REGINALDO VELLO LOUREIRO

METODOLOGIA DE EFETUAÇÃO DE LEVANTAMENTOS, VISANDO A AVALIAÇÃO DA CARGA POLUIDORA DOS RESÍDUOS LÍQUIDOS INDUSTRIAIS

BIBLIOTECA
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
SP - 8

São Paulo
1974

Trabalho apresentado pelo Engenheiro Sanitarista REGINALDO VELLO LOUREIRO, para obtenção do grau de MESTRE EM SAÚDE PÚBLICA, pela FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO.

A G R A D E C I M E N T O S

À Faculdade de Saúde Pública da USP, na pessoa de seu DD. Diretor, Dr. Walter Engracia de Oliveira, e aos demais eméritos Professores, nossos agradecimentos, pela nossa - formação profissional, no Campo de Saúde Pública;

Ao Professor Dr. Ubaldo Carpigiani, orientador deste trabalho, por haver contribuido, com sua valiosa crítica construtiva e sugestões apresentadas, para melhor valorização do mesmo, expressamos a nossa gratidão;

Apresentamos, também, agradecimentos ao Dr. Otacilio Alves Caldeira, DD. Diretor Presidente da Companhia de Tecnologia e Saneamento Básico - CETESB, pela oportunidade que nos proporcionou para realização deste trabalho, para cujo êxito contamos, principalmente, com os integrantes da Divisão de Estudos e Pesquisas dessa conceituada Cia.;

Dirigimos, ainda, nossos agradecimentos ao professor Dr. Carlos Celso do Amaral e Silva, DD. Diretor do Projeto 2103, que nos permitiu atualizarmos nossos conhecimentos nos assuntos versados neste trabalho, através de cursos ministrados pelo referido Projeto, além de nos ter dedicado sua prestimosa colaboração na elaboração deste trabalho;

Não podemos esquecer a valiosa contribuição do professor Dr. Alvino Genda, pelo valioso auxílio prestado na leitura do texto desta obra e pelas úteis sugestões dele recebidas.

Agradecimento especial, devemos tecer às pessoas do Dr. Carai Ribeiro de Assis Bastos e Dr. Mário Narduzzo, pela colaboração oferecida na realização da pesquisa bibliográfica e na seleção do material didático para consulta.

Devemos, também, agradecer a todos que, direta ou indiretamente, contribuiram para a elaboração deste trabalho.

ÍNDICE

Pág.

1. INTRODUÇÃO 1

1.1. Objetivo do trabalho 2

2. CONSIDERAÇÕES GERAIS 3

2.1. Poluição das águas 3

2.1.1. Modificações de caracter físico 3

2.1.1.1. Cor e turbidez 4

2.1.1.2. Natureza do leito 4

2.1.1.3. Temperatura e viscosidade .. 5

2.1.1.4. Tensão Superficial 5

2.1.1.5. Osmose 6

2.1.2. Modificações de caracter químico 6

2.1.2.1. Agentes redutores 7

2.1.2.2. Agentes eutrofizantes 7

2.1.2.3. Tóxicos seletivos recalcitrantes 7

2.1.2.4. Demanda bioquímica de oxigênio 8

2.1.3. Modificações de caracter biológico .. 8

2.1.3.1. Equilíbrio biológico 8

2.1.3.2. Tipos de observações e de relações ecológicas 9

2.2. Fontes de poluição das águas 9

2.2.1. Poluição natural 10

2.2.2. Poluição agrícola 10

2.2.3. Poluição urbana 10

2.2.4. Poluição industrial 10

2.2.4.1. Toxicidade a peixes e microorganismos 11

2.2.4.1.1. Álcalis 11

2.2.4.1.2. Ácidos 11

2.2.4.1.3. Gases inorgânicos 12

2.2.4.1.4. Metais 12

2.2.4.2. Outros prejuizos ao meio ... 13

Pág.

2.3. Usos da água 14
2.3.1. Abastecimento domiciliar 14
2.3.2. Uso pastoril 14
2.3.3. Irrigação agrícola 15
2.3.4. Uso recreacional 15
2.3.5. Piscicultura 15
2.3.6. Abastecimento industrial 16
2.3.7. Navegação 16
2.3.8. Outros usos 16

2.4. Controle da poluição 17
2.4.1. Padrões de qualidade 17
2.4.2. Legislação 18
2.4.2.1. Tarifas industriais 19
2.4.2.1.1. Determinação da tarifa 19
2.4.2.1.2. Fórmulas para cálculo da tarifa .. 20

2.4.3. Levantamentos sanitários 26
2.4.4. Medidas de proteção contra a poluição 28
2.4.5. Fiscalização 29

2.5. Tipos de lançamento dos resíduos industriais 30
2.5.1. Lançamento direto, sem tratamento ... 30
2.5.2. Lançamento direto, com tratamento ... 30
2.5.3. Lançamento indireto, sem tratamento.. 31
2.5.4. Lançamento indireto, com tratamento.. 33

2.6. Conhecimentos complementares e de interesse. 33
2.6.1. Fenômenos de sinergismo e antagonismo 34
2.6.2. Auto depuração dos cursos d'água 34
2.6.2.1. Mecanismos físicos 34
2.6.2.1.1. Ação da gravidade 35
2.6.2.1.2. Turbulência 35
2.6.2.1.3. Luz 35
2.6.2.1.4. Variação da temperatura 36
2.6.2.2. Mecanismos químicos 36
2.6.2.2.1. Reações de Oxidação 36

BIBLIOTECA
FACULDADE DE SAÚDE PÚBL
UNIVERSIDADE DE SÃO PAU

Pág.

2.6.2.2.2. Reações de redução 37
2.6.2.2.3. Desnitrificação.. 37
2.6.2.3. Mecanismos biológicos 37
2.6.2.3.1. Predatismo e parasitismo 38
2.6.2.3.2. Produção de antibióticos e toxinas 38
2.6.2.3.3. Fenômenos de aglutinação 38

3. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DA CARGA POLUIDORA INDUSTRIAL 39

3.1. Levantamento industrial 39
3.1.1. Conceituação 40
3.1.2. Objetivos 40
3.1.3. Preparativos preliminares 41
3.1.4. Cadastro das indústrias 41
3.1.5. Sistemática de obtenção de dados 42
3.1.5.1. Comunicação à indústria 42
3.1.5.2. Obtenção de dados, no escritório 44
3.1.5.3. Obtenção de dados, "in loco" 45
3.1.5.4. Recomendações Gerais 46
3.1.6. Plano de amostragem 47
3.1.6.1. Considerações sobre a técnica de amostragem 47
3.1.6.2. Medição da vazão 49
3.1.6.3. Coleta de amostras 49
3.1.6.4. Identificação das amostras.. 50
3.1.6.5. Preservação das amostras.... 50
3.1.6.6. Possíveis problemas associados à técnica de amostragem. 50
3.1.6.7. Análise das amostras 51

3.2. Estimativa da carga poluidora 52

3.3. Avaliação da carga poluidora industrial total 53

Pág.

3.3.1. Uma indústria 53
3.3.2. Grandes cidades 55
3.3.2.1. Estudo piloto para aplicação em grandes cidades 56
3.3.3. Apresentação de estudos experimentais já realizados 58
3.3.3.1. Programa de controle dos resíduos industriais na cidade de Nova York 59
3.3.3.1.1. Estudo piloto ... 59
3.3.3.1.2. Estudo da mão de obra 61

4. CONCLUSÕES 65

RESUMO 67

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 68

1. INTRODUÇÃO

Não paira a menor dúvida sobre que, mormente em grandes cidades, com numerosas e diversificadas indústrias, os problemas causados pela poluição, tanto do ar, como da água, ou do solo, com o perpassar dos tempos, vão se agravando cada vez mais.

Tal fato decorre, certamente, não só do crescimento contínuo e desordenado das indústrias, como também do lançamento indiscriminado de substâncias nocivas aos vários usos da água, ar ou solo, em quantidades e/ou concentrações cada vez maiores.

Convém ressaltar que o reduzido número de profissionais, na Área de Saneamento Ambiental, disponível para a execução de planos e programas de controle dos resíduos industriais, vem, também, concorrendo para que, na área focalizada, tal situação cada vez mais se agrave.

Isso traz como consequência um planejamento inadequado dos métodos de prevenção e controle da poluição, fornecendo resultados insatisfatórios e prejudiciais ao meio ambiente.

Pode-se asseverar que, a avaliação da carga poluidora dos estabelecimentos industriais da área sob estudo, é imprescindível para a execução de qualquer programa de controle da poluição.

Como um trabalho abordando os tres tipos de poluição (água, ar e solo), seria muito amplo, resolveu-se fazer um estudo apenas sobre a poluição das águas, visando a elaboração de uma sistemática de trabalho, destinada à avaliação da carga poluidora dos resíduos líquidos industriais, que possa ser aplicada, inclusive em grandes cidades.

Pretende-se, neste, apresentar uma racionalização e melhoria do trabalho a ser adotado no momento da efetuação dos levantamentos industriais.

Se tal objetivo for alcançado, nesta monografia, os órgãos controladores dos resíduos industriais poderão seguir

as orientações contidas na mesma, facilitando-os na obtenção de elementos mais precisos, relativos à carga poluidora dos resíduos industriais.

Baseados nesses elementos, tais órgãos teriam condições de aplicar medidas corretivas junto às indústrias, podendo até obrigá-las, quando necessário, a reduzir as descargas ou concentração dos resíduos, a modificar o processo de fabricação ou instalar unidades de tratamento para resíduos.

Dada a escassês de estudos referentes ao assunto que se vai tratar, procurou-se obter, para a elaboração deste trabalho a comprovada experiência de Órgão que, diretamente, lida com o mesmo. Por isso, escolheu-se, como local de realização do estágio preciso, a Companhia de Tecnologia e Saneamento Básico - CETESB.

Na CETESB, teve-se a proveitosa oportunidade de manter permanente contacto com pessoal altamente especializado no assunto que se vai versar. Frequentou-se a sua ampla e valiosa Biblioteca, bastante atualizada, onde se colheram bons subsídios para a feitura deste trabalho.

Procurou-se, ainda, no trabalho, dar algumas diretrizes referentes à avaliação da carga poluidora total, em grandes cidades, devido à extensiva complexidade e importância que vêm assumindo tais determinações, atualmente.

1.1. - Objetivo do trabalho

Este trabalho tem por objetivo principal estabelecer uma metodologia de efetuação de levantamentos, visando a avaliação da carga poluidora dos resíduos líquidos industriais.

BIBLIOTECA
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
SP - 8

2. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Poluição é qualquer modificação ambiental que possa afetar, de maneira nociva, direta ou indiretamente, a vida e o bem estar humano.

Contaminação é a alteração sofrida por um ambiente, quando elementos diretamente nocivos à saúde do homem, animais e/ou vegetais são introduzidos no mesmo.

São considerados contaminantes os seres patogênicos, as substâncias tóxicas, os elementos ionizantes ou radioativos.

Há algumas diferenças entre os dois fenômenos acima mencionados que nos permitem identificar a ocorrência de um ou de outro.

A nocividade da poluição tem um carater passivo, pois se caracteriza pela perda das condições propícias à vida de determinadas espécies vegetais e/ou animais.

Em contrapartida, a contaminação é um processo ativo e comprometedor da saúde[7,8].

2.1. Poluição das águas

A poluição das águas, sempre manifestada pela alteração de suas características físicas, químicas ou biológicas, resulta, entre outros, principalmente, de dois fatores adversos ao meio: do excesso de elementos (que, em quantidade e concentrações adequadas, não geram nenhum problema contrário ao ambiente), ou da introdução, no mesmo, de substâncias que não lhe são pertencentes.

2.1.1. Modificações de caracter físico

Dentre as principais modificações de caracter físico, geradas pela introdução de elementos poluidores ao meio aquático, são dignas de menção, as seguintes: cor e turbidez,

natureza do leito, temperatura e viscosidade, tensão superficial e osmose[7].

2.1.1.1. Cor e turbidez

As variações de cor da água são devidas à introdução de pigmentos à mesma.

As substâncias, responsáveis pela modificação da cor da água, são facilmente filtráveis, pois são normalmente encontradas dissolvidas, ou em forma coloidal.

Tanto os esgotos domésticos, como diversas modalidades de despejos industriais, são ricos em substâncias pigmentadas que provocam sensíveis alterações de cor na água.

Entretanto, as variações da turbidez da água são geradas por partículas em suspensão.

Por serem partículas insolúveis, na água, não são filtráveis.

Como causa de turbidez, temos: partículas orgânicas, inorgânicas e organismos vivos que se mantêm em suspensão na água.

Ambas, cor e turbidez, tornando a água menos transparente, dificultam a penetração da luz na mesma.

Isso pode trazer como consequência, além de prejuizos à estética, consideráveis distúrbios ecológicos ao meio, pois, a limitação da quantidade de energia solar que anteriormente penetrava neste ambiente, priva algumas atividades fisiológicas dos microorganismos.

2.1.1.2. Natureza do leito

A natureza do leito do rio ou lago, bem como os organismos ali existentes, podem, devido à introdução de elementos não pertencentes ao meio aquático, ou ainda, devido ao excesso de algum deles, ser alterados.

Material sedimentável, por exemplo, pode produ

produzir distúrbios ecológicos no fundo do rio ou lago, pois, aumentando a quantidade de lodo no leito dos mesmos, traz, como consequência, o soterramento de pequenos animais, plantas ou ovos de peixes.

Em vista desse e de outros exemplos que poderíamos citar, podemos afirmar que a qualidade e quantidade dos organismos existentes no leito de um rio ou lago, pode, devido ao caracter seletivo ali encontrado, retratar o grau de poluição existente no meio aquático.

2.1.1.3. Temperatura e viscosidade

Geralmente os efeitos da temperatura da água, sobre os seres que na mesma habitam, são exercidos de uma forma indireta.

Dentre os principais efeitos causados à água pelo aumento da temperatura (poluição térmica), destacam-se os seguintes: incremento da toxidez de certos compostos, redução da capacidade da água de reter gases (inclusive o oxigênio), aceleração do metabolismo dos organismos aquáticos (gerando um maior consumo de oxigênio), variação na concentração de carbonatos e no pH do meio.

Outro efeito indireto da variação da temperatura está relacionado com a viscosidade do meio aquático.

Aumentando a temperatura da água, a viscosidade do meio diminui.

Isso traz, como consequência, prejuizo a uma grande variedade de microorganismos que necessitam da viscosidade do meio, para se manterem em equilíbrio nas proximidades da superfície da água, com a finalidade de melhor absorção da energia solar, para a fotossíntese.

2.1.1.4. Tensão superficial

Existem animais, não aquáticos, que têm sua sobrevivência, diretamente, ligada à água.

São organismos de peso reduzido, com superfície não molhável e/ou revestimento de pelos com secreções oleaginosas.

Eles se apoiam sobre a superfície aquática, e, nela, se locomovem, sem entrar em contacto com a água, devido a uma delgada película de tensão superficial que se interpõe entre o ar e a água, isolando, dessa forma, o meio aquático do ar.

Entretanto, esta película de tensão superficial, que se interpõe entre esses dois meios, pode ser destruida por alguns elementos introduzidos na água.

