

Padrões de Potabilidade de Água

JOSÉ CAPOCCHI

Assistente do Dep. de Química da Faculdade de Higiene e Chefe do Laboratório Central do Departamento de Águas e Esgotos de São Paulo

1.ª PALESTRA *

Qual foi a desculpa apresentada pelo lobo para comer o cordeirinho? Alegou estar o apetitoso lanígero *sujando a água* da qual queria servir-se. Assim conta a fábula. E se os animais preferem águas claras, que dirá o homem? Temos de convir que a limpidez do líquido que dessedenta, já preocupava a mente de *Esopo*, *Fedro* ou *La Fontaine* e que o homem das priscas éras bem percebia a conveniência de usarem-se águas de melhor aspecto, de padrão superior. Para obtê-las, construíram os Romanos longos aquedutos; para melhorá-las, guardavam-nas em talhas de pedra os antigos.

E' de se supôr, iniciou o homem suas especificações pelo aspecto, pela temperatura e demais características organolépticas:

"límpida, clara e cristalina,
como água que jorra da fonte..."

"Aquela bica fornece
Uma água deliciosa,
Geladinha..."

Decanta-se tanto a pureza das águas de certas estâncias, de determinados poços, que somos frequentemente obrigados a admitir a existência de um profundo divórcio entre o significado popular do adjetivo "puro" e o conceito científico a êle ligado, quando se trata de qualificar-se uma água. Infelizmente, os fatos provam que *água pura* é um mito; devemos nos considerar felizes quando podemos dispôr de água *purificada*, potável e segura e precisamos reagir de modo sistemático, educando sanitariamente, muitos prefeitos e autoridades retrógradas, sempre que procurem convencer-nos de que 0,5 litro por segundo, de *água da serra*, será a única fonte de abastecimento admissível para a sua comunidade, porquanto, aquela água das cabeceiras é milagrosa e seria inconcebível, segundo êles, recorrer-se a um rio ou lago de capacidade suficiente, para se resolver de vez o problema local. Sendo preciso, chegue-se a ridiculizá-los!

Deixemos o parêntese e voltemos aos padrões.

Pois bem.

No século passado, procurou a química, qualitativa e quantitativamente, as substâncias que

poderiam caracterizar a impotabilidade de uma água. Tentaram-se os métodos mais diversos para identificar, em traços mínimos, as substâncias poluidoras provenientes do reino animal, em contraposição àquelas, menos perigosas, derivadas de detritos vegetais. O potencial de oxidação do permanganato foi aproveitado, seja em meio ácido, seja em alcalino, tanto a quente, como a frio. Uma vez conhecido o ciclo do nitrogênio na natureza, tratou-se de relacioná-lo com o estudo das águas e dos esgotos e, sob tôdas as formas debaixo das quais poudé ser determinado o azoto nos laboratórios, cuidou-se de pesquisá-lo nas águas. Note-se que, geralmente, os resultados das análises acusam a presença do nitrogênio amoniacal, albuminóide, nitroso, nítrico etc, em concentrações de algumas partes por *bilhão* (isto é, de milésimos de miligramas por litro), chegando mesmo, em alguns casos, a casa dos décimos de partes por bilhão, *décimos de gama*, isto é, décimos de micrograma μ g.

Em 1890, dizia **Thomas M. Drown**:

"O método habitual adotado para se colher informações a respeito da matéria orgânica existente na água consiste em determinar-se a espécie e a quantidade dos compostos nitrogenados, pois reside neles a maior significação sanitária, graças, não somente a facilidade que possuem de sofrer decomposições, mas também pelo fato de ser o nitrogênio um elemento essencial em tôda a matéria viva".

Estava criada a "**Análise Químico-Sanitária**".

Entrementes, a Bacteriologia começava a avançar a passos largos e depois da célebre experiência de **Klein** e **Houston**, feita na Inglaterra, perto do fim do século passado, o fulcro para o julgamento da potabilidade de uma água passou a ser, principalmente, o exame bacteriológico. Demonstraram, então, aquêles pesquisadores que diluições de 1:100, 1:1000 e até 1:20.000, de esgôto em água destilada, apresentavam ainda *B. coli*, *Clostridium welchii*, etc., denunciando contaminação fecal, ao passo que, a análise química das altas diluições que se prepararam, poderia ser interpretada como correspondente a uma água de "grande pureza".

A demonstração científica, realizada em 1854, de que a epidemia de cólera que assolou uma parte de Londres fôra indiscutivelmente veiculada pela água recalçada pela bomba de Broad-Street, ecoou entre os pesquisadores que trabalhavam em exames de águas, como um brado de alarma. O valor da filtração das

(*) Palestra proferida na Divisão de Engenharia Sanitária do Instituto de Engenharia, aos 15 de junho de 1953, em reunião conjunta com a Seção de São Paulo da Associação Interamericana de Engenharia Sanitária.

águas estava se firmando. O marco histórico de 1892, isto é, o pesado tributo pago por Hamburgo ao *Vibrio cholerae*, graças à consumação de água do Elba, não filtrada, ao passo que Altona permanecia ileisa, bebendo exatamente naqueles dias, a mesma linfa, porém filtrada, chamou a atenção do mundo para as infecções hídricas, e a obra de Sir Frankland, "Micro-organisms in Water", vinda a lume dois anos depois, em 1894, foi pioneira no campo da Bacteriologia aplicada às questões de purificação de águas.

Chegamos, hoje, às conquistas da Engenharia Sanitária, a qual tem procurado estabelecer uma verdadeira filosofia acêrca do problema dos padrões de potabilidade de água, considerando-o por todos os ângulos sob os quais podemos atualmente encará-lo, em vista da situação dos modernos abastecimentos e sempre acompanhando o progresso da Ciência. Não se cogita mais, simplesmente, em termos de "matéria orgânica" (chamada hoje "oxidabilidade" ou *oxigênio consumido*), ou de ciclo do nitrogênio, com suas diversas determinações, nem tão pouco se permanece limitado à velha escala de Miquel, classificando qualidades de águas, segundo o número de germens por mililitro. Embora o número mais provável de coliformes seja dado fundamental, o sanitaria não pode se cingir apenas a esta informação importantíssima, se bem que unilateral e sujeita, às vezes, a alterações repentinas e a falhas. A Ciência avança todos os dias e novos métodos vão surgindo, tal como, recentíssimo, o do emprêgo de filtros de membrana, para análise bacteriológica.



Requer-se em nossos dias o estabelecimento de um conjunto harmonioso de condições mínimas, sujeitas, porém, a contínua vigilância e a progressivos aperfeiçoamentos, para que a água destinada ao consumo por parte do homem seja julgada satisfatória. A responsabilidade sanitária de um serviço de abastecimento municipal começa na tomada de água, para terminar na casa do consumidor mais afastado. E a segurança de um abastecimento particular é mantida a custo de uma série de medidas acauteladoras da integridade do poço, ou da fonte, das condições higiênicas da bomba, da limpeza do reservatório etc..

Não basta que, em dado momento, uma determinada água de abastecimento público ou privado tenha apresentado exame bacteriológico negativo, mostre ausência de nitratos, que o resultado da determinação do O. C. seja baixo etc.. Exige-se atualmente muito mais que isso. Existem, hoje em dia, meios, para tratamento de águas muito poluídas, transformando-as em boas águas potáveis. Até a água do mar está sendo despojada de seus sais e servida em copos, irreconhecível.

Contudo, grandes são também as possibilidades de uma água tratada vir a contaminar-se e complexos os sistemas de abastecimento das nossas grandes cidades. Impõe-se que os padrões de potabilidade não mais sejam resumidos, estáticamente, num quadro de valores numéricos. A água das nossas torneiras é resultado de um conjunto de operações e qualquer falha, numa delas, provocará alteração na sua qualidade. Ininterruptamente (quem nos dera que assim fôsse), durante os 31.536.000

segundos que compõem o ano, deveríamos ter a certeza de dispormos em nossas casas, de água perfeitamente potável, incapaz de produzir o menor distúrbio em nossas vísceras, bebível e utilizável de outros modos, com prazer e confiança.

Por isso, seria mais justo, modernamente, considerarem-se padrões de "serviço", em vez de se verificar meramente se uma amostra insignificante está enquadrada dentro nos limites, mais ou menos rígidos, de uma norma, lei ou regulamento. Lembremo-nos de que a água potável é um produto industrial e que, como tal, depende das condições da matéria prima, do equipamento, do pessoal etc.. Para se obter constância na boa qualidade, é necessário que todos esses fatores concorram convenientemente.

O controle esporádico do produto acabado não é suficiente; indispensável se torna a vigilância constante, acompanhando tôdas as fases da preparação, e a previsão de alterações dos processos, adequadas à uniforme elaboração (tanto quanto possível) das diversas composições prováveis da matéria crua.

Diante disto, somos levados a considerar os padrões de potabilidade de água sob esse duplice aspecto:

- (1) da elaboração e distribuição do produto e
- (2) da sua condição final, quando entregue ao consumo.

Parece-me que esta maneira de pensar é um reflexo da atitude do Serviço de Saúde Pública dos EE.UU., que tem sempre publicado em conjunto ou em juxtaposição os seus "Padrões de Água Potável", com o "Manual de Normas sobre Purificação de Águas". Digo mais, até a advertência feita na introdução da última revisão dos padrões norte-americanos de que não seja feita confusão entre normas e padrões, essa advertência, parece confirmar que o espírito atual dos estudiosos do assunto é justamente esse, de um perfeito entozamento entre as duas questões.

Aliás, padrão significa modelo e norma é sinônimo de paradigma, sendo que paradigma não deixa de ser modelo e, portanto, padrão também.

Não sei, porém, se o povo das "Normas Técnicas" concordará com esta "demonstração?"

Padrão = Modelo
 Norma = Paradigma
 Paradigma = Modelo = Padrão
 Padrão = Norma.

Digamos algo sobre tentativas de padrões referentes à fase preparatória, à elaboração da água potável e ao acompanhamento de seu trajeto até as torneiras domiciliárias. Trata-se de uma parte ainda não tratada especificamente nos "Padrões" e sim, abordada nas "Normas" norte-americanas, porquanto, é mesmo difícil avaliar-se de um modo objetivo e em caráter geral, todos os detalhes das fases elaborativa e distributiva. Que espécie de graus numéricos poderiam ser adotados para tal padronização?

Já, para o produto acabado, as análises bacteriológica, física e química fornecerão elementos quantitativos, cuja apreciação será, de certo modo, mais fácil.

Todavia, no Prefácio da edição de 1942, dos **Padrões de Água Potável do Serviço de Saúde Pública dos E.E.U.U.** (tradução do nosso prezado colega Niciácio Serafim Barcellos*) lê-se o trecho seguinte:

“São considerados de primacial importância, na consideração dos requisitos destes Padrões, os resultados de estudos recentes sobre os perigos potenciais de poluição, existentes nas redes de abastecimento das nossas comunidades,

- (1) por instalações domiciliárias defeituosas;
- (2) interconexões perigosas;
- (3) ou não etc., bem como, sobre
- (4) os perigos decorrentes de falhas no funcionamento da estação de tratamento;
- (5) e nos trabalhos da rede de distribuição”.

