

Poluição e Contaminação

SAMUEL MURGEL BRANCO

Biologista do DAE
Instrutor no Departamento de Parasitologia
Aplicada da Faculdade de Higiene, da
Universidade de S. Paulo

Existem dois aspectos fundamentais relacionados com o problema do lançamento de despejos à água:

a) o aspecto de proteção do manancial, ou seja, dos efeitos que o lançamento dos despejos causa ao manancial;

b) o aspecto da potabilidade da água, ou melhor, dos efeitos que o lançamento pode causar à saúde da população abastecida.

Embora à primeira vista, êsses dois aspectos do problema possam parecer superpostos, êles apresentam, na verdade, características bastante diversas podendo ser tratados, até certo ponto, como coisas independentes. Com efeito, os maiores prejuízos que advêm, da poluição, para o manancial, são aquêles que se referem à destruição de sua flora e fauna naturais e esta decorre, essencialmente, da alteração do teor de oxigênio, matéria orgânica, pH, temperatura, etc., enquanto que, para a saúde pública, de um modo geral, interessam quase que exclusivamente os aspectos relacionados com a bacteriologia das águas que, por outro lado, pouco ou nenhum significado apresentam em relação à destruição da flora e fauna.

Isso decorre do fato de que a vida natural da água é prejudicada *ecologicamente*, pela introdução de despejos, isto é, ela se ressent de uma profunda modificação do seu ambiente natural, constituído pela água doce enquanto que para o homem não há modificação de habitat. A poluição dos rios, para os seres de vida aquática, equivale à poluição da atmosfera, para o homem e outros seres de vida área. Os prejuízos que podem advir da poluição hídrica para o homem não provêm da própria poluição, no seu sentido ecológico, mas são o resultado de uma ação mais direta, de um contágio de homem a homem, ou seja, da transmissão de um para outro ser humano, realizada através da água, como poderia sê-lo através de alimentos ou do próprio ar que se respira. A poluição hídrica não afeta o homem, pois, diretamente, a não ser como intermediário, ou como veículo de bactérias, vírus e fungos patogênicos ou ainda, de outros elementos prejudiciais, tais como tóxicos ou elementos radioativos.

Nesse sentido, é bem justificado o critério adotado na legislação do Estado da Califórnia, desde

1950, que fez uma distinção entre *poluição* e *contaminação*.

As medidas de saneamento que consistem na prevenção da poluição dos mananciais, evidentemente satisfazem a ambos os aspectos aqui considerados: a proteção do manancial e a proteção da saúde pública, mas isso se dá quase que por coincidência e não por se tratar de um único problema. Por outro lado, há uma segunda coincidência a ser levada em conta, a qual consiste no fato de as bactérias utilizadas como índices, serem destruídas durante os mesmos processos e na mesma proporção em que se verifica o abatimento da poluição, seja por via natural, de auto-depuração, seja artificial, através do tratamento de esgotos.

Tais coincidências têm levado sanitaristas a frequentes erros de interpretação e mesmo de concepção dos problemas de abastecimento público. Se, na maior parte das vezes a poluição e a contaminação, bem como o abatimento das mesmas, se realiza paralelamente, existem exceções suficientes para impedir que se tome êsse paralelismo como regra geral. Águas com elevadas concentrações de matéria orgânica podem apresentar baixas D.O.B. (por diversas razões) e elevados números de coliformes; por outro lado, podem essas mesmas águas resistir quimicamente à auto-depuração, permanecendo com concentrações altas de matéria orgânica, enquanto que o número de bactérias decresce. Situações inversas a essa, são frequentes: águas com elevados níveis bacteriológicos, apresentarem-se quimicamente satisfatórias, bem como, a situação mais grave, da resistência de seres patogênicos aos processos de auto-depuração.

A contaminação microbiológica apresenta vários aspectos a serem discutidos, frequentemente oferecendo dificuldades à interpretação sanitária. O primeiro fato que se deve ter em mente, quando se estuda o problema, é o de que somente interessam à saúde pública aquêles microorganismos que são capazes, normalmente, de produzir doenças. Organismos de origem intestinal, mas que não são normalmente patogênicos constituem apenas indícios (bastante seguros) da presença de material fecal na água, mas são destituídos de qualquer interesse com relação a saúde propriamente dita. Os or-

ganismos do chamado "grupo coliforme" estão neste caso: como meros indicadores de matérias de origem intestinal, podem estar presentes em águas (até mesmo em grandes números) que não contenham nenhum ser causador de doenças; por outro lado, entretanto, embora nunca estejam ausentes de águas que possuam germens patogênicos, a sua destruição pelo cloro pode, algumas vezes, e em certas condições, não ser acompanhada da destruição total dos patogênicos.

