

ANÁLISE COMPARATIVA DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO E A REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

Celeste Rodrigues Maio *

SUMARIO

- 1 — *Introdução*
- 2 — *Poluição das águas*
 - 2.1 — *Análise do relevo*
 - 2.2 — *Poluição das águas, segundo as bacias hidrográficas*
- 3 — *Poluição do ar*
- 4 — *Bibliografia*

1 — INTRODUÇÃO

Ao participar da série de projetos sobre as questões ambientais, relativas à programação sobre as Regiões Metropolitanas brasileiras, o Departamento do Meio Ambiente (DEMAM), Superintendência de Recursos Naturais (SUPREN), da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), fez constar de suas atividades os levantamentos físico, social e econômico das Regiões Metropolitanas do Rio de Janeiro e de São Paulo, Região Metropolitana de Belo Horizonte

* A autora é geógrafa da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística — IBGE; mestre em Ciências (geografia) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); professora de Geografia e orientadora educacional da Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro.

(Minas Gerais) e Região Metropolitana de Porto Alegre (Rio Grande do Sul).

Os estudos voltam-se, especificamente, para os problemas de poluição que recebem, nos capítulos sobre o meio físico, tratamentos diferentes, isto é, quando se refere à poluição das águas eles evidenciam os processos morfogenéticos e, quando se refere à poluição do ar eles ressaltam a questão do relevo, e, neste último, a sua importância quanto a altitude e exposição de vertentes, declividade, associadas à natureza e direção das massas de ar.

O projeto que iniciou a programação é o referente ao estudo comparativo das condições do meio físico, entre as Regiões Metropolitanas do Rio de Janeiro e de São Paulo, e logo tratados, nesta comunicação, sob as questões que qualificam as águas e o ar.

A fim de se promover estudos sobre os problemas ambientais, é necessário levantar-se, primordialmente, algumas idéias sobre as formas de poluição que aparecem nos despejos industriais e nos esgotos sanitários.

O procedimento analítico ambiental visa, por conseguinte, a enfocar a influência que os meios biótico e abiótico exercem sobre a qualidade das águas e do ar. Na medida em que, para entender os problemas de poluição, deve-se concebê-los como fenômenos eminentemente específicos e localizados, destacam-se o relevo, o clima e as bacias hidrográficas, entre os fatores de maior realce, no trabalho. Isto porque o estudo do meio físico, alicerçando o conhecimento das fontes e focos poluidores, favorece a identificação dos problemas gerais que perturbam o desenvolvimento das Regiões Metropolitanas brasileiras. Quando as ocorrências são constatadas cientificamente, elas podem auxiliar a efetivação de ações prioritárias e imediatas das "áreas problemas", em suas diversas escalas de grandeza, oferecendo subsídios aos planejamentos, tanto no âmbito regional quanto no federal e estadual.

Como o trabalho refere-se ao estudo da poluição hídrica e aérea nas Regiões Metropolitanas do Rio de Janeiro e de São Paulo, promove-se o levantamento dos fatores naturais e sua influência na poluição, como fundamento ao estudo dos impactos ambientais registrados nessas Regiões.

2 — POLUIÇÃO DAS ÁGUAS

A influência do relevo nas modalidades de poluição que afetam as Regiões Metropolitanas do Rio de Janeiro e de São Paulo é inerente aos processos morfogenéticos e morfoclimáticos específicos das regiões intertropicais. O estudo desse relacionamento implica, por conseguinte, na observação e análise do comportamento de leis reguladoras da evolução do meio ambiente, no sentido delas indicarem como e quanto condicionam a concentração dos tipos de poluentes.

As diferentes formas de interação das variáveis acima referidas, sobre as quais o ser humano é parte atuante, mostram os processos evoluídos no tempo e no espaço.

Para que se alcance a complexidade desses fenômenos, é necessário entregá-los, também, à responsabilidade da geomorfologia climática que, no seu dinamismo, envolve princípios favoráveis ao reconhecimento das fontes e dos focos poluidores.

As duas Regiões Metropolitanas acham-se incluídas no domínio morfoclimático tropical úmido. Isto significa que, em ambas, as variáveis se interam de maneira a predisporerem o relevo à erosão ativa, quanto à evolução dos núcleos de poluição.

As Regiões Metropolitanas do Rio de Janeiro e de São Paulo opõem-se a partir, mesmo, dos aspectos geográficos primários, como a posição geográfica, situação, extensão, presença ou não da orla marítima.

2.1 — Análise do relevo

2.1.1 — Modelado regional

A Região Metropolitana do Rio de Janeiro, com 6.464 km² de extensão, apresenta os 14 municípios, localizados em sítios diferentes — litorâneos ou interioranos.

As unidades municipais ocupam as vertentes barlavento da “serra” do Mar, drenadas pelos afluentes da margem direita da bacia do rio Paraíba do Sul.

Os limites intermunicipais coincidem com as características morfológicas regionais de tal forma que apenas um Município, o de Petrópolis, ocupando os extremos setentrionais, estende-se pelo reverso da “serra” do Mar. Os demais municípios recebem grande influência das correntes aéreas marinhas que alcançam os patamares dissecados pelos rios, na frente daquela unidade de relevo.

O divisor de águas que separa as duas grandes unidades está, de leste para oeste, sobre os níveis de 2.000 a 1.000 metros, alcançando a planície alveolar do Quitandinha e atingindo 1.300 metros próximo à “serra” do Couto.

Entre os limites setentrionais da Região Metropolitana e a baixada, há desníveis altimétricos, variando entre 2.000 e 0 metros, sobre os quais as formas de relevo estão afetadas por contínuos processos de dissecação, devido à ação erosiva remontante desenvolvida pelos cursos d’água cujas direções NE-SO e NO-SE caracterizam os padrões fluviais estruturais.

Tal continuidade, expressa entre os setores norte dos Municípios de Magé e de Nova Iguaçu, é alternada por relevos de estruturas alcalinas condicionantes de padrões semi-radiais.

Observa-se, entretanto, nos locais, à jusante das encostas, dos piemontes e dos glacis, formas colinosas, elaboradas sobre o substrato cristalino e cristalofiliano, sobre as quais a morfogênese esculpiu perfis convexos, onde são frequentes a presença de cicatrizes indicadoras de uma remota ocupação irracional.

Vertendo as encostas abruptas, os canais de drenagem, obedientes, inclusive, aos padrões dendríticos, carregam grande quantidade de sedimentos e de poluentes que assoreiam os talvegues. Em conjunto, esses canais envolvem a Baía de Guanabara e assumem um caráter centrípeto, de grandes proporções como padrões fluviais, indicadores dos impactos ambientais registrados comumente nas baixadas e fímbrias litorâneas. Eles se interpenetram pelos maciços costeiros, e alinhamentos que correspondem às seções deslocadas da “serra” do Mar, pelos movimentos crustais da unidade soerguida, em maiores proporções, no Brasil Sudeste.

A ela, as formas litorâneas filiam-se, através de suas identidades lito-estruturais, do complexo cristalino brasileiro, sob as mesmas modalidades morfogenéticas e morfoclimáticas regionais.

A série de vales suspensos, colos, planícies alveolares e depressões tem sido ocupada, tal como nas áreas montanhosas, desordenadamente, provocando a desorganização da drenagem, e com ela, o desequilíbrio ambiental.