E eu acrescentaria, pelo menos,

- (6) e das alterações para pior, da qualidade da água in-natura, motivadas por poluição superveniente, da bacia.

“Todos esses defeitos, ou um só que seja, podem pôr em risco a garantia (a segurança) da água na rede. O máximo cuidado e consideração têm sido dispensados às precauções destinadas a descobrir e corrigir contaminações que possam surgir no sistema de distribuição e, acima de tudo, salvaguardar a saúde dos viajantes.” (Essa publicação se refere a viajantes, porquanto, o governo federal norte-americano exerce sua jurisdição sobre questões relativas à água, apenas no terreno “interestadual”, nos meios de transporte, e não poderia legalmente interferir nos abastecimentos municipais, cuja independência é sagrada).

Continuando, diz o citado Prefácio:

“As águas de abastecimento, para merecerem o certificado de aprovação (pois existe por lá um “Surgeon General”, que aprova ou não os serviços de águas), devem possuir todos os requisitos (sanitários, químicos e bacteriológicos) dos Padrões; qualquer falha definida, em um deles, pode ser motivo para rejeição ou concessão de certificado apenas provisório, conforme o julgamento da autoridade competente”.

Por exemplo, segundo o item 2.2, essa aprovação é condicionada à existência de:

- a) *normas e regulamentos* proibindo conexões ou disposições por meio das quais, líquidos ou substâncias químicas perigosas, desconhecidas ou de qualidade duvidosa, possam ser recebidas em águas de abastecimento público;
- b) medidas para fazer *cumprir efetivamente* essas normas e regulamentos em todas as instalações novas; e
- c) um *programa* de trabalho contínuo, no sentido de descobrir os riscos contra a saúde e os defeitos sanitários existentes na rede de água”.

A possibilidade de ser mantida uma água dentro nos limites de padrões bacteriológicos e químicos depende, indiscutivelmente, da existência desses padrões de “serviço”, no entan-

to, pouco se ouve falar neste tipo de padrões. E' um ponto geralmente omissso. Costumamos, aqui e alhures, contentar-nos com um boletim de análises e “tout va bien, madame la Marquise!” Julgo que se faz necessária uma reação no sentido de serem cada vez melhor especificados os padrões concernentes a esta fase preparo-distributiva.



Passemos a falar alguma coisa a respeito da 2.^a parte do nosso quadro de padrões, conforme a divisão por nós escolhida; assim, tratemos agora dos padrões de potabilidade, de água em fase do consumo, que quer dizer, das características mais frequentemente discutidas, *enfim, dos padrões de qualidade:*

*bacteriológica,
física e
química.*

Qualidade Bacteriológica — Quando um leigo leva a amostra de água, por ele mesmo colhida, a um laboratório de Bacteriologia, deseja sempre saber (porque ouviu falar tanto nesses “bichos”), se naquêlo vidro existem muitas amebas, micróbios de tifo, disenteria bacilar etc.. Percebe-se logo que êle nunca imaginou tratar-se, talvez, de tarefa mil vèzes mais difícil que procurar a famosa agulha num palheiro!

A detecção de um organismo coliforme em 100 ml de água representa a façanha da descoberta de um objeto que pesa *25 centésimos de bilionésimos de miligrama*, disperso em uma amostra de 100 gramas, em outras palavras, determina-se, nesse volume total, uma substância cuja concentração, expressa em porcentagem, seria:

0,000.000.000.025%!!

Qual a reação química que chega a ter êsse alcance?

Quatro bilhões de germes do grupo coliforme, isto é, um número igual, praticamente, ao dôbro da população humana sobre a Terra, são necessários para perfazerem a massa de 1 mg! As reações químicas mais precisas permitem, apenas, determinar-se uma *fração de parte por bilhão* e raras são as reações de sensibilidade tamanha; sem embargo, a Bacteriologia consegue dosar concentrações milhares de vèzes menores!

Não devemos, pois, ficar maravilhados, se uma vèz ou outra, um exame bacteriológico se mostra negativo, falhando de acusar a presença de algum micróbio. O oposto é que é incrível, que se consiga, com tamanha frequência, identificar seres tão minúsculos e em dispersão tão grande! Daí, a evidência da necessidade de exames repetidos e frequentes e da falta de significação, da inadequacidade de uma análise esporádica.

Mas, dizíamos que o leigo gostaria fôsse dado imediatamente o nome aos bois. Seria, justamente, a maneira mais lógica de abordar o problema da fiscalização da poluição bacteriana; vale dizer, fazer-se a determinação das espécies dos micróbios patogênicos responsáveis pela má qualidade de uma amostra. Quando se tornarem generalizadas, as novas técnicas de concentração bacteriana inicial (filtros etc.) será facilitado êsse trabalho. Todavia, a

(*) V. Boletim R.A.E., n.º 21, julho de 1949.

identificação, em águas, de *Salmonella typhosa*, a qual se chamava *Eberthella* pouco tempo atrás, não é ainda emprêza rotineira; constitui trabalho difícil e demorado. Basta dizer que, desde que se começou a fazer exames bacteriológicos de águas, até pouco tempo atrás, êsse isolamento fôra feito somente uma dúzia de vêzes, aproximadamente. O mesmo aconteceu com outros organismos patogênicos.

Por êsse motivo, recorreram os laboratórios de Bacteriologia a um artifício. Sabendo-se:

- (1) que o trato intestinal do homem (e dos animais) abriga normalmente número elevadíssimo de *Bacterium coli*;
- (2) que, por sua vez, êsses germes não são encontrados em outros ambien-

Bact. coli
Streptococcus faecalis
esporos de *Clostridium welchii*

100 mil a 1 milhão/mililitro
mil a 100 mil/mililitro
cem a 10 mil/mililitro

Embora não constitua uma informação generalizável, **Kehr e Butterfield** (o "filatelista") nos apresentaram, em 1943, com uma relação entre coliformes e patogênicos entéricos. Acharam êles que, para cada milhão de coliformes, no esgôto ou em água poluída, podemos esperar de 3 a 120 bacilos tifóidicos. Ao mesmo tempo, relacionaram êsses AA. o aumento da morbidade por febre tifóide com o crescimento da "ratio" *Salmonellas*/*Esch. coli*.

Denominações tais como *B. coli*, *Grupo B. coli*, *Grupo Coli-Aerogenes* etc., deverão ser substituídas, segundo a terminologia moderna, pelas expressões: *Grupo Coliforme*, *Grupo dos Coliformes* ou simplesmente, *Coliformes*. Êste novo grupo abrange os gêneros *Escherichia (coli etc.)* e *Aerobacter (aerogenes etc.)*.

Para confirmar, finalmente, o valor da pesquisa dos "Coliformes" repetirei uma passagem do relatório de **Houston** ao **Metropolitan Water Board** (Inglaterra, 1925):

"A prova do *B. Coli* (assim se dizia), que já sobreviveu às vicissitudes dos primeiros tempos, permanece hoje como sendo o ensaio mais prático, delicado, preciso e rápido, para se pesquisar inquinação excrementícia, e pode ser tomada, seguramente, como indicadora fidedigna de algum perigo à vista, nos seus aspectos positivos e, nos seus aspectos negativos, de ausência, quase certa, de micróbios associados a moléstias epidêmicas de veiculação hídrica; além disso, em geral, representa um ensaio, que, acima de todos os demais, nunca pode um analista de águas omittir-lo, apresentando, ao mesmo tempo, suficientes escusas".

Acrescentarei, ainda, um trecho do "Manual" da **Amer. Water Works Association**:

"A determinação da incidência de membros do *Grupo coliforme* constitui o índice de poluição mais delicado e de maior fídúcia, de que se pode hoje lançar mão; costuma-se empregá-la, também, para medir a eficiência da purificação e a possibilidade de uma água".

tes da natureza (solos, vegetais, ar, etc.);

- (3) que não são muito exigentes, quanto ao meio de cultura;
- (4) que seu reconhecimento é fácil;
- (5) que sua presença não impede o aparecimento de espécies patogênicas no lume intestinal,

decidiu-se, justamente, escolhê-los como, indicadores de contaminação fecal. Apesar de habitualmente saprófitos, quando sua contagem sobe além de um limite baixo, somos levados a encarar êsse fato como sinal de perigo.

Aliás, existem diversos trabalhos, feitos por pesquisadores de valor, que nos mostram a preponderância quantitativa do *B. coli*. Por exemplo, no esgôto, o quadro apresenta-se, frequentemente, do seguinte modo:

Não olvidemos, porém, a possibilidade de surgirem *cercárias de esquitossomos*, em determinados mananciais, de existirem *virus de icterícia infecciosa* e outros, além de microorganismos diferentes e prejudiciais ao homem e que não seja, nenhum dêles, prenunciado pelo semáforo vermelho dos *Coliformes*. E acima de tudo, não se durma sôbre o travesseiro dos boletins de análises; êles são "uma" informação, que deverá ser sempre corroborada pela inspeção sanitária, pela aplicação da 1.^a parte dos Padrões, conforme falei e por tôdas as demais informações pertinentes ao problema.

As primeiras "contagens" de germes contidos n'água, mediante meios de cultura sólidos, foram executados por **Miquel**, que publicou, em 1880, um artigo na "Révue d'Hygiène" (Paris), intitulado:

"De la richesse en bactéries des eaux d'es-sangeage".

Estabeleceu, também **Miquel**, uma escala de classificação das águas, que ainda presta alguns serviços (Quadro I).

Devemos, entretanto, não esquecer de que ela está baseada, tão somente no número de organismos capazes de desenvolver-se num meio especial e na temperatura de incubação escolhida. Essa e outras contagens, de meios sólidos, como a gelatina ou o agar, chamadas frequentemente *contagens totais*, não representam a proporção real de todos os microorganismos existentes na amostra.

E, quanto ao lado qualitativo, que colaborasse na caracterização da prevalência de entidades habituais do intestino, também, é precária a sua informação.

No Congresso de 1949, da "Association Internationale des distributions d'Eau", asseverou o Sr. **Van de Vloed**, Chefe dos laboratórios dos serviços de água de Antuérpia (Bélgica):

"Sans colonie pure, pas de reactions caractéristiques; sans reactions caractéristiques, pas d'identification exacte du microbe!"

Sem dúvida, porém, a contagem total que acompanhe assiduamente um determinado pon-

to de amostragem, pode servir, perfeitamente, para nos dar um alarma.

Convém que se diga, neste ponto, que a técnica bacteriológica da contagem de placas de gelatina, mantidas na temperatura ambiente (cêrca de 20 °C) foi adotada pelos primeiros "Standard Methods" da *American Public Health Association*, aparecidos em 1905.

Em 1912, em lugar de gelatina, o meio sólido entrou a ser preparado com agar e incubado a 37 °C.

