

C. MACHER

SEMINÁRIO

SOBRE



CONTROLE DE POLUIÇÃO
DAS ÁGUAS E DO AR

CURITIBA

27 a 29 de SETEMBRO de 1972

Trabalhos apresentados

S. V. O. P.
D. A. E. E.
OPS / OMS

SEMINÁRIO SOBRE CONTROLE DE POLUIÇÃO DAS ÁGUAS E DO AR

COORDENAÇÃO GERAL

COORDENAÇÃO LOCAL:-

ENGº. CLÁUDIO H. OLIVEIRA ARAUJO
ENGº. MOZART CORREIA DE SOUZA PINTO

COORDENAÇÃO INTERNACIONAL:-

ENGº. CEZAR MACHER
ENGº. LUIS PEREIRA DA SILVA

ASSISTENTE DA COORDENAÇÃO LOCAL:-

ENGº. JOÃO HERNANI DA SILVA PEREIRA

SECRETARIA GERAL:-

CHEFE:- CELSO TEIXEIRA NOGUEIRA
AUXILIARES:- D. EUNICE DE SOUZA e
JOÃO ANTONIO ANDRETTA

SEMINÁRIO SOBRE

CONTROLE DE POLUIÇÃO DAS ÁGUAS E DO AR

PATROCÍNIO:-

SECRETARIA DE VIAÇÃO E OBRAS PÚBLICAS DO ESTADO DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA

COLABORAÇÃO:-

ORGANIZAÇÃO PAN AMERICANA DA SAÚDE
ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE

- SEMINÁRIO SOBRE CONTROLE DE POLUIÇÃO DAS ÁGUAS E DO AR

- Relatório Final e Recomendações

- Curitiba, 27 a 29 de setembro de 1.972

Realizou-se em Curitiba, nos dias 27, 28 e 29 de setembro de 1.972, o SEMINÁRIO SOBRE CONTROLE DE POLUIÇÃO DAS ÁGUAS E DO AR, sob o patrocínio da Secretaria de Viação e Obras Públicas e do Departamento de Águas e Energia Elétrica, e com a colaboração da Organização Pan Americana da Saúde e Organização Mundial da Saúde.

Os objetivos do Seminário estavam assim definidos:

- A.- Desenvolver uma mentalidade principalmente preventiva nos setores Públicos, Industriais e da Comunidade em geral, sobre as consequências decorrentes da Poluição Ambiental.
- B.- Divulgar a Tecnologia do Tratamento de Resíduos.
- C.- Appreciar os aspectos técnicos, legais e institucionais inerentes à proteção do Meio Ambiente, especialmente das águas e do ar, visando o estabelecimento de mecanismos de controle de poluição adequados, face ao crescente desenvolvimento urbano e industrial.

A sessão de abertura foi presidida pelo Engº. OSIRIS STENGHEL GUIMARÃES, Secretário de Estado dos Negócios de Viação e Obras Públicas, que representou o Excelentíssimo Senhor Governador do Estado, constituindo a mesa mais as seguintes autoridades: Engº. CLÁUDIO H. OLIVEIRA - ARAUJO, Diretor do DAEE; Dr. ANTONIO THEOLINDO TREVISAN, Diretor Regional do SENAI, Engº. FRANCISCO BORSARI NETTO, representante da Assembleia Legislativa do Paraná, Engº. ADHAIL SPRENGER PASSOS, representante da Câmara Municipal de Curitiba, Com. AYRTON BITTENCOURT, Capitão dos Portos do Paraná, e representante do Diretor de Portos e Costas da Marinha, Dr. JOSÉ LACERDA, Presidente em Exercício da Federação das Indústrias do Estado do Paraná, Engºs. CEZAR MACHER e LUIS PEREIRA DA SILVA, da Organização Pan Americana da Saúde e Organização Mundial da Saúde OPS/OMS, Engº. FRANCISCO BRAZ BENTAGNOLI JUNIOR, representante da Federação da Agricultura do Estado do Paraná, Engº. SOLON RODRIGUES, representando a Secretaria da Agricultura, Engº. ALUIZIO MAIA, do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica, o médico PAULINO KOTAKA, representando o Excelentíssimo Senhor Secretário da Saúde Pública e Engº. MUNIR SAAB, Presidente da Companhia de Saneamento do Paraná " SANEPAR ".

A seguir foram iniciadas as conferências, tendo cada tema um Presidente de Mesa.

No dia 29 reuniram-se os grupos de trabalho, para estudo dos problemas apresentados.

De acordo com o estabelecido, todas as conclusões dos grupos de trabalho, inclusive de cada sub-grupo depois de aprovada pelo grupo, foram levadas a plenário para as recomendações finais.

A sessão plenária teve a dirigi-la o Engº. LUIS PEREIRA DA SILVA e mais o Engº. CLÁUDIO H. OLIVEIRA ARAUJO, Engº. JOÃO HERMANI DA SILVA PEREIRA, Relator e CASIMIRO POPINIGIS FILHO, Secretário.

A sessão de encerramento foi presidida pelo Secretário de Estado dos Negócios do Trabalho e Assistência Social, Sr. OSMÁRIO ZILLI, representando o Excelentíssimo Senhor Governador do Estado e o Excelentíssimo Senhor Secretário de Estado dos Negócios de Viação e Obras Públicas, tendo a mesa mais o Engº. CLÁUDIO H. OLIVEIRA ARAUJO, Deputado FRANCISCO BORSARI NETTO, Professor ADHAIL SPRENGER PASSOS, Engºs, CEZAR MACHER e LUIS PEREIRA DA SILVA.

Os objetivos foram plenamente alcançados, devido não só a experiência dos conferencistas e elevado nível técnico dos trabalhos apresentados, como também ao grande interesse e apoio que o evento teve por parte dos órgãos oficiais e entidades privadas relacionadas com o setor, conforme ficou patenteado em sua participação ativa nos trabalhos e nos debates, enriquecendo o Seminário com suas valiosas experiências.

O alto interesse despertado pelo conclave ficou também evidenciado pela magnífica frequência a todas as reuniões, conferências e sessões de trabalho.

Os trabalhos apresentados, de acordo com o temário e o regulamento do Seminário previamente estabelecidos, foram os seguintes:

TEMA 1 - O PROBLEMA DA POLUIÇÃO AMBIENTAL

1.1 - POLUIÇÃO DAS ÁGUAS

Conferencista - CARLOS CELSO DO AMARAL E SILVA, Engenheiro Químico e Sanitarista, Professor da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, Diretor da Divisão de Estudos e Pesquisas do Centro Tecnológico de Saneamento Básico " CETESB " - São Paulo.

1.2 - CONTAMINACION DEL AIRE, EFECTOS SOBRE LA COMUNIDAD: ASPECTOS ECONOMICOS, SOCIALES Y DE SALUD

Conferencista - INGE CEZAR MACHER, Consultor da Organização Pan Americana da Saúde / Organização Mundial da Saúde.

1.3 - A POLUIÇÃO E O DESENVOLVIMENTO URBANO E INDUSTRIAL NO ESTADO DO PARANÁ

Conferencistas - NICOLAU IMTHON KLUPPEL, Engenheiro Civil, Chefe do Setor de Integração Administrativa, da Supervisão de Implantação, do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba " IPPUC " e FERNANDO C. DE ALMEIDA REIS, Engenheiro Civil, Professor Regente de Obras Hidráulicas da Faculdade de Engenharia da Universidade Federal do Paraná, Engenheiro do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba - " IPPUC ",

NELSON BARAÚNA MOREIRA, Engenheiro Civil, Engenheiro do Departamento de Edificações e Obras Especiais, Chefe do Serviço de Higiene e Segurança Industrial, da Federação das Indústrias do Estado do Paraná.

TEMA 2 - TÉCNICAS DE TRATAMENTO E EQUIPAMENTOS DE CONTROLE DA POLUIÇÃO

2.1 - TRATAMENTO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS

Conferencista - PEDRO NELSON FRANCO, Engenheiro Civil, Professor Assistente da Cadeira de Saneamento da Faculdade de Engenharia da Universidade do Paraná e Assessor da Presidência da Companhia de Saneamento do Paraná " SANEPAR ".

2.2 - TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS INDUSTRIAIS

Conferencista - MAX LOTHAR HESS, Engenheiro Civil e Químico, Fundador e Diretor da " PLANIDRO " ENGENHEIROS CONSULTORES S.A., Membro do Comitê Técnico de Controle de Poluição das Águas do Estado de São Paulo.

2.3 - EQUIPAMENTOS DE CONTROLE PARA MATERIAL PARTICULADO, GASES E VAPORES

Conferencista - ARMANDO LUIZ DE SOUZA MESQUITA, Engenheiro, Diretor DOP da Superintendência de Saneamento Ambiental " SUSAM " - São Paulo, representado pelo Engenheiro JOÃO VICENTE ASSUNÇÃO.

TEMA 3 - PROGRAMA DE CONTROLE DA POLUIÇÃO DAS ÁGUAS E DO AR E SUA ADMINISTRAÇÃO

3.1 - PROTEÇÃO DO AR CONTRA A POLUIÇÃO

Conferencista - FERNANDO DE ARAUJO GUIMARÃES, Engenheiro e Diretor da Diretoria de Controle da Poluição do Ar, da Superintendência de Saneamento Ambiental " SUSAM ".

3.2 - PROTEÇÃO DAS ÁGUAS CONTRA A POLUIÇÃO

Conferencistas - CAMAL ABDON SALOMÃO RAMEH, Engenheiro - Civil e Sanitarista, Diretor da Diretoria de Controle da Poluição das Águas, do Fomento Estadual de Saneamento Básico " FESB " - São Paulo.

REGINALDO A. DE QUEIROZ FERREIRA, Arquiteto, Respondendo pela Chefia do Serviço de Despejos Industriais do Instituto de Engenharia Sanitária da Guanabara.

3.3 - PLANEJAMENTO TERRITORIAL E A PROBLEMÁTICA DA POLUIÇÃO AMBIENTAL

Conferencista - UBALDO CARPIGIANI, Arquiteto, da Faculdade de de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

À apresentação dos temas seguiu-se a constituição de 3 grupos de Trabalho que, após o estudo e discussão dos assuntos do temário, prepararam recomendações que foram seguidamente levadas ao Plenário.

Na Sessão Plenária final que teve lugar no dia 29, no salão de reuniões do SENAI, foram aprovadas as seguintes

R E C O M E N D A Ç Õ E S :

Recomenda-se ao Poder Central a promulgação de legislação sobre a defesa contra a poluição ambiental e a criação de um órgão normativo de âmbito nacional.

Recomenda-se aos Governos Estaduais que se estructure uma organização de controle da poluição ambiental dotada de meios técnicos, administrativos e legais adequados à sua efetivação e ainda que se institua, em nível estadual, o estudo do problema da poluição. O órgão a estruturar deverá contar com os recursos humanos, materiais e financeiros, bem como com o poder legal necessário a uma atuação efetiva de caráter preventivo e corretivo da poluição ambiental, considerando, de preferência, os problemas de forma integrada.

Recomenda-se que no equacionamento dos problemas de meio ambiente participem todos os setores especializados interessados e que seja amplamente utilizada a análise de sistemas como metodologia integradora.

Recomenda-se que os estudos, especialmente os que visem o levantamento das fontes de poluição hídrica e o grau de abatimento necessário, o planejamento e o controle da poluição das águas, sejam feitos com base no território dividido em bacias hidrográficas, no seu todo, independentemente dos limites político-administrativos. A bacia hidrográfica deverá ser considerada como unidade fundamental de planejamento, compatibilizados os usos múltiplos dos respectivos recursos hídricos.

Recomenda-se que os órgãos de defesa ou de controle da poluição estabeleçam programas com objetivos bem definidos, metas quantificadas e indicadores adequados a avaliação do desenvolvimento dos programas.

Recomenda-se aos órgãos de Saneamento que dinamizem os planos de implantação de sistemas de esgotos sanitários, devido a grande defasagem, já existente, dos esgotos em relação ao abastecimento de água, e ao plano de expansão destes últimos serviços, com o apoio financeiro do " BNH ", bem como as vantagens do equacionamento paralelo de ambos os serviços. Sendo os esgotos sanitários responsáveis por parcela importante da poluição das águas interiores e costeiras, deverá dar-se a devida atenção à qualidade dos efluentes, em relação com as águas receptoras, utilizando na maior escala os processos econômicos de depuração.

Recomenda-se que nos programas de controle da poluição das águas sejam objeto de atenção especial as águas receptoras de esgotos urbanos de comunidades onde se verifiquem casos autóctones de esquistossomose e que sejam utilizadas em sistema de irrigação.

Recomenda-se ao Ministério da Saúde, que estude o Problema das forças de trabalhadores migrantes, portadores de esquistossomose, e tome medidas adequadas não só para a recuperação dos doentes e da capacidade produtiva da mão de obra, como também, para evitar a disseminação da enfermidade em novas áreas. A execução de medidas preventivas e defensivas na luta contra a esquistossomose deverá constituir problema global dos Governos e não apenas se restringir ao âmbito administrativo de setores isolados.

Recomenda-se que seja estudado o grau de poluição das zonas costeiras balneares, próximas das embocaduras de rios receptores de esgotos, e também, quando se justifique, dos portos e do mar, visando medidas de proteção adequadas.

Recomenda-se que o acervo patrimonial e o fundo financeiro da Comissão Interestadual da Bacia Paraná Uruguai " CIBPU " ora em fase de extinção, sejam transferidos a um futuro organismo de proteção ambiental.

Recomenda-se aos Centros e Federações de Indústrias do País que procurem, com o auxílio de órgãos de assistência, efetuar o levantamento dos custos de construção e de operação de estações de tratamento de resíduos industriais, já existentes no País, a fim de que possam servir de subsídios para a orientação das autoridades sanitárias e das próprias indústrias.

Recomenda-se aos organismos de controle de Poluição do Ar que façam uma ampla divulgação, junto às indústrias poluidoras e às federações, dos equipamentos nacionais e estrangeiros de comprovada eficiência no controle de emissões de material particulado, gases e vapores.

Recomenda-se ao Banco Nacional de Habitação que estude a possibilidade de estabelecer um sistema de financiamento, a longo prazo, às indústrias, para instalações e equipamentos de tratamento de resíduos, quando em conformidade com o estudo hidro-sanitário da bacia hidrográfica e as recomendações técnicas do órgão estadual de controle da Poluição.

Recomenda-se aos Governos que estudem a possibilidade de oferecer incentivos, que considerem adequados, para auxiliar o financiamento de instalações de controle da contaminação das águas e do ar.

Recomenda-se ao Ministério da Educação e Cultura que sejam enfatizados o ensino e a pesquisa na área da Ecologia " sensu latu " em todos os currículos, tanto do ensino médio como do ensino universitário.

Recomenda-se que as universidades brasileiras colaborem com as instituições e com as comunidades na proteção do ambiente, desenvolvendo, na medida do possível, programas de levantamentos, estudos e pesquisas, para melhor conhecimento dos problemas e sua solução.

Recomenda-se que sejam enviadas congratulações à equipe produtora da mensagem " POVO DESENVOLVIDO É POVO LIMPO " enfatizando que este programa seja intensificado.

Recomenda-se a continuidade de Seminários semelhantes a este, com programas anuais pré-estabelecidos e sob a coordenação da Organização Pan Americana da Saúde - Organização Mundial da Saúde "OPS/OMS", visando o maior intercâmbio de conhecimentos técnicos.

Recomenda-se que sejam encaminhados Votos de Louvor ao Governador do Estado do Paraná, através a Secretaria de Estado dos Negócios de Viação e Obras Públicas, a seu Departamento de Águas e Energia Elétrica, e a Organização Pan Americana da Saúde - Organização Mundial da Saúde " OPS/OMS ", pela realização do importante conclave.

Recomenda-se que as resoluções aqui apresentadas e aprovadas sejam encaminhadas às autoridades federais, estaduais e municipais, bem como aos órgãos relacionados com o problema da Poluição Ambiental, para que sejam tomadas as providências cabíveis.

Ao concluirmos esta exposição sobre o " SEMINÁRIO SOBRE CONTROLE DE POLUIÇÃO DAS ÁGUAS E DO AR ", não poderíamos deixar de externar os nossos agradecimentos à todos os que trabalharam para o sucesso da reunião, e em especial aos Consultores da Organização Pan Americana da Saúde - Organização Mundial da Saúde, Engenheiros CEZAR MACHER e LUIS PEREIRA DA SILVA, pelo muito que nos auxiliaram com sua técnica e comprovada experiência, e também ao Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial " SENAI ", pelas facilidades concedidas, ao Centro Tecnológico de Saneamento Básico " CETESB ", a Superintendência de Saneamento Ambiental " SUSAM ", ao Fomento Estadual de Saneamento Básico " FESB ", ao Instituto de Engenharia Sanitária " IES ", a Faculdade de Higiene e Saúde Pública de São Paulo " FHSPP ", a Universidade Federal do Paraná " UFP ", a Companhia de Saneamento do Paraná " SANEPAR ", a Federação das Indústrias do Estado do Paraná " FIEP " ao Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba " IPPUC " e a " PLANIDRO " ENGENHEIROS CONSULTORES S.A., que colocaram a disposição dos Organizadores e do Seminário os seus técnicos e suas valiosas experiências.

SEMINÁRIO SOBRE O CONTROLE DE POLUIÇÃO DAS ÁGUAS E DO AR

COORDENADORES LOCAIS:.....

ENGº CLÁUDIO H. OLIVEIRA ARAÚJO
ENGº MOZART CORREIA DE SOUZA PINTO

COORDENADORES INTERNACIONAIS: ...

ENGº CEZAR MACHER
ENGº LUIZ PEREIRA DA SILVA

-- RELAÇÃO DOS PARTICIPANTES --

ADILIO SANTOS BRAGANÇA DE AZEVEDO

Engenheiro Químico

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE MARINGÁ " CODEMAR "

Avenida Getúlio Vargas, 252

Telefone: 2-4083

MARINGÁ = PARANÁ:--

ADHAIL SPRENGER PASSOS

Engenheiro Civil -- Professor Universitário --

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

Rua Hildebrando de Araujo, 589

Telefone: 23-7249

CURITIBA = PARANÁ:--

ADOLFO CANTERGI

Engenheiro

COMPANHIA RIO GRANDENSE DE SANEAMENTO

PORTO ALEGRE = RS:--

AFRANIO SALLES DE SOUZA

Engenheiro

CENTRO INDUSTRIAL DE ARATU

SINDES FILHO = BA:--

AGOSTINHO SALDANHA DE LOYOLA

Médico Sanitarista

SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DE SAÚDE PÚBLICA

Avonida Nossa Senhora Aparecida, 3230

Telefone: 22-3330

CURITIBA = PARANÁ:--

AIRTON S. BITTENCURT

Capitão dos Portos do Paraná

DIRETORIA DE PORTOS E COSTAS

Rue Manoel Bonifácio, 77

Telefone: 22-0080

PARANAGUÁ = PARANÁ:--

AKIO MATSUMOTO

Estudante de Engenharia Química

Rua Luiz Leão, 1

Telefone: 22-4911

CURITIBA = PARANÁ:--

ALBERTO NORIO IMAI

Estudante de Engenharia Química
CURITIBA = PARANÁ:--

ALCIDES ALVES DA SILVA

Hidrologista
DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA
Rua Chaves Pinheiro, 103 -- ZC -- 16
RIO DE JANEIRO = GB:--

ALDOLINO ZERMIANI

Estudante (Curso de Licenciatura em Química)
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA DO PARANÁ
Rua Cel. Luiz José dos Santos, 2928
CURITIBA = PARANÁ:--

ALFRED E. WILLIAMSON

Engenheiro
UNITED STATES AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT " USAID "
Rua Melvin Jones, 5
RIO DE JANEIRO = GB:--

ALIR DÓRIA

Engenheiro
ENGENHARIA E SANEAMENTO LTDA " TECNOSAN "
Avenida Brigadeiro Luiz Antonio, 2050 -- Conjunto 22 -- 2º andar --
Telefone: 35-8683
SÃO PAULO = SP:--

ALPHA DA ROSA TEIXEIRA

Engenheiro Químico
DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO "DMAE"
Avenida Cel. Lucas de Oliveira, 2465 --
Telefone: 23-1672
PORTO ALEGRE = RS:--

ALFREDO CESTARI

Engenheiro
DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO "DMAE"
Rua Vicente da Fontoura, 578 --
Telefone: 23--5886
PORTO ALEGRE = RS:--

ALTHAYR LUCCHESI RIBAS

Inspector de Saneamento
SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DE SAÚDE PÚBLICA
Rua Ildafonso Stokeller Franca, 36
Telefone: 24-7175
CURITIBA = PARANÁ:--

AMADEU JOSÉ ROMANELLI

Engenheiro
ENGENHARIA DE TRATAMENTO DE ÁGUAS LTDA
Rua Camões, 478 --
Telefone: 24-9965
CURITIBA = PARANÁ:--

ANTONIO ANIDAL GALVÃO DOS SANTOS

Estudante de Química
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA
Rua Luiz Leão, 1 -- Apartamento 339 --
Telefone: 22-4911
Caixa Postal: 1113
CURITIBA = PARANÁ:--

AUGUSTO SCHUNEMANN NETO

2º DISTRITO DO DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA
" DNAEE " -- MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA --
Avenida 7 de Setembro, 3841 --
Telefone: 22-5446
Caixa Postal: 895
CURITIBA = PARANÁ:--

CAMAL A. S. RAMEH

Engenheiro
FUMENTO ESTADUAL DO SANEAMENTO BÁSICO " FESB "
Rua Professor Frederico Hermann Junior, 465 -- Alto Pinheiros --
Telefone: 286-8406
SÃO PAULO = SP:--

CARLOS ALBERTO PINTO MONTENEGRO

Engenheiro
GRUPO DE CIMENTO PARAÍSO -- CIA. DE CIMENTO PORTLAND GOIÁS
Rua 4, 417
Telefone: 2-0486
GOIÂNIA = GO:--

CARLOS CELSO DO AMARAL E SILVA

Engenheiro
CENTRO TECNOLÓGICO DO SANEAMENTO BÁSICO " CETESB "
Rua Professor Frederico Hermann Junior, 465 -- Alto Pinheiros --
Telefone: 286-8406
SÃO PAULO = SP:--

CARLOS GUILLEN

Engenheiro
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO "DNOS"
Rua José Vorissimo, 420 -- Taruma --
Telefone: 24-3722
CURITIBA = PARANÁ:--

CASIMIRO POPINIGIS FILHO
Funcionário Público Estadual
Rua Visconde de Nacar, 887
CURITIBA = PARANÁ:--

CELSO DE FREITAS GARCIA

Engenheiro Químico
INSTITUTO DE BIOLOGIA E PESQUISAS TECNOLÓGICAS " IBPT "
Rua dos Funcionários, s/nº.
Telefone: 24-7911
CURITIBA = PARANÁ:--

CELSD TEIXEIRA NOGUEIRA

Funcionário Público Estadual
DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA
Travessa A, 33 -- Boqueirão --
CURITIBA = PARANÁ:--

CESAR EDGAR CUNIGLIARO

Engenheiro
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO " DNOS "
Rua Acyr Guimaraes, 220
Telefone: 24-2722
CURITIBA = PARANÁ:--

CEZAR MACHER

Engenheiro
SUPERINTENDÊNCIA DO SANEAMENTO AMBIENTAL " SUSAM "
Telefone: 278 -1753
Caixa Postal: 2543
SÃO PAULO = SP:--

CLAUDIO BORN

Estudante Engenharia Química
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA
Rua Mateus Leme, 2467
Telefone: 24-5057
CURITIBA = PARANÁ:--

CLAUDIO H. OLIVEIRA ARAUJO

Engenheiro Civil
DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA
Rua Santo Antonio, 239 --
Telefone: 24-1864
CURITIBA = PARANÁ:--

CLION DÓRIA

Engenheiro
ENGENHARIA DE SANEAMENTO E PLANEJAMENTO LTDA " TECNOPAR "
Rua Mal. Floriano Peixoto, 228 -- 12º andar
Telefone: 24-4856
CURITIBA = PARANÁ:--

CELSD FERNANDO AZAMBUJA GOMES CARNEIRO

Estudante de Engenharia Civil
FACULDADE DE ENGENHARIA
Rua Cruz Machado, 311 - Apartamento 703
CURITIBA = PARANÁ:--

CLOVIS MARTINS FERREIRA

Engenheiro
CONSELHO FEDERAL DE QUÍMICA
Avenida Nilo Peganha, 50 - Grupo 901 - Ed. Rodolfo de Paoli -
Rua Santos, 558 -
Telefone: 2-3206
LONDRIANA = PARANÁ:--

EIKO NAKAGAWA

Professor Auxiliar Universitário
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA
Rua Santos, 558 --
Telefone: 2-3206
LONDRINA = PARANÁ:--

ELIEZER ANDRETTA

Engenheiro Civil
DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA
Avenida Água Verde, 50
Telefone: 22-2527
CURITIBA = PARANÁ

ELSON GARCIA

Engenheiro
PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. " PETROBRÁS "
Rua Mal. Deodoro, 220 -- 5ª andar --
Telefone: 24-9211
CURITIBA = PARANÁ:--

ENÉAS JEREMIAS DE QUEIROZ

INDÚSTRIAS QUÍMICAS CARBOMAFRA S. A.
Rua Mal. Floriano Peixoto, 2684
Telefone: 24-2234
Caixa Postal: 6208
CURITIBA = PARANÁ:--

ERNO BERGESH

Engenheiro
SUPERINTENDÊNCIA DA INDUSTRIALIZAÇÃO DO XISTO -- PETROBRÁS --
Rua Ébano Pereira, 11 -- 18ª andar --
Telefone: 23-7694
CURITIBA = PARANÁ:--

ESTEFANO MIKOSZ

Coronel
ENGENHARIA DE SANEAMENTO E PLANEJAMENTO LTDA " TECNOPAR "
Rua Mal. Floriano Peixoto, 228 -- 12ª andar --
Telefone: 24-4856
CURITIBA = PARANÁ:--

ESPEDITO FAUSTO DACHEUX PAREIRA

Engenheiro
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO " DNOS "
Rua Padre Germano Mayer, 1565
Telefone: 24-2527
CURITIBA = PARANÁ:--

FELIPE FERNANDES AZEVEDO

Professor
INSTITUTO DE DEFESA DO PATRIMÔNIO NATURAL
Rua Professor Nivaldo Braga, 1225 -- Capão da Imbuia --
Telefone: 22-2902
CURITIBA = PARANÁ:--

FERNANDO C. A. REIS

Engenheiro
INSTITUTO DE PESQUISAS E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA " IPPUC "
Rua Dom Jesus, 669 - Juveve -
Telefone: 3844
CURITIBA = PARANÁ:--

FERNANDO GUIMARÃES

Engenheiro
SUPERINTENDÊNCIA DO SANEAMENTO AMBIENTAL " SUSAM "
Telefone: 278-1753
Caixa Postal: 2543
SÃO PAULO = SP:--

FRANCISCO BURSARI NETTO

Engenheiro - Professor Universitário
FACULDADE DE ENGENHARIA
Rua Mereu Ramos, 101 -
Telefone: 23-6788
Caixa Postal: 3023
CURITIBA = PARANÁ:--