No extremo ocidental da Região Metropolitana do Rio de Janeiro esse nível, sem prejudicar a sua característica contínua ao longo das elevações, chega a atingir as proximidades do litoral, sob forma de ombreiras, cristas e morros isolados na planície, aspectos esses envolventes, também, de todos os maciços litorâneos, evidentes através de sua periferia, nos prolongamentos, predominantemente de direção NE-SO (direção brasileira).

Enquanto o nível 250-500 metros é periférico à montanha, o de 500-1.000 metros notabiliza-a pela sua interiorização regional, até os extremos setentrionais dos limites da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

A eles correspondem os trechos serranos mais significativos, nos quais a população se expandiu melhor, dominando as áreas mais amenas, do ponto de vista climático. Existe correspondência, pois, entre esse nível e a direção dos principais cursos fluviais, como o Piabanha, Preto, Fagundes, ao longo dos quais estão concentradas as indústrias do alto da "serra", responsáveis pelos despejos geradores da poluição das águas.

Limitando-se com esse nível, ao longo das duas margens do rio Piabanha, expandem-se as encostas superiores a 1.000 metros de altitude, em maior expressão à margem esquerda do curso. A disimetria acentua-se ao se estabelecer o contato com níveis superiores a 1.500 e 2.000 metros, evidentes no setor norte-oriental, inexistentes ao sul da área serrana. Eles são representativos das escarpas mais vigorosas onde se assinalam a Pedra do Sino (2.218 m) e o Dedo de Deus (1.675 m).

Desses locais para montante, o divisor de águas existente entre o Município de Petrópolis e os municípios meridionais é atingido pela drenagem dos afluentes da margem direita da bacia do rio Paraíba do Sul.

A evolução geomorfológica dessa área opera-se em função da dissecação fluvial através de erosão regressiva que desenvolveu série de planícies alveolares, cujo exemplo é a do Quitandinha, afetada, consideravelmente, pelos problemas ambientais, mormente ao se examinar a exposição de suas encostas a favor das correntes aéreas que aí causam chuvas de relevo, geradoras de aguaceiros e subida do nível freático.

É o divisor de águas da "serra" do Mar que estabelece, enfim, as diferenças de padrões morfológicos e domínios morfoclimáticos entre as áreas drenadas pelas bacias dos rios dirigidos para o norte, adaptados às estruturas regionais e aqueles nas vertentes opostas, dirigidos para o sul, afetados também pelas faces de regime torrencial carreadores de grande fluxo de sedimentos.

Com esses fatos, as baixadas fluviomarinhas representam amplos receptáculos onde se avolumam crescentes áreas de focos poluidores que agravam os problemas ambientais.

Os maciços litorâneos apresentam indícios dos mesmos processos intempéricos físico-químicos que afetam a área serrana. Ao seu sopé

desenvolvem-se espessos mantos coluviais que se limitam com as baixadas, sob a forma de cones, pelos cursos d'água, onde os sedimentos participam da formação de praias, restingas e planícies.

Com a evolução dessas formas planas e baixas, predominantemente silicosas, na formação contínua de novos "spits", dá-se o represamento dos trechos salinos, esboçando a gênese das lagunas, combinada à ação marinha.

O nível 0-250 metros, referente às formas baixas e às colinas, é interceptado por alinhamentos rochosos de 250-500 metros de altitude que se associam aos níveis elevados da mencionada frente de bloco falhado em direção ao oceano.

Os níveis inferiores representam, por conseguinte, ilhas e acidentes submersos — com a mesma identidade litológica-estrutural do interior, mas que servem de pontos de apoio à gênese dos esporões arenosos evoluídos em praias, restingas e tómbolos.

Quanto aos Municípios litorâneos extremos são os de Maricá (a leste) e Mangaratiba (a oeste) que apresentam maiores dificuldades na participação da vida econômica da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

A Região Metropolitana de São Paulo expande-se por 7.951 km² de superfície, compreendendo 37 municípios situados no reverso da "serra" do Mar.

A Região Metropolitana de São Paulo é, por conseguinte, um contraste paisagístico em relação à Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Em ambas as Regiões as escarpas do planalto Atlântico estabelecem com os seus reversos continentais um relevo assimétrico, embora em São Paulo os abruptos sejam mais contínuos e evidentes do que no Rio de Janeiro, onde eles se apresentam com vários degraus e patamares dissecados. As curvas de nível de 800-1.000 metros, na borda costeira paulista, são representativas do nível mais elevado dessa subunidade morfológica. A partir dessas altitudes, em direção ao interior, os aspectos do relevo envolvem colinas de topos arredondados, de altitude média, planícies alveolares, em calhas, emolduradas por alinhamentos de cristas de rochas mais resistentes. Em conjunto, a Região Metropolitana de São Paulo situa-se num compartimento de planalto, dos mais significativos do Brasil Sudeste, e conhecido como planalto Paulista. Interpretando e definindo as paisagens individualizadas do relevo interiorano do Estado de São Paulo, no que diz respeito aos municípios da Região Metropolitana, Ab'Saber¹, assim sintetiza, à página 65:

"Em termos de fisiografia geral brasileira, a região de São Paulo é um pequeno compartimento topográfico de grande modularização morfológica no extremo conjunto dos maciços antigos que constituem a porção sudeste do Planalto Atlântico" (Parágrafo 2).

E adiante prossegue o mesmo autor:

"Comporta-se como um dos reversos continentais mais suaves do Planalto Atlântico, em face do gigantesco alinhamento de escarpas da "serra" do Mar residindo, nisso, um dos principais fatores de sua originalidade geográfica" (Parágrafo 3).

¹ Ver Bibliografia, 1.

A essas considerações do autor acresce-se, ainda, o fato de que a Região Metropolitana de São Paulo apresenta fracas amplitudes entre os níveis topográficos, embora do ponto de vista morfológico mostre algumas similitudes com a morfologia geral do Brasil Tropical Atlântico, dominada por outeiros, morros baixos e convexos, alvéolos hierarquizados e planícies intermontanas.

Em contato com a paisagem ondulada, as formas mais elevadas, os alinhamentos de cristas representam-se como divisores de água, na grande Região Metropolitana. Nos extremos setentrionais está a “serra” da Cantareira, nos Municípios de Careiras e Mairiporã com o de São Paulo, e dominada pelo nível 850-1.100 metros. A nordeste, a “serra” de Itapeti, nos Municípios de Mogi das Cruzes e Guararema, é um nítido e bem embasamento Pré-Cambriano, no Brasil Sudeste, com cristas orientadas NE-SO (direção brasileira). Trata-se do divisor de águas entre as bacias fluviais do Alto Tietê e do Paraíba do Sul. De suas vertentes norte, sul e leste fluem cursos como ribeirão Guararema, ribeirão Itapeti e córrego Comprido em demanda à bacia do Paraíba do Sul. Nesse trecho, no Município de Guararema, ao nível de 600-800 metros de altitude, está a anomalia hidrográfica representada pelo “cotovelo de captura de Guararema”, isto é, local de ruptura fluvial da drenagem antiga que unia os altos cursos das duas bacias. Os canais pequenos, na área, têm padrões essencialmente dendríticos e os cursos médios expressam a influência estrutural da crosta através de seus perfis retilíneos, em ambas as bacias.

