

RELATÓRIO A CETESB SOBRE O PROBLEMA DA POLUIÇÃO  
DO AR EM CUBATÃO E SUA ASSOCIAÇÃO COM OS DANOS  
NO ENTORNOS DA SERRA DO MAR

ARQUIVO TECNICO

82  
B469r(RCET)  
006438



06313

006438

RELATÓRIO À CETESB SOBRE O PROBLEMA DA POLUIÇÃO DO AR EM CUBATÃO E SUA ASSOCIAÇÃO COM OS DANOS NOS ENTORNOS DA SERRA DO MAR.

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL  
DIRETORIA  
AV. PROF. FREDERICO MORAES J. A., 345 CEP 06459 - PINHEIROS  
SÃO PAULO - BRASIL

20 de agosto de 1.986.

Elaborado pela Equipe de Consultores Internacionais

CLASS. I	
AM	6438
100	

I - INTRODUÇÃO

Em maio de 1986, a CETESB reuniu um grupo de consultores internacionais (1) que, juntamente com especialistas locais, deveriam avaliar problemas de poluição do ar em áreas de Cubatão e Vale do Mogi e proximidades, e sugerir soluções para aqueles problemas. A CETESB solicitou daquela equipe que concentrasse seus esforços em dois problemas: 1) o principal dano causado pela poluição atmosférica à vegetação da Serra do Mar e 2) o dano secundário, tal como deslizamentos de terra, que ocorrem como resultado do dano causado à vegetação. Enquanto a CETESB reconhece a presença de outros tipos de danos resultantes da poluição (por exemplo, o lançamento de esgotos domésticos e industriais nos corpos d'água com a resultante contaminação do sedimento e de animais comestíveis) não foi solicitado à equipe que concentrasse seus esforços em tais problemas.

As informações básicas foram fornecidas aos consultores através dos seguintes mecanismos:

- dois dias de orientação intensiva por parte dos membros da equipe da CETESB, do Instituto Botânico e do IPT (14-15 de maio);
- inspeções de campo nas áreas industrial e residencial de Cubatão e Vila Parisi e visitas às áreas com vegetação danificada e restaurada da Serra do Mar (16-17 de maio) e
- discussão de acompanhamento com os especialistas locais e sessões intensivas de pergunta/resposta, em pequenos grupos, sobre as emissões e qualidade do ar, características e tipos de vegetação, a hidrodinâmica e a estabilidade das encostas (19-20 de maio).

(1) Os nomes dos consultores são apresentados no anexo 1.

CETESB - CIA. DE INVESTIGACÃO E SANEAMENTO AMBIENTAL

No dia 21 de maio, a CETESB patrocinou um seminário para os consultores, especialistas locais e membros da Comissão da Serra do Mar. Após se reunirem no dia 22 de maio para prepararem as conclusões e recomendações, os consultores internacionais e os especialistas locais participaram de um seminário público no dia 23 de maio.

A CETESB estabeleceu duas grandes metas que tinham sido articuladas pela Comissão da Serra do Mar:

- proteção da saúde humana e
- restauração da Serra do Mar.

Os consultores concordam que estas devem ser as metas dominantes. Entretanto, nós insistimos que estas metas sejam consideradas no contexto das seguintes considerações:

1. os alvos quantificáveis da qualidade do ar devem conduzir à consecução da primeira meta, uma vez que os alvos referentes à redução de emissão sozinhos podem não ser suficientes para proteger a saúde humana.
2. a consecução da 2a. meta deve ser perseguida não só através da real necessidade de restaurar a estabilidade da serra, mas também através do reconhecimento de que a comunidade florestal da Serra do Mar tem um alto valor ecológico inerente, devido em parte à diversidade das espécies lá reinantes e à complexidade das interações daquelas espécies. O valor ecológico intrínseco não é facilmente quantificado e, portanto, facilmente esquecido. A presença deste e de outros benefícios ambientais não quantificáveis exige um programa extremamente protetor.
3. não sabemos (e provavelmente jamais viremos a saber) o suficiente para prever de forma precisa os coeficientes esperados das melhorias resultantes das medidas individuais de

controle. À luz da seriedade dos danos que têm sido suportados, deve-se adotar reduções amplas e drásticas da poluição, muito embora as relações precisas de causa e efeito entre as emissões e as conseqüências ainda estão para ser estabelecidas.

Este relatório sintetiza as conclusões e recomendações a que chegaram os consultores. Em alguns casos, os consultores entendem que a base dos dados existentes precisa ser ampliada antes que se possa chegar a conclusões definitivas: aquelas áreas em que há maior necessidade de dados são discutidas no capítulo das recomendações. Por exemplo: não está claro se os níveis de poluentes na vegetação danificada serão suficientemente reduzidos através dos controles de emissão atualmente planejados. Além disso, o modelo do transporte de poluição do ar se faz necessário para completar a compreensão da CETESB sobre a eficácia do controle da emissão.