Pouco depois, em 1914, foram publicados pelo *Serviço de Saúde Pública do Governo Norte Americano*, os primeiros "Padrões de Pureza", para águas potáveis. Admitia-se então, um limite máximo para a impureza

bacteriológica; qualquer contagem superior a 100 colônias por mililitro, em placas de agar, seria condenada.

Ja se constatava, naquêles tempos, que as informações prestadas pelas placas de *Petri*, pelos meios sólidos, não se casavam com os resultados das inspeções sanitárias e dos inquéritos epidemiológicos. Não se devia, pois, confiar tanto nas *contagens totais*.

Passou-se, então, a procurar nos caldos lactosados um guia mais seguro. Desde 1903, existia o critério interpretativo de *Whipple*, para provas feitas em meios líquidos, provas presuntivas da presença de organismos coliformes (Quadro II).

PADRÕES PRIMITIVOS DE QUALIDADE BACTERIOLÓGICA DE ÁGUAS

QUADRO I

CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS POTÁVEIS, SEGUNDO MIQUEL (1891), BASEADA EM NÚMEROS DE BACTÉRIAS DIVERSAS	
Contagem das colônias em placas de gelatina. Número por mililitro	Qualidade
Abaixo de 10	Extremamente pura
10 a 100	Muito pura
100 a 1.000	Pura
1.000 a 10.000	Medíocre
10.000 a 100.000	Impura
Acima de 100.000	Muito impura

PADRÕES PRIMITIVOS DE QUALIDADE BACTERIOLÓGICA DE ÁGUAS

QUADRO II

INTERPRETAÇÃO DE WHIPPLE (1903), DOS RESULTADOS DA PROVA PRESUNTIVA DE PRESENÇA DE ORGANISMOS COLIFORMES					
Qualidade sanitária	Volume de água examinada Em ml				
	0.01	0.1	1.0	10.0	100.0
Boa (segura)	0	0	0	0	+
Razoavelmente boa	0	0	0	+	+
Suspeita	0	0	+	+	+
Provavelmente má	0	+	+	+	+
Má	+	+	+	+	+

Também, os "Padrões" Norte-Americanos de 1914 referiam-se à produção de gás, produzido pela fermentação da lactose, indicando a presença de *Escherichia coli* (assim se denominava então o grupo coliforme) e já limitavam essa presença ao máximo de 20%, das porções de 10 mililitros, de cada amostra isolada, quer dizer, a 1 tubo de fermentação, dentro de qualquer grupo de cinco tubos:

+ — — — —

A densidade mínima de bactérias, em 100 mililitros de amostra, calcular-se-ia da seguinte maneira:

$$\cong 1 \text{ Esch. coli: } 5 \times 10 \text{ ml} :: x : 100$$

$$x \cong \frac{100}{1 \times 50}$$

Resposta: No mínimo, 2 bactérias por 100 mililitros.

Não se preocupavam, entretanto, os "Padrões" de 1914 com princípios de probabilidade matemática.

Surgia o *Índice Coli* que, calculado segundo instruções de **Phelps**, tomou inclusive o nome de *Índice de Phelps*.

Além desse processo de medir os resultados das provas bacteriológicas, estava em uso o I. N. (nós brasileiros, deveríamos dizer N. I., isto é, o número indicado).

Muitos laboratórios limitavam-se a consignar em seus boletins de análises:

presença de *B. coli* em 0.01 ml ou em 1,0 ml ou em 10 ml etc., entendendo-se por isso, a *mais alta diluição* (correspondente a *mais baixa concentração*), fermentadora do caldo e contendo tal parte alíquotada da amostra. Algumas instituições continuam a adotar esta praxe.

A transformação da Bacteriologia, de ciência inicialmente qualitativa, em ciência que está fornecendo ao homem dados numéricos importantes, — para melhor compreensão e controle de uma série de fenômenos vitais, — foi conseguida graças à contribuição dos matemáticos.

Em virtude da possibilidade de proliferação dos micróbios em progressão geométrica, a comparação de resultados de um ensaio bacteriológico com outros, cujos menores detalhes tenham sofrido, ainda que inexplicavelmente, variação mínima, oferecerá informações estonteantes, que se nos afigurarão absurdas. "Oito e oitenta" é a cousa mais banal, que pode ocorrer. Todavia, mantidas condições bastante uniformes e estudados os resultados de séries de determinadas provas bacteriológicas, sob as luzes do cálculo de probabilidades, chegaram **Greenwood** e **Yule**, em 1917, a interpretar melhor a numérica bacteriana. Pondo-lhes o "chapeu de Napoleão" (isto é, debaixo de uma curva de **Gauss**), muitos desses resultados adquirem um aspecto mais decente, mais aceitável, permitindo-lhes acesso a uma roda mais elevada, porque, francamente, não se deve aplicar, nem sequer, uma simples média aritmética, no estudo de certos resultados de ensaios bacteriológicos.

A revisão feita em 1926, dos padrões norte-americanos, deixou de fazer referência à

Contagem Total e emprestou significação, quanto à presença de *Esch. coli*, somente, a séries de amostras, em vez de estimar amostras isoladas. Essa edição de 1926, tornara-se mais exigente. Não admitia que aparecesse *Esch. coli* em mais do que 10% das séries de 5 porções, examinadas no decorrer de um mês, e tolerava que as variações em torno da média, chegassem a acusar, ocasionalmente, a presença de microorganismos em 3 ou mesmo mais, das 5 partes em que se costuma subdividir uma amostra singular, formando-se uma sériesinha.

Supondo que um serviço de águas colha 3 amostras semanais e considerando o mês de 4 semanas,

$$0,1 \times 3 \times 4 \times 5 = 6 \text{ porções, apenas,}$$

poderiam, durante um dado mês, fermentar a lactose, muito embora, de uma só feita, os 5 tubos da série incubada possam mostrar-se positivos.

O limite médio da densidade mínima de bactérias baixara para:

$$\frac{1 \times 100}{10 \times 10} = 1 \text{ bactéria, em 100 mililitros.}$$

Continua, hoje, este limite, em torno daquele valor, segundo os padrões vigorantes nos EE.UU.. Não obstante, os resultados apresentados em termos de N.M.P. (*número mais provável*), não permitiriam o uso de um valor limite inferior a 2,2 coliformes, por 100 mililitros de amostra, quando se tenham incubado porções de 10 ml. Para se chegar a um novo limite, de 0,22/100 ml, seremos obrigados a incubar porções de 100 ml, de acordo com as tabelas calculadas, segundo as equações estabelecidas pelo cálculo de probabilidades.

Para águas de densidade bacteriana muito baixa, é evidente que temos de utilizar volumes maiores de amostras, para conseguirmos resultados mais precisos.

O estudo da parte estatística, que produziu um *índice colimétrico* mais rebuscado, deveria, a meu vêr, ser objeto de uma palestra especial, promovida por esta *Divisão de Engenharia Sanitária*, em conjunto com a *Secção Regional da AIDIS*. Poderíamos se concordarem, convidar para isso, o **Prof. Azevedo Netto**, que já publicou, a fim de facilitar o trabalho dos alunos da Faculdade de Higiene, um excelente folheto mimeografado sobre "Matemática Bacteriológica".

O NMP (MPN dos americanos) não tem sido universalmente adotado pelos laboratórios bacteriológicos, seja pelo amor à estrada velha, seja pela falta de compreensão do problema e ainda, talvez, pela aversão à matemática, manifestada por grande número de homens de laboratório, dedicados às ciências mais ligadas à Medicina. Sem embargo, existem tabelas, ou então, recorra-se a fórmula de **Thomas**, muito simples e que fornece uma boa aproximação.

E todos os boletins deveriam apresentar, para futuras verificações, um espaço para os + + e — —, de todas as diluições.

Boas novas estão surgindo no horizonte. A filtração através de membranas é uma delas. Outra, consiste nos estudos que se fazem nos EE.UU. para aperfeiçoar uma técnica reveladora da presença do coli fecal (*Escherichia coli*), em lugar de todo o grupo coliforme, de acordo com o método em uso. E devemos esperar

que logo surjam novos critérios, para facilitar a tarefa da interpretação bacteriológica da poluição.

Deixei de abordar questões paralelas à Colimetria, como sejam as pesquisas do *Clostridium welchii*, do *Streptococcus faecalis* etc., porquanto não constituem métodos frequentemente aplicados e pouco ou nada poderia eu dizer sobre eles. Tampouco analisarei as possíveis falhas da simples pesquisa dos coliformes, que podem deixar de aparecer nas culturas em que estejam presentes *Pseudomonas* etc, ou onde existam certas substâncias inibidoras.

Não posso, contudo, deixar passar esta oportunidade para confessar-me, quanto a certa praxe de fornecer resultados bacteriológicos, em situação semelhante à do velho percutidor de rodas de vagões ferroviários,

quando se lhe perguntou a finalidade das suas pancadinhas. Trata-se do seguinte:

Diversos laboratórios paulistas, em seus boletins, citam resultados referentes a uma "Escala termófila". Até *termófilas*,* todos nós chegamos. Entretanto, um dia, procurei saber qual o significado prático dessa escala e perguntei a diversos bacteriologistas por alguma literatura esclarecedora da questão. Ninguém pode me informar com certeza. Mas o fato é que já haviam encontrado esse costume de ler a tal Escala, ao assumirem as suas funções e, provavelmente, esse tipo de prova seria uma antiga idéia francesa, que não chegou a uma conclusão. . . "Termófilas" cultivadas a 37 °C?!

Vejam como é difícil tomar novos rumos, deixar do martelinho!

Peço, portanto, que se alguém puder me tirar deste embaraço, me ajude.

* GRUPO	Zonas de temperatura (°C), adotadas para classificação das bactérias		
	MÍNIMA	ÓTIMA	MÁXIMA
Psicrófilas	- 5 a 0°	10 a 20°	25° a 35°
Mesófilas	10 a 25°	20 a 40°	40° a 45°
Termófilas	25 a 45°	50 a 60°	70° a 80°

2.ª PALESTRA *

Em nossa primeira palestra sobre este tema, dissemos que iríamos considerar os padrões de potabilidade sob dois aspectos:

- (1) a elaboração e a distribuição do produto;
- (2) sua condição final, quando entregue ao consumo,

e havíamos ainda anunciado que seria sob este último aspecto, que empreenderíamos a análise dos padrões que mais frequentemente são por todos discutidos, ou seja, dos padrões de qualidade bacteriológica, física e química.

Aquêles que assistiram a palestra anterior estarão provavelmente lembrados de que, além de considerações gerais, de comentários sobre "padrões de serviço", procuramos dizer alguma coisa sobre os padrões bacteriológicos. Cumpre-nos hoje, portanto, tratar da condição final das águas distribuídas ao consumo, sob o prisma de suas características físicas e químicas.

