaços intercelulares, onde atacam as células mesofílicas. Eles podem ser também absorvidos para retamente pelas células ou transportados para as folhas através dos tecidos vasculares. Das células mesofílicas, onde foi inicialmente

Fluoretos

tecidos entre as veias tornam-se brancas ou levemente queimadas. O ápice das folhas recém expandidas e as áreas mais longas de folhas velhas são normalmente sensíveis. Os danos causados a folhas muito novas ou aquelas com 3 a 4 semanas, não são muito visíveis. Normalmente, é necessária uma exposição a 6 ppm por 7 horas para produzir danos visíveis em plantas sensíveis. A toxicidade é consistente e geralmente maior quando as plantas são expostas ao poluente no escuro. No entanto, mesmo sob esta condição a dose necessária para produzir danos visíveis é bem maior do que aquela que ocorre em atmosferas poluídas. Os sintomas crônicos de clorose e queda foliar ocorrem quando concentrações de 0,5 a 1,0 ppm são mantidas por muitas horas. Tais períodos de elevadas concentrações provavelmente não ocorrem devido ao fato de que o  $NO_2$  é consumido nas reações fotoquímicas que se processam na atmosfera.



A quantidade de flúoreto acumulada pelas plantas está relacionada com a concentração atmosférica e com o tempo de exposição. Porém, sob condições de campo extremamente variadas, esta relação torna-se difícil de ser estabelecida. A quantidade acumulada depende, também, da espécie de planta e da forma em que o flúoreto se apresenta. Os flúoretos gasosos são mais importantes

Virtualmente, nenhum flúoreto é translocado das folhas para o caule, nem para as raízes. De preferência, a translocação se dá em direção às folhas.

#### - Acumulação:

A quantidade de flúoreto acumulada em diferentes órgãos da planta varia muito. Benedict e colaboradores (1964) estudaram a distribuição de flúoreto em diferentes órgãos e tecidos de espécies de plantas herbáceas representativas. Um grupo de alfafa, após 5 semanas de fumigação com  $0,8 \mu\text{g}$  de flúoreto/ $\text{m}^3$ , apresentou diferentes concentrações do poluente nas folhas inferiores, médias e superiores. Os resultados obtidos foram 324, 121 e 51 ppm de flúoreto, respectivamente.

absorvido, o flúoreto se move para as células vizinhas por simples difusão. O flúoreto é dissolvido na fase aquosa das células e quando atinge o tecido vascular move-se por ele até as folhas, onde se acumula.

Quando as plantas são expostas a altas concentrações atmosféricas de fluoretos, os sintomas de injúria desenvolvem-se na maioria dos indivíduos das espécies

Folhas:

Sintomatologia do Fluoreto:

Estudos realizados por Pack, et al. mostraram que a exposição de plantas de vidro altamente sensíveis a fluoretos, por 4 semanas a uma concentração média de 0,79 µgF/m<sup>3</sup> causou 15% de necrose nas folhas, enquanto que a exposição a partículas, coletadas de uma unidade de síntese e aplicadas a uma concentração média de 1,9 µgF/m<sup>3</sup> não produziu necrose mensurável.

No entanto, desde que os fluoretos que se dissolvem na umidade das folhas podem ser absorvidos, a sua fitotoxicidade potencial pode depender da sua solubilidade e do teor de umidade existente.

quanto à acumulação e toxicidade pela sua maior facilidade de absorção pelas plantas através dos estômatos. As formas particuladas se acumulam na superfície das folhas, onde são menos prejudiciais, além de estarem mais sujeitas à remoção por águas de chuva.





Crescimento da planta:  
 O crescimento e o desenvolvimento das plantas podem ser afetados por flureto. No entanto, os efeitos do flureto no crescimento das plantas não são

Deve-se ressaltar, entretanto, que outros agentes podem causar o amadurecimento prematuro local, assim como a coloração precoce pode ser confundida com a coloração normal dos frutos postos diretamente ao sol.

Por outro lado, as frutas podem ser indiretamente mais sensíveis ao flureto do que as folhas. Este fato pode ser comprovado por uma doença em pessegos associada com o flureto. Esta é caracterizada por um avermelhamento e amadurecimento prematuro do local que é bem delimitado ao longo do suco existente no fruto.

Flureto e raramente sofrem danos. Estudos em estufas onde a concentração de flureto no ar normalmente abrange 1 a 5 ppb e observações de campo nos EUA revelaram que as partes reprodutivas da flor, estame e pistilo, assim como o perianto, são altamente resistentes a danos visíveis por flureto.



O etileno é um sub-produto do metabolismo

netos. compostos orgânicos especialmente hidrocarbô de qualquer processo de combustão envolvendo duas olefinas. Estes gases são sub-produtos 100 a 1.000 vezes menores do que as outras o etileno produz danos em concentrações de postas similares na vegetação. No entanto, O etileno, acetileno e propileno mostram res

Etileno e olefinas associadas

Assim, aparentemente, concentrações sub letais de fluoreto têm efeito definitivo no crescimento das plantas. Este crescimento pode ser estimulado ou inibido conforme a concentração do plente, a sensibilidade da planta e, pre sumidamente, fatores ambientais, como nutrição e condições do solo. Conseqüentemente, o fluoreto pode, hipoteticamente, causar, ao mesmo tempo, necrose na maioria das espécies sensíveis, supressão do crescimento nas plantas moderadamente sensíveis e estímulo do crescimento nas espécies mais tolerantes.

Muitos pesquisadores, como Sulzbach (1961) e Treshow, et al. (1967, 1968), demonstraram um estímulo no crescimento vegetativo. necessariamente negativos.

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL  
BIBLIOTECA



Este grupo, potencialmente grande, é constituído de compostos oxidantes formados, provavelmente, por reações fotoquímicas envolvendo

Complexos oxidantes

Em estudos laboratoriais, as plantas testadas mostraram algumas respostas a concentrações de 1 ppm, durante o tempo da fumigação. Se os danos não forem muito severos, a recuperação é rápida após a remoção do gás. As plantas mais sensíveis mostraram epinastia a 1 ppb com uma exposição de 24 horas. Em orquídeas foram detectadas sépalas secas após uma exposição de 6 horas com uma concentração de 0,1 ppm.

Os danos associados ao etileno caracterizam-se por efeitos crónicos e de crescimento.

O etileno produz epinastia das folhas e induz a queda de componentes na maior parte dos vegetais. Este gás atua nas plantas como um hormónio de desenvolvimento e causa redução geral no crescimento. As plantas podem mostrar epinastia, clorose, necrose, queda foliar e dos brotos, incapacidade das flores de abrirem adequadamente, estimulação do crescimento lateral e decréscimo na dominância apical.

normal das plantas e, assim, desempenha um papel na senescência dos tecidos maduros.