O desconhecimento ou a negligência desses fatos pode dar margem a erros, na interpretação da contaminação e tende a atribuir maior margem de segurança aos processos convencionais de tratamento do que a que realmente pode ser admitida.

Existe uma tendência mais ou menos generalizada entre engenheiros sanitaristas de nosso País, de procurar abrandar as exigências dos padrões de potabilidade, baseada em evidências que, muitas vezes carecem totalmente de fundamento, mas que na verdade são apoiadas em concepções originadas de má interpretação de dados experimentais.

Um desses erros — o mais grosseiro e também o mais frequente, quasi popular — é o que consiste em invocar, como razão para o relaxamento dos padrões bacteriológicos da água de abastecimento público, o fato de que a ingestão de organismos patogênicos leva ao desenvolvimento de resistência às infecções. Embora essa não seja uma afirmação totalmente gratuita, pelo menos com relação à infestações por vírus, o desenvolvimento de resistência à infecção por patogênicos envolve riscos muito grandes, principalmente quando a medida é aplicada a uma população. A observação de que as crianças habitantes de favelas e regiões pouco hídidas apresentam maior resistência à Poliomielite que as de zonas higienizadas é uma observação média, baseada em porcentagens de crianças que apresentam resistência. Ocorre, porém, que as crianças resistentes, na verdade, tiveram a doença mas em áreas do corpo que não afetaram o sistema nervoso central, não condicionando nenhum defeito físico permanente. Não se pode, evidentemente, adotar o critério da inoculação do vírus não atenuado, em crianças sãs, a fim de que elas se tornem imunes se, por acaso, escaparem com vida ou sem alguma lesão permanente. Tratando-se de uma população, e não de indivíduo, a porcentagem de mortos e estropiados será pré-determinada matematicamente. As doenças causadas por vírus, frequentemente imunizam as pessoas, mas somente aquelas que já foram contagiadas e sobreviveram à doença, quando esta, seja por decorrer de um vírus atenuado, seja pela sua localização, assumiu forma benigna. Quanto às doenças causadas por bactérias a imunização é ainda muito mais problemática.

O segundo erro — este muito mais sutil e, por isso mesmo, cometido frequentemente por sanitaristas conceituados, nacionais ou estrangeiros — decorre da negligência realmente existente entre poluição e contaminação bacteriana. A poluição por

despejos domésticos é geralmente indicada pela presença de microorganismos fecais, do grupo coliforme, os quais podem indicar, também, a eventual presença de contaminação. Mas não é obrigatória esta última relação. As águas que receberem a matéria fecal de um indivíduo durante um dia, poderão conter cerca de 200 bilhões de coliformes, mas não apresentarão um só patogênico se aquele indivíduo não for doente. Assim sendo, a porcentagem de patogênicos, nas águas, em relação ao número de coliformes presentes, varia de uma região para outra, de acordo com a frequência de doentes na citada região. Assim sendo, embora os coliformes constituam um índice — e um índice seguro — de poluição, eles apenas nos fornecem um dado muito aleatório, a respeito da contaminação. Por outro lado, sempre que admitirmos como boa ou potável, uma água que, após sofrer um tratamento natural ou artificial, apresenta baixo índice de coliformes, estamos partindo da suposição de que os patogênicos são sempre mais sensíveis ao tratamento do que os coliformes.

Será isso sempre verdadeiro?

Há duas razões principais a indicar que não:

1. De acordo com os trabalhos mais recentes, levados a efeito principalmente nos E.E.U.U., sobre a resistência dos vírus à ação do cloro, parece não haver mais dúvida quanto à necessidade de maiores concentrações de cloro e maior tempo de contato deste com os vírus para sua total inativação. O mesmo pode ser dito com relação a bacilos da tuberculose (embora seja ainda discutível a transmissão dessa moléstia pela água) e dos esporos do antraz.