Como sou preguiçoso e nunca preparára uma palestrinha para minha querida Associação Brasileira de Química, resolvi aproveitar

esta oportunidade da "liquidação" deste meu velho débito para com a Divisão de Engenharia Sanitária do Instituto de Engenharia, para dar igualmente aos meus colegas da secção de S. Paulo da ABQ a "grande satisfação" (!) de me ouvirem a respeito deste capítulo, que, provavelmente, também os interessará, pois, nesta continuação de minha palestra, terei de tecer comentários sobre a interpretação de muitas determinações feitas pelos nossos laboratórios químicos.

Meu amigo **Pedro Pasternak**, ativíssimo Diretor desta Divisão do Instituto, concordou em que eu pudesse, esta noite, ajudar a um grupo de técnicos, maior que aquele dos "habitues" da Divisão, a conciliar um sono mais tranquilo, graças às minhas capacidades soporíferas. Posso assegurar, todavia, que se trata de um entorpecente barato, apresentando ainda a grande vantagem de não criar hábito. . .

Na palestra precedente vimos que o advento dos exames bacteriológicos de água havia relegado as análises químico-sanitárias como que a um plano secundário. Por outro lado, a Bacteriologia veio exaltar a significação das conquistas da Química Tecnológica e da Engenharia Sanitária no campo da purificação das águas e estimulou nos laboratórios a procura de novos métodos de análises químicas. Contudo, o desenvolvimento industrial de muitas nações está fazendo com que os dados químicos voltem a representar papel preponderante no julgamento da potabilidade de uma água, porquanto não pode a Bacteriologia, sozinha, contar todo o

(*) Palestra proferida na Divisão de Engenharia Sanitária do Instituto de Engenharia, aos 20 de setembro de 1954, em reunião conjunta com as Secções de São Paulo da Associação Interamericana de Engenharia Sanitária e da Associação Brasileira de Química.

passado, a história das massas d'água que tenham recebido despêjos industriais e domésticos e que "malgré tout" precisam ser potabilizadas. O concurso da química é hoje, mais do que nunca, imprescindível, quando se queira saber se uma água pode ou não ser bebida. Em suma, mais uma vez fica provado que as várias ciências representam simplesmente facetas diversas do conhecimento humano, que são tôdas irmãs, agradando-me sobremodo imaginá-las de mãos dadas, a brincar de roda diante dos nossos olhos!

Antes de iniciar pròpriamente a fria discriminação e subsequente, apreciação de cada uma das diversas características físicas e químicas que costumam ser consideradas pelas autoridades sanitárias de vários países civilizados, em suas normas de qualidade de água, desejo fazer algumas ligeiras reflexões sôbre:

- a) como surgiram êsses números limites;
- b) algumas possibilidades de aplicações ilegítimas de padrões hipotéticos e mesmo de padrões genuínos;
- c) o verdadeiro terreno a ser coberto pelas normas de qualidade;
- d) maneira de chegarmos a números limites nossos.

Tenho a impressão de que nenhum ente humano, em tôda sua existência, poderá lêr pessoalmente tudo o que se tem escrito apenas sôbre a água, nas várias partes do mundo. Livros, folhetos, notícias, revistas, que tratam dêsse líquido, sob os ângulos mais diversos, existem em tôdas as línguas em quantidade descomunal. Virtudes e defeitos, inclusive os mais absurdos, têm sido atribuídos às águas desta ou daquela localidade e, como sempre, procurando o homem explicá-los em funções de determinadas substâncias contidas nas águas, de misturas salinas felicíssimas e inimitáveis, pois "balanceadas" pela sábia natureza, de oligodinamismos, sinergismos, antagonismos e, sei lá, quanta cousa mais. Águas medicinais, mineiras, radioativas etc., já deram muito dinheiro às organizações hoteleiras, especialmente quando o jôgo é franco... No entretanto, de tôda a grande massa de afirmações apoloéticas, muitas das quais não comprovadas, nem comprováveis, algum saldo, de interesse técnico-científico resultou, graças a Deus.

Variadíssimos ensaios de laboratórios, numerosas pesquisas químicas, medidas físicas diversas, para falarmos sômente dos aspectos científicos que nos interessam neste momento, foram aplicados aos estudos das águas. Lançando mão de todos êsses dados, aos poucos foram sendo fincados alguns marcos miliários nos pontos chaves dessa longa estrada e algumas dessas medidas têm resistido à ação do tempo, pois resultaram, vamos dizer, quase estatisticamente, de uma grande soma de observações, nas quais tomaram parte, não exclusivamente os químicos, mas também todos os demais profissionais ligados à Saúde Pública, a saber: médicos, engenheiros, farmacêuticos, dentistas, etc..

Penso não estar cometendo nenhum atentado contra a ética profissional ao dizer, entre estas quatro paredes, que muita leviandade e muita ousadia têm sido cometidas por parte de indivíduos que "não sabem que não sabem", ou mesmo de alguns que "sabem que não sabem", quando de seus depoimentos, quando de suas "interpretações" sôbre dados químicos e físicos relativos a análises de água.

Êsse procedimento ilegítimo talvez seja menos frequente hoje do que nos tempos em que era muito maior a corrida em busca de estâncias hidromedicinais e de águas das serras etc.. A facilidade de engazopar os leigos, neste particular, é muito grande, sendo às vêzes aproveitada pelos desonestos.

Realmente, ainda não existe padronização universalmente aceita dos métodos de análise de água. Cada laboratório adota suas marchas e técnicas particulares. Os "Standard Methods for the Examination of Water and Sewage", publicados pelas Associações Norte-Americanas de Saúde Pública e dos Serviços de Água, embora não possam ser considerados uma perfeição, vão sendo paulatinamente aceitos pelos laboratórios encarregados dessas análises. Representam, quando pouco, uma excelente tentativa de uniformização dos processos e de expressão dos resultados.

No momento de receber os resultados dos diversos tipos de análises de água, análise de potabilidade, reconstituição da composição salina pelas "combinações" hipotéticas dos diferentes iões, pesquisa das substâncias incrustantes, análises destinadas ao contrôlo do tratamento etc., cada qual com sua respectiva série de determinações, poder-se-á notar que a grande maioria dos interessados queda-se perplexa diante de um documento cheio de expressões nominais e numéricas que nada lhe sugerem.

Vou fazer mais um pouco de veneno, manifestando minha desconfiança de que até mesmo muitos analistas seguem efetuando umas tantas determinações, fornecendo filas e filas de resultados, sem estarem percebendo bem a significação de todo aquêl conjunto e, quiçá, mesmo desta ou daquela parcela isolada. É bem diferente o quadro, em se tratando da análise de uma liga, de um minério e de tantos outros produtos industriais e comerciais. Por exemplo, qualquer borbobotas perceberá imediatamente que um calcáreo com 98% de carbonato de cálcio deve ser mais valioso que outro com 85%; uma cozinheira inculta compreende perfeitamente que ouro de 22 quilates seja mais fino que aquêl de 18. Uma explicação sumária, se fôr solicitada, elimina qualquer pequena dúvida. Mas quando se começa a falar de graus de côr, turbidez na escala de sílica, nitrogenio albuminóide, ferro total, partes por milhão de lâo cloreto, oxigênio consumido, BOD e que sei mais, a situação é inteiramente outra. Não parece tratar-se mais de análise química e sim de análise clínica, cujos resultados deverão ser levados ao especialista que, diante dessas informações do laboratório e de outras mais que se tornem necessárias, poderá formar um juízo mais completo acêrca do caso em aprêço.

Sempre que esteja em jôgo um interesse particular, costumam os interessados, exatamente como certos doentes, ocultar a origem da amostra, dificultar o diagnóstico, por medo de que o negócio possa complicar-se! Em tais casos, deveriam os laboratórios negar-se a fazer qualquer comentário. Em questões de abastecimento de água, uma amostra relativamente tão pequena, colhida num momento "X", pouco ou nada diz; no entanto, quem desconhece o assunto continuará a depositar plena confiança numa única análise, feita em 1918 e que assegurava ser a água citada de boa qualidade, segundo a informação do doutor Tal.

Não obstante não querer sobrestimar o papel dos técnicos realmente conhecedores dos problemas relativos às águas de abastecimento público, não poderei deixar de afirmar que a tarefa de "interpretar" uma simples análise de água não deve ser atribuída a profissional que não possua larga experiência nesse campo, associada à dedicação pelo estudo dos problemas correlatos e a um certo espírito de observação. Dever-se-ia, afinal, procurar o profissional que saiba lê o que não está escrito, que não se impressione com números isolados, mas sabe conferi-los, associá-los, compará-los e utilizá-los. Poderá parecer que eu esteja me aproveitando desta oportunidade para fazer propaganda de Fulano, Beltrano ou Sicrano, mas peço licença para, honestamente, dizer o que penso, chegando, embora, a render a Cesar aquilo que lhe é devido. Tantas são as influências que, ocasional, cíclica ou sazonalmente, são exercidas sobre mananciais, poços, tratamentos, rês urbanas, reservatórios públicos e privados, etc., que somente os anos de contato com essas questões da vida prática e com as revistas, livros e publicações especializadas poderão completar um "expert" (tanto quanto possível, evidentemente). Quero frisar que me referi a "expert" e não a esperto!

Mas, vamos ao que reputo mais construtivo! Façamos, então, da amplitude da aplicação de normas de qualidade, criteriosamente aceitas.

A que se destinam elas, de fato? A casos especiais? Não!

As características físicas e químicas de que tratam os padrões de potabilidade deveriam ser os valores máximos, admissíveis em qualquer tipo de abastecimento público.

Que dirão, os Senhores, das discordâncias apontadas pelo quadro compilado por **Caballero**, para ser apresentado ao Congresso de Engenharia Sanitária reunido em 1950 no México* e que tomo a liberdade de projetar?

Encontraremos:

pH variando de	6,8	a	10,6
alcalinidade total variando de	50	"	400
magnésio	"	"	15 " 125
cloretos	"	"	5 " 600
cobre	"	"	0,2 " 3
nitratos	"	"	7,4 " 228
amoniaco	"	"	0 " 0,64
nitrogênio albu- minóide	"	"	0,005 " 0,120
etc.			

Além disso, vemos que, enquanto as normas de alguns países se preocupam de determinados itens, outras nem de leve a estes fazem menção!

Teria existido um critério uniforme ao se estabelecerem limites tão díspares?

Evidentemente, essas enormes diferenças de amplitude devem estar cobrindo campos diferentes; os pontos de vista que superintenderam a organização das tabelas singulares, forçosamente, estarão divorciados; tais números serão aplicados, provavelmente, a produtos destinados a fins diversos! Ou as substâncias, venenosas na Lapa, deixariam de matar a gente da Penha?

Em suma, todos concordarão que será necessário "ab initio", precisar o alcance geral dos padrões e unicamente dotar de marcos miliaários os pontos indiscutivelmente adequados.

Tratando-se de padrões de potabilidade de águas de abastecimento público e, portanto, sob a égide da Saúde Pública, deveriam ser eles aplicáveis a todo e qualquer serviço de abastecimento coletivo de águas. Naturalmente, as peculiaridades locais deverão ser consideradas pelos regulamentos aos quais estiver subordinada a respectiva região e cada país e cada estado, porventura, aceitará o que lhe couber daquêles achados universais, promulgando, a seguir, a própria legislação relativa.