Os extremos orientais da Região Metropolitana de São Paulo estão no Município de Salesópolis onde se encontram as cabeceiras dos rios Tietê e Paraitinga, separados aí pelos alinhamentos das “serras”.

A sudeste, o maciço de Bonilha, ao nível 850-1.050 metros de altitude, marca outro setor elevado que envolve a Região Metropolitana, no Município de São Bernardo do Campo. A sudeste, entretanto, a Região Metropolitana limita-se com os contrafortes setentrionais da “serra” de Paranapiacaba em cujas vertentes nascem os cursos formadores do rio São Lourenço. Esse curso compõe uma alta bacia, a 800-1.000 metros de altitude e percorre os Municípios de Cotia, Itapeverica da Serra e Juquitiba, representando, este último, o extremo sudoeste da Região, já a nível de 600-800 metros. O rio São Lourenço que na Região Metropolitana de São Paulo, tem a direção NE-SO (direção brasileira) deságua no rio Turvo, a oeste, fora da Região, formador do rio Paranapanema, na bacia do rio Paraná.

Os relevos montanhosos afigurados como limites naturais da Região Metropolitana de São Paulo, estabelecem com o centro contraste paisagísticos. Enquanto os primeiros associam-se ao modelado esculpido sobre o Pré-Cambriano Antigo e da Série São Roque, litologicamente mais resistente, a outra ampla unidade é atravessada pelo Espigão Central, de direção SE-NO (direção Caraíba), destacando um sistema de colinas, de altitudes relativamente homogêneas. Esse alinhamento é o divisor de águas dos rios Tietê e Pinheiros, muito dissecado em patamares cujos os mais baixos estão a 740-745 metros de altitude.

As superfícies gerais que abrangem toda a região de São Paulo enquadram-se em alguns níveis já conceituados no Brasil Sudeste, como

sejam: 1.100-1.300 metros superfície das cristas médias — Martonne² —, datada do Cretáceo; 920-950 metros — superfície Itapecerica-Cotia — datada do Paleogeno e 800-820 metros, datada do Plio-Pleistoceno — Ab'Saber³ que é a superfície de São Paulo.

Embutida nas duas primeiras superfícies, a “superfície de São Paulo” dispõe-se entre os maciços de Bonilha e a vertente meridional da “serra” da Cantareira e morro de Jaraguá (1.138 m), contornando as faldas do maciço Cotia-Itapecerica até a “serra” do Itapeti.

Seus confins orientais e ocidentais estão respectivamente a montante do Município de Mogi das Cruzes e no Município de Osasco.

Trata-se de uma superfície sedimentar, resultante da colmatagem conseqüente da dissecação dos relevos mais vigorosos periféricos, sobre o assoalho cristalino e cristalafiliano do embasamento brasileiro. Haveria, portanto, uma drenagem essencialmente labiríntica e de grande complexidade morfológica.

Os terrenos fluviolacustres ter-se-iam, por conseguinte, coalescidos na antiga bacia e se entulhado gradativamente, com sedimentos finos, associáveis às rochas e minerais daquelas elevações referidas.

Nessas paisagens dominam aspectos morfológicos de perfis suaves, com topos aplainados nas quais se encaixa o sítio urbano da Cidade de São Paulo e que são designados, em conjunto, por Ab'Saber⁴ como “Bacia Fluvial de compartimento de planalto”. Existe nela, entretanto, uma subcompartimentação, dos pontos de vista topográficos e geomorfológicos.

Os níveis dissecados na “superfície de São Paulo” correspondem a terraços mais elevados, isto é, 740-745 metros e 760-770 metros de altitude; os níveis de terraços mais baixos estão entre 724-728 metros e 728-735 metros de altitude; os primeiros estão identificados ao longo dos rios Tietê e Pinheiros e seus afluentes maiores, e os segundos margeam cursos menores. Esses níveis de terraços, bem como as várzeas, vestígios de meandros seccionados de antigos leitos, são provas evidentes de uma paleodrenagem labiríntica na bacia de São Paulo cujas reminiscências ainda são fatores para a contribuição de planos inundáveis e altamente poluídos.

Se o objetivo do presente capítulo é o de se pesquisar a maneira dos aspectos morfogenéticos e morfoclimáticos se arranjam, para se tentar identificar os problemas do meio ambiente, deve-se, conseqüentemente, ressaltar-se as variáveis principais atuantes sobre essas áreas do domínio ou província morfoclimáticas das regiões serranas tropicais úmidas.

2.1.2 — Ação dos processos morfogenéticos

A estrutura quebrante e a litologia do embasamento cristalino interam-se com o comportamento climático nos trópicos úmidos, na aceleração dos processos intempéricos. Os domínios estruturais, a série de alinhamentos de cristas, fraturas e escarpas são paralelos à margem costeira, isto é, na direção NE-SO (direção brasileira), sobre os quais

² Ver Bibliografia, 6 e 7.

³ Ver Bibliografia, 1.

⁴ Ver Bibliografia, 1.

adaptaram-se os vales, como o do Paraíba do Sul. Opondo-se a tal lineação geral, o rio Tietê segue direção NO-SE (direção brasileira) para o rio Paraná.

Do ponto de vista litológico trata-se de áreas cratonizadas do Escudo Brasileiro Pré-Cambriano, alicerçado pelas rochas cristalinas e cristalofílicas.

A crosta do Brasil Sudeste, em questão, mantém os registros das tensões tectônicas, manifestados através de sucessivos eventos geológicos. Os sistemas de falhas e fraturas já referidos provocaram deslocamentos do bloco continental em direção ao mar. Essas frentes ou rebordos de bloco falhado apresentam-se, morfológicamente distintos entre as demais regiões estudadas, como se insinuou linhas atrás. Um basculamento compensatório, no dinamismo tectônico, refletiu-se com os declives suaves para o interior, mostrando-se irregularmente atingido e remodelado pela erosão entre as duas Regiões Metropolitanas. Os minerais dominantes, nos gnaisses e granitos, os feldspatos e micas são muito susceptíveis à decomposição química em argilas que, pela sua propriedade impermeável, retêm planos encharcados ou representam planos de deslizamento dos materiais conduzidos às baixadas. Outros componentes se desagregam e como os anteriores interceptam a topografia. A par dos mesmos efeitos ambos se aliam, para provocar as alterações na real beleza fisionômica dessas paisagens. Os componentes estruturais da crosta encerram setores que auxiliam a evolução de tais processos, isto é, através do grande número de linhas de fraqueza. As diáclases, fraturas, juntas, diques, xistosidade, além de numerosas, elas se cruzam, em alguns locais onde a ação do intemperismo pode, particularmente, avançar. Observa-se neles, desde a sua fase embrionária, o aparecimento de pequeninos nichos retentores de núcleos onde se inicia a aglutinação dos agentes poluidores.

As rochas aflorantes apresentam, através das linhas ortogonais dos deslocamentos, locais onde se desenvolvem os focos poluidores que se anastomosam. Com a desagregação desses blocos em relação à unidade morfológica a que pertencem, desenvolvem ao sopé das elevações, setores de retenção da umidade, representativos de complexos planos de poluentes. Na constituição geológica comum ao arcabouço cristalino das duas Regiões Metropolitanas, acresce-se à de São Paulo as rochas e minerais da Série São Roque, predominada por granito mignatitos associados; calcáreos e dolomitos; calcoxitos e calcosilicatos; quartzitos; filitos, metarenitos e metaconglomerados.