Agentes tensoativos como os detergentes são os maiores causadores desse fenômeno.

Como consequência do desaparecimento dessa película, os referidos animais entram em contacto direto com a água e, por isso, se afogam.

2.1.1.5. Osmose

Os organismos aquáticos que não se adaptam a grandes variações nas concentrações salinas, geralmente ocasionadas pela introdução de despejos ricos em sais ou compostos orgânicos solúveis de alto valor osmótico, podem sofrer uma excessiva perda de substâncias líquidas ou dissolvidas, por difusão, através de suas membranas.

Tal fato pode trazer, como consequência, a morte de inúmeros organismos aquáticos.

A tal mecanismo de ação chama-se de "poluição osmótica".

2.1.2. Modificações de caracter químico

As transformações sofridas pelo ambiente aquático, causadas pelo lançamento de esgotos domésticos, resíduos industriais e agrícolas, a este meio, são, principalmente, devido aos agentes químicos neles contidos.

A ação dos compostos químicos sobre os organismos aquáticos pode ser tóxica e, em alguns casos, gera problemas ecológicos, atuando como agentes redutores e eutrofizantes[7].

2.1.2.1. Agentes redutores

São compostos químicos que se combinam, espontaneamente, com o oxigênio dissolvido na água, reduzindo, portanto, a sua concentração no ambiente aquático.

Isso traz, em consequência, a morte de inúmeros organismos que, para subsistirem, necessitam de uma maior diluição de oxigênio no ambiente.

2.1.2.2. Agentes eutrofizantes

São compostos químicos, ricos em nitrogênio e fósforo, que, ao serem adicionados à água, proporcionam maior atividade biológica (intensificando a proliferação) às algas e a outros microorganismos, ali existentes.

Em decorrência desse fato, haverá uma excessiva população de algas e outros microorganismos no ambiente aquático, advindo dessa forma um desequilibrio ecológico, que poderá, em alguns casos, ser prejudicial a certos usos da água.

2.1.2.3. Tóxicos seletivos recalcitrantes

São compostos não biodegradáveis, largamente utilizados no combate a pestes (inseticidas, fungicidas, ovicidas, herbicidas, formicidas, etc.)

Como são substâncias, cujo efeito aos organismos aquáticos são de caracter cumulativo, podem causar, aos mesmos, problemas genéticos (mutações), com consequente extinção da espécie, e, nos casos mais graves, a exterminação por completo de uma determinada forma de vida.

2.1.2.4. Demanda bioquímica de oxigênio

"A Demanda Bioquímica de Oxigênio ou DBO de esgoto, resíduo industrial ou água poluida, é a quantidade de oxigênio molecular necessária para a estabilização de matérias degradáveis presentes, por ação bioquímica, em condição de aerobiose[32]".

A matéria orgânica, introduzida no meio aquático, constitui-se numa rica alimentação para as bactérias aeróbias, que para metabolizá-la, necessitam consumir oxigênio desse ambiente.

Se a quantidade de oxigênio, requerida para oxidar a matéria orgânica, for superior à disponibilidade no ambiente aquático, a massa de água poderá ficar desprovida de oxigênio dissolvido (OD), favorecendo, dessa forma, a criação de um ambiente constituído de flora e fauna anaeróbias.

Como consequência, teremos a formação de um ambiente séptico, com as suas inconveniências.

2.1.3. Modificações de caracter biológico

Ecologicamente, a poluição das águas é caracterizada, por uma ação eminentemente seletiva.

Qualquer alteração, na composição química e física do meio aquático, afeta a vida de um grande número de organismos, favorecendo a uns e prejudicando o desenvolvimento de outros[7].

2.1.3.1. Equilíbrio biológico

A poluição, ao provocar um desequilíbrio biológico no ambiente aquático pré-existente, fornece condições à criação de uma nova situação de equilíbrio ou ciclo biológico, às vezes indesejável aos diversos usos da água.

As condições de desenvolvimento normal da flora

e fauna primitivas, são reduzidas, e aparecem melhores condições de desenvolvimento de uma nova flora e fauna.

Como consequência dessa nova condição, imposta ao meio, poderão advir sérios prejuizos sociais, econômicos e/ou estéticos à região afetada.

2.1.3.2. Tipos de observações e de relações ecológicas

As transformações ambientais, geradas pelas mutações ecológicas advindas da poluição, devem ser estudadas, a partir da observação dos dois equilíbrios biológicos: anterior e atual.

Dentre os diversos tipos de observações e de relações ecológicas que podem ser utilizados na avaliação do fenômeno da poluição, podemos citar os seguintes:

a) - Atividade dos microorganismos, em relação à capacidade energética do meio:

Os ambientes, com mais potencial energético, são mais favoráveis aos organismos dotados de grande motilidade.

b) - Relação entre número de espécies e número de indivíduos:

Num ambiente não poluido existe, geralmente, um grande número de espécies representado por pequeno número de indivíduos.

No meio poluido, a situação é inversa.

2.2. Fontes de poluição das águas

O mecanismo de poluição das águas pode originar-se das seguintes fontes principais[18]:

- ação da própria natureza;
- resíduos agrícolas e pastoris;
- resíduos da atividade humana;
- resíduos da atividade industrial.

2.2.1. Poluição natural

É causada por ação da própria natureza sobre o ambiente aquático, através de precipitações pluviométricas, catástrofes, decomposição de vegetais, erosão das margens, salinização, ventos, etc.

2.2.2. Poluição agrícola

A poluição agrícola é resultante, principalmente, do uso de substâncias destinadas ao combate das pestes e pragas que atacam os produtos agrícolas.

Se elas exterminam os males em referência, por outro lado, o uso de tais substâncias, entre as quais herbicidas, fungicidas, ovicidas, formicidas, DDT, geram um ambiente de poluição, contrário aos consumidores dos referidos produtos e ao meio aquático.

Ainda contribuem para o agravamento desse problema, a aplicação de fertilizantes e a existência dos excrementos animais no local.

2.2.3. Poluição urbana

Resulta, principalmente, do lançamento dos esgotos domésticos, resíduos líquidos industriais e lixo, aos cursos d'água.

2.2.4. Poluição industrial

Embora faça parte da poluição urbana, resolvemos, para efeito de estudo, à mesma nos referirmos separadamente.

As indústrias das cidades, onde o industrialismo é considerado como o principal objetivo das mesmas, têm constituido a mais considerável fonte de poluição, gerando os maio-

maiores problemas ao ambiente aquático.

As principais indústrias poluidoras são as seguintes: fábrica de papel e celulose, indústrias alimentícias, indústrias químicas, indústrias siderúrgicas e metalúrgicas, indústrias têxteis, matadouros, frigoríficos e curtumes.

Diversos resíduos industriais, quando lançados aos corpos d'água, causam problemas de toxicidade à flora e fauna, além de prejuizos às características físicas, químicas e biológicas da água.

2.2.4.1. Toxicidade a peixes e microorganismos

Os resíduos industriais podem conter diversos componentes tóxicos aos peixes e microorganismos.

Podemos classificá-los em[9]: álcalis, ácidos, gases inorgânicos e metais.

2.2.4.1.1. Álcalis

Resíduos industriais ricos em álcalis são encontrados nas indústrias que tratam fibras e sementes de algodão e outros vegetais, lanifícios, lavanderias, etc.

A amônia ou hidróxido de amônio, que é um sub produto de indústrias de gás e coque, e ainda de indústrias químicas, embora seja um álcali fraco, é altamente tóxica a peixes.

Os compostos orgânicos nitrogenados, normalmente existentes nos esgotos domésticos, ao sofrerem o fenômeno de decomposição pelas bactérias, podem dar origem à amônia, que, atingindo altas concentrações, pode gerar sérios prejuizos ao meio.

2.2.4.1.2. Ácidos

Os ácidos contidos nos resíduos industriais, podem ser de origem mineral ou orgânica.

Resíduos de indústrias químicas, mineraçoes, fábricas de DDT, indústrias têxteis, indústrias de baterias elétricas e clicherias são exemplo de indústrias cujos resíduos são ricos em ácidos minerais.

Resíduos de destilarias, fábricas de rayon acetato, fábrica de bebidas ácidas ou cítricas, contêm ácidos orgânicos em sua composição.

Uma grande variedade de ácidos orgânicos e inorgânicos possui ação tóxica sensível, podendo dessa forma vir a intoxicar os organismos aquáticos.

2.2.4.1.3. Gases inorgânicos

Dentre os gases inorgânicos, que se caracterizam por possuirem ação tóxica sobre os peixes, destacam-se os seguintes: gás sulfídrico, cianídrico e carbônico, cloro e monóxido de carbono.

2.2.4.1.4. Metais

Todos os cations metálicos têm propriedades tóxicas sobre os peixes.

Entretanto, as ações antagônicas do ambiente aquático, podem, em alguns casos, minimizar esse problema.

Por outro lado, alguns metais mais tóxicos podem exercer ação sinérgica sobre outros, aumentando a toxidez de ambos.

Os metais pesados, altamente tóxicos, que são encontrados nos resíduos industriais, são os seguintes:

a) - Resíduos de Fábricas de Polpa, Papel e Papelão:
Cr - Cu - Hg - Pb - Ni - Zn

b) - Resíduos de Produtos Químicos Orgânicos, Petroquímica:
Al - As - Cd - Cr - F - Fe - Hg - Pb - Sn - Zn

c) - Resíduos de Fábrica de Fertilizantes:
Al - As - Cd - Cr - Cu - F - Fe - Hg - Mn - Pb - Ni - Zn

d) - Resíduos de Refinaria de Petróleo:
Al - As - Cd - Cr - Cu - F - Fe - Pb - Ni - Zn

e) - Resíduos de Aciarias, Fundições:
As - Cd - Cr - Cu - F - Fe - Hg - Pb - Ni - Sb - Sn - Zn

f) - Resíduos de Produtos Téxteis, Curtumes:
Cr

2.2.4.2. Outros prejuizos ao meio

Existem resíduos industriais ricos em óleos, graxas, ácidos e sólidos finos em suspensão que, se lançados em águas utilizadas para fins de irrigação agrícola, causarão problemas ao desenvolvimento das culturas, pois podem provocar a colmatação dos solos, ou alterar o seu pH.

Resíduos de galvanização e de fecularias de mandioca são tóxicos, podendo causar sérios riscos de envenenamento aos animais que bebam água contendo esses resíduos.

Águas ricas em sulfatos, ácidos graxos livres, gás carbônico e gás sulfídrico são corrosivos ao concreto.

Resíduos fenólicos, na água, podem torná-la imprópria para o abastecimento urbano, devido ao sabor indesejável que a água adquire, pela combinação do fenol com o cloro.

Resíduos industriais que deem mau aspecto ao meio aquático, tornam a água imprópria à recreação.

Resíduos industriais, ricos em matéria orgânica vegetal, ou animal, geram problemas de maus odores, bancos de lodo e crostas em decomposição, cor e sabor indesejáveis à água, proliferação de bactérias e larvas de insetos, escuma, opacidade à luz solar, etc.[1]

BIBLIOTECA
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
SP - 8

2.3. Usos da água

Os mananciais de água doce, existentes na superfície terrestre, podem ser utilizados para diversas finalidades.

As mais importantes são: abastecimento domiciliar, uso pastoril, irrigação agrícola, usos recreacionais, psicultura, abastecimento industrial, navegação, produção de energia elétrica, diluição e transporte de resíduos[6].

2.3.1. Abastecimento domiciliar

As águas, utilizadas com a finalidade única e exclusiva de abastecimento domiciliar, devem ser caracterizadas - por um elevado padrão sanitário.

Não devem conter germes patogênicos, substâncias tóxicas e elementos radioativas prejudiciais à saúde humana.

Devem ser esteticamente agradáveis aos seres humanos, tendo aspecto claro e cristalino.

Sua temperatura deve ser normal, e não deve possuir sabor ou odor de qualquer espécie.

2.3.2. Uso pastoril

As águas, destinadas ao uso pastoril e dessedentação de animais, devem ter elevado padrão sanitário, no que se refere às bactérias patogênicas.

Entretanto, não há necessidade de manutenção das qualidades estéticas.

Deve ser ainda observado o fato de que, muitas vezes, os fazendeiros e seus empregados utilizam essa água no domicílio. Nesse caso, as qualidades estéticas devem ser preservadas.

2.3.3. Irrigação agrícola

A água, para fins de irrigação de frutos e vegetais que são ingeridos crus (sem cozimento), deve possuir um alto padrão bacteriológico.

As suas qualidades estéticas, nesse caso, não necessitam de ser observadas.

2.3.4. Uso recreacional

As águas para uso recreacional, nas quais são - praticados a natação e o esqui aquático, devem também obedecer a padrões bacteriológicos, porém não tão rígidos como os normalmente utilizados para fins domiciliares. Entretanto, há casos especiais, como as águas de piscinas, em que as exigências relativas à qualidade da água devem ser, em certos aspectos, mais acuradas do que as normalmente recomendadas para a água potável.

As qualidades estéticas da água para fins recreacionais devem ser mantidas satisfatórias, pois esses locais devem ser agradáveis aos nossos sentidos.

2.3.5. Psicultura

Águas, cuja finalidade principal é a criação de peixes, têm padrões pouco rígidos com relação às qualidades bacteriológicas e estéticas, porém devem ser bastante controladas, no que se refere às características químicas.

A manutenção da vida dos peixes depende em muito da quantidade de oxigênio dissolvido contida na água, alimentação, pH estável e temperatura.

A turbidez da água sòmente causará problemas, se for excessiva, pois poderá obstruir os órgãos respiratórios dos peixes ou soterrar os seus ovos.

Nos ambientes aquáticos, onde os pescados são -

consumidos crus (ostras, por exemplo), os padrões bacteriológicos devem ser observados.

2.3.6. Abastecimento industrial

Dependendo do tipo de indústria a ser abastecida, a qualidade sanitária ou química das águas deve variar.

As águas para abastecimento de indústrias alimentícias, cervejarias e indústrias farmacêuticas devem obedecer a rigorosos padrões de qualidade sanitária.

As indústrias que não as utilizam como matéria prima, necessitam das mesmas para lavagem e resfriamento de peças metálicas, caldeiras e outros usos.

Essas águas devem, portanto, obedecer a certos padrões, de modo a não gerarem problemas de corrosividade, obstrução de tubulações, alterações das características químicas dos produtos a serem lavados, etc.

2.3.7. Navegação

As águas, destinadas à navegação, devem ser protegidas contra a proliferação excessiva de plantas aquáticas(como os aguapés), as quais podem causar a obstrução do rio,tornando-se, dessa forma, um sério obstáculo a este uso.

Águas, que possam conter substâncias químicas ou microorganismos e fungos agressivos ao casco da embarcação, devem ser evitadas.

2.3.8. Outros usos

As águas, utilizadas para a produção de energia elétrica, não devem causar danos (corrosão, etc.) às turbinas e a outras peças metálicas dos sistemas geradores de energia.

As águas, empregadas para transporte de resíduos, não devem produzir efeitos prejudiciais às tubulações que as contêm.

As águas, usadas com a finalidade de diluir os despejos industriais, não devem ter, em sua composição, elementos que possam (ao entrar em contacto com os resíduos industriais) produzir efeitos sinergéticos prejudiciais ao ambiente aquático.