Não deveriam imperar rigores excessivos e desnecessários, pois a variedade de situações é grande. Se algumas águas recebem tratamentos de clarificação, filtração etc., outras são distribuídas "in natura" e outras mais, apenas cloradas e assim por diante. O que nos deve interessar, no caso, é a salvaguarda da saúde do povo. O aperfeiçoamento da operação de determinadas estações de tratamento, a classificação de uma água mineral, a adequabilidade para certo uso industrial constituem questões à parte, sujeitas a *outros tipos de padrões*.

Poderíamos, eventualmente, considerar segura, sob o ponto de vista da saúde pública, uma água com 10º de turbidez; todavia, qualquer operador de estação moderna de tratamento deveria enrubescer quando os filtros sob sua responsabilidade estivessem produzindo um efluente com 4º ou 5º da mesma escala de sílica! As exigências de um determinado serviço poderão ser muito mais severas que os padrões impostos pela Saúde Pública, pois, malgrado estejam dentro do caso geral, constituirão um caso especial.

A determinação do "oxigênio consumido" pode ser muito útil como elemento elucidativo de uma análise, ou para o controle das várias fases de um tratamento, mas não apresenta hoje em dia a necessária "independência", para que seus resultados possam representar um critério fundamental no julgamento de uma água.

Sem embargo, nenhuma água potável poderá conter quantidade de chumbo superior a certo limite, sob pena de ser, *por todos*, considerada perigosa.

Limitadas dessa maneira, a amplitude e a significação dos padrões, não poderiam mais surgir discordâncias tão chocantes, quanto a valores e mesmo quanto à enumeração dos índices. Já dissemos que a concordância geral poderá não ser absoluta e que as circunstâncias regionais deverão ser respeitadas, desde

(*) P. J. Caballero. — Discusión sobre las Normas de Calidad para Agua Potable — Revista da AIDIS, Ano 3, pág. 53-64.

que o superior interesse da Saúde Universal fique suficientemente resguardado. Aliás, como obrigar alguém a abdicar de seus legítimos direitos de originalidade?

Se todos concordarem, direi desde logo, como julgo que deveríamos fazer para chegarmos aos nossos números. Porquanto, se bem que figurem padrões brasileiros ao lado daqueles de outros 9 países americanos no citado Quadro comparativo de **Caballero**, não os conhecia e ainda não sei de sua existência legal. Na parte referente a água, o Decreto 16.300, de dezembro de 1923, que regulamentou o Departamento Nacional de Saúde Pública, reza segundo o art. 702 simplesmente o seguinte:

“Serão consideradas potáveis as águas que química e bacteriológicamente não acusarem indícios de contaminação, nem apresentem qualquer anormalidade na sua composição”.

E no Estado de São Paulo, o Regulamento do Policiamento da Alimentação Pública fixa certos números, porém, aplicáveis somente a águas de fonte, a águas engarrafadas, exclusivamente. Outros estados, provavelmente, terão cousa parecida.

Por diversas vezes, tentou-se em nossa terra concretizar algo sobre padrões de potabilidade. Por exemplo, em 1937, num Congresso de Higiene (Vide Rev. Bras. de Higiene e Saúde Pública, n.º 1, ano XII, janeiro de 1938), houve um forte movimento nesse sentido; e em quase todos os congressos de engenharia, de higiene, de normas técnicas, tem-se falado a esse respeito. O **Dr. Nicácio Serafim Barcelos** contribuiu extraordinariamente para a divulgação do assunto, traduzindo e publicando entre nós as últimas edições das “Normas Sanitárias para os abastecimentos de água” e dos “Padrões de Água Potável” do Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos.

Serei hoje mais uma “voz”, que não é “vox clamantis in deserto” e que apela portanto para os bons officios desta Divisão de Engenharia Sanitária para que remeta aos poderes competentes a sugestão de criar-se mais uma comissão destinada ao estudo dos nossos padrões.

Não creio que padrões, desta natureza devam ser estudados pela ABNT embora ela também possa colaborar na tarefa, porquanto, êles se enquadrariam melhor no âmbito do policiamento da alimentação pública, talvez. Não são propriamente normas de engenharia ou de química, pois a meu ver, a imposição de sua obediência estaria a cargo da Secretaria da Saúde. Trata-se, primordialmente, de uma questão de Higiene Pública, conquanto sua solução exija o concurso de profissionais de formações distintas, incluído o médico, naturalmente.

Deveriam ser, convidados a colaborar, salvo alguma omissão involuntária: a Universidade e, especialmente, os Departamentos de Química Fisiológica e de Farmacologia da Faculdade de Medicina, os Departamentos de Bacteriologia, Química, Nutrição e Saneamento da Faculdade de Higiene, o Instituto Adolfo Lutz, o Departamento de Águas e Esgotos e o Departamento de Obras Sanitárias, além da própria Secretaria da Saúde.

Posso assegurar que um grupo de estudiosos do assunto já existe nessas instituições, e

estudiosos armados de literatura e de dados acumulados durante anos.

Coordenados seus esforços, desincumbir-se-ão rápida e galhardamente da tarefa.

A título de “abertura da picada”, para preparar o caminho dos maiores, se forem convocados, passarei por fim a fazer alguns comentários sobre as características físicas e químicas mais frequentemente arroladas e discutidas. Todavia, não tenho a pretensão de fornecer aos colegas um fio de Ariadne, que guie os modernos Teseus através dos labirintos de resultados analíticos.



Começarei pelas **características físicas**, que alguns autores classificam como “factores psicológicos” e talvez tenham suas razões para isso, embora eu esteja convencido de que não se trata exclusivamente de questões psicológicas.

Os padrões do Serviço de Saúde Pública dos EE.UU. enumeram 4 itens, repetidos também pelas normas de outros países.

Turbidez, côr, odor e sabor são seus nomes singulares.

Pena que não se possa, ainda, incluir a temperatura, entre as características controláveis, para uso geral.

Dizem os norte-americanos:

“A turbidez da água não deverá exceder de 10 ppm (escala de sílica), nem a côr deverá exceder de 20 (escala de Pt-Co). A água não deverá ter nenhum sabor ou odor que mereçam objeção”.

E acrescentam, em nota:

“Os requisitos relativos a turbidez e côr devem ser satisfeitos por tôdas as águas filtradas. Os limites de turbidez e côr para águas não filtradas, e os requisitos de isenção de sabor ou odor para águas filtradas ou não, devem se basear em *juízo discreto e razoável*, levando-se na devida consideração *todos os fatores locais em jogo*”.

E’ muito importante saber-se qual a natureza da *turbidez*. Podem existir águas turvas não perigosas, embora, partículas de areia, de mica, possam ocasionar irritação e diarreias; porém, muitas vezes, a falta de limpidez mascara contaminação bacteriana, ou química-tóxica.

Digo mais, sempre que ocorram variações sensíveis no grau de turbidez de uma água, haverá motivo para suspeitas, especialmente quando a alteração se der na rede. Tanto o estudo de um manancial para abastecimento público, como o posterior contróle sistemático do fornecimento hídrico, deverão analisar a variação de turbidez “depois de uma chuva”.

Naturalmente, a água fornecida por um poço novo, por ex., poderá arrastar nos primeiros tempos o material fino existente no subsolo recentemente traumatizado, sem que essa condição seja reprovante, nem facilmente corrigível.

No entanto, um “ponto morto” de um sistema hidráulico, por outro lado, poderá ser facilmente limpo, por adequada descarga.

Não basta que a água apresente turbidez, vamos dizer, inferior a 1^o, ao sair dos filtros; seria necessário que ela chegasse límpida à casa de qualquer consumidor.

O ar, o Fe, o Mn e o Zn, além de outros "pândegos", pregam-nos frequentes peças em matéria de turbidez. Assim, o "Zé Povo" costuma queixar-se tanto das "doses de cloro" (segundo êle) que tornam a água *leitosa*. Trata-se, como sabem, de ar emulsionado, que se desprenderá em miudíssimas bolhas ascendentes, quando deixarmos o copo em repouso.

Já, com o Fe, e o Mn, poderá acontecer que se tornem opalescentes e cheguem até a formar precipitado, águas, que ao jorrarem da fonte ou do poço, se mostravam claras.

Nas instalações prediais de água quente, é comum a turbidez indicadora de corrosão dos canos.

Depois de um aquecimento, as águas que contenham certa quantidade de Zn deixarão de ser diáfanos.

Animais e vegetais microscópicos, principalmente nas águas não tratadas; falhas no tratamento ou má qualidade da cal nele empregada; corrosão das canalizações e até de hidrômetros, "cross-connections" etc. poderão afetar a transparência das águas.



Em geral, *côr* e *turbidez* andam associadas nas águas da natureza, disso resultando o que se convencionou chamar de *côr aparente*. A *côr*, de per si, pode não ser prejudicial à saúde: quanto chá, quanta infusão colorida tomamos com prazer, quicá com proveito. E muitas águas devem tão somente sua *côr* a vegetais macerados; outras, também relativamente boas, são coloridas por compostos de ferro ou manganês, por algas (não estou falando de *Microcystis flos aquae* e outras espécies venenosas).

Opostamente, águas fortemente nitradas e poluídas podem, não raro, apresentar-se incolores, brilhantes e claras.

Seja como fôr, entre um copo de água cristalina e outro de água amarelada, ou pardo-avermelhada, todos daremos preferência ao primeiro, exceção feita, que eu conheço, de alguns habitantes do Cabo Frio, apreciadores do paladar de sua célebre água avermelhada.

Além disso, qual vinho velho, pode a água vir a despir-se de seus pigmentos que, aderindo às paredes dos canos, viriam a diminuir-lhes o lume ou, coagulados e arrastados pela corrente, comunicariam mau aspecto ao líquido.

Um relatório de Mackenzie (Londres, 1938) mostra a existência de certa correlação entre *côr* e oxidabilidade de águas (*oxigênio consumido*), como era de se esperar.

Tôdas as águas, quando examinadas em grandes massas, exibem alguma coloração. Verificou-se que as mais puras, nessas condições, parecem suavemente verde-azuladas. As menos puras vão se revestindo de matizes que variam do amarelo-esverdeado ao pardo-avermelhado, geralmente.

As dissoluções de certos despejos industriais, de cobre dos recipientes (por águas ácidas), a suspensão de vegetações variegadas etc. fazem que as águas tomem côres diferentes das habituais, servindo êste fato de alerta.

Paladar e olfato, tão intimamente relacionados, podem, no nosso esquema, ser considerados quase instintos defensivos de nossa integridade física.

Indiscutivelmente, água gasificada com CO₂ impressiona mais profunda e agradável-mente as papilas gustativas, de modo especial quando serve de meio de dispersão para um bom uísque...

Numerosas são, porém, no mundo inteiro, as queixas dos consumidores de água quanto a *gôsto e cheiro*. Em parte, serão perfeitamente justificáveis; em parte, apenas fruto de fantasia. A complicar o problema, diga-se que as acuidades variam extraordinariamente de indivíduo para indivíduo.

