

LUCI PINTO GALLEGO

POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA.. CORRELAÇÕES ENTRE O
COMPORTAMENTO CLIMATOLÓGICO E A POLUIÇÃO
ATMOSFÉRICA NO RIO DE JANEIRO

187

FORUM DE CIENCIA E CULTURA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

20 DE JUNHO DE 1974

LUCY PINTO GALLEG0

Professor-Doutor em Geografia Física; Professor Assistente do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro; Professor Assistente do Departamento de Geografia e História do Centro de Ciências Sociais da Pontifícia Universidade Católica; Assessor Técnico e Chefe do Setor de Meio-Ambiente da Assessoria de Geografia e Estatística da Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral do Estado da Guanabara.

Curso: Estudo de Problemas Brasileiros

POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA: CORRELAÇÕES ENTRE O COMPORTAMENTO CLIMATOLÓGICO E A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NO RIO DE JANEIRO;

184

FORUM DE CIÊNCIA E CULTURA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

20 de junho de 1974

LUCY PINTO GALLEG0

Professor-Doutor em Geografia Física; Professor Assistente do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro; Professor Assistente do Departamento de Geografia e História do Centro de Ciências Sociais da Pontifícia Universidade Católica; Assessor Técnico e Chefe do Setor de Meio-Ambiente da Assessoria de Geografia e Estatística da Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral do Estado da Guanabara.

Curso: Estudo de Problemas Brasileiros

POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA: CORRELAÇÕES ENTRE O COMPORTAMENTO CLIMATOLÓGICO E A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NO RIO DE JANEIRO;

FORUM DE CIÊNCIA E CULTURA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

20 de junho de 1974

S U M Á R I O

1. INTRODUÇÃO.....	pg. 1
2. A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NO MUNDO ATUAL.....	pg. 2
3. A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NO RIO DE JANEIRO.....	pg. 13
4. SÍNTESE CLIMÁTICA DO RIO DE JANEIRO.....	pg. 17
5. ANÁLISE DO CLIMA DO RIO DE JANEIRO NOS ANOS DE 1967 A 1972.....	pg. 21
6. CORRELAÇÕES.....	pg. 24
7. CONCLUSÕES.....	pg. 29

1. INTRODUÇÃO

1.1. Objetivos

Como geógrafos atuando no campo da climatologia, tivemos como objetivo oferecer, por via deste estudo, subsídios ao conhecimento da poluição do ar através do comportamento dos elementos climatológicos.

Tratando-se de poluição do ar, é muito importante o conhecimento não só dos tipos de tempo, como, também, de sua dinâmica, englobando a atuação integrada dos elementos atmosféricos. A sucessão dos tipos de tempo influencia diretamente no comportamento da poluição do ar, favorecendo a concentração dos poluentes ou sua dispersão, justificando, assim, a preocupação dos climatologistas com o problema.

1.2. Metodologia

1.2.1. Fontes:

Para a realização deste estudo contamos com a colaboração do Serviço de Poluição do Ar do Instituto de Engenharia Sanitária do Rio de Janeiro. Colaboraram, também, os Serviços de Meteorologia dos Ministérios de Agricultura e Aeronáutica, fornecendo os dados meteorológicos necessários ao trabalho.

1.2.2. Métodos:

Neste estudo da correlação entre o comportamento da poluição atmosférica e o clima do Rio de Janeiro, em virtude da análise, bem como do tempo disponível, valemo-nos, apenas, de dados mensais, bem como das normais climatológicas (média de 30 anos), sem descer à escala diária e análise sinótica dos tipos de tempo dos anos estudados. O período escolhido para este estudo de 1967 a 1972 - decorre do fato de somente em 1967 terem se iniciado as medições de poluição do ar pelo Instituto de Engenharia Sanitária.

Com base nesses elementos procuramos estabelecer correlações entre o comportamento dos poluentes e elementos meteorológicos, através de médias mensais: de nebulosidade, de temperatura, de umidade relativa, de pressão atmosférica e insolação. Recorremos também aos totais mensais de dias de nevoeiro, de névoa seca, de inversões térmicas e de precipitações. Procedemos, ainda, à observação da fre-

quencia média de direção e velocidade dos ventos (mensal e anual), indispensável ao conhecimento da possibilidade de concentração de poluentes sobre a área de origem, ou de dispersão, bem como da direção na qual poderá se processar.

Recorremos, neste trabalho, apenas à estação meteorológica do Observatório da Praça XV, porque, além de fornecer o maior número possível de informações meteorológicas, ela se localiza próxima ao Posto medidor de poluentes do Centro (Palacio da Justiça) e porta as mesmas condições geográficas. O posto do Instituto de Engenharia Sanitária do Centro, por sua vez, também é o que possui instrumentos medidores de todos os tipos de poluição atmosférica mensuráveis no Rio de Janeiro.

Os dados referentes às inversões térmicas foram coletadas no Galeão, que é a única estação meteorológica do Rio de Janeiro que possui medições através de radiosondagem. Porém o Observatório da Praça XV encontra-se sob seu raio de ação, sendo, portanto, válido os dados nela colhidos.

Pretendemos ter deixado claro que o objetivo do presente estudo é o de estabelecer uma visão geral do comportamento dos elementos meteorológicos de cada ano estudado, correlacionando-os com a poluição do ar.

Entretanto, nem sempre foi possível justificar satisfatoriamente as correlações estabelecidas, devido à complexidade dos fatores envolventes, que importaria na consideração - além dos elementos meteorológicos, de todo o quadro geográfico, bem como, e inclusive, de uma série de problemas de natureza sócio-econômica.

2. A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NO MUNDO ATUAL

2.1. Introdução

A poluição atmosférica constitui, atualmente, um dos temas mais discutidos e em evidência. O termo poluição tem sido empregado e definido das formas mais discutíveis. Para o homem comum, a poluição está ligada essencialmente ao lado estético (sujar, manchar). Porém sua definição vai se ligar ao tipo de poluição e ela pode ser, na realidade, resumidamente, definida pela "existência de um ou mais contaminantes que permaneçam no meio-ambiente em quantidade, inten

cidade e duração tais que sejam ou possam tornar-se prejudiciais à vida humana, vegetal ou animal, ou às propriedades, ou na administração de negócios.

A poluição, conquanto seja objeto de estudo de determinados países do mundo moderno há uma vintena de anos, somente na atualidade apresenta-se o problema de âmbito mundial dada as consequências do avanço tecnológico que se faz sentir mesmo nos países subdesenvolvidos.

Atualmente, o homem está cada vez mais, transtornando completamente a ecologia geral do mundo, isto é, alterando as interações dinâmicas e equilibradas dos organismos entre si e a interação entre os organismos e o mundo ambiente. Nisto ele parece ter se esquecido que ele mesmo depende essencialmente do equilíbrio ecológico do mundo em que vive e opera. Se o homem moderno através da expansão urbano-industrial não aprende o que significa ecologia e não consegue conservar-se em equilíbrio com seu mundo ambiente e com as criaturas que com ele vive, as forças ecológicas poderão destruí-lo. Sabemos hoje que terra, água e ar, em vista do atual crescimento da população e da rápida expansão urbano industrial estão tendo sérios problemas e que se agravarão no futuro, tornando-se necessário medidas preventivas contra o risco cada vez mais grave quer seja da poluição atmosférica, quer da poluição das águas ou da poluição sonora.

A poluição atmosférica embora conhecida de longa data, pois são de nosso conhecimento a poluição natural do ar atmosférico, ela só passou a constituir problema quando os homens começaram a viver agrupados em cidades e metrópoles. Foi pela expansão urbana, industrial e dos transportes que a poluição atmosférica tomou as proporções e dimensões atuais, tornando-se objeto de preocupação dos cientistas e administradores. Debate-se amplamente o problema da poluição atmosférica, e, embora pareça simples, é entretanto, um dos mais difíceis de se colocar científica, técnica e administrativamente, sendo de difícil equacionamento.

A poluição do ar pode vir de uma ou mais fontes. O conhecimento e a medida da poluição atmosférica por uma fonte já é um problema, pois uma única fonte emite vários poluentes em quantidade variável no tempo em função das condições do funcionamento dos aparelhos e motores. Todas as avaliações gerais, malgrado as toneladas importantes de poluentes que aparecem, só dão uma idéia imprecisa do problema da poluição atmosférica. Além disso, não se tem em conta a poluição de o

rigem natural e aquela que pode advir de emissões a grandes distâncias. Compreende-se então, quanto é difícil a medida, ou mesmo a estimação dos poluentes emitidos numa zona industrial ou urbana por um conjunto de fontes indo da natureza e do próprio homem a seu veículo, seu aparelho de aquecimento, os incineradores domiciliares até a central térmica, ou usina química ou siderúrgica.

2.2. Classificação dos Poluentes Atmosféricos

2.2.1. Classificação de acordo com a origem, os poluentes atmosféricos são classificados como primários e secundários:

Poluentes primários são aqueles emitidos para a atmosfera como resultado de algum processo. Estão presentes na atmosfera na forma que são emitidos.

Poluentes secundários são aqueles formados na atmosfera como produto de alguma reação. A reação pode ser fotoquímica ou não, como por exemplo: hidrólise, oxidação catalítica, etc.

2.2.2. Classificação de acordo com o estado. De acordo com o estado os poluentes podem ser classificados em: gases e partículas.

Gases: compreendem os gases que estão presentes na atmosfera como contaminantes. Comportam-se como ar e uma vez difundidos não tendem a se depositar.

Partículas: são quaisquer sólidos ou líquidos finamente divididos.

2.2.3. Classificação de acordo com a composição química. De acordo com a composição química os poluentes podem ser classificados em orgânicos e inorgânicos.

Poluentes orgânicos: os compostos orgânicos são definidos como aqueles que contêm carbono e hidrogênio e podem conter outros elementos.

Poluentes inorgânicos: as substâncias inorgânicas encontradas em atmosferas contaminadas.

2.3. Fontes de poluição: as fontes de poluição atmosférica são divididas em duas classes: as fontes múltiplas e as fontes específicas.

Entre as fontes múltiplas podemos citar: as de origem natural, as oriundas dos transportes, as de queima de combustíveis, as centrais térmicas, os incineradores de lixo das residências, e as atividades que produzem odores.

2.3.1. O problema da poluição natural é conhecido de uma longa data, pois são de nosso conhecimento exemplos de poluição natural do ar como as chamadas "chuvas de sangue", as "nuvens de cinza", os nevoeiros marinhos, as poeiras extraterrestres, os pólenes e as de origem microbiana. As "chuvas de sangue", como as que ocorrem na Europa, nada mais são que quedas de areias amarelo-avermelhadas do deserto do Saara, soerguidas em turbilhão pelo "siroco" e transportadas pelas correntes de altitude. As "nuvens de cinzas" são provocadas pela pulverização e elevação de lavas vulcânicas. Nas erupções vulcânicas violentas, as lavas são projetadas e elevadas a grandes altitudes, e permanecendo em suspensão no ar dão formação a nuvens que podem percorrer distâncias consideráveis. As brumas e nevoeiros formados sobre os oceanos se deslocam e incorporam à atmosfera cristais de sal que se aglomeram em núcleos de condensação. As poeiras extra-terrestres são pequenas partículas provenientes de meteoritos que penetram constantemente na atmosfera e que, a partir de dez quilômetros de altitude, constituem os poluentes predominantes contribuindo para que seja absorvida, aproximadamente, metade da energia solar emitida, que é em seguida parcialmente irradiada para a terra. Os poluentes de origem vegetal, representados pelos pólenes, são suscetíveis de provocar no ser humano reações individuais de gravidade variável. Finalmente a poluição microbiana deve-se à decomposição por microorganismos aeróbios ou anaeróbios. Aparecem mesmo acima dos oceanos, em volume maior no ar tropical do que no ar polar.

2.3.2.1. Poluição oriunda dos carros: um veículo tomado isoladamente emite poluentes em quantidades fracas dispersando-se rapidamente na atmosfera. Quando, porém, um grande número de veículos produzem estas emissões simultaneamente no mesmo lugar, pode-se então falar de poluição atmosférica. Portanto, a gravidade da situação varia com o grau de motorização de um país, e para um mesmo país com a intensidade da circulação segundo as regiões. A natureza dos produtos emitidos por estes veículos difere segundo o tipo de motor: à explosão ou à diesel. Entre os produtos comuns nos dois tipos de motores encontramos: óxido de carbono (em proporções menores nos motores à diesel); óxidos de azoto; diversos hidrocarbonetos; aldeídos; gás sulfuroso. Os motores à explosão emitem, ainda, produtos à base de chumbo, cloro, bromo e, às vezes, de fósforo. Por seu lado, os motores diesel dão sobretudo, lugar à emissão de fuligens e partículas de carbono de grande finura. As pri-

meiras causas possíveis de emissão de poluentes residem na composição do combustível, na arquitetura e condições de funcionamento do motor e natureza da circulação.

2.3.2.2. Poluição dos trens: as locomotivas a vapor (e embora já bem raras) e as de motores diesel contribuem para a poluição do ar. Esta poluição torna-se particularmente incômoda nas estações ferroviárias, quando um grande número de locomotivas estão estacionadas ou manobrando. As emissões de poluentes tornam-se contínuas alcançando as moradias próximas. A antiguidade de certas locomotivas a vapor e seu sistema de combustão que não é sempre concebido para permitir uma combustão perfeita são os responsáveis por sua ação poluidora. O motor diesel trouxe uma redução importante nestas emissões poluidoras, mas, às vezes, em consequência de regulagens defeituosas pode dar origem a emissões de aldeídos; de óxido de carbono e fumaças.

2.3.2.3. Poluição oriunda da navegação: trata-se de uma poluição local, próxima das costas, nas instalações portuárias e ao longo dos rios e canais. A poluição é devida a barcos movidos a carvão: embarcações de cabotagem e rebocadores. O funcionamento lento, a antiguidade da instalação e a inexperiência de mecânicos são as suas principais causas.