2.4. Controle da poluição

O controle da poluição, para ser adequadamente efetuado, depende do conhecimento prévio dos usos a serem admitidos para a água do manancial.

Somente após tal determinação é que se pode elaborar um sistema de proteção conveniente, que permita o aproveitamento da água para o fim a que se destina, presentemente e em épocas futuras.

Para a realização dessas providências, urge que se disponha de uma base legal que permita não só a ação fiscalizadora, como também a ação executiva dos poderes públicos[6].

No corpo desse trabalho, há referências mais amplas sobre idêntico assunto ao ventilado neste ítem.

2.4.1. Padrões de qualidade

As águas dos mananciais, geralmente são utilizadas em diversas atividades que diferem uma das outras e, portanto, que exigem, qualidades e/ou características distintas.

Por exemplo: as águas utilizadas para a criação de peixes, devem conter oxigênio, para a respiração; gás carbônico, para síntese de alimentos pelos seres vegetais; carbonatos, para a manutenção do equilíbrio ácido-base do meio; compostos orgânicos e pequenos organismos, para servirem de alimento a peixes, etc.

Entretanto, as águas potáveis devem conter o mínimo possível de matéria orgânica, mesmo na forma de microorganismos inofensivos, porque esses (ou a matéria orgânica em geral) constituem a causa mais frequente de produção de sabor à água, entupimento dos filtros, formação de lodo excessivo nos decantadores das ETEs, etc.

O padrão desejável deve exigir que a água contenha um grau de impureza compatível com os usos que se pretende da mesma.

Por serem conflitantes, os padrões de qualidade de águas destinadas a diferentes finalidades, o tipo de controle ou os padrões mínimos exigidos para cada manancial devem ser analizados, caso por caso, visando os diversos usos da água.

2.4.2. Legislação

Em programas de controle dos resíduos industriais, torna-se evidente que a elaboração de leis e regulamentos adequados sobre o lançamento dos resíduos das indústrias, é de suma importância, para a obtenção de bons resultados.

Os volumes e concentrações máximas dos resíduos, bem como as suas características, devem ser fixadas para cada tipo de indústria, de acordo com as condições do corpo receptor.

Deve ser proibido o lançamento de resíduos que possam prejudicar as galerias de águas pluviais e de esgotos, - bem como a saúde dos elementos encarregados da operação e manutenção das redes de esgoto e estações de tratamento.

Outras proibições devem ser efetuadas, com relação a resíduos explosivos ou tóxicos; resíduos prejudiciais ao tratamento biológico nas ETEs; resíduos que causam maus odores e aspecto desagradável e/ou interfiram na vida aquática (quando lançados diretamente aos cursos d'água); e resíduos que possam causar outros prejuizos ao sistema.

2.4.2.1. Tarifas industriais

Nas cidades em que a Municipalidade se encarrega do tratamento dos resíduos industriais, deverá ser efetuada uma cobrança adicional às indústrias, por esses serviços.

A tarifa a cobrar, deverá ser baseada nas características da indústria e de seus resíduos.

2.4.2.1.1. Determinação da tarifa

Num levantamento industrial, tendo por objetivo a determinação de uma tarifa, a ser cobrada das indústrias de uma região, deve-se procurar responder a questões como as abaixo relacionadas[27]:

a) - Qual é o tipo de disposição ou tratamento de resíduos utilizado pela municipalidade, atualmente?

b) - O tratamento conjunto obrigaria a troca do método atual de tratamento por outro de maior custo?

c) - A estação de tratamento atual teria condição de receber os resíduos industriais, sem necessitar ampliações em algumas unidades?

d) - Quais as características dos resíduos industriais?

e) - Qual a política da Municipalidade, em relação às Indústrias?

- obrigatoriedade ou não, por parte da Municipalidade, quanto ao recebimento dos resíduos industriais?
- influência de certas organizações locais, para atrair indústrias à cidade?
- aumento da arrecadação de impostos por - contribuição industrial?

f) - Como a cobrança da tarifa deverá ser efetuada?

- baseando-se na carga total do resíduo industrial?

- baseando-se apenas no excesso de carga sobre a composição normal do resíduo doméstico?

g) - Qual o custo inicial da ETE?

- no caso de existência da ETE quando foi instalada a indústria, é necessário definir se esta deverá pagar uma parte proporcional ao custo inicial da ETE, com base no volume e composição dos seus resíduos.

- No caso de ter que construir novas unidades para a Estação de Tratamento, ou melhorar o grau de tratamento, deve ser estabelecido se a indústria cobrirá todos os gastos de construção ou somente uma parte proporcional ao volume e concentração de seu resíduo comparado ao volume e concentração do resíduo doméstico.

h) - Que ajustes na tarifa, devido a benefícios produzidos por certos resíduos industriais, no sistema municipal, deverão ser efetuados?

2.4.2.1.2. Fórmulas para cálculo da tarifa

Vários estudos foram realizados até o presente, visando a elaboração de uma fórmula para determinação de uma tarifa justa a ser cobrada dos estabelecimentos industriais.

Chegou-se à conclusão de que os parâmetros mais significativos seriam o BOD e sólidos em suspensão e, em alguns casos, o volume de resíduos e a demanda de cloro.

Várias fórmulas foram então propostas, conside

considerando os parâmetros acima em sua totalidade e, em alguns casos, apenas um ou outro.

A seguir, mostram-se diversas fórmulas utilizadas, para a determinação da tarifa industrial, em algumas cidades:

a) - Fórmula de Buffalo[27]

Baseia-se na demanda de cloro e na quantidade de sólidos em suspensão:

$$R = F\ P_C\ (C - N_C) + FPs\ (S - Ns)$$

onde:

R - preço em centavos de dólar, por 1000 pés - cúbicos de descarga;

F - fator para converter ppm a libras, por 1000 pés cúbicos (0,0624);

P_C- preço do cloro em centavos por libra;

Ps- custo,em centavos,dos produtos químicos para acondicionar o lodo e da potência requerida, para dispor o mesmo, baseado em 1 libra de sólidos em suspensão,recebidos na instalação;

C - é a demanda de cloro do resíduo industrial, em ppm;

Nc- é a demanda de cloro do resíduo municipal, em ppm;

S - é a concentração de sólidos em suspensão no resíduo industrial, em ppm;

Ns- é a concentração de sólidos em suspensão no resíduo municipal, em ppm.

Nota: Embora a aplicação desta fórmula tenha dado resultados satisfatórios, observa-se que, no cálculo da tarifa, não são considerados dois fatores importantes: Volume e BOD.

b) - Fórmula de Brunswick[27]

Foi determinada uma taxa baseando-se nos seguintes parâmetros:

- volume de resíduos;
- tonelada de lodo;
- demanda de cloro.

Nota: Para a determinação dessas taxas não foi considerada a BOD dos resíduos. Somente foram considerados o volume, os sólidos em suspensão e a demanda de cloro. Os resíduos industriais são lançados sem pré-tratamento.

c) - Fórmula de Wright[27]

A fórmula se baseia no fato de haver um pré-tratamento dos resíduos industriais, antes de lançá-los no esgoto municipal.

$$F = 1 + \frac{R\,(S - 150)}{300} + \frac{2R\,(BOD - 200)}{3 \times 200}$$

Quando o tratamento somente é primário, não se considera o último termo da fórmula: $\frac{2R\,(BOD - 200)}{3 \times 200}$

Nessa expressão:

F - fator pelo qual tem que ser multiplicada a taxa corrente por unidade de volume;

R - relação entre o custo anual de tratamento e o custo anual total do sistema;

S - quantidade de sólidos em suspensão, em ppm, do resíduo industrial;

BOD - é o BOD do resíduo industrial.

d) - Fórmula do Belleville, Illinois[27]

$$R = R_b + \left[\, 0{,}002\,(BOD - 200) \,\right] R_b$$

R - taxa por 100 pés cúbicos de resíduo;

R_b - taxa básica por 100 pés cúbicos de resíduo;

BOD - demanda bioquímica de oxigênio do resíduo - bruto industrial, em ppm;

200 - valor médio do BOD, em Belleville.

Nota: Só haverá cobrança da taxa das indústrias que tenham um resíduo com mais de 200 ppm de BOD. A taxa básica é obtida através de uma tabela em função do volume de resíduos tratados por mês.

e) - Fórmula de Allegheny, Pa[27]

$$F = 1 + R \left[\frac{0,75\ (Si - Sa)}{Sa} + \frac{0,25\ (Bi - Ba)}{Ba} \right]$$

F - Fator pelo qual tem que ser multiplicada a taxa básica, para obter a carga;

R - Relação entre o custo de tratamento e o custo total;

Si - Quantidade de sólidos em suspensão da indústria considerada, em ppm;

Sa - Média de sólidos em suspensão do resíduo municipal;

Bi - BOD do resíduo da indústria, em ppm;

Ba - Média de BOD_5 do resíduo municipal.

Nota: As taxas básicas são determinadas em função do volume de resíduo tratado.

Para considerar a demanda de cloro pelos resíduos industriais, o mesmo autor propôs a seguinte fórmula:

$$Rc = F\ Pc\ (Ci - Ca)$$

Rc - sobretaxa devido a demanda de cloro, em centavos, por 1000 galões de resíduo;

Ci - demanda de cloro da indústria, em ppm;

Ca - demanda média de cloro do resíduo municipal, em ppm;

F - fator para converter ppm a libras, por 1000 galões (0,00835);

Pc - preço do cloro, em centavos por libra.

BIBLIOTECA
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
SP - 8

f) - Regulamento para Cobrança de Tarifas de Resíduos Industriais no Estado da Guanabara

O Estado da Guanabara possui tarifas especiais para os resíduos industriais.

Nota: Em virtude de ser de fácil obtenção, tal regulamento, apenas damos ciência de sua existência, não havendo, portanto, necessidade de expô-lo nesse trabalho.

g) - Fórmula utilizada em Cincinnati[10]

Foram estabelecidas em Cincinnati as características do esgoto normal, e obteve-se como valor médio 240 ppm de BOD e 300 ppm de sólidos em suspensão. A sobretaxa foi lançada sobre as indústrias que possuíssem resíduos com concentrações em BOD e Sólidos em Suspensão superiores à do esgoto normal estabelecido.

Utilizou-se a seguinte fórmula:

$$S_v = F \left[(S_w - 2500)\ 35 + (B_w - 2000)\ 43 \right]$$

onde:

S_v - volume de resíduos, em pés cúbicos, sujeito a sobretaxa;

S_w - libras por milhões de galões de sólidos em suspensão dos resíduos descarregados;

2500 - libras por milhões de galões de sólidos em suspensão no "esgoto normal";

B_w - libras por milhões de galões de BOD dos resíduos descarregados;

2000 - libras por milhões de galões de BOD no "esgoto normal";

0,65 - fator permitido para grau de purificação de 65% - (Obs.: este é o exigido em Cincinnati, porém varia de local para local);

F - vazão, em milhões de galões de resíduos des

descarregados. Obs.: A fórmula já fornece os dados convertidos de milhões de galões para pés cúbicos.

h) - Fórmula utilizada em Nova York[20]

A sobretaxa é cobrada em função da concentração dos sólidos em suspensão e BOD acima do "esgoto normal" considerado como tendo as seguintes características: 300 ppm de BOD e 350 ppm de sólidos em suspensão.

A fórmula utilizada é a seguinte:

$$Ds = CFV \left[(SS - 350) + (BOD - 300) \right], \text{ onde:}$$

Ds - quantidade da sobretaxa ($);

C - custo por libra ($) de poluentes removidos;

$F = \frac{62,4}{1\ 000\ 000}$, fator de conversão de mg/l para lb/mil cu ft;

V - volume de águas residuárias descarregadas- (pés cúbicos);

SS - mg/l de sólidos em suspensão;

350 - mg/l admissível de SS, abaixo do qual não há sobretaxa;

BOD - mg/l de demanda bioquímica de oxigênio;

300 - mg/l admissível de BOD, abaixo do qual não há sobretaxa.

i) - Wupperverband, Alemanha[3]

A cobrança das indústrias é efetuada em função do nº de funcionários e de um coeficiente estabelecido para cada tipo de estabelecimento.

j) - Manchester, Inglaterra[3]

A taxa é cobrada em função dos seguintes fatores:

- taxa referente à coleta e transporte de resíduos;
- taxa referente à DQO e DBO dos resíduos;
- taxa referente aos sólidos em suspensão dos resíduos.

Nota: As taxas acima são cobradas relativamente ao volume de resíduos.

k) - Middlesex County Sewerage Authority (INGLATERRA)[3]

A taxa é cobrada em função do volume, DBO, SS e demanda de cloro do efluente de cada indústria.

2.4.3. Levantamentos sanitários

"O estabelecimento de medidas de proteção contra a poluição de um rio exige o conhecimento prévio, perfeito, das características e condições sanitárias atuais do mesmo. O levantamento dessas condições que é denominado "levantamento sanitário" constitui tarefa árdua, exigindo recursos técnicos e pessoal altamente qualificado, tanto para os trabalhos de coleta de dados, como também - e principalmente - para a interpretação dos resultados obtidos. Esse trabalho compreende 4 etapas principais: avaliação das cargas poluidoras atuais;avaliação da capacidade atual de auto depuração do rio; avaliação das cargas poluidoras futuras; avaliação da capacidade futura de auto-depuração. O objetivo desse trabalho é, pois, não só o de conhecer as condições atuais do rio, com respeito à poluição ou à qualidade de sua água, mas também o de prever quais serão as suas condições em uma data futura - digamos no ano 2000 - a fim de que se possa prever, com a necessária antecipação, qual o grau de tratamento a que deverão ser submetidos os despejos municipais e industriais para que a poluição não ultrapasse um valor crítico, tendo-se em vista todos os usos possíveis que se farão do rio no futuro.

A avaliação das cargas poluidoras atuais é realizada através de amostragem sistemática dos efluentes das cida

cidades e das indústrias situadas na bacia. Ao mesmo tempo, são feitas cuidadosas medidas fluviométricas, visando determinar a vazão dos rios nos diferentes meses do ano. Conhecendo-se, assim, as cargas de resíduos domésticos e industriais que chegam ao rio por unidade de tempo e, conhecendo-se ao mesmo tempo os volumes de água que passam por este rio, também na unidade de tempo, pode-se avaliar, com segurança, o valor da diluição que será realizada e, assim, prever as condições que irão existir no curso d'água.

Esse trabalho deverá ser ainda complementado com uma amostragem praticada no próprio rio, em diferentes pontos de seu percurso, a fim de que se possa avaliar a sua capacidade real de auto-depuração. Não se pode dispensar também, um "inquérito sanitário" a ser realizado nas indústrias, a fim de coletar dados indispensáveis sobre a natureza e a quantidade dos resíduos produzidos em cada uma delas e também informações sobre as suas possibilidades de expansão no futuro. Esse inquérito é realizado através de distribuição de questionários minuciosos, além de entrevistas e coletas de amostras para análise.