Pede-se ao leitor que leve em consideração uma advertência importante. Não obstante as orientações intensivas, as inspeções e a leitura de materiais fornecidos aos consultores internacionais e não obstante o fato de as equipes da CETESB e organizações co-irmãs terem dado todo seu tempo, informação e conhecimentos específicos, os consultores não puderam se tornar tão instruídos nos problemas locais quanto os especialistas locais. Desta forma, as conclusões e recomendações apresentadas neste relatório baseiam-se na nossa compreensão dos dados apresentados, misturada com a experiência de vários membros da equipe vivida em outras situações e outros países.

A CETESB deve ser cumprimentada pela maneira aberta com que conduziu todo o processo. Colocaram-se à disposição todos os dados e qualquer deficiência no campo das informações foi reconhecida sem hesitação. Nós incentivamos a continuação e a expansão deste processo aberto e público. Para operar de maneira bem sucedida nas situações controversas que envolvem o

problema da Serra do Mar, a CETESB e organizações co-irmãs de vem ter a reputação de honestidade e franqueza.

Os consultores ficaram unanimemente impressionados com a rapidez com que a CETESB desenvolveu e começou a implantar medidas redutoras da poluição e com a preparação de planos de defesa civil na área de Cubatão e Serra do Mar. Além disso, os consultores acham que os programas de cooperação que foram estabelecidos entre o governo e as instituições particulares foi uma realização extremamente louvável. Um complemento necessário ao plano de ação da CETESB no sentido de se obter melhoria a curto prazo (1986-1987) está em um plano que contemple as conquistas de longo prazo das principais metas e considerações acima externadas.

Os consultores agradecem em especial os cientistas e funcionários da CETESB, IPT e Instituto de Botânica pela assistência prestada. Os consultores desejam também expressar sua profunda gratidão a Carlos Celso do Amaral e Silva, Célia G.Castelló, Maria Lúcia Fialdini e Eldo Monteiro da Silva pela flexibilidade, hospitalidade e generosa atenção pessoal.

C.T.L.B. - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL  
BIBLIOTECA

## II - CONCLUSÕES

### A - POLUIÇÃO DO AR

As conclusões apresentadas nessa sessão e nas subsequentes advêm de uma variedade de fontes de informação oferecidas pela CETESB à equipe de consultores internacionais. As referências a essas fontes estão apresentadas no Anexo 2.

As conclusões dos consultores referentes a poluição do ar na área de Cubatão e Serra do Mar são as seguintes:

- 1) Emissões: as estimativas de emissão de todos os poluentes que interessam (isto é, dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio, particulados em suspensão, compostos orgânicos voláteis, cloro e fluoretos) indicam que as cargas atuais de emissão na área são inaceitavelmente altas, especialmente à luz do relevo complexo e da complicada meteorologia.
- 2) Qualidade do Ar: os dados da qualidade do ar ambiente para 1982-1984 indicam uma tendência geral inequivocamente ascendente em concentrações de 1 hora referente ao ozona. Os níveis de ozona e material particulado (tanto na média anual como na de 24 horas) são excessivamente altos e insalubres: o padrão para particulados de curto prazo de  $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$  foi ultrapassado 39 vezes em 1984; em Vila Parisi; em 1984 a média anual de concentração de Partículas Totais em Suspensão (PTS) para Vila Parisi foi de  $280 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e padrão para ozona de  $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (média de 1 hora) foi ultrapassado 87 vezes no centro de Cubatão em 1984.
- 3) Emissões Acidentais: existe um potencial altíssimo para

a ocorrência de emissões aéreas acidentais de substâncias tóxicas. Esta conclusão é apoiada pelo histórico de graves acidentes ocorridos na área e pela concentração das indústrias que manipulam tóxicos que são voláteis ou que o fazem sob altas temperaturas ou pressões. Os produtos químicos que têm sido frequentemente relacionados com acidentes nos USA, envolvendo perdas humanas (por exemplo: cloro, amônia, ácido hidroclorídrico e ácido sulfúrico) são armazenados e processados em grandes quantidades na área de Cubatão.

- 4) Química Atmosférica: um conjunto extraordinariamente complexo de emissões transforma-se, provavelmente, através de reações atmosféricas, em uma "sopa" de poluentes ambientais ainda mais complicada e imprevisível.
- 5) Reduções da Emissão: as emissões industriais totais de particulados em suspensão, fluoretos, amônia e compostos orgânicos voláteis devem ser substancialmente reduzidas conforme programadas (em 80 - 90%) no final de 1987. Está também programado que as emissões regionais de dióxido de enxofre e óxido de nitrogênio declinem menos (aproximadamente 35 e 25%, respectivamente).
- 6) Refinaria: um sério problema de poluição do ar - até agora não bem compreendido - existe nas proximidades da Refinaria da Petrobrás. Esta conclusão resulta do dano à vegetação da área, dos dados epidemiológicos que demonstram a ocorrência de problemas respiratórios nas proximidades da Refinaria e dos elevados níveis ambientais de hidrocarbonetos (5 a 15 ppm) medidos naquela área.
- 7) Formação de Sulfato: enquanto, no momento, não se atinge

o padrão de dióxido de enxofre, a transformação aparentemente rápida do dióxido de enxofre em sulfatos (os quais estão fortemente implicados como causadores de efeitos adversos à saúde, bem como danos a certos tipos de ecossistemas) dá motivo para preocupação.