Frequentemente, um *gôsto* "salino" pode prenunciar uma ação laxativa, quando não cártica. *Gôsto* "adstringente", *gôsto* "metálico" evidenciam, por vêzes, falhas no tratamento: excesso de cal, alumínio residual, presença de ferro etc..

Nas imediações de um "fim de linha", o *gôsto* que o vulgo denomina "pesado" pode provir da exaustão do oxigênio, no líquido ali estagnado. O excesso de cloro (residual superior a 1,0 ppm; cloraminas a 2,0), onde êle realmente se verifique, também é um inconveniente. Já têm sido descritos alguns raros casos de "alergia pelo cloro" (Taylor, p. 561).*

Resíduos industriais podem determinar surtos de *gôsto* e *cheiro*, agravados em certos casos pela cloração, como sucede com os fenóis e cresóis, transformados em cloro-compostos.

Águas com muita matéria orgânica, mesmo tratadas, podem funcionar como meios de cultura de microorganismos, dando ulteriormente origem a *gostos* e *cheiros* desagradáveis. A permanência de qualquer espécie de água em contáto com ferro, fora do contáto do ar, costuma provocar o aparecimento de *cheiro* desagradável, lembrando hidrogênio fosforado ou "acetileno", bastante perceptível quando se despeja rapidamente a água num copo; mas êsse inconveniente desaparece logo, pela exposição da água ao ar. Tanto a redução de sulfatos, como a ação das águas do sub-sôlo sobre piritas, em determinadas condições (presença de matéria orgânica etc.), poderão apresentar o inconveniente do aparecimento de H₂S.

Uma variedade grande de *cheiros* têm sido observada em águas e os métodos de análise norte-americanos oferecem um quadro de classificação qualitativa, que eu suponho conhecido de todos os meus ouvintes**. Até o momento, não conheço padrões de *cheiro*, que se refiram quantitativamente a números de *olfatias*.

Acidentes nas instalações domiciliárias e "cross-connections" têm sido causa frequente de *gôsto* e *cheiro*. Por exemplo, aves e ratos mortos nas caixas d'água particulares, pinturas betuminosas para conservação de reservatórios etc..

A quantidade de substância capaz de impressionar o olfato é, muita vez, ultra-microanalítica, tanto que, o simples transporte da

(*) Taylor (Thresh, Beale & Suckling) — The examination of waters and water supplies, 6.^a edição, Londres, 1949.

(**) Vide Boletim RAE, n.^o 22, janeiro de 1950, pág. 14. — (Nota da Redação).



ANÁLISE QUÍMICO-SANITÁRIA DE ÁGUAS
CRITÉRIOS PARA JULGAMENTO, BASEADOS NA OXIDABILIDADE PELO PERMANGANATO
MÉTODO DE FORSCHAMMER - KUBER (MATÉRIA ORGÂNICA OU OXIGÊNIO CONSUMIDO)

QUADRO III

CLASSIFICAÇÃO	MILIGRAMAS DE O ₂ POR LITRO							
	MUITO PURAS OU, SIMPLEMENTE, PURAS	0 a	—	OMISSOS	< 1	< 1 < 2	1,58	0,31
MEDIOCREMENTE PURAS, POTÁVEIS PARA ALGUNS	2,5	até 2	OMISSOS	1 a 2	< 3	1,4		
SUSPEITAS	2,5 a 5,0	2 a 5	OMISSOS	3 a 4	< 5	—	—	3,07
POLUÍDAS OU IMPRÓPRIAS	> 5,0	> 5	OMISSOS	> 4	> 5	3,0	1,06	5,88
NATUREZA DA ÁGUA		FONTES			RIOS	SUPERFICIAL	SUB-SOLO	
AUTORIDADE	Dr. POTEL S. PAULO R.A.E. (1906-1927)	S. PAULO DEC.-LEI 15.642 1946	PADRÕES 1946 EE.UU.	Dr. SIRJEAN FRANÇA, 1951 COM. CONS. HYG. PUB.	ROYAL COM. TREAT. & DISP. SEWAGE INGLATERRA	MÉDIAS, SEM CARÁTER PADRONIZANTE (MASON)		IDEM Dr. SMART

ANÁLISE QUÍMICO-SANITÁRIA DE ÁGUAS
CICLO DO NITROGÊNIO
COMPARAÇÃO DE CRITÉRIOS INTEPRETATIVOS DE RESULTADOS

QUADRO IV

FORMA DE NITROGÊNIO	MILIGRAMAS POR LITRO												
	NITROSO	—	—	—	AUSENTE	—	OMISSOS	0	0	> 0,05	PRESENÇA ACENTUADA	SEMPRE SUSPEITO	
NITRICO	—	—	—	até 2	2 a 4	OMISSOS	0	< 6	> 6	> 12	PADRONIZAÇÃO IMPOSSIVEL		
AMONIAICAL	até 0,075	—	—	até 0,005	0,005 a 1	> 1	OMISSOS	0	0 a 0,5	1 e mais	até 0,05	0,06	
ALBUMINÓIDE	até 0,075	0,075 a 0,150	> 0,150	até 0,010	0,010 a 0,050	> 0,050	OMISSOS	0,05	0,05 a 0,10	0,10 a 0,15	> 0,15	até 0,08	0,10
QUALIDADE	BÓA	MEDÍO-CRE	NÃO POTÁVEL.	BÓA	SUSPEITA	IMPRÓPRIA	—	MUITO PURA	POTÁVEL	SUSPEITA	MÁ	CONJUNTO EXCUSÁVEL DE SUSPEITA	INÍCIO DE SUSPEITA (CONJUNTO)
AUTORIDADE	Dr. POTEL R.A.E. (1906-1927)			S. PAULO-BRASIL DEC.-LEI 15.642 (9-2-1946)			PADRÕES 1946 U. S. P. HEALTH SERVICE		Dr. SIRJEAN (1951) — FRANÇA COMITÉ CONSULTATIF d'HYGIÈNE PUBLIQUE			TAYLOR (1949) INGLATERRA. SEM CARÁTER PADRONIZANTE	

amostra incriminada para o laboratório faz com que tal cheiro, frequentemente, desapareça.

Como os canos d'água ficam enterrados nas ruas, próximos de canos de gás e de outras cousas mais, convém que mantenhamos o nariz desintupido, porque se trata de um grande aparelho, que nos pode porventura salvar.



Meses atrás, quando fiz a 1.^a palestra sôbre este assunto, havia já falado a respeito dos notáveis esforços dispendidos por alguns pesquisadores do século passado, que chegaram a criar, por assim dizer, uma "Análise Químico-Sanitária", baseada essencialmente em um grupo de determinações e ensaios que foram depois apelidados, tipicamente, com a expressão

"Parâmetros Químico-Sanitários".

São êles os seguintes:

1. *oxigênio consumido*, em meio ácido ou em meio alcalino;
2. *nitrogênio amoniacal*;
3. *nitrogênio albuminóide*;
4. *nitrogênio nitroso*;
5. *nitrogênio nítrico*.

Não vou me referir aos métodos usados nos laboratórios para efetuar essas medidas. Limitar-me-ei a discorrer sôbre a significação dos seus resultados numéricos.

Havia afirmado, na palestra anterior, depois de ter lembrado a célebre experiência de **Klein e Houston**, que, para julgar da potabilidade de uma água, não se cogita simplesmente, hoje, em termos de "matéria orgânica" (O. C.) ou de "ciclo do nitrogênio".

Mostro-lhes aqui dois quadros (III e IV) nos quais condensei algumas aplicações dos parâmetros em pauta.

Por outro lado, devo informá-los de que, no nosso próprio continente, além dos padrões *nort-americanos*, são omissos em relação a êstes pontos, os padrões da Argentina, Colômbia, Panamá e Perú. E, no recente 4.^o Congresso de Engenharia Sanitária*, tivemos oportunidade de assistir a apresentação de um trabalho uruguiaio sôbre "Normas de calidad", que anuncia ter sido proposto o abandono dêstes critérios químico-sanitários naquêle país.

Contudo, muitos outros países conservam ainda êste capítulo em seus padrões e todos os laboratórios brasileiros que fazem análises de potabilidade de água, incluem normalmente essas provas na sua marcha analítica.

Quanto ao "oxigênio consumido", verifica-se que a última (9.^a) edição dos "Standard Methods" norte-americanos chegou a retirar da parte que trata da água, a "receita" do respectivo método, tendo-a transferido definitivamente para o capítulo referente a esgôto.

De fato, não se deve, em função exclusivamente do "oxigênio consumido", aprovar ou condenar uma água de abastecimento público. Pode acontecer que resultados altos correspondam a águas sanitariamente aceitáveis e que resultados baixos estejam ligados a águas de má qualidade. Considera-se hoje o O. C. como um dado complementar. Naturalmente, altos consumos de permanganato precisam ser sempre perfeitamente explicados e seguidos de controles frequentes e rigorosos.

Com respeito às formas de nitrogênio que foram, a bem dizer, as colunas mestras do edifício da "Análise Químico-Sanitária", a situação é a seguinte.

Quais os fundamentos higiênicos, ou mesmo estéticos, que nos permitem assegurar, categoricamente, ser uma água imprópria, quando suas características transgridam as imposições relativas às águas boas, em qualquer das classificações do quadro (IV) acima?

Mais uma vez, lembro que não está no nosso plano, o relacionamento, a associação com outras características. Estamos examinando os índices sucessivos, *singularmente*.

Pois bem, a não ser na questão dos *nitratos e metemoglobinemia*, não se conhecem casos de dano ao organismo humano, provocados pelo uso de águas contendo quantidades de *nitrogênio amoniacal, albuminóide ou nitroso*, muitas vêzes maiores que as toleradas por essas limitações.

Se os resultados analíticos insinuarem suspeita ou poluição de uma água, pelo que tange às concentrações dessas formas de nitrogênio, não serão estas que ditarão o laudo final e sim, o exame bacteriológico, a inspeção sanitária local e quiçá, outras características físicas ou químicas. Portanto, êstes dados numéricos não dispõem de suficiente autonomia, para serem escolhidos como padronizantes. Amarram a perdiz, mas não disparam o tiro de graça...

Com efeito, apenas para nos reportarmos a dados locais, poderemos constatar que, nesta Capital, a água distribuída contém, assiduamente, mais de 0.10 mg/l de *nitrogênio amoniacal*, sendo o teor médio dessa forma de azoto dos nossos reservatórios urbanos, normalmente, superior aos limites fixados pelo **Decreto-Lei 15.642** ou pelo **Comité Consultatif d'Hygiène Publique**, para águas de boa qualidade.

Quanto a *nitrogênio albuminóide*, encontraremos no "precioso" líquido de nossas torneiras, até 0,12 mg/l. No entanto, não se verificam surtos epidêmicos, nem os médicos observam intoxicações atribuíveis a essas características da água, tão desejada pelos infelizes paulistanos que não estão dela servidos.