2.3.2.4. Poluição devida a aviação: ela é relativamente fraca comparada à devida aos carros. O teor em óxido de carbono é em média "negligenciável", isto é, compreendido entre 0 e 5 cm. Entretanto, nota-se que a atmosfera pode ser poluída durante bem curtos períodos de tempo por teores mais elevados em óxido de carbono, notadamente no momento de partida e chegada de certos aviões.

2.3.3. Poluição oriunda da queima de combustíveis: a poluição pela combustão é um problema bem geral e a emissão dos poluentes por fogões, que compreendem não somente as caldeiras industriais, mas também as instalações de aquecimento de locais administrativos, comerciais e privados. Quando os combustíveis são queimados completamente e eficazmente, os produtos de combustão só se compõem, então, de anidrido carbônico e vapor d'água que não são considerados como poluentes. E, em fraca proporção, de óxidos de enxofre e de azoto. Mas a combustão é raramente completa e provoca então, segundo a natureza do combustível, aparelhos, condições de instalação e conduto de aquecimento, emissões de partículas e de gases poluentes, tais co

mo: os compostos de carbono (o gás carbônico que não é nocivo por si mesmo, mas cujas concentrações importantes podem fazer mal nos locais mal ventilados ou pelo menos, diminuir a quantidade de oxigênio)

2.3.4. Poluição devido às centrais térmicas: A poluição atmosférica, neste caso, é caracterizada pela importância das emissões produzidas. Os principais poluentes emitidos por elas são: os óxidos de enxofre, os óxidos de azoto, poeiras e cinzas. Às vezes, as poeiras provem dos estoques e das operações de manutenção do carvão.

2.3.5. Poluição oriunda dos incineradores de lixo das residências: Nas cidades importantes onde a solução de descarga do lixo sobre um terreno afastado não é possível em virtude das superfícies construídas, a incineração é o procedimento usual de destruição do lixo das residências. A produção de resíduos é bastante variável. A composição do lixo das residências difere segundo o bairro de origem, as estações do ano ou mesmo os anos. Sua queima gera emissão de aldeídos, óxido de carbono, hidrocarbonetos, óxidos de azoto, óxidos de enxofre, amoníaco, ácidos orgânicos e partículas.

2.3.6. As fontes específicas: são classificadas como fontes específicas as indústrias. Cada indústria apresenta um problema específico de poluição atmosférica, uma vez que os efluentes poluídos são o resultado das características das operações de fabricação. Classificam-se as indústrias em categorias padrões para cada uma das quais o potencial de poluição do ar pode ser computado. Áreas econômicas com pesada concentração de atividade industrial dentro de uma categoria especial apresentam os tipos de problemas de poluição do ar associados àquela categoria. Já as com atividade econômica diversificada tem vários tipos de problemas de poluição do ar. Entre muitas destacaremos alguns tipos de grande poder de poluição tais como:

2.3.6.1. Poluição pelas siderúrgicas: as diversas operações siderúrgicas têm sempre tendência a provocar uma forte poluição local da atmosfera. Com a criação de novas técnicas os problemas de poluição são cada vez mais complexos. Os principais poluentes emitidos são: poeiras de composição química variável e de granulometria diversa indo de 10 a 100µ segundo os processos utilizados; partículas finas ou fumaças bem diversas das quais as mais abundantes são as fumaças avermelhadas -

de óxido de ferro; anidrido sulfuroso proveniente do enxofre presente nos combustíveis e nos minerais queimados nas diferentes instalações. Pode igualmente produzir emissões de óxidos de carbono e de compostos fluorados.

2.3.6.2. Poluição nas indústrias de metais ferrosos: os problemas de poluição nas indústrias de fundição dos metais ferrosos não atingem a amplitude das emitidas pelas siderúrgicas, mas a multiplicação das pequenas e médias instalações e sua implantação sobretudo na proximidade das cidades ou nas próprias cidades têm conduzido os poderes públicos e os industriais a procurarem soluções eficazes. Poeiras de dimensões diversas, anidrido sulfuroso em quantidades pouco importantes, fenol e óxido de carbono constituem as principais poluentes deste tipo de indústria.

2.3.6.3. Poluição nas indústrias de metais não ferrosos: produção de chumbo, zinco e cobre são as principais operações susceptíveis de provocar uma poluição atmosférica como a combustão ao ar livre dos minerais sulfurosos que dão emissões de anidrido sulfuroso e poeiras de óxidos metálicos. A fusão no forno de cuba pode ser a origem de emissões de anidrido carbônico, de óxido de carbono e poeiras de óxidos metálicos.

2.3.6.4. Poluição na indústria do cimento: as indústrias de cimento são sempre conhecidas como emissoras de poeiras, dando sobretudo um aspecto típico ao campo circundante. Os poluentes emitidos são, além das poeiras, emissores consideráveis dos materiais extraídos das pedreiras e trituradores e óxido de enxofre.

2.3.6.5. Poluição pela indústria química: mais que todos os outros ramos, encontramos nesta indústria a presença de numerosos problemas específicos. Além disso, a indústria química evolui rapidamente nas técnicas, nos procedimentos da fabricação e nas tonelagens fabricadas. É pois difícil dar um quadro das emissões desta indústria. Citaremos alguns exemplos representativos tais como: a indústria do ácido sulfúrico, cujos gases expelidos pelos fornos são acompanhados de poeiras e compostos amoniacais; a indústria do ácido nítrico, produto base da indústria química, que emite poluentes tais como gases contendo óxidos de azoto, concentrações de produtos nitrosos; a indústria de fertilizantes, que na fabricação dos superfosfatos, excluindo as poeiras emitidas, o elemento principal é constituído por resíduos fluorados provenientes do ataque dos fosfatos naturais pelo ácido sulfúrico. A in

dústria de plástico e têxteis artificiais que desprendem sulfetos de carbono e hidrogênio sulfatado. Essas emissões são particularmente incômodas pelo seu odor desagradável.

2.3.6.6. Poluição das usinas de gás: O gás das cidades pode ser obtido a partir do carvão, a partir de combustíveis líquidos e por distribuição direta do gás de petróleo liquefeito e do gás natural. A produção do gás a partir do carvão produz poeiras finas e grossas. A produção de gás a partir de combustíveis líquidos polui com anidrido sulfuroso e fuligem. No tratamento do gás natural, os gases que escapam das altas chaminés contêm como único poluente o anidrido sulfuroso. Uma observação contínua das condições atmosféricas permite se reduzir estas emissões - no caso de condições climáticas desfavoráveis.

2.3.6.7. Poluição na indústria do petróleo: os poluentes geralmente emitidos são : óxidos de enxofre , óxido de carbono, óxido de azoto, hidrocarbonetos, hidrogênio sulfurado e partículas mal queimadas sólidas.

2.4. Efeitos da poluição atmosférica nos seres vivos:

2.4.1. Efeitos nos seres humanos: O ar é o alimento fundamental do homem que o absorve cada dia $12m^3$, ou seja um pouco mais de 15kg. A título de comparação, o peso de alimentos sólidos e líquidos necessários durante o mesmo tempo é aproximadamente de 1,5 kg. O homem não pode viver mais de 5 minutos sem respirar este ar que ele não pode escolher. Assim compreende-se que toda alteração de sua pureza possa ter consequências sobre sua saúde. Os efeitos sobre a saúde do homem podem ser imediatos como também a longo prazo, que são muito mais difíceis de estudar. As doenças que podem se originar através da poluição são principalmente o câncer do pulmão , doenças respiratórias, irritações diversas, doenças do aparelho circulatório, o raquitismo e as sensações desagradáveis. Entretanto, para que se possa adequadamente avaliar os efeitos crônicos, isto é, os efeitos a longo prazo, várias questões precisam ser levantadas, tais como: saber seus efeitos sobre pessoas com doenças pré-existentes do aparelho respiratório; sobre pessoas idosas; sobre crianças. Em que extensão ela baixa a resistência do organismo e o predispõe para as doenças infecciosas do aparelho respiratório; se tem algum efeito sobre a saúde mental; que concentração é necessária para produzir efeitos agudos e crônicos. Sob que condi-

ções meteorológicas poderíamos contaminantes aumentar até chegar a concentrações perigosas.

Estas determinações devem ser efetuadas para que se possa adequadamente, avaliar o efeito da poluição atmosférica a longo prazo, sobre a população em geral. Embora já existam neste campo algumas experiências da parte dos órgãos oficiais, o que predomina até o presente momento ainda é um conhecimento geral.

2.4.2. Efeitos sobre os animais domésticos: os poluentes atmosféricos podem ganhar o interior dos organismos dos animais por inalação ou pela ingestão de alimentos contaminados. Os efeitos da poluição atmosférica sobre os animais podem ser agudos em casos de episódios dramáticos, devido à absorção de grandes quantidades de poluentes.

E o estado de saúde dos animais pode ser afetado cronicamente, também, pela poluição atmosférica. É bastante difícil por nitidamente em evidência tais efeitos, pois o clima, a alimentação geral, os cuidados que os animais recebem têm grande importância na sua sensibilidade à doença. Os sintomas podem ser bem gerais e consistir na diminuição da produtividade ou fecundidade. Entretanto, um certo número de lesões sobrevem aos animais domésticos, permitindo, em certos casos, de incriminar determinados poluentes.

2.4.3. Efeitos da poluição atmosférica sobre a vegetação:

A poluição atmosférica pode perturbar a ação ou modificar a composição dos elementos vitais da planta que são a luz, a atmosfera, a água e o solo. Os efeitos do ar poluído sobre as plantas podem ser mostrados pelo impedimento do crescimento, perda de vigor, redução das colheitas e transformação de sua coloração. A luz solar é mais diretamente essencial às plantas do que aos animais e dela dependem a conversão do dióxido de carbono em carboidratos que compõem a maioria de sua substância. As fumaças e poeiras difundidas na atmosfera podem reduzir, localmente, pelo menos, a transparência e diminuir a insolação. Em bases anuais, a redução da luz causada pela poluição na atmosfera pode ser de 40 a 50%. Outro prejuízo experimentado pela planta é se uma camada de material se acumula sobre suas folhas, torna-se extremamente difícil para os raios solares necessários à sua vida chegar até as mesmas, sufocando as pequenas passagens pelas existentes, através das quais as plantas respiram.

2.4.4. Efeitos da poluição atmosférica sobre os materiais:

A degradação dos materiais devida à poluição atmosférica pode se produzir por abrasão (partículas sólidas), sujeira (partículas sólidas e líquidas) e corrosão (substâncias oxidantes, substâncias ácidas, sais, etc).

Entre outros exemplos podemos citar o efeito mais visível que é o enegrecimento das fachadas dos edifícios por depósitos de fuligem e poeiras. Ainda os edifícios com fachadas de pedras polidas sofreriam alterações pelo escoamento de chuvas ácidas (notadamente ácido sulfúrico) e o ataque se produziria pela formação de sulfeto e sulfato de cálcio. Para outros especialistas, o ataque dessa fachadas seria devido aos ácidos contidos no ar e na água, mas por um processo biológico simples: o ataque pelo ácido nítrico produzido por bactérias nitrificantes. Este fenômeno seria favorecido pela presença de amoníaco na atmosfera das cidades.

Os telhados dos imóveis podem, igualmente, sofrerem com a poluição atmosférica. As coberturas de zinco, por exemplo, podem ser atacadas pela projeção de fragmentos de sulfato ferroso com excesso de ácido sulfúrico. E este, em contato com o zinco se transforma em sulfato de zinco, o ferro liberado produzindo manchas de ferrugem características. Quando o sulfato de zinco é dissolvido pela água da chuva pode causar buracos no telhado.

Mesmo em presença de fracas concentrações de hidrogênio sulfurado, as pinturas à base de compostos de chumbo podem ser rapidamente deterioradas e enegrecidas pela formação de sulfato de chumbo.

As sujeiras são provocadas por partículas grosseiras ou finas. As partículas grosseiras (diâmetro superior a 20 μ) se depositam rapidamente em alpendres, rebordo de janelas, automóveis. Sua ação nefasta é reforçada quando o objeto sobre o qual elas se depositam é frequentemente lavado, pois à sujeira se junta, então, uma ação corrosiva.

As indústrias de metais e ligas são afetadas por fenômenos de corrosão: corrosão de metais ferrosos, do alumínio, do cobre e do níquel pelo anidrido sulfuroso, corrosão da prata e do cobre pelo hidrogênio sulfurado. As indústrias têxteis são sensíveis aos efeitos do anidrido sulfuroso e do ozona (lã, nylon quando utilizados em fibras de fraco diâmetro).

Temos, ainda, de nos lembrar quanto à redução de visibilidade provo

cada pela poluição atmosférica: apresenta em certos casos grandes prejuízos para uma comunidade. Ela afeta o tráfego aéreo, rodoviário e marítimo, dificultando a circulação e aumentando os riscos de acidentes. As reduções de visibilidade acrescentam igualmente o consumo da eletricidade.

2.5. Prevenção contra a poluição atmosférica

A poluição atmosférica é hoje considerada como um dos objetivos fundamentais da pesquisa do meio-ambiente na civilização pós-industrial. A luta contra este tipo de poluição, atualmente é um assunto de relevante importância, devendo ser constantemente dinamizada, em consonância com a evolução científica e tecnológica, visando a salvaguarda do meio-ambiente em benefício da humanidade.