- 8) Taxas de deposição de poluentes: a deposição seca de fluoretos, fosfatos, nitratos e sulfatos nas proximidades dos fabricantes de fertilizantes fosfatados é alta, da ordem de 0,5 a 5 ton/km<sup>2</sup>/mês.
- 9) Flutuações na qualidade do ar: há uma grande variabilidade horária nos níveis ambientais de todos os poluentes aéreos na área de Cubatão.

#### B - EFEITOS DOS POLUENTES ATMOSFÉRICOS SOBRE A VEGETAÇÃO

##### Dano à vegetação:

- 1) Fluoreto: chega-se a conclusão no livreto "Ações para restauração da Serra do Mar" que o fluoreto é responsável pela maior parte do dano causado à vegetação que ocorreu no passado e que é muito evidente na paisagem atual. Concordamos com essa conclusão pelas seguintes razões:
  - a) antes do controle das emissões de fluoreto realizado pelas indústrias de fertilizantes, os níveis atingem valores muito superiores àqueles nos quais ocorreram danos em outros locais.
  - b) as concentrações atmosféricas de fluoreto medidas em 1985 são muitas vezes aquelas encontradas em áreas em que as florestas foram exterminadas.
  - c) o dano à vegetação atribuído ao fluoreto se faz

presente mesmo em algumas plantas remanescentes.

d) as concentrações de fluoreto avaliadas na vegetação são muito superiores ao normal para espécies de clima temperado.

2) Ozona: concentrações de ozona superiores a  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$  foram medidas na área de Cubatão.

Caso tais concentrações ocorram na floresta adjacente, elas serão suficientes para danificar e enfraquecer seriamente as árvores e talvez matar plantas individuais mais sensíveis. O número de vezes que o padrão de  $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$  foi ultrapassado não tem sido considerado letal, mas, caso essas ultrapassagens persistam ou aumentem na Serra do Mar, um grande número de espécies pode estar em risco. Os sintomas atribuídos ao ozona foram encontrados na espécie Asclépias e possíveis sintomas foram encontrados em outras poucas espécies não identificadas. A vegetação é particularmente sensível ao ozona em áreas de grande umidade.

3) Dióxido de enxofre: a concentração atmosférica máxima que foi medida (na faixa de  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ou cerca de 0.15 ppm) não é considerada capaz de produzir dano visível às plantas sob a maioria das condições. Entretanto, torna-se possível a ocorrência de efeitos subliminares na fotossíntese, bem como o enfraquecimento das plantas nestes níveis. Ainda mais, a alta umidade relativa faz com que a vegetação fique mais suscetível a este poluente do que em áreas de baixa umidade.

4) Particulados: os efeitos da poluição por particulados sobre as plantas dependem grandemente da composição química das partículas e de sua solubilidade. O não

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL  
BIBLIOTECA

conhecimento desta composição torna difícil a avaliação dos efeitos. Entretanto, a experiência passada sugere que a deposição direta dos particulados de per si sobre as superfícies das plantas não é particularmente prejudicial a elas, a mesmo que ocorram reações químicas com a cutícula.

- 5) Cloro: não se podem tirar conclusões definitivas no tocante a estes poluentes a partir das observações limitadas feitas até a presente data. Entretanto, tem-se observado a morte de florestas que circundam outras fontes de emissão de cloro e é também possível que este poluente esteja contribuindo para o declínio da floresta na Serra do Mar.
  
- 6) Fontes de Nitrogênio: as concentrações de dióxido de nitrogênio relatadas podem ser fitotóxicas em si mesmas. Além disso, o dióxido de nitrogênio é um precursor da formação de ozona. A amônia pode interagir com outros poluentes no processo formador de dano à vegetação e também pode contribuir para a sobrecarga de fertilizante nitrogenado até o ponto em que a estabilidade do ecossistema possa ficar ameaçada. O nitrato é assimilado pelo ecossistema pelos mesmos caminhos que o dióxido de nitrogênio e amônia o são e poderá, portanto, contribuir para um desequilíbrio total de nutriente e para a consequente instabilidade da vegetação.

A penetração e os impactos de todos os poluentes podem ser agravados pela emissão deles a altas concentrações na neblina.

#### Solos

Atualmente, são muito esparsos os dados sobre a química do solo. As comparações de dados de solo disponíveis dos Vales do

Mogi e do Quilombo sugerem que pode ocorrer alguma acidificação e mobilização de cations em regiões do Vale do Mogi, possivelmente devidas ao aumento do conteúdo de sulfato. Dispõe-se de poucos dados sobre a possível acumulação de metais pesados nestes locais. Da mesma forma, os valores de pH do solo avaliados (Quilombo 4,9, Mogi 4,4) são, no momento, suficientemente altos para impedir a mobilização rápida de quaisquer metais acumulados, embora as mudanças de pH de 4,4 para 4,1 possam aumentar o conteúdo de metal livre em 5 vezes. O pH da rizosfera em torno das raízes é geralmente mais baixo do que aquele verificado na massa do solo, resultando num aumento da solubilidade do ferro, do alumínio e dos metais pesados. Isto pode romper o processo de crescimento de algumas espécies,

Um dos problemas mais imediatos é a alta incorporação do nutriente nestes solos normalmente pobres, o que pode influenciar muito a ecofisiologia de uma vegetação (clímax vegetation).