Os danos causados pelo cloro são quase sempre observados sob a forma aguda e muito similar a necroses provocados pelo  $SO_2$ . A necrose e o descoramento das folhas são os danos mais comuns. Dependendo da espécie a necrose pode ser marginal, ou dispersa entre, ou ao longo das veias. Muitas espécies apresentam áreas necróticas de coloração marrom alã ranjada. Os danos são encontrados em ambas as superfícies da folha, porém a superior apresenta mais sensível. Em determinadas espécies ocorre branqueamento. As folhas velhas e as de meia idade são prontamente atacadas

### Cloro

uma variedade de hidrocarbonetos com óxidos de nitrogênio. Apesar de não terem sido identificados, estes complexos têm uma presença potencial na atmosfera. Tal fato pode ser comprovado por experiências realizadas com emissões irradiadas de automóveis, misturas irradia-  
das de olefinas e  $NO_2$ , misturas irradia-  
das de olefinas e ozona e a associação das respostas dos vegetais estudados com os valores totais de oxidantes.

Tendo em vista a diversidade destes complexos inúmeros sintomas podem ser observados, como injúrias nas células paligadas em folhas noivas, coloração marrom avermelhada, áreas des-  
tratadas, pigmentação marrom ao longo das veias, etc.

As concentrações que causam danos são cerca

Os danos observados causados por este poluente foram do tipo agudo com colapso do tecido e com ou sem perda subsequente de clorofila. Os danos mostraram uma coloração verde escura e o tecido ou se torna marrom ou se mantém verde ou seca.

Amonia

Chenopodium	1,0 ppm / 4 horas .....
Begonia	
pimenta	
azalea	
geranio	
feijão	
petúnia	0,80 ppm / 4 horas .....
dente-de-leão	
dália	
pepino	
tomate	0,50 ppm / 4 horas .....
girassol	
mostarda	
trigo	
cebola	
tabaco	0,10 - 0,25 ppm / 4 horas ...
rabanete	
alfafa	0,10 ppm/2 horas .....

Os dados abaixo representam as concentrações limites que causam danos em algumas espécies de plantas:

pelo cloro, enquanto que as folhas novas não são atacadas.



O  $H_2S$  é o único poluente que afeta o crescimento das pontei- ras em plantas sensíveis. As

folhas mais velhas. As folhas maduras não foram afetadas. e brotos, com queima basal e marginal nas folhas novas como queima das folhas novas. Estudos re- alizados em laboratórios mostraram o apareci- mente de sintomas como queima das folhas novas. A ausência de literatura relativa aos danos à vegetação de decomposição de matéria orgânica e é um gás natural dos pantanos. A ausência de literatura relativa aos danos à vegetação de decomposição de matéria orgânica e é um produto natural

Sulfeto de hidrogênio:

Não foram observados efeitos crônicos e crescimento das plantas.

O ácido clorídrico causa uma queima típica de ácidos a concentrações semelhantes às da amônia. A reação parece ser uma resposta do tecido da planta ao pH. A resposta pode ser semelhante aos danos agudos causados pelo  $SO_2$ . A resposta aguda usual é um branqueamento do tecido.

Ácido clorídrico:

de 10 vezes aquelas descritas para o  $SO_2$  e seriam comparáveis as concentrações tóxicas do  $NO_2$ .

A tabela nº 2 apresentada a seguir sumaria os dados fitotoxicológicos dos principais poluentes emitidos na região.

Estes níveis estão bem acima das concentrações ambientais conhecidas.

Pouco é conhecido sobre os efeitos do CO na vegetação, mas as concentrações necessárias para causar efeitos semelhantes aos do etileno variaram de 1.000 a 10.000 vezes as concentrações do etileno.

Em um produto da combustão incompleta e esta geralmente associado com emissões de automóveis. Este poluente foi estudado em laboratório, porém não exaustivamente. Os danos ocorridos foram semelhantes aqueles observados com o etileno e outros gases insaturados. Seus efeitos podem estar relacionados à produção interna de etileno nos tecidos das plantas.

Monóxido de carbono:

espécies mais sensíveis desenvolvem danos graves a exposições menores que 40 ppm, enquanto que as mais resistentes não mostraram danos sensíveis a exposições de 400 ppm por um tempo de 5 horas. Os níveis tóxicos suportados são bem superiores às concentrações ambientais conhecidas e não foram descritos efeitos crônicos e no crescimento.



TABELA Nº 2 - EFEITOS DE ALGUNS POLUENTES NA VEGETAÇÃO

POLUENTE	SINTOMAS	SENSIBILIDADE DAS FOLHAS	ESTRUTURA AFETADA NA FOLHA	LIMITE DE TOLERANCIA		
				ppm (vol)	µg/m <sup>3</sup>	EXPOSIÇÃO
DIOXIDO DE ENXOFRE	manchas brancas, áreas esbranquiçadas entre as veias, clorose.	folhas adultas são mais sensíveis	células meso filicas	0,3	785	8 horas
DIOXIDO DE AZOTO	lesões esbranquiçadas ou amarronzadas no tecido intercostal e próximo as margens das folhas	folhas adultas são mais sensíveis	células meso filicas	2,5	470	4 horas
ÁCIDO FLUORIDRICO	extremidades e margens queimadas, raquitismo, abcesso foliar, banda marrom avermelhada entre o tecido necrótico e o saudável	folhas novas são mais sensíveis	células meso filicas e epidérmicas	0,1 ppb	0,08	5 semanas
ETILENO	sépalas secas, anormalidades nas folhas, queda de flores, incapacidade de desenvolvimento das folhas	folhas novas se recuperam, as velhas não	todas	0,05	58	6 horas
CLORO	branqueamento entre as veias, extremidades e margens queimadas, abcesso foliar	folhas adultas são mais sensíveis	células meso filicas	0,10	200	2 horas
AMONIA	folhas com coloração verde escuro para marrom, em algumas espécies, enegrecimento.	folhas adultas são mais sensíveis	tecido completo	20	214000	4 horas
ÁCIDO CLORIDRICO	lesão necrótica típica de ácidos, necrose marginal nas folhas	folhas velhas são mais sensíveis	células meso filicas e epidérmicas	5 a 10	11200	2 horas
ÁCIDO SULFIDRICO	queimadura basal e marginal	folhas novas são mais sensíveis	-	20	28.000	5 horas
ÁCIDO SULFURICO	lesões necróticas típicas de ácido	todas	todas	-	-	-

FONTE: Allaire, Yves - Efeitos da Poluição do Ar, Curso patrocinado pelo Projeto 2103 (OMS/Governo do Estado de São Paulo), 1974.



Segundo um estudo biogeográfico de líquens feito em Cubatão (FERREIRA-1980), constatou-se que a contaminação atmosférica não tem distribuição uniforme no município. Nesse trabalho, mediu-se a

A Serra do Mar e a Baixada Santista são áreas de condições naturais favoráveis ao desenvolvimento dos líquens: existe disponibilidade ilimitada de água e de umidade, em geral, e insolação suficiente. As variações no grau de recobrimento dos líquens sobre os troncos das árvores se devem, pois, sobretudo às condições físicas do meio, resultantes da ocupação antropológica. O maior agente modulificador é sem dúvida o ar poluído.