E que dizer dos famosos gamas e décimos de gama de *nitritos*? A presença dêsse anião em águas perfeitamente seguras pode ser atualmente admitida menos raramente do que se imagina. Vegetações de "confervóides", reduções e oxidações, sem participação de micróbios nocivos, originam ácido nítrico que, na dose e no meio solvente, não provocará mal algum. Haverá alguém escandalizado por estas afirmações? Se não se conformar com elas, procure e encontrará literatura respeitável e, querendo, não precisará ir longe, para colher amostras comprobatórias.

O caso dos *nitratos* tomou um aspecto à parte, como disse acima,* porém, os limites de sua concentração tóxica para infantes, de qualquer maneira, serão mais elevados que os admitidos pelo quadro IV. Voltará pois o *ião nitrato* a fazer parte do Conselho de Sentença.

Os "Standard Methods for the Examination of Water" conservam, todavia, a descrição das técnicas referentes a determinação das fases do "ciclo do nitrogênio".



(*) Realizado em São Paulo, de 25 a 31 de julho de 1954.

(*) V. também, Boletim RAE, n.º 23 (junho de 1951): Águas nitradas e metemoglobinemia (Nota da Redação).

Entraremos a tratar da classe dêstes Padrões que alguns Autores* (Caballero, Uruguay, etc.) consideram como "fatores econômicos", outros denominam de "caracteres físico-químicos" e o U. S. Public Health Service, mais simplesmente, não desliga da classe geral das "características químicas".

Levado pelo respeito a seu agrupamento lógico e, portanto, por amor da ordem, formo fileira junto daquêles que desejam manter um título à parte para os itens seguintes:

1. *Acidez mineral e acidez total*
2. *Alcalinidade à fenoftaleína e alcalinidade total.*
3. *pH*
4. *Dureza*
5. *Sólidos totais.*

Embora não concorde "in toto" com o título "fatores econômicos", devo esclarecer que êle nasceu do fato destas características interessarem bastante à economia doméstica, à conservação das canalizações e ao consumo industrial.

Em Química Sanitária, não se costuma inscrever como *Acidez mineral*, aquela devida ao dióxido de carbono. Êste composto, seus carbonatos e bicarbonatos gozam ali de um tratamento todo especial. *Acidez mineral* é, então, unicamente aquela manifestada pelos demais ácidos inorgânicos e pela dissociação dos sais de ácidos fortes e bases fracas.

A *acidez* das águas naturais é quase sempre derivada de CO_2 livre, mas, em certas regiões, ocorrem águas ácidas, até por H_2SO_4 . Taylor conta que, em lugares onde tem sido necessário recorrer a destilação da água do mar, os dentes dos consumidores têm sofrido ataque sério e rápido. Para corrigir a acidez do destilado apela-se, então, para a neutralização por meio de calcáreo. As águas de chuva, especialmente em determinados lugares, são também ácidas e bastante corrosivas. Um mau tratamento, consumindo excesso de sulfato, por exemplo, pode produzir águas regularmente ácidas. Águas de terrenos alagadicos, de turfeiras e pautis, contêm ácidos orgânicos: crênico, húmico, etc. que favorecem a plumbosolvência, eventualmente.

Afinal, as águas ácidas, especialmente as de baixo resíduo, constituem nas localidades em que se empregam canos de chumbo, real ameaça à saúde, porquanto poderão promover "plumbismo". Ademais, tais águas costumam atacar as canalizações de ferro e aço, alterando-se sua cor e turbidez, pela presença de excesso de ferro. Os canos galvanizados perderão rapidamente o zinco de seu revestimento, pondo em risco o bolso e a saúde dos consumidores, inclusive, de peixinhos dos aquários.

Os canos de cobre, bronze ou latão serão atacados, aparecendo manchas verde-azuladas nas banheiras, esponjas etc..

Além disso, a ingestão sistemática de um líquido ácido poderá ser acompanhada de excreção urinária de aniões, especialmente de

fosfatos. Consulte-se o que diz Shohl, em seu "Mineral Metabolism".

E mais, estudando os hábitos alimentares de diversos países, verificou êle existir considerável variação quanto ao equilíbrio entre número de mili — equivalentes de iões positivos e de negativos, nas cinzas das várias dietas representativas. Confessa que seria impossível definir o valor ótimo do "saldo", mas que as melhores opiniões favorecem uma "leve alcalinidade".

Haverá alguma relação remotíssima com a leve alcalinidade do sangue, cuja constância de pH, entre 7,35 e 7,43, é notável? Que questão maluca, pois não?

Não nos esqueçamos, porém, dos "humores", ácidos, como o suco gástrico, de pH = 1,0, a saliva, com pH pouco abaixo ou próximo de 7,0 e o suor, quase sempre bastante azêdo. . .

Nos Estados Unidos, devem ser raros os abastecimentos urbanos de águas ácidas, por isso, seus padrões não tratam dessa característica. No entretanto, suas "Normas sobre purificação" (tradução de Barcelos, p. 34) confidenciam:

"Deve-se compreender também que as águas naturais, tendo pH e alcalinidade inferiores a êsses limites (*justamente aquêles de que estamos falando*), não são desejáveis como águas potáveis".

Todavia, pouco antes, fazem essas "Normas" o seguinte comentário (p. 32):

"Deve-se compreender que alguns característicos químicos da água, que são toleráveis do ponto de vista da saúde pública, causarão transtornos na estação de tratamento e na rede de distribuição. O dano sofrido pelo sistema de água, por êsses característicos químicos, é um problema econômico que precisa ser resolvido para evitar prejuízos materiais, mas que não justifica um regulamento de saúde pública que prescreva uma ação corretiva".

Já, na República Dominicana e no Uruguai recomenda-se que a água seja "neutra ou ligeiramente alcalina". Entretanto, as novas "normas de calidad", propostas no Uruguai, alteram essa prescrição para a seguinte:

"pH, em função da alcalinidade".

Mas entre nós, são muito frequentes as águas pouco mineralizadas, ácidas, corrosivas. Conviria, pois, pensarmos em algum tratamento simples e conveniente, para enriquece-las em substâncias solvidas, anti-agressivas. Os filtros e leitos de contato de fragmentos de calcáreo não têm provado bem, devido à formação de película, isolante, sobre a superfície do material. Filtros de pressão com óxido de magnésio granular (que os ingleses denominam "magnésite") também têm sido utilizados em pequenas instalações.

Trata-se de mais um problema a resolver, pois tenho a impressão de que estamos diante, não somente de um "fator econômico", mas igualmente de um "fator sanitário". Pensemos todos na conveniência e viabilidade de um padrão, que ponha peias a acidez.

Ainda a êste respeito, devo informar, aos ouvintes que não tivessem conhecimento do fa-

(*) Caballero, já citado e O. Notaro Francesco, Walter A. Castagnino, Dr. Hugo Liguori, A. L. Barragúe, German Freire, F. Alciaturi e A. Salveraglio M. — Normas de calidad de las aguas que libren al consumo los distintos servicios de la Administración de O.S.E., Republica Oriental del Uruguay.

to, que, pouco depois da publicação dos primeiros trabalhos americanos (Baylis e outros), precedidos, provavelmente, pelos alemães (Tillmanns), sôbre correção de "agressividade" de águas, Dr. Álvaro Cunha efetuou em S. Paulo alguns ensaios e começou em 1928-29 a empregar a "correção" pela cal, das nossas águas filtradas. A orientação adotada pela RAE (hoje DAE) foi, mais tarde, seguida por vários outros serviços brasileiros de tratamento de água. O pH ao qual tem sido elevadas as águas tratadas é de cerca de 8.5. Embora essa prática tenha provavelmente contribuído para reduzir a corrosão da rede, evitando, inclusive, manchas nos aparelhos sanitários, não afirmaremos, que seja a única arma de que poderemos dispor contra a agressão ácida. Ainda agora, por sugestão minha, acaba Dr. Pedro Cariani de montar um "indicador de estabilidade de Enslow", que será experimentado provavelmente em Santo Amaro, a fim de continuarmos a estudar as condições de saturação em CaCO_3 daquela água.

Se não existem, que eu saiba, muitos trabalhos químico-sanitários em relação à Acidez, em compensação, a zona alcalina tem sido

vasculhada constantemente. O tratamento pela "cal e soda", tão frequente em certas regiões dos Estados Unidos e da Europa, favoreceu, sem dúvida, essa situação.

A contribuição de Baylis, De Martini, Langelier, Moore, Hoover etc., tem sido notável. Novas fórmulas, analisando o equilíbrio entre as alcalinidades de hidróxidos, de carbonatos, de bicarbonatos e a ação do CO_2 nesse sistema e em diferentes concentrações hidrogeniônicas (estudadas também quanto à influência da temperatura e dos sólidos totais), permitem hoje uma interpretação mais precisa dos resultados das titulações à fenolftaleína e ao metilorange, da alcalinidade.

Até bem pouco tempo, a tripartição dos tipos de alcalinidade estava baseada em conceitos "simplificadores", mas incorretos. Serviam para os fins práticos e ainda são usados comumente. Entretanto admitia-se que, na mesma solução, não pudessem aparecer concomitantemente os iões OH^- e HCO_3^- ; tampouco, o gás carbônico poderia existir ao lado dos carbonatos neutros...