O estudo do perfil e da química do solo, planejado pelo Instituto Botânico, deverá fornecer uma avaliação inicial dos problemas acima mencionados. Relacionados com os estudos de estabilidade do solo, recomendamos uma análise da biomassa da raiz nessas regiões.

### Sumário

Parece que a poluição por fluoreto tem tido uma grande influência destacada sobre a vegetação da Serra do Mar. Entretanto, a combinação de muitos outros poluentes que se fazem presentes a altas concentrações também afetam indubitavelmente a vegetação e os solos. Nenhum desses poluentes pode ser eliminado como um possível contribuinte para a ruptura e ao desequilíbrio nutricional do ecossistema comum todo. Para se atingir os objetivos de longo prazo de restauração e estabilização do ecossistema é necessário incluir a redução de todas as emissões

abaixo dos níveis fitotóxicos, bem como a regeneração da vege  
tação natural nas escarpas ravinadas.

#### C - HIDROGEOLOGIA

A modelagem hidráulica que está sendo feita no momento é dire  
cionada à previsão de emergências motivadas por enchentes. Es  
ta é uma abordagem pragmática que emprega relações geométricas  
clássicas; entretanto, ela ainda não reflete as alterações na  
vegetação que são importantes para se compreender as característi  
cas do Vale do Mogi.

Pode-se esperar que a redução da vegetação natural altere as  
características do tempo de escoamento de forma a aumentar as  
vazões de pico e o potencial de enchentes, bem como as reduções  
resultantes da evapotranspiração e armazenamento no solo. En  
tretanto, não há dados disponíveis para se quantificar esses  
efeitos, uma vez que os limnígrafos não têm sido calibrados nos  
últimos 5 a 10 anos.

Os estudos comparativos de vazão do Vale do Quilombo, um vale  
relativamente não prejudicado, com as análises de séries tem  
porais de vazão no Vale do Mogi, quando se conseguir a restau  
ração, forneceriam valiosos dados de prognóstico.

A vegetação é importante na manutenção de grande estabilidade.  
Informou-se aos consultores que chuvas de 50 anos foram capazes  
de iniciar o processo de deslizamento no Vale do Mogi, mas não  
no Vale do Quilombo. Sabe-se que outros vales deslizaram, mas  
somente sob influências de temporais ainda mais intensos.

Existem duas formações rochosas reconhecíveis na Serra do Mar.  
Os gnaisses antigos do arqueano acham-se sobrejacentes aos  
quartzitos, xistos e mármores mais jovens. A superfície do

embasamento acha-se recoberta por uma camada delgada de material coluvial (um ou dois metros), desenvolvida durante o processo de intemperização. A grande precipitação prejudica ainda mais a estabilidade desta camada superficial da escarpa.

Finalmente, os consultores revisaram as medidas encaminhadas com o objetivo de proteger as edificações de jusante dos deslizamentos através da construção de barragens de sedimentação. Embora sua eficácia não esteja comprovada no enfrentamento de grandes chuvas no Vale do Mogi, parece que estas barragens oferecem proteção adequada a investimentos tão valiosos e assentos populacionais e estão consistentes com medidas adotadas em áreas de declive íngreme que foram prejudicadas, localizadas em outras partes do mundo.

#### D - EFEITOS SOBRE OUTROS COMPARTIMENTOS AMBIENTAIS

A poluição do ar e seu controle podem contribuir para carga de poluição da água e dos recursos aquáticos em pelo menos duas maneiras. Primeiro, as emissões que ficam em suspensão no ar podem-se depositar nas águas superficiais a uma taxa estimada em 30 ton/km<sup>2</sup>, constituindo uma fonte residual de poluição mesmo quando as descargas diretas são controladas. Os planos de controle de emissão atmosférica que estão agora sendo implantados deverão reduzir incrementos a estas cargas.

Segundo, como os poluentes são retirados do ar, eles precisam ser dispostos. Forneceu-se alguma informação sobre os locais de disposição para resíduos industriais, alguns dos quais são protegidos por revestimentos. Nós apresentamos apenas a advertência que os revestimentos eventualmente vazam e com o lençol freático alto deve-se procurar outras soluções para se depositar tanto os resíduos tóxicos quanto os materiais retirados do ar ou dos cursos d'água.

Em suma, deve-se tomar cuidado para se ter certeza que os poluentes serão verdadeiramente removidos do ambiente e não simplesmente transferidos de uma forma de exposição para outra (exemplo, do ar para a água) ou de uma população para outra (exemplo, dos trabalhadores para a população em geral). Aqueles que estão bastante familiarizados com a tecnologia de tratamento dos resíduos e o quadro de disposição de resíduos devem avaliar o potencial de ocorrência de tais transferências. Embora os consultores tenham abordado apenas a situação das emissões atmosféricas em detalhe, concluímos que todo processo de disposição de resíduos no ar, água e resíduos sólidos deve ser considerado de maneira integrada, de forma a garantir que os efeitos de uma determinada tecnologia de controle serão examinados no que tange a todos os poluentes, todos os meios de exposição e todas as populações afetadas (incluindo a vida silvestre).