Os líquens que normalmente crescem sobre os troncos das árvores são bons indicadores de poluição aérea, pois a presença de poluentes atmosféricos tende a destruí-los. Estes vegetais desenvolvem-se sob qualquer clima e circunstância ambiental. Constituem a primeira etapa da colonização vegetal e são de ocorrência quase ilimitada sob condições naturais. Mas são extremamente sensíveis à poluição atmosférica resultante das atividades humanas e particularmente aos óxidos de enxofre. Por esta razão, servem de medidores do grau de poluição do ar.

6.2 Degradação da cobertura de líquens e sua relação com os graus de poluição do ar no município



- Classe 0 - grau de cobertura inferior a 0,5% - poluição muito forte;
- Classe I - grau de cobertura de 0,5 a 6% - zona de poluição forte;
- Classe II - grau de cobertura de 6 a 12% - zona de poluição média a alta;
- Classe III - grau de cobertura de 12 a 25% - zona de poluição média;
- Classe IV - grau de cobertura de 25 a 50% - zona de poluição fraca;
- Classe V - grau de cobertura de 50 a 100% - zona normal, não poluída.

porcentagem de recobrimento de líquens sobre uma superfície de 50 cm de altura ao redor do tronco das árvores, a cerca de 1,5 a 2 metros do solo. Como estes vegetais desenvolvem-se melhor sobre cascas ásperas e rugosas, onde é maior a retenção de umidade, procedeu-se a uma correção das porcentagens segundo a maior ou menor facilidade de fixação que cada espécie apresenta. A investigação iniciou-se sobre aproximadamente 2.600 árvores distribuídas pelos 40 km<sup>2</sup> ocupados pelas instalações industriais, da cidade, corredores rodoviários e estradas locais. Com o auxílio de sensoramento remoto, utilizou-se fotografias aéreas, onde nota-se a evidência da degradação vegetal da floresta que recobre as encostas da Serra do Mar, elaborou-se o Mapa 12, de zonas de ocorrência de líquens e graus de poluição aérea segundo seis classes do grau de cobertura de líquens:

A área onde é máximo o grau de poluição corresponde aos terrenos ocupados pelos estabelecimentos fabris e ao corredor que tem por eixo o

ÁREA (km <sup>2</sup> )	% DO MUNICÍPIO
67,0	51,0
6,5	5,0
2,0	1,5
2,0	1,5
2,0	1,5
7,5	6,0
20,0	15,0
105,0	80,0
26,0	20,0

TABELA 3 - Zonas de recobrimento de líquens e graus de poluição do ar em Cubatão

Nesse mapa, constata-se que dos 105 km<sup>2</sup> classificados (correspondendo a 80% do município), 73,5 km<sup>2</sup> ou 70% do território investigado apresentaram poluição forte ou muito forte; 11,5 km<sup>2</sup> ou 11% têm índices intermediários de contaminação do ar e 20 km<sup>2</sup> ou 19% estão livres de qualquer contaminação aérea. Os 26 km<sup>2</sup> ou 20% do município não são classificados com exatidão devem, porém, estar compreendidos entre os níveis médios de poluição. A tabela 3 expõe os resultados:



Nota-se que o Município de Cubatão apresenta, ainda, terrenos livres de contaminação do ar a SW e ao Sul, sendo esta última porção favorável à urbanização, mediante drenagem dos solos hidro-mórficos.

No presente estudo procurou-se investigar particularmente a vegetação do território serrano ao longo do Rio Mogi, onde a degradação da floresta tropical é intensa, dado o alto grau de poluição aérea.

Rio Mogi. De modo geral, todo o território situa-se do a sotavento da zona industrial é fortemente poluído; e os terrenos a barlavento das indústrias, mesmo em locais próximos a elas apresentam graus de poluição menos intensos. Isto explica-se pelas condições de circulação das correntes aéreas, com sentido geral e mais frequente de sul e SW para NE.



**COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL**

Diretoria de Engenharia e Ação Regional

Data

Des.

Projeto

Verif.

Aprov.

Escala 1:50000









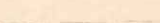

Nº

12

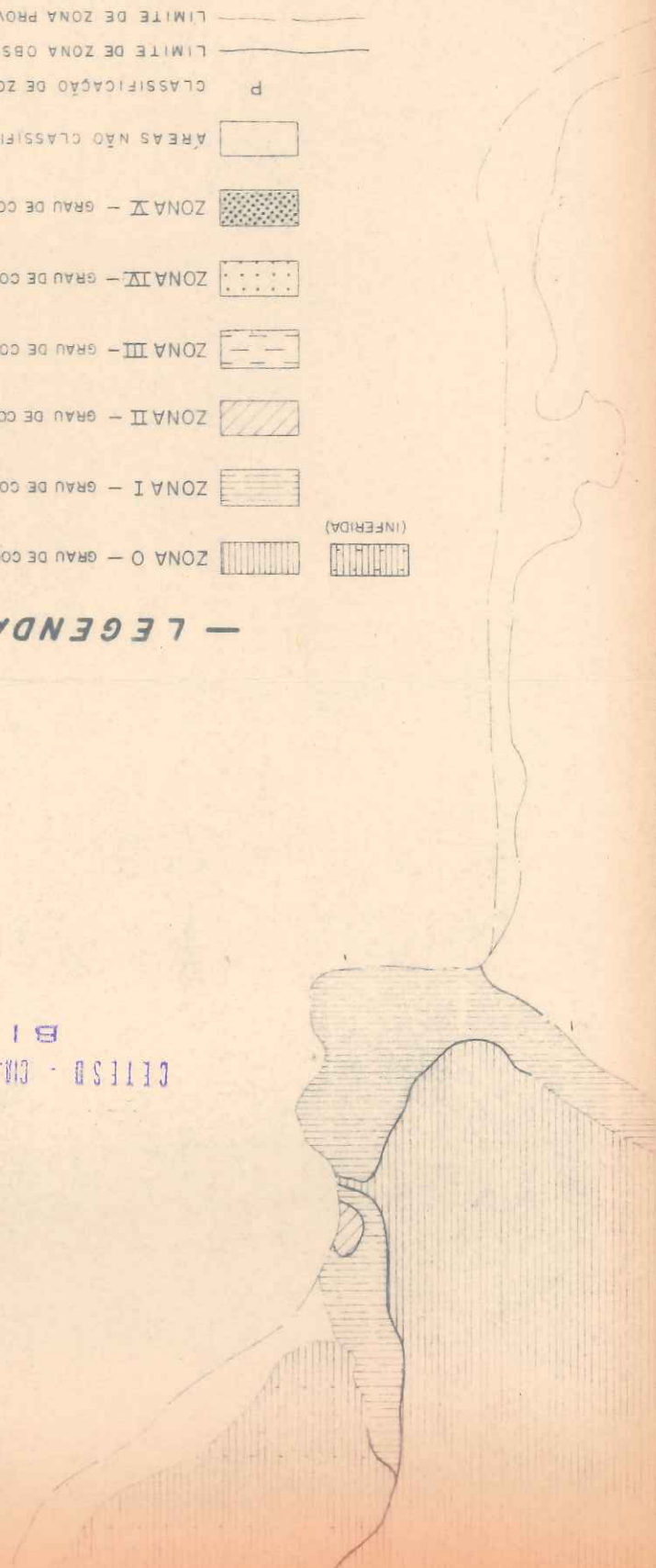
**CUBATÃO**  
**ZONAS DE OCORRÊNCIA DE LIQUENS**  
**E GRAU DE POLUIÇÃO (1978/79)**



