

AUTORES
AUTHORS

PALAVRAS CHAVES/KEY WORDS
AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL
MATA ATLÂNTICA
SENSORIAMENTO REMOTO

AUTORIZADA POR/AUTHORIZED BY

Roberto Pereira da Cunha
Diretor Sens. Remoto

AUTOR RESPONSÁVEL
RESPONSIBLE AUTHOR

Dalton de M. Valeriano

DISTRIBUIÇÃO/DISTRIBUTION

☐ INTERNA / INTERNAL

☒ EXTERNA / EXTERNAL

☐ RESTRITA / RESTRICTED

REVISADA POR / REVISED BY

Pedro Hernandez Filho

CDU/UDC

528.711.7:577.4E(816.1)

DATA / DATE

Agosto 1989

TÍTULO/TITLE	PUBLICAÇÃO Nº PUBLICATION NO INPE-4910-PRE/1511 A FOTOINTERPRETAÇÃO COMO INSTRUMENTO PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL - A MATA ATLÂNTICA EM CUBATÃO
	AUTORES/AUTHORSHIP Dalton de Morisson Valeriano Flávio Jorge Ponzoni

ORIGEM
ORIGIN

DPA

PROJETO
PROJECT

CUBATÃO

Nº DE PAG.
NO OF PAGES

18

ÚLTIMA PAG.
LAST PAGE

17

VERSÃO
VERSION

Nº DE MAPAS
NO OF MAPS

RESUMO - NOTAS / ABSTRACT - NOTES

Para estudar o impacto da poluição atmosférica proveniente do complexo industrial de Cubatão-SP, sobre a Mata Atlântica, nas encostas da Serra do Mar, utilizou-se fotografias aéreas infravermelho coloridas (1:25.000) para mapear a cobertura vegetal e o uso do solo de aproximadamente 249km², cobrindo áreas degradadas (vale do Rio Mogi) e áreas mais preservadas (vale do Rio Quilombo). Da análise das fotografias constatou-se que a degradação da estrutura da vegetação pela poluição atmosférica se dá pela eliminação seletiva e progressiva dos elementos de maior porte, podendo, no seu nível mais intenso, reduzir a floresta a um escruze arbustivo. Considerando que a Mata Atlântica recupera lentamente a capacidade de estabilizar as encostas, prevê-se um longo período em que o risco de acidente natural devido a escorregamentos será uma grande ameaça à região nos períodos de chuva.

OBSERVAÇÕES / REMARKS

Trabalho apresentado no "Encontro Nacional de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Planejamento Municipal". Campos do Jordão-SP, 22-23 de outubro de 1987. Organização: INPE/SELPER.

A FOTOINTERPRETAÇÃO COMO INSTRUMENTO PARA AVALIAÇÃO DE
IMPACTO AMBIENTAL - A MATA ATLÂNTICA EM CUBATÃO

Dalton de Morisson Valeriano
Flávio Jorge Ponzoni

Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE/MCT
12201 - São José dos Campos - SP

RESUMO

Para estudar o impacto da poluição atmosférica proveniente do complexo industrial de Cubatão, SP, sobre a Mata Atlântica nas encostas da Serra do Mar, utilizou-se fotografias aéreas infravermelho coloridas (1:25.000) para mapear a cobertura vegetal e o uso do solo de aproximadamente 249 km², cobrindo áreas degradadas (vale do Rio Mogi) e áreas mais preservadas (vale do Rio Quilombo). Da análise das fotografias constatou-se que a degradação da estrutura da vegetação pela poluição atmosférica se dá pela eliminação seletiva e progressiva dos elementos de maior porte, podendo, no seu nível mais intenso, reduzir a floresta a um escrube arbustivo. Considerando que a Mata Atlântica recupera lentamente a capacidade de estabilizar as encostas, prevê-se um longo período em que o risco de acidente natural devido a escorregamentos será uma grande ameaça à região nos períodos de chuva.

ABSTRACT

In order to study the impact of the atmospheric pollution originating from the Cubatão's industrial plant over the Mata Atlântica (a strip of Tropical Rain Forest formation that stretch along the Brazilian eastern coast) on the slopes of the Serra do Mar (a mountain chain that runs parallel to the southeastern coast), one utilized color infrared air photographs (1:25.000) to map the vegetation cover and the land use of approximately 240 km², covering degraded areas (Mogi river's valley) and preserved areas (Quilombo river's valley).

The analysis the photographs found that the degradation of the vegetation structure by the air pollution is done by the selective and progressive elimination of the largest elements, which may, in its most intensive level, reduce the forest into a shrubbery. Considering that the Mata Atlântica slowly builds its capacity to preserve slope stability, one foresees along period in which the risk of a natural disaster by means of landslides will be a great threat to the region in the rainy seasons.