2. Há várias evidências de que, em águas fortemente poluídas, alguns patogênicos passam a apresentar maior resistência que em águas limpas. Sabe-se que de todo o cloro aplicado a uma água, apenas uma parcela muito pequena é realmente eficiente na destruição de microorganismos, uma vez que a maior parte é consumida em reações com compostos orgânicos e minerais da água, em contato com grupos sulfídricos, tiocianatos, ferro ferroso, oxidando duplas ligações e alguns compostos aromáticos. O cloro desaparece, ainda, em águas que possuem amônia em pequena concentração na conhecida reação do "break-point".

Naturalmente, quanto maiores forem as concentrações desses compostos na água, maior será a parcela de cloro consumido nessas reações e menor a parcela ativa, como microbicida. A inativação dos microorganismos, pelo cloro, verifica-se através de um processo tão complexo envolvendo reações tão complicadas, sendo tantos os fatores, quer devidos à composição do meio, quer referentes à fisiologia das próprias células, que nunca se pode prever qual será a verdadeira eficiência do cloro em relação a todo o conjunto de microorganismos e muito menos em relação a cada um deles em

particular. Por esse motivo, ainda quando se presume que os coliformes são mais resistentes ao desinfetante que todos os patogênicos, deve-se admitir a possibilidade dessa resistência relativa sofrer variações com relação à composição do meio. Sabe-se, por exemplo, que alguns enterovirus são protegidos contra a ação do cloro por um envoltório coloidal originado pela matéria orgânica presente na água, o que faz com que em águas poluídas, estes sejam até 400 vezes mais resistentes ao germicida que em águas limpas (Clarke e cols., 1956; Wyss, 1961); que em experiências de laboratório a resistência das bactérias patogênicas à ação do cloro é tanto maior quanto maior fôr a quantidade de matéria orgânica introduzida na solução: por esse motivo, a ação letal obtida em soluções contendo 100.000.000 de organismos é consideravelmente menor que a encontrada com apenas 1.000 (Wyss, 1961).

Não é fácil imaginar um processo pelo qual a matéria orgânica presente no meio exerça uma ação protetora seletiva, isto é, mais eficiente sobre alguns do que sobre outros microorganismos, mas é fato que ela se dá. É possível que se trate, talvez, de uma maior afinidade dos colóides protetores pela superfície de algumas espécies, afinidade esta causada pelas propriedades eletrostáticas, ou físico-químicas de um modo geral, da própria superfície.

Está comprovada, por outro lado, a existência de aumento genético de resistência de bactérias ao cloro, embora, ao que parece, estes mutantes sejam menos resistentes que os tipos selvagens, a outros fatores seletivos do meio (Wyss, 1961). Se forem transferidos para novas culturas, sucessivamente, os microorganismos sobreviventes à ação do cloro, verifica-se não haver aumento da sua frequência, o que indica tratar-se não de um fenômeno de seleção, mas sim de uma sobrevivência devida ao acaso, o que faz pensar, mais uma vez, em proteção da bactéria por algum material presente no meio, proteção essa que depende essencialmente da posição relativa da bactéria no interior da massa líquida.

O cloro, quando em quantidade insuficiente para destruir as bactérias do grupo coliforme, entretanto, pode agir sobre o seu comportamento fisiológico, fazendo com que as mesmas não mais fermentem a lactose, em presença dos sais biliares. Em consequência disso, as análises bacteriológicas podem revelar ausência de coliformes em águas que, na verdade, ainda os contêm e, por conseguinte, águas potencialmente nocivas (ref. Phelps, 1944). Não será lícito supor que outros componentes das águas poluídas por despejos industriais exerçam, também, ação inibidora sobre bactérias coliformes embora sejam inócuos para alguns seres patogênicos? A ausência de D.B.O. em águas que recebem grandes contribuições de matéria orgânica e que algumas vezes contêm elevado número de coliformes, pode

significar a existência de componentes tóxicos seletivos, destruindo as bactérias responsáveis pela auto-depuração, sem afetar, contudo, os coliformes. Por outro lado, alguns dos resultados obtidos no recente levantamento sanitário realizado na Reprêsa Billings, parecem indicar a possibilidade de existência, também, do fenômeno oposto: destruição de coliformes em águas de elevada D.B.O. Seriam os organismos patogênicos, nesses locais, atingidos, na mesma proporção, pela ação tóxica que destruiu os coliformes, mas que foi inócua sobre os responsáveis pela demanda de oxigênio?