FRANCISCO B. BERTAGNOLI JUNIOR

Engenheiro Agrônomo
FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DO PARANÁ
Rua Mal. Deodoro, 450 - 14º andar -
Telefone: 24-5811
CURITIBA = PARANÁ:--

FRANCISCO SATURNINO DE BRITO FILHO

Engenheiro
ESCRITÓRIO SATURNINO DE BRITO
Rua Araujo Porto Alegre, 64 -
Telefone: 222-3152
RIO DE JANEIRO = GB:--

GERALDO JOSÉ TOZZI

Estudante Engenharia Civil
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
Avenida Visconde de Guarapuava, 3090 -
CURITIBA = PARANÁ:--

GERALDO TEIXEIRA DE SOUZA

Hidrologista
DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA
Avenida Pasteur, 101
Telefone: 24-0699
DELO HORIZONTE = MG:--

GILBERTO LUIZ KOPPE

Engenheiro Agrônomo
Rua Fernando Amaro, 645
Telefone: 24-1471
CURITIBA = PARANÁ:--

GUILHERMIND BAETA DE FARIA

Professor Universitário
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA
Centro Politécnico - Jardim das Américas -
Telefone: 22-0975
Caixa Postal: 127 -
CURITIBA = PARANÁ:--

HAYTON SILVA

Engenheiro
DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA
Rua Frei Orlando, 90
Telefone: 24-5102
CURITIBA = PARANÁ:--

ILDEFONSO C. PUPPI

Professor Universitário
FACULDADE DE ENGENHARIA
Rua Buenos Aires, 80
Telefone: 22-4808
CURITIBA = PARANÁ:--

IRINEU RENATO GREGORIO DE ANDRADE

Estudante de Engenharia Química
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA
Avenida Manoel Ribas, 1157 - Departamento 1 - Mercês -
CURITIBA = PARANÁ:--

IVAN WOLF MARQUES

Advogado
DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA
Rua Atilio Bório, 933 -
Telefone: 22-6085
CURITIBA = PARANÁ:--

JACIR FERREIRA MARTINS

Funcionário Público Estadual
DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA
Rua Baltazar Carrasco dos Reis, 2820 - 12 H -
CURITIBA = PARANÁ:--

JANE CANUT

Advogada
DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA
Rua Souza Lima, 335/302 -
Telefone: 287-2442 -
RIO DE JANEIRO = GD:--

JAYME MATZENBACHER

Engenheiro
DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA
Rua São Sebastião, 939 -
Telefone: 23-6588
CURITIBA = PARANÁ:--

JOEL REZENDE

Engenheiro
PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRÁS -
Rua Mal. Deodoro, 220 - 5º andar -
Telefone: 24-9211
CURITIBA = PARANÁ:--

JOSÉ ALUIZIO GOMES MATTA

Hidrologista
DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA
Avenida Pasteur, 404 - Praia Vermelha -
RIO DE JANEIRO = GB:--

JOÃO CARLOS GABARDO

Economista
DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA
Avenida Presidente Kennedy, 490 -
Telefone: 24-9409
CURITIBA = PARANÁ:--

JOÃO VICENTE ASSUNÇÃO

Engenheiro
SUPERINTENDÊNCIA DO SANEAMENTO AMBIENTAL " SUSAM "
Telefone: 278-1753
Caixa Postal: 2543
SÃO PAULO = SP:--

JOAQUIM ANTONIO GUIMARÃES DE OLIVEIRA PORTES

Advogado.
Rua General Carneiro, 411 -
Telefone: 24-5349
CURITIBA = PARANÁ:--

JORAN LEPREVOST

Engenheiro - Professor Universitário -
FACULDADE DE FLORESTAS -
Rua Bom Jesus, 650 -
Telefone: 22-6610
CURITIBA = PARANÁ:--

JOSÉ LACERDA JUNIOR

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO PARANÁ
Avenida Cândido de Abreu, 200 -
Telefone: 22-7023
CURITIBA = PARANÁ:--

JOSÉ LEONEL CECCARELLI

Engenheiro
COMPANHIA FORÇA E LUZ DO PARANÁ
Rua Coronel Dulcídio, 800 -
Telefone: 22-0400
Caixa Postal: 236 -
CURITIBA = PARANÁ:--

JOSÉ DOS SANTOS RIBAS NETO

Engenheiro
SECRETARIA DE VIAÇÃO DE OBRAS PÚBLICAS
Rua Mal. Floriano Peixoto, 1251 -
Telefone: 24-0922 -
CURITIBA = PARANÁ:--

JOSÉ DE TOLEDO PIZA

COMPANHIA DE COMBATE A ESQUISTOSSOMOSE " CASESA "
Avenida São Luiz, 99 - 13º andar -
Telefone: 35-4206
SÃO PAULO = SP:--

JOSÉ VALDOMIRO DE MACEDO

Engenheiro Civil -- Professor
ESCOLA TÉCNICA FEDERAL
Al. Dr. Murici, 257 - 3º andar - Apartamento 6
Telefone: 22-2263
CURITIBA = PARANÁ:--

JUAREZ BENITO

Estudante de Engenharia Química
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA
Avenida Batel, 1869 -
Telefone: 23-8725
CURITIBA = PARANÁ:--

LAURO ROBERTO MEIRA DE ANDRADE

Estudante de Arquitetura --
FACULDADE DE ENGENHARIA DO PARANÁ
Avenida Souza Neves, 550 - Apartamento 52 -
CURITIBA = PARANÁ:--

LAWRENCE JOSÉ DE ARAÚJO

Estudante de Arquitetura
FACULDADE DE ENGENHARIA DO PARANÁ
Rua Francisco Torres, 559 -
Telefone: 24-4799
CURITIBA = PARANÁ:--

LÁZARO PEIXOTO BAYER

Engenheiro Civil
BANCO NACIONAL DE HABITAÇÃO " BNH "
Rua Almirante Tamandaré, 474 -
Telefone: 24-1111
CURITIBA = PARANÁ:--

LIVIO BATISTA DE MIO

Engenheiro
DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA
Avenida Água Verde, 433 -
CURITIBA = PARANÁ:--

LUIZ ALBERTO MACHADO

Estudante de Engenharia Química
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA DO PARANÁ
Rua Mercedes S. Rocha, 425 -- Higienópolis --
CURITIBA = PARANÁ:--

LUIZ CAMPESTRINE

Professor de Meteorologia --
COLÉGIO ESTADUAL DO ESTADO DO PARANÁ e INSTITUTO POLITÉCNICO ESTADUAL
Rua Elbe Pospissil, 17
CURITIBA = PARANÁ:--

LUIZ PEREIRA DA SILVA

Engenheiro
ORGANIZAÇÃO PAN AMERICANA DA SAÚDE / ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE
OPS/OMS.--
Rua Caldas Júnior, 121 -- 20ª andar --
Telefone: 24-9888
PORTO ALEGRE = RS:--

LUIZ RAFAEL BACIGALUPPO ALAVA

Estudante
Rua XV de Novembro, 1700 -- Apartamento 6 --
CURITIBA = PARANÁ:--

LUIZA T.D. DOMBROWSKI

Instituto de Defesa do Patrimônio Natural
Rua Professor Nivaldo Braga, 1225 -- Capão da Imbuia --
Telefone: 22-2902
CURITIBA = PARANÁ:--

LYSLE MARLEY FARION DE AGUIAR

Estudante de Engenharia Química
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA
Avenida Manoel Ribas, 1154 --
CURITIBA = PARANÁ:--

MASSAKI FUJISAWA

Estudante de Engenharia Química
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA
Rua Luiz Leão, 1 --
CURITIBA = PARANÁ:--

MARCO AURELIO FERREIRA VIANNA

Economista
COMPANHIA VALE DO RIO DOCE
BAHIA = BA:--

MARCIO ATAB

Engenheiro
SERETE S.A. ENGENHARIA --
Rua José Loureiro, 464 -- Conjunto 74 --
Telefone: 23-9805
CURITIBA = PARANÁ:--

MARIA HELENA NOGUEIRA

Naturalista
INSTITUTO DE DEFESA DO PATRIMONIO NATURAL --
Rua Professor Nivaldo Braga, 1225 -- Capão da Imbuia.--
Telefone: 22-2902
CURITIBA = PARANÁ:--

MARIA LUIZA MARQUES DIAS

Estudante de Arquitetura
FACULDADE DE ENGENHARIA,
Rua Almirante Tamandaré, 938 --
CURITIBA = PARANÁ:--

MARIO DE MENESES DÓRIA

Engenheiro
ENGENHARIA E SANEAMENTO LTDA " TECNOSAN "
Avenida Brigadeiro Luiz Antonio, 2050 -- 2º andar --
Telefone: 35-8683
SÃO PAULO = SP:--

MARIO MAJCYK

Engenheiro Civil
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO
Rua Martin Varela, 23
Telefone: 24-3722
CURITIBA = PARANÁ:--

MAURO CELIO DE LAMEIDA MARZUCHI

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA
Avenida Rio de Janeiro, 1021 -- Apartamento 3 --
Telefone: 2-6576
LONDRINA = PARANÁ:--

MAURO FABER FREITAS LEITÃO

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
Avenida Brasil, s/nº
Telefone: 8-4179
Caixa Postal: 139
CAMPINAS = SP:--

MAX LOTHAR HESS

Engenheiro
PLANIDRO -- ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA --
Avenida Angélica, 1814
Telefone: 257-0855
SÃO PAULO = SP:--

MILAN CUELLAR PEREYRA

Engenheiro Químico
Avenida Iguagu, 3560 -- Apartamento 39
Telefone: 23-4589
Caixa Postal: 7190
CURITIBA = PARANÁ:--

MILLO RAFFIN

Engenheiro Químico
COMPANHIA RIO GRANDENSE DE SANEAMENTO
PORTO ALEGRE = RS:--

MOACYR TAPITANGA HUY

Contador
DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA
Rua Celestino Júnior, 393 -
Telefone: 22-1417
CURITIBA = PARANÁ:--

MOZART CORREIA DE SOUZA PINTO

Engenheiro
DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA
Rua Santo Antônio, 239
Telefone: 24-1864
CURITIBA = PARANÁ:--

MUNIR SAAB

Engenheiro
COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ "SANEPAR"
Rua Padre Francisco João de Azevedo, 673 -
Telefone: 24-0622
CURITIBA = PARANÁ:--

NAIUMA DE CARVALHO SONDAHL

Médica
Rua Cândido Lopes - Edifício Tijucas -
Telefone: 24-8519
CURITIBA = PARANÁ:--

NELSON BARAÚMA MOREIRA

Engenheiro
FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO PARANÁ
Rua Cândido de Abreu, 200 - 6º andar -
Telefone: 22-0824
CURITIBA = PARANÁ:--

NICOLAU IMTHON KLUPPEL

Engenheiro
INSTITUTO DE PESQUISAS E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA "IPPUC"
Rua Bom Jesus, 669 - Juveve -
Telefone: 23-3844
CURITIBA = PARANÁ:--

NICOLAU LEOPOLDO OBLADEN

PLANEPAR LTDA - Organização de Planejamento Sócio Econômico do
Paraná.--
Rua Buenos Aires, 277 -
Telefone: 22-9846
CURITIBA = PARANÁ:--

MILTON EMILIO BUHRER

Professor Universitário
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Rua dos Funcionários, 1234 -- CABRAL --
Telefone: 22-5194
Caixa Postal: 588
CURITIBA = PARANÁ:--

MILTON JOSÉ GABARDO

Advogado
DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA
Rua Chile, 1477
CURITIBA = PARANÁ:--

MORBERTO KAEHLER

Estudante de Engenharia Civil
FACULDADE DE ENGENHARIA
Rua Dom Alberto Gonçalves, 1179
Telefone: 23-6484
CURITIBA = PARANÁ:--

OCTAVIO MOREIRA BORBA

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA
Rua Bulhões Carvalho, 632 -- Apartamento 201 -- COPACABANA --
Telefone: 256-3580
RIO DE JANEIRO = GB:--

OLAVO ROMANO

Professor Universitário
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA
Telefone: 23-0979
Caixa Postal: 6352
CURITIBA = PARANÁ:--

OMAR SABBAG

Engenheiro
DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA
Rua Santo Antônio, 239 --
Telefone: 24-1864
CURITIBA = PARANÁ:--

OSIRIS STENGHEL GUIMARÃES

Engenheiro
SECRETARIA DE VIAÇÃO E OBRAS PÚBLICAS
Rua Mal. Floriano Peixoto, 1251
Telefone: 23-8598
CURITIBA = PARANÁ:--

OZEIL MOURA DOS ANTONS

PLANEPAR LTDA -- ORGANIZAÇÃO DE PLANEJAMENTO SÓCIO ECONÔMICO DO
PARANÁ
Rua Buenos Aires, 277
Telefone: 23-5742
CURITIBA = PARANÁ:--

PAULO ARDANI SIQUEIRA OTTON

Engenheiro

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO SUL "SUDESUL"
Rua Caldas Junior, 120 - 20º andar -
PORTO ALEGRE = RS:--

PAULO BITTENCOURT

Médico -- Professor

CRUZ VERMELHA BRASILEIRA -- Filial do Paraná --
Rua Generoso Borges, 367 --
Telefone: 22-8642
CURITIBA = PARANÁ:--

PAULO EUGENIO MENDONÇA DA ANUNCIAÇÃO

Consultor Meteorológico --

Rua Alcides Munhoz, 1120
CURITIBA = PARANÁ:--

PAULINO IVANE KOTAKA

Médico

SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA SAÚDE PÚBLICA
Rua Barão do Rio Branco --
Telefone: 22-6765
CURITIBA = PARANÁ:--

PAULO ROBERTO DE LARA

Estudante de Engenharia Civil
FACULDADE DE ENGENHARIA
Rua Frei Orlando, 64
CURITIBA = PARANÁ:--

PAULO SANTOS LIMA

Professor

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA
Hotel S. o Jorge
LONDRINA = PARANÁ:--

PEDRO NELSON FRANCO

Engenheiro
COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ "SANEPAR"
Rua Engenheiros Rebouças, 1376 --
Telefone: 22-1318 --
CURITIBA = PARANÁ:--

REGINALDO A. DE QUEIROZ FERREIRA

Engenheiro
INSTITUTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA DA GUANABARA
Rua Fonseca Telles, 121 - 15º andar --
Caixa Postal 11 - ZC-08
RIO DE JANEIRO = GB:--

RENATO CARRARO FERREIRA DA COSTA

Advogado

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA

Rua Archimedes Cruz, 112 --

Telefone: 24-3530

CURITIBA = PARANÁ:--

RENATO JOÃO SOSSELA DE FREITAS

Engenheiro Químico

INSTITUTO DE BIOLOGIA E PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO PARANÁ

Rua dos Funcionários, s/nº

Telefone: 24-7911

CURITIBA = PARANÁ:--

ROBERTO MAX HERMANN

CONSÓRCIO NACIONAL DE ENGENHEIROS CONSULTORES " CNEC "

Alameda Franca, 84

Telefone: 287-1684

Caixa Postal: 8174

SÃO PAULO = SP:--

ROBERTO MEZZOMO

Engenheiro Químico

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO

Rua 24 de Outubro, 200 --

PORTO ALEGRE = RS:--

ROBERTO PEREIRA STREITEMBERGER

Engenheiro

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA

Rua Engenheiros Rebouças, 1152

Telefone: 22-6219

CURITIBA = PARANÁ:--

RODOLFO GUILHERME BERG

Professor

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

Telefone: 22-0979

Caixa Postal: 1127 --

CURITIBA = PARANÁ:--

ROMEU VIOLANI CARNEIRO

Advogado

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA

Rua Desembargador Motta, 2020 --

Telefone: 23-5233

CURITIBA = PARANÁ:--

ROEMU CHAVES GRIMALDI

Engenheiro

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO SUL " SUDESUL "

Rua Caldas Junior, 120 -- 20º andar --

PORTO ALEGRE = RS:--

ROSI ROSE

Advogada
DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA
Rua Tapações, 19
CURITIBA = PARANÁ:--

RUY LEITE DE CARVALHO

Engenheiro
DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA
Rua Engenheiros Rebouças, 1152
Telefone: 22-6219
CURITIBA = PARANÁ:--

SEIKI UETA

Engenheiro
PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. -- PETROBRÁS --
Rua Mal. Deodoro, 220 -- 5º andar --
Telefone: 24-9211
CURITIBA = PARANÁ:--

SERGIO AHRENS

Estudante de Engenharia Florestal
Rua Augusto Stelfeld, 1168
CURITIBA = PARANÁ:--

SERGIO LOPES CHINELLI

Estudante de Engenharia Química
Rua 2 -- nº. 52 -- Vila Oficinas --
Caixa Postal: 6417
CURITIBA = PARANÁ:--

SIRLEI DE OLIVEIRA CAMPOS

CAMPANHA DE COMBATE A ESQUISTOSSOMOSE " CASESQ "
Avenida São Luiz, 99 -- 13º andar --
Telefone: 35-4286
SÃO PAULO = SP:--

SCLON RODRIGUES

DEPARTAMENTO DE DEFESA DO PATRIMÔNIO NATURAL
Rua Professor Nivaldo Brega, 1225 --
Telefone: 22-2902
Caixa Postal: 1341
CURITIBA = PARANÁ:--

URIVALD PAWLOWSKY

Professor
ESCOLA DE QUÍMICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Rua Brasília Itibere, 396
CURITIBA = PARANÁ:--

VALTER SOEIRO COIMBRA CAMPOS

Estudante de Engenharia Química
ESCOLA DE ENGENHARIA QUÍMICA DO PARANÁ
Rua Luiz Leão, 1 -
Caixa Postal: 1106
CURITIBA = PARANÁ:--

YOSHIKO SAITO KUNIYOSHI

Naturalista - Professor
INSTITUTO DE DEFESA DO PATRIMÔNIO NATURAL
Rua Professor Nivaldo Braga, 1225 -
Telefone: 22-2902
Caixa Postal: 1341
CURITIBA = PARANÁ:--

WALTER COSTA BARBOSA

PETRÓLEO BRASILEIRO S. A. "PETROBRÁS"
Rua Padre Daniel Lisboa, 83
Telefone: 3-5906
SALVADOR = BA:--

WILLIAN H. GRAVES

SERVIÇO DE DIVULGAÇÃO E RELAÇÕES CULTURAIS DOS ESTADOS UNIDOS "USIS"
Rua XV de Novembro, 621 - 7º andar -
Telefone: 22-2011
CURITIBA = PARANÁ:--

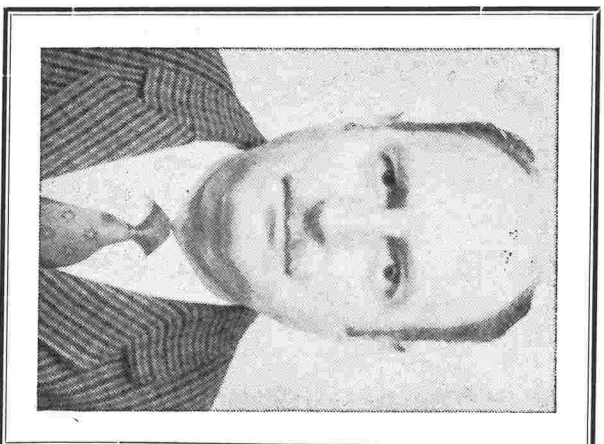
WILLIAM JORGE MELLO

Estudante de Engenharia Química
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA
Avenida Souza Naves, 97 -
Telefone: 24-5057
CURITIBA = PARANÁ:--

WILSON GHIGNATTI

Engenheiro
DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO
Rua Vicente da Fontoura, 578
Telefone: 23-5086
PORTO ALEGRE = RS:--

HOMENAGEM PÓSTUMA



ENGENHEIRO MOZART CORREIA DE SOUZA PINTO

No encerramento dos trabalhos do SEMINÁRIO SOBRE CONTROLE DA POLUIÇÃO DAS ÁGUAS E DO AR, registramos o reconhecimento e homenagem, àquele que prematuramente faltou ao nosso convívio. Sua abnegação, cooperação, alto espírito público e orientação, possibilitaram o êxito deste SEMINÁRIO.

A COORDENAÇÃO



SEMINÁRIO
SOBRE
CONTROLE DE POLUIÇÃO
DAS ÁGUAS E DO AR
CURITIBA
27 a 29 de SETEMBRO de 1972

TEMA 1.1

POLUIÇÃO DAS ÁGUAS

Engº CARLOS CELSO DO AMARAL E SILVA
DIRETOR DA DIVISÃO DE ESTUDOS E PESQUISAS
CENTRO TECNOLÓGICO DE SANEAMENTO BÁSICO
CETESB - SÃO PAULO

S. V. O. P.
D. A. E. E.
OPS/OMS

SEMINÁRIO SOBRE CONTROLE DE POLUIÇÃO DAS ÁGUAS E DO AR

Poluição das Águas

Carlos Celso do Amaral e Silva*

I. - INTRODUÇÃO.

De modo geral é possível conceituar poluição como uma transformação indesejável das características físicas, químicas e/ou biológicas do ambiente, da maneira a prejudicialmente efetuar a vida humana e a de outras espécies que tencionamos manter, interferir com o uso benéfico e adequado da propriedade, deteriorar nossos recursos naturais e trazer outros danos relacionados com seu uso.

Poluentes são os agentes da poluição. Podem agir isoladamente ou em grupo e seus efeitos podem ser crônicos ou passageiros.

No que diz respeito aos corpos de água, existe sempre um uso benéfico a elas associado e por nós definido. Para assegurar aquele uso é necessário que tais águas possuam determinadas características que determinem sua qualidade. Sempre que as alterações anteriormente mencionadas acarretarem uma diminuição da qualidade de uma certa coleção de água, impedindo ou dificultando o uso para ela definido, teremos o fenômeno da poluição.

A deterioração da qualidade das águas não é um problema novo pois tem existido desde que o homem passou a se congregarem em cidades. No entanto, o impacto das atividades humanas em relação aos recursos hídricos era bem localizado e limitado até os primórdios da revolução industrial. A partir dessa etapa, a concentração crescente de atividades ur-

(*) Engenheiro Químico e Engenheiro Sanitarista

Master of Science in Environmental Health Engineering

Professor da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo

Diretor da Divisão de Estudos e Pesquisas do Centro Tecnológico de Saneamento Básico - CETESB.--

banas, agrícolas e industriais tem dado novas dimensões aos problemas relacionados com a qualidade das águas. Na última década tivemos o controle da poluição das águas progredindo de quase uma arte para um estágio mais científico. Uma ênfase progressiva tem sido colocada na remoção de poluentes secundários, tais como nutrientes e compostos orgânicos sintéticos, e mesmo na reutilização de águas servidas para usos industriais e agrícolas.

O ataque aos problemas de controle da qualidade das águas / envolve hoje em dia aspectos multi-disciplinares. É necessária a ação conjugada de engenheiros das mais diversas especialidades, químicos, biólogos, economistas, cientistas sociais e vários outros profissionais.

II - O CUSTO DA POLUIÇÃO.-

O custo da poluição pode ser medido pelo menos de três maneiras diferentes:

- a) pela deterioração de recursos naturais através de sua exploração inadequada e excessiva;
- b) pelos custos das atividades de controle preventivo e corretivo;
- c) pelos danos à saúde e ao bem estar do homem.

Nosso planeta pode ser dividido em vários sistemas ecológicos os quais desde os tempos pré-históricos, têm sido fundamentalmente modificados pelo homem; Todavia, o momento atual se caracteriza por uma intensificação progressiva do uso de recursos naturais a medida que aumenta a população do globo.

Apesar de não haver uma destruição intencional do ambiente, por parte do indivíduo que o habita, coletivamente os seres humanos têm provocado uma deterioração considerável dos sistemas dos quais fazem parte.

Em relação aos recursos aquáticos podemos simplesmente citar o fato de se constituírem em uma fonte importantíssima de proteínas de alta qualidade sendo que nos últimos anos / cerca de um terço do aumento da produção de alimentos foi proveniente da indústria de pesca. A zona costeira dos oceanos

.....

nos supre atualmente metade da produção pesqueira sendo que os estuários, por sua vez, estão entre as zonas mais produtivas da Terra. Essa produtividade, entretanto, está ameaçada por alterações no regime dos rios, modificações estruturais e pelo fenómeno da poluição.

Devido às pressões regionais em áreas onde a qualidade das águas se deteriora de tal maneira que não mais se prestam a usos benéficos prioritários, intensifica-se uma atividade de controlo corretivo a qual, além das dificuldades técnicas características, enfrenta o problema sério dos recursos financeiros disponíveis e das complexidades de ordem política-social.

Em relação aos problemas de saúde, é suficiente dizer que estamos deixando a obra na qual a tecnologia do saneamento / marcou retumbantes vitórias contra as mcléstias de veiculação hídrica, que assaltavam nossos pais e avós, e ingrossando no tempo em que poluentes tóxicos são lançados em nossos mananciais de água de abastecimento em uma frequência maior do que a própria capacidade técnica em detectá-los.

III - PRINCIPAIS FONTES DE POLUIÇÃO DAS ÁGUAS E RESPECTIVOS POLUENTES.-

Classificar poluição, pode se tornar uma tarefa difícil e / muitas vezes confusa. Na maioria dos casos classifica-se de acordo com o recipiente dos agentes poluidores, isto é, a água, o ar, ou o solo e em seguida pelos diferentes tipos / desses poluentes. Do ponto de vista de águas receptoras é mais útil visualizar dois grupos principais de poluentes:

- 1.- resíduos degradáveis;
- 2.- resíduos não degradáveis.

No primeiro grupo estão os materiais que podem ser decompostos pelos processos naturais, ou por técnicas de engenharia ncles baseadas, de maneira relativamente rápida. Tais substâncias são possíveis de serem reduzidas em quantidade / através daqueles processos e dentre elas podemos citar: esgoto doméstico, despejos industriais contendo matéria orgânica degradável, cargas térmicas, etc. A fonte mais comum

.....

de materiais altamente instáveis e putrescíveis é o esgoto doméstico, o qual pode ser convertido em compostos inorgânicos estáveis (bicarbonatos, nitratos, sulfatos e fosfatos) através da ação de bactérias e outros microorganismos existentes nas águas naturais. Se a carga poluidora não for demasiadamente alta a purificação será processada aerobicamente por tais microorganismos, utilizando o oxigênio e não produzindo gases de odor ofensivo. Entretanto, se as águas receptoras tiverem que processar uma carga maior do que a sua capacidade de assimilação, a degradação irá se fazer anaerobicamente produzindo-se gases mal cheirosos como metano, / gás sulfídrico e outros.

Vemos então que os problemas se complicam quando a capacidade de assimilação ou de dispersão das águas é ultrapassada pela quantidade de carga poluidora. Tais problemas são / hoje em dia frequentes em áreas onde o desenvolvimento urbano não é acompanhado pelo adequado tratamento de seus resíduos líquidos. De qualquer maneira, no entanto, a poluição causada por materiais degradáveis pode ser resolvida tecnicamente por uma combinação de operações físicas e processos biológicos de tratamento.

Os poluentes não degradáveis, por sua vez, são aqueles que podem ser diluídos ou mudar de forma nas águas receptoras, mas não são apreciavelmente reduzidos em sua massa.

As fontes de poluente do segundo grupo (produtos químicos / inorgânicos, produtos orgânicos sintéticos, sólidos inorgânicos em suspensão, etc.) são muitas e amplamente distribuídas. Dentre elas podemos citar: despejos industriais, águas da irrigação, drenagem de minas, escoamento de águas pluviais, etc.