Para avaliação das cargas poluidoras, no futuro serão considerados a provável expansão industrial na região e o crescimento demográfico. Para esse fim, serão indispensáveis dados das mais variadas naturezas, tais como: potencial de energia elétrica da região, recursos de água disponíveis para o abastecimento doméstico e industrial, vias de comunicação, índice de crescimento demográfico, etc. Conhece-se, de antemão, a contribuição "per capita" do material poluidor do rio; conhecem-se os chamados "equivalentes de população" para cada tipo de indústria, isto é, a quanto corresponde a sua capacidade poluidora, em relação à capacidade poluidora das populações humanas. Assim sendo, as previsões de crescimento demográfico e industrial poderão nos fornecer, com relativa segurança, os dados sobre a carga poluidora que existirá, nesse mesmo rio ou bacia hidrográfica, em anos futuros.

A capacidade futura de auto depuração dependerá das vazões futuras do rio (que serão aproximadamente as mesmas, desde que não se verifiquem profundas modificações de paisagem, acrescidas dos próprios volumes de despejos previstos) e de cer

certos fatores que poderão ser modificados pela própria poluição a produção de oxigênio, por microorganismos clorofilados, por exemplo, poderá sofrer interferências negativas ou positivas da própria poluição. Além disso, várias outras circunstâncias - todas previsíveis - poderão concorrer para alterar o regime do rio e, por conseguinte, a sua capacidade depuradora: o represamento, causando redução de sua turbulência e aumento da sedimentação; desvios no seu curso; desvios da água, praticados para fins de abastecimento, irrigação, ou produção de energia hidrelétrica, etc.

O levantamento sanitário corresponde, pois, a um completo "check up" do rio, ou melhor, de toda uma bacia hidrográfica (pois não se pode avaliar as condições do rio sem conhecer as condições de seus tributários). Todos os dados, sobre vazões, características físicas e químicas da água e do lodo acumulado no leito são tomadas com o fim de traçar um diagnóstico e - o que é mais importante - a evolução da própria doença, nos próximos anos, de acordo com as várias influências previstas. Resta depois, ao sanitarista, a tarefa de indicar medidas profiláticas (se o rio ainda não foi afetado pela poluição) ou curativas e, principalmente, medidas de proteção contra o agravamento da moléstia. As soluções serão de natureza geral ou específicas, dependendo das condições encontradas e da origem da poluição existente[6]".

2.4.4. Medidas de proteção contra a poluição

Após a realização dos trabalhos de levantamento das condições sanitárias de um determinado manancial, torna-se necessário o estabelecimento de um plano de ação, preventivo ou curativo, no sentido de manter os recursos hídricos satisfatórios aos diversos usos da água, tanto em época atual, como futuramente.

Essas providências devem ser estruturadas prevendo soluções econômicas, atingindo, dessa forma, a exequibilidade por parte de todas as indústrias, inclusive as pequenas, de modo a não gerar encarecimento do produto final.

Deve ser estudada a possibilidade de reaproveita

reaproveitamento dos resíduos poluidores como sub produto, ou como fonte de matéria prima para outras atividades produtoras.

A capacidade depuradora do próprio rio é um fator a ser considerado no citado plano.

Baseados, nesses dados, tem-se, então, condições de escolher o sistema de tratamento mais adequado.

Tal escolha é feita em função da natureza dos resíduos, da disponibilidade de terrenos, das condições técnicas e operacionais, disponibilidade financeira da empresa, etc.

Não deve ser esquecido, entretanto, que, com o passar do tempo, a indústria pode crescer, e, dessa forma, uma ampliação futura deve ser prevista para as estações de tratamento[6].

2.4.5. Fiscalização

Estabelecidas as medidas de proteção contra a poluição, os órgãos fiscais devem averiguar se as mesmas estão sendo cumpridas, ou não.

Cabe à fiscalização detectar possíveis alterações das características físicas, químicas ou biológicas da água; localizar as fontes poluidoras, causadoras desse problema; averiguar as causas dessa ocorrência (se acidental ou intencional), e, finalmente, procurar corrigir a situação (dando soluções técnicas, ou aplicando punições nos casos de reincidência).

Para o cumprimento de tais necessidades fiscais, os órgãos encarregados da fiscalização devem estar munidos de laboratórios muito bem equipados, pessoal técnico especializado - (Engenheiros Sanitaristas, Biologistas, Bacteriologistas, Químicos de Nível Superior, Técnicos Químicos e Técnicos de Laboratório), consultores, frota de veículos adequados, biblioteca e outros recursos indispensáveis à Fiscalização.

Torna-se necessário, ainda, o conhecimento detalhado de toda a bacia sob estudo; dos seus problemas principais, da sua capacidade depuradora, em diversas épocas do ano; dos ti

tipos de indústrias localizadas nessa área; e dos vários usos - da água, em todo o percurso do rio estudado[6].

2.5. Tipos de lançamentos dos resíduos industriais

Os resíduos industriais podem ser lançados aos corpos receptores, através de 4 formas distintas[14,24]:

- lançamento direto, sem tratamento;
- lançamento direto, com tratamento;
- lançamento indireto, sem tratamento;
- lançamento indireto, com tratamento.

2.5.1. Lançamento direto, sem tratamento

Somente poderão ser lançados diretamente aos rios, sem tratamento, os resíduos que não alterem as propriedades físicas, químicas e biológicas da água, ou cuja alteração não prejudique os diversos usos desse manancial.

2.5.2. Lançamento direto, com tratamento

No que se refere ao tratamento completo dos resíduos industriais, realizado pela indústria, antes de lançá-los diretamente aos cursos d'água, deve-se ter em mente que tal procedimento é bastante desejável, para evitar a sobrecarga e prejuizo do meio aquático.

Entretanto, nem sempre esse tratamento completo pode ser efetuado pelas indústrias.

Há diversos fatores que limitam a possibilidade de execução do mesmo. Dentre eles, podemos citar os seguintes:

- a indústria não está habituada com problemas de tratamento de águas residuárias. Falta-lhe pessoal técnico especializado, material e aparelhagem de controle e análise dos resíduos.

- falhas ou avarias no sistema de tratamento dos resíduos, na indústria, podem sobrecarregar os cursos d'água;

- os problemas de operação em instalações individuais são complicados, principalmente devido ao desbalanceamento em nutrientes da própria água residuária;

- em grandes cidades, é comum a falta de espaço útil para a construção das unidades de tratamento de resíduos industriais.

Vemos, portanto, através do exposto acima, que, somente nos casos em que tais problemas possam ser superados, é recomendável a efetuação do tratamento completo dos resíduos, executado pela própria indústria, para lançá-lo diretamente ao curso d'água.

2.5.3. Lançamento indireto, sem tratamento

Consiste no lançamento dos resíduos industriais à rede de esgotos municipais, sem tratamento.

Essa conduzirá ambos (resíduos domésticos e industriais) até a ETE municipal.

Esse tipo de disposição dos resíduos apresenta algumas vantagens e desvantagens, a saber:

Haverá vantagens, quando:

a) - as águas residuárias forem mais facilmente tratadas, quando misturadas ao esgoto doméstico;

b) - o tratamento dos resíduos combinados for - mais econômico do que o de cada indústria isoladamente;

c) - o tratamento dos resíduos combinados for - mais fácil e econômico, devido a maior disponibilidade de pessoal e material nos órgãos públicos, quando comparado a esses mesmos parâmetros em indústrias isoladas;

d) - possibilitar uma economia de escala;

e) - uma combinação de resíduos industriais, de várias indústrias, e a sua adição aos esgotos domésticos der,co

como resultado, uma mistura de maior acessibilidade ao tratamento do que se esses resíduos fossem tratados isoladamente; isso devido ao fato da mistura resultar numa melhor diluição do material tóxico, neutralizar os resíduos ácidos ou cáusticos, causar uma melhor floculação mútua de coloides, proporcionar uma melhor quebra das emulsões e adicionar material orgânico que serve de suporte biológico aos flocos.

Haverá desvantagens, quando:

a) - não forem observados os itens a, b, c, d, - acima;

b) - no ítem c acima, existir possibilidade de ocorrência da situação inversa, isto é: acumulação de ácidos, - dispersão coloidal, quantidade excessiva de resíduos orgânicos e aumento da demanda de cloro.

Entretanto, nunca é demais ressaltar que, se houver possibilidade de tratar os resíduos líquidos industriais juntamente com os esgotos domésticos, deve-se fazê-lo, pois o fato de não ser uma atividade comum às indústrias tratar seus próprios resíduos, implica em que a solução mais lógica seja entregar tal serviço aos órgãos públicos, pois esses, tendo que tratar obrigatoriamente suas águas residuárias domésticas, não teriam dificuldades em assumir a responsabilidade referente ao tratamento dos resíduos industriais.

O tratamento dos resíduos domésticos isoladamente, oferece certas vantagens de operação, pois a sua composição é pouco variável.

Quando, resíduos industriais, frequentemente variáveis qualitativa e quantitativamente, são tratados em conjunto com os resíduos domésticos, na ETE, podem trazer grandes problemas operacionais à mesma.

Do exposto acima, concluimos que não é fácil a tomada de decisão quanto à melhor técnica de tratamento dos resíduos, no que se refere ao seu tratamento conjunto (resíduos domésticos + industriais), ou isolado (resíduos domésticos e industriais tratados separadamente).

Deve-se, portanto, em cada local estudado, veri

BIBLIOTECA
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLIC
UNIVERSIDADE DE SÃO PAUL
SP - 8

verificar as condições existentes no que se refere às vantagens e desvantagens anteriormente mencionadas, e tomar uma decisão - que satisfaça, dentre outros, o aspecto técnico, econômico, sanitário e a disponibilidade de terreno para a localização das ETEs

2.5.4. Lançamento indireto, com tratamento

Grande parte dos resíduos industriais, quando - lançados à rede de esgoto municipal, possuem características prejudiciais às tubulações, aos operários que cuidam de sua manutenção, e, em alguns casos, ao tratamento biológico das ETEs.

Nesses casos, e em outros que possam surgir, principalmente visando a proteção da saúde dos operários, a conservação das tubulações e a manutenção da eficiência da ETE, exige-se que as indústrias se encarreguem de executar um pré-tratamento de seus resíduos.

Após a efetuação do mesmo, poderá então a indústria lançar à rede os seus resíduos despojados das características prejudiciais acima mencionadas.

Eles serão encaminhados à ETE, onde se efetuarão os demais tratamentos, para a retirada de outras características prejudiciais aos diversos usos da água.

2.6. Conhecimentos complementares e de interesse

Ao serem efetuados os estudos atinentes às condições sanitárias de uma bacia, é comum encontrarem-se resultados não esperados em alguns pontos da mesma.

Tais fatos ocorrem devido a certos fenômenos físicos, químicos ou biológicos comumente desconhecidos, pelos leigos no assunto referente ao controle da poluição.

Se tais fenômenos não forem considerados, como veremos a seguir, haverá sérios erros na interpretação dos resultados do estudo, ou a dúvida sempre constante a repeito da veracidade das informações colhidas pelos elementos da equipe.

BIBLIOTECA
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
SP - 8

2.6.1. Fenômenos de sinergismo e antagonismo

Sinergismo pode ser definido como: aumento da toxicidade acima daquela comumente expressada, quando o agente tóxico é utilizado em combinação com outras substâncias.

A _____ efeito A

B _____ efeito B

Efeito (A + B) > Efeito A + Efeito B

Antagonismo é a expressão oposta da toxicidade, quando duas ou mais substâncias estão presentes no ambiente.

O antagonismo pode resultar na completa eliminação dos efeitos tóxicos, ou a toxicidade pode ser parcialmente reduzida.

Efeito (A + B) < Efeito A + Efeito B

2.6.2. Auto depuração dos cursos d'água

A auto depuração dos cursos d'água consiste na eliminação das impurezas lançadas aos mesmos, através de mecanismos físicos, químicos e biológicos que atuam nesses meios, por ação da própria natureza, de uma forma tal que a água, mesmo tendo sofrido transformações ecológicas irreversíveis, possa ser considerada útil à finalidade que se tem em vista[5].

2.6.2.1. Mecanismos físicos

Os mecanismos físicos mais importantes, que contribuem para o fenômeno de auto depuração da água (direta ou indiretamente), são os seguintes: ação da gravidade, turbulência, luz e variação da temperatura[5].

2.6.2.1.1. Ação da gravidade

Por ação da gravidade são removidas partículas minerais (areias, argilas, etc.), partículas orgânicas, bactérias e elementos radioativos.

As partículas orgânicas, que normalmente constituem cerca de 40% ou mais, da DBO dos esgotos, indo se localizar no leito do rio, formarão bancos de lodo, cujo processo de decomposição é anaeróbio, e, portanto, sem consumo de oxigênio do meio aquático.

2.6.2.1.2. Turbulência

A agitação sofrida pela água, causada pelo vento, velocidade excessiva e variações na topografia do fundo e margens do rio, são, geralmente, fatores favoráveis à reoxigenação do meio.

Tal fenômeno pode ser explicado da seguinte forma: A camada superficial da água do rio, quando agitada,se fragmenta e se mistura ao restante da massa d'água. Como essa película superficial costuma estar sempre saturada de oxigênio, ela o conduz e o distribui rapidamente às camadas inferiores do rio. Tal fato acelera em muito o processo de re-oxigenação do meio aquático.

Há casos, entretanto, em que, o fenômeno da turbulência é prejudicial à auto depuração. Isso ocorre quando há levantamento do lodo orgânico sedimentado, no leito do rio, gerando, dessa forma, um aumento da DBO.

2.6.2.1.3. Luz

A energia solar, através de suas radiações,principalmente as ultra violeta, exercem comprovada ação bactericida.

Essa ação é variável, de acordo com a época do ano, profundidade da água, tempo de exposição às radiações solares e transparência do meio aquático.

A luz é ainda a fonte de energia indispensável à realização da fotossíntese, pelo fitoplancton, o que, indiretamente, contribui para a oxigenação do meio.

2.6.2.1.4. Variação da temperatura

Os efeitos principais, gerados pela variação da temperatura, relativos ao fenômeno de auto depuração, são:

a) - Consumo mais rápido do oxigênio, pelas bactérias aeróbias, como consequência da aceleração do metabolismo desses microorganismos;

b) - Menor solubilidade do oxigênio, na água, em consequência do aumento da temperatura;

c) - Variação na densidade das camadas superiores da água, que, ao se aprofundarem, fazem subir as camadas inferiores, pobres em oxigênio, causando sérios prejuizos ao mecanismo de auto depuração dos cursos d'água. Esse fenômeno ocorre mais comumente em lagos profundos.

2.6.2.2. Mecanismos químicos

Os principais são: reações de oxidação, reações de redução e a desnitrificação[5].

2.6.2.2.1. Reações de oxidação

As reações de oxidação de compostos orgânicos são geradas pelos processos de respiração dos microorganismos do meio.

As reações, que consomem oxigênio do meio, são

denominadas oxidações intermoleculares e as que não o consomem, oxidações intramoleculares.

Os organismos de respiração aeróbia realizam oxidações intermoleculares da matéria orgânica, consumindo, dessa forma, o oxigênio do meio.

Os organismos de respiração anaeróbia realizam oxidações intramoleculares da matéria orgânica, não consumindo, portanto, o oxigênio do meio.

2.6.2.2.2. Reações de redução

Os principais mecanismos químicos de redução são os de síntese orgânica.