CETESB

- LEGENDA**
-  ZONA 0 - GRAU DE COBERTURA INFERIOR A 0,5% - POLUIÇÃO MUITO FORTE
  -  ZONA I - GRAU DE COBERTURA DE 0,5% A 6% - POLUIÇÃO FORTE
  -  ZONA II - GRAU DE COBERTURA DE 6% A 12% - POLUIÇÃO MÉDIA A ALTA
  -  ZONA III - GRAU DE COBERTURA DE 12% A 25% - POLUIÇÃO MÉDIA
  -  ZONA IV - GRAU DE COBERTURA DE 25% A 50% - POLUIÇÃO FRACA
  -  ZONA V - GRAU DE COBERTURA SUPERIOR A 50% - POLUIÇÃO INEXISTENTE
  -  ÁREAS NÃO CLASSIFICADAS
  - P** CLASSIFICAÇÃO DE ZONA PROVAVEL
  -  LIMITE DE ZONA OBSERVADA
  -  LIMITE DE ZONA PROVAVEL
  -  LIMITE DE MUNICÍPIO

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL  
 BIBLIOTECA



7. CONDIÇÕES ATUAIS DA COBERTURA VEGETAL DAS  
ENCOSTAS DA SERRA DO MAR EM CUBATÃO.

7. CONDIÇÕES ATUAIS DA COBERTURA VEGETAL DAS ENCOSTAS DA SERRA DO MAR EM CUBATÃO.

A Mata Tropical Atlântica apresenta-se bastante degradada na área em estudo, devido fundamentalmente ao ataque dos poluentes do ar à vegetação. Em alguns casos, porém, a destruição da cobertura vegetal relaciona-se a obras de implantação de rodovias (Imigrantes, Anchieta), ferrovias (E.F.S.J.) ou movimentos de terra junto aos morros isolados da baixada.

A partir de levantamentos aerofotogramétricos dos anos de 1962 e 1977 elaboraram-se dois mapas que caracterizam a cobertura vegetal anterior e atual em Cubatão. O Mapa nº 13 ilustra o recobrimento extensivo das escarpas do planalto e dos morros da baixada pela mata tropical. O Mapa nº 14 expõe o estado de degradação intensa da cobertura vegetal que deve ter-se iniciado nos últimos dez anos. Através de observações de campo efetuadas em 1980 constatou-se que atualmente a deterioração da cobertura florestal é ainda mais acentuada ao longo do vale do Rio Mogi e das encostas que ladeiam esse curso d'água, sobretudo da Serra do Morrao.

As zonas de deslizamentos de terra estão compreendidas nos locais de maior declividade do terreno e onde a floresta apresenta degradação forte. O Mapa nº 14 indica quatro níveis relativos ao estado da cobertura florestal, a seguir:




- nível 1: degradação nula - a mata apresenta-se no seu estado primitivo, com elevada densidade de espécies e indivíduos tal como foram descritos no item 4. A formação pode ser de porte mais ou menos elevado, variando conforme a topografia, qualidade do solo e demais fatores naturais. (vide fotografia em anexo)
- nível 2: degradação fraca - verifica-se em locais atingidos ocasionalmente pelo lençol de poluição aérea e onde a poluição do ar é de pouca intensidade. Nestas áreas ocorre o desaparecimento quase total de indivíduos de maior porte (mais de 20 metros de altura) e algum dano às árvores e arbustos de mais de dois metros de altura; o estrato sub-arbustivo representado por moitas de 50 cm a 2 (dois) metros de altura, porém, pode apresentar-se muito vigoroso e até melhor desenvolvido, graças à menor competição pela luz e nutrientes. (vide fotografia em anexo)
- nível 3: degradação média - desaparecimento completo do estrato arborecente (árvores com mais de 10 metros de altura) e danificação grave do estrato sub-arbustivo (50 cm a 2m); os troncos e galhos das pequenas árvores e arbustos aparecem completamente desprovidos de folhas e quase sempre estes exemplares estão mortos. O estrato herbáceo e sobretudo as samambaias podem ser mais densos do que na floresta primitiva, graças ao desaparecimento das espécies competidoras mais elevadas (vide fotografias em anexo).
- nível 4: degradação forte - ausência dos

Os mapas mostram, ainda, o estado da vegetação de mangue, brejo e de culturas em Cubatão e as transformações sofridas no espaço de quinze anos. O mangue apresenta-se bastante degradado mas neste caso as alterações são relacionadas a múltiplas causas, tais como ocupação antrópica efetiva, deposição de resíduos sólidos e poluição hídrica.

A destruição dos estratos arbóreo e arbustivo nas encostas de declividade superior a 25% traz inconveniências a instabilidade do solo e do regolito nas escarpas da Serra do Mar e morros isolados.

A cobertura vegetal herbácea visível nos níveis 3 e 4, é um fator de fixação precária do solo em terrenos de declividade em torno de 25%; no entanto, retém menor quantidade de água infiltrada, pois suas necessidades são inferiores à da floresta primitiva; este fato pode aumentar o escoamento superficial e sub-superficial favorecendo os deslizamentos de terra.

As plantas herbáceas de até 0,50 cm de altura e certas espécies resistentes de samambaias recobrem como um tapete as encostas dos morros. (vide fotografia em anexo).