As rochas constituem, por conseguinte, nas duas Regiões Metropolitanas, além dos eventos histórico-geológicos, quadros morfológicos diversos, estabelecidos pela posição dos setores mais resistentes que representam, como em São Paulo, a moldura viva das paisagens interiores, esculpidas estas nos terrenos mais recentes. De outro modo, os sistemas morfogenéticos facilitaram às duas regiões, uma degradação acentuada das vertentes, revestindo-as de possantes mantos de regolitos e colúvios que atingem o contato com as baixadas.

A variabilidade dos aspectos morfológicos, dentro do quadro geral físico apresentado, constitui um problema complexo para a pesquisa e interpretação das fontes e dos aspectos do meio receptor da poluição, nas duas Regiões Metropolitanas.

Os padrões morfológicos alternam-se desde a fímbria litorânea até os setores serranos, e sob a influência da altitude e a exposição de suas

vertentes podem constituir elementos neutralizantes da ação poluidora. Nesse particular, considera-se como fator nocivo à preservação da natureza, o elemento humano, através de sua ancilar e recente maneira desorganizada de ocupar o solo.

Nos relevos montanhosos e nos maciços os degraus e patamares estruturais concentram numerosas matacões, por vezes, constituindo "furnas". Identificados em vários locais, tanto das regiões litorâneas como das serranas, eles são outros centros de concentração das águas percoladas mas que podem constituir, se devidamente valorizados, excelentes áreas de lazer.

Os vales suspensos de falha correspondem aos locais da estrutura quebrante, onde se destacam formas anfiteátricas, são alvéolos evoluídos pela ação regressiva fluvial, contendo planícies, muitas vezes terciárias, de ocupação antiga. O homem, buscando uma topografia mais suave, neles se estabeleceu, ocupando irracionalmente as vertentes sulcadas, hoje, por ravinas careadoras de poluentes. As planícies alveolares constituem, pois, receptáculos de concentração de poluentes, nos trechos de rutura de declive ou à sua jusante.

As pesquisas de campo efetuadas sobre o relevo das Regiões Metropolitanas do Rio de Janeiro e de São Paulo cada vez mais confirmam a interdependência dos estudos de poluição associáveis aos princípios dinâmicos da geomorfologia. Nessas análises pode-se deduzir a sua importância fundamental porque muitos aspectos do modelado mostram como a morfogênese remonta a flutuações paleoclimáticas, com mecanismos de natureza diferentes e alternados no tempo geológico.

Alguns aspectos geomorfológicos, tão peculiares a ambas as Regiões Metropolitanas, tais como patamares e seqüências alveolares, registram fases de paradas e retomadas de erosão, constatadas pela história geológica regional, e que foram significativas para aquela predisposição do relevo à retenção dos núcleos de poluição já referidos.

Os fatores próprios à morfogênese tropical úmida atual informam sobre o estado de equilíbrio em que se encontram as encostas nas duas Regiões Metropolitanas, associado ao inadequado uso do solo. As encostas representam assim, um dos mais valiosos campos para a interpretação dos estudos de poluição na paisagem, não só por concentrarem os poluentes em diversos planos altimétricos, mas também porque é através delas que os múltiplos volumes são conduzidos às baixadas, sob múltiplas formas de carreação.

O homem que as tem ocupado, rompendo o equilíbrio ecológico, provoca a aceleração do movimento das águas que percola, lixívia e transporta o solo, com os elementos bióticos, provocando, à jusante, intensa perturbação no meio ambiente, gerando planos de concentração de poluentes.

O problema de poluição nessas áreas é ancilar, conforme informam os cronistas coloniais e observadores posteriores que, ao deixarem nos relatórios e mapas as impressões hostís das paisagens, ajudam a deduzir os problemas dos primeiros habitantes, face a tipos de poluição já existentes na época, afeitos, predominantemente, às condições naturais. Essas referências são notadamente atribuídas às baixadas quentes, úmidas e insalubres cujos problemas impeliram os habitantes às elevações, em suas diversas lutas pela sobrevivência.

Aspectos assistemáticos dessa ocupação do solo concorreram para legar aos dias presentes um quadro físico geral alterado crescentemente

pelas formas de depredação dos recursos naturais que ampliam as fontes geradoras de poluição. Como conseqüência, sobrem a erosão das encostas, entalhadas por profundas cicatrizes de voçorocas que devem ser objeto de constantes atenções, quanto à preservação do meio ambiente. As encostas devem ser examinadas, portanto, quanto ao seu perfil, forma, declividade, espessura do regolito, exposição, distribuição espacial, extensão, densidade da rede hidrográfica e armazenamento d'água.

Os fatores pedogenéticos, originando latossolos e solos podzólicos, as derrubadas, as queimadas, o ataque às pedreiras, revelam a depredação dos recursos naturais, oriunda de formas impróprias de exploração. Enfim, a diminuição das áreas verdes implica no aumento de núcleos geradores de problemas ambientais que se agravam, crescentemente, acompanhando a pressão demográfica e o desenvolvimento econômico das duas mais importantes Regiões Metropolitanas brasileiras. Acresce-se ainda que elas estão inseridas no "tipo de domínio ou província morfoclimática das regiões serranas tropicais úmidas, contendo paisagens de mares de morros" Ab'Saber⁵ e Deffontaines⁶.

Nessas áreas mamelonizadas, as encostas são convexas, interceptadas por colos que vertem os blocos e sedimentos deslocados das encostas concentradas de poluentes.

Outras formas de relevo que se destacam na paisagem são os "pães-de-açúcar", que constituem "reliquias" preservadas pelo intemperismo atual, evoluídas por condições paleomáticas diferentes. Eles mantêm, à jusante de suas escarpas, rampas de sedimentos retentores de planos úmidos. A sua identificação nas baixadas fluviomarinhas é muito significativa, no sentido de representarem locais favoráveis à interpretação da evolução paleo-ambiental. Em alguns casos, essas formas-testemunho estabelecem setores de modificação de espécies vegetais não mais existentes hoje. Esse desaparecimento referido pela bibliografia regional, quanto à interferência humana, está, inclusive, atestado, não só por ação predatória, mas por alterações espontâneas e naturais do meio ambiente, através dos tempos.

As baixadas do Estado do Rio de Janeiro formam paisagens que concentram variados e sérios problemas de poluição. Nas suas planícies a morfogênese filia-se aos mecanismos gerais dos climas quentes e úmidos das áreas intertropicais, influenciadas, ainda, pelas condições dos ventos marinhos e pelo mar. Existe uma justaposição de sedimentos, ora predominantemente argilosos (impermeáveis) ora arenosos (permeáveis), motivando encharcamentos ou armazenamentos.

São áreas conseqüentes da colmatagem estabelecida pela sedimentação atual e antiga. Por ocasião das chuvas torrenciais, quando os processos erosivos se aceleram nas encostas, os sedimentos são carreados pelos cursos de talvegues baixos que se ligam a canais. Os problemas se agravam, quando estes, ao desembocarem nas lagunas, formadas pela interceptação das restingas, provocam assoreamentos que estabelecem sistemas fluviolagunares muitas vezes influenciados pelas marés. Nesses locais proliferam colônias de espécies natantes, como por exemplo, a *Eichornia* sp (Pontederiácea) que obstrui as embocaduras dos canais

⁵ Ver Bibliografia, 2.