Estas são questões que somente a pesquisa metódica, de campo e de laboratório, poderão solucionar. Para alguns dos aspectos do problema, a literatura estrangeira é de escassa utilidade, dadas as condições específicas de nossas águas poluídas, bem como de prevalência de moléstias de origem hídrica em nosso meio. De qualquer forma, porém, essas são algumas das razões pelas quais devemos usar de máxima prudência ao recusarmos obedecer aos limites máximos de coliformes estabelecidos pelas convenções internacionais. Pelo menos, não nos podemos basear apenas na eficiência do tratamento com relação à destruição dos próprios coliformes, nessas tentativas de modificação desses padrões.

O engenheiro José Meiches (1964), em recente trabalho que reputamos uma excelente contribuição geral ao complexo problema da qualificação — ou da “filosofia”, digamos assim — e medida da poluição, expõe o ponto de vista de que “O planejamento do aproveitamento melhor das águas é favorecido pela liberdade que possa ter o planejador se não ficar limitado por valores numéricos de padrões que ainda têm muito de empírico, de imprecisão e que requerem ampla crítica e re-avaliação, além de serem omissos sobre aspectos suspeitos de terem ampla importância”. Ao fazer essa afirmação, o autor apoia-se em opiniões de vários autores, entre os quais destaca a seguinte frase contida no “Manual of British Water Supply Practice”: “Nenhum princípio rígido pode determinar a aceitação ou rejeição de um rio como fonte segura de água potável... mas sim a experiências dos especialistas em obter água potável a partir de rios cujas águas, de inúmeros graus de pureza, podem, após filtração, esterelização e, em alguns casos, após armazenamento depois de filtrada, fornecer suprimento de qualidade satisfatória...” Essa é mais ou menos a mesma opinião que encontramos maliciosamente expressa pelo conhecido pesquisador W. T. Sedgwick: “Os padrões são uma desculpa para poupar as mentes preguiçosas” (Standards are devices to keep the lazy mind from thinking). Evidentemente, nem o próprio Meiches, nem nenhum dos autores mencionados pretende abolir os padrões de potabilidade, mas sim defender a idéia de que esses padrões, apoiados em uma base experimental, em geral, de valor muito relativo, não devem sobrepor-se às evidências fornecidas, em cada caso, pelas condições específicas

encontradas e inteligentemente ponderadas; naturalmente, no caso de inexistência dessas evidências, os padrões deverão prevalecer, mas estes mesmos, devem basear-se em pesquisas sanitárias locais, como o próprio professor Meiches preconiza ao defender objetivamente a necessidade de se “desenvolver padrões de potabilidade para nossas águas efetivamente adaptados às condições locais, levando em conta a prevalência de doenças de caráter intestinal e a situação econômica de nossas regiões. Associados a esse desenvolvimento, deveriam aparecer os métodos recomendados de exame de águas potáveis, igualmente adaptados à nossa situação” ou ainda: “É preciso evidenciar os perigos e os riscos à saúde associados às determinações de coliformes convencionalmente feitas...”

Mesmo para os países aos quais são destinados, os padrões conhecidos como internacionais, bem como os métodos químicos e biológicos para avaliação da poluição são de reconhecida precariedade. E, se aceita a distinção que acima propusemos, entre poluição e contaminação, veremos que, com relação a esta última, tais métodos e padrões são ainda muito menos convincentes, o que concorre para tornar mais evidente, ainda, a necessidade dessa distinção. Camper e Culver (1961) em recente trabalho sobre controle bacteriológico concluem: a) que os atuais padrões do Serviço de Saúde Pública norte-americano, embora sejam satisfatórios no julgamento da qualidade bacteriológica da água, revelam-se inadequados como base para julgar o potencial total de transmissão de doenças pela mesma, e b) até que se disponha de medidas mais adequadas a este último julgamento, devem ser adotados cuidados especiais de proteção, como por exemplo, a prática da supercloração. Em outras palavras, podemos dizer que os métodos e padrões bacteriológicos embora sejam adequados ao julgamento da poluição não o são em relação à contaminação.

Quanto aos métodos químicos, estes apresentam, ainda, menor significado. As relações entre a presença de matéria orgânica de um modo geral, as várias formas de compostos de nitrogênio e outras determinações químicas e bioquímicas, embora frequentemente tenham algum significado com respeito à poluição, quase nada dizem quanto à contaminação. Dizem os autores que acabamos de referir, que de todos os testes químicos, o que mais diretamente se relaciona com a presença de patogênicos é o do cloro residual que, entretanto, deixa muito a desejar, pois “numerosos exemplos podem ser citados em que a desinfecção era considerada adequada, quando julgada pelo critério do — assim chamado cloro residual — e em que, no entanto, houve transmissão de doenças pela água clorada”.