1. INTRODUÇÃO

A Serra do Mar é a escarpa que se estende por mais de 1.000 km ao longo da costa brasileira, do sul do Estado de Santa Catarina ao Norte do Estado do Rio de Janeiro.

No Estado de São Paulo ela se apresenta como uma muralha escarpada que separa o Domínio Litorâneo dos Planaltos Prê-Cambrianos, existindo altitudes que variam de 800m a pouco mais de 2000m, cuja origem remonta aos arqueamentos ocorridos no escudo cristalino brasileiro no Pos-Cretáceo (Moreira & Camelier, 1977).

A orientação WSW-ENE da Serra do Mar a torna uma importante barreira às chuvas frontais que têm geralmente componentes S e SE. Também a brisa marítima é interceptada pela escarpa paralela à costa. Por estes motivos, há uma acentuação no índice pluviométrico nas escarpas da Serra do Mar, que aí alcança sempre valores superiores a 1.500mm anuais, distribuídos por todo o ano. As temperaturas tendem a ser amenas devido à latitude e à proximidade ao oceano (Nimer, 1977).

Estas condições climáticas promovem o desenvolvimento na Serra do Mar de uma Floresta Pluvial Tropical de origem montana que, juntamente com outras formações florestais costeiras do Brasil, é denominada de Mata Atlântica (Hueck, 1972).

Esta cobertura florestal exerce um importante papel na dinâmica das vertentes da Serra do Mar, atuando como um agente estabilizador dos

perfis destas vertentes (Moreira & Camelier, 1977). As altas declividades que estas costumam apresentar, aliadas à copiosidade das precipitações, propiciam a ocorrência de movimentos coletivos de solo e rocha, genericamente denominada de escorregamentos.

A ocorrência dos escorregamentos está associada à conjugação de condicionantes geológicas, morfológicas, hídricas e climáticas e sua incidência pode ser diminuída pela ação da cobertura florestal. Esta, com sua malha radicular, confere ao solo uma maior resistência ao cisalhamento. Suas estruturas aéreas promovem uma resistência ao movimento do material deslocado, dissipando sua energia e, consequentemente, minimizando os danos em terrenos localizados a jusante do escorregamento. Além destas participações de natureza mecânica, a cobertura florestal atua no regime hídrico do ecossistema através da intercepção e retenção das águas pluviais pela estrutura vegetal, diminuindo a energia e o volume da água que atinge o solo. Neste, as condições críticas de saturação d'água são evitadas pelo escoamento subsuperficial promovida pela serrapilheira e sistema radicular da floresta. O teor de umidade do solo é diminuído pela evapotranspiração da vegetação, o que também contribui à resistência do ecossistema à incidência de situações críticas de encharcamento do solo (Prandini et alii, 1982).

Observa-se que a estabilidade conferida à encosta pela cobertura florestal é dada principalmente pela sua estrutura de biomassa. Portanto, pode-se esperar que perturbações na estrutura da floresta devam implicar na diminuição desta proteção nas encostas e, consequentemente, um aumento na probabilidade da ocorrência de escorregamentos. Fogo e pragas são exemplos de agentes naturais capazes de alterar a estrutura de uma floresta. Modificações na estrutura das florestas também podem ser atribuídas às atividades humanas como exploração madeireira e, como um fenômeno relativamente recente, a poluição atmosférica.

A nível da estrutura da vegetação, mais especificamente de formações florestais, a exposição a poluentes de diversas naturezas

(atmosféricos, radiativos, desfolhantes, etc.) produz uma forma de impacto que acontece dentro de um padrão que segue a seguinte sequência: 1) diminuição da diversidade da fitocenose; 2) morte progressiva dos espécimes de maior porte e consequente favorecimento das plantas menores e se rrais e, 3) redução da biomassa do ecossistema, levando a perda de nutrientes e da capacidade de recomposição (Woodwell, 1970).

Próximo à cidade de Cubatão, no vale do rio Mogi e em parte do vale do rio Cubatão a cobertura florestal vem sofrendo uma progressiva degradação na sua estrutura de biomassa como decorrência dos efeitos tóxicos da poluição atmosférica liberado pelo complexo industrial siderúrgico e petroquímico implantado no município de Cubatão a partir da década de cinquenta. Grande parte da vegetação da Serra do Mar nesta área se encontra no segundo e terceiro estágio do modelo de impacto proposto por Woodwell (op. cit.).

Este trabalho apresenta parte dos resultados de um trabalho de mapeamento da vegetação dos vales dos rios Mogi e Quilombo, com ênfase na análise de padrão de degradação encontrado na Mata Atlântica.