Projeto	Desenho	Escala	Data	Mopo
		APROX. 1:40.000	DEZEMBRO / 80	13
Verif.	Aprov.	 <p>COBERTURA VEGETAL EM CUBATÃO - 1962 - FONTE: LEVANTAMENTO AEROFOTOGRAFÉTICO VASP</p>		
CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental				

BIBLIOTECA  
CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL

MORRO SEMI-ARRASADO  
RAVINAMENTOS, MOVIMENTO DE TERRA  
PEDREIRA  
SOLO ARENOSO, BANCOS DE AREIA E MATERIAL DETRÍTICO DAS ENCOSTAS  
ÁREA CONSTRUÍDA OU OCUPADA  
ARRUAMENTO  
TUBULAÇÕES  
VALETA, CANAL  
CURSO D'ÁGUA  
LINHA DE ALTA TENSÃO  
RODOVIA  
ESTRADA DE FERRO  
LIMITE DE MUNICÍPIO

Projeto	Desenho	BORGES	Escala	APROX. 1:40.000	Data	DEZEMBRO / 80	Mapa	14
Verif.	<p style="text-align: center;"><b>COBERTURA VEGETAL EM CUBATÃO</b>  <b>— 1977 —</b>  <b>FONTE: LEVANTAMENTO AEROFOTOGRAFAMÉTRICO</b>  <b>TERRAFOTO</b></p>							
Aprov.								
<b>CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental</b>								



REIA

REA CONSTRUIDA OU OCUPADA

DIFICIÇÕES

ODOVIA, ARRUAAMENTO

STRADA DE FERRO

UBULAÇÕES

ALETA, CANAL

SCOAMENTO PLUVIAL ESPORÁDICO-ENXURRADAS

SCOAMENTO PLUVIAL PERMANENTE

ANAL DE MANGUE

LNHA DE ALTA TENSÃO

IMITE DE MUNICÍPIO

8. DISCUSSÃO DOS DADOS OBTIDOS

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL  
BIBLIOTECA

O material particulado liberado para a atmosfera em bora predominantemente inerte, constitui também um inter-ferente potencial ao desenvolvimento das plantas, uma vez que, depositado na superfície das folhas, acarreta uma

compostos estes também tóxicos à vegetação. na atmosfera dando origem a ozona e peroxiacil nitratos, do de nitrogênio em reações fotoquímicas que se processam Deve-se ressaltar, ainda, o importante papel do dióxido

seja, 53% do total de poluentes emitidos. como também pela representatividade de sua emissão, ou como: óxidos de enxofre e de nitrogênio, amônia e cloro, crônica apresentada por alguns de seus constituintes tais ses inorgânicos não só pela elevada fitotoxicidade aguda e tacam-se, em termos de agressividade à vegetação, os qã como fontes emissoras destes poluentes. Dentre eles des permite avaliar a representatividade de certas indústrias A análise dos mapas apresentados no Item nº 5 nos

Os dados apresentados neste estudo, obtidos através dos levantamentos efetuados, bem como aqueles compilados de trabalhos similares sobre a região e referenciados anteriormente, evidenciam a gravidade e a complexidade dos danos à vegetação circunvizinha ao polo industrial de Cubatão; estes danos estão associados, em grande parte, à emissão para a atmosfera de poluentes de origem industrial, extremamente perniciosos ao meio ambiente.

8. DISCUSSÃO DOS DADOS OBTIDOS



A vegetação das escarpas serranas e dos morros da baixada, situados na altura da sede do Município de Cuba-tão e do antigo caminho do Mar, atrás da Refinaria Presi-dente Bernardes, começa a apresentar danificação acentua-da, pois cerca de 24% ou 7 mil toneladas de poluentes são liberados no ar a cada mês nas suas proximidades. Também

Cerca de 22 mil toneladas ou sejam, 75% das emissões de poluentes atmosféricos liberados na região de Cubatão ocorrem na porção final do vale do Rio Mogi e, por ação das correntes aéreas, vai incidir diretamente sobre a cobertura florestal das escarpas da Serra do Mogi e da vertente noroeste da Serra do Morrao. É aí que a vegeta-ção apresenta sua máxima degradação, destacando-se como agentes as névoas ácidas e o material particulado provê-nientes das indústrias de fertilizantes (vide mapas de nos 4 a 11), além dos gases inorgânicos e poluentes diver-sos da atividade siderúrgica da COSIPA.

As substâncias orgânicas emitidas, por sua vez, além de afetarem a vegetação, podem, também, através de reações fotoquímicas com dióxido de nitrogênio, formar com-plexos oxidantes (PAN) de significativa toxicidade.

As emissões ácidas, ainda que pouco significativas em termos quantitativos (0,2% do total de poluentes emitidos), contribuem para o agravamento da situação em face da natureza extremamente agressiva dos seus componentes, como os ácidos sulfúrico, clorídrico, fluorídrico e gás sulfídrico, causando danos à vegetação exposta, ca-racterizados por intensa queima foliar.

redução na capacidade fotossintetizante.

neste caso, os ventos conduzem o ar poluído de encontro às encostas da Serra do Mar. O quadro apresentado a seguir mostra a distribuição das diferentes atividades industriais desenvolvidas na região, segundo três núcleos distintos: Vale do Rio Mogi, Sede do Município de Cubatão e proximidades e Via Anchieta e Via Padre Manoel da Nóbrega.

NÚCLEO	TIPO DE INDÚSTRIA	Nº DE INDÚSTRIAS	EMISSÃO DE POLUENTES (t/mês)	
Vale do Rio Mogi	- de fertilizantes	7	15.631	9
	- siderúrgica	1	6.689	1
	- química	1	44	1
Sub Total.....		10	22.373	
Sede do Município de Cubatão e proximidades	- química e petroquímica	8	2.255	
	- de refinação de petróleo	1	4.805	
	Sub-Total.....		9	7.060
Via Anchieta e Via Padre Manoel da Nóbrega	- de fertilizantes	1	98	
	- de papel e papelão	1	1	
	- de borracha	1	26	
	Sub-Total.....		4	125
TOTAL.....		23	29.558	



Quanto à dinâmica geocológica das áreas montanhosas

e a invasão de gramíneas diversas. terra; existe, aí, a introdução de plantas não aborígenes dos morros foi alterada por desmatamentos e retiradas de ao complexo industrial e à sede do município a vegetação Deve-se ressaltar, porém, que em diversos locais próximos tal resulta da sua exposição a uma atmosfera poluída.

tem ocupação humana efetiva, sendo que a degradação vege que tem por eixo o Rio Mogi (Mapa nº 14). Esta área não da na porção nordeste do município, ou seja, no corredor Serra do Mar em Cubatão apresenta-se extremamente altera Com efeito, a cobertura florestal das encostas da


cípio.









do vale do Rio Cubatão, na parte oeste e sudoeste do munl seu aspecto primitivo, e que ainda existe em grande parte vegetais, permitindo uma comparação com a vegetação no fias em anexo demonstram estas alterações sofridas pelos alteradas em termos de sua coloração natural. As fotogra tura foliar rala e danificada, com folhas queimadas e Os vegetais menores mostram, de uma maneira geral, estru- pojadas de folhas e até desganhadas, completamente secas. as árvores de maior porte remanescentes apresentam-se des- bóreo e arbustivo podem sofrer sérios danos, sendo que Tal como foi salientado no item nº 7, os extratos ar