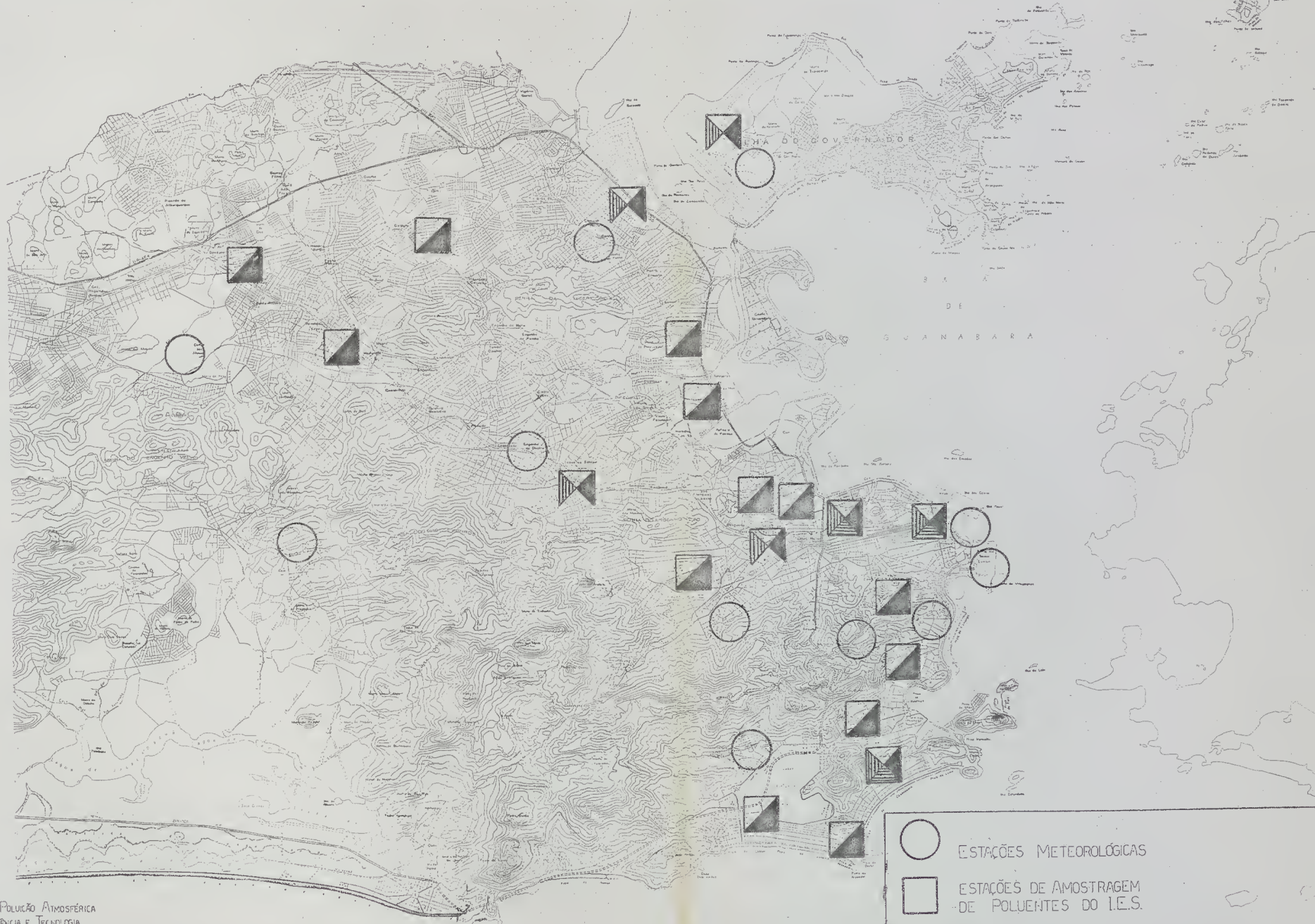
A luta contra a poluição atmosférica pode ser levada a efeito de muitas formas tais como: evitando-se a formação de poluentes em sua fonte de emissão; captando-os por tratamento das emanções e escolhendo-se bem o local de implantação das fontes de poluição de modo a assegurar uma boa dispersão. As indústrias devem estar aparelhadas, devidamente, para que suas descargas gasosas não levem poluentes para o ar, além dos limites pré-estabelecidos. As chaminés de grande altura nem sempre resolvem o problema. Hoje em dia outras medidas estão sendo tomadas, através de dispositivos que captam poeiras e absorvem ou adsorvem gases. Além do mais, novos processos de fabricação, que produzem menos gases e fumaça, já estão sendo adotados. O uso de combustível com menor teor de impureza é outra iniciativa de grande alcance.

Todas estas iniciativas, entretanto, representam um aumento de investimentos, porém compensado pela redução de despesas indiretas devidas aos prejuízos dos poluentes emitidos.

Cabe, também, à meteorologia papel importante nessa luta de prevenção contra a poluição atmosférica, não só no estudo da localização das indústrias, indicando as áreas onde as condições meteorológicas são satisfatórias, como na previsão alertando para a ocorrência de tipos de tempo que contribuirão para o aumento da poluição.

Todas essas medidas são muito importantes no presente, mas sobretudo no futuro para os urbanistas, dado o crescimento das densidades urbanas, da circula

ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS E ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM DE POLUENTES DO AR



FONTE:
 SERVIÇO DE CONTROLE DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA
 I.E.S. SECRETARIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
 SERVIÇO METEOROLOGIA DOS MINISTÉRIOS DA AGRICULTURA E AERONÁUTICA

MAPA EXTRAÍDO DA TESE DE DOUTORAMENTO: TIPOS DE TEMPO E POLUIÇÃO DO RIO DE JANEIRO. UMA CONTRIBUIÇÃO À CLIMATOLOGIA URBANA; LUCY PRINHO GALLEGÓ

A T L Â N T I C O

- ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS
- ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM DE POLUENTES DO I.E.S.
- ▭ SULFATAÇÃO
- PARTÍCULAS SEDIMENTÁVEIS
- ▨ PARTÍCULAS EM SUSPENSÃO ("Hil-Vol")
- ▩ PARTÍCULAS EM SUSPENSÃO (AMOSTRADOR EM FITA)



ção e dos complexos industriais. A escolha da implantação das zonas industriais e urbanas, dos eixos de circulação e a criação dos espaços verdes devem completar, ou melhor, preceder as soluções técnicas de prevenção a ser objeto de estudos em comum dos industriais, dos climatologistas, urbanistas e administradores.

Espera-se, pois, que os poderes públicos, assim considerando, equacionem o problema em seus devidos termos.

3. A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NO RIO DE JANEIRO

O controle de Poluição do Ar no Rio de Janeiro é efetuado pelo Instituto de Engenharia Sanitária (IES), que vem elaborando estudos sobre o assunto desde 1967, efetuando medições em quase toda a área urbanizada do Rio de Janeiro.

Esta atribuição foi conferida a este órgão governamental pelo Decreto 961 de 12 de abril de 1962, quando, então, integrava a Superintendência de Urbanização e Saneamento do Estado da Guanabara.

O programa inicial do Serviço de Controle de Poluição Atmosférica do IES foi desenvolvido com a ajuda da Organização Mundial de Saúde através do projeto BRA 14/Brasil - 6400 (1965-1971).

O Instituto de Engenharia Sanitária montou um laboratório equipado para análise de poluentes atmosféricos, com a finalidade de avaliar a natureza e o grau de poluição atmosférica da cidade, em maio de 1967. Foram construídos, também, vinte postos de medição de poluição atmosférica distribuídos pela área de maior concentração urbana da cidade: Bonsucesso, Botafogo, Centro, Copacabana, Gamboa, Ilha do Governador, Ipanema, Irajá, Laranjeiras, Leblon, Madureira, Manguinhos, Marechal Hermes, Meier, Penha, Santa Teresa, Maracanã (São Cristovão I), São Cristovão (São Cristovão II - Rua Fonseca Teles), São Cristovão (São Cristovão III - Avenida Pedro II) e Tijuca.

Os objetivos do IES, ao instalar estes postos visaram a obtenção de dados quantitativos e qualitativos de poluição atmosférica no Rio de Janeiro, bem como sua intensidade e distribuição geográfica. Daí a montagem dos postos em áreas definidas como de concentração industrial, comercial e residencial.

Para obtenção de dados sobre a qualidade do ar desta cidade são coletadas, nos vinte postos citados, amostras de partículas sedimentáveis e sulfatação total (SO_2), através de uma amostra de trinta dias por mês para cada um destes tipos de poluição. Sete destas estações de coleta foram equipadas também com amostradores de grandes volumes (HI - VOL), para coleta de partículas em suspensão em períodos de 24 horas e três destes sete postos, o foram ainda, com amostradores em fita (AISI Sampler) para medida de partículas em suspensão de 2 em 2 horas.

De acordo com os critérios de qualidade do ar do Estado da Pensilvânia, EUA, o limite para a média de partículas sedimentáveis para uma área, calculada a partir de estações de amostragem uniformemente espaçadas, é de $10\text{g}/\text{m}^2/30$ dias. Na área do Rio de Janeiro este critério foi excedido em 87% nos meses dos anos estudados. Portanto, os dados indicam que a poluição por partículas sedimentáveis foi excessiva. As condições apresentaram-se agravadas nas zonas de São Cristovão e Bonsucesso.

Comparando-se os resultados das medições de partículas em suspensão, no mesmo período analisado, com o padrão da Environmental Protection Agency - que estabelece uma média anual de $75\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ para proteção à saúde e $60\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ para garantia do bem estar da população, verifica-se que os níveis observados na Guanabara são excessivos. E as maiores concentrações de partículas em suspensão ocorreram na estação de São Cristovão III, seguindo-se a estação de Copacabana. As menores concentrações foram observadas na Ilha do Governador.

O teste de sulfatação total dá uma idéia da presença de compostos de enxofre na atmosfera, principalmente na forma de dióxido de enxofre. Os teores mais elevados, no período estudado, ocorreram em São Cristovão III e Manguinhos e os menores na Tijuca.

Através da coleta e estudos efetuados da poluição atmosférica do Rio de Janeiro, no período analisado (1967-1972), podemos concluir que as áreas mais poluídas se situam em São Cristovão, particularmente na área da Avenida Pedro II, Avenida Brasil e Copacabana. Apresentando a cidade um sítio urbano, oferecendo contrastes violentos, resultante do relevo acidentado dos maciços e da topografia das planícies sedimentares, ele vai ser o responsável pela fragmentação da cidade. Esta fragmentação é responsável pela sua compartimentação em áreas meso-climáticas,

como também, pela forte individualização dos bairros. Foi o sítio urbano, também, que ditou as diretrizes da expansão urbana do Rio de Janeiro e, portanto, também a distribuição de sua população, suas funções urbanas, bem como a localização de suas indústrias e a circulação dos transportes. Todos estes elementos devem ser correlacionados e influenciam na distribuição espacial da poluição atmosférica.

Em se tratando de áreas mais poluídas, procuraremos, através desta correlação buscar explicação para tal comportamento.

São Cristóvão, ainda hoje, é o bairro de maior concentração fabril do Rio de Janeiro. Conquanto não se possa explicar ou analisar este fenômeno sob o ponto de vista meteorológico, uma vez que, infelizmente, esta área não possui um posto meteorológico, suas atividades urbanas justificam este elevado teor de poluição atmosférica.

Como relatamos, é nas vizinhanças da Avenida Pedro II que o problema da poluição é mais intenso. A explicação está no fato desta área possuir grande adensamento de indústrias, algumas muito importantes, principalmente no que concerne à capacidade de emitir poluentes, como o gazômetro, situado na esquina da Avenida Francisco Bicalho com a Avenida Brasil, contando, ainda, com uma usina de asfalto, uma refinaria de açúcar e uma torrefação de café na Avenida Francisco Bicalho, além de uma fábrica de sabão na Avenida Brasil, próxima do gazômetro. Enfim, observa-se nesta área uma grande concentração industrial, em virtude dos vínculos que mantém com a atividade portuária. Esta atividade, pela situação do cais do porto (localizado nas Avenidas Rodrigues Alves e Brasil) vai contribuir, também, para a poluição atmosférica deste bairro, pela presença constante dos rebocadores e navios de cabotagem. Acrescente-se, ainda, a localização da Estação Rodoviária - Novo Rio, no encontro das três vias - Avenidas Francisco Bicalho, Brasil e Rodrigues Alves - que recebe e envia todos os ônibus interestaduais. Ao mesmo tempo, aí transitam transportes que vêm e vão para os subúrbios da Zona Norte e parte oeste da cidade, bem como, para todo o Grande Rio (Baixada Fluminense). Na hora do "rush" forma-se neste local, uma monstruosa concentração de veículos.