III - CONSIDERAÇÕES ADMINISTRATIVAS, POLÍTICAS E LEGISLATIVAS

Os capítulos anteriores consideraram os aspectos técnicos e científicos referentes à situação da poluição do ar no município de Cubatão e Vale do Mogi. Este capítulo contém algumas observações referentes aos aspectos administrativos e legais para se usar os dados científicos e técnicos para a implantação do programa.

A alocação de recursos ao projeto é algo tão embaraçoso que os consultores não se propõem a tratar explicitamente, em parte devido aos aspectos não técnicos deste tópico.

Por outro lado, nós reconhecemos as dificuldades financeiras da CETESB e de outras organizações governamentais e particulares e sabemos também que o nível de controle da poluição e pesquisa deve se adaptar a essas limitações. Os órgãos administradores dos projetos relevantes podem escolher entre as recomendações abaixo apresentadas na medida que os recursos permitirem.

Os problemas na área de impacto industrial Cubatão/Serra do Mar exigem uma abordagem multidisciplinar, envolvendo assim pessoal de diversos departamentos e organizações. A Comissão para Restauração da Serra do Mar propiciou a obtenção do ponto central para se atingir esta cooperação, que deve ser institucionalizada e fortalecida durante todo o espaço de tempo necessário para se atingir as metas acima estabelecidas. Os consultores sugerem que se estabeleça o cargo de Gerente Geral do Projeto e que este cargo seja complementado por uma diretoria compreendida por representantes de todos os órgãos relevantes que estejam na situação de dispender recursos.

A principal questão legislativa que chamou a atenção dos consultores foi a necessidade de se promover mudanças na legislação que estabelece os padrões ambientais federais brasileiros de qualidade

do ar. Embora estes padrões sejam tanto ou mais rígidos do que aqueles adotados nos EUA, no que se refere ao ozona, material particulado, dióxido de enxofre, monóxido de carbono e hidrocarbonetos, não existem exigências legais para que esses padrões sejam atingidos. Sem cronogramas viáveis e sanções legais para o não cumprimento desses padrões, eles têm pouco significado. Também sugerimos que se estabeleçam padrões para óxidos de nitrogênio e chumbo e também que se insira na lei um programa que exija o controle de poluentes aéreos cancerígenos (por exemplo: benzeno).

As lições de planejamento a serem aprendidas com a devastação verificada na área de Cubatão/Serra do Mar são claras: os grandes complexos industriais não devem ser estabelecidos no sopé de montanhas costeiras. Além disso, deve-se fazer análises dos impactos ambientais antes de se alocarem as grandes instalações, além de se dever planejar o uso do solo.

A integração das políticas ambientais e desenvolvimentistas ocorre esporadicamente porque a proteção ambiental é muitas vezes considerada pelos empresários como um ônus adicional e desnecessário. Pelo contrário, a avaliação das implicações ambientais de longo prazo envolvidas nas instalações industriais planejadas e exigência de se fazer o necessário controle além do zoneamento irão garantir à indústria, ao governo e aos cidadãos um meio de se evitar o pagamento do alto preço que no momento o faz a região de Cubatão/Serra do Mar.

IV - RECOMENDAÇÕES

O Plano de Ação a ser implantado em 1986/87 ajudará a diminuir o declínio ecológico e auxiliará a aliviar os problemas de saúde observados na área de Cubatão/Serra do Mar. Os consultores têm uma série de recomendações para o trabalho de curto e longo prazos não contidas no Plano de Ação.

A - RECOMENDAÇÕES GENÉRICAS

- 1) Os consultores julgam que existem várias razões imperiosas para se adotar uma abordagem bastante conservativa e protetora para os problemas observados no município de Cubatão e na circunjacente Serra do Mar:
  - a) existe na área uma "sopa" muito complexa de poluentes aéreos - muitos dos quais não estão especificamente identificados. Os modos pelos quais estes poluentes interagem uns com os outros e os efeitos resultantes destas ações combinadas (possíveis sinergismos, antagonismos, etc.) são completamente desconhecidos.
  - b) a região de Cubatão/Serra do Mar apresenta uma situação de altíssimo risco, tanto para a vegetação como para os seres humanos, como consequência da combinação de grandes emissões, meteorologia desfavorável, encostas íngremes, proximidade da população das fontes industriais, proximidades das fontes às áreas de deslizamentos e aumento dos deslizamentos nos meses recentes. Não obstante, a grande incerteza que envolve a questão de se saber com precisão que poluentes possam estar causando que tipo de dano, os riscos potenciais desta situação exigem ação rápida e dinamica para reduzir as emissões atmosféricas ao menor valor possível.