A Demanda Bioquímica de Oxigênio, embora constitua um dado de importância quasi decisiva, no que diz respeito à poluição dos rios por matéria orgânica, não passa, contudo, de um dado ecológico, em toda a extensão da palavra, sendo de escassa

importância relativa à contaminação. Mas com relação ao seu significado reina, ao que nos parece, tanto entre os técnicos nacionais quanto na bibliografia estrangeira, a mais completa confusão. A D.B.O. deve ser tomada como elementos de fundamental importância em todo estudo ou toda medida que tenha como objetivo a preservação das condições sanitárias ou ecológicas dos mananciais, mas o seu significado com relação à potabilidade da água deve ser bem analisado em cada caso. Na própria legislação de São Paulo, que por sua vez é baseada na legislação norte-americana, observa-se essa confusão, quando ela proíbe o lançamento de despejos que elevam a D.B.O. dos cursos d'água potáveis acima de 3 mg/l acima de 3 mg/l (o que está correto) ao mesmo tempo que impede a utilização de qualquer água que apresente demanda superior a 3 mg/l. O limite estabelecido para despejos, constitui uma medida de proteção da flora, fauna e condições gerais dos cursos d'água, mas (pelo menos nessas proporções) não pode ser tomado como um índice de contaminação seguro bastante para impedir a utilização de uma água após tratamento. Mais significativos, nesse sentido, seriam, sem dúvida, os dados relativos à matéria orgânica total presente, revelada pelo oxigênio consumido, dada a importância desses compostos — oxidáveis ou não bioquimicamente — como protetores de bactérias contra a ação de desinfetantes. Entretanto, nenhuma menção é feita a esse índice, na nossa legislação estadual.

Parece-nos de fundamental importância a recomendação do professor Meiches relativa à criação de padrões que levem em conta realmente a prevalência de doenças intestinais em nosso meio, de maneira a “evidenciar os perigos e riscos à saúde associados às determinações de coliformes convencionais”. Realmente, o único objetivo da desinfecção da água é destruir organismos que causem doenças e não o de destruir os seus indicadores, ou seja, os coliformes. Conhecer a verdadeira relação quantitativa existente entre ambos é o primeiro passo e é, em outras palavras, verificar em que medida a poluição é acompanhada de contaminação, ou em que medida, os índices bacteriológicos de poluição são, também, índices de contaminação. O segundo, e imediato, será o de medir a eficiência da cloração com relação ao abatimento da contaminação — e não da poluição — ou melhor, qual a sua capacidade em destruir os vários microorganismos patogênicos que podem ser veiculados pela água. A melhor evidência de eficiência da desinfecção, em uma região, é fornecida pelos índices de moléstias transmitidas pela água. Segundo Camper e Culver (1961) houve, nos E.E.U.U. uma redução de 99,3% da incidência de febre tifoide, e outro tanto com relação a moléstias disentericas, desde que se fez prática da desinfecção das águas. Em algumas cidades do Brasil podem-se citar dados equivalentes. No Rio Grande do Sul fala-se em erradicação da

febre tifoide, embora em algumas de suas grandes cidades (Porto Alegre) sejam tratadas águas (sem o recurso da pré-cloração) contendo mais de 100.000 coliformes por 100 ml. Aparentemente, as águas resultantes desse tratamento são satisfatórias, assim como também, as de muitas cidades do Estado de São Paulo (Vale do Paraíba, por exemplo). Satisfatórias, sem dúvida, do ponto de vista da poluição; satisfatórias em relação ao número mais provável de coliformes e à presença de cloro residual; mas serão satisfatórias, também, do ponto de vista da contaminação? Certamente existirão dados relativos à incidência de febre tifoide. Mas e os casos de disenterias, que geralmente não são conduzidos a hospitais mas sim tratados domesticamente com auxílio de sulfas e antibióticos hoje largamente difundidos? E as moléstias causadas por vírus? Os dois autores acima citados dizem que, mesmo nos E.E.U.U., não existem praticamente, evidências de que essa redução da incidência de febre tifoide, em cidades que recebem águas tratadas, tenha sido acompanhada de uma redução paralela na incidência da hepatite infecciosa, poliomielite e outras viroses de transmissão hídrica.