A matéria orgânica sintetizada constitui matéria viva estável, servindo como alimento primário para a fauna aquática, que, em condição de equilíbrio, não é prejudicial à qualidade da água.

A fotossíntese, efetuada pelos organismos clorofilados, contribui bastante para a manutenção do oxigênio, no meio aquático, e, dessa forma, para a auto depuração do curso d'água.

2.6.2.2.3. Desnitrificação

Este mecanismo desenvolve-se através da redução de nitratos a nitritos e, depois, a nitrogênio gasoso, efetuada por ação de bactérias.

Tal ação é importante para a auto depuração dos rios, pois impede a existência de concentrações elevadas de nitratos responsáveis pela eutrofização.

2.6.2.3. Mecanismos biológicos

Os mecanismos biológicos, que contribuem para a

auto depuração dos cursos d'água, são: predatismo e parasitismo, produção de antibióticos e toxinas e fenômenos de aglutinação[5].

2.6.2.3.1. Predatismo e Parasitismo

Tanto o predatismo, realizado por organismos que se alimentam das bactérias patogênicas, como o parasitismo efetuado por virus parasitas de bactérias, possuem papel importante na auto depuração dos cursos d'água, quando analisados sob o aspecto sanitário, pois contribuem para a eliminação desses elementos prejudiciais ao meio.

2.6.2.3.2. Produção de antibióticos e toxinas

Existem microorganismos aquáticos (bactérias, fungos, algas e protozoários) que produzem produtos minerais ou orgânicos como resultado de seu metabolismo, que podem interferir, benéfica ou maleficamente, sobre o meio aquático.

Esses produtos exercem ação antibiótica sobre as bactérias patogênicas, favorecendo, dessa forma, a auto depuração do meio aquático. No caso de águas poluidas por matéria orgânica, as toxinas produzidas (pelas bactérias) poderão contribuir para o desaparecimento das algas.

2.6.2.3.3. Fenômenos de aglutinação

A aglutinação ou floculação bacteriana, pode ser considerada como um processo de auto defesa da população aquática, contra a excassez de alimentos, pois, aglutinados, têm as suas atividades metabólicas reduzidas.

Isso vem a ajudar no processo de auto depuração dos cursos d'água, pois bactérias patogênicas podem ser forçosamente aglutinadas e destruidas.

3. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DA CARGA POLUIDORA INDUSTRIAL

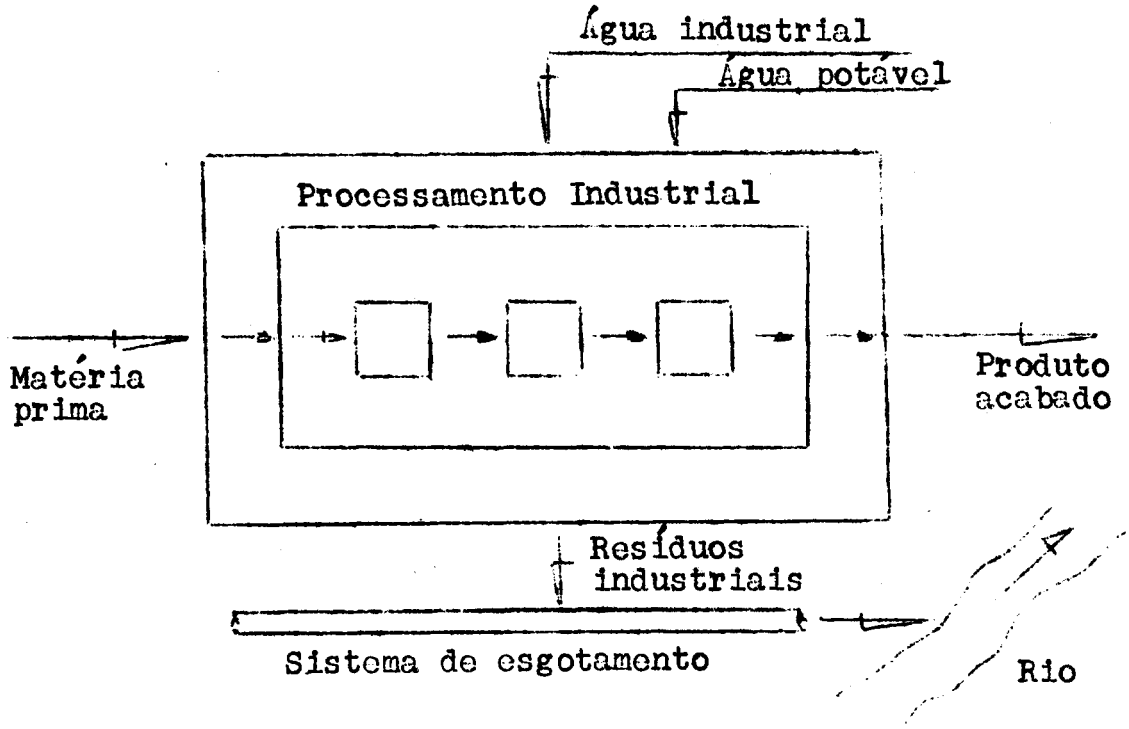
A carga poluidora industrial pode ser avaliada por dois caminhos distintos: por levantamentos industriais, realizados nas próprias indústrias; ou por estimativa da carga poluidora, utilizando-se tabelas confeccionadas através da experiência adquirida em levantamentos anteriores.

3.1. Levantamento industrial

O levantamento industrial consiste em uma coleta de informações, efetuada nas indústrias de uma região, procurando dados que forneçam informações gerais sobre a (s) indústria (s), desde a fase de alimentação (água e matéria prima)até a fase final de obtenção do produto acabado.

Isso dá condição aos órgãos de controle da poluição para conhecerem as características, concentração e volume dos resíduos industriais.

Obtem-se, dessa forma, um diagnóstico da situação real da (s) indústria (s) e o seu potencial poluidor[17].



3.1.1. Conceituação

O levantamento sanitário industrial consiste na apresentação de dados que sirvam de base para se conhecer a situação real da indústria, com relação ao seu potencial poluidor das águas.

3.1.2. Objetivos

Os objetivos principais, almejados nos levantamentos industriais, são os seguintes:

- Determinar, através da análise das informações colhidas no levantamento, quais são as indústrias cujos resíduos são prejudiciais aos diversos usos da água;

- Verificar, observando o volume e concentração desses resíduos, se são ou não capazes de afetar as redes de esgoto sanitário, ETEs, ou cursos d'água;

- Dar condição, aos órgãos fiscalizadores, para reconhecerem os prejuizos causados ao meio, por um determinado resíduo, e localizar a indústria responsável pelo mesmo;

- Classificar as indústrias de acordo com o tipo de resíduo produzido, possibilitando, dessa forma, o estabelecimento de medidas gerais de controle, por tipo de indústria;

- Avaliar o tipo de tratamento necessário a cada indústria;

- Avaliar, periodicamente, as possíveis alterações sofridas pela indústria (aumento de produção, mudança de processo de fabricação, etc.), possibilitando, dessa forma, uma estimativa do crescimento industrial;

- Convencer os industriais, relativamente à necessidade de tratarem ou recuperarem os seus resíduos, de forma a não criarem problemas às águas receptoras.

3.1.3. Preparativos preliminares

Para a realização do levantamento industrial, algumas providências deverão ser tomadas, antes do início dos trabalhos. Essas deverão ser as seguintes:

- Estudo dos trabalhos, anteriormente efetuados na região, e coleta dos dados julgados de interesse para o levantamento atual;

- aquisição de mapas e plantas cadastrais da região a levantar;

- obtenção de dados estatísticos, relativos ao crescimento industrial, populacional, agrícola e urbano da região;

- adequação da experiência adquirida no assunto, por outros países, à realidade das indústrias nacionais;

- adequação do laboratório, preparação do pessoal técnico e administrativo, e aquisição de veículos adequados ao serviço de coleta e transporte das amostras[16].

3.1.4. Cadastro das indústrias

Uma das grandes dificuldades encontradas em todo programa de controle da poluição, principalmente na fase inicial de planejamento, é a referente à cadastragem das indústrias significativas em termos de poluição.

Como, a princípio, não é sabida qual a localização das indústrias, suas atividades e as características de seus resíduos, deve-se procurar obter um cadastro atualizado de todas as indústrias da área sob estudo.

O cadastro das indústrias deverá ser obtido da seguinte forma:

- Utilizar-se de um mapa (cadastro imobiliário) e indicar, no mesmo, os imóveis ocupados pelas indústrias;

- Complementar esses dados, através do auxílio

do catálago de indústrias da "Federação das Indústrias";

- Atualizar os dados com a lista telefônica de classificados;

- Identificar as indústrias de maior porte(grandes consumidores), através de dados fornecidos pelos Departamentos de Abastecimento de Água, Gás e Eletricidade, e de alguns dados fornecidos pela "Federação das Indústrias";

- Obter uma lista dos poços privados existentes na área;

- Obter outros dados, através do serviço de controle de bens, licenças, Secretaria de Saúde, órgãos coletores de impostos e várias associações comerciais e industriais.

Através das informações colhidas, na forma dos ítens anteriores, pode-se indicar, nos mapas (cadastro imobiliário), quais as indústrias que podem contribuir com grandes volumes, altas concentrações ou resíduos tóxicos.

Com esses dados, estaremos de posse da localização das indústrias significativas em termos de poluição[31].

3.1.5. Sistemática de obtenção de dados

Concluido o cadastro industrial, e, localizadas as indústrias significativas em termos de poluição, pode-se, então, planejar a sistemática de obtenção dos dados necessários - ao levantamento sanitário industrial.

Primeiramente, será necessário comunicar às indústrias a época do levantamento.

A seguir, são preenchidos questionários, com dados obtidos no escritório da indústria e/ou junto ao processamento industrial.

3.1.5.1. Comunicação à indústria

Em vista da existência de uma certa reação, por parte da indústria, quanto ao fornecimento de informações,a res

respeito de seu processo de fabricação, matérias primas utilizadas e qualidade e quantidade de seus resíduos, uma carta deverá ser enviada às indústrias, informando a finalidade do levantamento.

É de fundamental importância que, na referida carta, se mencione a natureza confidencial das informações que serão obtidas, por ocasião do levantamento industrial.

Tal indicação é necessária, pois os industriais, normalmente, temem revelar o segredo de fabricação que poderia, eventualmente, cair em mãos dos competidores. Eles receiam ainda que os órgãos encarregados do controle dos resíduos industriais impeçam o lançamento de seus resíduos aos corpos receptores e/ou tomem algumas medidas corretivas prejudiciais ao interesse da indústria.

Explicados, portanto, esses itens, os industriais não terão receio de informar o que lhes for perguntado, na ocasião do preenchimento dos questionários.

Juntamente com a carta enviada à indústria, explicando a finalidade do levantamento, deve ser enviado o modelo do questionário preliminar.

Embora não seja solicitado do industrial que preencha tal formulário, isso permite que o mesmo tome conhecimento das perguntas que lhe serão formuladas por ocasião do levantamento.

Isso implicará numa maior facilidade e ganho de tempo na obtenção dos dados, na hora da entrevista.

O nome dos funcionários que participarão da coleta de dados deve ser fornecido ao industrial, a fim de que eles tenham livre acesso às instalações industriais.

Após um prazo de mais ou menos 2 semanas deve ser efetuada a visita à indústria e preenchidos os questionários preliminares.

Deverá ser informado, na carta, que os dados para o preenchimento dos formulários deverão ser fornecidos pelo proprietário da indústria e/ou pessoa familiarizada com o processo de fabricação e tratamento dos resíduos[26].

BIBLIOTECA
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
SP - 8

3.1.5.2. Obtenção de dados no escritório

Os dados informativos básicos, sobre a indústria, deverão ser obtidos, utilizando-se questionários preliminares, preenchidos pelo pessoal familiarizado com o processamento industrial, proprietário da indústria e o responsável pelo levantamento.

Devem constar nesses questionários, os seguintes dados[17]:

- data do levantamento;
- nome da indústria;
- razão social;
- endereço;
- bairro;
- município;
- bacia hidrográfica;
- atividade da indústria;
- área ocupada pela indústria;
- nº de empregados;
- horário e nº de turnos de trabalho;
- consumo mensal de energia elétrica;
- matéria prima utilizada e consumo mensal;
- produtos finais e produção mensal;
- planos de expansão da Companhia;
- esquema suscinto do processamento industrial;
- tipos de tratamento dos resíduos (domésticos e/ou industriais);
- dados relativos ao abastecimento e consumo d'água;
- dados relativos aos despejos líquidos (industriais e sanitários);
- nome da pessoa entrevistada (assinatura) e seu cargo;
- nome do inspetor (assinatura);
- observações.

3.1.5.3. Obtenção de dados "In loco"

Após o preenchimento do questionário preliminar, com dados colhidos nó escritório da indústria, torna-se necessário conferir a veracidade dos mesmos e obter novas informações, no local de fabricação dos produtos.

Devem ser observadas todas as fases de operação da indústria desde a entrada da matéria prima até a saída do produto acabado[17].

As novas informações a obter deverão ser as seguintes:

- Esquema detalhado do processamento industrial, indicando inclusive as variações do processo, em relação a indústrias do mesmo tipo;

- Mapa detalhado das canalizações de água e esgoto, indicando os pontos de lançamento dos resíduos;

- Planta das unidades de tratamento de resíduos industriais e domésticos (se houver), fornecendo dados sobre o processo de tratamento empregado, a eficiência do tratamento, a capacidade das instalações, etc.;

- Localização recomendada para os pontos de coleta de amostras;

- Especificação do tipo de aparelho medidor de vazão, recomendado para a amostragem dos resíduos;

- Verificação da existência de lançamento de resíduos indesejáveis, tais como: graxa, óleo, detergentes, corantes, resíduos metálicos tóxicos, ácidos, materiais pesados sujeitos a deposição, líquidos ou gases inflamáveis ou explosivos, resíduos com alta turbidez e temperatura, produtos orgânicos concentrados, etc;

- Determinação das amostragens e análises que deverão ser obtidas, posteriormente;

- Observação, nos pontos de lançamento dos resíduos, da existência de algum problema visível;

- Verificação da existência de elementos que possam interferir no resultado dos testes de controle dos resíduos, bem como de possíveis efeitos sinergéticos ou antagônicos ao - meio;

- Indicação do pré tratamento mais conveniente para o tipo de resíduo encontrado (se não houver);

- Verificação das novas instalações em construção (se houver), a respeito da existência de inovações nos equipamentos que possam gerar possíveis alterações no processo de fabricação;

- Verificação do estado de conservação das estações de tratamento de resíduos e da rede de esgoto receptora dos mesmos (se houver).

3.1.5.4. Recomendações gerais

Normalmente, os dados de escritório são obtidos muito antes dos dados "in loco".

Isso ocorre para facilidade de seleção das indústrias que deverão ou não ser submetidas a um estudo mais detalhado.

Indústrias que, por observação pura e simples - dos dados contidos no questionário preliminar, forem julgadas não significativas em termos de poluição, não necessitam de ser observadas tão detalhadamente como indica o ítem 3.1.5.3.

Entretanto, as indústrias cujos resíduos forem considerados significativos em termos de poluição, deverão ser submetidas a um levantamento detalhado, buscando todas as informações possíveis relativas às características, de seus resíduos.