Os despejos industriais frequentemente contêm sais inorgânicos ou metálicos, organo-sintéticos, e outros materiais que podem ser tóxicos, corrosivos, produtores de sabor e odor.

Materiais em suspensão não degradáveis, podem resultar de / resíduos domésticos ou industriais além da erosão natural / ou acelerada pela atividade humana. A parte sedimentável / desses materiais, logo se deposita no fundo dos lagos, rios /

.....

ou estuários mas a parte coloidal permanece em suspensão. /
causando turbidez nas águas superficiais. Tal fato, além de
tornar essas águas pouco atraentes, pode trazer danos à vi-
da aquática.

IV - INDICADORES DE POLUIÇÃO.

Os despejos industriais são caracterizados mais pelas suas
diferenças do que eventuais semelhanças. Cada instalação in-
dustrial é geralmente encarada como um problema individual
apesar de existirem parâmetros comuns pelos quais a polui-
ção pode ser avaliada e métodos de tratamento de aplicação
ampla.

Nenhuma água natural é pura no sentido exato da palavra. De-
vemos inevitavelmente considerar pelo menos traços das subs-
tâncias com as quais teve contacto recente, sejam elas pro-
venientes do solo, da vegetação, da vida animal ou da atmos-
fera. Os produtos das reações químicas ou metabólicas daque-
las substâncias entre si ou com a água e seus organismos de-
verão ser adicionados à tal consideração. Para nós, polui-
ção significará o estado em que concentrações indesejáveis
de substâncias oriundas das atividades humanas vierem a /
caracterizar as águas receptoras. Os indicadores de polui-
ção mais comumente usados são discutidos abaixo.

IV.1.-Resíduo total.

É como se denomina a massa de impurezas deixadas como resí-
duos após evaporação da água da amostra a 103°C.

IV.2.-Resíduo fixo.

Resíduo da ignição do resíduo total anterior, a 600°C. A di-
ferença entre suas massas nos dá a ideia da quantidade de maté-
ria orgânica presente na amostra.

Em um curso de água, quantidades excessivas de matéria orgâ-
nica retiram o oxigênio dissolvido, criando condições sépti-
cas e os maus odores consequentes. Os peixes e a maior par-
te da vida aquática sofrem danos e morrem quando o teor de
oxigênio dissolvido, aliado a outras condições da água, des-
ce de 3 a 4 mg/litro.

.....

IV.3.-Matéria em suspensão.

De acordo com a técnica do laboratório é a massa do resíduo seco retida nos poros de um filtro de asbestos através do qual passemos a amostra. Em um curso de água, demasiada matéria em suspensão reduz a penetração da luz afetando a atividade fotossintetizante que regenera o oxigênio dissolvido.

IV.4.-Resíduo solúvel.

É o resíduo obtido da evaporação do filtrado do teste de determinação de matéria em suspensão. O que mais interessa / são componentes individuais desse resíduo solúvel, pois / quando tais substâncias são sais dissolvidos inúmeros problemas são criados em relação aos usos da água, como por exemplo a questão de dureza, interferindo principalmente em processos industriais como tingimento, fabricação de cerveja, fabricação de papéis finos, além do aspecto de incrustações em tubulações de caldeira. Alguns sais inorgânicos, especialmente contendo nitrogênio e fósforo, podem induzir o crescimento e proliferação de algas em águas superficiais.

IV.5.-Resíduo sedimentável.

É parte da matéria em suspensão que se deposita no fundo de um cone Imhoff após uma hora de detenção da amostra.

Nos cursos de água tais sólidos podem se depositar no leito e aí serem decompostos trazendo problemas de odores e consumindo oxigênio dissolvido. A vida dos peixes e sua propagação é prejudicada.

IV.6.-Turbidez.

É a medida do efeito em relação a penetração da luz causada pela matéria em suspensão e matéria coloidal na água. Tem um significado estético e pode trazer inconvenientes para abastecimento doméstico e industrial, notadamente nas indústrias alimentícias, de bebidas e de papel.

IV.7.-Óleos e graxas.

São altamente objetáveis tanto pelo aspecto estético como por outros efeitos. Retardam a aeração podendo provocar mortandade de peixes, deixam depósitos indesejáveis nas margens

.....
e são difíceis de remover das mananciais de abastecimento.

IV.8.-Cor, sabor e odor.

As cores podem ocorrer naturalmente nos cursos de água ou podem ser causadas por despejos industriais, por exemplo, / de operações de tingimento nas indústrias têxteis ou de indústrias de papel.

Os sabores causados por poluição têm significado em águas / para abastecimento doméstico e usadas para atividades de / pesca. Muitos produtos químicos, como por exemplo o fenol e seus derivados, causam sabores indesejáveis. O sabor característico de fenol é piorado pela cloração durante o tratamento da água para consumo público.

Os odores podem ser característicos de despejos em si ou provenientes da interação destes com as águas receptoras. / Alguns gases associados com mau odor podem causar corrosão de estruturas metálicas e descoloração de superfícies / pintadas.

IV.9.-Acidez, alcalinidade e pH.

Um pH excessivamente alto ou baixo pode causar mortandade / de peixes ou inativar os microrganismos essenciais ao tratamento de esgotos domésticos. Despejos com baixo pH são corrosivos para as estruturas de aço e de concreto das tubulações de distribuição de água ou coleta de esgotos. Felizmente tal fato pode ser prevenido promovendo-se a neutralização dos resíduos. Acidez ou alcalinidade em um despejo são determinadas por titulação química até um pH especificado, tal como 7,0. Mais comum é usar os pontos de viragem dos indicadores fenolftaleína e metil-orange, respectivamente 8,3 e 4,0 aproximadamente. Essas titulações indicarão a quantidade de material necessário para a neutralização.

IV.10.-Detergentes.

O problema criado pelo uso de detergentes sintéticos não / biodegradáveis tem aumentado bastante. Dão um efeito indicador de poluição doméstica e algumas vezes de poluição industrial. Criam problemas nas estações de tratamento de água e nas de esgotos.

.....

IV.11. Oxigênio dissolvido.

É o mais aceito critério individual de poluição em cursos de água. Em condições favoráveis de ausência de poluição o teor do oxigênio dissolvido chega à saturação e às vezes à sobresaturação devida esta à atividade de microorganismos fotossintetizadores. A quantidade de oxigênio capaz de ser dissolvido entretanto é baixa e facilmente retirada nas bio-oxidações de resíduos.

IV.12. Demanda bioquímica de oxigênio.

O principal efeito do lançamento de resíduos orgânicos nos cursos de água é a depleção de oxigênio devido à atividade de microorganismos aeróbios do meio. A taxa de tal depleção é geralmente avaliada pelo teste de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) que não é uma medida direta do conteúdo de matéria orgânica mas apenas da capacidade de consumir oxigênio.

Em condições de laboratório em que se leva em conta fatores de diluição, interferências do tóxico, etc. é inicialmente medido o oxigênio dissolvido na amostra contendo o despejo em estudo, seguindo-se incubação em presença de microorganismos adequados e nutrientes, em um ambiente apropriado, usualmente por 5 dias a 20°C. Após tais operações mede-se o teor de oxigênio que restou na amostra e calcula-se o oxigênio consumido no teste. Assim, pode ser calculada a quantidade de oxigênio necessária para a biodegradação do despejo orgânico.

Um esgoto doméstico traz em média uma contribuição de 60 g de DBO por pessoa por dia. Uma instalação industrial terá uma "população equivalente", em termos de contribuição em DBO, igual a carga diária de DBO despejada dividida por 60g.

IV.13. Demanda química de oxigênio.

O teste de DBO citado traz a desvantagem de serem necessários pelo menos 5 dias para que possa ser levado a efeito. Em poucas horas poderemos avaliar a carga orgânica de um despejo tratando a amostra respectiva com uma quantidade conhecida de dicromato. O equivalente em oxigênio de dicroma-

.....

(9)

to utilizado é chamado de demanda química de oxigênio. Este teste apesar das fontes de erro possíveis de serem introduzidas, é bastante empregado.

IV.14. Materiais tóxicos.

A toxidez é uma característica difícil de se avaliar em cursos de água, entretanto é possível dizer que muitos resíduos industriais são tóxicos nas concentrações em que são despejadas e mesmo após a diluição no corpo receptor. Tais substâncias podem afetar seres humanos e causar mortandade de peixes e outros organismos aquáticos. Em estações de tratamento de esgotos poderemos ter inibição ou destruição de microrganismos úteis aos processos biológicos dos quais depende o tal tratamento. O teste de DBO não pode ser realizado em presença de substâncias tóxicas e isso dificulta as operações de avaliação da qualidade de despejos e corpos receptores.

V. - MÉTODOS USUAIS DE TRATAMENTO.

Para minimização ou eliminação da carga poluidora lançada por indústrias em corpos de água, tendo em vista o controle da poluição, várias alternativas são possíveis de serem sugeridas. Modificação do processo no sentido de aproveitamento de resíduos indesejáveis no lançamento, mas de algum interesse econômico, modificação do método de disposição final afastando-os para outro local que não os cursos de água e o tratamento dos efluentes em diversos graus são exemplos dessas alternativas.

De uma certa maneira, os cursos de água podem assimilar certos tipos de despejos. Tal capacidade de assimilação vai depender da diluição possível, dos usos preponderantes da água à jusante do lançamento e das características próprias do despejo considerado. Naturalmente, a utilização dessa capacidade assimiladora até o limite em que não sejam prejudicados os outros usos é uma imposição do bom senso. É preciso também lembrar que o lançamento de resíduos na rede pública de esgotos, além dos inconvenientes possíveis de serem trazidos ao próprio sistema de coleta e eventual tratamento, se constituem em um meio indireto de disposição final em um

.....
 corpo de água receptor e portanto sujeito à restrições. Assim, a necessidade de tratamento dos resíduos industriais torna-se bastante evidente em numerosas ocasiões.

Várias técnicas têm sido usadas, aperfeiçoadas, sofrido modificações ou mesmo abandonadas por não terem atingido a eficiência desejada ou por terem sido superadas por outras / mais recentes e mais vantajosas.

Para os propósitos deste seminário seria, ao nosso ver, conveniente abordar essas técnicas de maneira bem geral, como segue:

V.1. - Medidas internas da indústria.

Já se tem^{dito} por diversas vezes que qualquer forma de tratamento de resíduos industriais, não importando sua simplicidade, é bem mais dispendiosa do que a indústria gostaria que fosse. Quanto maior o volume a ser tratado e quanto maior a quantidade de poluentes a remover maiores serão os custos / envolvidos. Desta forma, é sempre objeto de cuidadosa consideração a possibilidade de reduzir ou eliminar os resíduos indesejáveis na sua própria fonte, antes de qualquer tratamento. Existem várias técnicas que podem tornar tal possibilidade viável. Vejamos alguns exemplos:

V.1.1. - Modificações de processo.

Conforme a atividade e as exigências dos organismos encarregados do controle da poluição, muitas vezes se tornam convenientes modificações de processo após revisão de projetos ou substituição de determinados produtos. É o caso por exemplo da mudança de processo de fabricação de detergentes sintéticos tendo como objetivo sua biodegradabilidade.

V.1.2. - Recuperação de materiais.

É inevitável que certas porções da matéria prima e também / dos produtos venham a ser despejados juntamente com os resíduos de uma atividade industrial qualquer. Em algumas ocasiões torna-se interessante a recuperação daqueles materiais, sendo que a água na maior parte das vezes é o mais / significativo dentre eles. Tal se explica pelo fato da maioria das indústrias usarem água em grande quantidade para /

vários fins e necessidade de descarregá-la por conter resíduos. Algumas vezes, com algum grau de tratamento, a água pode ser reutilizada no processo e quando não o puder, ainda haverá outros usos para os quais as exigências de qualidade dessa água sejam bem menores.

V.1.3-Coleta da água residuárias.

É geralmente a primeira etapa de qualquer tratamento a coleta das águas que transportam os resíduos. Alguns dentre estes devem ser mantidos separados até que atinjam seus pontos de entrada no processo de depuração enquanto que outros tipos podem ser misturados e tratados em conjunto.

A equalização da vazão do despejo é outro fator a considerar nessa coleta interna na indústria.

V.2. - Tratamento físico.

V.2.1. Remoção de partículas.

Podem ser uma fase preliminar de um tratamento mais completo ou mesmo, em alguns casos, o tratamento único.

As operações envolvidas são geralmente menos dispendiosas do que as operações de natureza química e/ou biológica necessárias à remoção de materiais solúveis e portanto são bastante empregadas. As técnicas mais comuns são:

V.2.1.1 Sedimentação.

Levada a efeito em tanque especialmente projetado / ou em lagoas naturais. Em tal operação deve-se levar em conta o problema do lodo e de sua remoção / posterior.

V.2.1.2 Flotação.

Para a remoção de partículas finas com valores de densidade próximos à da água. Formação de bolhas por injeção de ar e emprego de agentes **tenso-ativos** são os aspectos importantes dessa operação que no final permite a retirada das impurezas na superfície líquida de sistema de tratamento.

V.2.1.3 Filtração.

Apesar de ser uma operação em geral mais cara do / que a sedimentação comum permite remoção maior de

.....
 materiais em suspensão, tome menos espaço útil e tem certas vantagens especiais. Em se tratando de resíduos industriais o grande volume destes impede que a filtração seja usada como tratamento único mas apenas como complementação de outro tipo de tratamento.

V.2.2. - Incineração.

Lodos secos de estações de tratamento de esgotos / podem ser incinerados e tal processo pode ser empregado para resíduos orgânicos industriais.

V.2.3. - Resfriamento.

Sendo a água à temperatura altas (geralmente maiores que 40°C) nocivas à fauna e flora aquáticas, / mister se faz o resfriamento de vários tipos de despejos industriais antes do lançamento.

V.3.- Tratamentos químicos.

São de vários tipos, incluindo:

V.3.1. - Neutralização.

Vários despejos necessitam ter seu pH ajustado antes do lançamento. Muitas vezes a própria indústria produz resíduos ácidos e alcalinos donde sua mistura adequada poderia providenciar tal neutralização sem necessidade de adicionar outros agentes.

V.3.2. - Oxidação e redução.

Vários despejos orgânicos e alguns inorgânicos podem ser tratados por materiais oxidantes. O mais barato desses agentes é a cloração, mas também de eficiência limitada. Cloração é o mais comum dos processos de oxidação em tratamento de resíduos industriais.

V.3.3. - Precipitação.

É conseguida com a adição de agentes químicos às águas residuárias. Partículas coloidais e finalmente divididas podem ser sedimentadas por tal processo após ter sido provocada a coagulação química.

V.3.4. - Troca iônica.

Usada para certos resíduos industriais especialmente quando os contaminantes existem em pequenas quantidades e são de certo valor que torne interessante sua recuperação.

V.3.5. - Outros.

V.4.- Tratamentos biológicos.

Muitos resíduos difíceis de serem tratados pelos processos físicos e químicos tornam-se possíveis de serem atacados por microrganismos. Estes podem ser aeróbicos ou anaeróbicos e requerem a presença de determinados nutrientes para exercerem sua ação com eficiência. As instalações de filtros biológicos, todos ativados e lagoas de oxidação são aplicações práticas de tais métodos e de uso cada vez mais crescente. Por meio desses tratamentos os resíduos orgânicos são transformados através de processos metabólicos, em compostos mais simples e mais aceitáveis.

VI. - CAPACIDADE DA TECNOLOGIA ATUAL.

Existe hoje considerável capacidade tecnológica para atacar problemas de poluição nos pontos de lançamento de poluentes. Os métodos comuns de tratamento biológico são capazes de remover cerca de 90% de DBO de esgotos domésticos. A maior parte dos resíduos industriais também pode ser tratada para a remoção de matéria sedimentável, DBO, metais pesados, acidez, etc. As limitações existentes hoje em dia, são mais de ordem econômica do que técnica. O quadro VI.1 abaixo mostra um resumo da situação atual no que diz respeito a essa tecnologia. Nesse quadro temos três índices indicando respectivamente:

- 1.- tecnologia disponível para atingir resultados aceitáveis;
- 2.- tecnologia conhecida mas a viabilidade depende dos aspectos econômicos. São necessários maiores pesquisas e desenvolvimento;
- 3.- tecnologia ainda inadequada.

QUADRO VI.1 - Capacidade de tecnologia do controle da poluição (segundo "National Academy of Sciences", Washington, / USA)

POLUENTE	ESTÁGIO
I. <u>Sólidos em suspensão</u>	
A. Sedimentáveis	1
B. Coloidais	1
II. <u>Sólidos solúveis</u>	
A. Inorgânicos	
1. Sólidos solúveis totais	2
2. Compostos de N	3
3. Fosfatos	2
4. Metais pesados	1
5. Acidez	1
6. Alcalinidade	3
7. Elementos radioativos	1
B. Orgânicos	
1. Demanda bioquímica de oxigênio	1
2. Materiais refratários	
a. Detergentes	1
b. Pesticidas	3
c. Resíduos	3
d. Mat. industriais	1
III. <u>Poluição térmica</u>	1
IV. <u>Organismos vivos</u>	
A. Agentes infecciosos	
1. Bactérias	1
2. Virus	3
B. Plantas	
1. Fixas	2
2. Algas	1
C. Limó	3

VII.- POTENCIAL POLUIDOR DE ATIVIDADES INDUSTRIAIS.

O desenvolvimento tecnológico em nosso país e o aumento da concentração de indústrias em diversas regiões impõe novas dimensões ao problema da poluição das nossas águas. A qualidade destes pode ser melhorada pela redução das cargas poluidoras lançadas, pelo aumento e maior eficiência do uso da capacidade assimiladora ou pela combinação dessas medidas. Em termos de controle de qualidade três perguntas devem ~~ser~~ respondidas no sentido de proporcionar diretrizes básicas às estruturas encarregadas de exercer tal atividade. A primeira delas seria: como determinar a qualidade que desejamos manter em nossos corpos de água? em segundo lugar: qual o melhor sistema de medidas para se alcançar o nível de qualidade especificado? terceiro: qual o melhor tipo de organização capaz de administrar tais recursos de qualidade? Respondidas essas perguntas e colocada em ação a ação de controle dotada dos necessários recursos técnicos, administrativos e legais, teríamos várias providências a serem tomadas pelas fontes poluidoras de acordo com o que ficar estabelecido para a região considerada, por exemplo, ba cia hidrográfica onde se localizam.

No que diz respeito às fontes poluidoras industriais, se for o caso de se querer melhorar a qualidade das águas receptoras pela redução das cargas dos despejos, vimos que / duas possibilidades deveriam ser atacadas: reduzir a geração dos resíduos ou modificar as características dos mesmos. Na realidade não existe uma linha de demarcação perfeitamente nítida entre essas duas alternativas e sua aplicação vai depender muitas vezes de cada caso particular.

O quadro VII.1 ilustra de maneira geral alguns casos principais de indústrias e resíduos respectivos com importância em termos de poluição das águas.

Quadro VII.1. Resíduos industriais, origem, características e tratamento.

Tipo de indústria	Origem dos principais resíduos	Características mais importantes	Métodos de tratamento e disposição
1. Produtos Alimentícios a) Enlatados b) Laticínios c) Bebidas fermentadas e doces d) Refrigerantes e) Carne f) Açúcar	Raspagens, seleção extração de sucos, embranquecimento de frutas e vegetais Diluição do leite, soparações, fabricação de manteiga e soro Embebição e prensagem de grãos, restilo, condensados Lavagem de garrafas, limpeza de equipamentos, drenagem de tanques Currais e matadouros, substituição do osso e gorduras, condensações, lavagens, operação de depenar aves Lavagem de cana, concentração de garapa, cristalização, cozimento	Alto teor de sólidos em suspensão, materiais coloidais e sólidos solúveis Alto teor de matéria orgânica solúvel principalmente proteínas, gorduras e lactose Alto teor de matéria orgânica solúvel com nitrogênio e amidos fermentados ou seus produtos Alto pH, alto teor de sólidos em suspensão, alta DBO Alto teor de matéria orgânica em suspensão e solução, sangue, proteínas, gorduras Alto teor de matéria orgânica solúvel, sólidos em suspensão, temperatura	Peneiração, uso de lagoas, absorção pelo solo Tratamento biológico, aeração, filtros biológicos, lodos ativados Recuperação, centrifugação, evaporação, filtro biológico, disposição no solo, alimento de animais Peneiração e despejo na rede Peneiração, sedimentação, flotação, filtros biológicos Sedimentação, reuso de águas, condensados, lagoas, etc.

Tipo de indústria	Origem dos principais resíduos	Características mais importantes	Métodos de tratamento e disposição
2. Produtos Farmacêuticos.	Micólio, filtros dos desperdiçados, lavagens	Alto teor de matéria orgânica em suspensão e em solução incluindo vitaminas	Evaporação e secagem, alimentação
3. Têxtil	Cozimento de fibras, aplicação de mordentes	Despejos altamente alcalinos, colorido, altas DBO e temperatura, alto teor de sólidos em suspensão	Neutralização, precipitação química, tratamentos biológicos, curação
4. Curtumes	Depilação, embebição, processamento de couro	Alto teor de sólidos totais, dureza, alcalinidade, sulfetos, croço, pH, DBO	Equalização, sedimentação, tratamento biológico
5. Químicas	a) Ácidos	Baixo pH, baixo teor de matéria orgânica	Neutralização, incineração quando alguma matéria orgânica presente.
b) Detergentes	Lavagens e purificação	Alta DBO, sabões	Flotação retirada do escuma, precipitação
c) Explosivos	Lavagens de TNT e algodão colódio, lavagem de cartuchos	TNT, for, acidez, ácidos orgânicos, metais, ácidos, sabões, odor	Flotação, precipitação química, tratamento biológico, aeração, cloração de TNT, neutralização
d) Inseticidas	Lavagens e purificação	Alto teor de matéria orgânica, aromáticos, tóxicos	Diluição, armazenagem, adsorção, cloração alcalina

Tipo de indústria	Origem dos principais resíduos	Características mais importantes	Métodos de tratamento e disposição
e) Petro- leo	Refinações e outros	Salis dissolvidos, alta DBO, odores, flocos, compostos sulfurados	Diversão, recuperação, injeção de / sais, acidificação, incineração, tratamento biológico
f) Galva- noplás- tia	Decapagem, eletro-doposição, lavagem	Acidez, metais, tóxicos, matéria mineral	Cloração alcalina de cianetos, redução e precipitação do cromo, precipitação de outros metais
6. Metalúr- gicas			
a) Siderúrgicas	Coquerias, lavagens de gases, decapagem de aço	pH baixo, ácidos, flocos minerais, carvão, calcares, álcalis, óleos, ganga, sólidos em suspensão	Neutralização, recuperação, reuso, coagulação química
b) Produtos de fundição	Lavagem de areia usada	Alto teor de sólidos em suspensão, principalmente areia, argila e carvão	Peneiração seletiva, secagem de areia
7. Papel e Celulose	Cozimento, refinação, lavagens de fibras, peneirações	Extremos de pH, cor, alto teor de sólidos dissolvidos e em suspensão, materiais inorgânicos	Sedimentação, lagoas, tratamentos biológicos, aeração, recuperação de subprodutos
8. Vidro	Polimento e limpeza de peças de vidro	Cor, substâncias alcalinas, não sedimentáveis	Precipitação com cloreto de cálcio
9. Processamento de carvão	Limpeza e classificação de carvões, lavagens	Alto teor de sólidos em suspensão, baixo pH	Sedimentação, cloração, controle de drenagem

Em algumas áreas onde se espera maior ação de indústria visando o controle da poluição é possível que se elimine a água como veículo para disposição de resíduos, principalmente em muitas operações de lavagem que seriam substituídas por outros métodos. A mudança da matéria prima em vários processos seria outra possibilidade futura. Métodos de tratamento mais avançados deverão ser considerados pela própria indústria como colaboração, visando minimizar o problema. O reuso da água em várias atividades será uma imposição em breve tempo e a utilização de camadas de sub-solo para disposição de certos resíduos, uma prática alternativa a merecer cuidadosa atenção a partir de hoje. Assim, o desenvolvimento da tecnologia de controle da poluição, vem sendo e será consequente ao especial enfoque que se pretende dar ao importantíssimo problema da conservação do ambiente segundo se depreende da maior atenção que se presta hoje às argumentações dos ecologistas.

VIII.-CONSIDERAÇÕES FINAIS.-

No Estado de São Paulo o ataque à poluição das águas, iniciado por legislações específicas há vários anos e enfatizado pelas atividades de órgãos regionais criados para enfrentar o problema em áreas mais industrializadas, se torna hoje atribuição do Fomento Estadual de Saneamento Básico - FESB, através de uma Diretoria de Controle - DCPA encarregada do planejamento e fiscalização do programa e do Centro Tecnológico de Saneamento Básico - CETESB, órgão de suporte tecnológico encarregado de diagnosticar o problema, avaliar seus efeitos, realizar estudos específicos, pesquisar e apontar solução viáveis. Em quatro anos de existência o FESB equacionou o problema e o enfrenta seguindo as diretrizes preconizadas pelo Plano Estadual de Controle de Poluição das Águas.

O Estado foi dividido em regiões de importância em termos de poluição, geralmente bacias hidrográficas diferentes, foram levantadas as fontes poluidoras em cada região e avaliou-se a qualidade de suas águas receptoras. As autoridades sanitárias buscaram entendimento com o público e as indústrias, esclarecendo-os e dando normas, e desse entendimento

.....

bons frutos já estão sendo colhidos. Padrões de qualidade - já foram definidos para as principais bacias e a implementação do controle prossegue bem, conforme veremos em outra parte deste seminário.

Na Guanabara ocorreram fatos semelhantes sendo importante notar que seu Instituto de Engenharia Sanitária - IES muito / tem feito para o desenvolvimento do controle da poluição na aquele Estado.

Em outras regiões onde o problema ainda não atingiu fases / mais críticas é bastante conveniente que se desenvolva, sem mais tardar, as atividades preventivas pois, assim, teria - mos evitado a repetição de situações lamentáveis que ora / afetam nossas áreas mais industrializadas no tocante à utilização dos recursos naturais.

Atenção cuidadosa deve ser prestada, por todas as Entidades envolvidas no assunto, à política do saneamento do Governo Federal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. BRANCO, S.M. "Poluição", ed. Ao Livro Técnico, São Paulo, 1 972.
2. GURNH/M, FRED "Industrial Wastewater Control", Academic / Press, 1 965
3. KNEESE & BOWER "Managing Water Quality", Ed The Johns / Hopkins Press, Baltimore, 1 968
4. National Academy of Sciences, "Waste Management and Control" Publ. 1 400, Washington, 1 966
5. NEMEROW, NELSON "Theories and Practices of Industrial / Waste Treatment", Addison Wesley, 1 963
6. ODUM, EUGENE P. "Fundamentals of Ecology", Ed. W.B. / Sanders, Toronto, 1 972
7. Secretaria dos Serviços de Obras Públicas, Estado de São Paulo, "CETESB" A Tecnologia a Serviço do Saneamento Básico, 1 969
8. SILVA, C.C. AMARAL "Problemas de Poluição das Águas Causados pela Indústria", Departamento de Industrialização de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1 970.