2. ÁREA DE ESTUDO

Com aproximadamente 240 km², abrange as bacias dos rios Mogi, Quilombo (exceto a cabeceira) e Cubatão (a partir da via Anchieta). Apresenta um trecho da Serra do Mar, localmente denominado de Serra de Parapiacaba, Serra do Morrão, Serra do Quilombo e Serra do Cubatão.

O clima da área de estudo é quente e úmido, condicionado pela sua posição geográfica, no que concerne à circulação atmosférica local, dominada pela brisa marítima e pela circulação geral e superior, controlada pela massa de ar Tropical Atlântica e pela massa Polar. Apresenta umidade elevada, temperatura média a elevada, grande nebulosidade e altos índices de pluviosidade, sem estação seca, com chuvas bem distribuídas durante o ano (Santos, 1965).

A vegetação original da Serra do Mar na área de estudo é denominada por Rizzini (1979) de Floresta Pluvial Baixo Montana (parte do complexo vegetacional Mata Atlântica). Esta terminologia ressalta a sua característica de floresta pluvial, ou seja, sem déficit hídrico ao longo do ano, e a topografia de sua área de abrangência: as encostas da Serra do Mar, responsáveis pelo regime pluvial. A referência à altitude é devido às diferenças fisionômicas notadas entre as florestas situadas acima e abaixo da cota de 800m.

Dada a proximidade do eixo São Paulo-Santos, de colonização antiga e apresentando atualmente um altíssimo contingente populacional, é bastante improvável que a cobertura florestal se apresente na sua forma virgem, principalmente nas áreas planas do Planalto Atlântico e da Planície Costeira.

Na planície costeira e nas escarpas da Serra do Mar até a cota de 400 metros, aproximadamente, a vegetação se apresenta como coberturas secundárias em diversos estágios, resultantes da recolonização de áreas que, segundo França (1965), foram ocupadas por cultivo de banana até a década de cinquenta.

Mesmo nas escarpas da Serra do Mar, apesar de sua relativa inacessibilidade, a vegetação se apresenta dentro das formas derivadas da Mata Atlântica proposta por Eiten (1983), principalmente na forma Floresta Primária Parcialmente Explorada, onde algumas árvores são retiradas da cobertura original. Esta exploração se dá pela extração de madeira de lei, palmito e produção "in loco" de carvão; utilizando fornos cavados nas encostas.

3. METODOLOGIA

Para a execução do mapeamento da vegetação da área de estudo, foi realizado um aerolevantamento da área de estudo, utilizando filme reversível Aerochrome 2443. A fotointerpretação se procedeu com base na metodologia convencional para vegetação que envolve quatro etapas:

1) interpretação preliminar, quando se identifica os vários padrões fotográficos apresentados pela cobertura vegetal; 2) verificação de campo, para avaliação e caracterização das unidades de vegetação identificadas na primeira etapa, através de levantamentos florísticos, dasonômicos, fisiômicos-estruturais, etc.; 3) análise dos dados de campo para definição de legenda e respectiva chave de interpretação e 4) fotointerpretação definitiva e confecção do documento cartográfico.

3.1 - AEROLEVANTAMENTO

Procurou-se realizar o aerolevante na maior escala possível, respeitando as limitações do sistema sensor disponível (câmera RC-10 com objetivo de 150mm) e da plataforma (aeronave Bandeirantes), e as restrições impostas pela topografia do terreno.

Elegeram-se um filme infravermelho colorido (IVC) devido à sua comprovada aplicabilidade aos estudos sobre estresse da vegetação e ao mapeamento de tipos de coberturas vegetais (Thorley, 1975), e, principalmente, por ser um filme sensível à perda de fitomassa (Knipling, 1969), uma vez que esta era uma das consequências da degradação da vegetação que se esperava observar na área de estudo.

O aerolevante foi executado em agosto de 1985, aproveitando o período invernal, quando a incidência de nuvens e névoas é menor.

3.2 - ANÁLISE PRELIMINAR DAS FOTOGRAFIAS AÉREAS

A principal atividade desta etapa consiste na elaboração de uma legenda preliminar que compreenda os padrões fotográficos dentro de uma estrutura lógica baseada em hipóteses sobre a relação padrão fotográfico x tipo de cobertura.

Em uma análise expedita das fotografias aéreas, observou-se uma diferença marcante entre as características fotográficas das coberturas vegetais dos dois vales. Enquanto que no vale do rio Quilombo a vegetação exibe alta textura fotográfica decorrente de um dossel composto de

árvores de vários tamanhos, no vale do rio Quilombo ela se apresenta predominantemente lisa, com árvores esparsas em densidades variáveis.

A definição das classes florestais da legenda proposta para a interpretação preliminar foi concebida de forma a explorar esta diferença entre as coberturas vegetais dos dois vales, que se supunha estar relacionada à ocorrência e ausência de impacto por poluição atmosférica na estrutura da vegetação.