A Avenida Brasil é outra área que se destaca pelo seu alto teor de poluição atmosférica, principalmente Manguinhos e Bonsucesso. Infelizmente, em toda sua extensão, só possui uma estação meteorológica, situada na Penha e, assim mes

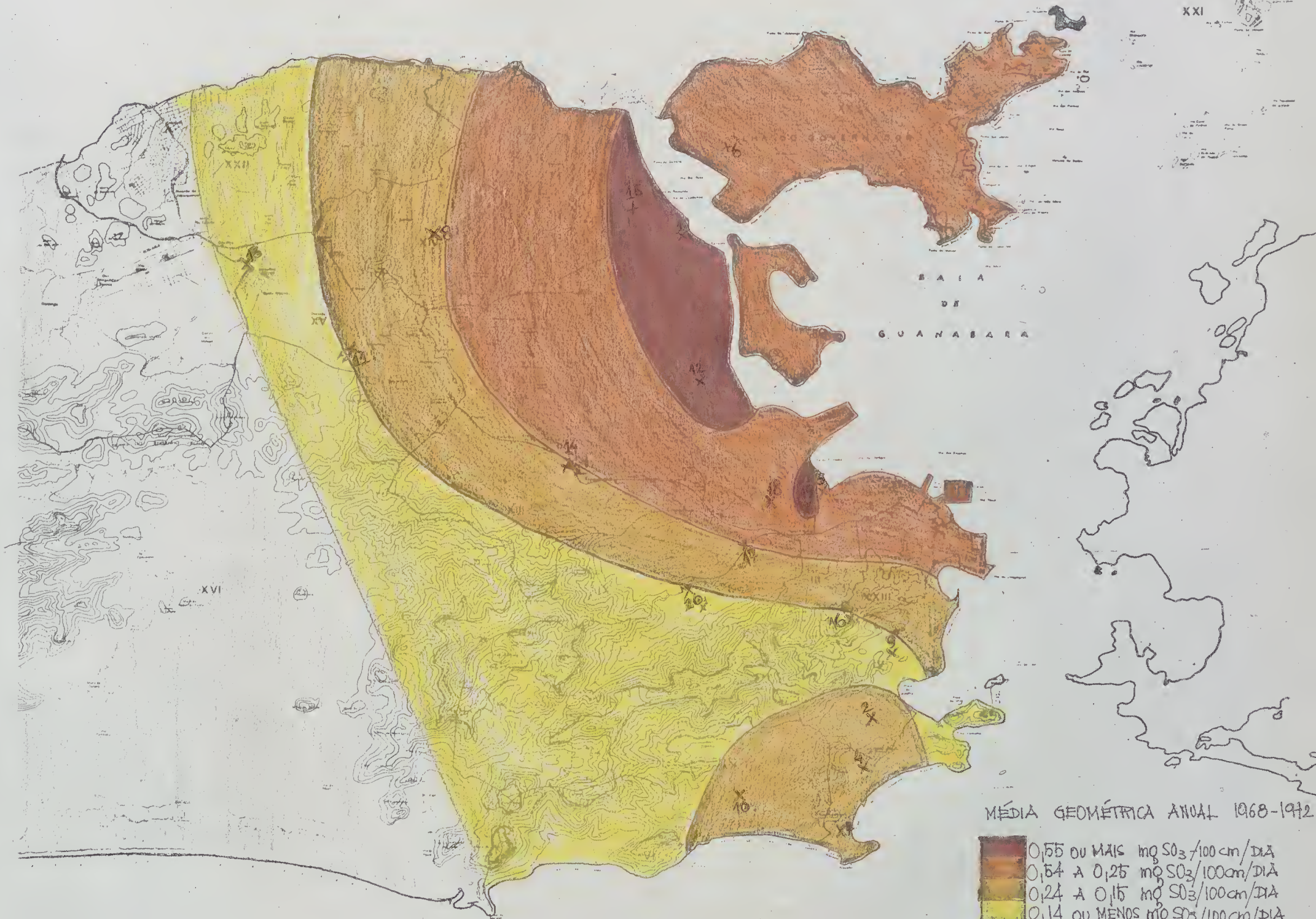
mo, incompleta, pois não possui medições de vento, um dos elementos meteorológicos de maior influência na concentração e dispersão dos poluentes. Porém ela apresenta, do ponto de vista urbano, condições propícias para elevada poluição, pois é outra área de grande concentração industrial, abrigando indústrias de pequeno, médio e grande porte e com elevada capacidade de emissão de poluentes, destacando-se, entre outras, a refinaria de Mangunhos. Alie-se a este problema, todo o tráfego rodoviário da Avenida Brasil, única via de penetração do Rio de Janeiro e que, atualmente, apresenta também, em toda sua extensão, enormes engarrafamentos na hora do "rush", pela expansão, cada vez maior, do tráfego rodoviário, tanto estadual, como interestadual.

Merece, também, acentuado realce o problema da poluição do ar em Copacabana que, embora não possua indústrias, pois é um bairro eminentemente residencial, é um dos mais poluídos da cidade. Isto se deve ao fato de ser sua poluição originada pelo congestionado tráfego urbano e pelos incineradores domiciliares. Estes dois fatores são consequência do seu sítio urbano. Apertada entre o mar e a montanha, Copacabana, com seu clima ameno, atraiu uma grande população: sua densidade demográfica é a maior do Rio de Janeiro (40.000 habitantes por quilômetro quadrado). Daí, a valorização de seus terrenos, gerando um grande crescimento vertical.

Registra-se em Copacabana, como afirmamos, um tráfego intenso, ligando o bairro ao Centro, à Zona Norte e aos outros bairros da Zona Sul, lançando ao ar grandes quantidades de poluentes diversos. A estes poluentes se somam os emitidos pelos incinerados dos edifícios e que, por serem utilizados, geralmente, em horas inadequadas à dispersão dos poluentes (nas primeiras horas da manhã, quando o resfriamento do solo, principalmente no inverno, gera inversões térmicas de superfície), agravam o problema. Este procedimento e a grande umidade relativa reinantes favorecem a concentração e estagnação de poluentes sobre o bairro. Todos estes fatores vão provocar grande poluição atmosférica no bairro, especialmente nas estreitas ruas paralelas à praia, confinadas por elevados edifícios, que funcionam como verdadeiros vales. Temos ainda a lamentar que a estação meteorológica existente neste bairro foi fechada.

DISTRIBUIÇÃO DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NA ÁREA DE MAIOR DENSIDADE NA GUANABARA - SULFATAÇÃO TOTAL

J A N E I R O



MÉDIA GEOMÉTRICA ANUAL 1968-1972

- 0,55 ou MAIS mg SO₃/100cm/DIA
- 0,54 A 0,25 mg SO₃/100cm/DIA
- 0,24 A 0,15 mg SO₃/100cm/DIA
- 0,14 ou MENOS mg SO₃/100cm/DIA

A T L A N T I C O

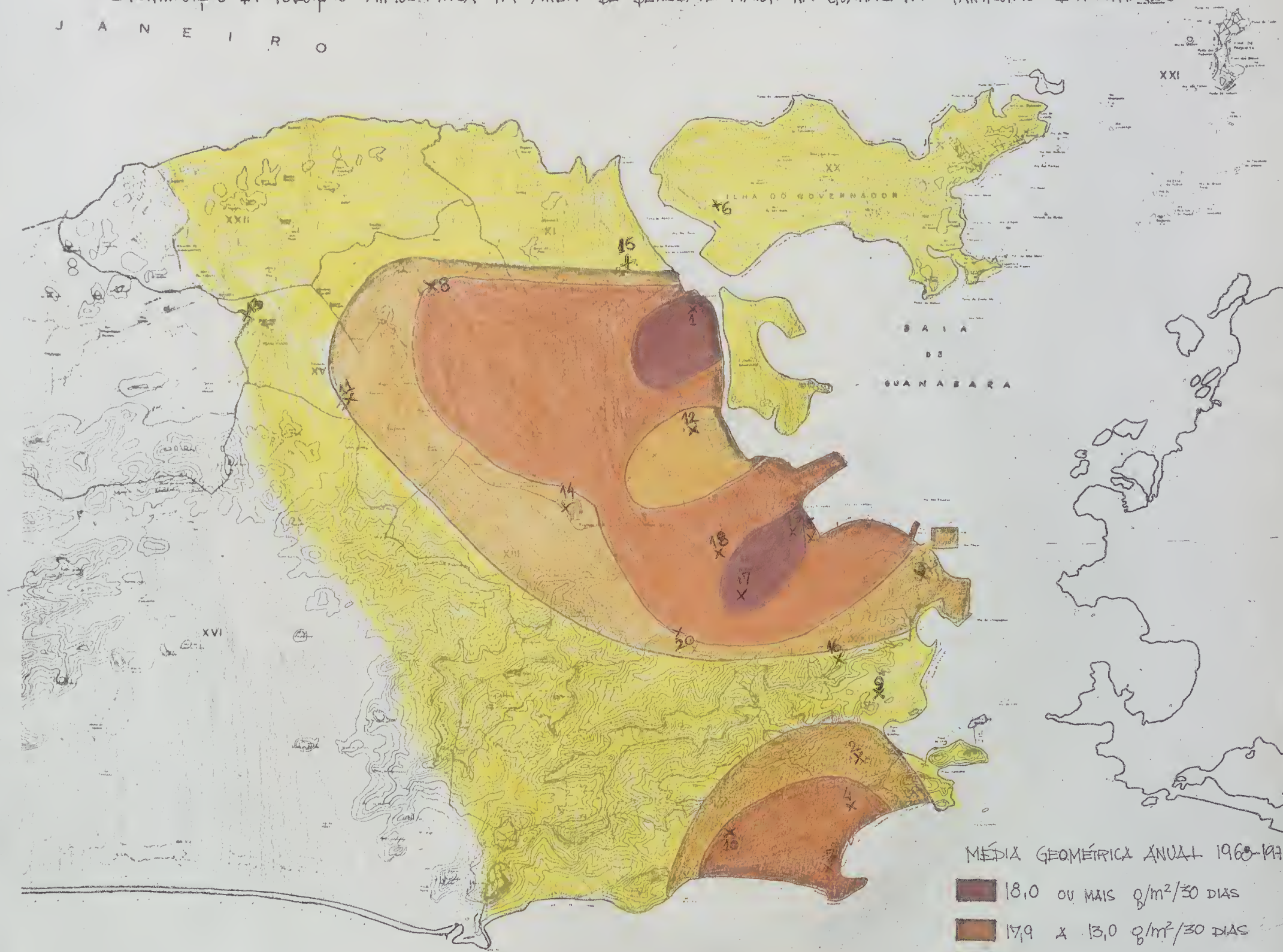
FONTES: SERVIÇO DE CONTROLE DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA
I.E.S. - SECRETARIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

ESCALA 1:50.000

--- PARQUE NACIONAL DA TIJUCA
— DIVISÃO EM REGIÕES ADMINISTRATIVAS
1967

DISTRIBUIÇÃO DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NA ÁREA DE DENSIDADE MAIOR NA GUANABARA - PARTÍCULAS SEDIMENTÁVEIS

J A N E I R O



MÉDIA GEOMÉTRICA ANUAL 1965-1972

- 18,0 OU MAIS $g/m^2/30$ DIAS
- 17,9 X 13,0 $g/m^2/30$ DIAS
- 12,9 X 11,0 $g/m^2/30$ DIAS
- 10,9 OU MENOS $g/m^2/30$ DIAS

--- PARQUE NACIONAL DA TIJUCA
 --- DIVISÃO EM REGIÕES ADMINISTRATIVAS
 1967

ATLANTICO
 FONTE: SERVIÇO DE CONTROLE DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA
 I.E.S. - SECRETARIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

ESCALA 1:50.000

ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

1. Bonsucesso
2. Botafogo
3. Centro
4. Copacabana
5. Gamboa
6. Ilha do Governador
7. Ipanema
8. Irajá
9. Laranjeiras
10. Leblon
11. Madureira
12. Manguinhos
13. Mal. Hermes
14. Meier
15. Penha
16. Santa Teresa
17. S. Cristovão I
18. S. Cristovão II
19. S. Cristovão III
20. Tijuca

4. SÍNTESE CLIMÁTICA DO RIO DE JANEIRO

4.1. A circulação atmosférica do Rio de Janeiro

O Rio de Janeiro situa-se a $22^{\circ} 54'$ de latitude sul e $43^{\circ} 10'$ longitude oeste. Como cidade litorânea, no trecho em que o litoral brasileiro se desvia, tomando a direção leste-oeste, é praticamente afetada o ano todo pelos anticiclones migratórios polares e seus ventos sul.

Normalmente, domina a região o anticiclone Tropical Atlântico ou a massa Tropical Atlântica, porém com maior atuação no inverno do que no verão, com seus ventos de nordeste a norte.

No verão, a Baixa do Chaco, normalmente localizada sobre o Pantanal Matogrossense, pode estender sua influência até o Rio de Janeiro, provocando calmarias ou correntes de noroeste.

Quando ocorre a chegada do anticiclone migratório polar, a circulação de norte ou nordeste é a princípio substituída por ventos pré-frontais de noroeste, seguindo-se a atuação dos ventos polares de su-sudeste ou su-sudoeste, dependendo da trajetória da massa polar ser marítima ou continental. Com o avanço desta para o norte, voltam a soprar as correntes de nor-nordeste em virtude de sua posição ou pela volta da atuação da massa Tropical Atlântica, quando dissolvida a frente polar.

O Rio de Janeiro é também afetado, na orla oceânica pelas brisas marítimas com direção geral de su-sudeste, que se intensifica nas épocas de circulação normal, principalmente de setembro a abril, e, geralmente soprando das 13 às 18 horas. E as brisas terrestres ou o "terral" que sopram com maior intensidade no inverno, de nor-noroeste, geralmente, das 20 horas às 9 horas da manhã, em virtude do resfriamento do continente.

Outro elemento climatológico importante no estudo do clima do Rio de Janeiro e que favorece a poluição do ar é a inversão de temperatura e que ocorre com maior intensidade de maio a setembro.

Têm sido feitas observações das temperaturas do ar em altitude, em quase todas as partes do mundo e através delas conclui-se que, normalmente, em média, a temperatura declina de $0,6^{\circ}\text{C}$ para cada 100 metros de altitude.

Porém, em alguns casos, em vez de decrescer com a altitude, a tem-

peratura aumenta até um determinado nível, continuando a declinar a seguir. Tal condição é chamada inversão de temperatura ou, simplesmente inversão.

Nas noites claras e calmas dos meses frios, à medida que o solo se resfria rapidamente pela radiação, o ar próximo ao solo se resfria pela radiação e pelo contato com a terra fria. Desse modo, ele se torna mais frio do que o ar superposto a ele. Este tipo de inversão é a que denominamos de solo ou de superfície e vai do solo até em média uns 200 ms. de altura com duração normal até 12 horas do dia seguinte nos dias ensolarados. Estas inversões podem ocorrer também em altitude, devido a ventos de diferentes direções e diferentes temperaturas, soprando em níveis adjacentes, como quando ocorre da entrada de massa polares, ou quando do estacionamento e domínio de massa Tropical Atlântica sobre a região. Esta massa de ar é muito uniforme na superfície com muita umidade e calor, porém sua uniformidade não se estende a grandes alturas, principalmente quando se estabelece um subnúcleo de alta pressão sobre a Guanabara e ela estaciona vários dias sobre esta região. Em altitude registra-se um movimento contínuo de subsidência, o que vai levar à formação de uma inversão de altitude. O grande problema da presença destas inversões para a poluição, é que sendo o ar inferior mais frio, e portanto mais pesado, ficam aí retidos todos os poluentes nele lançados até que a mesma desapareça.

Outro fator importante que devemos chamar a atenção em relação ao clima do Rio de Janeiro é que esta cidade-estado possui um sitio urbano que oferece contrastes violentos, resultantes do relêvo acidentado dos maciços e da topografia das planícies sedimentares recentes, originadas de restingas pré-existentes e da sedimentação de antigos manguezais e áreas alagadas.