SEMINÁRIO

SOBRE

CONTROLE DE POLUIÇÃO
DAS ÁGUAS E DO AR

CURITIBA

27 a 29 de SETEMBRO de 1972

TEMA 1.2

CONTAMINACION DEL AIRE, EFECTOS
SOBRE LA COMUNIDAD: ASPECTOS
ECONOMICOS, SOCIALES E DE SALUD

ING. CESAR MACHER

CONSULTOR OPS/OMS

S. V. O. P.
D. A. E. E.
OPS/OMS

CONTAMINACION DEL AIRE, EFECTOS SOBRE LA
COMUNIDAD: ASPECTOS ECONOMICOS, SOCIALES
Y DE SALUD ING. CESAR MACHER, CONSULTOR
OPS/OMS.

1. INTRODUCCION

En el quinto informe del Comité de Expertos en Saneamiento del Medio de la OMS (1958), establecen en un sentido estricto, "que la atmósfera está contaminada cuando contiene alguna sustancia extraña a ella, carente de función útil", reservando el término "contaminación de la atmósfera, para los casos en que el aire ambiente contiene impurezas a concentraciones perjudiciales para el hombre ó para su medio". Se entiende en consecuencia que existe una contaminación atmosférica natural y otra artificial (producida por el hombre).

La porción de la atmósfera terrestre capaz de diluir los contaminantes del aire, está confinada en el fondo de un "ocean" de aire, ésta capa (biósfera) llega a una altura aproximada de 12,000 metros. Dentro de este estrato, que incluye alrededor del 70% de la masa total del aire, se desarrollan todos los complejos fenómenos de desplazamiento del aire, y demás factores que acondicionan las razones de ventilación y tendencias meteorológicas. Evidentemente, estas tendencias no son uniformes, varían estacionalmente, diariamente y están asociadas con factores locales como, topografía, clima y radiación solar. Debido a estas variaciones las concentraciones de contaminantes en la atmósfera, dependerán de las variables meteorológicas y parámetros mencionados.

Es también en este fondo de la atmósfera terrestre donde vivimos, desarrollando todas nuestras funciones, incluyendo la más importante para el ser humano: la respiración. Esta función es automática y sin esfuerzo, de tal modo que ni pensamos en ella. Para que un hombre normal y saludable pueda existir, necesita aproximadamente 80 libras de aire por día, es decir un poco más de 1000 pies cúbicos. Si comparamos esta demanda que en promedio puede ser de unos 500 pies cúbicos (hombres, mujeres, niños), con la disponibilidad de 60,000 millones de pies cúbicos de aire que tiene cada ser humano, el abastecimiento parece ser infinito; aún incrementando los 3,000 a 4,000 pies cúbicos de aire por persona que se necesitaría en los procesos de combustión. Sin embargo, la densidad de población y las condiciones meteorológicas en ciertas áreas, imponen restricciones en el abastecimiento natural. En realidad, la capacidad total de ventilación de una región no puede ser incrementada y como

resultado, en determinadas circunstancias, al elevarse la concentración de los contaminantes, deterioran la calidad del aire.

Evidentemente, la atmósfera no constituye un depósito final para la mayoría de contaminantes que en ella se descarga, sirviendo solamente como un reservatorio temporal. Por medio de mecanismos de auto-depuración, transforma los contaminantes (ejem; por oxidación, agregación, electrostática, formación de nubes), en forma tal que son depositados por gravedad ó retirados de la atmósfera por otras fuerzas (lluvias, etc). Estos procesos son efectivos para mantener dentro de límites aceptables los contaminantes producidos por la naturaleza. Pero el hombre, interfiere con el sistema, introduciendo sustancias desconocidas hasta hace pocas décadas, como por ejemplo: contaminantes radio-activos producidos por los reactores atómicos y explosiones nucleares. Además, de los efluentes de la constante expansión de los nuevos procesos industriales, incremento del tránsito, mayor uso de aeronaves a jet, productos de combustibles exóticos empleados en las naves especiales y uso cada vez mayor de todo género de pesticidas. Al haberse establecido la evidencia del efecto adverso de las contaminantes sobre el hombre y el medio que lo rodea, tornase necesario controlar la contaminación del aire.

2. COMPOSICIÓN NATURAL DEL AIRE

La atmósfera terrestre, esencialmente la capa denominada "biósfera", tiene una composición natural media en volumen más o menos constante de:

Nitrógeno.....	78.09%
Oxígeno.....	20.94%
Argón.....	0.93%
Dióxido de carbono.....	0.03%

Estos cuatro componentes totalizan 99.99% de la mezcla gaseosa, entrando en la composición restante, pequeñas cantidades de Neón, Helio, Metano, Kriptón, Oxido nítrico, Hidrógeno y Xenón. Además de esos componentes constantes tenemos el vapor de agua en concentraciones variables.

Otros componentes gaseosos de origen natural y de concentración variable son el dióxido de azufre, fluoruro de hidrógeno y el cloruro de hidrógeno provenientes de las erupciones volcánicas; los óxidos de nitrógeno producidos por las descargas eléctricas; el sulfuro de hidrógeno, que se escapa de las acumulaciones de gas natural o de los volcanes y el ozono formado foto químicamente o por descargas eléctricas.

Además de esos gases, el aire contiene material particulado: polvo y aerosoles de origen natural, en variado grado de concentración y composición. Entre el material particulado de origen natural citaremos las partículas de sal procedentes del agua del

3
mar; humo de los fuegos forestales; polvos minerales provenientes de la actividad volcánica ó erosión del viento; polvo meteórico y organismos vivientes como esporas y polen.

Cabe señalar que la concentración de los contaminantes naturales es sumamente pequeña. Lejos de los lugares de origen, una vez difundidos en la atmósfera.

3. CAUSAS DE LA CONTAMINACION DEL AIRE

Los principales contaminantes de la atmósfera producidos por el hombre son los productos de la combustión, por causa del consumo de combustibles para generar calor, electricidad, transporte y otras aplicaciones. Aparte de estos contaminantes, también descargan en la atmósfera importantes efluentes las diversas industrias de transformación, como la del hierro y el acero, la de fundición y refinación de metales no ferrosos, la de productos químicos orgánicos e inorgánicos, la de refinación de petróleo y obtención de sus derivados, la de pulpa de celulosa y papel, operaciones de sila preparación de conservas y otros procesos industriales. Además otros contaminantes provienen de orígenes naturales como tormentas de polvo, erosión del viento, partículas salinas, fuegos de flores, esporas de polen, bacterias y productos de degradación de vegetales y animales.

En esta época conviene destacar los contaminadores radioactivos del aire. Además de la presencia de pequeñas cantidades de radón y torón - origen natural - que procedan de las rocas uraníferas y toríferas; debido a los últimos adelantos científicos se han agregado a la atmósfera más elementos radioactivos. Efectivamente, durante las diversas fases de extracción y purificación de sustancias radio-activas para obtener los combustibles nucleares (Uranio y Torio); su posterior utilización en los reactores nucleares para obtener energía y radionuclidos; las operaciones de tratamiento químico y metalúrgico de los productos recuperados de los reactores; la aplicación de los radionuclidos en la industria, agricultura, medicina e investigación científica; y los propios desechos radioactivos constituyen fuentes potenciales de contaminación radioactiva de la atmósfera; así como la producida por las pruebas de explosivos nucleares.

En estas explosiones atómicas, entre los productos radioactivos liberados y o formados, dos elementos con larga-vida-media se producen en cantidad, pudiendo recorrer estar-partículas radioactivas grandes distancias y depositarse en el suelo. Estos elementos son: el estroncio radio-activo (Sr90), con una vida-media de 28 años y el cesio radio-activo (Cs137), cuya vida-media es de 30 años. Estos polvos radioactivos, una vez que alcanzan el suelo, adonde han sido depositados principalmente por las lluvias, pueden pasar al

ciclo alimenticio del hombre. El Sr90 químicamente es similar al calcio, cuando ingresa al organismo se deposita en los huesos, presentando riesgo potencial de cancer a los huesos ó daño a los tejidos formadores de globulos rojos. El Cs137 es relativamente soluble y como emisor de radiaciones peligroso para el hombre, principalmente desde el punto de vista genético.

Cuando se prueba artefactos más potentes (varios megatones), los restos de estas explosiones penetran hasta la estratósfera (más alla de 12 Kms), regiones éstas no sujetas a las variaciones del tiempo, y en consecuencia los polvos radio-activos permanecerán suspendidos como en un reservatório, por largos años y desaparecerán muy lentamente.

Cada area ó localidad problema tiene sus características particulares en cuanto a las causas de la contaminación del aire y sus efectos; en consecuencia, es fundamental que entre las primeras etapas a llevarse a cabo en un programa de control, se realice el levantamiento preliminar (inventario) para conocer el potencial de contaminación del aire en el área ó localidad problema. La utilización de los factores de emisión es muy importante.

Estos factores de emisión deben ser considerados en su verdadero significado, vale decir como promedios ponderados de una serie sucesiva de mediciones de la fuente, proceso u operación en estudio. Indudablemente el mejor factor de emisión de un origen específico de contaminación es la medida directa del efluente.

Estas técnicas requirieron elevado grado de especialización, equipos de campo y laboratorio de analisis, lo cual resulta muy costoso. Estos factores se perfeccionan conforme se avanza en la tecnología, debiendo considerarse los nuevos valores ó nuevas emisiones que constantemente aparecen en la bibliografía especializada. Asi por ejemplo, en U.S.A., la emisión estimada de los principales contaminantes a la atmósfera, totalizan alrededor de 125 millones de toneladas al año, divididos en la siguiente base:

(1)

Por contaminantes:

Monóxido de carbono.....	65 MT/año (52%)
Oxidos de Azufre.....	23 " (18%)
Hidrocarburos.....	15 " (12%)
Material particulado.....	12 " (10%)
Oxidos de nitrógeno.....	8 " (6%)
Otros gases y vapores.....	2 " (2%)

(1) "Waste Management an Control", National Academy of Sciences, Publication 1400, Washington D.C., 1966.

Por origen:

Transporte..... 74.8 MT/año (59.9%)

Industria.....	23.4 MT/año (18.7%)
Generación de electricidad...	15.7 MT/año (12.5%)
Calefacción.....	7.8 MT/año (6.3%)
Disposición de basuras.....	<u>3.3</u> MT/año (2.6%)
	125.0

El análisis de los contaminantes atmosféricos individuales según su origen, mostró que: a) Los medios de transporte por medio de máquinas de combustión interna, son los orígenes mayores del monóxido de carbono, los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos; b) Las centrales termoelectricas son las principales responsables por los óxidos de azufre, y c) La industria es el origen principal del material particulado y contaminantes misceláneos.

Un importante origen móvil de contaminación lo constituyen en los vehículos automotores, el volumen de los gases de escape varía de un mínimo (150 - 190 pies cúbicos por minuto), cuando los vehículos están parados pero con el motor en marcha, hasta un máximo (más de 6.000 p³ por minuto) cuando están acelerados. Los gases de escape son principalmente hidrocarburos, óxido de nitrógeno, monóxido de carbono, aldehídos, etc. Las respectivas concentraciones dependen de las condiciones de operación (motor en marcha, aceleración, velocidad de crucero); de la razón aire/combustible; composición; composición de los combustibles; edad y mantenimiento de la máquina, entre otros factores. Además de las emisiones del tubo de escape, que representa un 50 - 60 por ciento del total, también el tubo ventilador del cárter de los vehículos emiten contaminantes a la atmósfera aproximadamente 30 - 40% del total; así como pérdidas por evaporación, que pueden provenir del tanque de la gasolina y del carburador. Al lado de los motores a gasolina, tenemos las máquinas diesel que crean contaminación con otras características, es los motores descargan menores cantidades de hidrocarburos y mayores volúmenes de óxidos de nitrógeno, en comparación con los motores a gasolina. Así como grandes cantidades de humo negro, especialmente en condiciones de cargas pesadas. Los factores de emisión de contaminantes, para estos tipos de motores, se da a continuación en libras por 1.000 galones de combustible: (2)

Contaminantes	gasolina	Diesel
Alcoholes	4.	10
Benzo (a) pireno	0.3gr/1000 gal	0.4gr/1000gal
Monóxido de carbono	2910	60
Hidrocarburos	524	180
Óxidos de azufre	9	40
Ácidos orgánicos	4	31
Oxidos de nitrógeno	113	222

(2) " A compilation of air pollutant emission factors for combustion processes, gasoline evaporation and selected industrial processes" U.S.P.H.S., Division of Air Pollution, Cincinnati, Ohio, May 1965.

Esta información nos permite apreciar objetivamente las diferentes proporciones de contaminantes emitidos por los vehículos a gasolina y diesel.

Aparte de las emisiones debidas al uso de combustibles, en los vehículos automotores, también descargan a la atmósfera grandes cantidad de contaminantes específicos, las industrias de transformación; así por ejemplo, el anhídrido sulfuroso (SO₂) sigue siendo uno de los principales agentes de contaminación, no sólo por la gran cantidad de focos que lo emiten, sino por la enorme concentración de algunas descargas provenientes de fuentes únicas. En U.S.A. se ha estimado que la emisión de SO₂ por origen y por año, es la siguiente:

ORIGEN	ANHIDRIDO SULFUROSO (TONS ' S)
Carbon	14'029,000
Petróleo	4'827,000
Oper. Refineria	1'583,000
Fundic. Minerales	1'735,000
Proce. Coke	462,000
Manuf. H ₂ SO ₄	451,000
Incine Basuras	100,000
Otros	183,000
TOTAL	23'370,000 Toneladas/año

(3) Adaptado de "Waste Management and Control", National Academy of Sciences, Publication 1400, Washington D.C. 1966. Según la información precedente, la descarga anual de dióxido de azufre a la atmósfera en U.S.A., es del orden de 23 millones de toneladas, siendo el principal origen la utilización del carbón.

Algunos ejemplos nos permitirán apreciar la magnitud de las descargas de contaminantes que puede emitir una sola instalación industrial:

<u>Fábrica harina de pescado</u>	<u>Capacidad:</u> ~20, ton/hr	<u>Emisión:</u> vapores y
(Lima - Peru)	<u>pescado crudo.</u> Tama-	<u>compuestos orgánicos</u>
	<u>ño medio de planta.</u>	<u>malolientes:</u>

Fundición de cobre
(Ilo - Peru)

1'360,000p³/hr a 7
112ec

Capacidad: 1400 ton. Emisión: SO₂, 700
por día, de mena con Toneladas por día.
centrada, con 25% de
azúfre.

Refinería de . . .
petróleo (U.S.A.)

Capacidad: 100,000 - Emisión: SO₂, 450
barriles, con 1.5%-de Toneladas por día.
azúfre en el produ-
to bruto.

Es conveniente rellevar el hecho de que en determinadas circunstancias y condiciones, estas enormes emisiones de contaminantes llegan a causar serios problemas de contaminación atmosférica; particularmente si se permite una excesiva concentración de plantas industriales y las autoridades no proveen la organización de adecuados programas de control.

Entre otras causas no industriales de la contaminación del aire, brevemente citaré las debidas a la quema indiscriminada de restos vegetales y basura al aire libre; incineración doméstica y o municipal de basura; construcción y demolición de obras civiles; calefacción doméstica; desplazamiento de material particulado por los vehículos de transporte en vías no pavimentadas y desgaste de las llantas de los mismos. En la ciudad de Los Angeles han estimado en 50 toneladas por día la cantidad de detritos de jete por desgaste de llantas.

Los contaminantes arrojados a la atmósfera pueden estar al estado particulado sólido y o líquido, o en forma de gas o vapor. La clasificación de ellos puede presentarse en diferentes maneras. Los contaminantes descargados a la atmósfera pueden permanecer inhalados ó sufrir cambios en su estructura química. De modo general, darían lugar a dos tipos de contaminación: a) Contaminación primaria, tipo Londres, en la que los contaminantes en la atmósfera no sufren casi transformaciones; químicamente son de tipo ácido y reductor, b) Contaminación secundaria, tipo Los Angeles, los contaminantes primarios reaccionan con la energía solar, producen sustancias diferentes; químicamente son de tipo oxidante.

4. EFFECTOS DE LOS CONTAMINANTES

Los efectos de la contaminación atmosférica y consecuentemente su repercusión económica se manifiestan en: la salud humana; el ganado; los vegetales; deterioro y corrosión de materiales y reducción de la visibilidad. Entre otras pérdidas financieras citaré: mantenimiento y limpieza de objetos y edificios (mayor frecuencia); mayor consumo de energía (iluminación); depreciación de mercaderías y casas habitación; mayor costo en el transporte y riesgos de accidentes; y pérdidas causadas por la combustión incompleta de combus-

Considero de singular importancia referirme a los valores estéticos relacionados con la contaminación atmosférica. El impacto negativo que causa la contaminación sobre dichos valores sin consideraciones de orden económico, es de tal magnitud en ciertas ciudades que gradualmente van perdiendo el verde de sus parques, la riqueza de sus museos, la belleza de sus monumentos, el atractivo de sus escuelas y universidades, los libros y manuscritos de sus bibliotecas y la hermosura de sus escenarios naturales. Este planimiento parecerá sumamente teórico, particularmente en nuestros países latino-americanos, adonde las condiciones sanitarias elementares faltan en grandes sectores de su población. Pero es responsabilidad de los pueblos y sus autoridades prevenir la contaminación ambiental y no permitir el deterioro de sus recursos naturales: aire, agua, suelo, para no repetir los errores cometidos por países más adelantados.

Para el propósito de este seminario, discutiremos, los efectos de la contaminación del aire, según las siguientes categorías: efectos sobre la salud humana; efectos sobre las plantas y los animales, y repercusión económica y social.

5. EFFECTOS SOBRE LA SALUD HUMANA

La literatura especializada refiere que bajo ciertas circunstancias, los efectos de la contaminación del aire sobre la salud han sido serios; entre los diversos episodios graves ocurridos, menciono los del Valle del Mosa en Bélgica (1930); Donora, Pennsylvania (1948); Londres, Inglaterra (1952) y Poza Rica en México (1950). Además de estos efectos agudos, debemos considerar los efectos crónicos que evidencia tener la contaminación del aire respecto a las "insuficiencias crónicas pulmonares" (enfisema U.S.A. y bronquitis crónica en Inglaterra); irritación de las mucosas (ojos, nariz, garganta) y correlaciones posibles con la incidencia del cáncer pulmonar.

En la actualidad nadie pone en duda que la contaminación del aire ha sido la causa de enfermedades y defunciones cuando la concentración de contaminadores llegó a niveles elevados, en condiciones especiales. Pero todavía, con sentido estricto, poco se conoce sobre muchos aspectos de la acción de las impurezas del aire sobre la salud, particularmente cuando están en bajas concentraciones y formando complejísticas mezclas gaseosas y de material particulado. Desde luego, se dan casos de irritación de las mucosas, causada por productos químicos en bajas concentraciones, provocando malestar en las personas debiendo ser considerado este efecto, nocivo para la salud.

En general, se considera que los efectos sobre la salud humana, pueden ser: 1) Dolencia aguda ó muerte; 2) Dolencia crónica.

ca ó insidiosa; y 3) Alteraciones de funciones fisiológicas importantes, tales como la función de ventilación y la función alveolar respiratoria de los pulmones.

La absorción de contaminantes por el ser humano, depende de su naturaleza, propiedades físico-químicas, puerta de entrada al organismo, interacción en los tejidos, la utilización, destrucción ó interferencia que puedan producir en los mecanismos fisiológicos, la excreción en forma de productos conjugados, metabolitos, ó en la forma original. De las tres vías de ingreso de los contaminantes al organismo, (sistema respiratorio, digestivo, piel), la entrada principal es el sistema respiratorio, penetrando el material contaminante al medio interno a través de la membrana alveolo-capilar. Toda esta extensa área (95 m^2), es altamente irrigada y a través de ella pueden llegar al torrente sanguíneo, no sólo el oxígeno, sino cualquier otro gas o incluso material particulado de tamaño suficientemente pequeño.

El sistema respiratorio dispone de algunos mecanismos de defensa (secreción mucosa, forma de las fosas nasales superior, cilios, movimiento peristáltico, exposición, reflejos de tos, estornudos, acción fagocitaria) contra la penetración de sustancias extrañas; pero estos mecanismos son deficientes, ofreciendo poca protección contra partículas submicroscópicas y prácticamente ninguna contra gases y vapores.

Que contaminantes y cuales son las concentraciones que producen los efectos mencionados sobre la salud humana? La respuesta no es fácil y no se conoce completamente. Sin embargo, con el objeto de simplificar en algo este complejísimo asunto y tener una ligera idea, me permito presentar la clasificación de los contaminantes según sus efectos propuesta por el Dr. J.R. Goldsmith (1964):

I. SUSTANCIAS IRRITANTES

a. Reacción inmediata

Anhidrido sulfuroso
 Acido sulfúrico
 Cloro
 Irritantes fotoquímicos
 (peroxiacetnitrato, PAN y otros)
 Formaldehído
 Acroleína
 Polvos inertes
 (en determinadas circunstancias)

b. Reacción retardada

(Efecto generalmente sobre la membrana alveolar)
 Ozono
 Dióxido de nitrógeno

II. SUSTANCIAS CON ACTIVIDAD ANTIGENICA

Pólenes
Polvo de algodón
Anhídrido sulfuroso
Ozono
Dióxido de nitrógeno

III. SUSTANCIAS TOXICAS

- a. De metabolismo ó excreción rápida
Monóxido de carbono
Insecticidas orgánicos fosforados
(anticolinesterasas)
- b. De acumulación y excreción lenta
Plomo
Arsénico
Componentes fluorurados
(sin efecto nocivo en atmósfera natural)
Hidrocarburos clorurados

La clasificación precedente debe ser considerada como una lista parcial del gran total de contaminantes que arrojamos a la atmósfera, sin considerar tampoco en detalle los producidos por síntesis fotoquímica.

I. Sustancias irritantes

Entre las sustancias irritantes destacamos el Anhídrido Sulfuroso (SO_2), éste es un fuerte irritante de las conjuntivas oculares y mucosas del sistema respiratorio. Se ha comprobado experimentalmente que en concentraciones bastante reducidas, la inhalación de SO_2 , origina espasmos pasajeros de los músculos de los bronquiolos; concentraciones mayores provocan un aumento considerable de secreción mucosa y concentraciones aún más altas causan graves inflamaciones en la mucosa.

Los investigadores han establecido que concentraciones de SO_2 tan bajas como 1 ppm producen respuestas fisiológicas detectables en el hombre y 5 ppm (MAC) para ambiente de trabajo/8 horas; producen indiscutible respuesta fisiológicas. También se ha demostrado que la sensibilidad personal es un factor muy importante y que una exposición continua a este gas puede crear una resistencia moderada, como en el caso de los trabajadores industriales. Como referencia, la mínima cantidad de SO_2 detectada por el olfato humano es aproximadamente de 3 ppm.

En determinadas condiciones atmosféricas puede presentar se el SO_3 que es un vapor mucho más irritante el que en presencia del vapor de agua forma gotículas de ácido sulfúrico que es un fuer

La acción conjunta de los óxidos de azufre y material particulado sólido suspendido en la atmósfera sigue siendo investigada, de tal manera que la teoría del "sinergismo" todavía no ha sido confirmada (1962).

En Londres, estudios realizados (2) comprobaron que los síntomas de la bronquitis crónica se agravan con la presencia del SO₂ en la atmósfera de la ciudad. (Concentración aprox. 0.4 ppm de SO₂).

Los óxidos de nitrógeno son irritantes potentes de las vías respiratorias superiores y en concentraciones elevadas (exposición ocupacional) el NO₂ puede ocasionar edema agudo del pulmón, después de varias horas de haber cesado la exposición (reacción retardada). El efecto de los óxidos de nitrógeno a concentraciones promedio halladas en las ciudades (0.01 - 1.0 ppm), deben ser consideradas como potencialmente irritantes y potencialmente relacionadas con la fibrosis crónicas pulmonar (3), todavía no se conoce las relaciones cuantitativas de sus efectos.

La acroleína (aldehído acrílico ó propenal: CH₂=CH CHO) el formaldehído (metanol: H CHO), y el peroxiacetilnitrato (PAN) forman parte de la compleja contaminación fotoquímica de la atmósfera, tipo Los Angeles (California). De acuerdo con las experiencias llevadas a cabo en U.S.A., las sustancias mencionadas son responsables de la irritación de los ojos.

El ozono es un gas irritante de las vías respiratorias y puede penetrar profundamente en los pulmones pudiendo provocar edema fatal, en concentraciones elevadas. Posiblemente la presencia del ozono en el aire se debe a la acción de la energía solar sobre los productos de combustión arrojados a la atmósfera; en áreas urbanas promedio en U.S.A., se ha encontrado en media 0.03 ppm de ozono (oxidantes). En la atmósfera contaminada de los Angeles se ha encontrado comúnmente 0.2 á 0.9 ppm. de ozono. Todavía no se conoce el efecto específico que tienen estas concentraciones sobre la salud humana.

En cuanto al material particulado sólido (polvos inertes, por ejem, partículas sólidas residuales de carbón como producto de la combustión), en determinadas circunstancias minifican efectos irritantes, debido al hecho de que por sus características físicas (gran porosidad), pueden adsorber gases y vapores, convirtiéndose en vehículos de los mismos e irritar el sistema respiratorio, aún en profundidad, de acuerdo con el tamaño de la partícula.

(2) P.J. Lawther, Proc. Roy. Soc. Med. 51, (1958)

(3) "Effects of air pollution on humans" chapter 10, Vol. I Arthur Stern

Es conveniente distinguir entre el típico efecto de las partículas de carbón, por ejemplo entre los trabajadores de las minas de carbón que pueden desarrollar neumoconiosis y los efectos de los restos carbonaceos (Soot de la combustión. Todavía no se conoce ninguna enfermedad específica relacionada con la exposición a dicho producto (Soot), en las comunidades.

En general hay que diferenciar el camino que siguen las partículas grandes y pequeñas cuando son inhaladas, las primeras ($> 3 \mu$), son retenidas en la parte superior del sistema respiratorio, pudiendo llegar hasta los bronquios; las más pequeñas ($< 3 \mu$) pueden llegar a los bronquiolos y alveolos pulmonares. El porcentaje de retención está en relación con el tamaño de la partícula.

II. SUSTANCIAS CON ACTIVIDAD ANTIGENICA

Brevemente mencionaré que existen muchas sustancias orgánicas que actúan como alérgenos, pueden ser de origen natural (polen, pelos, caspa, levaduras, etc.) y otras provenir de operaciones industriales (penificación, hilados, tejidos de algodón, peloterias, curtiduría, cordelería, yutería, extracción de aceite de ricino, carpintería, elaboración de tabaco, etc.). Las reacciones que producen estas sustancias en los diferentes tejidos del cuerpo humano se manifiestan principalmente en las vías respiratorias y en la piel (dermatosis). Algunos autores han atribuido al SO_2 , NO_2 y O_3 , capacidad para producir reacciones alérgicas en forma inducida. Es decir, lesionada la mucosa por el gas, los microorganismos presentes en las vías respiratorias, utilizan las zonas afectadas para una reproducción acelerada, dando origen no sólo a infecciones, sino también a una respuesta alérgica del ser humano.