Para o vale do rio Mogi, baseou-se a definição das classes florestais na densidade das árvores esparsas por dois motivos. Primeiro, por ser a principal informação sobre a cobertura vegetal contida nas fotografias aéreas, uma vez que as características tonais são bastante homogêneas para a vegetação deste vale. Mas principalmente por permitir a formulação da hipótese de que estas árvores são testemunhas do estrato dominante na cobertura florestal em sua estrutura original e que a sua densidade está inversamente relacionada com a severidade do impacto da poluição atmosférica sobre a vegetação, obviamente desprezando alguns casos de caducifolia.

Deste modo, discriminou-se nesta etapa preliminar 4 níveis de degradação da Mata Atlântica com base na densidade das árvores testemunhas. A classe mais preservada apresenta a maior densidade de testemunhas, que eram quase ausentes na classe mais degradada.

Para a vegetação do vale do rio Quilombo, estabeleceu-se uma classe de floresta primária e cinco classes de florestas secundárias com base na textura fotográfica e tamanho e forma das copas das árvores superiores.

Outras classes de vegetação e uso e cobertura da terra foram também identificadas nas fotografias aéreas como áreas urbanas, áreas agrícolas, água, etc.

3.3 - TRABALHO DE CAMPO

O trabalho de campo foi realizado com dupla finalidade: para resolver dúvidas na identificação das classes não florestais e, principalmente, para caracterizar quantitativamente a vegetação florestal das encostas, procurando verificar a validade das hipóteses propostas na interpretação preliminar.

Estabeleceu-se roteiros para acessar amostras de cada classe de acordo com disponibilidade de estradas e trilhas. Em cada amostra delimitou-se um ou mais transect de 25m x 2m estendido ao longo da curva de nível da encosta. Mediu-se o diâmetro do tronco ao nível do solo e estimou-se a altura das árvores e arbustos vivos com diâmetro de caule superior a 2,5 cm.

3.4 - ANÁLISE DOS DADOS DE CAMPO

A hipótese de que a densidade de testemunhos indica da severidade do impacto da poluição atmosférica na estrutura da vegetação proposta para classificar a cobertura vegetal do vale do rio Mogi, foi confirmada pelas observações de campo. Notou-se que as fotografias aéreas não permitem a identificação de árvores mortas pela poluição, exceto por raras exceções representadas por árvores de grande porte, exibindo ramificações ainda preservadas. As árvores detectadas como testemunhas correspondem a remanescentes do estrato superior da cobertura florestal original, estando, portanto, a sua densidade diretamente relacionada ao nível de preservação da vegetação, conforme previsto na hipótese em questão.

Constatou-se também, para o vale do rio Mogi, que a cobertura vegetal que foi degradada pela poluição era composta de um mosaico de coberturas em diversos estágios de desenvolvimento. Estes indícios são mais claros nas partes mais baixas do vale, onde a vegetação é composta por árvores de pequeno porte e caracterizada pela abundância de palmeiras.

A legenda foi reavaliada e as fotografias aéreas foram reinterpretadas, quando se procurou discriminar as áreas originalmente primárias das que haviam sido alteradas. Esta discriminação foi feita com apoio das evidências de campo, principalmente a presença de árvores de grande porte (altura > 20m e diâmetro de tronco > 20cm), e pelo tamanho das copas das árvores testemunhas que nas áreas primárias são menores e redondas enquanto que nas secundárias elas são menores e tendem à forma cônica.

Aberta esta primeira dicotomia na classificação para a vegetação degradada, estabeleceu-se um segundo nível de detalhamento, agora sim, baseado na severidade do impacto ambiental. Dividiu-se ambas as categorias em dois níveis de degradação, genericamente descritos como fraco e forte, mas que evidenciam a dinâmica do impacto, que é dada pela progressiva eliminação das árvores mais altas. Estes níveis, conforme visto a análise preliminar, podem ser determinados nas fotografias aéreas através da observação da densidade de árvores testemunhas.

Também no vale do rio Quilombo as hipóteses formuladas para associar os padrões fotográficos da cobertura a tipos de vegetação obtiveram respaldo dos dados coletados em campo. Os critérios para a distinção entre a floresta primária e as áreas com desenvolvimento secundário deste vale se mostraram claros e com resultados satisfatórios.

Definiu-se então as seguintes classes florestais para a execução do mapeamento definitivo:

Mata

Mata com degradação fraca

Mata com degradação forte

Capoeira antiga

Capoeira nova

Capoeira com degradação fraca

Capoeira com degradação forte

Capoeira nova em escorregamento

Capoeira de planície

Manguezal

Reflorestamento

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A constatação mais grave que se faz a partir do mapeamento é a de que a degradação da cobertura florestal pela poluição se dá, em maior ou menor grau, em todo o vale do rio Mogi e em grande parte do trecho da Serra do Cubatão estudado neste trabalho.