O relêvo vai ser o responsável pela fragmentação da cidade, comparimentando-a em áreas com climas locais ou meso-climáticas (segundo A. Serra).

4.2. Os meso-climas do Rio de Janeiro

4.2.1. A Zona Sul: é a área mais fresca da cidade, devido em parte, à maior ventilação, resultante das invasões frias e da brisa marítima.

As chuvas nos bairros da Gávea e Jardim Botânico são mais elevadas em virtude da ascensão das massas polares no Maciço da Tijuca.

A umidade relativa média supera 84% e a frequência de nevoeiros é

reduzida pela presença do oceano.

4.2.2. Zona Norte: É bem mais quente que a zona sul. A brisa marítima enfraquecida pelo obstáculo imposto pela presença dos maciços é substituída pelas calmarias. Predominam aí os ventos de sudeste.

Sua umidade relativa não ultrapassa 78%. Os nevoeiros, contudo, tem elevada frequência, acumulados pelo terral, ao norte do maciço da Tijuca, bem como a névoa seca, que os substituem com o aquecimento diurno.

4.2.3. Baixada da Guanabara: apresenta as temperaturas mais elevadas da cidade, principalmente na faixa setentrional onde predominam as calmarias. Na sua parte meridional, as temperaturas são um pouco mais reduzidas em virtude da presença de brisa marítima.

No verão, em decorrência do grande calor aí reinante, oriundo das calmarias, e umidade elevada, temos as fortes chuvas de verão com trovoadas. Porém, no inverno, os totais pluviométricos são baixos dada a acentuada estabilidade, com grande ocorrência de névoa seca. As chuvas ocorrem concentradas no verão, ao contrário de certas áreas da Zona Sul, onde são bem distribuídas durante todo o ano.

É grande também a frequência de nevoeiros, agravada pela radiação noturna de inverno, que vai se elevando em direção ao Estado do Rio.

4.2.4. Baixada de Jacarepagua : Embora carente de dados meteorológicos suficientes da área, conclui-se que a região litorânea é fresca em virtude da brisa marítima, com maior teor de umidade relativa do que no seu interior, dada a presença do oceano e das lagoas. Junto aos maciços a área é mais quente e seca.

4.2.5. Baixada de Sepetiba: É também mais fresca junto ao litoral, apresentando igualmente temperaturas mais elevadas no interior. Predominam nesta área os ventos de sudoeste, no outono, sudeste, na primavera, e norte, no inverno. A brisa marítima e o terral atuam livremente nesta região, ficando as calmarias contidas ao norte da baixada.

4.2.6. Santa Cruz: Em toda a parte ocidental da Guanabara, é o único local que dispõe de um posto meteorológico completo, pertencente ao Ministério da Aeronáutica.

Como Sepetiba, é livremente varrida pelos ventos marítimos,

com uma percentagem bem baixa de calmarias. Predominam aí os ventos de sudoeste e, secundariamente, os de sudeste.

Embora refrescada na orla marítima pelos ventos constantes, para o interior apresenta temperaturas elevadas com médias anuais de 23°C, e máximas absolutas que atingem 40,3°C, no verão, e mínimas absolutas inferiores a 10°C, no inverno.

Como já descrevemos, os ventos aí são fortes com média anual de 3,1 mps, chegando a extremos de 3,6 mps.

Sua umidade relativa é regular, com média anual de 80%. Suas precipitações anuais somam a 1272,8 mm por ano, com fortes chuvas no verão e uma estação seca de 3 meses no inverno. Os nevoeiros raramente ocorrem.

4.2.7. Bangu: Situada a sota-vento de Pedra Branca, apresenta temperaturas médias anuais semelhantes às de Santa Cruz, porém um pouco mais elevadas no verão e mais baixas no inverno com um clima mais continental.

Em virtude de sua posição geográfica está sujeita à calmarias frequentes. Sua umidade relativa média anual é de 79,6% e apresenta em média 100 horas a menos de insolação do que Santa Cruz, durante o ano.

Sua precipitação anual apresenta um total de 1285 mm e como Santa Cruz apresenta uma estação seca no inverno, com fortes chuvas de verão.

Em decorrência de sua localização, interiorizada, são frequentes os nevoeiros, sendo mais intensos de abril a setembro.

4.2.8. Maciços: Embora não existam observações diretas, tomando-se como base o quociente térmico vertical (declinação de 0,6°C para cada 100m), podemos concluir que a partir da cota de 250 m, eles apresentam um clima tropical de altitude. Podemos considerar também que as vertentes voltadas para o oceano são mais frescos e úmidos e as continentais mais quentes e secas.

4.2.9. Ilhas: A ilha do Governador apresenta temperaturas mais elevadas à oeste, e mais fresca a leste em virtude das constantes brisas de sudeste que penetram pela barra.

As chuvas, como toda zona norte, concentram-se no verão e com uma estação seca no inverno. Sua umidade relativa média é de 81%.

OBSERVAÇÕES METEOROLÓGICAS - ESTADO DA GUANABARA

ESTACÃO OBSERVATÓRIO PRAÇA XV

ALTITUDE 30.55M

1931-1970

1957

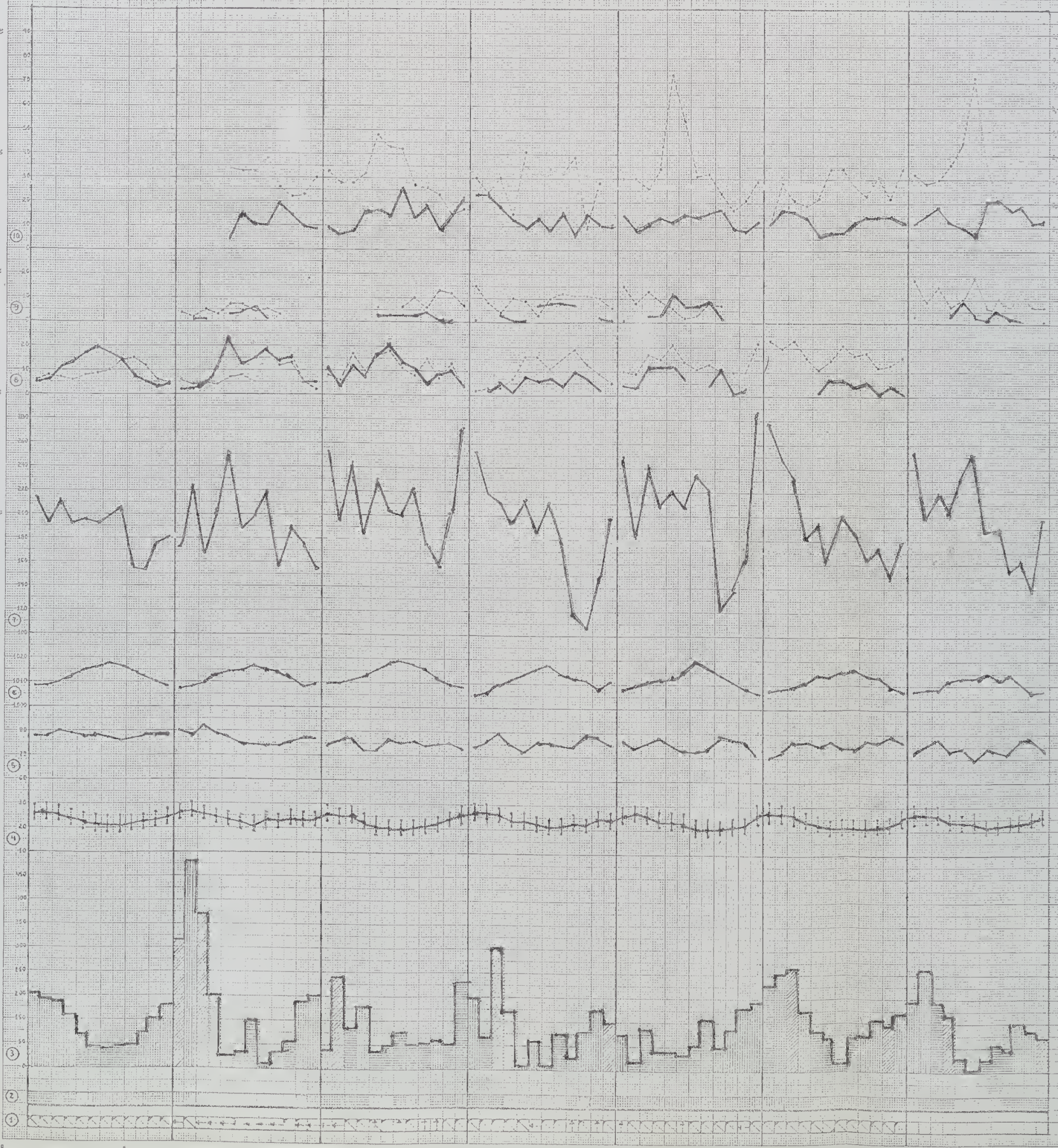
1958

1959

1970

1971

1972



LEGENDA

- 10) POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA
 - PARTICULAS SEDIMENTÁVEIS 1mm³/m³/30 dias
 - SUFALTAÇÃO TOTAL 1mm³/mg 50/300cm³/dia
- 9) INVERSÕES
 - SUPERFÍCIE 1mm/1 dia
 - ALTITUDE (ASC. 1000m) 1mm/1 dia
- 8) NEBULOSIDADE
 - NEVOZIRO 1mm/1 dia
 - NEVOA SECA 1mm/1 dia
- 7) INSOLAÇÃO 1mm/2 horas
- 6) PRESSÃO ATMOSFÉRICA 1mm/1000 mb
- 5) UMIDADE RELATIVA 1mm/2%
- 4) TEMPERATURA 1mm/1°C
 - MÉDIA MÁXIMA
 - MÉDIA MENSAL
 - MÉDIA MÍNIMA
- 3) PRECIPITAÇÃO
 - ALTURA TOTAL 1mm/100mm
 - DIAS DE CHUVA
 - 1-5
 - 5-10
 - 10-15
 - 15-20
- 2) NEBLINHA
 - 1-4
 - 4-6
 - 6-8
 - > 8
- 1) VENTO
 - frequência de direção

Já Paquetá, menos beneficiada pelas brisas de sudeste, devido ao relevo de Niterói, apresenta temperaturas médias mais elevadas. Sua umidade relativa é acentuada por causa da proximidade da baía. Sua pluviosidade de 1014 mm anuais é reduzida pelos maciços ao sul, quando comparada a outras áreas do Rio de Janeiro.

5. ANÁLISE DO CLIMA DO RIO DE JANEIRO NOS ANOS DE 1967 A 1972.

5.1. 1967 - O ano apresentou um verão bastante chuvoso (432 mm em fev.) em relação à normal (147,7 mm em fev.). O mesmo se deu com os meses de novembro e dezembro. Não foi, pois, um verão quente.

Dos meses de inverno, o mês de julho foi o mais chuvoso (101 mm para a normal de 39,8 mm), sendo extremamente seco o mês de agosto (12,8 mm para a normal de 43,7 mm).

Quanto à umidade relativa, no seu todo, o índice correspondente a esse ano apresentou-se abaixo do normal (77% para a normal de 78%). Já curva de insolação apresentou-se mais elevada (2302,3 h para a normal de 2270,2 h).

Em maio (23 d) tivemos o mês com maior número de dias de nevoeiro do ano, sendo o de menor número o mês de fevereiro (4 d). O número de dias de névoa seca elevou-se gradualmente, até agosto (19 d), declinando a seguir. A nebulosidade registrada pouco variou da normal (6,2).

Embora os dados referentes às inversões térmicas no ano se apresentem incompletos, pode-se concluir, à vista dos outros dados disponíveis, que de abril a junho verificou-se um aumento gradual de números de inversões de superfície.

Finalmente, registramos no ano um predomínio das calmarias.

5.2. 1968 - A pluviosidade no curso desse ano apresentou-se distribuída de forma irregular, principalmente no verão, quando caíram concentradas. Enquanto o verão foi pouco chuvoso (66,3 mm em janeiro para normal de 155 mm), o inverno apresentou-se semelhante à normal (43,7 mm). As temperaturas, tanto no verão, como no inverno, se apresentaram semelhantes às normais.

A variação da umidade relativa foi semelhante à do ano anterior, enquanto a nebulosidade foi menor (6,2).

O número de dias de nevoeiro aumentou até o mês de junho (21 d), de crescendo para o final do ano.

O registro das pressões atmosféricas no ano pouco variou em relação à normal (1012,5 mb). Os valores de insolação se apresentaram mais elevados (2536,2 h) em relação à normal (2270,2 h).

O número de inversões térmicas apresentou-se mais elevado em setembro, em superfície (4 d), e em outubro, em altitude (13 d).

Como em 1967, no que refere à ventilação, predominaram as calmarias.

5.3. 1969 - No curso desse ano tivemos verão bastante chuvoso, principalmente março (255,6 mm). Já no inverno, os meses de maio e julho se revelaram muito secos (8,9 mm e 10,4 mm).

Embora possamos considerar um ano chuvoso, tivemos um verão quente, contrastando com temperaturas relativamente frias no inverno (18°C em média).

Os valores referentes à umidade relativa foram semelhantes a 1968 (76%), enquanto os valores das pressões atmosféricas se revelaram semelhantes à normal (1111,5 mb).

Os dias de nevoeiro foram mais numerosos de maio a setembro, e os de névoa seca aumentaram de janeiro a junho, declinando nos últimos meses do ano.

As inversões térmicas apresentaram maior ocorrência de junho a setembro, quer em superfície, como em altitude. Como nos anos anteriores, predominaram as calmarias.

5.4. 1970 - Foi o ano mais seco da série estudada (844,6 mm para a normal de 1109-mm), sendo fevereiro o mês mais seco do ano, com um total 21,7 mm. Em decorrência as temperaturas se apresentaram relativamente baixas (18°C em média, em julho e agosto).