Los casos de muerte que ocurrieron entre los enfermos de asma bronquial y los cardíacos en los episodios del valle del Mosá (Belgica) y de Donora (U.S.A.), algunos investigadores los relacionan con un estrechamiento espasmódico de los bronquiolos, provocado por reducidas concentraciones de SO_2 .

Entre otros trabajos que nos ofrece la literatura especializada considero interesante mencionar, el episodio ocurrido en la ciudad de Baurú (São Paulo-Brasil, 1952), en el que se presentaron cerca de 150 casos de asma bronquial entre la población, provocados por alergia al polvo de la semilla (*Ricinus communis*), donde se extrae el aceite de ricino. Suspendidas las operaciones de la fábrica, desaparecieron los casos de dolencia y reaparecieron cerca de un mes después, cuando reiniciaron sus actividades. Con la paralización definitiva de la industria terminaron los casos de asma.

III. SUSTANCIAS TOXICAS

El monóxido de carbono es un gas inodoro e incoloro, no

irritante que proviene principalmente de la combustión incompleta. Los efectos nocivos sobre la salud humana, se deben a su gran afinidad con la hemoglobina de la sangre (210 veces más rápido que el oxígeno). Esta propiedad disminuye la función más importante de la hemoglobina que es la de transportar el oxígeno a los tejidos.

Es posible que las bajas concentraciones de monóxido de carbono que se encuentra en algunas calles de las ciudades (promedio 2 ppm. en U.S.A.) afecte a personas predispuestas que sufran de enfermedades cardiopulmonares ó anemia.

En Los Estados Unidos, se piensa que la "intoxicación crónica por monóxido de carbono" no existe, debido a la naturaleza poco acumulativa de este gas y a su modo de acción sobre el organismo. En Europa, nuevamente se ha suscitado la controversia, sobre si la exposición continúa a bajas concentraciones de este gas puede o nó causar una enfermedad (1962).

El monóxido de carbono es un contaminante bastante común en las actividades laborales, estando sujetos las personas susceptibles a graves riesgos para la salud, si además sobrecargan el organismo con mayor cantidad de CO producido por el consumo de tabaco y adicionalmente por el que pudiera estar presente en la atmósfera de la comunidad.

Como referencia manifestaré que un nivel serio de contaminación atmosférica en California (U.S.A.) es de 30 ppm para 8 horas; mientras que en Rusia, la norma de calidad del aire en la comunidad establece una concentración de 0.8 ppm de monóxido de carbono en promedio por 24 horas.

La contaminación deliberada de la atmósfera por insecticidas para combatir los insectos dañinos, ocasiona riesgo para la salud, debido a los ingredientes tóxicos activos de dichos productos. En el sector agrícola se utiliza insecticidas organo fosforados muy enérgicos o hidrocarburos clorados; entre los primeros puedo citar el parathion y el malathion. Entre los del grupo clorado, el clordano, el D.D.T. y el dieldrín. Los compuestos organo-fosforados pueden causar una inhibición irreversible de la enzima-colinesterasa que hidroliza la acetilcolina para eliminarla. No cumpliendo esta función, el organismo acumula la acetilcolina (estimulante producido en las terminaciones nerviosas), que puede producir en dosis excesivas parálisis y postración de la persona.

Entre las sustancias tóxicas acumulativas y de excreción lenta me ocuparé del plomo y de los compuestos fluorados. El Plomo es un contaminante muy bien conocido en exposiciones ocupacionales. Con referencia a las bajísimas concentraciones halladas en la atmósfera de las ciudades y los efectos en la salud humana continúo en las investigaciones. Al estudiar este riesgo debemos considerar dos aspectos: 1) el plomo es un tóxico acumulativo y de excreción

lente y 2) el plomo que ingresa al organismo proviene del aire, agua y alimentos. La presencia del plomo en el aire comunal, se debe principalmente al consumo de gasolina que contiene plomo-tetraétilico ó tetrametilico para aprovechar sus propiedades antidetonantes. En estudios realizados en ciudades de U.S.A., se ha llegado a encontrar relaciones interesantes, como: a) existencia de una gran diferencia de las concentraciones de plomo atmosférico entre ciudades grandes y pequeñas, b) las personas que viven en áreas rurales presentan menos niveles de plomo en sangre que las de las ciudades, y c) un ligero incremento de plomo en sangre presentan las personas que fuman con respecto a las que no fuman.

Los compuestos fluorurados varían desde los extremadamente corrosivos e irritantes (fluoruro de hidrógeno) hasta los relativamente inertes. La presencia de fluoruros en el aire se debe principalmente a la fabricación de abonos artificiales y a la producción de aluminio. Muy poco se sabe sobre la acción de los fluoruros no irritantes, en el ser humano.

OTROS EFECTOS SOBRE LA SALUD

En relación con el cáncer del pulmón, diversas investigaciones parecen demostrar que la contaminación atmosférica contribuye al apareamiento de esta enfermedad. Se ha encontrado en atmósferas contaminadas, definidas sustancias potencialmente cancerígenas, entre otras: benzo (a) pireno, benzocentraceno y compuestos metálicos (cromo, berilio, arsénico). Investigadores como Storks y Campbell (Gran Bretaña), llegaron a la conclusión que "el 3,4 -benzopireno y otros hidrocarburos policíclicos ejercían un rol dual en la aparición del cáncer pulmonar, debido a su presencia en el humo del cigarro y en la atmósfera contaminada de las comunidades".

El estudio de la incidencia de cáncer pulmonar entre la población rural y urbana; muestra que estas últimas presentan una incidencia significativamente mayor. De aquí nace la hipótesis de que la contaminación atmosférica juega un rol en el apareamiento de ésta enfermedad. Actualmente continúan las investigaciones sobre las posibles propiedades cancerígenas de otras sustancias y otros tipos de cáncer, además del cáncer del pulmón.

Las relaciones de la contaminación atmosférica y las enfermedades respiratorias crónicas (asma, bronquitis y enfisema), han sido objeto de muchos estudios. Por ejemplo investigadores de Gran Bretaña, han mostrado relaciones estadísticas entre las tasas de mortalidad por bronquitis crónica y el aumento de los índices de contaminación atmosférica en dicho país. En los Estados Unidos el enfisema es más común en las poblaciones metropolitanas que en las áreas suburbanas y rurales. (4) Las exactas relaciones entre -

(4) Public Health Reports, No 562 (1957).

De todo lo expuesto en este tema se infiere que es necesario continuar e intensificar las investigaciones toxicológicas, químicas, meteorológicas, epidemiológicas, y médicas, para conocer mejor los efectos de las complejas-condiciones anormales de la atmósfera contaminada sobre la salud humana. De otro lado se evidencia la necesidad de luchar contra la contaminación atmosférica a pesar de conocer exactamente sus efectos - teniendo en cuenta la protección de la salud humana.

6. EFFECTOS SOBRE PLANTAS Y ANIMALES

De acuerdo con el Dr. Moyer D. Thomas, hay tres tipos de contaminación principales que tienen importancia en agricultura: el dióxido de azufre, los compuestos de fluor y la niebla contaminada ("smog" fotoquímico de Los Angeles y "smog" tipo Londres de acción reductora). Además, hay otros contaminantes que son fitotóxicos, como los óxidos de nitrógeno, cloro, hidrógeno sulfurado, amoníaco, herbicidas (2-4 diclorofenoxiacético, denominado 2-4 D), etileno, DDT y aerosoles ácidos. La mayoría de los nombrados tendrán que estar a concentraciones suficientes para afectar a las plantas y esta ocurrencia puede ser solamente accidental.

En general, existen tres maneras por las cuales las plantas son afectadas por los contaminantes: a) Reducción de la penetración de la luz (reducción de la capacidad de fotosíntesis), por la sedimentación de partículas en las hojas ó por la interferencia de las partículas suspendidas en la atmósfera. 2) deposición de contaminantes en el suelo, por sedimentación de las partículas gruesas ó por dilución de gases y partículas gruesas ó por dilución de gases y partículas finas depositados por la lluvia: incluyendo los contaminantes por las raíces ó alterando la composición del suelo. 3) Penetración de los contaminantes por los estomas de las plantas. Esta última vía de ingreso es la más importante y mejor estudiada.

Los estomas son pequeños poros en la superficie de las plantas, generalmente en las hojas y en su parte inferior. El intercambio gaseoso (O_2 - CO_2), prácticamente se da en su totalidad a través de los estomas que se abren ó cierran de acuerdo a cada tipo de planta, y en función de la hora del día, humedad, relativa del aire, condiciones de iluminación, temperatura, etc. Los contaminantes gaseosos pueden penetrar por los estomas junto con el aire y ser absorbidos por la planta. El material particulado puede depositarse en la superficie de las plantas y si son solubles en agua, ingresarán por los estomas con la lluvia y la humedad.

Los efectos resultantes podrán ser visibles ó no, en el

primer caso, puede presentarse el colapso del tejido foliar, la clorosis u otra alteración del color normal de las hojas; ó puede ocurrir alteraciones en el crecimiento y en la producción.

Los efectos del dióxido de azúfre sobre la vida vegetal han sido bastante estudiados, conociéndose que su toxicidad se debe principalmente a su acción reductora. Las lesiones son locales y no se ha comprobado que afecten todo el organismo de la planta; estos aspectos se continúan investigando. Las lesiones en las hojas, se manifiestan en áreas no continuas en las zonas intervenales. En relación con la reducción de la capacidad de fotosíntesis de las hojas, no se conoce lo suficiente. En general con exposiciones por debajo de 0.4 ppm la disminución de la fotosíntesis es muy pequeña, acumulándose concentraciones tóxicas de sulfato. A concentraciones mayores de 0.4 ppm. de SO_2 , puede inhibirse temporalmente la fotosíntesis, pero las plantas pueden recuperarse posteriormente.

Las distintas especies vegetales ofrecen variado grado de susceptibilidad al anhídrido sulfuroso; las plantas más sensibles pueden soportar por tiempo indeterminado, concentraciones de SO_2 del orden de 0.3 ppm. Algunos autores bajan este límite a 0.1-0.2 ppm, en función del tiempo de exposición. Como referencia en ciertas áreas rurales en U.S.A. se ha encontrado concentraciones que varían entre 0.00-0.11 y 0.00-0.31 ppm. de SO_2 . En las grandes áreas urbanas en 1957 se halló en promedio 0.20 partes por millón, con máximos de 1.4 ppm.

Experimentalmente O'Gara determinó la resistencia relativa de las plantas cultivadas y silvestres al dióxido de azufre. Tomando como patrón de comparación, la alfalfa, estableció la correlación entre el tiempo de exposición en horas y la concentración en ppm. que provoca lesiones visibles, por medio de la siguiente ecuación: $(C-0,33) \cdot t = 0.92$. El valor 0.33 ppm., representa la concentración que se supone puede soportar indefinidamente la alfalfa. Con una concentración de 1.25 ppm. se presentan lesiones incipientes, después de transcurrir una hora de exposición. Habiendo publicado la resistencia relativa al SO_2 para un gran número de especies vegetales. Para calcular el % destrucción foliar, Thomas y Hill han propuesto diferentes valores bases en la ecuación mencionada. Por ejemplo para un 100% de destrucción foliar la ecuación propuesta es: $(C-2.6) \cdot t = 3.2$.

En la práctica, existen varios métodos para evaluar los perjuicios económicos causados por el SO_2 en las tierras agrícolas, habiendo sido aplicadas para indemnizar a los agricultores en el caso de fuentes únicas (fundiciones de mineral primario).

Los compuestos de flúor constituyen el segundo grupo que causa daño a la vegetación, su presencia en la atmósfera se debe

principalmente a las emisiones de las fábricas productoras de abonos fosfatados, obtención del aluminio, fabricación de cerámica y beneficio del fierro y otros metales.

Los fluoruros al estado particulado ó en forma de gases causan daño no solo al ganado (deposición en el forraje) sino también a las plantas. Bajísimas concentraciones (0.1 ppm) de fluoruros de hidrógeno y tetrafluoruro de silicio son muy tóxicas y lesionan cierto tipo de plantas.

Los mecanismos de acción de los fluoruros en las plantas es complejo, pero de un modo general, el mecanismo sería el siguiente: Los fluoruros penetran por los estomas y una vez absorbidos se desplazan hacia los bordes de la hoja, al colapsar dichas células, desarrollan un color marrón obscuro característico, extendiéndose progresivamente. El efecto de quemadura "continua" se observa en los bordes de las hojas anchas en las puntas de las hojas finas.

Experimentalmente se ha determinado que los fluoruros perturbaban la fotosíntesis (intercambio de CO_2), cuando ultrapasan la concentración umbral para cada planta, aún antes de aparecer los efectos visibles. En las experiencias han aplicado concentraciones de fluoruro de hidrógeno entre 1-10 ppm.

La niebla contaminada tipo Londres (mezcla de humo y niebla), es fitotóxica, creyéndose que se debe principalmente a la presencia de SO_2 en la atmósfera. En los Angeles el "smog" fotoquímico, que está formado por una compleja mezcla de sustancias oxidantes (óxidos de nitrógeno, PAN, ozono, vapores orgánicos, etc.), es definitivamente tóxica para las plantas, particularmente las hortalizas (espinaca, lechuga, apio, acelga, etc.). La epidermis inferior de estas plantas adquirió un color plateado ó bronceado, pudiendo extenderse la lesión por las hojas y aparecer zonas destruidas de color blanco en la cara superior. Las lesiones debido sólo al ozono tienen una característica definida de punteado (lunares) y blanco y oscuros ó manchas irregulares (clorosis) y por lo general en la superficie superior de las hojas. Su fitotoxicidad se manifiesta a las pocas horas de exposición a concentraciones de 0.2 ppm aproximadamente.

Ante la evidencia del efecto de la contaminación del aire sobre la salud humana, surgió el interés de conocer los efectos sobre los animales. Considerables pérdidas económicas se atribuyen a los efectos perjudiciales sobre el ganado, lo que ha determinado intensificar las investigaciones sobre la acción de los agentes contaminadores en los animales. Estos estudios experimentales sobre la toxicidad de un gran número de sustancias, según de utilidad también para determinar los efectos probables en el hombre. En los grandes episodios agudos de contaminación del aire ocurridos en Do-

norra, Poza Rica y Londres, los animales expuestos (domésticos y de ganadería), fueron afectados por los contaminantes. En el caso de Donora es difícil establecer con precisión el efecto de la niebla contaminada con humo sobre los animales, que se presentó durante una semana en dicha localidad. Sin embargo, el estudio retrospectivo realizado mostró determinados casos de enfermedad y muerte entre los animales, atribuidos al fenómeno. En Poza Rica, los animales expuestos (canarios, vacas, perros, cerdos, etc.), al hidrógeno sulfurado fueron afectados. En el periodo de contaminación del aire murieron 100% de los canarios y el 50% de los demás animales expuestos.

Durante el episodio de Londres (1952), fueron notificados varios casos graves de trastornos respiratorios en vacas. Los investigadores atribuyeron al SO₂ la morbilidad y mortalidad registrada.

Los efectos crónicos observados en el ganado y otras especies silvestres, tienen como causa principal la deposición de tóxicos en la vegetación con que se alimentan los animales, cobrando particularmente el arsénico, plomo, molibdeno y los fluoruros. Particularmente los fluoruros son muy abundantes en la naturaleza y los casos de fluorosis en el ganado, se debe no sólo a la presencia de fluoruros en el aire, sino a la cantidad acumulada en el forraje. Esta deposición puede proceder del propio polvo natural del suelo, en ciertas tierras ó de efluentes industriales (fabricas de cemento, aluminio, abonos fosfatados, etc.). Los signos iniciales se manifiestan en los dientes (notado) y posteriormente caries que pueden pedirán que el animal se alimente adecuadamente. El flúor que tiene gran afinidad por el calcio, impide la calcificación normal, presentando los animales que han ingerido grandes cantidades de fluoruros, lesiones óseas y crecimiento anormal de los huesos. La fluorosis avanzada se caracteriza por la pérdida de peso, agilidad, diarreas, disminución de la fertilidad y baja producción de leche.

Otro tipo de contaminación que puede afectar la vida animal y vegetal y consecuentemente al hombre, son las radiaciones procedentes de la precipitación de los productos radioactivos liberados y o formados en las explosiones atómicas. Entre ellos, dos elementos con larga vida-media se producen en cantidad, pudiendo recorrer estas partículas radio-activas grandes distancias y depositarse en el suelo. Estos elementos son: el Estroncio radio-activo (Sr-90), con una vida-media de 28 años y el Cesio radio-activo (Cs-137), cuya vida-media es de 30 años. Estos elementos, una vez que alcanzan el suelo, adonde han sido depositados principalmente por las lluvias, pueden pasar al ciclo alimenticio del hombre, a través de los animales y o vegetales. Los efectos biológicos a largo plazo en las especies, todavía no se conocen.

La grandeza del problema de la contaminación atmosférica en una comunidad se puede expresar en términos de las concentraciones de contaminantes y sus variaciones estacionales, halladas en la zona urbana y como referencia en la rural. Otra medida del problema es la extensión del daño ocasionado a la salud humana, animales, vegetación, materiales y reducción de la visibilidad. De estos dos últimos aspectos me ocuparé a continuación; tratando además de rellevar las repercusiones económicas y sociales de la contaminación atmosférica en general.

Los materiales, en forma general: tejidos, instrumentos y elementos electricos, equipos o partes metálicas, productos de jebe, pinturas, materiales de construcción, etc., son afectados por la contaminación del aire. Las pérdidas resultantes pueden ser debidos al daño directo de los contaminantes sobre materiales (corrosión de metales, destrucción de tejidos, rajamiento del jebe), o pérdidas indirectas (limpieza y compra de ropa, pintura y conservación de edificios, depreciación de inmuebles), entre otras.

La deterioración de los materiales esta acondicionada a una serie de factores externos, característicos propias del material expuesto, tipo de contaminación y sus modos de acción. Es decir existe una deterioración natural, a la que se debería sumar los efectos causados por los contaminantes. Entre los factores externos más importantes, tenemos: la humedad, particularmente en la corrosión de materiales metálicos. La corrosión de metales debido a la contaminación atmosférica se acelera rapidamente cuando se excede la humedad crítica, dependiendo del metal y tipo de contaminante. Por ejemplo, el aluminio tiene una humedad crítica de 80 % en atmósferas que contengan SO₂, el acero dulce tiene dos humedades críticas de 60 y 75%. En general, los estudios han demostrado que el grado de corrosión en presencia de contaminantes varia con la humedad relativa en la siguiente forma:

<u>Humedad relativa</u>	<u>Grado de corrosión</u>
60%	Ninguno
70%	Lento pero definido
80%	Aumento decisivo
90%	Muy alto

Además, el caracter de la atmósfera afecta la razón de corrosión superficial, sea la atmósfera rural, tropical, urbana, marina ó industrial. La temperatura, la radiación solar, el movimiento del aire y la localización en el espacio, son otros factores que condicionan la velocidad de reacción química que deterioran los materiales.

Entre los contaminantes más comunes implicados en el -

deterioro de materiales tenemos el SO_2 y SO_3 . La acción de los mismos se manifiesta sobre los metales ferrosos, aluminio, cobre y níquel principalmente, atacándolos en presencia de humedad. El gas sulfídrico (H_2S), causa oscurecimiento de metales y las pinturas a base de plomo son ennegrecidas aún a concentraciones entre 50 y 100 ppb. (partes por billón).

Los materiales de construcción, artículos de cuero y papel son atacados por los óxidos de azufre. Por ejemplo, los materiales de construcción que contengan carbonato, son destruidos por la acción del SO_2 en la atmósfera, al convertidos en sulfatos solubles en agua. Los óxidos de azufre, causan también daño a las fibras textiles, naturales ó sintéticos, reduciendo la resistencia del tejido. En los Angeles, estudios realizados, han demostrado que los tejidos, sean de fibras naturales (algodón, lana, lino, seda) ó de fibras artificiales (viscosa, acetate, nylon, etc.) etc.) son dañados (descoloridos, ensuciados ó disminuida la resistencia), cuando son expuestos a la atmósfera contaminada de la ciudad. El daño es producido por material particulado, ozono y óxidos de nitrógeno.

El ozono que es un subproducto de la reacción fotoquímica de los óxidos de nitrógeno e hidrocarburos en la atmósfera, por sus características de gran oxidante, decolora los tejidos reduciendo su resistencia. Así mismo, los artículos de jébe sufren rápido deterioro: rajamiento, reducción de la fuerza de tensión y elasticidad del material. Como referencia en California la concentración atmosférica del ozono, varía entre trazas y 0.06 ppm, en las áreas rurales a 0.52-0.90 ppm. en las áreas urbanas, las que han producido los efectos mencionados. El CO_2 en presencia de la humedad produce ácido carbónico, que ataca los materiales de construcción con base de carbonato de calcio, convirtiéndolos en bicarbonato soluble en agua. El anhídrido carbónico, también es responsable en parte por la corrosión atmosférica del magnesio.

El fluoruro de hidrógeno es un gas excesivamente corrosivo y extremadamente higroscópico, ataca una serie de materiales: metales, vidrio, esmaltes, etc., en concentraciones mucho más altas que las necesarias para destruir muchos tipos de vegetación.

Por último, el material particulado (sólido ó líquido), manifiesta sus efectos principalmente ensuciando las superficies en que se deposita. La eliminación de las partículas (limpieza) conlleva por lo general remoción ó debilitamiento del material útil, lo que puede ocasionar deterioro. Con referencia a la corrosión, la presencia de material particulado sólido en atmósferas contaminadas por gases de naturaleza ácida, acelera éste efecto. Entre los variados tipos de material particulado que causan daño a la propiedad, destacan los productos carbonaceos resultantes de la

combustión incompleta del carbón y del petróleo; partículas inorgánicas de diferente naturaleza química; gotículas y neblinas producidas en diversos procesos industriales.

La adhesión del material particulado sobre las superficies, puede realizarse por medio de fuerzas termales, electrostáticas ó mecánicas.

La reducción de la visibilidad, es debido a la concentración de aerosoles (tamaño de partícula: 0.005-50M); en la atmósfera que impiden el paso de la luz solar ó la difunden. Los efectos se hacen notar principalmente en el transporte aéreo, navegación, tráfico terrestre, iluminación adicional de calles y residencias, e impactosicológico y estético en el ser humano.

La disminución de la visibilidad indica una condición de contaminación, ejerciendo gran influencia la precipitación pluviométrica y la humedad del aire. En ciertas normas de calidad del aire, se ha tratado de disminuir la influencia que tiene la humedad relativa sobre la reducción de la visibilidad al fijarse una base para dicho parametro. Por ejemplo en California, un estándar establece que se alcanza un "nivel adverso" de contaminación, cuando la concentración de partículas en suspensión es suficiente para reducir la visibilidad a menos de 3 millas, cuando la humedad relativa es menor de 70%.

La visibilidad se determina visualmente, realizando observaciones periódicas en lugares fijos, utilizando mapas, adonde previamente se han señalado las distancias a los puntos de referencia (torres, edificios, antenas, etc.). El estudio de las tendencias de la visibilidad en el tiempo nos permitiría conocer mejor la influencia de las fuentes (industriales, ó no) de contaminación en función del tipo de contaminadores y los factores naturales. Estos conocimientos son valiosos para utilizarlos conjuntamente con otros, en la planificación urbana, con el propósito de reducir los daños económicos que causa la contaminación del aire.

8. REPERCUSION ECONOMICA Y NECESIDAD DE CONTROLAR LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

Los gobiernos de varios países, desde hace muchos años, han reconocido la importancia y necesidad de controlar la disposición de residuos y emisiones de contaminantes a la atmósfera que interferían con la salud y bienestar de sus poblaciones. Como ejemplo podemos citar que en el período comprendido entre el siglo XIV y comiezo del siglo XX, los problemas de contaminación del aire se referían básicamente al humo producido por la combustión del carbón, habiendo prohibido las autoridades en sus primeros reglamentos, la contaminación excesiva por humo.

Desde el inicio del siglo XX, las diferentes legislacio

nes incorporan en sus códigos, la técnica desarrollada por el Profesor Ringelmann (1888), para estimar la concentración (densidad) de humo y que constituye, aún en la actualidad, un estándar importante para evaluar y fiscalizar la emisión del humo. También muy tempranamente se tuvo evidencia del efecto del SO_2 sobre los trabajos de albañilería (edificios, estatuas), que se deterioran ante su contacto.

Actualmente, ante la variadísima emisión de gases, vapores, humos y polvos de las más diversas características químicas y haberse establecido la evidencia de su efecto adverso sobre la salud humana, daño a la agricultura, ganadería, corrosión de metales y deterioro de materiales, interferencia con la producción de productos miniaturizados (elementos electrónicos), reducción de la visibilidad (aumento del riesgo de accidentes), pérdidas por combustibles no quemados, suciedad, olores desagradables y en general discomfort para el goce pleno de los bienes de nuestra época, tornase una necesidad controlar la contaminación del aire.

Ecuacionar todos los efectos mencionados en términos de dinero, es asunto muy complejo. El valor económico real de las pérdidas es difícil de establecer, principalmente por la dificultad de diferenciar la deterioración natural de la ocasionada ó inducida por los contaminantes, evaluar los costos indirectos y expresar la salud en términos monetarios. Sin embargo, varios estudios se han realizado para estimar las pérdidas económicas atribuidas a la contaminación del aire.

En U.S.A. una figura comúnmente utilizada y actualizada (1966), para estimar las pérdidas económicas es de \$ 65.00 por capita por año, lo que daría aproximadamente \$ 13 mil millones de dólares anuales.

En compensación para la lucha contra la contaminación del aire, en 1965, las 120 agencias públicas norte americanas gastaron un poco más de \$ 14 millones de dólares. El estado de California contribuyó con aproximadamente el 50% de los referidos gastos. Según informes de U.S.P.H.S., para desarrollar un satisfactorio servicio de control en comunidades con los presentes problemas en promedio en U.S.A., se requiere un gasto anual (1966) de por lo menos 40 centavos de dólares per capita).

De otro lado, la industria norte americana está gastando unos \$ 300.00 millones de dólares anualmente en equipos de control. En investigación (fondos públicos y privados) y adiestramiento se gastaron alrededor de \$ 21.00 millones de dólares.

En resumen, frente a los \$ 13 mil millones de dólares de daños anuales, en U.S.A. se emplean un poco menos de \$ 350 millones de dólares, para enfrentarse a las diversas presiones económicas legales y de conciencia creadas por la contaminación del aire. Indu-

dablemente, este problema continua siendo un desafío.

En Latinoamérica, la preocupación del control de la contaminación del aire, se pone manifiesto en varios países (Argentina, Brasil, Chile, México, Perú y Venezuela), donde las primeras actividades desarrolladas en este campo, se relacionaban con las crecientes quejas de las comunidades: efecto sobre la salud, olas de pérdidas en la agricultura y daño a la propiedad privada. Estos problemas son atendidos por lo general, a través de los organismos pertinentes de las Secretarías o Ministerios de Salud Pública.

Para estar en consonancia con el desarrollo urbano e industrial alcanzado por nuestras ciudades, se impone la necesidad de luchar contra la contaminación del aire y sin entrar en consideraciones sobre los criterios: costo-beneficio ó derechos-deberes que permitan establecer una política de control, mencionaré las medidas que se deben tomar en cuenta, para tener éxito en el combate a la contaminación atmosférica. Será necesario contar con un organismo con características adecuadas para conseguir los resultados: se proporcione los medios financieros para su mantenimiento; se proporcione los medios técnicos (personal-equipo-laboratorio), para eliminar los contaminantes; se establezca dentro de dicho organismo el servicio de inspección y vigilancia para comprobar los resultados; y, se obtenga la colaboración de la industria, comercio, transporte y público en general.