⁶ Ver Bibliografia, 3.

retendo complexos focos de poluentes, como os procedentes de esgotos sanitários, óleos, adubos, inseticidas, herbicidas e outros.

Em algumas lagunas já se tem registrado o afastamento de pescado devido à sua alta poluição.

Há nas lagunas, ainda, focos de hematófagos, embora já se tenha referências de que as mesmas tiveram suas condições ambientais diversas da atual, isto é, as águas eram límpidas e piscosas. Conclui-se por conseguinte que o desenvolvimento urbano e rural abalaram os ecossistemas lagunares da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

Essas alterações do meio ambiente nas baixadas são perceptíveis ainda através da comparação entre documentos escritos e cartográficos antigos e a realidade local de hoje, pois elas foram pontos de estabelecimentos de engenhos.

Tanto a colmatagem quanto o assoreamento dos canais têm reflexos em direção às praias. Eles são, na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, mais constantes e de maior extensão do que os de erosão. A retificação do litoral, por conseqüências de restingas, dificulta o escoamento dos canais para o mar. Algumas praias expressam as associações dos processos morfogenéticos agindo sobre os sedimentos fluviomarinhos. Estes, condicionados às oscilações das vagas e dos rios, chegam às planuras perdendo-se entre os solos inconsistentes.

Nos locais defendidos pela ação abrasiva marinha desenvolvem-se os complexos dos manguezais.

Sobre a topografia plana onde proliferam as raízes pneumatóforas, principalmente as da *Rhizophora mangle* (*Rhizophoreaceae*) prendem-se sedimentos que, em alguns lugares, como em torno da Baía de Guanabara, transformam tais localidades em extensos e graves centros de poluição.

2.2 — Poluição das águas, segundo as bacias hidrográficas

A posição das bacias hidrográficas em relação às condições do relevo e às áreas de atividades humanas mais aceleradas, é o fato inicial no estudo da poluição das águas. Os sistemas hidrográficos diferem muito entre as duas Regiões Metropolitanas. Na Região Metropolitana do Rio de Janeiro a bacia do rio Paraíba do Sul é a mais importante, mas interessando aos estudos apenas os afluentes da margem direita.

Nos maciços litorâneos, a drenagem é centrífuga, constituída por pequenos cursos transportadores dos poluentes das águas industriais e rurais.

O estudo das bacias hidrográficas leva ao procedimento de métodos quantitativos, quanto à erosão regressiva dos cursos e aos processos de sedimentação e assoreamento. A densidade de drenagem e a densidade hidrográfica devem ser medidas. O volume d'água, a velocidade e descarga desses rios têm demonstrado a modificação no meio ambiente, tendo, por causa, a devastação das matas, e por efeitos, a erosão das encostas e poluição das águas⁷.

Representam papel importante, na poluição das bacias hidrográficas, o substrato rochoso e a topografia onde elas se desenvolvem. Os poluentes têm sido registrados, também, nos numerosos reservatórios da

⁷ Ver Bibliografia, 5.

Região Metropolitana de São Paulo, na medida em que, com o represamento dos cursos, a água torna-se mais poluída, constatando-se altas taxas de material poluente em suspensão.

Com o assoreamento resultante das derrubadas de árvores consecutivas nas cabeceiras dos rios e do movimento de solos, o corpo líquido diminui de volume, fazendo com que a flora e fauna tendam a desaparecer pela falta gradativa de oxigenação.

Mas a qualidade das águas nas bacias hidrográficas é alterada fundamentalmente pelo número de indústrias, atividades de mineração agropecuária, estradas mal orientadas e favelas que proliferam em suas proximidades. As condições hidrogeológicas das bacias hidrográficas variam também em áreas de águas artesianas, de acordo com as diferentes profundidades do lençol freático.

A despeito das obras hidráulicas realizadas na Região Metropolitana de São Paulo, que reduziram enormemente as áreas inundáveis, os problemas de poluição ainda são graves.

A rede hidrográfica, integrada pelo Alto Tietê, foi retificada para favorecimento da expansão urbana. É de se compreender, no entanto, que muitas conseqüências oriundas dos repetitivos ciclos de inundações tivessem não só deixado em alguns locais trechos com depressões, encharcáveis, mas também porque os atuais terrenos enxutos herdaram uma predisposição ao armazenamento maior de umidade, diante da inconsistência pedológica.

Planos silicosos, argilosos, várzeas dissecadas, meandros cortados, terraços fluviais dos rios Tietê e Pinheiros são afetados pelas águas das chuvas que os interceptam, contribuindo para o represamento dos poluentes.

Uma revisão aos documentos cartográficos antigos deixa conclusões sobre a transformação paisagística, ao longo do labiríntico traçado do rio Tietê, conduzindo Ab'Saber⁸ a considerar, até certo tempo atrás, "a mais importante planície de meandros situada em compartimento de planalto no Brasil".

As grandes modificações ambientais operadas sobre o quadro físico da Região Metropolitana de São Paulo redundaram, entretanto, numa complexa expansão urbana — industrial, responsável pelos maiores índices de poluição do Brasil Sudeste. Neles acham-se incluídas as áreas de ocupação das baixadas, a proliferação de instalações industriais variadas, especulações imobiliárias, vias de trânsito e outros.

A visão atual dos problemas associados ao meio ambiente e neste a poluição, em maior alcance, expõe aos técnicos uma situação das mais alarmantes para os habitantes nessas Regiões.

A exemplo dos resultados apresentados pelas Regiões Metropolitanas do Rio de Janeiro e de São Paulo, cada vez se tornam necessariamente conhecidos os estudos dos processos do modelado, proporcionados pela geomorfologia que oferece excelentes esclarecimentos para a elaboração de cautelosos planos de alterações das paisagens.

Todos esses agentes fornecedores de poluentes, através das bacias hidrográficas, de comportamento hidráulico tão diversos, podem, ainda, serem conduzidos à orla marítima, sensivelmente prejudicada, em

* Ver Bibliografia, 1.

alguns locais da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Os núcleos de maior concentração situam-se nas proximidades das embocaduras fluviais, poluindo as praias que recebem, as vezes, os dejetos através de vagas e correntes de transporte que os apreendem distantes desses locais. Logo, as modificações biológicas marinhas se observam, através da alteração do plâncton e do desvio do pescado. As proximidades dos terminais marinhos, navios, tanques, refinarias e embarcações constituem outros focos poluidores.

As imagens de Landsat, canais 5 e 7, mostram algumas formas de poluição, segundo as características morfológicas regionais.

A imagem correspondente ao canal 5 transpõe os contrastes entre a vegetação da mata (vertentes meridionais das "serras" e maciços), em tom escuro e as capoeiras (cinza mais claro), campos e vegetação de restingas (cinza muito claro). Notam-se as áreas devastadas em tons esbranquiçados.

A grande penetração da luz na água deixa a perceber os trechos de sedimentação. Em torno da baía de Sepetiba observam-se vários níveis de cinza, a partir da embocadura dos canais onde os tons mais claros até os mais escuros em direção às ilhas de Marambaia e Grande, fato este que reflete a natureza variável dos sedimentos predominantemente escuros, próximos ao continente, para os sedimentos predominantemente argilosos, ao longo e no fundo das enseadas.