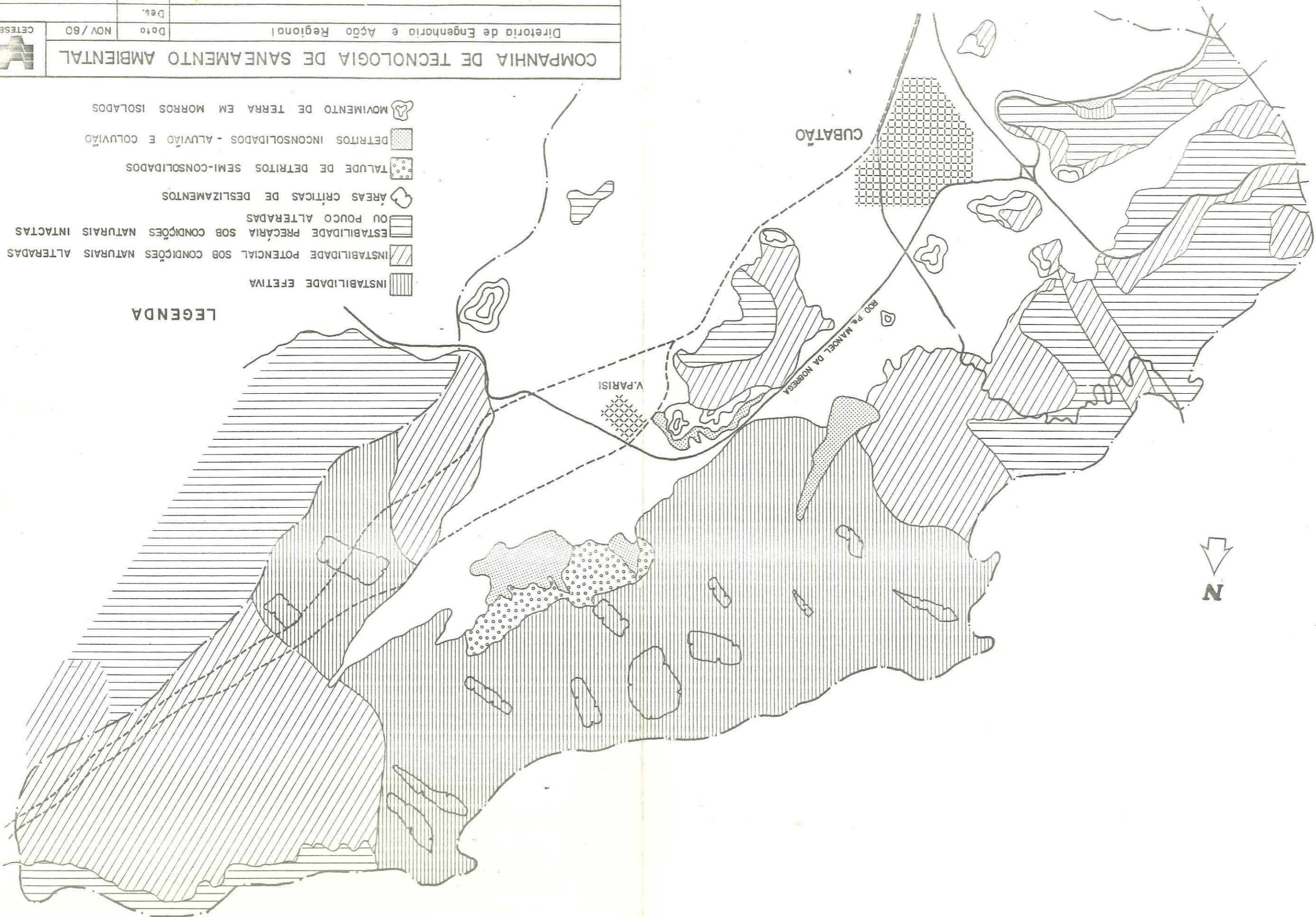
indivíduos vegetais. ção florística e estratificação quanto no aspecto dos significativas da vegetação primitiva, tanto na composi- 13 e 14) mostram, em grande parte da área, alterações áreas da região nos anos de 1.962 e 1.977 (vide mapas nºs As observações de campo e a análise de fotografias





	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental	
	Diretoria de Engenharia e Ação Regional	
Data: NOV/80	Des.:	Projeto:
Verif.:	Aprov.:	Escala: 1:50000
Nº 15	DINÂMICA GEOECOLÓGICA DAS ÁREAS MONTANHOSAS EM CUBATÃO	

- LEGENDA**
-  INSTABILIDADE EFETIVA
  -  INSTABILIDADE POTENCIAL SOB CONDIÇÕES NATURAIS ALTERADAS
  -  ESTABILIDADE PRECÁRIA SOB CONDIÇÕES NATURAIS INTACTAS
  -  OU POUCO ALTERADAS
  -  ÁREAS CRÍTICAS DE DESLIZAMENTOS
  -  TALUDE DE DETRITOS SEMI-CONSOLIDADOS
  -  DETRITOS INCONSOLIDADOS - ALUVIÃO E COLUVIÃO
  -  MOVIMENTO DE TERRA EM MORROS ISOLADOS



O fenômeno de desequilíbrio geodinâmico no corredor, que tem por eixo o Rio Mogi, teve início a menos de vinte anos, como atesta o Mapa nº 13, feito com base em

Os movimentos de massa ocorrem geralmente nos meses de fevereiro e março, no fim da estação das chuvas, e logo após alguma queda d'água mais intensa ou prolongada que satura a camada de solo ou o regolito. Além disso, existe uma certa periodicidade nos fenômenos de escorregamentos da Serra do Mar, que obedecem, via de regra, a um ciclo de 10 (dez) anos, quando as chuvas são de maior intensidade. Como os anos de maior pluviosidade registrados foram 1.928, 1.947, 1.956, 1.966/67 e 1.976, espera-se igual ocorrência entre 1.986 e 1.988.

Até o presente, o desequilíbrio na dinâmica geocológica restringe-se quase exclusivamente às áreas montanhosas, onde as duas manchas caracterizadas por instabilidades efetiva — na escarpa principal da Serra do Mar e na vertente noroeste da Serra do Morrao — tendem a uma

pliação para nordeste e secundariamente para sudoeste. Até o presente, o desequilíbrio na dinâmica geocológica restringe-se quase exclusivamente às áreas montanhosas, onde as duas manchas caracterizadas por instabilidades efetiva — na escarpa principal da Serra do Mar e na vertente noroeste da Serra do Morrao — tendem a uma pliação para nordeste e secundariamente para sudoeste.

A par das áreas de instabilidade efetiva, grande parte da porção montanhosa encontra-se em instabilidade potencial, onde a progressiva destruição da cobertura florestal, ameaça o desequilíbrio total; também aparece nos terrenos que sofreram alteração provocada por obras de engenharia. Neste último caso — que ocorre ao longo das vias Anchieta e Imigrantes e junto aos oleodutos e tubulações de água da Light — a instabilidade intensa já foi controlada, mas existe um desequilíbrio potencial devido à alteração do perfil das vertentes e do escoamento pluvial: são áreas sob controle relativo.