A variação da umidade relativa diferiu dos anos anteriores, apresentando valores mais baixos do que a normal (75% no ano para a normal de 78%).

Os valores da pressão atmosférica assemelharam-se à normal (1002 mb). A insolação registrou valores elevados em todo o ano (2474,5 h para a normal de 2270,2 h).

Os dias de névoa seca superaram a normal (162 d para 106 d). O inverso ocorreu com a ocorrência de nevoeiros (69 d no ano para 122 d - normal).

As inversões térmicas em superfície ocorreram com maior frequência de maio a agosto (12 d em maio). Em altitude o maior número de dias registrado - foi em janeiro (15 d).

Neste ano não registramos o predomínio das calmarias, e sim dos ventos de SE.

5.5. 1971 - Foi um ano bastante chuvoso, registrando-se o máximo de precipitações em março (213,6 mm), cuja normal registra 139,9 mm. Apesar de chuvoso, o verão apresentou temperaturas elevadas.

Os valores de umidade relativa e das pressões atmosféricas assemelharam-se às normais (78% e 1012,5 mb - normais).

Os valores da insolação superaram à normal (2351,3 h para a normal de 2270,2 h). O número de dias de ocorrência de névoa seca foram mais elevados em janeiro e março (23 d), e os dias de nevoeiro elevaram-se de junho a setembro (6d, em média).

As calmas foram pouco frequentes, predominando os ventos de SE. As inversões térmicas não foram consideradas devido à carência de dados disponíveis.

5.6. 1972 - O verão desse ano apresentou-se bastante chuvoso, com precipitações - bem distribuídas, o que não se refletiu nas temperaturas da estação, que foram elevadas. Entretanto, o inverno não registrou médias térmicas baixas.

A umidade relativa apresentou-se abaixo da normal (74% para a normal de 78%). Já a pressão atmosférica manteve-se em valores próximos à normal - (1011,1 mb para a normal de 1012,5 mb),

Como no ano anterior, os valores da insolação superaram a normal (2386,6 h para a normal de 2270,2 h).

Os índices de nebulosidade oscilaram entre 5,7 e 7,9.

O número de inversões térmicas diárias em superfície, ^(st) alcançando - 118 dias de inversões noturnas. O número máximo de inversões em altitude ocorreu em outubro (14 dias - diúrnas).

No curso desses anos não tivemos registro de índices referentes a nevoeiros, à névoa seca, bem como à ventilação.

TABELA I

OBSERVAÇÕES METEOROLÓGICAS

PERÍODO-1931 - 1970

ESTAÇÃO: Observatório Praça XV

Altitude 30,55m

M E S E S	PRESSÃO ATMOSFÉ- RICA (mb)	TEMPERATURA°C			UMIDADE RELATIVA (%)	NEBULOSIDADE (0-10)
		Média Máxima	Média Mínima	Média Mensal		
Janeiro.....	1 008,5	29,5	23,0	25,9	78	6,6
Fevereiro.....	1 008,7	29,8	23,3	26,2	78	6,5
Março.....	1 010,2	29,2	22,8	25,6	80	6,0
Abril.....	1 012,6	27,3	21,2	24,0	79	6,1
Maió.....	1 014,6	25,9	19,6	22,4	78	5,6
Junho.....	1 016,0	25,4	18,6	21,6	78	5,2
Julho.....	1 017,4	24,8	18,0	21,0	77	5,1
Agosto.....	1 016,4	25,2	18,2	21,2	76	4,9
Setembro.....	1 014,3	25,2	18,9	21,7	77	6,5
Outubro.....	1 012,3	25,7	19,7	22,4	78	7,1
Novembro.....	1 009,9	26,6	20,6	23,3	78	7,2
Dezembro.....	1 008,7	28,0	21,7	24,7	78	7,1
ANO	1 012,5	26,9	20,5	23,3	78	6,2

M E S E S	PRECIPITAÇÃO		INSOLAÇÃO TOTAL (horas)	DIAS DE NEVOEI- RO	DIAS DE NÉ- VOA SECA
	Altura Total (mm)	Dias de Chuva			
Janeiro.....	155,0	13	214,0	5	6
Fevereiro.....	147,7	11	193,0	6	8
Março.....	139,9	11	212,3	11	7
Abril.....	110,9	11	192,8	13	6
Maió.....	70,9	8	195,8	17	8
Junho.....	43,7	7	192,7	19	9
Julho.....	39,8	6	198,8	17	10
Agosto.....	43,7	6	206,3	14	14
Setembro.....	48,3	8	154,7	8	15
Outubro.....	77,5	12	153,4	5	12
Novembro.....	100,3	13	125,7	3	6
Dezembro.....	131,3	15	180,9	4	5
ANO.....	1 109,0	121	2 270,2	122	106

FONTE: Ministério da Agricultura - Serviço de Meteorologia do Ministério da Aeronáutica - Divisão de Meteorologia.

TABELA II

OBSERVAÇÕES METEOROLÓGICAS

ANO 1967

Estação: Observatório Praça XV

Altitude 30,55m

M E S E S	PRESSÃO ATMOSFÉ- RICA (mb)	TEMPERATURA °C			UMIDADE RELATIVA (%)	NEBULOSIDADE (0-10)
		Media Máxima	Media Mínima	Media Mensal		
Janeiro.....	1 007,5	29,3	23,6	26,1	80	7,9
Fevereiro.....	1 007,8	30,4	24,3	27,0	78	6,0
Março.....	1 009,7	28,7	23,4	25,7	82	7,8
Abril.....	1 012,3	27,3	22,2	24,5	79	6,3
Maió.....	1 014,3	26,7	20,8	23,4	77	4,4
Junho.....	1 014,8	25,7	19,7	22,4	75	4,8
Julho.....	1 016,5	24,9	18,3	21,2	74	5,2
Agosto.....	1 015,4	26,6	19,8	22,9	74	5,4
Setembro.....	1 013,9	25,6	19,8	22,5	74	5,9
Outubro.....	1 011,5	27,4	21,4	24,1	75	5,3
Novembro.....	1 008,5	26,4	21,1	23,5	77	8,1
Dezembro.....	1 009,7	26,4	20,9	23,5	77	8,0
ANO	1 011,8	26,3	21,3	23,9	77	6,2

M E S E S	PRECIPITAÇÃO		INSOLA- ÇÃO TO- TAL (horas)	DIAS DE NEVOEI- RO	DIAS DE NÉ- VOA SECA	Nº DE INVER- SÕES	
	Altura To- tal (mm)	Dias de Chuva				Super- fície	Altitu- de até 1000m
Janeiro.....	264,4	20	172,8	6	2	-	4
Fevereiro.....	432,0	14	224,2	4	2	1	2
Março.....	321,7	17	167,3	5	5	1	5
Abril.....	150,0	8	202,4	11	4	-	3
Maió.....	27,5	6	251,0	23	7	3	7
Junho.....	33,3	7	188,2	13	8	4	7
Julho.....	101,4	9	199,3	15	5	6	4
Agosto.....	12,8	2	220,1	19	18	1	5
Setembro.....	33,4	11	157,0	12	14	-	3
Outubro.....	54,0	10	189,9	13	16	...	...
Novembro.....	143,1	14	176,1	5	5	...	...
Dezembro.....	150,0	15	154,0	5	2	...	...
ANO.....	1 723,6	133	2 302,3	131	88	16	40

FONTE: Ministério da Agricultura - Serviço de Meteorologia - Ministério da Aeronáutica - Divisão de Meteorologia.

TABELA III

OBSERVAÇÕES METEOROLÓGICAS

ANO 1968

Estação: Observatório Praça XV

Altitude 30,55m

M E S E S	PRESSÃO ATMOSFÉ RICA (mb)	TEMPERATURA °C			UMIDADE RELATIVA (%)	NEBULOSIDADE (0-10)
		Média Máxima	Média Mínima	Média Mensal		
Janeiro.....	1 009,6	29,7	23,2	26,0	74	6,6
Fevereiro.....	1 010,0	27,9	22,2	24,8	76	6,6
Março.....	1 011,0	28,9	22,8	25,6	77	6,5
Abril.....	1 012,3	25,9	20,0	22,6	72	7,1
Maió.....	1 015,3	24,4	17,6	20,7	72	4,2
Junho.....	1 018,2	23,6	17,7	20,4	76	5,2
Julho.....	1 019,2	23,6	17,6	20,3	75	6,3
Agosto.....	1 017,4	23,4	17,7	20,3	76	5,6
Setembro.....	1 015,4	24,1	18,2	20,9	74	5,9
Outubro.....	1 012,2	25,0	18,9	22,4	75	7,2
Novembro.....	1 009,6	26,9	21,3	23,8	75	7,3
Dezembro.....	1 008,7	29,3	22,3	25,6	73	6,0
ANO.....	1 013,2	26,1	20,0	22,8	75	6,2

M E S E S	PRECIPITAÇÃO		INSOLA ÇÃO TO TAL (horas)	DIAS DE NEVOEI- RO	DIAS DE NEVOA SECA	Nº DE INVERSÕES	
	Altura To tal (mm)	Dias de Chuva				Super fície	Altitude até 1000m
Janeiro.....	66,3	11	253,1	11	8	...	...
Fevereiro.....	189,0	16	194,7	4	6	...	...
Março.....	87,5	10	242,1	12	17	...	...
Abril.....	130,8	14	181,4	7	10	...	...
Maió.....	34,8	10	230,2	17	16	3	6
Junho.....	50,5	6	203,0	21	18	3	-
Julho.....	73,5	7	199,8	14	11	3	6
Agosto.....	49,3	8	223,3	11	8	3	10
Setembro.....	53,0	7	175,6	5	15	4	6
Outubro.....	61,4	13	157,0	9	7	1	13
Novembro.....	52,8	7	203,4	10	13	1	12
Dezembro.....	180,2	10	273,1	4	4	-	7
ANO.....	981,4	119	2 536,7	125	133	18	60

FONTE: Ministério da Agricultura - Serviço de Meteorologia - Ministério da Aeronáutica - Divisão de Meteorologia.

TABELA IV

OBSERVAÇÕES METEOROLÓGICAS

ANO 1969

Estação: Observatório Praça XV

Altitude 30,55m

M E S E S	PRESSÃO ATMOSFÉ- RICA(mb)	TEMPERATURA °C			UMIDADE RELATIVA %	NEBULOSIDADE (0-10)
		Média Máxima	Média Mínima	Média Mensal		
Janeiro.....	1 005,5	30,7	24,0	27,1	74	7,0
Fevereiro.....	1 006,7	30,4	24,5	27,2	76	6,2
Março.....	1 009,6	29,2	23,4	25,9	80	6,7
Abril.....	1 011,7	27,1	21,6	24,1	75	6,0
Maió.....	1 014,1	26,9	20,7	23,5	72	5,3
Junho.....	1 015,8	25,5	19,5	22,2	76	5,0
Julho.....	1 017,5	24,2	18,3	20,9	76	4,9
Agosto.....	1 014,1	25,2	18,4	21,3	75	5,3
Setembro.....	1 011,9	26,5	19,9	22,7	74	6,6
Outubro.....	1 011,7	24,6	19,4	21,7	78	8,6
Novembro.....	1 008,7	27,9	22,2	24,7	78	8,0
Dezembro.....	1 010,8	27,0	21,2	23,9	75	7,1
ANO.....	1 011,5	27,1	21,1	23,8	76	6,4

M E S E S	PRECIPITAÇÃO		INSOLA- ÇÃO TO- TAL (horas)	DIAS DE NEVOEI- RO	DIAS DE NÉVOA SECA	Nº DE INVERSÕES	
	Altura To- tal (mm)	Dias de Chuva				Super- fície	Altitude até 1000m
Janeiro.....	150,2	14	253,4	-	2	1	15
Fevereiro.....	116,8	6	219,4	2	3	-	8
Março.....	255,6	16	211,4	5	3	3	4
Abril.....	121,1	11	194,0	1	7	1	10
Maió.....	8,9	3	212,5	8	16	1	9
Junho.....	61,5	11	185,7	6	16	7	3
Julho.....	10,4	3	210,8	7	11	8	10
Agosto.....	75,6	10	181,1	4	15	8	12
Setembro.....	23,3	4	119,2	10	19	7	11
Outubro.....	82,2	12	106,6	7	13	-	11
Novembro.....	126,1	15	146,9	2	9	2	10
Dezembro.....	101,0	20	198,3	-	5	1	6
ANO.....	1 132,7	125	2 239,3	52	119	39	109

FONTE: Ministério da Agricultura - Serviço de Meteorologia - Ministério da Aeronáutica - Divisão de Meteorologia.

TABELA V

OBSERVAÇÕES METEOROLÓGICAS

ANO 1970

Estação: Observatório Praça XV

Altitude 30,55m

M E S E S	PRESSÃO ATMOSFÉ RICA (mb)	TEMPERATURA °C			UMIDADE RELATIVA (%)	NEBULOSIDADE (0 - 10)
		Media Máxima	Media Mínima	Media Mensal		
Janeiro.....	1 008,7	29,4	22,9	25,8	77	6,4
Fevereiro.....	1 010,2	30,2	24,2	27,1	74	6,8
Março.....	1 011,3	29,3	23,1	26,0	76	5,3
Abril.....	1 012,7	27,4	21,5	24,2	78	5,2
Maió.....	1 013,0	27,4	20,7	23,6	75	4,6
Junho.....	1 014,6	26,8	20,2	23,0	73	4,6
Julho.....	1 018,9	24,4	18,2	20,9	72	4,9
Agosto.....	1 016,7	24,8	18,1	20,9	73	4,0
Setembro.....	1 013,8	24,1	18,9	21,2	78	7,4
Outubro.....	1 010,8	24,8	19,2	21,9	77	7,8
Novembro.....	1 008,7	25,7	19,3	22,2	76	7,4
Dezembro.....	1 006,5	30,9	23,1	26,7	72	5,5
ANO.....	1 012,2	27,1	20,8	23,8	75	5,8

M E S E S	PRECIPITAÇÃO		INSOLA ÇÃO TÔ TAL (horas)	DIAS DE NEVOEI- RO	DIAS DE NÉVOA SECA	Nº DE INVERSÕES	
	Altura To tal (mm)	Dias de Chuva				Super- fície	Altitude até 1000m
Janeiro.....	75,0	15	249,2	4	10	1	15
Fevereiro.....	21,7	8	181,4	3	8	-	8
Março.....	80,3	8	242,0	12	17	3	13
Abril.....	41,7	10	208,9	12	15	3	9
Maió.....	39,5	6	221,5	12	21	12	6
Junho.....	29,5	4	207,4	7	14	7	2
Julho.....	49,0	9	235,0	-	11	7	3
Agosto.....	107,9	8	222,4	4	13	9	8
Setembro.....	40,9	11	122,5	11	10	2	7
Outubro.....	84,3	14	136,1	1	10	...	...
Novembro.....	131,1	15	161,5	3	10	...	...
Dezembro.....	143,7	12	286,6	-	22	...	...
ANO.....	844,6	120	2 474,5	69	162	44	71

FONTE: Ministério da Agricultura - Serviço de Meteorologia - Ministério da Aeronáutica - Divisão de Meteorologia.