Pode-se também observar que as áreas com degradação forte tendem a ocorrer nas imediações das áreas ocupadas pelas indústrias sendo que no vale do rio Mogi elas se estendem em direção à sua montante, evidenciando a ação dos ventos predominantes.

A pequena expressão da área ocupada pela classe Mata, restrita às encostas íngremes do vale do rio Quilombo e a pequenas manchas na Serra do Cubatão, além de demonstrar a intensidade da pressão antrópica sobre a cobertura florestal da Serra do Mar na área de estudo, fornece indícios sobre a baixa capacidade deste ecossistema de oferecer resistência às perturbações externas que porventura venham ocorrer nas áreas ainda não degradadas.

Discute-se a seguir as características estruturais encontradas nas classes Mata, Mata com degradação fraca e Mata com degradação forte com o intuito de sugerir mecanismos que atuam no processo de degradação da Floresta Tropical quando exposta a níveis altos de poluição atmosférica.

4.1 - MATA

O maior número de árvores de grande porte naturalmente foi encontrado nesta classe; 20,40% das plantas observadas têm altura superior a 10m, incluindo aí 7,14% de árvores < 20m (Figura 4.1), que conferem a esta vegetação, o aspecto rugoso observado nas fotografias aéreas.

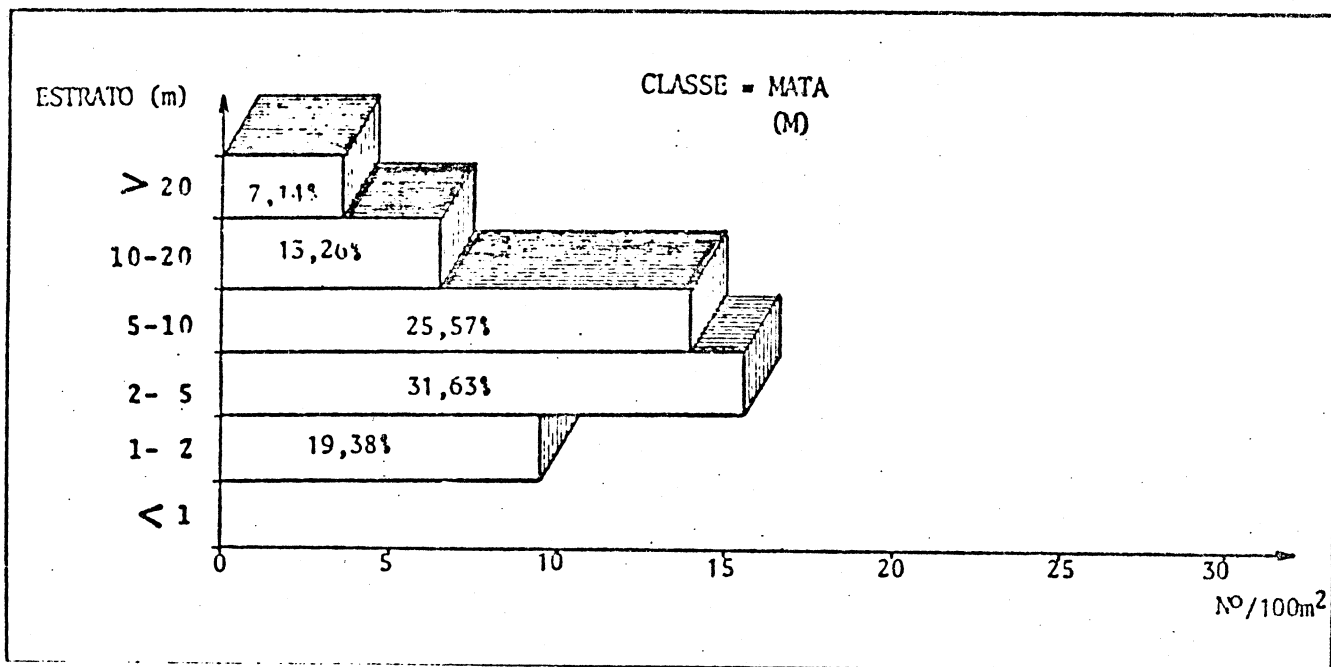


Fig. 4.1 - Frequência de plantas por classe de altura - Mata.

O porte avantajado de alguns de seus espécimes está também evidenciada pela ocorrência de 7,14% de árvores com diâmetro de tronco superior a 30cm (tabela 4.1) (obs.: são os mesmos indivíduos maiores de 20m), sendo que DAPs superiores a 1m foram medidos nas imediações dos transectos.