- c) o ecossistema florestal da Serra do Mar faz parte de uma pequena faixa da floresta pluvial costeira que já foi degradada em outras áreas. Restaurar este ecossistema, especialmente à luz de sua diversidade ecológica, é um importante fim em si mesmo e para si mesmo.
- d) qualquer redução nas emissões atmosféricas que resulte na redução do dano à vegetação trará também muitos outros benefícios ambientais: melhoria à saúde humana (redução dos efeitos adversos tanto agudos quanto crônicos); reduções potenciais nas emissões acidentais (se o programa empreendido prever o aumento da fiscalização de válvulas, tanques, etc., que são áreas problemáticas conhecidas no que tange às emissões acidentais); melhorias no habitat da vida silvestre, diminuição no transporte de longo alcance dos poluentes e diminuição da disposição dos poluentes na água e no solo, levando desta forma à menor concentração na cadeia alimentar e retardando a tendência geral em direção à acumulação de poluentes nos perfis do solo.
- 2) A meta da proteção de saúde humana não deve ficar limitada ao cumprimento dos padrões atuais de qualidade do ar, mas deve-se estender de forma a incluir as considerações sobre os efeitos crônicos (tais como câncer) e a exposição indireta dos seres humanos aos poluentes atmosféricos que penetram na cadeia alimentar, nas águas circunjacentes ou no recarregamento advindo dos solos.
- 3) Deve ser estudada a disposição dos resíduos provenientes dos processos de tratamento. As tecnologias de distribuição devem ser investigadas e conduzidas de forma que não contribuam para aumentar a contaminação da água: os fossos forrados não são adequados para impedir o vazamento. As transferências "intermediárias" (isto é, a transferência de poluição entre o ar, a água e o solo, bem como as transferências

de exposições de uma população para outra) devem ser consideradas e evitadas até onde for possível em todos os projetos de controle da poluição.

- 4) Deve-se exigir avaliação do impacto ambiental em todas as decisões relativas à localização de indústrias, num esforço no sentido de se impedir que situações semelhantes a de Cubatão se desenvolvam em outras áreas no futuro.
- 5) A legislação e/ou regulamentações de controle da poluição devem ser modificadas de forma a exigir que os padrões do ar ambiente sejam atendidos a partir de uma certa data. As exigências atuais estabeleceram critérios de qualidade do ar, porém não exigem o seu cumprimento.
- 6) Deve-se estabelecer uma estrutura formal, interdisciplinar, interorganizacional, para se administrar o projeto de forma a orientar a implantação do Plano de Ação e um trabalho de prazo mais longo, bem como assegurar a alocação de recursos. Este grupo deverá se responsabilizar pela implantação do Plano de Ação e pela alocação dos recursos a tantos projetos prioritários quanto possível através da transferência de recursos entre as organizações e ainda restringir os trabalhos duplicados ou de menor prioridade. A estruturação adequada deste grupo administrativo deverá propiciar toda a especialidade técnica necessária ao enfrentamento do problema.
- 7) Reconhecemos que as limitações de recursos existirão inevitavelmente. Entretanto, é necessária a alocação de fundos a níveis substancialmente superiores aos atuais com o objetivo de realizar o Plano de Ação, os trabalhos de acompanhamento e as pesquisas. Além disso, recomendamos que se desenvolvam meios para induzir ou compelir as indústrias poluidoras a continuar contribuindo com recursos para as pesquisas, restauração, defesa civil e outras atividades.

COMISSÃO DE CONTROLE DE QUALIDADE DO AR  
COMISSÃO DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL  
BIBLIOTECA

## B - POLUIÇÃO DO AR

- 1) É necessário obrigar o cumprimento das leis de forma agressiva no local para se garantir que as reduções projetadas realmente ocorram. É imprescindível providenciar a alocação de fiscais e equipamentos necessários de forma que se reduzam os atuais níveis perigosos dos poluentes atmosféricos tais como PTS para níveis salubres.
- 2) Os crescentes níveis de ozona salientam a necessidade de um programa de controle agressivo para os compostos orgânicos voláteis (COV) e os óxidos de nitrogênio. Enquanto o Plano de Ação contiver as reduções das emissões projetadas de compostos orgânicos voláteis em cerca de 80%, o progresso deste aspecto do Plano deve ser acompanhado bem de perto. Caso os níveis de ozona não diminuam para níveis aceitáveis, será necessário aumentar os controles sobre os COV. As fontes de óxido de nitrogênio também devem ser controladas com maior rigidez.
- 3) A principal prioridade para os estudos subseqüentes é a caracterização dos poluentes atmosféricos e sua distribuição. Dada a complexidade do relevo em estudo e das emissões, e da a proximidade das instalações industriais à população e à vegetação é necessário um monitoramento adicional (através de estudos de curto e/ou estações permanentes). Além do estudo de monitoramento já planejado para a área de refinaria em dois locais adicionais da Serra do Mar pode ser necessário o emprego de monitores para saber se os altos picos de curto prazo de dióxido de enxofre e dióxido de nitrogênio estão ocorrendo ou não. A modelagem da qualidade do ar poderia ser empregada para se prever a ocorrência de altas concentrações em áreas onde se espera que elas ocorram, auxiliando assim o posicionamento adequado dos monitores.

Deve-se também obter os dados da química atmosférica para

ajudar a calibrar os modelos e aumentar o poder de previsão no tocante à remoção dos poluentes do sistema.