TABELA VI

OBSERVAÇÕES METEOROLÓGICAS

ANO 1971

Estação: Observatório Praça XV

Altitude 30,55m

M E S E S	PRESSÃO ATMOSFÉ RICA (mb)	TEMPERATURA °C			UMIDADE RELATI- VA (%)	NEBULOSIDADE (0-10)
		Média Máxima	Média Mínima	Média Mensal		
Janeiro.....	1 007,7	31,8	24,2	27,8	70	4,7
Fevereiro.....	1 008,3	31,2	24,2	27,5	72	4,1
Março.....	1 008,8	30,1	23,2	26,6	77	5,7
Abril.....	1 010,7	28,1	21,8	24,7	77	7,0
Maió.....	1 014,3	26,4	20,3	23,0	75	5,7
Junho.....	1 014,2	24,5	18,5	21,3	77	5,8
Julho.....	1 015,8	25,1	18,8	21,6	74	4,8
Agosto.....	1 016,4	24,9	18,9	21,6	74	5,1
Setembro.....	1 013,9	25,3	18,5	21,4	77	5,7
Outubro.....	1 013,4	25,4	19,3	20,0	76	7,4
Novembro.....	1 010,0	26,2	19,9	22,7	79	7,6
Dezembro.....	1 007,3	28,8	22,0	25,0	77	7,2
ANO.....	1 011,3	27,3	20,8	23,6	75	5,9

M E S E S	PRECIPITAÇÃO		INSOLAÇÃO TOTAL (horas)	DIAS DE NEVOEIRO	DIAS DE NÉ- VOA SECA
	Altura Total (mm)	Dias de Chuva			
Janeiro.....	174,4	10	276,6	-	23
Fevereiro.....	206,2	4	249,4	-	20
Março.....	213,6	16	231,1	-	23
Abril.....	126,3	15	183,1	-	16
Maió.....	79,9	10	194,9	2	11
Junho.....	67,4	10	160,4	7	15
Julho.....	13,4	3	201,4	7	21
Agosto.....	66,9	10	188,5	4	17
Setembro.....	68,2	12	164,7	6	18
Outubro.....	103,7	12	174,1	1	12
Novembro.....	95,2	16	144,7	4	13
Dezembro.....	120,3	12	179,4	1	16
ANO.....	1 335,5	130	2 351,3	32	205

FONTE: Ministério da Agricultura - Serviço de Meteorologia - Ministério da Aeronáutica - Divisão de Meteorologia.

TABELA VII

OBSERVAÇÕES METEOROLÓGICAS

ANO 1972

Estação: Observatório Praça XV

Altitude: 30,55m

M E S E S	PRESSÃO ATMOSFÉ- RICA (mb)	TEMPERATURA °C			UMIDADE RELATIVA (%)	NEBULOSIDADE (0 - 10)
		Média Máxima	Média Mínima	Média Mensal		
Janeiro.....	1 007,8	30,9	23,1	26,6	72	5,7
Fevereiro.....	1 008,4	30,0	23,3	26,3	75	6,6
Março.....	1 008,6	30,1	23,6	26,4	78	6,2
Abril.....	1 012,0	27,4	21,0	23,9	73	6,4
Maior.....	1 013,1	26,8	20,5	23,3	74	4,3
Junho.....	1 013,1	28,0	20,2	23,6	69	2,3
Julho.....	1 014,8	25,0	19,2	21,7	74	5,6
Agosto.....	1 012,1	26,6	19,2	22,4	73	5,8
Setembro.....	1 014,3	26,0	19,9	22,5	72	6,3
Outubro.....	1 011,0	26,6	20,2	23,0	77	6,9
Novembro.....	1 008,0	27,8	21,8	24,4	77	7,9
Dezembro.....	1 008,4	29,1	23,1	25,7	74	7,5
ANO.....	1 011,1	27,8	21,2	24,2	74	6,0

M E S E S	PRECIPITAÇÃO		INSOLA- ÇÃO TO- TAL (horas)	Nº DE INVERSÕES			
	Altura To- tal (mm)	Dias de Chuva		Superfície		Altitude até 1 000 m	
				Diurno	Noturno	Diurno	Noturno
Janeiro.....	144,7	12	254,2	3	14	18	2
Fevereiro.....	212,0	15	199,4	-	7	9	4
Março.....	142,9	9	220,1	-	11	15	2
Abril.....	115,3	16	198,8	4	11	7	-
Maior.....	38,2	5	231,0	9	15	10	3
Junho.....	4,4	2	251,3	19	18	3	1
Julho.....	45,2	6	188,4	7	14	2	1
Agosto.....	81,6	9	191,0	5	13	10	2
Setembro.....	39,3	8	154,9	2	5	7	5
Outubro.....	101,2	14	160,7	1	3	14	8
Novembro.....	86,5	15	140,0	-	1	7	1
Dezembro.....	70,7	16	196,8	1	6	7	1
ANO.....	1 082,0	127	2 386,6	51	118	109	30

FONTE: Ministério da Agricultura - Serviço de Meteorologia - Ministério da Aeronáutica - Divisão de Meteorologia.

POLUIÇÃO DO AR

Estação Centro

Correlações entre o comportamento climatológico da GB e sua influência na poluição do ar.

M E S E S	Part. sedim. g/m ² /30 d.	Partículas em suspensão ₃ (microg)m			Sulfatação Total mg SO ₃ /100 cm ² /dia
		Média	Máxima	Mínima	
1967					
Janeiro					
Fevereiro					
Março					
Abril					
Maio	5,2				0,34
Junho	15,7				0,33
Julho	11,0				0,33
Agosto	10,7				0,38
Setembro	19,3				0,26
Outubro	14,3				0,22
Novembro	10,1				0,23
Dezembro	8,5				0,30
Média Anual	10,9				0,30
1968					
Janeiro	9,7				0,33
Fevereiro	6,6				0,28
Março	7,3				0,28
Abril	16,1				0,32
Maio	16,6				0,48
Junho	14,4				0,43
Julho	20,7				0,42
Agosto	13,3				0,27
Setembro	18,7				0,26
Outubro	8,5				0,23
Novembro	15,1				0,15
Dezembro	16,9				0,22
1969					
Janeiro	22,8				0,30
Fevereiro	23,1				0,24
Março	18,4				0,30
Abril	12,7				0,15
Maio	9,5				0,41
Junho	13,7				
Julho	8,3				0,34
Agosto	15,5				0,32
Setembro	6,9				0,39
Outubro	15,2				0,09
Novembro	10,7				0,28
Dezembro	10,6				0,28
Média Anual					0,18

ANO E MÊS	Part. sedim. g/m ² /30 d.	Partículas em suspensão (micrograma /m ³)			Sulfatação Total mg SO ₃ /100 cm ² /dia
		Mediã	Maxima	Minima	
1970					
Janeiro	14,7	111	215	67	0,30
Fevereiro	8,9	113	161	75	0,30
Março	11,7	134	276	106	0,26
Abril	13,5	122	169	75	0,34
Maió	11,9	183	198	172	0,73
Junho	14,8	199	168	133	0,51
Julho	13,9	54	162	18	0,31
Agosto	15,3	102	171	61	0,32
Setembro	17,2	88	103	76	0,24
Outubro	9,5	67	84	61	0,17
Novembro	7,9	69	90	45	0,21
Dezembro	12,0	84	100	70	0,29
Médiã Anual					
1971					
Janeiro	11,0	127	215	96	0,11
Fevereiro	16,8	110	408	35	0,28
Março	16,6	105	208	69	0,21
Abril	13,8	87	104	62	0,19
Maió	6,8	85	109	70	0,22
Junho	7,8	95	109	69	0,34
Julho	7,5	234	436	128	0,34
Agosto	12,2	284	561	97	0,27
Setembro	13,9	121	291	62	0,23
Outubro	14,7	84	106	62	0,31
Novembro	13,8	109	175	79	0,22
Dezembro	11,6	68	80	59	0,34
1972					
Janeiro	11,5	52	83	25	0,32
Fevereiro	15,0	81	98	59	0,28
Março	18,1	114	151	90	0,30
Abril	12,2	91	110	82	0,36
Maió	10,0	96	114	83	0,45
Junho	6,7	99	182	48	0,72
Julho	21,2	73	160	10	0,36
Agosto	21,0	104	135	85	0,20
Setembro	16,6	100	127	79	0,29
Outubro	19,0	80	172	51	0,38
Novembro	12,2	13	29	8	-
Dezembro	12,9	54	94	35	0,95

6. CORRELAÇÕES

Ao estudarmos o teor de poluição relacionado com o comportamento dos elementos meteorológicos dos anos 1967 a 1972 pudemos estabelecer algumas correlações, tais como:

6.1. No ano de 1967:

Os dados de que nos valemos somente principiaram a ser coletados em maio deste ano.

Os teores de poluição foram baixos no verão (novembro e dezembro). Já no inverno e primavera tivemos totais mais elevados.

A explicação deste teor mais baixo no verão pode ser atribuído à elevada pluviosidade de novembro a dezembro, acrescendo o fato dessas chuvas terem sido bem distribuídas. Contribuiu também o número pouco elevado de dias de calma nos meses de inverno. Também foi baixo o número de dias de nevoeiro e névoa seca. Infelizmente não obtivemos dados de inversões térmicas para esta época do ano.

De maio a outubro o teor dos poluentes apresentou-se mais elevado. Podemos em parte, atribuir o fato à elevada diminuição da pluviosidade, excessão feita a julho. Porém, este mês, embora tenha apresentado uma alta precipitação em relação aos demais meses desta época do ano, suas chuvas caíram concentradas em apenas 9 dias. Ocorreu, também, neste período o maior número de dias de nevoeiro e névoa seca, notando-se que, enquanto o número de dias de nevoeiro decrescem de maio a outubro, os de névoa seca aumentaram no mesmo período. O maior número de dias de névoa seca foi em agosto, coincidindo com o elevado número de horas de insolação.

O maior número de inversões de superfície foram assinaladas de maio a julho, coincidindo com as inversões de altitude. E foram esses meses também que apresentaram os teores de poluição mais elevados. De maio a agosto predominaram as calmarias.

Agosto, que apresentou o mais alto teor do ano de poluição em sulfatação, registrou a mais baixa pluviosidade do ano, bem como o número máximo de dias de névoa seca, coincidindo com elevado número de horas de insolação. Embora o número de inversões de superfície tenha sido baixo (fato explicável pela pouca pluviosidade e elevada insolação, que resultou na ausência de temperaturas baixas), o número

de inversões de altitude é relativamente elevado.

6.2. O ano de 1968

Destacaram-se, neste ano, como meses mais poluídos, os meses de maio, junho, setembro e novembro. Como verificamos, a época de estação fria apresentou, como em 1967, um índice de poluição mais elevado. Porém, foram bastante importantes, também, os índices de janeiro, embora normalmente o verão não assinala índices elevados.

Deve-se, talvez, um grau de poluição mais elevado em janeiro à baixa pluviosidade registrada no mês em relação à época do ano (66,3 mm), concentrada em menos da metade do mês (11 dias). As horas de insolação foram, portanto, elevadas e tivemos, também, um número razoável de dias de nevoeiro e névoa seca. Infelizmente não foram registrados dados de inversão. Houve predomínio de calmaria neste mês.

Maio, junho e setembro, além de terem sido os meses que apresentaram temperaturas mais baixas, registraram também baixa pluviosidade que, ademais, foi concentrada em poucos dias. Tivemos também elevado número de horas de insolação nos meses de maio a junho. E nestes dois meses foi igualmente elevado o número de dias de nevoeiro. Já os mais elevados números de dias de névoa seca registraram-se em maio, junho e setembro.

Quanto às inversões térmicas de superfície, temos os maiores índices nestes meses, com o máximo ocorrendo em setembro. O número de inversões de altitude não foi elevado. Em maio e junho predominaram as calmarias.

Novembro, que apresentou-se com alto índice de partículas sedimentáveis, registrou uma baixa precipitação mensal, principalmente para esta época do ano. Outro fato importante é a grande concentração desta pluviosidade. Foi elevado o número de horas de insolação, bem como o número de horas de nevoeiro e névoa seca.

Embora as inversões térmicas de superfície tenham sido reduzidíssimas em virtude das elevadas temperaturas, o número de inversões de altitude foi bem elevado. (Vide tabela 11).

Registrou-se uma predominância de ventos de SE com velocidade média de 3,9 mps.

Fevereiro, agosto e dezembro destacaram-se como os meses de mais baixa poluição. Fevereiro e dezembro apresentaram alto índice de pluviosidade, com chuvas bem distribuídas. Agosto, embora não tenha apresentado uma pluviosidade elevada, o seu índice de calmaria foi relativamente baixo, com predominância de ventos de sudeste com velocidade média de 4,5 mps, atuando como fator de dispersão de poluição.