TABELA 4:1

DADOS GERAIS E FREQUENCIA DE PLANTAS POR CLASSE DE DIÂMETRO DE TRONCO

MATA
ÁREA AMOSTRADA = 200m²
DENSIDADE ATUAL = 49/100m²

DIÂMETRO (cm)	NÚMERO/100m²	(%)
30	3,5	7,14
20 - 30	3,0	6,12
10 - 20	6,0	12,24
< 10	30,5	74,48

Portanto, a classe Mata pode ser caracterizada pela presença constante de árvores grandes, tanto em altura quanto em área basal que, juntamente com a alta densidade total (49 indivíduos/100m²), confere-lhe um aspecto exuberante.

4.2 - MATA COM DEGRADAÇÃO FRACA

A exuberância encontrada na mata primária é drasticamente afetada pela poluição atmosférica, o que é indicado pela reduzida densidade de 32,4 plantas por 100m² (Tabela 4.2)

TABELA 4.2

DADOS GERAIS E FREQUÊNCIA DE PLANTAS POR CLASSE DE DIÂMETRO DE TRONCO
MATA COM DEGRADAÇÃO FRACA

ÁREA AMOSTRADA = 250m²
DENSIDADE TOTAL = 32,4/100m²

DIÂMETRO (cm)	NÚMERO/100m ²	(%)
30	0,8	2,47
20 - 30	1,2	3,70
10 - 20	6,4	19,75
< 10	24,0	74,87

A eliminação de indivíduos é mais notada nos estratos superiores (Figura 4.2), onde se observa a quase total destruição das árvores maiores que 20m (não amostradas nos transectos, mas observadas em campo) e uma substancial redução no número de árvores observadas nas classes 10-20m e 5-10m.

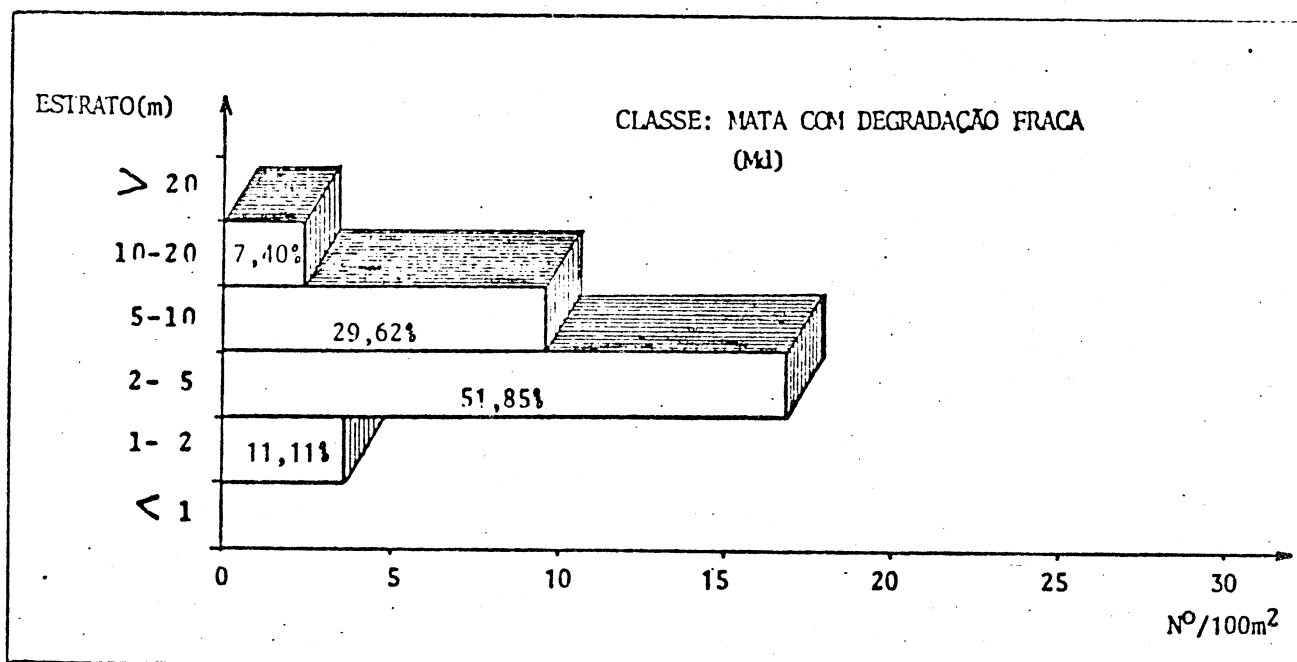


Fig. 4.2 - Frequência de plantas por classe de altura - Mata com Degradação Fraca.