- 4) Uma vez que muitas destas indústrias provavelmente emitem traços de metais e compostos orgânicos, suspeitos de serem cancerígenos deve ser desenvolvido um inventário de emissões. Deve-se também fazer avaliação de risco referente ao aumento potencial do risco cancerígeno à população, fazendo-se o controle, se necessário.
- 5) Os consultores notam que há um alto risco potencial com relação às emissões acidentais de substâncias tóxicas ou perigosas na cidade de Cubatão e Vila Parisi. Estes riscos precisam ser estudados e os mais sérios, tratados em primeiro lugar. Notaram-se melhorias e deve-se esperar outros progressos resultantes das reduções planejadas das emissões atmosféricas. Enquanto não seja provável que estas áreas sejam soterradas por um deslizamento de terra, estes deslizamentos representam um real risco de dano às indústrias, à armazenagem, aos dutos, provocando emissões de produtos químicos de preocupação possivelmente séria. A redução de reservas de matérias-primas de alguns produtos químicos, os cadastros de localização e quantidade de armazenagem de materiais perigosos, a construção de barragens de sedimentação e a implantação do Plano de Emergência devem reduzir os riscos potenciais. Entretanto, numa área industrial densa como esta, a atenção dos administradores deve estar endereçada aos cenários de acidente potencial e à implantação da prontidão de emergência além dos níveis alcançados até agora.
- 6) A combinação de condições meteorológicas desfavoráveis, emissões elevadas, qualidade do ar adversa, efeitos sobre a vegetação documentados, proximidades da população e a incerteza que circunda a correlação entre as reduções das emissões e a qualidade do ar resultante demonstra que se deve adiar a implantação de uma política química até que a qualidade do

ar ambiente se aproxime de níveis aceitáveis.

### C - VEGETAÇÃO

- 1) A reestabilização a longo prazo do solo deve ser alcançada através do plantio de vegetação nativa. As melhores espécies a serem utilizadas poderão ser determinadas através da observação da sucessão natural de vegetações similares anteriormente dilaceradas pelos deslizamentos de terra ao longo dos cem ou mais anos passados na Serra do Mar entre Cubatão e o Rio de Janeiro. Antes de se iniciarem os trabalhos de re-vegetação, deve-se fazer a análise do solo seguida da fertilização para se ter certeza que as espécies plantadas viscejarão.
- 2) A re-vegetação das ravinas com o objetivo de reduzir a erosão subsequente e estabilizar o solo deve ser acelerada e as seguintes ações a ela relacionadas devem ser consideradas:
  - a) desviar o fluxo de drenagem da área ravinada onde isto possa ser conseguido sem causar ameaça adicional às massas de terra potencialmente instáveis entre os deslizamentos existentes;
  - b) nas áreas distantes de habitats humanos operar barragens de avaliação referente à galharia e madeira;
  - c) plantar gramas nativas e não agressivas (possivelmente azevém anual);
  - d) avaliar o uso dos tratamentos com hormônio de plantas nos cortes das mesmas plantas que pode acelerar o desenvolvimento das raízes e rebentos do material plantado nas áreas de deslizamentos; e
  - e) aplicar medidas corretivas, tais como paredes de concreto

e alvenaria, paredes de conexão (tie walls), forração de anagem ou asfalto, sistemas de drenagem, gabiões e proteção com escoramentos.

- 3) Estabelecer um programa de observação da vegetação em locais de corte transversal e em grade para se determinar a distribuição, a amplitude e os efeitos do dano e os poluentes que causam qualquer um destes efeitos. Isto deve se estender além do âmbito dos impactos suspeitáveis para que se possa compreender totalmente quaisquer sintomas que apareçam nas plantas não poluídas. Entre as razões para tais levantamentos, citamos:
  - a) determinar a eficácia dos programas de controle;
  - b) determinar a seriedade dos problemas que atingem a vegetação;
  - c) identificar a ocorrência de quaisquer emissões acidentais que possam resultar de pane temporária do equipamento de controle;
  - d) identificar e monitorar os poluentes prejudiciais e
  - e) identificar as espécies que se encontram em risco.
- 4) Uma vez que as raízes finas são muito importantes na ciclagem dos nutrientes e as raízes grossas, na manutenção da estabilidade da encosta da montanha, a determinação da massa das duas classes de raízes, por m<sup>2</sup> de área de terreno, independentemente da espécie, como função à exposição do poluente, propiciaria uma valiosa compreensão sobre a ruptura do ecossistema. Seria benéfico acompanhar as medições de raízes com as medições dos caules, galhos, peso da folha e área da folha da mesma planta. As amostras de todos os tecidos poderiam ser

analisadas quanto as concentrações de nutrientes e do elemento poluidor. Um experimento mais avançado, envolvendo coletas sequenciais, forneceria elementos para análise do crescimento através do qual os efeitos do poluente sobre um coeficiente líquido de assimilação, aporte de nutrientes e a área da folha da vegetação poderiam ser quantificados.

- 5) Determinar a sensibilidade relativa e o início (limiar) do dano para as principais espécies de plantas em relação aos poluentes gasosos, incluindo-se o fluoreto e o ozona. Esta meta pode ser alcançada através dos métodos de fumigação. A sensibilidade a poluentes interpostos no solo pode ser investigada através de métodos de cultura de solução.
- 6) Propiciar treinamento adicional ao corpo técnico sobre os efeitos da poluição na vegetação, testes de suscetibilidade das espécies e detecção precoce dos sintomas, análise do impacto ambiental, modelos de dispersão, avaliação de risco (para emissões acidentais e rotineiras), técnicas de amostragem e de análise para espécies individuais de hidrocarbonetos.