Os trechos arenosos apresentam maior reflectância nas linhas de praias e restingas, nitidamente perceptíveis nesse canal.

Na Baía de Guanabara, entretanto, registra-se variação de teor de sedimentos em suspensão nos corpos d'água. Nessa unidade é perceptível um número aproximado de 12 tons de cinza que refletem grande complexidade da natureza dos poluentes, como sejam os provenientes de indústrias, esgotos sanitários e outros.

A imagem mostra no setor ocidental da Baía de Guanabara grande mancha escura correspondendo a poluição dos óleos das refinarias e mais ao norte as manchas mais claras, relativas a outros poluentes e manguezais. A nordeste da Baía de Guanabara há outras manchas escuras.

No canal 7 os setores que apresentam grande absorção de energia pela água e o tipo de vegetação mais evidente localiza-se em função dos ambientes onde as águas permanecem mais longo tempo. Aqui, portanto, nota-se melhor a direção dos canais condutores de poluentes que podem ser associados a posições dos focos de poluição, constatados no canal 5. Não se dão a perceber, entretanto, as informações sobre a condição interna desses corpos d'água nem mesmo nas represas. Divisam-se, entretanto, as planícies de inundação cobertas de vasa e manguezais. O canal 7 mostra, ainda, as linhas principais do relevo, isto é, as escarpas da "serra" do Mar.

Para se promover o estudo de poluição nas regiões de domínio morfoclimático tropical úmido dois elementos devem ser considerados como principais: a morfologia (ou relevo), tratada em seus aspectos evolutivos e o clima atuante em vários tipos de regiões sujeitas à poluição. Tais considerações gerais devem servir de advertência aos pesquisadores que labutam com os problemas de recursos naturais e sua influência no meio ambiente, realçando, conseqüentemente, o grande papel desenvolvido pela geomorfologia dinâmica, na medida em que a

crosta terrestre, bem como o seu modelado, pode revelar os aspectos da poluição nas suas mais profundas causas naturais, a par da interferência do ser humano na modificação das paisagens.

3 — POLUIÇÃO DO AR

Quanto ao estudo das bases físicas relativas à predisposição dos focos poluidores, as Regiões Metropolitanas do Rio de Janeiro e de São Paulo são afetadas por poluentes que estão na dependência da posição das fontes de poluição, das condições do relevo e da dinâmica atmosférica.

As paisagens das duas Regiões Metropolitanas são afetadas por processos geomorfológicos complexos, sendo raros e locais os exemplos de processos simples. Essa complexidade baseia-se na atuação dos sistemas morfoclimáticos de ação predominantemente química. E a fim de se conhecer melhor a ação poluidora do ar é necessário realçar os principais parâmetros meteorológicos como sejam o dinamismo e a natureza das massas de ar, a direção dos ventos e a temperatura, cuja variabilidade condiciona-se também ao relevo.

As chuvas têm importância maior quanto ao seu ritmo e frequência do que quanto a quantidade total caída, durante um ano, ficando assim, mais representativa na interação relevo-solo-vegetação e atividades humanas. A umidade nos trópicos tem ação química e mecânica conduzindo as rochas à decomposição e à desagregação.

O modelado dessas Regiões é afetado pela hidratação, hidrólise, oxidação e dissolução, dominados pela biostasia que se reduz em direção ao interior do continente. O grau de armazenamento da água, a evaporação e o escoamento variam, segundo as feições topográficas.

O período de chuvas finas e contínuas é muito mais eficaz, pela oportunidade de maiores concentrações locais e reações sobre os minerais e rochas. As grandes quedas, entretanto, desenvolvem um papel mecânico, na elaboração de torrentes que já encontram o solo predisposto à movimentação, como se tem verificado nas duas Regiões Metropolitanas.

A topografia desenvolve, entretanto, o papel de anteparo às penetrações das massas de ar acarretadoras de violentos aguaceiros. Elas sofrem ascensão e precipitação ao impacto com as escarpas da "serra" do Mar, modificando-se sensivelmente nas encostas sotavento desses relevos. Esse efeito de *foehn* constata-se ao longo do vale do Paraíba do Sul.

No Município de Petrópolis esse fator se constata registrando-se índices de umidade e movimentos de massa, acompanhados de grande poluição nas águas, na Cidade do mesmo nome. Para o interior, entretanto, distante dos efeitos orográficos, há trechos menos poluídos, como os circundantes a Correias, onde o ar é mais seco e mais saudável.

Conseqüentemente, locais próximos, mas situados em condições diferentes quanto aos fatores climáticos e ao domínio do ser humano, apresentam-se diversamente favoráveis à geração de poluentes.

As queimadas fornecem detritos e fumaça para as camadas aéreas superiores. Os poluentes das fábricas podem ser conduzidos a longa distância e afetar outros locais, como ocorre na poluição química, proveniente de Cabo Frio.

Grande fluxo de veículos, exploração de pedreiras, são outras fontes geradoras de poluição aérea. Todos os elementos da poluição aérea, aqui abordados, são próprios das duas grandes Regiões Metropolitanas e constituem ao mesmo tempo fatores da poluição sonora, peculiares aos centros de maior desenvolvimento econômico do Brasil Sudeste.

As duas Regiões Metropolitanas, embora embutidas no grande domínio morfoclimático tropical úmido, afeitas às combinações de muitas variáveis comuns que as predispõem à erosão ativa, geradora de núcleos de poluição, opõem-se, entretanto, quanto às posições assumidas nos relevos montanhosos da "serra" do Mar.

A análise das formas de relevo e da topografia, comparativamente, elaborada, demonstra as diferenças amplimétricas entre os níveis de ambas. Enquanto na Região Metropolitana de São Paulo observa-se fraca amplitude, estabelecida entre os níveis de 800-1.300 metros de altitude, na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, os níveis colocam-se entre 0-2.000 metros de altitude. Quanto à primeira referida assentada diretamente sobre as elevações do planalto Paulista, apresenta-se à salvaguarda das penetrações das massas de ar, através dos vales litorrâneos, como ocorre no Rio de Janeiro.

As características do relevo da Região Metropolitana de São Paulo resumem-se a séries de alinhamentos montanhosos periféricos como a "serra" da Cantareira (ao norte), a 850-1.100 metros de altitude, nos Municípios de Caieiras e Mairiporã; "serra" do Itapeti, nos Municípios de Mogi das Cruzes e Guararema, típico alinhamento de direção SO-NE, (direção brasileira) e significativo do ponto de vista morfológico regional porque é o divisor de águas entre as bacias do Tietê e do Paraíba do Sul; no Município de Guararema os níveis estão entre 600-800 metros de altitude; a sudeste está o maciço de Bonilha entre 850 e 1.050 metros, no Município de São Bernardo do Campo.

A sudeste da Região Metropolitana, nas vertentes setentrionais da "serra" de Paranapiacaba, o rio São Lourenço entre 1.000 a 800 metros de altitude, dissecando as áreas abrangidas pelos Municípios de Cotia, Itapeverica da Serra e Juquitiba, para jusante até os níveis de 600-800 metros de altitude.

Esses alinhamentos serranos são importantes, não só pelo que representam em função da direção e penetração das massas de ar, mas também pelo seu condicionamento às situações atmosféricas do interior da Região Metropolitana. Nesta dominam colinas arredondadas, de altitude média, patamares dissecados, como os que constituem o Espigão Central, entre 740 e 745 metros de altitude e planícies com rios meândricos e várzeas.