O índice coli é, sem dúvida, um excelente índice de poluição; sabe-se que cada ser humano elimina diariamente, com suas fezes, 50 a 400 bilhões destes organismos. Por conseguinte, se a produção diária de coliformes, de um único homem, fôr diluída num manancial contendo 20 milhões de metros cúbicos de água (o que equivale a 10 pessoas, em relação ao volume máximo da Represa do Guarapiranga ou 50 pessoas em relação à Billings), a concentração resultante ainda será da ordem de 1 coliforme para cada 100 ml. — e isso evidencia a poluição do manancial; mas esse índice nos diz muito pouco — quase nada, em nosso meio — sobre a sua contaminação. Não será prematuro, pois, enquanto se dispõe de tão escassos dados, em nosso meio e nas condições de trabalho que infelizmente prevalecem em nossos serviços públicos, procurar relaxar-se os padrões de potabilidade estabelecidos, por fornecerem excesso de segurança?

Os padrões vigentes, atualmente em São Paulo (decreto 24.806, de 25/7/55), pautados principalmente em padrões norte-americanos, estabelecem limites de 5.000 coliformes por 100 ml. para águas utilizáveis mediante filtração seguida de desinfecção e de 20.000 por 100 ml. para águas submetidas a tratamento completo que inclua, obrigatoriamente, a pré-desinfecção. Esses limites máximos baseiam-se, principalmente, na insegurança quanto à eficiência dos desinfetantes na destruição de vírus e outros patogênicos, quando presentes em águas de elevada poluição, vale dizer, insegurança com relação ao valor do índice de coliformes, no que diz respeito à contaminação, nestas condições. Existirão elementos suficientes, relativos às nossas águas, que nos permitam ultrapassar significativamente esses limi-

tes? Sobretudo, dispostos, nós, de recursos técnicos, suficiente organização e "senso de responsabilidade sanitária" que nos permitam manter um eficiente serviço de proteção das águas de abastecimento e vigilância contínua no sentido da preservação da saúde pública?

Argumenta-se que, dadas as peculiares condições de São Paulo, no que respeita ao seu crescimento industrial e populacional vertiginoso, por um lado, a escassez de recursos hídricos, por outro lado, há necessidade de se passar a, cada vez mais, fazer uso de águas com um certo grau de poluição — ou mesmo de contaminação. Citam-se exemplos norte-americanos e europeus. Aliás, essa é exatamente a tese do professor Meiches, que nós defendemos. Mas devemos fazê-lo com a mesma prudência utilizada por aquele eminente sanitarista, ao afirmar que essa nova política sanitária deve ser precedida de intensa pesquisa em institutos e laboratórios especializados, tanto no que se relaciona com o estabelecimento de padrões mais adequados, quanto no que diz respeito aos tipos e métodos de tratamento a serem empregados. Em caso contrário, podemos opor, aos exemplos do Rio Ohio, nos E.E.U.U., ou do Rio Reno, na Europa, a calamidade ocorrida há 10 anos em Nova Delhi, em que as águas de abastecimento, embora obedecendo ao que parece, aos padrões químicos e bacteriológicos, principalmente no que se referia a cloro residual e número de coliformes, — portanto puras, do ponto de vista de sua poluição, — eram, na verdade, contaminadas, e deram origem a uma grave epidemia de hepatite infecciosa que atingiu cerca de 1.000.000 de pessoas na população abastecida (Dennis, 1959).

REFERÊNCIAS

- CLARKE, N. A.; ESTEVENSON R. E.; KABLER, P. W., 1956. Survival of coxsackie virus in water and sewage. *Journal American Water Works Assn.* 48: 677-682.
- WYSS, O., 1961. Theoretical aspects of disinfection by chlorine. *Public Health Hazards of Microbial Pollution of Water*: 400-427. Department of Sanitation College of Agriculture, Rutgers -- The State University.
- PHELPS, E. B., 1944. *Stream Sanitation*. John Wiley Sons.
- MEICHES, J., 1964. Contribuição para o Estudo das Limitações Impostas pela Qualidade das Águas Naturais para seu Aproveitamento. São Paulo.
- CAMPER, T. R.; CULVER, R. H., 1961. Objectives and standards for disinfection. *Public Health Hazards of Microbial Pollution of Water*: 428-460. Department of Sanitation College of Agriculture, Rutgers -- The State University.
- DENNIS, J. M., 1959. 1955-56 Infectious Hepatitis Epidemic in Delhi, India. *Journal American Water Works Assn.*, 51: 1288-1296.