Es oportuno mencionar y la experiencia lo ha demostrado, que en determinadas circunstancias, es preciso establecer, desde el punto de vista administrativo-legal-técnico, una organización descentralizada que abarque una área, zona ó región que puede estar fuera de la división política local; como por ejemplo, las áreas metropolitanas.

Para concluir deseo expresar, que las medidas ordenadas de prevención y control que se tomen para evitar la contaminación ambiental, no se oponen al desenvolvimiento económico de un país. Debiendo entenderse que es antieconómico buscar el desarrollo de un país, sin resolver las consecuencias sanitarias y sociales que éste trae consigo.

Considero oportuno aclarar que dentro de las prácticas agrupadas en tres categorías: a) Emisiones controladas a la atmósfera; b) Remoción de poluentes antes de su emisión a la atmósfera; y, c) Control de los poluentes en su origen; los especialistas deben seleccionar la más conveniente ó utilizar la combinación más racional y económica para obtener los resultados exigidos por las autoridades competentes.

En consecuencia deberá evitarse la aparición de nuevos riesgos en el medio y cuando los riesgos ya existan se deberá adoptar las medidas adecuadas, para minimizar sus efectos ó eliminarlos si fuera posible.

En el primer caso, todo proyecto industrial ó actividad económica potencialmente poluidora, debería incluir los elementos necesarios para suprimir las molestias que pudieran ocasionar a la comunidad, a juicio de los organismos técnicos competentes. Así mismo, sería muy importante que las organizaciones internacionales y nacionales de crédito-dispusieran de personal capacitado, para orientar y exigir desde un principio los métodos de prevención correspondientes, tanto del ángulo de la protección ocupacional como de la protección comunal, en los proyectos que soliciten financiamiento.

En el caso del control correctivo de la contaminación ambiental, sería conveniente que las autoridades competentes no solo contemplen los complejos aspectos técnicos, jurídicos y administrativos; sino también, el aspecto de insentivos económicos que revertirán en beneficio del público en general.

Considero fundamental que las autoridades sanitarias se decidan a combatir con realismo la contaminación atmosférica que indudablemente constituirá un gravísimo problema en las próximas décadas.

Para terminar deseo expresar mi agradecimiento a las autoridades organizadoras de éste evento, y agregar que las expresiones emitidas no reflejan necesariamente la opinión que sobre estos asuntos tiene la OPS/OMS.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. "Contaminación de la Atmósfera", Monografía No 46, OMS, Ginebra, 1962.
 2. "Air Pollution", Edited by Arthur C. Stern, Academic Press, New York and London, 1962
 3. "Status of Air Pollution Health Research, 1966 by Harry Heimann, M.D., Boston, Arch. Envi. Health - Vol. 14, March 1967
 4. "A Summary of The Third Conference on Research in Emphysema", The American Review of Respiratory Diseases, Vol. 83, No 3 and No 4, March-April, 1961.
 5. "Air Pollution and Health", American Thoracic Society, 1966.
 6. "Epidemiology of Air Pollution", Public Health Papers No 15, OMS Ginebra, 1962.
 7. "Waste Management and Control", National Academy of Sciences National Research Council, Publication 1400, Washington, D.C. 1966.
 8. "The Economics of Air Pollution", Edited by Harold Wolozin, W.W. Norton and Company Inc., New York, 1966.
 9. "Proceedings: The Third National Conference on Air Pollution", Washington, D.C. December 12-14 - U.S.P.H.S.
 10. "Programa de Control de la Contaminación del Aire y su Administración", Ing. Cesar Macher, Consultor OPS/OMS. Universidad de Nueva León, Monterrey - MEXICO, Nov., 1969.
-



SEMINÁRIO
SOBRE
CONTROLE DE POLUIÇÃO
DAS ÁGUAS E DO AR
CURITIBA

27 a 29 de SETEMBRO de 1972

TEMA 1.3

A POLUIÇÃO E O DESENVOLVIMENTO
URBANO E INDUSTRIAL NO ESTADO
DO PARANÁ

Engº NELSON BARAÚNA MOREIRA
FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO
DO PARANÁ

S. V. O. P.
D. A. E. E.
OPS / OMS

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO PARANÁ
SERVIÇO DE HIGIENE E SEGURANÇA INDUSTRIAL
A POLUIÇÃO E O DESENVOLVIMENTO URBANO E INDUSTRIAL NO ESTADO DO
PARANÁ.

I - INTRODUÇÃO.

O grave problema da poluição ambiental poderá ser solucionado ou, pelo menos atenuado, com o emprego racional e intensivo dos amplos recursos da ciência e da tecnologia.

Consideramos, entretanto, um assunto de máxima importância a necessidade de uma cooperação internacional na pesquisa, no controle e aplicação do princípio de reciclagem.

A medida que a produção de um dado recurso se torna cada vez mais onerosa, apesar dos avanços tecnológicos, o preço do produto se elevará gradativamente, levando então à reciclagem, substituição por outro produto ou adoção de sintéticos.

Sem desenvolvimento econômico, em condições aceleradas, não será possível superar a desvantagem da oportunidade e do tempo perdido e encarar, com confiança e otimismo, em nossas dimensões continentais, o futuro de nossos recursos humanos, de nossos recursos naturais e do nosso meio ambiente.

Somos de opinião, outrossim, que a etapa mais importante / que se segue, é a da "valorização do homem", para que o / mesmo não seja aniquilado por uma civilização tecnológica desumanizada

II - LEVANTAMENTO PRELIMINAR INDUSTRIAL

.....

Em decorrência do desenvolvimento do parque industrial de nosso Estado, os problemas de poluição das águas e do ar, vem preocupando a F.I.E.P.. Realizou, nesse sentido, em dezembro do ano p. findo, um Seminário destinado, de modo especial, aos empresários, com a finalidade de se iniciar uma campanha para tomada de posição sobre o assunto.

Diante de tal fato, o Serviço de Higiene e Segurança Industrial da F.I.E.P. resolveu organizar entre as indústrias, o tanto quanto foi possível, dentro do rigor, um levantamento preliminar, com o objetivo imediato de conhecimento da natureza e quantidade das matérias primas empregadas no processamento industrial, bem como, natureza e quantidade de despejos.

A finalidade imediata será a seguinte:

a) Colaborar com os órgãos públicos federais, estaduais, municipais e entidades privadas, oferecendo subsídios sobre os procedimentos necessários a prevenção, controle e redução da poluição das águas.

b) Colaborar com os empresários, avaliando os prejuízos causados pela poluição das águas e as vantagens que poderão obter para suas indústrias, com redução dos investimentos futuros, destinados à correção da poluição, através de uma ação preventiva no presente.

c) Dar elementos correntes a F.I.E.P. sobre a poluição, objetivando prestar orientação para instalação de futuras indústrias, com bom planejamento e especialização no assunto e no intuito de prevenção do que propriamente / correção.

.....

Sabíamos, outrossim, por antecipação, das dificuldades, do perigo das distorções, da impossibilidade prática de selecionar uma amostra significativa e por estas razões é que apresentamos os dados colhidos entre 58 empresas do Estado (1ª fase), envolvendo um contingente de 13247 empregados.

Dados levantamento:

a) Por número de empregados:

empresas de 100 empregados: 22; entre 100 e 200: 17; /
200 - 500: 14; 500 a 1000: 4; mais de 1000: 1.

b) Por classe de atividades:

químicas: 11; produtos alimentares em geral: 9; frigoríficos e matadouros: 8; de papel e celulose: 7; bebidas: 5; metalúrgicas: 4; inds. extrativas: 4. couros e peles: 3; textil: 3; artefatos de plástico: 2; produtos minerais não metálicos (cerâmica): 1; fumo: 1.

Foram pesquisados, entre outros, os seguintes elementos: /

a) natureza dos produtos fabricados;

b) procedência da água utilizada na indústria, com respectivo volume;

c) natureza, substâncias predominantes, descargas, temperatura, tratamento e destino as águas residuais da indústria;

d) matérias orgânicas e substâncias corantes;

e) instalações sanitárias.

a) natureza dos produtos fabricados: variável, de acordo com as diversas classes de atividades (vide questionário);

b) procedência de água utilizada na indústria, com res-pectivo volume de água consumida (l/dia)

.....

-
- 1 - Rede pública de abastecimento: 1 706 200 - 1%
 - 2 - Poços próprios : 5 414 900 - 3%
 - 3 - Captação Rio ou Córrego : 176 1390 400 - 96%

T O T A L : 183 511 500 l/dia .

Obs:- Captação rio Iguaçu : 19 202 200

" " Belém : 400 000

" " Barigui : 3 750 000

" " Tibagi e Harmonia: 150 000 000.

c) natureza águas residuais: neutras, seguidas de alcalinas, ácidas, gordurosas, tóxicas e mistas.

- substâncias predominantes: quantitativa e qualitativamente, variaram de indústria para indústria e, no conjunto, encerraram uma extensa gama de substâncias, às quais ampliar-se-ão continuamente com o progresso da tecnologia industrial.

- descarga:
- contínuas: 26
- concentradas em certas horas: 12
- reguladas: 10
- temperatura:

Foram coletados subsídios quanto à temperatura, em consideração à "demanda térmica de oxigênio".

- tratamento:

Das 58 empresas levantadas, 10 consideram como tratadas as águas residuais.

- destino:

- 1 - rede pública de esgotos: 13 empresas - 22%
 - 2 - fossas ou poços absorventes: 14 " - 25%
-

.....

3 - rio ou córrego

: 31 empresas - 53%.

d) Foram pesquisadas, matérias orgânicas e substâncias corantes; "grandes cargas de matérias orgânicas, favorecem o desenvolvimento da flora e fauna aquática".

e) Instalações Sanitárias: WC: 996; Lavatórios: 1026; Pias Sanitárias: 958.

III - ASPECTOS DO PROBLEMA DA POLUIÇÃO DOS CURSOS D'ÁGUA QUE COMPÕEM A BACIA HIDROGRÁFICA DE CURITIBA.

Face trabalhos técnicos de pesquisas efetuados, a poluição das águas é um dos problemas mais cruciais do Estado, especialmente da Grande Curitiba, na atualidade. Não devemos esquecer, entretanto, de outras formas de poluição como a do solo, do ar, do sonora e da paisagem, que devem ter das autoridades responsáveis as mesmas atenções.

Devido ao aumento contínuo de despejos domésticos e industriais, os rios que compõem a bacia hidrográfica de Curitiba, - Belém, Ituba e Barigui, principalmente, transformam-se em verdadeiros "esgotos a céu aberto", poluindo, - consequentemente, ainda mais, o rio Iguaçu, a uma distância aproximada de 80 quilômetros a jusante do rio Belém.

Por causa da poluição desses rios, de um modo especial, o rio Belém, parte da população da Grande Curitiba é obrigada a suportar o mau cheiro, as enchentes, as infecções intestinais e o enxame de mosquitos no verão. Para não falar ainda, da ausência de peixes e da impossibilidade da recreação nas águas.

O material sólido depositado nos fundos desses rios, forma

.....

.....

um lodo fino que ao entrar em decomposição, exala gases / responsáveis pelo mau cheiro. Os ventos dominantes, agarram ainda mais a situação, levando o mau odor, para bairros distantes dos rios.

Os detritos sólidos que ficam boiando no leito dos cursos d'água, também contribuem para o odor. Formam uma barreira que impede a penetração da luz nas águas, a partir da qual se realiza o processo de fotossíntese, o que contribuiria para a recuperação das mesmas.

Parte dos detritos insolúveis ficam depositados nos fundos dos rios. São contenas de quilos de material sedimentável por dia, que contribuem para o assoreamento, diminuindo a profundidade do rio, provocando o alargamento do mesmo na superfície e a inundação de áreas vizinhas, como consequência, levando o rio Belém, principalmente, suas águas contaminadas sobre residências, plantações, ruas, poços e cisternas.

Nas margens do rio Belém estão localizadas favelas, morando aproximadamente 600 pessoas, todas em péssimas condições / de higiene e saneamento e onde os índices de mortalidade / cresceram bastante nos últimos meses, fruto de grande número de doenças transmissíveis na única fonte de água disponível - o rio Belém - que recebe grande parte dos despejos da cidade.

Há necessidade portanto, de controlar o êxodo rural, de maneira a fazer com que permaneça nas zonas de produção agrícola a mão de obra excedente nos períodos de entre-safra, isto é, não afastando o homem do campo de seu mercado de /

trabalho, evitando dessa maneira a sempre crescente população marginalizada da Grande Curitiba.

A canalização do rio Belém, seria uma das soluções para a-
tenuar o grave problema da poluição.

IV - GRAVIDADE DA SITUAÇÃO.

A gravidade da situação da poluição dos cursos d'água da
bacia hidrográfica da Grande Curitiba, está na dependência
de dois fatores interligados: expansão demográfica; b) de-
senvolvimento tecnológico.

a) expansão demográfica - Curitiba, uma das principais ca-
pitaes brasileiras, foi uma das cidades que mais cresceu
no país; apresentou entre 1950 e 1970, um índice de cres-
cimento de 7% ao ano, muito além da média brasileira de
crescimento populacional, que foi de 4,5% ao ano. Entre-
tanto, possui precária situação sanitária, com redes de
distribuição de água e esgotos, deficitárias. Outrossim,
o Governo do Estado, em feliz hora, está providenciando
a construção de duas sub-adutoras, com consequente am-
pliação da rede de água.

Realçamos, entretanto, que os esgotos domésticos são po-
tencialmente nocivos à saúde humana; pois podem incluir
micróbios patogênicos. Além do aspecto epidemiológico, a
poluição por esgotos domésticos, traz inconvenientes de
toda a espécie, e entre eles, pelo seu conteúdo orgânico,
rilmente decomponível, e de contribuir para a desoxige-
nação das águas receptoras. Tal decomposição se inicia,
invariavelmente, por via aeróbia, utilizando o oxigênio
dissolvido na água. Nos casos extremos, a exaustão do /
.....

.....

oxigênio pode levar aos dramáticos episódios da mortandade de peixes, que, para sobreviverem, exigem sempre um mínimo de oxigênio dissolvido na água. Exemplificando, citamos pesquisas realizadas em 1971, pelo Instituto de Pesquisas Químicas, da Universidade Federal do Paraná, às quais demonstraram que o rio Iguaçu, ao receber o Belém, tem o seu teor de oxigênio muito reduzido. Na zona de Ubará, Calixto e Caximba, o teor é baixíssimo, alcançando 2,10, 0,81 e 0,35 mg/l, com DBO, pH e temperatura, respectivamente, de 1,00 - 6,5, 18 ---- 0,70, 6,5, 18 ---- 0,10, 6,0 e 16º C.

Outro inconveniente do lançamento de esgotos domésticos nas águas receptoras principalmente quando se trata de lagos represas, é o da eutroficação dessas águas. Tais esgotos, brutos ou tratados, são ricos em nutrientes como nitrogênio e fósforo, estimuladores do desenvolvimento excessivo de algas, que, ao morrerem, se decompõem, acelerando a desoxigenação das águas e podendo levar até a mortandade dos peixes.

As algas utilizam os nutrientes e através da fotossíntese, liberam oxigênio, que ajuda a manter as condições aeróbias. A eutroficação consiste pois, no enriquecimento das águas receptoras por nutrientes. Uma eutroficação moderada e controlada pode ser útil para aumentar a produtividade das águas em vida aquática de interesse para o homem, mas quando excessiva, pode ter conseqüências desastrosas.

Para agravar ainda mais a situação, temos a considerar o segundo fator: PROGRESSO TECNOLÓGICO.

O desenvolvimento industrial acarreta sempre um aumento no

.....

consumo de água, mais despejos industriais e, sem o devido tratamento, maior poluição e maior custo de tratamento. Na maioria das vezes a água poluída, para ser usada, exige / tratamento que será tanto mais complicado e dispendioso / quanto maior for o grau de poluição; em certos casos, o / tratamento de águas poluídas fica aproximadamente, 30 ve- / zes mais caro que o de águas não afetadas.

A título de ilustração, citamos caso recente em que a sim- / ples execução, em São Paulo, de um tunnel subaquático de ar- / gila expandida, com 71 metros de extensão, com a finalidade- / de de transporte de esgotos de uma à outra margem do rio / Pinheiros, cujas extremidades ligadas ao interceptor de es- / gotos, nos dois lados do rio, até onde está localizada a / estação de tratamento, custará aos cofres públicos estadu- / ais, a importância de Cr\$3,8 milhões.

V - DESPEJOS INDUSTRIAIS - PREJUÍZOS.

O lançamento em cursos d'água dos despejos industriais, / pode trazer prejuízos incalculáveis, quando não tratados / devidamente.

A cor se modifica, quando há matéria orgânica em profusão / e principalmente quando as águas residuais são ricas em fer- / ro, manganês, em produtos sulfurosos ou provêm de tintura- / rias; sobrevêm o odor e sabor desagradáveis, pela presença / de sulfitos (fábricas de papel), ou de fenóis; a aparência / é mudada, quando os resíduos trazem turvação, formam depó- / sitos, ou filmes (como os devidos ao petróleo e seus deri- / vados) e espuma à superfície (cola, sulfato de cobre).

Alteram-se o grau de dureza e a reação, quando recebem os

esgotos produtos alcalinos, ácidos (curtumes), ou material rico em hidrato de carbono. Em certos casos, modifica-se a composição química, às vezes pela presença de substâncias tóxicas.

Esses inconvenientes são muito maiores, quando a corrente d'água que recebe os despejos biológicos, é escolhida para abastecimento público.

VI - MEDIDAS DE CONTROLE.

É portanto, imperioso que haja obrigatoriedade de tratamento de esgotos sanitários e de efluentes que contenham os despejos decorrentes de operações industriais, bem como, a construção de uma estação de tratamento de esgotos, pois, apesar da mesma ser de custo elevado, seria altamente compensadora, pois colaboraria na redução da poluição dos rios captadores, com a eliminação de grande parte dos resíduos.

Outrossim, se não forem tomadas as medidas de controle sugeridas, é possível que a Grande Curitiba e outras cidades que venham a utilizar a água do Iguaçu, para seu abastecimento, tenham no futuro, problemas sérios com a potabilização dessas águas.

Desse fato vem a idéia de se planejar um grande parque industrial para a Grande Curitiba, de modo a que ele atenda todos os requisitos técnicos, mas que sua localização venha a ser um benefício e não um problema notadamente no que concerne à poluição.

VII - TOMADA DE POSIÇÃO DA MUNICIPALIDADE.

Em muitas cidades do Estado, os líderes políticos sempre /

.....
olham a indústria como fator gerador de riquezas, e em muitos casos a municipalidade facilita, no máximo, a implantação de indústrias, doando terrenos, isentando-as de impostos por um certo período, etc.. No entanto, esquecem-se essas autoridades que ao produzir desordenadamente riquezas e progresso, as indústrias geram resíduos e, portanto, problemas.

Existem, felizmente, alguns casos de municipalidade que fazem exigências para permitir a instalação de indústrias.

E, saliente-se que, igualmente em controle de poluição, é infinitamente mais fácil prevenir do que remediar. É inclusive mais barato para o empresário e para as autoridades controladores da poluição.

A título de ilustração, foi aprovada recentemente, um autógrafo da Lei pela Assembleia Legislativa do nosso Estado, a fim de que as Prefeituras do Interior, adotem medidas preventivas contra a poluição. O mesmo será submetido à sanção Governamental.

VIII- O ÔNUS FINANCEIRO.

O estágio de desenvolvimento econômico em que se encontra o país é ainda responsável por um problema angustiante, / que tem reflexo imediato no controle de poluição das águas: a carência de recursos para a realização dos programas de obras necessárias. Via de regra, as verbas disponíveis são utilizadas em obras novas mais urgentes - água, energia elétrica, habitação - cuja execução tem a seu favor, a / pressão da população diretamente oprimida por essas deficiências. Em alguns casos, a poluição das águas evolui, /

.....

mas não pode ser sentida por todos, como por exemplo, o / congestionamento do trânsito, que provoca reações e exige soluções imediatas.

Controlar a poluição nem sempre é tarefa fácil e de baixo custo; seguramente porém, se torna mais barato e fácil controlar a poluição, tanto das águas como do ar, que os efeitos causados por uma poluição desenfreada e desordenada, / não se levando em conta a impossibilidade de avaliar-se numericamente os efeitos à saúde do homem, ou sua morte.

Enquanto não houver leis definindo as responsabilidades de empresário, suas limitações e direitos no que diz respeito a poluição e enquanto essas leis não forem devidamente executadas e fiscalizadas, relativamente pouco será obtido, pois falta ainda, em nosso meio, a exata consciência / do significado da poluição.

Para determinados tipos de indústrias, o custo da instalação de equipamentos de controle da poluição ambiental, pode ser tão oneroso como, em alguns casos pode atingir aproximadamente, 60% do custo total de instalação da indústria; também os custos de manutenção e operação dos equipamentos ou sistemas são relativamente dispendiosos. Outros casos / há, no entanto em que o controle da poluição pode representar direta ou indiretamente lucros fabulosos: é o de controle de poeiras metálicas e metais de custo elevado, onde o investimento paga-se em 1 a 3 anos com o material recuperado. Em outros casos como em galvanoplastias, mudanças / operacionais podem levar a um reaproveitamento dos banhos que eram antes lançados nos rios, poluindo-os com tóxicos,

.....

e agora, ao serem reutilizados, trazem lucros à empresa. Conforme já realçamos no início de nosso trabalho, o caminho das indústrias será o da "reciclagem", com a transformação de resíduos em matérias primas.

Tanto em poluição das águas como do ar, há inúmeros casos em que o controle da poluição redundou em operação lucrativa. As vezes são as próprias variações do mercado, ou o surgimento de novos produtos que alteram o quadro. Por exemplo, em nosso país, antes do desenvolvimento dos plásticos clorados, o cloro era uma substância terrivelmente poluidora, tanto das águas como do ar; hoje é matéria prima nobre, quando a menos de um quinquênio atrás era considerado um resíduo indesejável de fabricação de soda cáustica.

Outras vezes, são as exigências técnicas que levam à criação de novos produtos através de pesquisa industrial, como foi o caso dos detergentes bio-degradáveis, cuja pesquisa e surgimento, redundaram do fato de os detergentes convencionais não serem tratáveis em estações de tratamento de águas ou de esgotos, nem tão pouco alterarem-se nos cursos d'água com o tempo.

Não serão aceitas, outrossim, imposições para aquisição compulsória de equipamentos sofisticados e caríssimos que onerem os nossos custos industriais e novamente coloquem os preços dos nossos produtos manufaturados em condições desvantajosas para competir no mercado internacional.

O empresário, ao projetar uma nova indústria ou seção industrial, deveria incluir, no projeto, os equipamentos de

.....

controle da poluição e em sua provisão de custos operacionais, as despesas com o respectivo controle.

IX - OBJETIVOS A ATINGIR NO CONTROLE DA POLUIÇÃO DAS ÁGUAS.

Em controle da poluição das águas os objetivos a serem atingidos variam em função dos locais de cada bacia hidrográfica, de acordo com o principal uso dessas águas.

Num manancial de abastecimento de água, os objetivos do controle devem ser mais rigorosos, a fim de preservar a potabilidade das águas, ou pelo menos, a possibilidade de transformar as águas potáveis, mediante tratamento.

X - O EMPRESÁRIO FACE OS PROBLEMAS DA POLUIÇÃO.

Em um Estado em desenvolvimento como o Paraná, torna-se difícil ao empresário investir recursos em equipamentos ou sistemas de controle da poluição ambiental, pois muitas vezes não há autoridades exigindo-lhe que o faça, e mesmo as leis que assim determinam podem ser frequentemente burladas legalmente.

a) Dentro da empresa

O empresário uma vez consciente da extensão do problema causado por sua empresa, deve adotar as medidas necessárias para eliminar ou reduzir o problema. Por oneroso / que isto seja, redundará a curto e a longo prazo, em economia para o empresário e para a comunidade, embora, infelizmente, esta economia seja, na maioria das vezes de difícil ou impossível contabilização, pois, em geral, os benefícios serão de efeito indireto, se bem que com resultados evidentes.

.....

.....

Ao controlar a poluição o empresário estará desconhecendo uma corrente de melhorias em sua fábrica, possibilitando melhores condições ambientais e, conseqüentemente, maior produtividade em sua empresa.

Para a Organização Internacional do Trabalho, esse esforço está prescrito por sua Constituição, que proclama o direito do trabalhador a ser protegido contra as doenças e riscos profissionais.

b) Fora da empresa

Deveria o empresário, de modo próprio, fornecer às autoridades sanitárias os subsídios necessários para a elaboração de uma legislação adequada, pressionando os governantes para que tais leis fossem decretadas e exercessem fiscalização adequada para o seu bom cumprimento.

Existem boas razões sociais, morais e econômicas para o empresário agir desta forma.

Finalmente, poderia o empresário promover ou auxiliar a promover a divulgação destes problemas junto às entidades dos profissionais, associações empresariais, junto às autoridades, e principalmente, junto às universidades para que formem os técnicos que venham a atuar neste setor.

XI - PLANEJAMENTO E CONTRÔLE DA POLUIÇÃO AMBIENTAL.

A ação preventiva a ser iniciada nos planejamentos, é a mais importante, particularmente num Estado como o Paraná, praticamente em fase de implantação e expansão industrial. Consideramos de grande importância o estabelecimento de mecanismos de planejamento estaduais integrados - para o uso

.....

.....

do solo e da água. No planejamento deverá ser promovida a participação do público e a discussão, com base na informação válida fornecida pelas autoridades do planejamento.

A ação preventiva iniciada nesses planejamentos integrados deverá contar com organismos próprios de execução e técnicos a altura de suas funções e salários compatíveis.

Não permitir, outrossim, que nenhuma atividade industrial, comercial, agrícola ou correlata, obtenha permissão de instalação sem estudo e exigências de instalação de equipamentos anti-poluíderos; que só obtenha o alvará de funcionamento, após a comprovação que os mesmos foram instalados e estejam sob controle, a fim de mantê-los e operá-los com eficiência.

O ideal para o controle da poluição ambiental é a existência de organismos em nível estadual, em harmonia com o Governo Federal. Para complementação das medidas necessárias seria recomendável convênios com municípios em concórdia / na estruturação dos planos diretores integrados, já referidos.

É ponto pacífico que os sucessos na implantação dos planos diretores e no desenvolvimento de programas de controle / de poluição ambiental, dependem da colaboração de toda a comunidade, com o objetivo de uma conscientização e apoio de todas as camadas da população.

a) Organismo Controlador

Somos de parecer que os programas de controle a poluição ambiental a serem desenvolvidos, deverão ser de responsabilidade de organismos com estrutura técnico-financeira.....

coira e administrativa, autônoma.