Se o desequilíbrio ainda não atingiu amplitude na baixada, já existem alguns locais onde a deposição caótica de sedimentos começa a causar transtornos; o caso mais grave ocorreu atrás da Ultrafertil (São Marcos) e os demais pontos críticos estão atrás da Union Carbide (Rio Pequeno) e da Copebrás. Pode-se prever nos próximos anos e intensificação dos processos erosivos nas escarpas e maior deposição de detritos junto ao curso terminal dos rios que descem das encostas e desagüam no Rio Mogi. Este

A poluição do ar de origem industrial é um fenômeno que tendeu a intensificar-se em Cubatão, desde que houve um aumento contínuo do número de fábricas potencialmente poluidoras e da produção das mesmas. A utilização, nos últimos anos, da rocha fosfática nacional por parte das indústrias de fertilizantes situadas no início do corredor morfológico limitado pelas escarpas serranas, contribui para intensificar a emissão de material particulado que é transportado pelos ventos para áreas circunvizinhas às fábricas.

As principais indústrias instalaram-se na área na década de 50 e início da seguinte: a refinaria começou a produzir em 1.955, surgindo a seguir a Alba (1.956), a Estireno (1.957), a Union Carbide (1.958) e a Copebrás (1.959); esta última começou a produção de fertilizantes em 1.960, já iniciada em 1.958 pela Petroquisa. A Cosipa colocou em funcionamento a sua primeira unidade em 1.963. Em 1.964, a Carbocoloro começou a produzir e em 1.967 tiveram início as atividades da Ultrafertil.

Levantamento aerofotogramétrico de 1.966; nele a floresta aparece recoberto quase uniformemente as escarpas, com exceção da via férrea na Serra do Morrao.

terá seu leito tomado pelos sedimentos, causando trans-  
tornos hidrológicos, tais como assoreamento, drenagem a-  
nastomosada e possivelmente transbordamento das águas  
do por incapacidade destas de seguir caminho ao longo  
canal natural atulhado ou por represamento das mesmas.

9. BIBLIOGRAFIA.

9. BIBLIOGRAFIA
- ALTARIE, Y. Efeitos da Poluição do Ar, Curso patrocinado pelo Projeto 2103 (OMS/Governo do Estado de São Paulo), 1974.
- ANDRADE, M. A. B. de e LAMBERTI, A. A vegetação "In" AZEVEDO, A. de, Ed. - A Baixada Santista: aspectos geográficos, v. 1 - As bases físicas São Paulo, Ed. USP, p. 151 - 178, 1965.
- AZEVEDO, A. de A Baixada Santista: aspectos geográficos, v. 1 - As bases físicas. São Paulo, Ed. USP, 178 p.,
- CETESB, (Assistência de Coordenação das Regiões metropolitanas) Avaliação das emissões de poluentes atmosféricos de origem industrial na região de Cubatão - subsídios para uma política de ação, São Paulo, 1.980.
- COUTINHO, L. M. Contribuição ao conhecimento da ecologia da mata pluvial tropical - estudo do balanço d'água de sua vegetação. Bol. Fac. Fil. Ciências e Letras USP, São Paulo, 257, Botânica 18. 219 p. 1962.

- CRUZ, O. Esquema de uma interpretação geomorfológica baseada em fotografia aérea, para curso secundário. Orientação 2. São Paulo, I.G. USP, p. 7 - 10, 1966.
- CRUZ, O. A Serra do Mar e o litoral na área de Caraguatatuba; contribuição à geomorfologia tropical litorânea. São Paulo, I.G. USP ser. Teses e Monogr. 11 - 181 p., 1974.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE) - Boletim Pluviométrico, São Paulo, anos: 1969/70/71/72/74/75/76.
- DERSA, I Seminário DERSA - Rodovia dos Imigrantes, 1976, São Paulo, DERSA, 1977.
- DETWYLER, T. e MARCUS, M. G., ed. - Urbanization and environment: the physical geography of city. Belmont - California, Duxbury, p. 69 - 96.
- FERREIRA, M.E.M.C., Estudo biogeográfico de liquens como indicadores de poluição do ar em Cubatão. Dissertação de mestrado apresentada na F.F.L.C.H. - USP. Texto datilografado, 97 p., 1980.

- GOLDENSTEIN, L. A industrialização da Baixada Santista: estudo de um centro industrial sa télite, São Paulo, I.G. USP, sér. Teses e Monogr. 7, 342 p., 1972.
- GUIDICINI, G. e NIEBLE, C. M., Estabilidade de taludes naturais e de escavação. São Paulo, Ed. Edgard Blücher, Ed. USP, 170 p., 1976.
- JOLY, A. B., Botânica: introdução à taxonomia vegetal, 4a. edição, São Paulo, Ed. Nacional, 777 p., 1977.
- LACASSE, N. L., MOROZ, W. J. ed. Vegetation Damage, Center for Air Environment Studies The Pennsylvania State University, Pennsylvania, USA, 1969.
- LACOSTE, A. e SALANON, R. Éléments de biogéo graphie, Paris, Ed. Fernand Nathan, 189 p., 1969.
- LOWRY, W. P., "The climate of cities. "In" SCIENTIFIC AMERICAN, ed. - Cities: their origin, growth and human impact. San Francisco California, p. 141 - 150, 1967.

- MINISTERIO DA AGRICULTURA, Normas Climatológicas, v. IV, Rio de Janeiro, 1969.
- MONTEIRO, C. A. de F., Clima da região sul, "In": Geografia do Brasil - Grande Região Sul, v. IV, tomo I, 2a. edição, Rio de Janeiro, Ed. IBGE, p. 114 - 166, 1968.
- MONTEIRO, C. A. de F., O clima e a organização do espaço no Estado de São Paulo; problemas e perspectivas, São Paulo, IGEOG - USP, ser. Teses e Monogr. 28 - 54 p., 1976.
- PAZERA Jr., E., A ilha de calor da cidade: fatores e atributos, Rev. Museu Paul., v. XXII, São Paulo, 1975.
- ROMARIZ, D. de A., Aspectos da vegetação do Brasil, Rio de Janeiro, Ed. IBGE, 60 pranchas, 1974.
- TRICART, J., Ecodinâmica, Rio de Janeiro, Ed. IBGE, SUPREN, 97p., 1977.

10. DOCUMENTAÇÃO E TEXTOS DE CUNHO CARTOGRAFICO  
E AEROFOTOGRAFICO UTILIZADOS.

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL  
BIBLIOTECA

10. DOCUMENTAÇÃO E TEXTOS DE CUNHO CARTOGRAFICO E AERO  
FOTOGRAFICO UTILIZADOS:

- DE BIASI, M., Carta de declividade de vertentes: confecção e utilização. Geomorfologia, 21. São Paulo, IG-USP, p. 8 - 13, 1970.

- EMPILASA (GEGRAN), Sistema Cartografico Metro politano da Grande São Paulo, esc. 1:10.000, São Paulo, 1974.