Os níveis topográficos, na Região Metropolitana de São Paulo foram esquematizados por Ab'Saber⁹ como:

⁹ Ver Bibliografia, 1.

SUPERFÍCIES GERAIS:

1.100-1.300 metros de altitude, associável à superfície de cristas médias, de Martonne¹⁰ e datada do Cretáceo; 920-950 metros de altitude; superfície Itapecerica-Cotia, datada do Paleógeno e 800-830 metros de altitude, superfície de São Paulo, datada de Plio-Pleistoceno.

Na “bacia fluvial de compartimento de planalto” há níveis de dissecção situados entre 740-745 metros e 760-770 metros de altitude; 724-728 metros e 728-735 metros de altitude, conforme Ab'Saber¹¹.

As condições do relevo na Região Metropolitana do Rio de Janeiro compõem uma forma, aproximadamente, triangular, aberta para o oceano, através de várias unidades de planícies. As características físicas condicionam os limites intermunicipais regionais, fazendo com que apenas um Município, o de Petrópolis, ocupando os extremos setentrionais dessa região, estenda-se pelo reverso da “serra” do Mar. Os demais municípios, ou dominam os patamares dissecados pelos rios, terraços e piemontes, na frente dessa unidade morfológica, ou ocupam os interflúvios baixos e o litoral, onde é maior a influência das correntes aéreas¹².

Observa-se, ao longo do rio Piabanha, evidente dissimetria morfológica que se acentua nas proximidades dos contatos com níveis superiores a 1.500 e 2.000 metros de altitude, representativos nesta última das escarpas mais íngremes, assinaladas pela Pedra do Sino (2.200 m de altitude e Dedo de Deus — 1.696 m de altitude).

Limitando-se com esse nível, ao longo das duas margens do mencionado rio, as vertentes entre 1.000 e 1.500 metros de altitude tem maior expressão, principalmente, à margem esquerda do rio e se tornam muito importantes no extremo ocidental da Região Metropolitana, por constituir o divisor de águas entre os rios afluentes da margem direita da bacia do Paraíba do Sul que apresenta direções várias nessa área.

O nível de 500-1.000 metros de altitude notabiliza-se por ser representativo dos primeiros trechos em demanda do reverso da “serra” do Mar.

A interiorização regional do nível é notável por atingir os extremos setentrionais, identificando-se, ora na continuidade da faixa meridional montanhosa, ora nos núcleos mais elevados dos maciços esparsos nas baixadas. Dessas altitudes para o sul, os desníveis do relevo estão afetos a degraus notabilizados por contínuos processos de erosão regressiva, vinculada aos cursos d'água de direções SO-NE (direção brasileira) ou NO-SE (direção Caraíba), conforme o predomínio das estruturas regionais. A seqüência desses níveis está no setor norte dos Municípios de Magé e Nova Iguaçu.

O nível de 250 a 500 metros de altitude identifica-se com os patamares inferiores das “serras”, constituindo o rebordo meridional de toda a unidade montanhosa. A ele filiam-se, também, alguns testemunhos à jusante e é representativo da franja meridional da “serra” das Araras.

¹⁰ Ver Bibliografia, 6.

¹¹ Ver Bibliografia, 1.

¹² Ver Bibliografia, 4.

A oeste, esse nível, sem prejudicar a sua presença ao longo de outras elevações, chega a atingir as proximidades litorâneas, sob a forma de ombreiras, cristas e morros isolados na planície. É o nível de periferia montanhosa, formando o piemonte da "serra" do Mar, na vertente barlavento.

É um dos níveis regionais mais significativos porque através deles, devido à sua acessibilidade, a ocupação humana se expandiu para galgar as áreas de clima mais ameno do que o das baixadas quentes e úmidas.

Existe correspondência entre esse nível e a direção dos principais cursos fluviais, como Piabanha, Preto e Fagundes, através dos quais se desenvolvem os centros industriais "da serra".

Os aspectos físicos próprios ao nível 250-500 metros de altitude, envolvem também todos os maciços litorâneos, deixando evidentes, na sua periferia, os lineamentos predominantemente de direção SO-NE (direção brasileira).

Esses níveis limitam-se com os compreendidos entre 0 e 250 metros de altitude, representados por terraços, colinas ilhas, dunas, lagunas e restingas; eles cominam a maior parte da superfície da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

Entre os aspectos do modelado figuram os que são dispostos em alinhamentos dissecados alternados por vales. Tanto no alto da "serra" quanto nas baixadas, os vales favorecem a concentração dos poluentes do ar, como se verifica na Região Metropolitana do Rio de Janeiro ao longo do Piabanha.

Na Região Metropolitana de São Paulo, o vale do Tietê, ocupa a "bacia de comportamento" em cujo interior os níveis topográficos não se distanciam muito entre si. É, por natureza, diante das disposições anfiteátricas, já referidas, um grande concentrador de poluição do ar, altamente significativo pelo envolvimento do grande número de fontes geradoras de poluentes.

Nos vales e bacias compartimentadas, portanto, as camadas de ar frio mais densas, retêm-se nos níveis inferiores, concorrendo para a determinação anormal de gradiente térmico, provocando acentuada estabilidade atmosférica. Embora essa Região se caracterize pelas grandes aglomerações urbanas, e, portanto, altamente ocupadas por edifícios, não se observa dispersão do ar significativa.

Nas planícies amplas, a existência dos poluentes do ar são mais suscetíveis à mobilidade pela atuação das brisas de vale, isto é, correntes aéreas que nascem entre o vale e a planície, e as brisas de encosta, ou seja, aquelas existentes entre o fundo e o cume do vale. Esses fatos levam a se estudar a poluição do ar, verificando-se as direções e frequência predominantes dos ventos, em relação às fontes poluidoras e sua variabilidade durante todo o ano. Esse fenômeno de inversão térmica altera-se, ainda, segundo a posição dos focos poluidores.

Um perfil realizado entre os Municípios de Itaguaí e de Petrópolis mostra as diferenças registradas, desde a baixada, no piemonte e na vertente sotavento da "serra". A tabela 1 reflete a influência do modelado sobre tais disparidades, isto é, os postos Ecologia Agrícola, Rio Douro, Tinguá e Xerém apresentam decréscimo térmico, à medida do seu afastamento em relação ao mar. Sensível modificação térmica observa-se em Petrópolis, mas com expressiva diferença também altimétrica e onde a poluição do ar, na área serrana é mais significativa porque a

inversão térmica encontra excelentes condições naturais para a estabilidade do ar, aliadas às instalações industriais que aí se concentram, nesse trecho do Município.

Ao norte, entretanto, em Araras, a altitude decresce, aumentando o índice térmico, em virtude também da ampliação do vale do Piabanha, local onde as brisas de relevo mobilizam o ar poluído.

Uma observação, à mesma tabela, percebe-se a modificação térmica, ao longo do perfil.

No mesmo sentido, pode-se concluir quanto à influência dos ventos portadores de unidade que modificam suas características, após penetrarem no reverso da "serra". Tais observações podem ser associadas às posições das curvas de nível.

O fenômeno da inversão térmica, ao qual se prende a poluição do ar, ocasionada pela expansão (ação térmica elevada diurna) e contração (baixa térmica, noturna) sobre a superfície prende-se ao deslocamento vertical dos poluentes.