Uma vez que está planejado um esforço combinado no sentido de avaliar e resolver o problema das emissões de fluoreto, muito tempo, dinheiro e esforço poderiam ser economizados se se enviasse um químico ao Boyce Thompson Institute for Plant Research at Cornell University. O custo deste programa de treinamento seria muito menor do que aquele resultante de um falso início de qualquer esforço de longo prazo.

- 7) A avaliação do impacto dos poluentes do ar ambiente em uma ou várias espécies de plantas pode ser realizada através do uso de dutos plásticos horizontais perfurados que sopram ar purificado ou atmosfera ambiente sobre as plantas. Avaliações laboratoriais similares podem ser realizadas através do

uso de reatores de tanques cilíndricos agitados, os quais podem ser construídos em diversos tamanhos e os quais, através de uma iluminação adequada e misturas diluídas de poluentes, podem ser utilizados para expor as plantas de teste por períodos prolongados para se examinar os efeitos tanto agudos quanto crônicos.

#### D - OS SOLOS E A HIDROLOGIA

- 1) Precisa ser feita a caracterização hidrológica de todas as pequenas bacias a oeste da área industrial e do Vale do Rio Mogi, incluindo-se os efeitos dos poluentes aéreos na evapotranspiração e no "status" da água do solo. O atual nível de esforço nas investigações hidrológicas parece inadequado, dado o grande papel dos processos hidrológicos nos deslizamentos de terra, movimentos do sedimento e enchentes. Recomenda-se um monitoramento permanente da vazão dos cursos d'água em bacias selecionadas. Estes dados de monitoramento forneceriam acréscimos valiosos aos indicadores de precipitação pluviométrica (estado de atenção, estado crítico, estado de emergência) utilizados no Plano de Emergência.

A N E X O 1 - Lista de consultores internacionais

Sushil Bhattarai  
Environmental Impact Study Project  
P.O. Box 3283  
Kathmandu, Nepal

Douglas Lawrence Godbold  
Research Coordinator of Ecophysiology Group  
Department of Forest Botany - University of Goettingen  
West Germany

Edwin L. Johnson  
Office of International Activities  
U.S. Environmental Protection Agency  
401 M Street, S.W.  
Washington, D.C. 20460  
United States of America

Jeffrey Leonard  
Senior Associate  
The Conservation Foundation  
1255 23rd Street, N.W., Suite 200  
Washington, D.C. 20037  
United States of America

Robert John Luxmoore  
Environmental Sciences Division  
Oak Ridge National Laboratory  
P.O. Box X  
Oak Ridge, Tennessee 37831  
United States of America

Ray Thompson  
Statewide Air Pollution Research Center  
University of California  
Riverside, California 92521  
United States of America

Vivian Thomson  
Office of Air and Radiation  
U.S. Environmental Protection Agency  
401 M Street, S.W. (ANR-443)  
Washington, D.C. 20460  
United States of America



CETESB

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL  
BIBLIOTECA

Michael Treshow  
Professor of Biology, Biology Department  
University of Utah  
Salt Lake City, Utah 84105  
United States of America

Sarah Woodin  
Department of Botany  
University of Manchester  
Oxford Road  
Manchester M13 9PL  
United Kingdom

A N E X O 2 - Referências

CETESB; "SERRA DO MAR" Project: Rainfall and Hydrologic Indicators and their relationship with landslides and sediment transport towards the water courses; undated.

\_\_\_\_\_; Air Pollution Control Program and Strategies in Brazil, São Paulo and Cubatão Areas; 1985.

\_\_\_\_\_; Baixada Santista; Memorial Descritivo, Carta do Meio Ambient e de sua Dinamica; São Paulo, 1985.

\_\_\_\_\_; Cubatão Area, Air Quality Characterization; undated.

Comissao Especial Para a Restauracao da Serra do Mar (Special Commission to Restore the Serra do Mar); Action Plan for 1986/1987; Revision, 3 May 1986.

Instituto de Botanica; Forest Degradation at Serro do Mar; undated.

Instituto de Botanica; Project 1. Pollution Effects on the Different Compartments of Ecosystem: Leaves, Litter, Soil and Rain Water, in the Biological Reserve of Paranapiacaba; undated.

Instituto de Botanica; Project 2. Research on Remaining Plants of the Regional Native Flora; undated.

Prandini, F.L. and Cerri, L.E.S.; Slopes Instability of Serra do Mar Referring to Industrial Park of Cubatão-SP: Diagnosis, Solutions and Emergency Actions; Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, S.A.-IPT, May 1986.

Prandini, F.L., et. al.; Behavior of the Vegetation in Slopes Stability: A Critical Review; Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, S.A.; Traducau da Publicacao No. 1074, Ao 2.

Special Commission for Restoring the Serro do Mar; Measures for Restoring the Serra do Mar; 1985.

Data Angkut:	6/3/90
Induk:	deq 7 P
Liyadat:	
Angkut:	01
Data Tuntas:	6/3/90