É recomendável, nesse caso, na ocasião do levantamento, conferir os dados obtidos no questionário preliminar, pois, com o passar do tempo (se muito longo), alguns desses dados podem ter variado.

Após a correção dos mesmos (se houver necessidade), pode-se iniciar o levantamento "in loco", com maior facili

facilidade, pois, de posse do questionário anterior, já se tem uma idéia das informações necessárias a serem colhidas nessa indústria.

3.1.6. Plano de amostragem

Após a obtenção de todos os dados relativos às atividades da indústria, utilizando-se questionários preliminares e detalhados, torna-se necessário elaborar um plano de amostragem e análise dos resíduos industriais, orientando-se por essas informações.

Todo plano de amostragem deve ser esquematizado, observando as seguintes características principais[29]:

- propósito do programa;
- disponibilidade financeira;
- disponibilidade de pessoal técnico;
- disponibilidade de equipamento;
- segurança do pessoal, equipamento e material coletado;
- estatística e registro de dados.

3.1.6.1. Considerações sobre a técnica de amostragem

Sempre que for efetuado um plano de amostragem dos resíduos industriais, deve-se exigir que os técnicos, encarregados da coleta de amostras, estejam familiarizados com o processo de fabricação da indústria a ser estudada.

Convém que tais profissionais estejam, ainda, a par das variações das características, concentração e volume dos resíduos industriais que possam ocorrer durante o processo de fabricação.

Somente se procedendo da forma acima indicada, é que será possível obter amostras representativas da indústria em referência.

Deve ser observado o fato de que algumas instalações industriais operam durante 8, 16 ou 24 horas/dia. Algumas, operam sazonalmente, e outras, durante todo o ano. Algumas produzem resíduos relativamente uniformes, hora após hora, dia após dia, ano após ano. Outras, principalmente as que se utilizam do processo "batch", podem produzir resíduos que variam muito de um minuto a outro. Algumas fabricam um produto simples, ou vários produtos simultaneamente, durante todo o ano. Outras fabricam um produto com um tipo particular de resíduo durante um dia, uma semana ou um mês. De repente, mudam para um outro produto com um resíduo inteiramente diferente durante algum tempo, antes de mudar novamente para o produto inicial ou, às vezes, para um outro produto com um outro resíduo diferente dos anteriores.

Pelo exposto, é óbvio que nenhuma sugestão pode ser firmada quanto à frequência e duração da amostragem em uma indústria, sem que uma prévia observação dos fatores acima mencionados seja executada.

As amostras não necessitam de ser coletadas proporcionalmente à vazão, se a vazão dos resíduos for razoavelmente uniforme. Amostras compostas, a partir de várias amostras individuais, são mais prováveis de serem representativas de uma descarga dos resíduos que varia tanto na vazão como na composição, do que uma única amostra que só fornece dados confiáveis para aquele dado instante.

Somente nos casos em que os resíduos sejam inteiramente homogêneos, pode-se confiar nos resultados de uma amostragem única.

Caso contrário, as amostras devem ser coletadas e compostas durante toda a jornada de trabalho, periodicamente, baseando-se na vazão escoada no instante de obtenção das mesmas, representando dessa forma o caracter médio do resíduo industrial para aquele dia. A amostragem dos resíduos industriais deve ser efetuada durante vários dias e, se possível, em diferentes dias da semana, refletindo dessa forma o efeito que as possíveis variações no processo de fabricação e na produção, podem causar às características, concentração e volume dos resíduos.

Há indústrias em que pode tornar-se necessária

a efetuação de amostragens contínuas a intervalos não superiores a 5 minutos durante uma semana, proporcionais à vazão[23].

3.1.6.2. Medição da vazão

Em virtude da necessidade do conhecimento da vazão dos resíduos industriais, para o cálculo da capacidade das estruturas dos sistemas coletores de esgotos e da estação de tratamento de resíduos, bem como a escolha do processo de tratamento e determinação da concentração dos resíduos industriais, é necessário que o método de determinação da vazão seja o mais preciso possível.

Dentre os métodos de medição de vazão mais comuns, podemos citar os seguintes[27]:

- vertedores;
- calhas Parshall;
- recipientes de volume conhecido;
- velocidade e área
  - molinetes
  - flutuadores
  - métodos de profundidade e peso

Deverá ser usado um ou outro método, dependendo das condições encontradas no local, e da precisão desejada.

3.1.6.3. Coleta de amostras

Os equipamentos de coleta de amostras podem ser manuais ou automáticos.

A seleção do equipamento e método de amostragem dependem dos seguintes fatores[27]:

- tipo de amostra a coletar;
- Tipo de análise a ser efetuada;
- características do líquido a amostrar;
- frequência da amostragem.

3.1.6.4. Identificação das amostras

O frasco contendo a amostra deve possuir, na etiqueta atada ao mesmo, dados tais como[27]:

- identificação exata do local da amostragem;
- data e hora da coleta;
- resultado de determinações feitas "in loco";
- nome do coletor.

3.1.6.5. Preservação das amostras

As análises de laboratório devem ser efetuadas, sempre que necessário, imediatamente após a tomada da amostra.

Como, nem sempre, o laboratório está situado nas proximidades do local de coleta, é recomendável conservar as amostras em gelo ou estabilizá-las por pasteurização.

Deve-se, entretanto, ter o cuidado de não utilizar um processo de estabilização que altere a característica de algum elemento, contido na amostra, e cuja análise é indispensável[27].

3.1.6.6. Possíveis problemas associados à técnica de amostragem

Dentre os principais problemas encontrados na prática, quando se efetuam as amostragens dos resíduos industriais, e, portanto, que devem ser observados no momento da realização da coleta de amostras, destacam-se os seguintes[29]:

- a quantidade e a qualidade de um despejo líquido industrial, não é constante;

- a qualidade do despejo líquido industrial varia com o tempo e a profundidade de escoamento;

- não existe ponto algum da tubulação onde se possa coletar uma amostra representativa. Isso porque:

a) - na superfície existe um excesso de material flutuante;

b) - perto do fundo, encontra-se uma grande quantidade de sólidos sedimentáveis;

c) - à profundidade média, não há, nem muitos detritos da superfície, nem material de arraste do fundo.

- a velocidade de escoamento varia com a profundidade;

- as amostras individuais dificilmente fornecem um valor médio confiável, porém dão valores instantâneos confiáveis;

- a amostra composta dá valores médios confiáveis, e não fornece condição de avaliar valores instantâneos;

- os pontos de amostragem, se mal localizados, nos levam a resultados insatisfatórios;

- a seleção imprópria do material de coleta de amostras e medição de vazão, sua instalação incorreta, mal funcionamento desses aparelhos, ou sua leitura incorreta, podem levar o programa de amostragem ao insucesso, pois os resultados obtidos por esses aparelhos serão imprecisos ou errados.

3.1.6.7. Análise das amostras

Antes de serem coletadas as amostras, para posteriores análises de laboratório, devem ser observados os seguintes aspectos:

- o processo de fabricação deve ser conhecido nos seus mínimos detalhes, pois, dessa forma, se detectarão quais análises serão necessárias;

- deve-se procurar reduzir, ao mínimo indispensável, os exames de laboratório, pois os mesmos requerem recursos técnicos, financeiros e materiais dispendiosos;

- o pessoal de laboratório deve estar a par do objetivo do programa de amostragem e deve, quando julgar necessário, informar ao pessoal administrativo possíveis irregularidades, ou falhas técnicas, na coleta de amostras que possam prejudicar os resultados das análises;

Deve, ainda, opinar sobre o nº de amostras necessárias em cada ponto da coleta; o processo de conservação das amostras a utilizar; o horário de entrada das amostras no laboratório e o material de coleta e transporte de amostras a serem utilizados no programa[29].

3.2. Estimativa da carga poluidora

Os órgãos encarregados da efetuação do controle da poluição de cidades industriais, principalmente das grandes cidades, procuram basear-se na experiência adquirida, durante longos anos de trabalho, para confeccionar uma tabela que possa fornecer dados confiáveis, para estimativa da carga poluidora de alguns tipos de indústria, sem, para tal fim, necessitarem de efetuar levantamento nas mesmas. Outras vezes, para atingir tal objetivo, esses órgãos aproveitam-se, também, de estudos realizados noutras cidades que possuam características semelhantes às da cidade em estudo.

Essas tabelas dão, portanto, condição ao usuário, de estimar a carga poluidora em termos de uma determinada característica estabelecida como representativa do grau poluidor da indústria (DBO, SS, equivalente populacional, etc.).

Ainda, através dessas tabelas, pode-se fiscalizar os resultados fornecidos por levantamentos industriais recentes, impedindo, dessa forma, que ocorram erros na interpretação dos dados colhidos, por ocasião da efetuação dos mesmos.

Como exemplo, apresentamos, em anexo, no final do trabalho, as tabelas que foram elaboradas pela Diretoria de Controle da Poluição das Águas do FESB. Por serem explicativas, por si só, dispensam comentários a seu respeito.

Vê-se, através do exposto acima, que a utiliza

utilização de tais tabelas, em estudos que visem a prevenção e/ou controle da poluição, é bastante útil. Elas dão condição de se estimar o valor aproximado da carga poluidora das indústrias, nos casos em que, por qualquer motivo, houver impossibilidade ou sérias dificuldades, na realização dos levantamentos industriais.

Entretanto, deve-se levar em consideração o fato de que resultados mais próximos da realidade industrial, no que se refere à avaliação de sua carga poluidora, só poderão ser obtidos através da efetuação de levantamentos industriais criteriosos. Isso porque, mesmo em indústrias que possuam idêntica atividade industrial (indústria de um mesmo tipo), há possibilidade da ocorrência de variações em algumas fases do processo de fabricação, podendo, dessa forma, gerar resíduos de características diferentes.

3.3. Avaliação da carga poluidora industrial total

Em um programa de estudo, em que se vise a determinação da carga poluidora industrial total, torna-se necessária a verificação prévia, do nº de indústrias incluidas nesse programa. Se for constatada a existência de um grande número de indústrias, tal determinação exigirá programas especiais, conforme será visto na sequência deste trabalho.

3.3.1. Uma indústria

A avaliação da carga poluidora de uma única indústria, é efetuada, como vimos, através de um levantamento industrial que nos fornece os dados desejados sobre a qualidade e quantidade dos resíduos industriais.

Efetuam-se as amostragens e posteriores análises dos resíduos e obtem-se, dessa forma, a concentração do poluente lançado aos corpos receptores.

A carga poluidora média, de cada poluente, será

BIBLIOTECA
FACULDADE DE SAÚDE PÚBL
UNIVERSIDADE DE SÃO PAU
SP - 8

então obtida a partir da seguinte expressão:

$$\text{Carga}_{\text{media}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} C_i \cdot Q_i$$

, onde:

Carga media = carga poluidora média de um determinado elemento, contido no resíduo da indústria (poluente), na unidade de tempo;

n = número de medições dos valores da concentração ou volume dos resíduos;

C_i = concentração do poluente, associada à vazão Q_i;

Q_i = vazão determinada no instante da retirada da amostra para determinação de C_i.

Casos Particulares:

a) - Vazão-constante

A fórmula se reduz à seguinte expressão:

$$\text{Carga}_{\text{media}} = \frac{Q}{n} \sum_{i=1}^{n} C_i$$

b) - Concentração do poluente-constante

$$\text{Carga}_{\text{media}} = \frac{C}{n} \sum_{i=1}^{n} Q_i$$

c) - Vazão e concentração do poluente-constantes

$$\text{Carga}_{\text{media}} = C \cdot Q$$

Dessa forma, vimos, resumidamente, o roteiro do cálculo para a avaliação da carga poluidora média de um determinado elemento poluente, contido no resíduo de uma indústria.

Considerando-se o período de funcionamento do estabelecimento industrial, teremos:

Carga total do poluente analisado	=	carga média desse poluente X período de funcionamento da indústria

Utilizando-se o mesmo roteiro de cálculo, para cada elemento considerado prejudicial ao meio, teremos condições de determinar a carga poluidora de todos os elementos poluentes da indústria.

Esse é portanto, o roteiro que deverá ser utilizado para a avaliação da carga poluidora total de uma indústria.

3.3.2. Grandes cidades

Em grandes cidades onde, em determinadas regiões, são encontrados numerosos aglomerados industriais, possuindo indústrias de diversos tipos e tamanhos, a carga poluidora - industrial total somente poderá ser determinada após a efetuação de um plano bem estruturado.

Esse plano deve ser efetuado obedecendo ao seguinte roteiro:[11,20,25]

a) - obtenção da relação de todas as indústrias da região;

b) - seleção das indústrias, de acordo com a sua atividade (tipo de indústria);

c) - seleção dos tipos de indústrias, significativas em termos de poluição, para estudo, e arquivamento das indústrias pouco significativas;

d) - preparação das amostras representativas dos diversos grupos industriais;

e) - estudo detalhado das indústrias pertencentes ao grupo amostrado;

f) - análise dos dados obtidos;

g) - tratamento estatístico dos resultados;

h) - estabelecimento de correlações entre as variáveis estudadas (dados comuns que possam ser obtidos para cada atividade industrial: nº de empregados, produção, quantidade de matéria prima, consumo de energia, etc.) e valores assumidos pelas características mais importantes dos despejos pesquisados (DBO, sólidos em suspensão, etc.), para cada tipo de indústria pertencente ao grupo amostrado;

i) - estabelecidas as correlações, estimar a partir delas, a carga poluidora das demais indústrias não pesquisadas, tendo, dessa forma, oportunidade de determinar a carga poluidora industrial por tipo de indústria, e, através da soma dessas cargas, obter a carga poluidora total da cidade estudada;

j) - estudo do crescimento industrial, análise das regiões propícias à instalação das novas indústrias, e previsão da carga poluidora futura, a partir dos dados atuais e possibilidades futuras.

Esse seria, resumidamente, o roteiro a ser seguido em levantamentos industriais, visando a avaliação da carga poluidora industrial total, em grandes cidades.

3.3.2.1. Estudo piloto para aplicação em grandes cidades

No ítem anterior, foi indicado um roteiro para avaliação da carga poluidora total, em grandes cidades.

Simplesmente, pela observação desse roteiro, o

bom senso nos indica que, iniciar a execução de um plano de tal extensão, sem um estudo prévio, ou melhor, um "plano de pesquisa piloto", não é recomendável. Isso porque: um possível fracasso de um plano global dessa natureza, traria, dentre outros, sérios prejuizos econômicos aos órgãos de controle da poluição.

Por esse e outros motivos, recomenda-se a execução prévia de um plano de pesquisa piloto, com as seguintes finalidades:[11,20]

a) - testar, a curto prazo, e utilizando-se de poucos recursos financeiros, o plano de pesquisa global;

b) - fazer um reconhecimento completo dos parâmetros a estudar e dos problemas que possam surgir em tais pesquisas;

c) - treinar a equipe de trabalho, objetivando a determinação da melhor técnica possível, dentre as existentes, para obtenção dos dados necessários ao programa;

d) - obter informações a respeito das variáveis pesquisadas, procurando estabelecer, sempre que possível, os coeficientes de correlação e curvas de regressão que possam fornecer uma estimativa da carga poluidora, por tipo de indústria;

e) - Proporcionar, através desse estudo, condições de avaliar o volume de trabalho necessário à efetuação da "pesquisa global";

f) - estabelecer, a partir dos dados acima, o custo e o tempo requerido para a efetuação da "pesquisa global";

g) - Permitir a escolha do tipo de amostragem mais conveniente à "pesquisa global".