TABELA 1

DIFERENÇAS TÉRMICAS E PRECIPITAÇÃO EM RELAÇÃO À ALTITUDE EM ALGUNS MUNICÍPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO

POSTOS (MUNICÍPIOS)	ALTITUDE (m)	PRECIPITAÇÃO (mm)	TEMPERATURA (°C)
Mangaratiba (Fazenda Lopo).....	60	2 185,3	—
Itaguaí (Ecologia Agrícola).....	33	1 291,7	22,7
Nova Iguaçu (Rio Douro)	127	2 092,1	21,7
Nova Iguaçu (Tinguá).....	125	2 268,2	21,7
Duque de Caxias (Xerém)	144	2 599,6	21,3
Petrópolis (Petrópolis).....	895	2 001,6	17,9
Petrópolis (Araras).....	820	1 603,9	18,3
Petrópolis (Pedro do Rio).....	645	1 167,4	—

A situação atmosférica pode ser, entretanto, alterada pela ação de sistemas aéreos diferentes, capazes de conduzir os poluentes a outros locais. Conseqüentemente, os focos poluidores podem se localizar muito distante das fontes poluidoras. É, por exemplo, o que se passa com os poluentes industriais, ocorrentes na indústria química de Cabo Frio afetando até os limites dos municípios orientais da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

As queimadas fornecem detritos e fumaças para as camadas aéreas superiores.

O grande fluxo de veículos, estacionamento, exploração de pedreiras são outras fontes geradoras de poluição do ar, nas duas Regiões Metropolitanas.

As fontes de poluição, de naturezas idênticas, produzem, conseqüentemente, focos de poluição diversos, entre as duas Regiões Metropolitanas, tendo em vista a posição geográfica peculiar a cada uma e toda a soma de condicionamentos morfológicos e meteorológicos.

As áreas vizinhas ao mar são atingidas pelos cristais de cloreto de sódio (Na Cl), cloreto de magnésio (Mg Cl₂), cloreto de cálcio (Ca Cl₂), brometo de potássio (KBr) e outros que impregnam os nevoeiros e brumas. Depositados sobre o continente, esses elementos provocam um tipo de poluição corrosiva, atingindo instalações e até mesmo o modelado terrestre.

Outras modalidades de poluição do ar referem-se às partículas do pólen, de esporos, componentes orgânicos voláteis, bactérias microbianas, compostos orgânicos azotados que afetam o bem estar humano.

Logo, para se conhecer a poluição atmosférica, é imprescindível fazer-se um inventário sobre as condições físicas-meteorológicas. Isto porque a topografia desenvolve papel de anteparo às penetrações das massas de ar acarretadoras de violentos aguaceiros. Elas sofrem ascensão e precipitação no impacto com as escarpas da "serra" do Mar modificando-se sensivelmente, nas encostas sotavento desses relevos. Esse efeito de *foehn* constata-se ao longo do vale do Paraíba do Sul.

No Município de Petrópolis, por exemplo, esse fato se constata registrando-se índices de umidade e movimentos de massa, acompanhados de grande poluição nas águas, na Cidade do mesmo nome. Para o interior, entretanto, distante dos efeitos orográficos, há trechos menos poluídos, como os circundantes a Correias, onde o ar é mais seco e mais saudável.

Para a poluição atmosférica é importante conhecer não só o comportamento médio dos elementos meteorológicos, mas também a variação de seu comportamento no tempo e no espaço. É através das correlações do comportamento dos poluentes e dos elementos meteorológicos que se pode verificar que, de um ano para outro, a influência climatológica nem sempre é a mesma em igual época do ano.

A média do comportamento dos elementos climatológicos dá uma visão dos meses que mais favorecem a poluição atmosférica e dos que não a favorecem. Já, através de uma análise anual do clima, verifica-se que há anos em que as condições meteorológicas podem ser bastante favoráveis à poluição durante todo ano, e outro em que tem-se o inverso.

Pode-se admitir com base em pesquisas anteriores que o predomínio de calmarias de elevado número de nevoeiros e névoa seca, bem como de inversões térmicas, contribuem para o aumento da poluição do ar.

Nos meses frios, normalmente, a poluição atmosférica aumenta, conjugando-se vários fatores determinantes desse comportamento, como por exemplo, baixas temperaturas e inversões térmicas frequentes.

As inversões térmicas podem ocorrer também em altitudes, devido a ventos de diferentes direções e diferentes temperaturas. Nesses casos registra-se em altitudes um movimento contínuo de descida do ar, o que vai levar à formação de uma inversão de altitude. A presença destas inversões para a poluição é que, com o ar inferior mais frio, e portanto mais pesado, ficam retidos todos os poluentes nele lançados até que a massa de ar desapareça, o que contribui para uma grande concentração de poluentes sobre a área.

Com observações de temperatura do ar em altitudes feitas em quase todas as partes do mundo, deve-se concluir que, normalmente, em média, a temperatura declina de 0,6°C para cada 100 metros de altitude. Porém, em alguns casos, ao invés de decrescer com a altitude,

a temperatura aumenta até um determinado nível, continuando a declinar a seguir. Esse fenômeno é considerado de inversão térmica ou simplesmente inversão.

Já na estação quente, ou no verão da região, nota-se que as condições meteorológicas não favorecem tanto a poluição, e as variações dos índices em uma região, deve-se mais a atuação dos ventos e ao tipo de sítio em que a cidade encontra-se inserida. Se há uma atividade poluidora em certa região situada em um vale ou próxima de morros ou maciços que mudam a direção dos ventos locais, estes acentuam condições favoráveis à poluição do ar, principalmente propiciando a formação constante de nevoeiros e inversões térmicas.

As chuvas têm importância maior quanto ao seu ritmo de frequência do que quanto a quantidade total caída, durante um ano, ficando assim mais representativa na interação relevo-solo-vegetação e atividades humanas. É a umidade dos trópicos tem ação química e mecânica conduzindo as rochas à decomposição e à desagregação, completando a soma de variáveis influentes sobre as questões ambientais próprias ao Brasil Sudeste.

4 — BIBLIOGRAFIA

- 1 — AB'SABER, Aziz Nacib. Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo. Boletim 219, Geografia 12, São Paulo, 1957. 343 p. USP.
- 2 — ———. Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. Geomorfologia, São Paulo, (9):20-6, 1970. Instituto de Geografia, USP.
- 3 — DEFFONTAINES, Pierre. Geografia humana no Brasil. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, IBGE, 1(11):19-67, jan. 1939.
- 4 — MAIO, Celeste Rodrigues. Contribuição da geomorfologia aos estudos de poluição. Geografia e Planejamento, São Paulo, (37), Instituto de Geografia, USP, 1981. 14 p.
- 5 — ———. Influências Geomorfológica na poluição da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Boletim Geográfico, Rio de Janeiro, (256):159-61, jan./mar. 1978.
- 6 — MARTONNE, Emmanuel De. Problemas morfológicos do Brasil tropical atlântico. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, IBGE, 5(4):523-50, out./dez. 1943.
- 7 — ———. Problemas morfológicos do Brasil tropical atlântico. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, IBGE, 6(2):155-78, abr./jun. 1944.

Esta comunicação foi recebida pela Superintendência do Centro Editorial — CEDIT, no dia 05 de novembro de 1985.