É de fundamental importância:

- Colaboração da organização Pan Americana de Saúde, da Organização Mundial de Saúde, com fornecimento de assistência, bolsas de estudos, equipamentos e programas especiais;

- Colaboração de Universidades e Escolas, organizando cursos para preparação de profissionais e estimulando o interesse neste campo de atividades.

b) Prevenção à Poluição

As municipalidades deveriam empenhar o máximo de seus esforços, não permitindo a instalação de novas fontes potenciais de poluição sem os equipamentos adequados. As mesmas não deveriam conceder o Alvará de Construção a estabelecimentos industriais, comerciais, agrícolas, etc., que pudessem vir a poluir as águas e o ar, se junto às plantas de construção não vivessem os fluxogramas de funcionamento e os projetos dos sistemas para controle da poluição; não deveria ser concedido o "habite-se" ou Alvará de Funcionamento, nos estabelecimentos que não houvessem instalado os sistemas projetados,

c) Correção à Poluição

O controle corretivo da poluição deverá ser executado mediante educação sanitária, fiscalização de alto nível, equipes de amostragem, através de proposição e execução de leis, decretos e normas que deverão ser específicos a cada região, e por vezes, para cada caso.

.....

(18)

XII - INCENTIVOS FISCAIS.

Para o incentivo dos programas de controle da poluição, é de fundamental importância que os governos apoiem com incentivos fiscais, todas as indústrias ou entidades que apliquem recursos financeiros na execução de projeto, compra e instalação de equipamentos anti-poluidores.

XIII- CONCLUSÃO.

Órgãos específicos que auxiliem os poderes públicos devem ser criados com vistas ao controle da poluição ambiental. É indispensável, outrossim, que não falte em nenhum momento, a adoção entusiástica de toda a população e, principalmente, dos meios de divulgação, formadores da opinião pública.

RECOMENDAÇÕES

- 1.- Criação de um organismo estadual, que coordene a atuação de diferentes órgãos interessados e com responsabilidade no problema de poluição. O mesmo terá atuação normativa com execução delegada, vinculado, de preferência diretamente ao Governo do Estado, sob a forma de um órgão colegiado, com representação das diversas áreas secretariais e de alguns setores privados, e número de membros do colegiado, o estritamente indispensável.

- 2.- Sugerir às autoridades responsáveis, darem incentivos fiscais às indústrias ou entidades que aplicarem recursos financeiros na execução de projeto, compra e instalação de equipamentos anti-poluidores.

.....

.....

3.- Que sejam estudadas reduções nos impostos para às indústrias que demonstrarem estar tratando devidamente os efluentes das fábricas, de modo a evitar ou tornar mínima a poluição ambiental, isto é, que sejam estudadas medidas estimulantes, em vez de medidas punitivas.

4.- Não deveria ser concedido pela municipalidade, o Alvará de Construção a estabelecimentos industriais, comerciais, agrícolas, etc., que pudessem vir a poluir as águas e o ar, se junto às plantas de construção não viessem os fluxogramas de funcionamento e os projetos dos sistemas para controle da poluição; não deveria ser concedido o "habite-se" ou o Alvará de Funcionamento aos estabelecimentos que não houvessem instalado os sistemas projetados.

5.- Que as Universidades e Faculdades de Engenharia realizem Cursos de Extensão Universitária sobre Controle a Poluição Ambiental, com o objetivo de orientar e treinar engenheiros estimulando-os, inclusive, a ingressar e permanecer nas atividades que envolvem os complexos problemas de Engenharia Sanitária, como é o caso de Poluição Ambiental.

//////////



**SEMINÁRIO
SOBRE**

**CONTROLE DE POLUIÇÃO
DAS ÁGUAS E DO AR
CURITIBA**

27 a 29 de SETEMBRO de 1972

T E M A 2.1

TRATAMENTO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS

Engº PEDRO NELSON FRANCO

**COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ
SANEPAR**

**S. V. O. P.
D. A. E. E.
OPS/OMS**

TRATAMENTO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS

I CONSEQUÊNCIAS DO LANÇAMENTO DOS ESGOTOS DOMÉSTICOS

Dependendo de diversos fatores condicionantes do corpo receptor, o lançamento dos esgotos domésticos "in natura" ou com determinado grau de depuração em um dado receptor, acarreta consequências de naturezas variáveis, parte delas mensuráveis, mas todas em detrimento do equilíbrio ecológico.

As principais consequências podem ser resumidas da seguinte forma:

1. ÁGUAS PARA ABASTECIMENTO

Evidenciando-se a prioridade de utilização da água dessa espécie em relação aos outros usos é de se admitir que os fatores de poluição assumem um caráter de suma importância e que quaisquer valores decorrentes dessa poluição são bastante sensíveis nas suas consequências. As características das águas podem então ser afetadas, em geral consoante as seguintes modalidades :

1.1 Contaminação bacteriana das águas, com a introdução de elementos patogênicos, capazes de produzirem doenças de transmissão hídrica. A importância dessa consequência é por si só evidente e decisiva.

1.2 Interferência no processo de tratamento da água conduzindo através de efeito de conjunto, a implicações de ordem econômica bastante consideráveis, tanto no que se refere aos efeitos diretos como por exemplo, o aumento da matéria orgânica, sabor, odor, cor, concentração elevada de germes patogênicos etc, como aos efeitos indiretos, citando como exemplo, a eutrofização. Além disso, a velocidade de variação da qualidade das águas, influi diretamente na eficiência do seu tratamento.

1.3 Através da poluição química. Como em geral os sistemas de esgotamento urbano incluem despejos industriais em quantidades parciais ou mesmo totais, o efluente conterá poluen-

tes de natureza química de ação deletéria, como elementos tóxicos que poderão ser responsáveis pelas denominadas doenças de origem hídrica (intoxicações, irritações e prováveismente câncer). Somando-se a essa possível consequência substancias capazes de dotar as águas de abastecimento de características anti-econômicas, como a dureza, agressividade, cor, sabor e odor, indesejáveis.

2. ÁGUAS PARA USO INDUSTRIAL

A qualidade da água para fins industriais é extremamente variável, função das múltiplas exigências de cada modalidade de industrialização. Tanto na utilização da água para transformações industriais, como utilizando-a como matéria prima, as consequências são as mesmas já citadas anteriormente com relação ao abastecimento público de água, somadas com a agravante que os abastecimentos de qualidade exigidos na maioria das vezes, são os parâmetros do que aqueles que se referem à potabilidade. Em outras palavras, certos valores qualitativos tolerados nas águas de abastecimento público, não o são para os usos industriais.

Assim, aparecem como danos primários nas instalações industriais: a corrosão e obstrução das canalizações; interferência na operação de caldeiras, inclusive com riscos, alterações químicas dos produtos, cor, sabor, odor etc.

3. PESCA

Os efluentes de esgotos domésticos podem provocar nas águas condições incompatíveis com a vida dos peixes, provenientes, principalmente, desses fatores:

3.1 Redução do teor de oxigênio dissolvido, a níveis inadequados, provocando a asfixia dos peixes.

3.2 Intoxicação, pela presença de substancias químicas nocivas.

3.3 Ações físico-químicas prejudiciais às gnelras.

- 3.4 Degenerescência e enfraquecimento dos peixes, principalmente, pelas doenças e pela desnutrição, uma vez que é destruída parcialmente sua subsistência, no que refere aos organismos inferiores.

4. AGRICULTURA E PECUÁRIA

Foi já demonstrado experimentalmente, que a simples lavagem não remove eficientemente da superfície de algumas verduras, legumes e frutas, os agentes patogênicos. Aí está, pois, um risco considerável do uso das águas poluídas para a irrigação. Além disso, uma eventual toxidez e presença de substâncias químicas agressivas, poderia levar à alteração ou destruição parcial de certas plantações. No que se refere à pecuária, a água empregada para a dessedentação do gado, pode vir a ocasionar doenças através da ingestão de germes patogênicos.

Pode, ainda, aparecer a possibilidade de transmissão de doenças ao homem, através de leite e da carne.

5. RECREAÇÃO E PAISAGISMO

A contaminação das águas pelos microrganismos patogênicos, que pode provocar sérias doenças ao homem; somadas às características físicas e químicas alteradoras do seu aspecto, como odor, cor, suspensões, deposição, espuma, óleos e graxas, restringem o uso dessas águas para fins recreativos e paisagísticos, pondo em risco, inclusive, a saúde de seus usuários. Esse tipo de poluição assume importância nos balneários e nos rios que banham extensas zonas suburbanas ou rurais.

II PREJUÍZOS

Quais os valores que se poderiam atribuir a prejuízos dessa natureza ?

Admitindo-se, que um corpo receptor seja poluído de tal maneira, que apresente a soma das consequências apontadas anteriormente e que se apresente igualmente a mesma sequência de utilização das águas, os custos correspondentes, poderiam mostrar-se nas seguintes formas:

1. tempo dispendido no tratamento das doenças, dispêndio com remédios, tempo improdutivo dos portadores e suas consequências;
2. geração dos processos de tratamento de águas, aumento do custo de operação, custo de substituição de materiais e sistemas agrícolas quimicamente;
3. aumento do custo de produto final industrial, ou alienação de instalação de Parque Industrial;
4. custo da produção de peixes em determinada área, por determinação do tempo, perda do suprimento de equivalente proteico;
5. depreciação de áreas agrícolas e Pastorais, custo de produção agrícola, custo do rebanho afetado, custo de atividades veterinárias;
6. valores atribuídos aos prejuízos de alienação de parques paisagísticos ou de recreação balneária.

É então legítimo raciocinar que, em princípio, a prioridade de implantação de um Programa de combate à poluição por esgotos domésticos, ou mais especificamente, de um projeto de sistema de depuração dos efluentes dos esgotos domésticos, deva ser função da diferença entre os valores atribuídos às consequências e o valor do investimento.

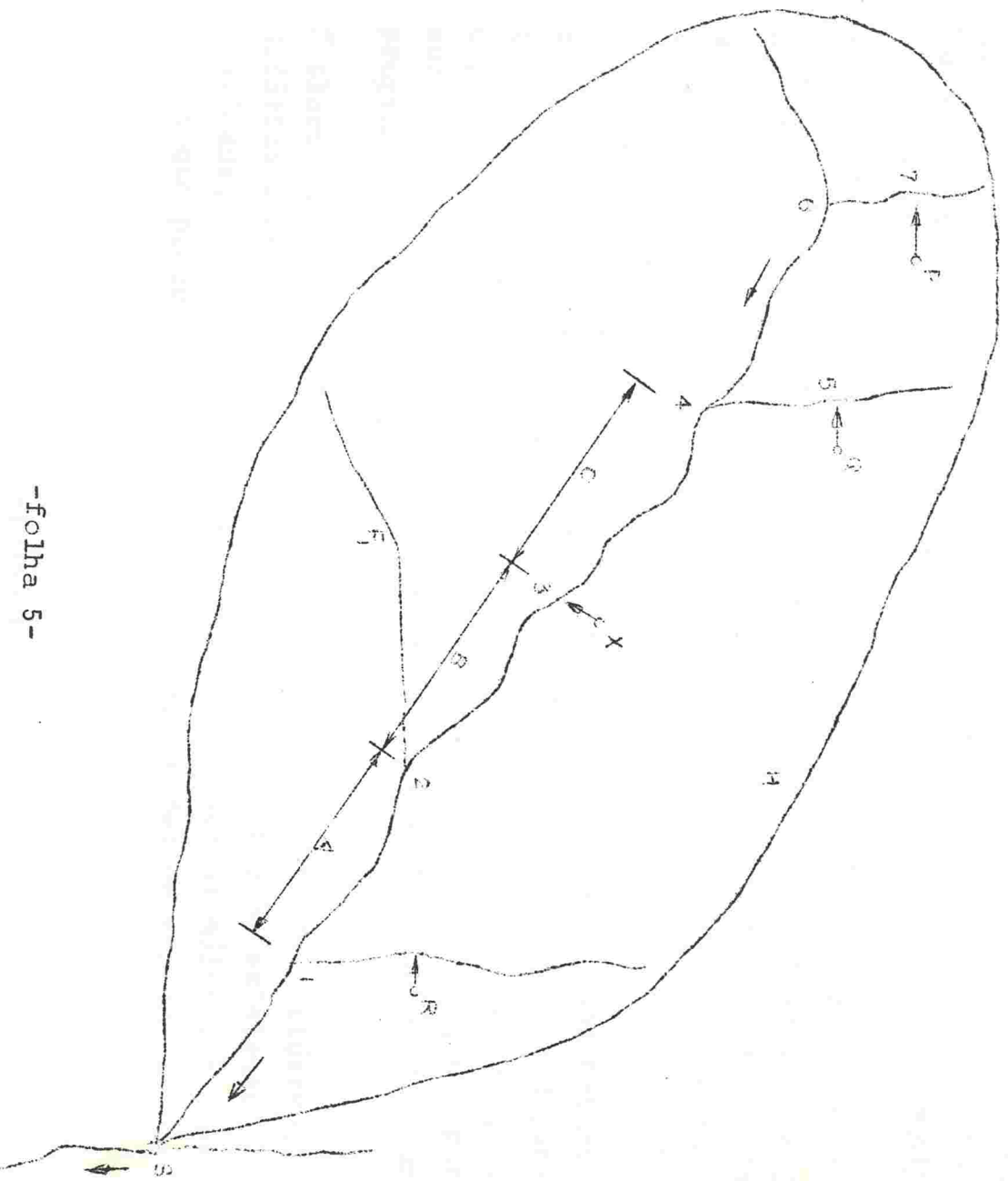
III COMBATE À POLUIÇÃO

Assim, cria-se um particular conceito de tratamento ou depuração de esgotos sanitários. Depurar ou tratar um efluente de esgotos domésticos, significa prevenir ou combater a poluição que esse mesmo efluente possa causar. Não se pode mais firmar um conceito isolado de depuração de esgotos domésticos de uma dada cidade ou unidade populacional, através de um dado sistema de tratamento.

Como os efeitos da poluição se estabelecem ao longo de um corpo receptor, com graus de intensidade em função de suas características a distancia passa a ser fator dessa função. Como em uma determinada distancia ou espaço considerado de um corpo receptor, pode ser inserido um conjugado de variáveis, a que nos referiremos mais adiante.

ante, fazendo com que apareça a lógica de conjunto. Consequentemente, para o equacionamento dos problemas de conjunto, surge a necessidade de estudo integrado, cuja unidade de integração poderá ser a bacia hidrográfica.

Assim, o tratamento de esgotos domésticos deve ser efetuado com um enfoque de integração de conjunto. Daí, o seguinte conceito: de purar ou tratar os esgotos domésticos ou esgotos de uma forma geral, de uma cidade ou núcleo populacional X, significa partir dos efeitos da poluição gerada ou a ser gerada pelo lançamento do efluente esgoto de X em um corpo receptor e por eventual série de interferências P, Q, R etc, integradas com X no âmbito de uma unidade (bacia hidrográfica), de forma a determinar dentro de características A, B, C etc, da unidade, o grau de depuração adequado, considerando o corpo receptor como unidade de tratamento.



Suponhamos como unidade de integração de uma dada bacia H e que no ponto de influencia S, sejam bem determinadas as condições para métricas do corpo receptor. Estudando o trecho S-1-R, fixando-se em 1 as condições de A, pode-se determinar o grau de tratamento de R, que poderá ser uma interferência qualquer, cidade, núcleo ou indústria etc. Poder-se-á, por exemplo, chegar à conclusão que não há necessidade de depurar o efluente do R, ou melhor, que o próprio trecho à jusante, através da autodepuração, conduz aos resultados esperados em S. É evidente que foram consideradas as características de uso nos trechos R-1 e 1-S. Prosseguindo de jusante para montante, cria-se a necessidade de estabelecer-se no corpo receptor, condições paramétricas de A, no trecho 1-2, que poderá ser um uso preponderante da água nesse trecho, por exemplo, uso agro-pastoril. Deverão ser considerados os fatores da efluência F_1 e condições de B. Da mesma forma será procedido no trecho 2.3, função do uso de B, por exemplo, produção de peixes. Portanto o efluente da cidade ou núcleo X, deverá ter seu efluente em 3, com características bem determinadas e assim se poderá, com segurança, equacionar o grau de depuração de X, obtendo assim as condições de proposição das alternativas do sistema de depuração e posteriormente à eleição do sistema mais adequado. Significa, em última análise, a otimização de depuração em X, com a consequente minimização de investimento. Prosseguindo, ainda, o raciocínio na bacia H, seriam ainda, equacionados os problemas de Q, uma indústria, por exemplo, e P, uma cidade, função dos trechos 3-4, 4-5, 4-6 e 6-7 e da utilização C, no trecho 3-4, por exemplo, uso para abastecimento público de água.

O ataque ao problema nesse enfoque, requer estudos de duas naturezas: o estudo integrado a nível da determinação do grau de depuração, com as alternativas do sistema de tratamento em cada caso, e o projeto técnico específico de tratamento em cada caso, e sua vez, poderá ser feito em oportunidade distinta, função de um programa de adequação lógica.

É claro que o exemplo dado tem somente significado de ilustração didática e estaria longe de representar uma situação existente. Na realidade, o problema é bem mais complexo, face as múltiplas combinações que podem oferecer, dentro de amplitudes de variações cres-

centes que se podem esperar. Ainda mais, o problema evidentemente não é de âmbito unitário, isto é, de uma só bacia hidrográfica. Há que considerar o relacionamento de efeitos entre as bacias, de tal forma que as implicações passem de nível unitário à regional, e deste, para nível estadual. Apesar dessa complexidade, o estudo integrado até o nível de eleição sistema de tratamento, pode perfeitamente ser equacionado para utilização em computador.

IV DEPURAÇÃO DOS ESGOTOS DOMÉSTICOS

Na investigação dos meios e processos para a sustação ou prevenção dos inconvenientes ocasionados pelo lançamento do esgoto de qualquer sistema "in natura", é a própria natureza que nos serve de guia, uma vez que, fazendo atuar seus agentes de transformações de pontâneas, com os fenômenos provocados, faz desaparecer as matérias danosas e maléficas que conferem às águas servidas o seu caráter repulsivo.

Simplesmente abandonadas ou lançadas sobre o solo ou em curso de água, lago ou outra coleção superficial com relativa mobilidade, o esgoto é imediatamente envolvido por uma série de processos depuradores. Todas as impurezas responsáveis pelo mau aspecto e pela insalubridade do despejo vão sendo, progressivamente, removidas, com a consequente cessação dos efeitos deletérios. Os sólidos suspensos são retidos ou desintegrados; a matéria putrescível é dissolvida em produtos estáveis; as substâncias orgânicas são reduzidas ou consumidas pela combustão lenta; as substâncias redutoras são oxidadas; a flora e a fauna microorgânica, particularmente as patogênicas, são destruídas, por inanição, pela antipiose e por fatores físicos e químicos. Resulta, por fim, um líquido clarificado, inodoro e inócuo que, reintegrado no ciclo hidrológico, pode vir a se constituir uma fonte de abastecimento de água, sem qualquer inconveniente sanitário.

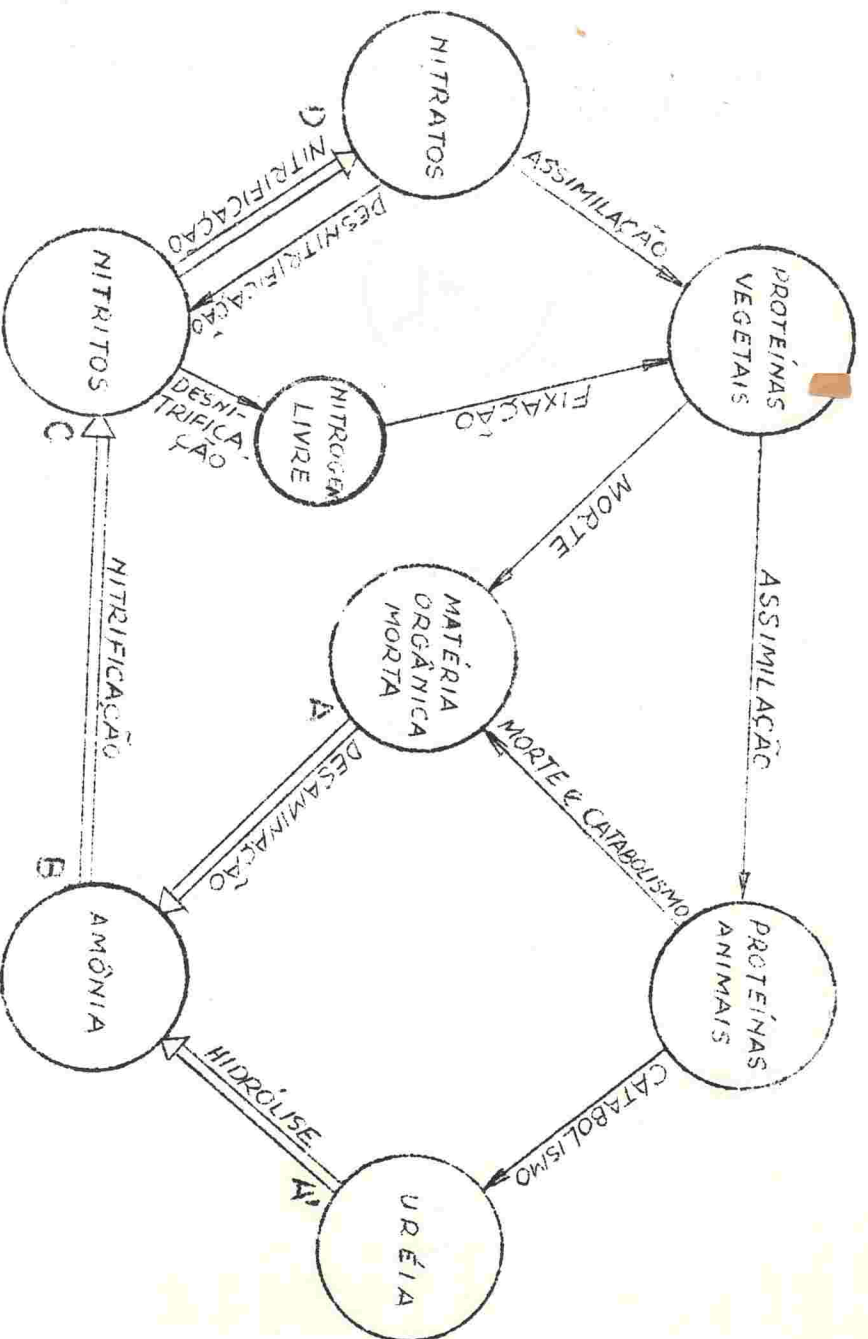
São vários os agentes naturais da autodepuração, implicando em ações mecânicas (crivagem, filtração, desagregação, colisões etc), em físicas (sedimentação, flotação, diluição, luz solar, dissociação eletrolítica, radiações etc), químicas (oxidação, redução, reações de simples e dupla troca, decomposição etc) e biológicas (ativa

de saprofítica e zimogênica, ação de enzimas etc). Essas ações de efeito seguro e eficiente, entretanto, se desenvolvem paulatinamente, exigindo tempo e áreas ou espaços amplos, além de condições nem sempre disponíveis. De outro lado, o benefício da autodepuração natural, pode acarretar alterações sanitárias ambientais não desejadas, particularmente em se tratando de sedes de coletividades humanas.

Pelas razões expostas, o tratamento artificial do esgoto urbano, via de regra, se torna necessário. Consiste em se utilizarem os mesmos agentes naturais da depuração espontânea, criando-se ou permitindo uma atuação intensiva em locais adequados e instalações adrede planejadas, com uma sequência racional, de modo que, cada agente intervenha oportunamente, preparando e facilitando a ação do agente da operação subsequente do tratamento.

De uma forma bastante simplificada, se pode aduzir que sendo o esgoto doméstico formado principalmente por matéria orgânica, a natureza através da ação de seus microrganismos, procede a oxidação substancia de estrutura molecular mais simples e resistentes, tornando-a inócua e portanto sem efeito polutivo.

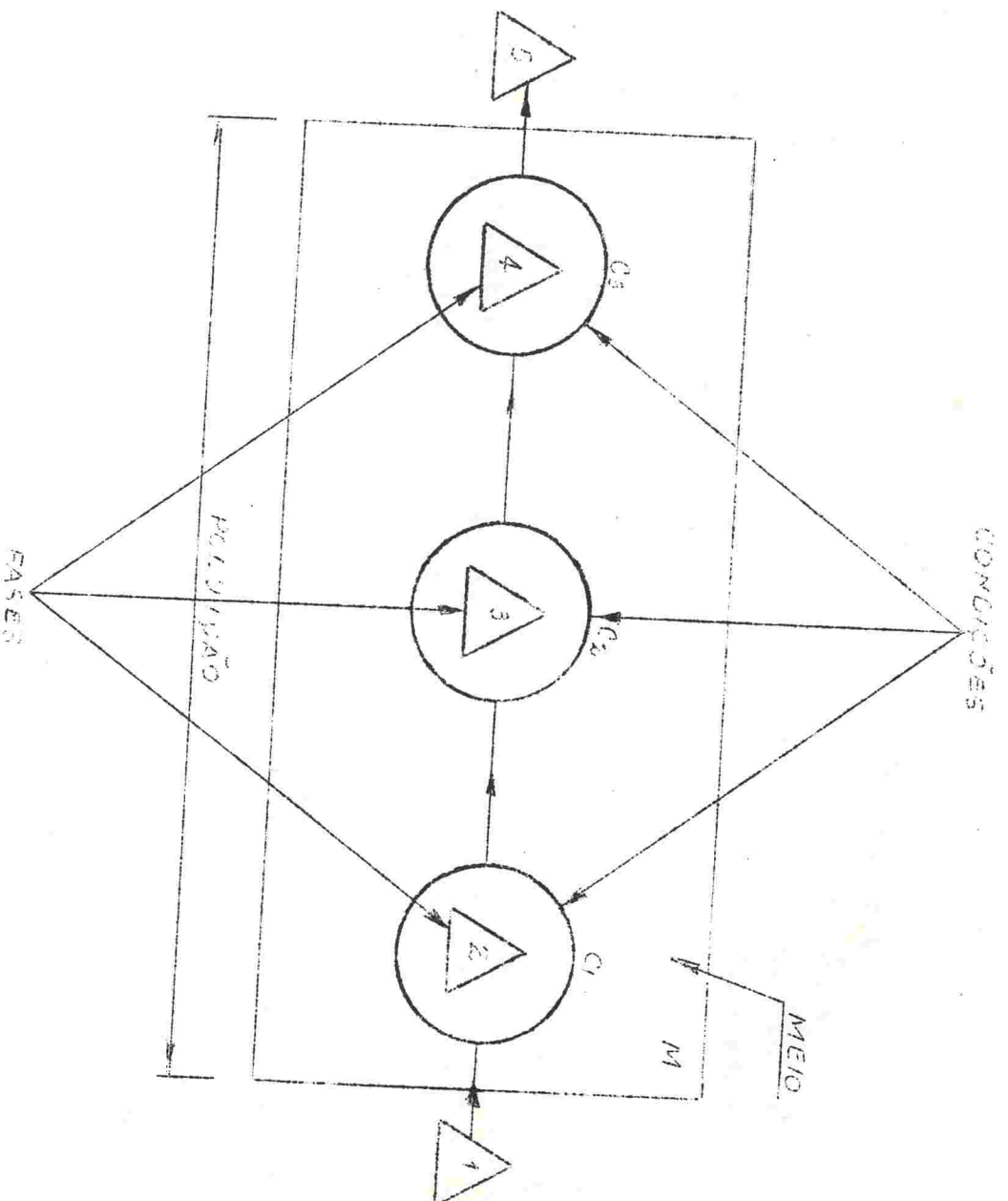
Com efeito, os microrganismos aeróbios (bactérias e protozoários), à custa do oxigênio livre presente, se alimentam da matéria orgânica, para a produção de energia, e, com reações de natureza enzimática, transformam essa matéria orgânica em matéria mineral. Mesmo esgotando-se os recursos de oxigênio do ar e não havendo pois mais condições para a vida aeróbia, prosseguem no trabalho pois mais microrgânicos, as bactérias, anaeróbias, só que neste caso, as reações produzem produtos indesejáveis ao meio.