3.3.3. Apresentação de estudos experimentais já realizados

Gostaríamos de, neste ítem, apresentar alguns dos vários estudos efetuados em cidades bastante industrializadas dos Estados Unidos da América, enfocando, principalmente, os levantamentos industriais realizados, com o objetivo de avaliar a carga poluidora industrial.

Entretanto, a anexação desses trabalhos a este, resultaria num aumento excessivo do volume deste trabalho.

Por esse motivo, deixaremos de, aqui, anexar os seguintes trabalhos julgados de grande valia, como exemplo de sistemáticas já adotadas:

- Industrial waste investigations in New York city[31];
- The Cincinnati sewage disposal program[10];
- Development of an industrial waste study for a Municipality[26].

Entretanto, apresentaremos, de forma resumida, o "estudo piloto" realizado na cidade de Long Island, que serviu de base para a avaliação do tempo e pessoal requeridos para a execução do programa completo de controle dos resíduos industriais, na cidade de Nova York.

Tal estudo (piloto), está contido em uma das bibliografias mencionadas no final deste trabalho, sob o título: "The industrial wastes control program in New York City[20]".

Quanto à realização de estudos brasileiros sobre o assunto, poderíamos citar o trabalho, recentemente apresentado no VII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, em novembro de 1973, pela COMPANHIA METROPOLITANA DE SANEAMENTO DE SÃO PAULO - SANESP, referente à "Pesquisa Piloto do Levantamento dos Despejos Industriais da Região Metropolitana de São Paulo[11]".

3.3.3.1. Programa de controle dos resíduos industriais, na cidade de Nova York

Em 1959, a cidade de Nova York possuia 44.000 indústrias.

Elaborou-se, então, um programa de estudos para o controle dos resíduos industriais daquela cidade.

Houve necessidade de avaliar-se o nº de pessoas requeridas, para a realização do programa e do tempo a ser gasto em cada atividade constante do mesmo.

Para tal determinação, tornou-se necessária a elaboração de um "Estudo Piloto" da cidade de Long Island, com 2.000 indústrias.

Essa cidade foi escolhida, para efeito de estudo, por possuir, embora em modelo reduzido, os mesmos problemas industriais da cidade de Nova York[20].

3.3.3.1.1. Estudo piloto

O estudo piloto foi dividido em 4 fases:

1ª FASE: CADASTRO INDUSTRIAL

Obteve-se o cadastro das 2.000 indústrias localizadas na cidade de Long Island, através das seguintes fontes:

- Lista de nomes e endereços de indústrias do Estado de Nova York;
- Controle dos recursos do Estado de Nova York-Poços;
- Controle de bebidas do Estado de Nova York-vinhos;
- Departamento de abastecimento de água - grandes consumidores de água;
- Departamento de licenças - lavanderias comerciais e industriais;

- Secretaria de Saúde - manipuladores de alimentos licenciados;
- Estatísticas emitidas pelos serviços de coleta de impostos da cidade;
- Lista telefônica de classificados;
- Lista de nomes e endereços da Junta Comercial;
- Várias associações comerciais.

2ª FASE: QUESTIONÁRIOS PRELIMINARES

Um questionário preliminar foi utilizado para classificar as indústrias em várias categorias, de acordo com as características de seus resíduos.

Foram enviados questionários a todas as indústrias da cidade de Long Island (2.000 indústrias).

Classificaram-se as indústrias em tres grupos, a partir da observação dos dados do questionário:

Grupo 1 - indústrias produtoras de resíduos proibidos ou tóxicos;

Grupo 2 - indústrias produtoras de resíduos contendo poluentes em concentrações superiores a um limite permitido, a partir do qual será cobrada uma sobretaxa;

Grupo 3 - indústrias produtoras de resíduos, cuja concentração de poluentes seja inferior ao limite acima referido, isentas, por isso, do pagamento de sobretaxa.

As indústrias do grupo 3 tiveram os seus questionários colocados em um "arquivo morto", enquanto os questionários das indústrias do grupo 1 e grupo 2 eram assinalados para participarem da 3ª fase do estudo.

3ª FASE: QUESTIONÁRIO DETALHADO DOS RESÍDUOS INDUSTRIAIS.

Nessa fase do estudo, procurou-se obter informações detalhadas, a respeito do processo de fabricação; dados re

relativos ao consumo anual de água; e estabelecer a localização das estações de amostragem.

Verificou-se, ainda, a quantidade de água consumida, nas diversas fases do processamento industrial; e procurou-se obter dados referentes ao tipo e tamanho das unidades de refrigeração (água reciclada ou perdida), caldeiras geradoras de energia, retenção de água pelo produto, perdas por evaporação e volume dos resíduos industriais e domésticos.

4ª FASE: DADOS FINAIS

Os trabalhos desse estágio envolveram amostragens, análises em laboratório, cálculo da sobretaxa de esgotos (quando necessários), cobranças, investigações especiais de descargas de resíduos proibidos ou tóxicos, correspondências e arquivamento.

3.3.3.1.2. Estudo da mão de obra

Do estudo piloto, realizado em Long Island, observou-se que, das 2.000 indústrias existentes na área:

- 81,8% não descarregam resíduos industriais significativos em termos de poluição;
- 9,5% contribuem com pequena quantidade (e concentração) de resíduos;
- 5,7% descarregam resíduos proibidos ou tóxicos;
- 3,0% contribuem, com grande quantidade de resíduos, em altas concentrações, justificando a determinação de uma sobretaxa.

Pode-se, então, concluir do exposto acima que apenas 18,2% das indústrias da cidade de Long Island são significativas em termos de poluição.

Com o resultado desse estudo piloto, foi possível estimar a provável carga de trabalho e o pessoal requerido

para a execução da tarefa referente à cidade de Nova York.

Procedeu-se da seguinte forma:

a) - Admitiu-se que, identicamente a Long Island, as indústrias se comportariam com as mesmas relações encontradas acima, logo:

- 81,8% de 44.000 indústrias = 36.000 indústrias descarregando resíduos não significativos em termos de poluição;
- 18,2% de 44.000 = 8.000 indústrias produtoras de resíduos significativos em termos de poluição, assim especificadas:
  - 9,5% de 44.000 indústrias = 4.200 indústrias contribuindo, com pequena - quantidade (e concentração) de resíduos;
  - 5,7% de 44.000 indústrias = 2.500 indústrias descarregando resíduos proibidos ou tóxicos;
  - 3,0% de 44.000 indústrias= 1.300 indústrias sujeitas a uma sobretaxa.

b) - Estimou-se a mão de obra necessária, para um estudo englobando as 8.000 indústrias - significativas em termos de poluição da cidade de Nova York. Para isso foi necessário:

- utilizar a experiência do estudo piloto, relativa ao tempo gasto em cada uma das fases do programa e, a partir dela, estimar a carga horária para essas 8.000 indústrias.

As tabelas, a seguir, mostram como isso foi feito:

TABELA I: Estudo de tempo, para a cidade de Long Island

FASES	ATIVIDADE	HOMENS-HORA MÉDIA POR INDÚSTRIA
1ª	Cadastro das Indústrias	3
2ª	Questionários preliminares	3
3ª	Questionário detalhado dos resíduos industriais	8
4ª	Dados finais	
	a) - Amostragem de resíduos tóxicos	30
	b) - Amostragem de resíduos admissíveis (5 dias, 24 horas/dia)	120
	c) - análises químicas	5
	d) - sobretaxa, cobrança, arquivamento, etc.	3

TABELA II: Classificação das indústrias da cidade de Nova York

CLASSIFICAÇÃO	Nº DE INDÚSTRIAS
Não contribuintes	36.000
Contribuintes de insignificantes quantidades	4.200
Contribuintes, com resíduos tóxicos	2.500
Contribuintes, sujeitas a sobretaxa	1.300
TOTAL	44.000

BIBLIOTECA
FACULDADE DE SAÚDE PÚBL
UNIVERSIDADE DE SÃO PAI
SP - 8

TABELA III: Carga horária estimada para 8.000 indústrias

DESCRIÇÃO	Nº DE INDÚSTRIAS	HOMENS-HORA POR INDÚSTRIA	TOTAL DE HOMENS-HORA
Cadastro das indústrias e questionários preliminares	8.000	6	48.000
Classificação Final:			
a) - Resíduos proibidos ou tóxicos	2.500	8	20.000
b) - Resíduos sujeitos a sobretaxa	1.300	8	10.400
Dados Finais:			
a) - Amostragem de resíduos tóxicos	75	30	2.250
b) - Amostragem de resíduos admissíveis	100	120	12.000
c) - Análise química	1.400	5	7.000
d) - Cobrança, correspondência, etc.	1.400	3	4.200
TOTAL			103.850

- Considerou-se o número de horas trabalhadas ano/homem igual a 1.450 horas;
- Dividiu-se o total de Homens/Hora, previsto para o estudo das 8.000 indústrias de Nova York (103.850 Homens/Hora), pelo valor acima (1.450 Homens Hora/ano), e obteve-se o nº de pessoas necessárias ao programa (72 pessoas).

Como achou-se que um staff de 72 pessoas, para realização do programa, em um ano, era excessivo, resolveu-se realizar o programa com apenas 36 pessoas, em um período de 2 anos.

4. CONCLUSÕES

Este trabalho, cujo objetivo é fornecer adequados elementos para a efetuação de levantamentos industriais, nos permite chegar às conclusões seguintes:

1 - O levantamento industrial será mais bem sucedido, se maior for a compreensão dos industriais de que os dados, obtidos no mesmo, pelos órgãos competentes, serão úteis a ambos: órgãos de controle da poluição e indústria;

2 - O pessoal técnico, incumbido de efetuar os levantamentos industriais, deve conhecer todas as fases do processo de fabricação dos vários tipos de indústrias;

3 - Para a execução dos levantamentos industriais, deve-se contar, também, com uma infraestrutura adequada, no que se relaciona, principalmente, com veículos, equipamentos e biblioteca especializada sobre o assunto;

4 - Todas as informações, fornecidas pelas indústrias, deverão, quando possível, ser conferidas com a respectiva verificação, no local de trabalho, efetuada por pessoal técnico especializado;

5 - A cientificação prévia, aos proprietários industriais, da data em que serão iniciadas as atividades dos levantamentos das respectivas indústrias, facilita bastante a coleta dos dados precisos aos citados levantamentos;

6 - A coleta de dados destinados ao levantamento de cada indústria, deve ser feita por pessoal técnico especializado, no assunto; e, se possível, o fornecimento dos mesmos convém seja efetuado sempre por uma mesma pessoa, que deverá ser familiarizada com o processo de fabricação;

7 - Ao elaborar um programa de levantamento industrial de uma cidade, convém levar-se em consideração a experiência obtida através de levantamentos anteriores, na mesma efetuados. Deve-se, também, utilizar a experiência adquirida em outras cidades de características semelhantes, adaptando-se a mesma à realidade local;

8 - A efetuação de levantamentos industriais, em grandes cidades bastante industrializadas, requer estudos especiais, em vista da considerável variedade de tipos de indústrias, nas mesmas existentes. É aconselhável, nesse caso, que, antes de iniciar tais levantamentos, se faça um "plano de pesquisa piloto", procurando-se, assim, conhecer os possíveis problemas que possam surgir, em trabalho da natureza do inicialmente referido.

R E S U M O

A poluição dos recursos hídricos, causada por resíduos líquidos industriais, é um dos principais problemas defrontados, atualmente, pelas grandes cidades bastante industrializadas.

Neste trabalho, são enfocados alguns problemas ocasionados pela poluição; são indicadas as fontes de poluição mais significativas e indicados os meios de controlá-la. São, também, apresentadas as diversas fases do levantamento industrial e recomendações são feitas, no tocante à técnica de efetuação do mesmo. E, ainda, é indicado o roteiro de avaliação da carga poluidora, de uma ou mais indústrias, incluindo-se, nele, as grandes cidades, cuja determinação, conforme indica o trabalho, requer um estudo especial.

No final, a título de exemplo, apresentou-se a sistemática de trabalho adotada na cidade de Nova York, e citou-se a que, no momento, está sendo efetuada em São Paulo, pela SANESP.

S U M M A R Y

The pollution of water resources caused by liquid industrial wastes is one of the major problems which the highly industrialized cities are facing nowadays.

This work contains an overview of some of the problems arisen with pollution; the most significant pollution sources and the ways for their control are presented; the various stages of the industrial survey are shown and recommendations are made as to the procedures to perform it. It is also indicated a guide for evaluation of pollution loads of one or more industries, including the large cities, in which such evaluation requires special attention, as indicated in this work.

At the end of the work, as an example, the working scheme adopted for the city of New York is presented, and the scheme presently worked by SANESP in São Paulo is mentioned.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 - AZEVEDO NETTO, J. M. & HESS, M. L. - Tratamento de águas residuárias. (Separata da Revista D.A.E.), São Paulo, - 1970, 218 p.

2 - BESSELIEVRE, E.B. - Industrial waste treatment. New York, Mc Graw - Hill, 1952.

3 - BRAILE, P. M. - Despejos industriais. Rio de Janeiro, Livr. Freitas Bastos, 1971.

4 - BRAILE, P. M. et al. - Sugestões para legislação relativa a lançamento de despejos industriais na rede pública de esgotos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E INDÚSTRIA. 3º, Rio de Janeiro, 1966. Rio de Janeiro, 1966.

5 - BRANCO, S. M. - A auto depuração dos cursos d'água. In: COMISSÃO INTERESTADUAL DA BACIA PARANÁ - URUGUAI - Poluição e piscicultura. São Paulo, 1970. p. 53 - 61.

6 - BRANCO, S. M. - Controle da poluição. In: COMISSÃO INTERESTADUAL DA BACIA PARANÁ - URUGUAI - Poluição e piscicultura. São Paulo, 1970. p. 62 - 70.

7 - BRANCO, S. M. - Poluição - Alterações na composição física, química e biológica do meio aquático. In: COMISSÃO INTERESTADUAL DA BACIA PARANÁ - URUGUAI - Poluição e piscicultura. São Paulo, 1970. p. 33 - 44.

8 - BRANCO, S. M. - Poluição - A morte de nossos rios. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico, 1972.

9 - BRANCO, S. M. - Poluição e intoxicação de peixes. In: COMISSÃO INTERESTADUAL DA BACIA PARANÁ - URUGUAI - Poluição e piscicultura. São Paulo, 1970. p. 45 - 52.

10 - CASTER, A. D. - The Cincinnati sewage disposal program. Sewage and Industrial Wastes, 27 (8): 880 - 93, Aug.1955.

11 - COMPANHIA METROPOLITANA DE SANEAMENTO DE SÃO PAULO - Pesquisa piloto do levantamento dos despejos industriais da

Região Metropolitana de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA. 7º, Salvador, 1973. Salvador, 1973. p. 103 - 22.

12 - ECKENFELDER, W. W. Jr. - Water quality engineering for practicing engineers. New York, Barnes & Noble, 1970.