Embora tenha sido elevada a insolação destes meses, fevereiro e dezembro apresentaram baixo índice de número de dias de névoa seca, com excessão de agosto, que apresenta um número mais elevado.

Não obtivemos dados de inversões térmicas de fevereiro. Em agosto é pequeno o número de inversões de superfície embora o de altitude seja elevado. Porém as inversões de altitude não são tão significativas para a poluição como as de superfície porque podem estar ligadas à entrada de massas polares com chuvas, o que não beneficiaria a poluição.

Não foram registradas inversões de superfície em dezembro e as de altitude resumem-se em apenas 7 dias. Em fevereiro e dezembro foi elevado o número de calmarias.

6.3. O ano de 1969

Os índices mais elevados de poluição do ano, de uma maneira geral, foram de abril a agosto, embora janeiro tenha se destacado também, porém em menor escala do que em 1968.

A poluição um pouco elevada em janeiro é difícil de ser explicada pela climatologia, uma vez que foi um dos mais chuvosos do ano e com chuvas bem distribuídas. O número de horas de insolação foi bem elevado, mas insignificante o índice de névoa seca, como também foi o de inversões de superfície. No entanto, o número de inversões de altitude foi elevado. Porém, como no ano anterior, elas não foram muito significativas para a poluição. Tendo sido um mês muito chuvoso, elas estariam associadas às entradas de massas polares, acompanhadas de chuvas. As mesmas características encontramos em abril.

Por outro lado, de maio a setembro, ocasião em que a poluição foi mais elevada, a pluviosidade decresceu bastante. Maio, que foi o mês mais seco, registrou apenas 8,9 mm de chuvas em 3 dias.

Os meses de maio e julho apresentaram elevado número de horas de insolação, bem como foi grande o número de dias de nevoeiro e névoa seca.

As inversões de superfície apresentaram-se em número elevado de junho a setembro. E nos meses de julho a agosto houve uma coincidência do elevado índice de inversões de superfície com as de altitude.

Outubro, apresentou-se como um dos meses de mais baixa poluição. Pode-se atribuir o fato à sua pluviosidade mensal, que embora não muito elevada, foi bem distribuída. O índice de insolação foi baixo e bem elevada sua nebulosidade. Foram numerosos os dias de névoa seca. Não houve registro de inversões de superfície, embora tenha sido elevado o número de dias de inversões de altitude.

6.4. O ano de 1970

A poluição do ar deste ano foi bastante elevada, o que se justifica por ter sido o ano mais seco dos 5 anos estudados. No inverno, principalmente, os teores de poluição apresentaram-se mais elevados do que os anteriores, em virtude das temperaturas relativamente baixas, elevado índice de névoa seca, bem como grande número de inversões de altitude neste período.

Neste ano, o mês mais poluído foi junho e que foi, justamente, o mês mais seco do ano, com elevado índice de névoa seca. O número de inversões de superfície foi relativamente elevado, como também foi registrada a maior percentagem de calmarias do ano, juntamente com o mês de maio.

Maio e agosto registraram elevados índices de poluição. Maio, além de apresentar baixa pluviosidade, registrou o índice máximo do ano em névoa seca e elevado número de dias de nevoeiro. Apresentou, também, o índice máximo do ano de inversões de superfície e um número elevado de inversões de altitude. Predominaram neste mês as calmarias.

Agosto, embora tenha registrado elevada pluviosidade mensal para a época do ano, nesta área, suas chuvas foram concentradas em apenas 8 dias. Portanto, apresentou elevado número de horas de insolação e elevado número de dias de névoa seca. O número de inversões de superfície e altitude apresentou-se elevado.

6.5. O ano de 1971

Foi um ano bastante chuvoso. E, mesmo nos meses de inverno, nos quais temos, normalmente, nesta área uma diminuição acentuada da pluviosidade em re

lação aos meses de verão, nos anos ditos normais, estes apresentaram-se com totais de precipitação mensal superiores aos dos outros anos estudados.

Daí, possivelmente, a explicação do fato dos meses da estação fria deste ano não terem apresentado os teores mais elevados de poluição do ano, com exceção de julho e agosto. Além disto, o inverno deste ano não apresentou temperaturas baixas.

Destacaram-se, neste ano, como meses de maior poluição os de fevereiro e julho.

O mês de fevereiro, apesar do seu total pluviométrico ter sido bem e levado, suas chuvas concentraram-se em apenas 4 dias, caindo em 24 horas 50% do total mensal. Foi bem elevado o seu número de horas de insolação, bem como o número de dias de névoa seca, sendo mesmo, um dos mais altos do ano.

Julho registrou a mais baixa precipitação do ano com apenas 13,4 mm, ocorridos em 3 dias. Também foi elevado o número de horas de insolação e de dias de névoa seca.

6.6. O ano de 1972

Como na quase totalidade dos anos estudados, os meses mais frios do ano registraram índices de poluição mais elevados, tendo se destacado os meses de junho e julho.

No verão, embora bastante chuvoso, os meses de março e outubro apresentaram uma poluição elevada.

De uma maneira geral a poluição elevou-se de maio a agosto, meses de menor pluviosidade e chuvas concentradas em poucos dias. Foi elevado o número de inversões térmicas noturnas, embora as de altitude fossem bem reduzidas. Quanto às inversões térmicas diurnas de superfície, também apresentaram-se mais elevadas neste período, alcançando o índice máximo em junho. Já as de altitude foram elevadas apenas em maio e agosto.

Junho foi o mês mais seco do ano, com baixíssimas precipitações, concentradas em apenas dois dias. O número de horas de insolação foi elevado, bem como o de inversões de superfície, tanto diurnas como noturnas, cujo número foi o mais elevado do ano.

Julho apresentou-se com pouca pluviosidade (embora bastante superior

a de junho) e concentrada em apenas seis dias. O número de inversões térmicas de superfície diurnas não foi grande, porém as noturnas foram elevadas. As inversões de altitude, tanto diurnas, como noturnas, foram bem reduzidas.

Março e outubro também apresentaram índices significativos de poluição, apesar de seus totais pluviométricos terem sido mais elevados do que os dos outros meses desta época do ano. Porém, em março, apesar de apresentar alta pluviosidade, esta se concentrou em apenas 9 dias e em outubro choveu apenas 14 dias. O número de horas de insolação de março foi bastante elevado. Infelizmente, não conseguimos obter dados de nevoeiro, névoa seca e ventos para este ano.

Quanto às inversões térmicas, em março, foi elevado o número de inversões de superfície noturnas e as de altitude diurnas. Em outubro, apenas as inversões térmicas de altitude diurnas foram numerosas.

7. CONCLUSÕES

As correlações que procuramos estabelecer entre o comportamento dos elementos climatológicos e a poluição atmosférica na cidade do Rio de Janeiro possibilita-nos aventar algumas conclusões sobre o assunto.

Assim, temos que contribuem para o aumento da poluição do ar a baixa pluviosidade ou sua queda concentrada, quando elevada, a predominância de calmarias e o grande número de inversões térmicas de superfície. As inversões de altitude não são, no caso, tão importantes como as que ocorrem em superfície, pois podem resultar da entrada de massas polares acompanhadas de chuvas. Neste caso, ao contrário das inversões de superfície, elas se associam às situações meteorológicas favoráveis à diminuição da poluição do ar.

Pode-se concluir, também, que nos meses frios normalmente a poluição atmosférica aumenta, conjugando-se vários fatores determinantes desse comportamento, como, por exemplo, as baixas temperaturas e as inversões térmicas frequentes.

Outra conclusão que se nos ofereceu é a de que mereceria um estudo, à parte e detalhado, a correlação do número de horas de insolação coincidindo com o número, também elevado de dias de névoa seca, justamente nas épocas de ma -

ior poluição. Este estudo seria de grande importância para se verificar se as formações de névoa seca seriam um fenômeno fotoquímico, como ocorre em Los Angeles.

Por outro lado, com vistas aos objetivos deste estudo e outros da mesma natureza, impõe-se suprir a carência de alguns elementos básicos de natureza meteorológica, os quais possibilitariam análises mais amplas do problema. Um número maior de postos meteorológicos, devidamente equipados, é uma necessidade a ser atendida, pois constatamos que eles estão ausentes nas áreas de poluição mais elevada. Afinal, seria da maior conveniência que se complementasse o equipamento dos postos já existentes, a fim de se eliminar a carência de determinados dados, ou falhas de sequência no tempo para que não impliquem em deficiência nas conclusões dos pesquisadores.

Ao lado da superação das dificuldades de ordem técnica para a elaboração de estudos de alta relevância no combate e prevenção da poluição, seria de grande utilidade uma maior e melhor divulgação do problema, a fim de que o desenvolvimento urbano e industrial o considere devidamente, ao invés de agravá-lo, como tem ocorrido.

A criação de áreas verdes é outra sugestão a ser acolhida. Elas se encontram totalmente ausentes principalmente nas áreas de maior poluição no Rio de Janeiro. As áreas verdes, além de amenizarem a poluição atmosférica, poderiam, em certos casos, como nos bairros industrializados ao longo da Avenida Brasil, amenizar igualmente as elevadas temperaturas aí registradas.

A criação de áreas verdes tem um grande papel a desempenhar no combate à poluição atmosférica, pois, segundo Edmundo Rey Riveros, Presidente da "Associação Peruana de Defesa Contra a Contaminação e Envenenamento Ambiental", "cada árvore que se planta tem a capacidade de consumir uma tonelada e meia de anidrido de carbono e devolve à atmosfera uma tonelada de ar puro".

BIBLIOGRAFIA

- AYLESWORTH, Thomas G. Pólução do ar e da água. Rio de Janeiro, O Cruzeiro, 1968. 135 p.
- BENOLIEL, Jom Tob Azulay et alii. Seminário latino-americano de poluição do ar. Rio de Janeiro, SURSAN, 1968. 161 p.
- BERNARDES, Lyzia Maria Cavalcanti. Expansão do espaço urbano no Rio de Janeiro. In: Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, 23 (3): 495-525, jul./ago. 1961.
- BRATLE, Victória Valli et alii. Efeitos da poluição atmosférica sobre a visibilidade na cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, SURSAN, 1969. 22 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Escritório de Meteorologia. Biblioteca. Bibliografia sobre poluição atmosférica 1965-1970. Rio de Janeiro, 1971. 26 p.
- CHAMBERS, Leslie A. Classification and extent of air pollution problems. In: STERN, Arthur C., ed. Air pollution. 2. ed. New York, Academic Press, 1968. v. 2, p. 1-21.
- GALLEGO, Lucy Pinto. O Sudeste: O clima tropical de altitude. A natureza e a orientação das massas de ar. In: Curso para professores, Rio de Janeiro, Fundação IBGE, jul. 1970, p. 32-6.
- _____. Os tipos de tempo e a poluição atmosférica no Rio de Janeiro (1968-1969). Rio de Janeiro [s. ed.] 1969. Tese
- GUANABARA. Departamento de Expansão Econômica. Secretaria de Economia. Mapa econômico da Guanabara. Rio de Janeiro, 1969.
- GUANABARA. Instituto de Engenharia Sanitária. Curso de noções gerais sobre poluição atmosférica. Rio de Janeiro, 1966. 1 v.
- GUERRA, Antonio Teixeira. Paisagens físicas da Guanabara. In: Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, 27 (4): 539-68, out./dez. 1965.

- HAAGEN, Smith A. J. & WAYNE, Lowell G. Atmospheric reactions and scavenging processes. In: STERN, Arthur C., ed. Air pollution. 2. ed. New York, Academic Press, 1968. v. 1, p. 149-86.
- HAMBLIN, Lynette. Poluição, a crise mundial. Rio de Janeiro, Cia. Ed. Americana, 1973. 149 p.
- HILST, Glenn R. Meteorological management of air pollution. In: STERN, Arthur C., ed. Air pollution. 2. ed. New York, Academic Press, 1968. v. 1, p. 321-47.
- LAURENCE, E. N. An indicator of surface wind directions potentially favorable for atmospheric pollution. In: Meteorological Magazine, 95 (1129): 241-48, 1966.
- LEA, Duane A. Vertical ozone distribution in the lower troposphere near an urban pollution complex. In: Journal of applied Meteorology, 7 (2):252-67, 1968.
- LUDWIG, J. H. Meteorology program of the National Center for air pollution. In: Bulletin of the American Meteorological Society, 49 (8): 823-29, 1968.
- MEETRAM, A. R. Atmospheric pollution: its origins and prevention. New York, Ter-gamon Press Book, 1964. 301 p.
- MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Da necessidade de um caráter genético à classificação climática. In: Revista Geográfica. Rio de Janeiro, 31 (57): 29-44, 1962.
- NEIBURGER, M. Diffusion and air pollution. In: Bulletin of the American Meteorological Society, 46 (3): 131-34, March 1965.
- ORGANIZAÇÃO METEOROLÓGICA MUNDIAL. Meteorological aspects of air pollution. Technical Note, 1970. 106 p.
- OVERLAGE, Paul. Ecologia humana; a tragédia da poluição. Petropolis, Vozes, 1971. 85 p.

PEDELABORDE, P. Introduction à l'étude scientifique du climat. Paris, Centre de Documentation Cartographique de l'Institut de Géographie de la Sorbonne |s.d| 2 tomes.

PINTO, Maria Novais. A cidade do Rio de Janeiro. In: Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro, 27 (2): 191-231, abr./jun. 1965.

SERRA, Adalberto & RATHSBONNE, Leandro. Massas de ar na América do Sul. Rio de Janeiro, Serv. de Meteorologia do Ministério da Agricultura, 1942.

TEBBENS, Bernard D. Gaseous pollutants in the air. In: STERN, Arthur C., ed. Air pollution. 2. ed. New York, Academic Press, v. 2, p. 23-46.

VITTORI, Ottavio & MONDRIOLO, P. Leaded particles in urban areas. In: Journal de Recherches Atmospheriques. Clermont-Ferrand, 4:457-62, out./drc. 1966.