- GOLDENSTEIN, L., Mapa da Baixada Santista, esc. 1:50.000 "In": A industrialização da Baixada Santista - estudo de um centro industrial satelíte. São Paulo, IG-USP, sér. Teses e Monogr. 7, 1972.

- IGG-SP, Carta Planti-altimétrica - folha "Santos" esc. 1:50.000, São Paulo, 1972, reambulação 1975

- SECRETARIA DA AGRICULTURA, INSTITUTO AGRONOMICO DE CAMPINAS, Cobertura aerofotogramétrica do Estado de São Paulo - VASP Aerofotogramétrica, região 7, esc. aprox. 1:25.000, 1962.



ANEXO

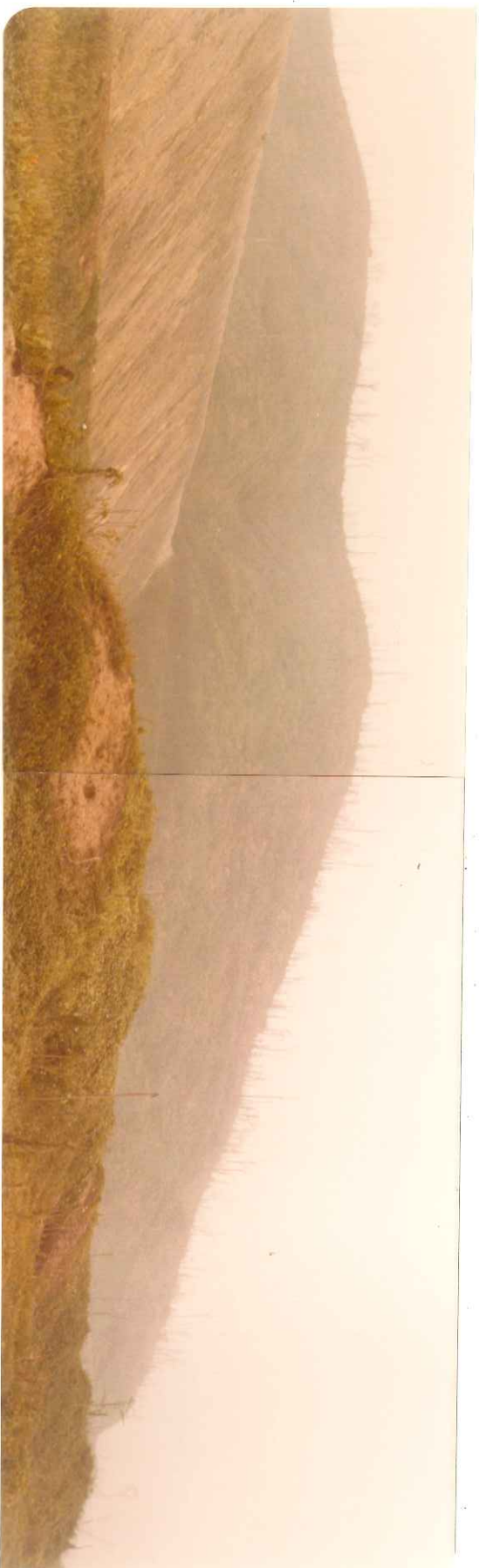


Foto nº.1 - Proximidades da Ultrafértil (J.S.Marcos). Ao fundo, vegetação florestal for-  
temente degradada - corresponde ao nível 4 de degradação vegetal (Mapa nº 14,  
Ítem 7). Em primeiro plano, material residual (gesso) da COPEBRÁS.

Foto nº 3 - Fotografia tirada em local próximo ao da foto anterior, a 270 metros de altitude, em Janeiro de 1.980.



Foto nº 2 - Serra do Morrao e Serra do Mogi, esta em segundo plano. Vegetação florestal medianamente degradada - corresponde ao nível 3 de degradação vegetal (Mapa nº 14, Item 7). Foto tirada a 250 metros de altitude, em Janeiro de 1.981.



Foto nº 5 - Serra do Morão, a 360 metros de altitude. Aspecto da vegetação florestal danificada. Foto tirada em Janeiro de 1.981.



Foto nº 4 - Serra do Morão (250 metros de altitude) vendo-se ao fundo o leito do Rio Mogi. Aspecto da vegetação florestal degradada que recobre as encostas dos morros que ladeiam o vale deste rio.



Foto nº 7 - Serra do Morrao a 390 metros de altitude. Aspecto da vegetação florestal degradada, onde os indivíduos arbóreos de maior porte já não vivem.



Foto nº 6 - Serra do Morrao, a 340 metros de altitude. Aspecto da vegetação florestal danificada. Foto tirada em Janeiro de 1980.



Foto nº 9 - Serra do Cubatão, nas proximidades do Caminho do Mar. Aspecto da vegetação florestal fra<sup>2</sup>camente degradada - corresponde ao nível de degradação vegetal (Mapa nº 14, Item 7).



Foto nº 8 - Serra do Morão a 460 metros de altitude. Aspecto da vegetação florestal danificada. Foto tirada em janelo de 1.980.



Foto nº 11 - Proximidades do Rio dos Pilões, na Serra do Cubatão. Vegetação exuberante e denso recobrimto de líquens, em local de poluição atmosférica inexistente.



Foto nº 10 - Rio dos Pilões, na Serra do Cubatão. Aspecto da Mata Tropical Atlântica não danificada - corresponde ao nível 1, de degradação nula (Mapa nº 14, Item 7).



Foto nº 12 - Proximidades do Rio dos Pilões, na Serra do Cubatão, a sudoeste do município. Aspecto de vegetação exuberante, autóctone e intróduzida. As árvores têm os troncos recobertos por líquens, indicando ausência de poluição atmosférica.



Foto nº 14 - Vale do Rio Mogi, na porção nordeste do município de Cubatão. As bananeiras têm as folhas danificadas, em local de poluição atmosférica muito forte.



Foto nº 13 - Vale do Rio Cubatão, a sudoeste do município do mesmo nome. As bananeiras apresentam-se vigorosas, em local livre de poluição do ar.



Foto nº 16 - Vale do Rio Mogi, no ponto em que o rio atinge a planície. Vegetação danificada, onde as folhas de bordas queimadas indicam forte poluição do ar.



Foto nº 15 - Vale do Rio Mogi, no sopé da Serra do Mar. Vegetação danificada em decorrência da forte poluição atmosférica.



Foto nº 18 - Serra do Cubatão (Alto da Serra). Cicatrizes deixadas pelos escorregamentos nas íngremes escarpas serranas. A degradação da cobertura vegetal intensifica os movimentos de massa nas encostas de declividade acentuada.



Foto nº 17 - Serra do Cubatão, junto ao Caminho do Mar. Ao fundo, um ravinhamento decorrente de movimento de massa em local de forte declividade. Evidencia-se a degradação mediana da vegetação florestal, onde um indivíduo arbóreo de grande porte já se apresenta sem vida.



Data	18/7/01
Tempo	5
Local	
Prof.	
Data	18/7/01