Observa-se que as quantidades de plantas incluídas nas categorias de altura 2-5m e de diâmetro de tronco de 10-20cm nas classes Mata e Mata com Degradação Fraca são semelhantes. Isto pode ser uma demonstração da ocorrência de um processo semelhante ao descrito em Woodwell (1970), onde a maior susceptibilidade aos efeitos de poluentes dos espécimes de grande porte não é necessariamente acompanhada pelos representantes dos estratos inferiores, podendo mesmo ocorrer o incentivo aos seus desenvolvimentos.

4.3 - MATA COM DEGRADAÇÃO FORTE

O critério da determinação desta classe nas fotografias aéreas, cobertura das testemunhas inferior a 50%, tem correspondência com os dados de altura de árvores coletados em campo. O processo de redução

do número de árvores dos andares superiores da mata se acentua conforme se observa na Figura 4.3, e se aprofunda na estrutura da floresta, atingindo de forma drástica as árvores baixas (5-10m), onde a redução em relação à Mata é da ordem de 60%. As categorias mais altas continuam perdendo representantes, o que induz à observação de que o impacto em questão é um processo sempre progressivo que, apesar da resistência de algumas essências, leva inexoravelmente à destruição da estrutura florestal.

A característica mais marcante da Mata com Degradação Forte é o grande incremento da população dos arbustos e arvoretas de 2-5m de altura. Estas alcançam a densidade de mais de 30 indivíduos/100m² e são os principais responsáveis pela recuperação da Densidade Total desta classe que alcança o valor de 48,25/100m², comparável ao obtido para a classe Mata (49/100m²). O aumento populacional da classe 2-5m é acompanhado também pelas classes de alturas inferiores a 2m, indicando a ocorrência de um processo de recolonização concomitante ao processo degradativo dos estratos mais altos. O fato de que quase 90% das plantas têm diâmetro de tronco inferior a 10cm também aponta esta direção.

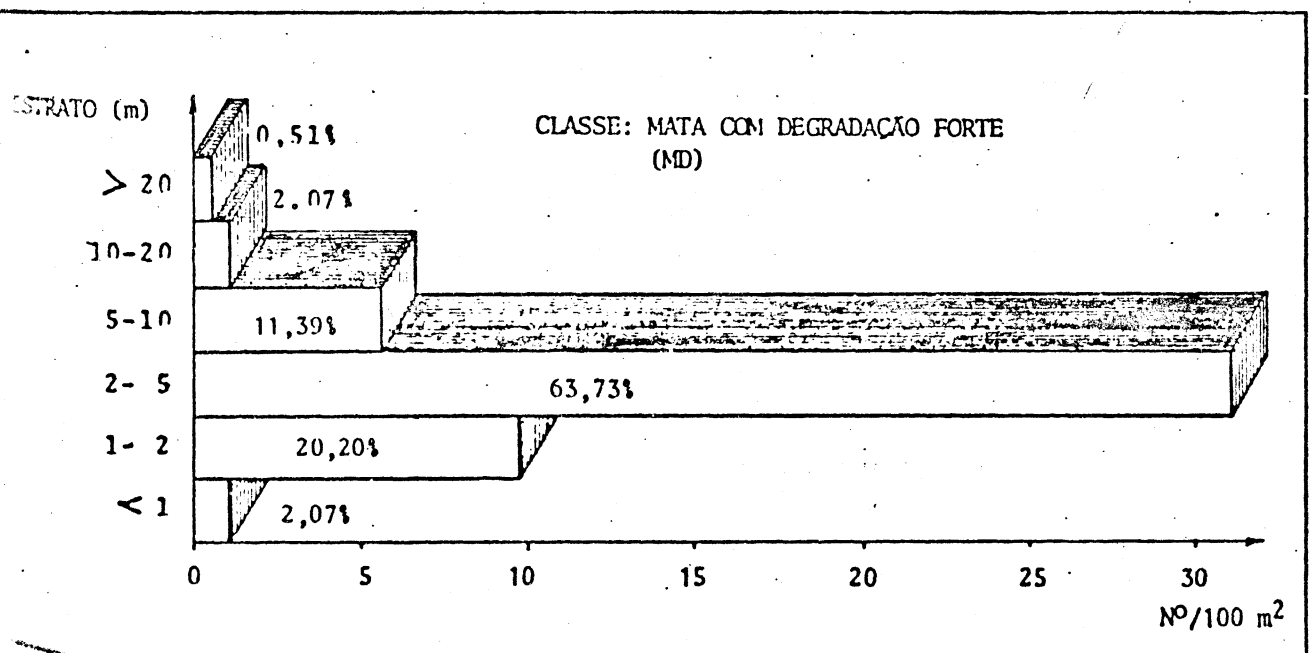


Fig. 4.3 - Frequência de planta por classe de altura - Mata com Degradação Forte.