Uma visualização do fenômeno é a ocorrência das transformações características do ciclo do nitrogênio, por exemplo, um dos elementos da composição da matéria orgânica.

Consoante se observa no ciclo, a conservação da forma orgânica, se dá através das transformações A-A'-B-C-D. Essa parcela do ciclo (em traços duplos), portanto, aparece como um sistema depurador da natureza. Assim acontece com o carbono e outros elementos de compostos orgânicos.

Enfim, poder-se-á concluir, que havendo disponibilidade de oxigênio, a natureza, através da ação de microrganismos, estabelece uma modalidade eficiente de estabilizar a matéria orgânica e, portanto os esgotos domésticos, já que os outros elementos constantes do mesmo além da matéria orgânica, encontram condições naturais adequadas a sua depuração, através de processos físicos e químicos.



De acordo com o exposto, e visualizando de forma global esquemática, a depuração dos esgotos domésticos entre os estados 1 e 5, se daria através das fases 2, 3 e 4, apoiada nas adequações das condições C_1 , C_2 e C_3 , constantes de um meio M , admitindo-se, em princípio, que este meio seja a própria natureza.

Nessas condições aparentemente não existe, pois, nenhum problema de depuração. Realmente não existiria se não fossem dois fatores: espaço e tempo. Com efeito, enquanto a depuração natural se desenvolve em tempo e distancia, estão em plena atividade as condições de poluição. Esses dois fatores, se analisados em termos de condições deza, nos conduzem à observação de que o par de valores hoje apresentado um decréscimo de maneira bastante acentuada, exatamente através das circunstâncias de evolução do homem na natureza, diretamente e principalmente influenciada pelo crescimento demográfico e pelo desenvolvimento tecnológico. Ainda mais, as tendências

indicam que a razão matemática do decréscimo de tais grandezas cresce no tempo, segundo uma curva ascendente, isto é, a natureza de cada dia tem menos possibilidades de atuar como meio de depuração, constituindo uma restrição gradativa no ciclo de disposição — utilização do esgoto — água.

Trata-se, pois, de interferir no par de valores espaço e tempo, criando-se circunstâncias para que o par subsista e mesmo varie crescentemente no tempo, de forma tal que a poluição seja sempre nula. Este é o objetivo do tratamento de esgotos domésticos. Assim, estabelecida a condição de ausência de poluição, a depuração dos esgotos compreende, em princípio, duas partes essenciais: a primeira, relativa à interferência nas grandezas espaço e tempo, que é, como já nos referimos anteriormente, o estudo da recepção do efluente nos corpos da natureza, com a consequente determinação do grau de depuração desse efluente e das alternativas de sistemas. A segunda parte se refere às circunstâncias de subsistência daquelas variáveis (espaço e tempo), ou seja, dado o grau de depuração e os sistemas possíveis, eleger o sistema de tratamento mais adequado e projetá-lo tecnicamente.

Poder-se-á, à guisa de ilustração, estabelecer a seguinte expressão:

$$T = I + C, \text{ quando } P = 0, \text{ sendo } I = f(P)$$

onde:

T = tratamento de esgotos domésticos

I = interferência

C = circunstância

P = poluição causada

f = uma função

Vamos abordar, de forma sucinta, as duas partes essenciais já definidas.

V INTERFERÊNCIA

Como o intento é apenas ventilar o assunto, não se tratando de descrever o comportamento atinente a essa fase, ainda mais que esses comportamentos são bastante variáveis, função de uma série de enfôques, que poderão, ou não, serem introduzidos no estudo e que de -pendem também da meta estabelecida, restringimo-nos tão somente a uma sequência de procedimentos gerais que se poderia pretender em um programa de caráter de conjunto ou mesmo regional, ou ainda es-tadual, se entendermos aqui uma certa extensão necessária.

1. INTEGRAÇÃO

Estabelecida a meta, nessa primeira parte seria definido um plãno de integração, tendo como unidade básica a bacia hidrográfi-ca, por exemplo. A sequência das fases principais, poderia ser

1.1 Estabelecimento de uma seriação de cidades básicas em escãla de prioridades, podendo, através de critérios possíveis, apresentar-se diversas alternativas. Poder-se-ia, partin-do daí, eleger uma alternativa ou prosseguir com mais de uma.

1.2 Verificação das unidades (bacias) correspondentes, em fun-ção da seriação precedente. Nessa fase, poderão ser rejei-tadas, uma ou mais alternativas, ou ainda um conjunto de cidades da seriação.

1.3 Definição final das bacias hidrográficas que serão estuda-das e estabelecimento das unidades prioritárias. Nessa fãse, poderão ainda serem alienadas uma ou mais unidades, em função de dadas circunstâncias que interferem na meta.

1.4 Integração das bacias hidrográficas selecionadas, podendo resultar mais de uma integração, se assim indicar o estudo de posicionamento.

- 1.5 Integração nas unidades selecionadas, das cidades, núcleos urbanos e circunstâncias previsíveis, não seriadas , nem prioritárias, mas pertencentes à mesma unidade.

Esse primeiro conjunto de fases define perfeitamente o programa.

2. UTILIZAÇÃO

Será procedida nessa fase, a classificação dentro da unidade básica, dos usos preponderantes das águas dos corpos receptores . Corresponde à verificação das características da região, exclusivamente nos aspectos que se constituam como parâmetros na definição da utilização das águas. A maior parte dessa classificação é função direta de condições existentes, isto é, a finalidade de uso é imediata, entretanto, pode também, ocorrer a necessidade de previsão dos usos preponderantes. A classificação poderá comportar:

- 2.1 Abastecimento público de água
- 2.2 Abastecimento de água industrial
- 2.3 Uso na pecuária
- 2.4 Uso na agricultura
- 2.5 Utilização para a pesca
- 2.6 Uso na recreação e paisagismo
- 2.7 Produção de energia elétrica
- 2.8 Outros usos

3. POSICIONAMENTO

Assim designamos a situação física de todas as cidades e núcleos urbanos da unidade básica em relação aos corpos receptores, determinando as distancias relativas e adequando os pontos prováveis de disposição das águas residuárias nos corpos receptores. Nessa fase serão estabelecidas ainda as seções de interferência, determinando dessa forma, a divisão dos corpos receptores em trechos sanitários.

4. CLASSIFICAÇÃO PARAMÉTRICA DOS TRECHOS

Cada trecho do corpo receptor será então classificado em função de parâmetros adotados. A adoção desses parâmetros deverá ser baseada em legislação a respeito em vigência, se houver, ou fixada em função de dados já existentes dentro ou fora do País. Corresponde, portanto, essa fase, à adequação do conjunto já integrado em função dos parâmetros mínimos sanitariamente convenientes para os trechos considerados.

5. CARACTERIZAÇÃO DOS TRECHOS

Consiste na obtenção dos valores que possibilitarão o estudo sanitário do corpo receptor. Esses valores, quando o objetivo é simplesmente a depuração dos esgotos domésticos, poderão ser restringidos às seguintes determinações:

5.1 Características dos corpos receptores

- a. Vazão média
- b. Demanda bioquímica do oxigênio
- c. Oxigênio dissolvido

5.2 Características dos esgotos

- a. População de projeto
- b. Vazão média
- c. Demanda bioquímica do oxigênio
- d. Oxigênio dissolvido

6. ESTUDO SANITÁRIO DO CORPO RECEPTOR

Inicia-se nessa fase o estudo da depuração propriamente dito. É estudado especificamente para cada caso, isto é, para cada cida

de ou núcleo populacional, o grau de tratamento requerido de seus despejos, bem como deverão ser apontadas as alternativas, para o projeto do sistema. Considera-se então o corpo receptor como uma unidade de depuração dos esgotos. Através de todas as funções até agora determinadas nas fases anteriores, procede-se ao estudo sanitário de receptor, determinando a sua capacidade de autodepuração em função dos lançamentos existentes e os previstos, definindo-se então a depressão do oxigênio e a evolução da D B O ao longo dos trechos. Em consequência, se poderá para cada caso específico, definir perfeitamente as duas seguintes alternativas: não há necessidade de tratamento, pelo menos nessa oportunidade, ou já há necessidade de tratamento a um determinado grau. Equivale dizer se o próprio curso receptor tem capacidade de depurar totalmente o esgoto nele lançado sem qualquer alteração nas condições de utilização à jusante ou se tem parcialmente essa capacidade, cuja maior ou menor intensidade definirá o grau de depuração reclamado.

Vê-se pelo exposto, que um estudo desenvolvido no âmbito desta primeira parte, que definimos como interferência, permite chegar à opção segura no que se refere à depuração e disposição dos esgotos domésticos nos corpos receptores, significando, portanto, uma otimização técnica e econômica, o que acarretará evidentemente, sempre a maior eficiência dentro dos menores custos de investimentos.

VI CIRCUNSTÂNCIAS

São os processos de tratamento artificial dos esgotos. Constituem a aceleração e intensificação dos fenômenos de depuração que ocorrem na natureza.

A classificação dos processos é diversificada, dependendo do critério adotado. Entre as principais, relacionamos a que se baseia na espécie do agente que prevalece nas operações, a que considera a matéria removida e a que leva em conta a qualidade do efluente do sistema, isto é, o limite a que o tratamento deve ser conduzido.

1. PROCESSOS CUA CLASSIFICAÇÃO E FUNÇÃO DO AGENTE PRINCIPAL DA OPERAÇÃO

1.1 Mecânicos

Emprego de crivo, grades e peneiras; desintegração mecânica, filtração simples etc.

1.2 Físicos

Decantação, flotação, diluição, irrigação, aeração, des-secação etc.

1.3 Químicos

Oxidação, redução, coagulação ou precipitação química, incineração, cloração etc.

1.4 Biológicos

Putrefação, fermentação, digestão, nitrificação etc.

2. PROCESSOS CUA CLASSIFICAÇÃO E FUNÇÃO DA MATÉRIA REMOVIDA

2.1 Gradeamento

Remoção de sólidos grosseiros, leves e flutuantes, principalmente.

2.2 Desarenadores

Remoção de areia e outros materiais grosseiros ou granulares pesados.

2.3 Desintegração mecânica

Fragmentação ou trituração dos sólidos retidos pelo gra-deamento.

2.4 Peneiramento ou tamisagem

Remoção de matéria suspensa de granulidade média.

2.5 Câmara de gordura

Remoção de óleos e matéria graxa.

2.6 Decantação simples

Remoção de matéria suspensa fina, por via física.

2.7 Tanque séptico

Remoção de matéria suspensa fina e matéria coloidal por sedimentação, com solubilização séptica ou digestão do lodo.

2.8 Decantação ou sedimentação combinada

Decantação simples conjugada com a digestão do lodo.

2.9 Coágulo-sedimentação

Remoção de matéria suspensa fina e coloidal e parte da matéria dissolvida, por precipitação química.

2.10 Irrigação ou filtração pelo solo

Remoção de matéria coloidal, dissolvida e microrganismos.

2.11 Filtração biológica

Remoção de matéria dissolvida, principalmente orgânica e microrganismos

2.12 Lodos ativados

Remoção da matéria suspensa fina, matéria dissolvida e microrganismos.

2.13 Valos de oxidação

Variante de processo de lodos ativados.

2.14 Lagoas de estabilização

Remoção de matéria suspensa e sobretudo substâncias instáveis suspensas, dissolvidas e microrganismos.

2.15 Aeração

Processo auxiliar, coadjuvante dos processos da irrigação, da filtração biológica, dos lodos ativados, dos valos de estabilização.

3. PROCESSOS CUJA CLASSIFICAÇÃO É FUNÇÃO DO GRAU DE TRATAMENTO

Levando-se em conta a qualidade do efluente do sistema de tratamento, condicionada à Demanda Bioquímica de Oxigênio do seu receptor, pode-se arrolar os processos que associados, tem as seguintes designações:

Tratamento Preliminar

Tratamento Primário

Tratamento Secundário

Tratamento Terciário

3.1 TRATAMENTO PRELIMINAR

Os aparelhos, órgãos ou unidades que compõem uma Estação de Tratamento de Esgotos, são planejados para a remoção gradativa das impurezas contidas nas águas esgotadas, das mais grosseiras, de fácil retenção, às dissolvidas, cuja eliminação exige técnicas avançadas, até a destruição dos germes patogênicos. A eficiência de uma unidade depende das condições em que se encontra o efluente precedente do órgão em que se processou a fase anterior de depuração. Compreende-se, assim, a necessidade do afastamento prévio dos sólidos mais volumosos suspensos, geralmente sobrenadantes, e dos mais densos, de fácil sedimentação. O tratamento preliminar visa não apenas um rendimento satisfatório

tório de cada unidade do sistema, sem forçar a sua capacidade normal, como também um melhor e mais rápido funcionamento do conjunto. Poderá também consistir no tratamento único e final para efluentes cujo grau de depuração é suficiente para lançamento nos corpos receptores. Compreendem geralmente os seguintes processos:

- desintegração
- gradeamento
- desarenação
- flotação

3.2 TRATAMENTO PRIMÁRIO

O tratamento primário poderá constituir-se, em conjunto, com o tratamento preliminar, um tratamento único, se assim determinar o estudo da interferência no corpo receptor. Se assim não acontecer, consistirá em um tratamento subsequente ao tratamento preliminar, e que cumprirá a sua finalidade específica como preparação ao processo a ser desenvolvido posteriormente. Em geral o tratamento primário destina-se à remoção total dos sólidos sedimentáveis e remoção de grande parte dos sólidos em suspensão e remoção de cerca de 30 a 40 % da D B O. Compreende a remoção primária, precipitação química e o tratamento dos lodos por digestão e secagem, e filtração grosseira. O tratamento primário comporta, ainda, os sistemas de irrigação e infiltração, entretanto a decantação é o processo básico.

3.3 TRATAMENTO SECUNDÁRIO

Em geral compreende um processo biológico aeróbio e uma decantação secundária. Se essa fase é procedida pelos tratamentos preliminares e primários e se ela é final, qualifica-se o conjunto como tratamento em ciclo completo.

A depuração biológica apresenta resultados altamente satisfatórios, permitindo uma remoção de D B O da ordem

de 98 % . Pode-se dizer com segurança que as outras modalidades de tratamento constituem fases preparatórias ou complementares dessa. Assim é que se considera nessa classificação sempre um processo biológico precedido de um tratamento primário e preliminar e sucedido por uma decantação final secundária. Compreendem usualmente os processos de filtração biológica e ativação dos lodos. A primeira pode ainda comportar a filtração clássica e de alta capacidade, e esta última caracteriza-se pelos processos de bioaero, accelo-filtros. A ativação dos lodos por sua vez pode compreender os processos denominados de capacidade convencional, alta capacidade, com aeração prolongada e lodos ativados fixos.

3.4 TRATAMENTO TERCIÁRIO

O tratamento terciário poderia ser qualificado como um processo de suplementação dos antecedentes, criando condições de uma alta depuração do esgoto doméstico, utilizado quando as condições de uma alta depuração do esgoto doméstico, utilizado quando as condições paramétricas de corpo receptor são críticas. Entretanto, por vezes, um ou outro processo é usado isoladamente para correção de caráter específico da composição das águas esgotadas, como por exemplo, é essencialmente um processo biológico. Nessas condições, costuma-se classificar esses processos como terciários, talvez impropriamente. Poderá ainda ser enquadrada na mesma classificação terciária a utilização de dois ou mais processos secundários, operando em sequência. Compreende normalmente o tratamento terciário, os seguintes processos : filtros de areia, lagoas de estabilização, valos de oxidação, precipitação química específica, esmose reversa, eletrlise, desinfecção etc. Este último é um processo complementa- -r, que poderá ser empregado em cada modalidade de tratamento, quando ela é única ou final.

A adoção de um processo ou de vários processos em sequência, ou a combinação entre eles para obtenção dos resultados -

dos esperados, depende exclusivamente do estágio preliminar (interferência), onde são determinados os valores que exprimem o grau de depuração adequado para o corpo receptor. Cada processo implica em características de funcionamento específico, correspondendo a resultados bem determinados que deverão ser enquadrados nas faixas dos objetivos esperados.

Finalmente, desejamos destacar um processo de depuração, que pela sua eficiência e baixo custo de investimento e de operação, assume papel relevante nos dias atuais, qual seja, o processo das lagoas de estabilização.

LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO

1. CLASSIFICAÇÃO

Conquanto se empregue esse processo, há mais de 20 anos, somente hoje, após sofrerem um aperfeiçoamento gradual, puderam as lagoas de estabilização ser empregadas com bastante sucesso. Embora pelas suas características estejam limitadas ao emprego em pequenas e médias comunidades, este mesmo fato se apresenta como uma solução excelente, pois esta faixa de comunidades representa no Brasil, a grande maioria de unidades populacionais.

Normalmente, as lagoas de estabilização são classificadas em lagoas anaeróbias, lagoas aeróbias, lagoas facultativas e lagoas indicia que o processo de depuração mostra, essa classificação des de organismos aeróbios, anaeróbios ou ambos. As lagoas aeróbias são exceção, pois sua denominação se prende ao fato de ser o oxigênio fornecido às reações segundo um modo artificial, isto é, através de aeradores. Pretendemos, adiante ventilar, alguns aspectos das lagoas aeróbias e lagoas facultativas.

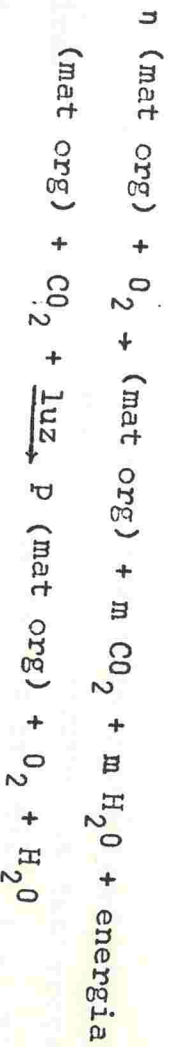
PROCESSO

O processo de depuração em lagoas, é basicamente a oxidação que consiste na ação de bactérias e influência de protozoários, que

através de processo enzimático degradam a matéria orgânica contida no esgoto, obtendo energia para reprodução de suas células à custa de oxigênio presente no meio. Os organismos aeróbios utilizam o oxigênio presente diretamente enquanto que os anaeróbios o fazem indiretamente, através de hidrolização da matéria orgânica, aparecendo então subprodutos não desejáveis.

O oxigênio, básico para a reação, é fornecido em parte pelo gás dissolvido proveniente da atmosfera em contato com a superfície da lagoa e na sua maior parte através de ação fotossintética. Por sua vez o gás carbônico resultante da estabilização, isto é produzido pelas bactérias na decomposição de matéria orgânica, é consumido pelas algas. Estabelece-se, assim, um equilíbrio biológico entre bactérias e algas, cuja manutenção se dá à custa dos fatores oxigênio e luz solar.

Basicamente e de maneira esquemática, se poderia visualizar o processo, da seguinte forma:



Dessa forma, um dado armazenamento do esgoto, disposto em condições adequadas, através de fatores condicionantes se auto-depurará de forma bastante eficiente. Para que o fenômeno oxidação nas condições expostas se conduza em sua plenitude, há necessidade da adequação dos fatores condicionantes que limitam o processo ou influem na eficiência das lagoas de oxidação.

3. RADIAÇÃO SOLAR

A camada de produção fotossintética limita-se a uma espessura relativamente reduzida para a alta turbidez das lagoas, isto é, lagoa. Teoricamente, uma lagoa poderia funcionar com uns 20 cm de profundidade. Entretanto, face às correntes convectivas e correntes verticais, devido à ação do vento na superfície, existe uma distribuição de oxigênio concentrado na camada inicial e consequentemente uma exposição momentânea à radiação de camadas

de renovação, fator que deve ser aproveitado e que representa um aumento de rendimento da lagoa. Razão pela qual as lagoas devem ser projetadas para profundidades bem maiores.

Sendo a eficiência da lagoa uma função da insolação e sendo as condições brasileiras bastante adequadas, é de se crer nos bons resultados de sua aplicação, o que provam a maioria das lagoas, já em operação no Brasil.

4. TEMPERATURA

Verifica-se nas lagoas que, para uma mesma intensidade de radiação solar, a velocidade da fotossíntese cresce com a temperatura. Assim, acima de um certo valor, a intensidade de radiação solar deixa de ter significado, passando a temperatura ser fator preponderante na eficiência das lagoas. Além disso, temperaturas baixas inibem a ação das bactérias. Portanto, a temperatura é fator limitante na utilização das lagoas.

Mais uma vez depara-se o Brasil com condições climáticas adequadas para o uso do processo, mesmo se considerarmos as temperaturas críticas do mês crítico, função de sua ocorrência. Por outro lado, temperaturas muito elevadas podem propiciar o aparecimento de algas que poderão provocar mau odor.

5. APLICAÇÃO

As lagoas de estabilização podem ser utilizadas da seguinte forma:

- 5.1 Como unidade única do processo, isto é, os efluentes de esgotos domésticos são lançados diretamente na unidade, e essa lançará seu efluente no corpo receptor.

Esta solução pode ser empregada quando:

- a. Não se dispõe de recursos para o tratamento completo. Então é construída apenas essa unidade de depuração que fará parte de um futuro sistema mais adequado.

b. Não se dispõe de tempo para determinação do tipo ou grau de tratamento adequado em uma determinada cidade. Ou seja, não se poderá esperar os resultados dos estudos, da fase de interferência. Nessas condições poderá ser construída inicialmente a unidade que mais tarde fará parte de um sistema, conforme indicação daquela fase.

c. Não há necessidade de combinação com outras unidades de depuração para composição de um conjunto de tratamento.

A fase dos estudos de interferência nos corpos receptores, apontará essa solução, que pode, como vimos, ser anterior ou posterior à implantação da lagoa.

5.2 Como unidade combinada com lagoas anaeróbias (sistema australiano). Apresenta nessas condições a lagoa, uma alta eficiência além de isentar-se do problema de acumulação excessiva do lodo no fundo.

5.3 Como operação em série, quando se deseja um alto grau de depuração, para o lançamento no corpo receptor.

5.4 Como unidade combinada com tratamento preliminar e primário.

5.5 Como unidade terciária de tratamento. A adoção dessa solução é função exclusiva do grau de depuração determinado na fase de estudo da interferência.

6. PROFUNDIDADE

Como vimos, a profundidade teórica de desenvolvimento intenso do fenômeno, é da ordem de 20 cm. Entretanto, considerando o aproveitamento da distribuição da produção de oxigênio, poderá passar a 0,60 cm. Para evitar-se o desenvolvimento excessivo das algas e plantas aquáticas com raízes que ativam o desenvolvimento de mosquitos, ainda supondo uma espessura do lodo decantado e pretendendo evitar oscilações consideráveis na temperatura do líquido, a profundidade do projeto poderá ser em torno de 0,90m

Para as lagoas aeróbias, e maiores profundidades, até 1,20m, para as facultativas. Há que considerar ainda como fatores influentes na profundidade da lagoa, a infiltração no solo e a evaporação. Ambos devem ser cuidadosamente estudados e levados como função, na manutenção de nível de água do projeto.

7. CARGA ORGÂNICA E PERÍODO DE DETENÇÃO

Carga orgânica e período de detenção são fatores bastante variáveis. Sua fixação deve ser criteriosamente estudada. A adoção dos valores da carga orgânica e do período de detenção dependem da modalidade de aplicação das lagoas, já vista anteriormente, isto é, a sua utilização, combinada ou não, com outros processos. Dependem também da classificação de lagoa já adotada. Assim, como exemplo ilustrativo, poderíamos admitir os seguintes valores respectivos, para as cargas orgânicas e períodos de detenção:

a. Lagoas aeróbias

Para esgotos domésticos com tratamento primário: 190 kg DBO/ha dia
detenção : 3 dias

b. Lagoas facultativas

Para esgotos domésticos bruto:
67 kg DBO/ha dia
detenção: 50 dias

c. Lagoas facultativas

Para esgotos domésticos com tratamento primário: 190 kg DBO/ha dia
detenção: 6 dias

8. CARACTERÍSTICAS DE PROJETO

Devem as lagoas serem localizadas a uma distância razoável de qualquer área urbanística, pelo menos 800 m, ficando preferencialmente, com a sua maior divisão voltada para os ventos predominantes.

O número de unidades é função da divisão do projeto final, em etapas construtivas. Preferencialmente, deverá haver duas unidades.

dades em uma primeira etapa, dando oportunidade a uma eventual paralização de uma unidade. Quanto à forma, deverá ser regular preferencialmente próxima da forma quadrada. Em certos tipos de solos, para se evitar o problema de infiltração, pode ser necessária a reposição de argila corretamente compactada.

Para uma melhor distribuição do efluente numa lagoa, a entrada da mesma poderá ser múltipla e submersa, em pontos localizados, que processem a distribuição em áreas iguais. A saída deverá ser em vertedouro de altura regulável, para variação conveniente do nível de água.

Para a proteção e conservação dos diques, é conveniente que se proceda o seu revestimento com grama, acima da linha da água. Enquanto que a parte submersa, poderá requerer um revestimento adequado que poderá ser com placas de concreto, plástico ou revestimento betuminoso.

9. OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

A simplicidade e baixo custo dos serviços de manutenção e operação são fatores ponderáveis na aceitação do processo.

Na realidade, a manutenção e operação resumem-se em preservar as características de projeto, favorecendo os fenômenos que individualizam o processo.

A manutenção e operação se limita então ao aspecto limpeza, conservação dos taludes, dos órgãos auxiliares e dispositivos, manutenção do nível de operação, obstrução de interferências que perturbam o equilíbrio biológico e manutenção dos parâmetros estabelecidos em projetos.

10. CARACTERÍSTICAS DE ALGUMAS LAGOAS EM FUNCIONAMENTO NA ESTAÇÃO DE SÃO PAULO

A seguir são reproduzidas as principais características do sistema de lagoas em funcionamento, no Estado de São Paulo, conforme levantamento efetuado pelo Centro Tecnológico de Saneamento Básico de São Paulo.

cidade	tipo	unidade	área -m2-	volume -m3-	vazão -l/s-	tempo de retenção -dia-	taxa de aplicação DBO g/dia -m2-	eficiência %	
								DBO	baoté- rias
Charqueada	facultativa	A	10 200	7 140	1,25	66	3,0	92,0	99,8
	facultativa	B	6 000	4 200	0,75	65	3,0	84,7	99,4
Pereiras	facultativa	-	17 500	15 750	5,8	31	4,3	80,0	99,6
Pradópolis	anaeróbia	1	3 800	3 800	3,4	13	21,0	66,0	96
	facultativa	2	11 000	9 900	3,4	34	2,5	47,0	94
São José dos Campos	anaeróbia	1	7 200	7 200	21	6	62,0	49,0	47,4
	facultativa	2	21 600	21 600	21	18	10,0	83,0	98,6