13 - ELDRIDGE, E. F. - Industrial waste treatment practice. New York, Mc Graw - Hill, 1942.

14 - ERNEST, L. A. - Industrial wastes control in Milwaukee. - Journal WPCF, 33 (9): 889 - 96, Sept. 1961.

15 - FAIR, G. M. et al. Water purification and wastewater treatment and disposal. New York, John Wiley, 1968.

16 - GENDA, A. - Levantamento sanitário de bacias hidrográficas. São Paulo, FSP/USP, 1972. 6 fls. (Material didático da disciplina de Controle da Poluição do Meio III - mimeografado).

17 - GENDA, A. - Levantamento sanitário industrial tendo por escopo o controle da poluição das águas. São Paulo, FSP/USP, 1972. 3 fls. (material didático da disciplina de Controle da Poluição do Meio III - mimeografado).

18 - GENDA, A. - Poluição - Aspectos gerais. São Paulo, FSP/USP, 1972. 5 fls. (Material didático da disciplina de Saneamento do Meio III - mimeografado).

19 - HANN Jr., R. W. & CALLCOTT, F. D. - A comprehensive survey of industrial waste pollution in South Carolina. In: INDUSTRIAL WASTE CONFERENCE. 20th, Purdue University, 1965. p. 538 - 49.

20 - IMBELLI, C. et al.-The industrial wastes control program in New York city. Journal WPCF, 40 (12): 1981 - 2012, Dec. 1968.

21 - IMHOFF, K. - Manual de tratamento de águas residuárias. São Paulo, Ed. Edgard Blücher, 1966.

22 - IMHOFF, K. & FAIR, G. M. - Sewage treatment - New York, John Wiley, 1940.

23 - KITTRELL, F. W. - A practical guide to water quality studies of streams. U. S. Department of the interior, Federal Water Pollution Control Administration, 1969. 135 p (CWR = 5).

24 - LEARY, R. D. & ERNEST, L. A. - Industrial and domestic wastewater control in the Milwaukee Metropolitan District. Journal WPCF, 39 (7): 1223 - 31, Jul. 1967.

25 - Mc Dill, B. M. - Pollution study of the Maumee River Basin. Sewage and Industrial Wastes, 24 (10): 1288 - 302, Oct., 1952.

26 - MEERS, J. E. et al. - Development of an industrial waste - study for a municipality. Journal WPCF, 36 (12): 1501 - 11, Dec., 1964.

27 - MEJIA, C., L. - El recibimiento de los residuos industriales en los sistemas municipales de alcantarillado. São Paulo, 1968. (Trabalho de Mestrado - Faculdade de Saúde Pública da USP).

28 - NEMEROW, N. L. - Theories and practices of industrial waste treatment. Massachusetts, Addison - Wesley, 1963.

29 - ROSKOPF, R. F. - A composite - grab of water pollution control sampling. Journal WPCF, 40 (3, pt. 1): 492 - 8, - Mar., 1968.

30 - SCHNEPPER, D. H. & EVANS, R. L. - Industrial use of surface waters in Illinois. In: INDUSTRIAL WASTE CONFERENCE. 21st, Purdue University, 1966. p. 36 - 40.

31 - SHAPIRO, R. - Industrial waste investigations in New York city. Sewage and Industrial Wastes, 23 (6): 775 - 81, - Jun., 1951.

32 - SILVA, C. C. A. e - Indicadores de qualidade. São Paulo, - FSP/USP, 1972. 2 fls. (Material didático da disciplina de Controle da Poluição do Meio III - mimeografado).

33 - WOODRUFF, P. H. - An industrial waste sampling program. Journal WPCF, 37 (9):1223 - 35, Sept. 1965.

TABELA EXPERIMENTAL PARA ESTIMATIVA DE CARGA ORGÂNICA EM TERMOS DE KG DBO/DIA

DADOS POR			UNIDADES/DIA	C (COEFICIENTE)	Kg DBO/DIA	EQUIVALENTE POPUL/UNID. DIA
AMIDONARIAS	Matéria Prima	Fecularia de mandioca	A (tonelada de mandioca/dia)	10,8	A x 10,8	200
	Produtos		B (tonelada de farinha/dia)	32,4	B x 32,4	600
		Amidonaria de mandioca	C (tonelada de farinha/dia)	13,5	C x 13,5	900
	Efluentes	Despejo do lavador	D (tonelada de mandioca/dia)	2,7	D x 2,7	50
		Despejo das prensas	E (" " ")	7,5	E x 7,5	139
	Matéria Prima	Amidonaria de milho ou trigo	F (tonelada de milho ou trigo/dia)	48,6	F x 48,6	900
LATICÍNIOS	Matéria Prima	Sem queijaria	G (1000 litros de leite/dia)	3,0	G x 3,0	554
		Com queijaria	H (" " " ")	9,5	H x 9,5	176
DERIVADOS DE LEITE	Efluentes	Leite integral	I (litros/dia)	$102,5 \times 10^{-3}$	$I \times 102,5 \times 10^{-3}$	
		Leite desnatado	J (" ")	$73,0 \times 10^{-3}$	$J \times 73,0 \times 10^{-3}$	
		Soro	K (" ")	$32,0 \times 10^{-3}$	$K \times 32,0 \times 10^{-3}$	
		Yogurt	L (" ")	$64,0 \times 10^{-3}$	$L \times 64,0 \times 10^{-3}$	
		Leite em pó	M (" ")	$1,72 \times 10^{-3}$	$M \times 1,72 \times 10^{-3}$	
CERVEJARIA	Produto	Cervejaria	N (1000 l. de cerveja/dia)	62,1	N x 62,1	1.150
		VAZÃO DO EFLUENTE				
FÁBRICA DE CONSERVAS	Matéria Prima	Abóbora	P_1 (litros/dia)	$63,0 \times 10^{-4}$	$P_1 \times 63,0 \times 10^{-4}$	
		Aspargo	P_2 (" ")	$1,0 \times 10^{-4}$	$P_2 \times 1,0 \times 10^{-4}$	
		Beterraba	P_3 (" ")	$30,7 \times 10^{-4}$	$P_3 \times 30,7 \times 10^{-4}$	
		Cenoura	P_4 (" ")	$12,8 \times 10^{-4}$	$P_4 \times 12,8 \times 10^{-4}$	
		Cereja azeda	P_5 (" ")	$14,0 \times 10^{-4}$	$P_5 \times 14,0 \times 10^{-4}$	
		Cogumelo	P_6 (" ")	$2,4 \times 10^{-4}$	$P_6 \times 2,4 \times 10^{-4}$	
		Couve	P_7 (" ")	$63,0 \times 10^{-4}$	$P_7 \times 63,0 \times 10^{-4}$	
		Damasco	P_8 (" ")	$7,0 \times 10^{-4}$	$P_8 \times 7,0 \times 10^{-4}$	
		Ervilha	P_9 (" ")	$25,4 \times 10^{-4}$	$P_9 \times 25,4 \times 10^{-4}$	
		Espinafre	P_{10} (" ")	$5,6 \times 10^{-4}$	$P_{10} \times 5,6 \times 10^{-4}$	
		Feijão	P_{11} (" ")	$6,5 \times 10^{-4}$	$P_{11} \times 6,5 \times 10^{-4}$	
		Grape-fruit	P_{12} (" ")	$11,6 \times 10^{-4}$	$P_{12} \times 11,6 \times 10^{-4}$	
		Lima	P_{13} (" ")	$3,2 \times 10^{-4}$	$P_{13} \times 3,2 \times 10^{-4}$	
		Milho (creme)	P_{14} (" ")	$6,3 \times 10^{-4}$	$P_{14} \times 6,3 \times 10^{-4}$	
		Milho (integral)	P_{15} (" ")	$20,0 \times 10^{-4}$	$P_{15} \times 20,0 \times 10^{-4}$	
		Pêssego	P_{16} (" ")	$13,5 \times 10^{-4}$	$P_{16} \times 13,5 \times 10^{-4}$	
		Tomate	P_{17} (" ")	$31,5 \times 10^{-4}$	$P_{17} \times 31,5 \times 10^{-4}$	
		Tomate (suco)	P_{18} (" ")	$20,3 \times 10^{-4}$	$P_{18} \times 20,3 \times 10^{-4}$	

TABELA EXPERIMENTAL PARA ESTIMATIVA DE CARGA ORGÂNICA EM TERMOS DE KG DBO/DIA

TIPO DE INDÚSTRIA	DADOS POR			UNIDADES/DIA	C (COEFICIENTE)	Kg DBO/DIA	EQUIVALENTE POPUL/UNID. DIA
INDÚSTRIA TÊXTIL	Produto		Viscose	M (toneladas/dia)	27,0	M x 27,0	500
	Matéria Prima		Lã	N (" ")	148,0	N x 148,0	2.750
	Processos de Fabricação		Alvejamento de tecidos	X (" ")	16,2	X x 16,2	300
			Tinturaria com corantes sulfurados	Y (" ")	148,0	Y x 148,0	2.750
	Efluentes		VAZÃO DO EFLUENTE				
			Água de lavagem no lanifício	Q_1 (litros/dia)	$80,0 \times 10^{-4}$	$Q_1 \times 80,0 \times 10^{-4}$	
			Tingimento ácido no lanifício	Q_2 (" ")	$22,0 \times 10^{-4}$	$Q_2 \times 22,0 \times 10^{-4}$	
			Carbonização no lanifício	Q_3 (" ")	$35,0 \times 10^{-2}$	$Q_3 \times 35,0 \times 10^{-2}$	
			Lavagem da fazenda ou fio	Q_4 (" ")	$3,0 \times 10^{-4}$	$Q_4 \times 3,0 \times 10^{-4}$	
	INDÚSTRIA TÊXTIL DE ALGODÃO	Processos	Engomagem	A (" ")	$8,2 \times 10^{-4}$	$A \times 8,2 \times 10^{-4}$	
			UNIDADES/DIA				
			Engomagem do fio mais despejo da indústria de tecelagem	B (toneladas/dia)	1,9	B x 1,9	35
			Desengomagem	C (" ")	11,3	C x11,3	209
			Maceração	D (" ")	6,9	D x 6,9	128
			Limpeza	E (" ")	1,6	E x 1,6	29
			Alvejamento	F (" ")	7,2	F x 7,2	132
			Mercerização	G (" ")	8,3	G x 8,3	154
		Tingimento tecidos de algodão	Anilina preta	H (" ")	6,0	H x 6,0	110
			Básico	I (" ")	29,7	I x29,7	550
			Desenvolvimento de côr	J (" ")	12,4	J x12,4	230
			Direto	K (" ")	6,0	K x 6,0	140
			Indigo	L (" ")	4,2	L x 4,2	77
			Naftol	M (" ")	5,6	M x 5,6	103
			Enxofre	N (" ")	90,5	N x90,5	1,672
			A Cuba (tina)	O (" ")	14,9	O x14,9	275
LAVANDERIA	Processo		Lavagem	K (toneladas roupa/dia)	59,0	K x59,0	1.092
PAPEL E CELULOSE	Produto		Papel (produzido sem prod. celulose)	A (toneladas/dia)	10,8	A x10,8	200
			Celulose (proc. sulfito)	B (" ")	270,0	B x 270,0	5.000
	Matéria Prima		Madeira (produz pasta mecânica p/papel)	C (" ")	3,5	C x 3,5	65
QUÍMICA e FARMACÊUTICA	Produto		VAZÃO DO EFLUENTE				
			Penicilina	Q_1 (litros/dia)	$130,0 \times 10^{-4}$	$Q_1 \times 130,0 \times 10^{-4}$	
			Estreptomicina	Q_2 (litros/dia)	$25,0 \times 10^{-4}$	$Q_2 \times 25,0 \times 10^{-4}$	

TABELA EXPERIMENTAL PARA ESTIMATIVA DE CARGA ORGÂNICA EM TERMOS DE KG DBO/DIA

TIPO DE DÚSTRIA	DADOS POR			UNIDADES/DIA	C (COEFICIENTE)	Kg DBO/DIA	EQUIVALENTE POPUL/UNID. DIA
ENHO	Efluentes		Restilo	N (toneladas de cana/dia)	8,4	N x 8,4	154
			Água de lavagem de cana	N (" " ")	2,0	N x 2,0	37
(AÇÚCAR-ÁLCOOL)	Matéria Prima		Cana de açucar (queimado ou não)	X (" " ")	5,7	X x 5,7	105
	Efluentes		Restilo	X (" " ")	1,8	X x 1,8	33,3
			Água da coluna barométrica junto a coluna barométrica	X (" " ")	1,5	X x 1,5	27,8
			Águas amoniacais	X (" " ")	0,4	X x 0,4	7,4
			Águas de lavagem de cana	X (" " ")	2,0	X x 2,0	37,0
	Produto		Saca de açucar	Y (sacas/dia)	3,4	Y x 3,4	63
ARIA	DE ÁLCOOL DE CANA	Produto	Litro de álcool	Z (litros/dia)	0,054	Z x 0,054	1,0
	DE ÁLCOOL DE CEREAL (Whisky)	Matéria Prima	Litro de cereal	W (litros/dia)	0,0945	W x 0,0945	1,75
NIA	Criação		Galinha	A (aves/dia)	0,01	A x 0,01	0,19
BOVINO	Produtos		Suino (peso médio 100 Kg)	B (suinos/dia)	3,0	B x 3,0	55
			Bovino (peso médio 250 Kg)	C (bovinos/dia)	7,3	C x 7,3	135
	Matéria Prima		Diversos	D (toneladas em pó/dia)	16,2	D x 16,2	300
	Matéria Prima		Pele	E (toneladas/dia)	135,0	E x 135,0	2.500
	Processos de Produção			VAZÃO DO EFLUENTE			
			Curtimento vegetal	Q_1 (litros/dia)	$55,0 \times 10^{-4}$	$Q_1 \times 55,0 \times 10^{-4}$	
			Curtimento ao cromo	Q_2 (" ")	$6,2 \times 10^{-4}$	$Q_2 \times 6,2 \times 10^{-4}$	
			Embebição	Q_3 (" ")	$12,0 \times 10^{-4}$	$Q_3 \times 12,0 \times 10^{-4}$	
			Caleação	Q_4 (" ")	$27,0 \times 10^{-4}$	$Q_4 \times 27,0 \times 10^{-4}$	
			Purgagem	Q_5 (" ")	$4,1 \times 10^{-4}$	$Q_5 \times 4,1 \times 10^{-4}$	
			Piquelagem	Q_6 (" ")	$7,9 \times 10^{-4}$	$Q_6 \times 7,9 \times 10^{-4}$	
			Corante e licor gordura	Q_7 (" ")	$4,8 \times 10^{-4}$	$Q_7 \times 4,8 \times 10^{-4}$	
IFÍCIO	Efluentes		Suino	A (" ")	$9,0 \times 10^{-4}$	$A \times 9,0 \times 10^{-4}$	
			Bovino	B (" ")	$15,5 \times 10^{-4}$	$B \times 15,5 \times 10^{-4}$	
			Ave	C (" ")	$39,0 \times 10^{-4}$	$C \times 39,0 \times 10^{-4}$	

BIBLIOTECA
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
SP - 8