TABELA 4.3

DADOS GERAIS E FREQUÊNCIA DE PLANTAS POR CLASSE DE
DIÂMETRO DE TRONCO - MATA COM DEGRADAÇÃO FORTE

ÁREA AMOSTRADA = 400m²
DENSIDADE TOTAL = 48,25/100m²

DIÂMETRO (cm)	NÚMERO/100m ²	(%)
30	0,5	1,03
20 - 30	3,5	5,62
10 - 20	6,0	10,36
< 10	40,5	88,08

5. CONCLUSÕES

O caráter preliminar também deste trabalho, baseado em poucos parâmetros fisionômicos coletados numa amostragem relativamente pequena, não é apropriado a derivações de conclusões profundas e definitivas a respeito das estruturas e dos processos que ocorrem nas coberturas vegetais analisadas.

Entretanto os resultados evidenciam alguns aspectos estruturais destas coberturas que permitem que se caracterize, mesmo que de forma genérica, as modificações causadas pela poluição atmosférica sobre a Mata Atlântica.

Este impacto da poluição atmosférica sobre a estrutura florestal se dá através da redução da biomassa florestal. Esta redução não se dá de forma generalizada, mas seletivamente, afetando preferencialmente as árvores de maior porte da floresta.

Como efeito secundário tem-se o aumento da população de plantas jovens, árvores baixas e arbustos, que têm os seus desenvolvimentos incentivados pela maior disponibilidade de luz, em decorrência da

rarefação do estrato superior da floresta. Entretanto, este fato não deve ser compreendido como um potencial de estabilidade da Mata Atlântica, uma vez que esta informação foi obtida em um único momento e não foi acompanhada de uma análise mais detalhada das populações vegetais presentes na área.

Considerando a abrangência espacial da degradação, a profundidade do seu impacto na estrutura da vegetação e a morosidade da recuperação da proteção às encostas oferecida pela Mata Atlântica pode-se finalmente concluir que a região está longe de estar a salvo de eventual catástrofe natural, em episódio de grande precipitação, o que exigirá para a sua prevenção, como já está ocorrendo, vultosos gastos em obras civis e esforços silviculturais para incentivar a recuperação da floresta, demonstrando assim, mais uma vez, que em termos de relação custo/benefício, a prevenção de impactos ambientais é mais vantajosa do que a recuperação do fato consumado.

BIBLIOGRAFIA

- EITEN, G. - *Classificação da vegetação do Brasil* - Brasília, DF, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 1983, 305 pp.
- FRANÇA, A. - O uso da terra. In: Universidade de São Paulo. A Baixada Santista - aspectos geográficos. v.2: *Povoamento e população*. São Paulo, SP, 1965, p. 195-214.
- HUECK, J. - *As florestas da América do Sul, ecologia, composição e importância econômica*. São Paulo, SP, Editora Polígono, 1972, 466 pp.
- KNIPPLING, E.B. - Leaf reflectance and image formation on color infrared film. In: JOHNSON, P.L. (Ed.). *Remote Sensing in Ecology*. Athens, GA., USA. University of Georgia Press. 1969. 17-29.
- MOREIRA, A.A.N.; CAMELIER, C. - Relevo. In: *Geografia do Brasil - Região Sudeste*. Rio de Janeiro, IBGE, 1977, p. 1-50.
- NIMER, E. Clima. In: FIBGE: *Geografia do Brasil - Região Sudeste*. Rio de Janeiro, FIBGE, 1977. p. 51-89.

- PRANDINI, F.L. et alii - A cobertura vegetal nos processos e evolução do relevo: o papel da floresta. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, Campos do Jordão, SP, 12 a 18 set. de 1982. *Silvicultura em São Paulo* V16A, parte 3: 1568-1582, 1982.
- RIZZINI, C.T. - *Tratado da fitogeografia do Brasil*. Vol. 2. *Aspectos sociológicos e florísticos*. São Paulo, SP, Editora da USP, 1979, 374 pp.
- SANTOS, E.C. - Características climáticas. In: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. *A Baixada Santista - aspectos geográficos*. vol. 1: *As bases físicas*. São Paulo, SP, Editora da USP, 1965, p. 95-150.
- THORLEY, G.A. - Forest land: inventory and assessment. In: AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY (Ed.). *Manual of remote sensing*. vol. 2; *interpretation and application*. Church, USA, ASP Fall, 1975 pp. 1353-1426.
- WOODWELL, G.M. - Effects of pollution on the structure and physiology of ecosystems. *Science*. Vol. 168(3930): 429-433, 1970.