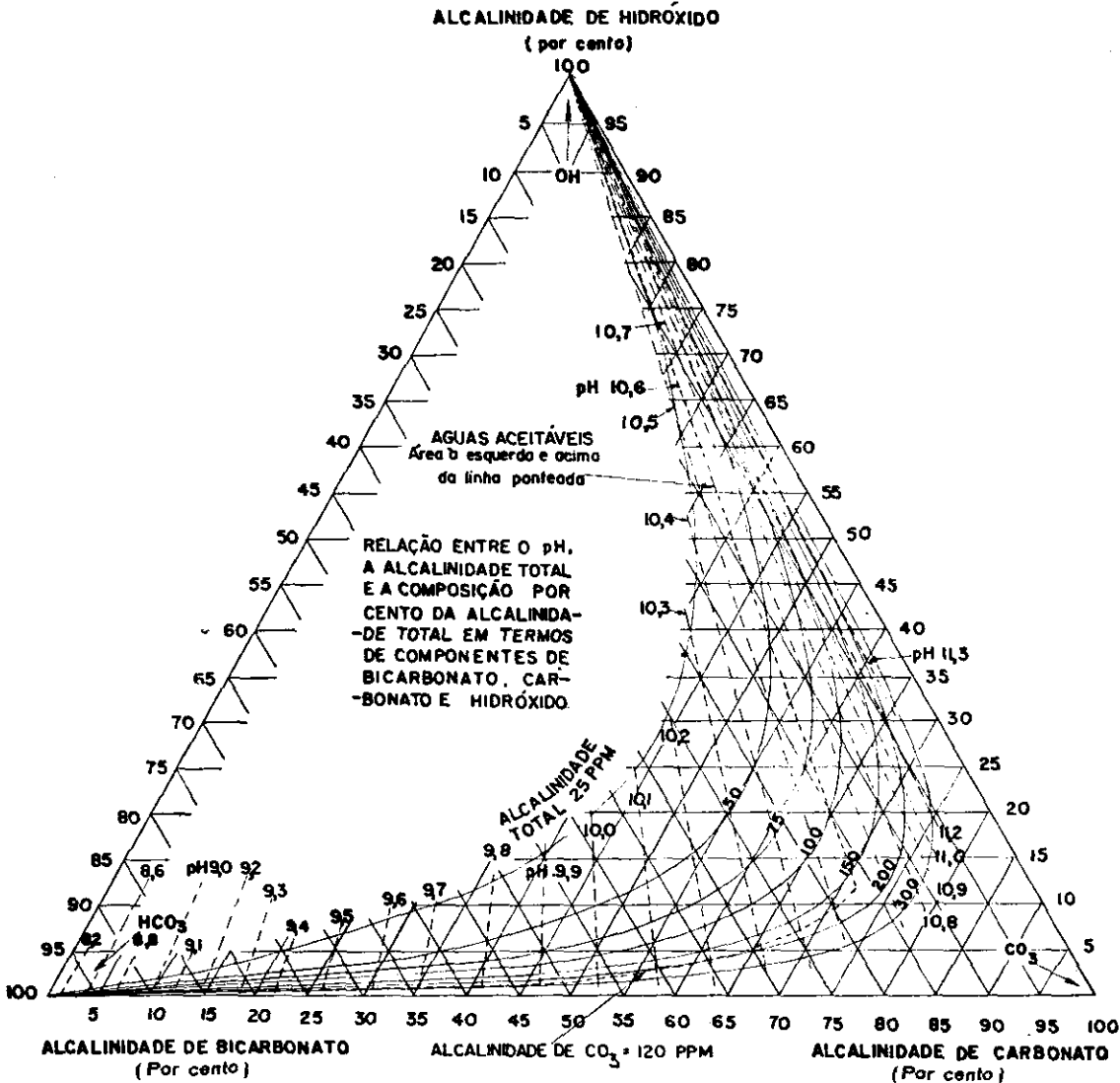


Fig. 1 - Relação entre o pH, a alcalinidade total e a composição, por cento da alcalinidade total.

Embora ainda não muito difundidas, as novas idéias parecem mais aceitáveis.

Quero mostrar-lhes o diagrama triangular de Moore (fig. 1) destinado a facilitar os cálculos das 3 alcalinidades consideradas em água.

Para exemplificar, tomemos a linha tracejada de pH 10,0, no ponto em que intersecta, a curva de 50 ppm de alcalinidade total.

Encontraremos:

- 10% para a alcalinidade de hidróxidos;
- 42,4% para a alcalinidade dos bicarbonatos^e
- 47,6% para a alcalinidade de carbonatos.

Vemos que a questão está se revestindo de um caráter mais científico. Não vou me referir aqui às fórmulas matemáticas, que são encontradas na supra mencionada tradução de Barcelos, das "Normas de Purificação".

E os norte-americanos resolveram estabelecer que os pontos compreendidos na área do gráfico à esquerda de $pH = 10,6$ e acima da linha tracejada de 120 ppm de $CO_3^{=}$, sejam considerados satisfatórios para o ponto de vista de seus padrões.

Como estão reparando, vamos tratar, ao mesmo tempo, da questão do pH, a qual, aliás, estava sendo considerada desde que iniciamos a exposição anterior sobre *Acidez*.

Segundo os padrões americanos, temos então o pH limitado a um máximo de 10,6 e uma alcalinidade de carbonatos neutros atingindo, quando muito a 120 ppm (1), valores estes aplicados quando esteja a água a 25° C. E' bom, nesta zona alcalina, esclarecer que não estaremos defronte de águas naturais, mas sim, de águas quimicamente tratadas.

Dentro do esquema, os padrões americanos estão exigindo que a alcalinidade à fenolfaleína não seja superior a 15 mg/l (expressa em $CaCO_3$), mais 0,4 vezes a alcalinidade total. Indicam, também, os limites admissíveis para a alcalinidade total, ao lado e ao longo de diversos pontos da escala de pH, na faixa de 8,0 a 10,6, podendo a alcalinidade total atingir a 400 ppm na região de 8,0 a 9,6. Aquêlê valor máximo (400) deve baixar, à medida que o pH vai crescendo.

Por outro lado, rezam que a alcalinidade total não deve exceder a dureza em mais que 35 ppm (sempre em $CaCO_3$), quando se produza um excesso de alcalinidade, graças a tratamento químico.

Estou percebendo que a assistência gostaria de perguntar se, depois de tanto "cozimento", de tanto entrelaçamento, poderia saber algo a respeito da significação de tudo isso, no campo da Saúde Pública.

Pois bem! Confesso que tôda vez que eu lia ou ouvia falar sobre "alcalinidade cáustica", costumava estremecer diante do "valentíssimo" adjetivo. Acresce que essa expressão estava frequentemente incorporada à sentenças tais como:

"para evitar que se estabeleçam condições de alcalinidade cáustica";

"acima de tal pH depararemos os inconvenientes da alcalinidade cáustica"; etc.

Um belo dia, resolvi enfrentar êsse monstro de fauces afogueadas. Resultado: ouçam o que diz o "Water Treatment & Quality", da American Water Works Association:

"Em tempo, algum, até hoje, foi evidenciada qualquer ação deletérea devida à presença de alcalinidade cáustica moderada em águas potáveis, se bem que milhões de indivíduos tenham consumido águas nessas condições".

Precisamos nos lembrar, também, que a água de cal tem sido adicionada na base de 15 ml. para 120 ml. de leite, como anti-ácido contra diarréia infantil, portanto em dose bastante alta, embora incorporada a um veículo muito mais complexo que a água potável.

Sossegue, portanto, o "leão da Metro"...

E' certo que nenhuma água natural apresenta alcalinidade cáustica, que uma água com 50 ou 100 ppm de alcalinidade cáustica tem um gosto "metálico", de água de cal, que, entrando tal alcalinidade em contato com CO_2 , dará precipitados na rede e nos reservatórios etc..

Por isso, as normas americanas, nesta parte, destinam-se a servir de guia no tratamento de remoção de dureza, a fim de que não se façam desperdícios de produtos químicos, não surjam precipitações posteriores à filtração, nem queixas quanto a gosto, nem as areias dos filtros fiquem logo incrustadas etc.. Não foram escogitados êsses limites porque tenham sido provados efeitos fisiológicos desagradáveis dos iões alcalinos em questão, embora os toxicologistas digam que a ingestão de alcali (dependendo, naturalmente, do tipo e da concentração dêle) determina aumento da excreção de cálcio e de fósforo pelos intestinos (Shohl).

A Comissão de Padrões que seja criada entre nós, terá muito que discutir neste capítulo, para poder estudar as condições brasileiras, dentro do campo da Saúde Pública e das suas adjacências!

A dureza das águas está intimamente ligada aos dois, ou melhor, aos três itens de que acabamos de falar.

Algumas normas de qualidade limitam a dureza total das águas distribuíveis a um equivalente de 200, 300 ou mesmo mais miligramas de $CaCO_3$ por litro.

Pesquisas bem controladas (Comissão de "River Pollution", da Inglaterra, etc.) e contribuições da bioestatística têm demonstrado que não existe relação entre dureza de águas e moléstias das artérias, dos rins ou da bexiga. Por outro lado, as necessidades em Cálcio, do nosso organismo, são da ordem de 0,7 a 1 g por dia; se ingerirmos diariamente a "dureza" (e como custa!) de 2 litros de água bem dura, digamos, com 500 ppm de $CaCO_3$, estaríamos abastecidos com apenas 0,2 g de Ca, o resto deverá ser suprido pela alimentação.

Continuamos no campo exclusivo da Saúde Pública, por isso, não poderemos nos preocupar com padrões para atender os interesses de A, B ou C.

Compreendemos perfeitamente que dureza implica em maior consumo de sabão e maior cansaço para as lavadeiras (mas elas que usem os novos detergentes ou lavem a roupa suja por meio de vibrações ultrassônicas), em dificuldades na cocção dos alimentos, em incrustações nas caldeiras etc.. Essas questões tôdas merecem a atenção dos enge-

(1) Uma água na zona de Kent, Inglaterra, contém 712 de Na_2CO_3 .

neiros sanitaristas, mas pelo aspeto meramente econômico.

Até, que as conclusões de uma comissão francesa e de outra vienense, citadas por Taylor, são antes favoráveis ao uso de águas moderadamente duras, mencionando que o físico do pessoal, que habita zonas com tais águas, é melhor. Igualmente, Lewin, nos "bons tempos" de 1911, afirmava redondamente no *British Medical Journal*:

"Não existe evidência alguma de que água dura produza qualquer mau resultado; pelo contrário, toda a evidência está no sentido inverso".

Para nós, que não dispomos de água suficientemente mineralizada, seria portanto recomendável que comêssemos muito queijo e bebêssemos leite e cerveja, pois são fontes essas, excelentes, de cálcio. . .



Tenho aludido, repetidas vêzes, ao baixo *resíduo* de nossas águas, em geral. Chegou a hora de falarmos desse *resíduo*, isto é, dos *sólidos totais*.

Segundo os padrões americanos, com os quais, aliás, concorda, nesse ponto, a "Chemischen Wasserstatistik" dos alemães (*), não devem esses sólidos exceder de 500 ppm; entretanto, admitem os americanos, excepcionalmente, que seja alcançado um teor de 1 000 ppm.

Existem, porém, localidades cujos habitantes estão habituados a consumir águas muito mais mineralizadas. Mason, (**), por exemplo, refere-se a um caso de 2 000 ppm, perfeitamente tolerados pelos autóctones.

Quando esta característica atinge alturas inconvenientes, já "outros valores mais altos se alevantam", como, talvez, o gosto, os cloretos etc..

Em todo o caso, uma das conversas obrigatórias, quando se viaja, recai sobre o fato de se "estranhar a mudança da água". Já repararam nisso? Alguns sofrem mau estar e até efeito laxativo. Outros dizem que engordam. Que transtorno para os bebedores de água. . .

Estes fenômenos não estão propriamente relacionados com a potabilidade per se, mas com alterações do equilíbrio mineral do corpo humano, resultante da mudança de concentração dos minerais contidos nas várias águas de bebida. Ocorrerá, portanto, seja, passando de águas mineralizadas para quase destiladas, como as nossas, seja, no sentido inverso! Questão de osmose.



Chegamos, graças a Deus, ao último capítulo, no qual passaremos uma vista de olhos ao "resíduo" das águas, não mais quantitativamente como um todo, porém, qualitativamente desdobrado em algumas de suas parcelas. Separaremos primeiramente as parcelas que se apresentam, em geral, mais ponderosas, isto é, aquelas dos aniões *sulfato* e *cloreto* e dos cations *cálcio*, *magnésio* e *sódio*. Embora as quantidades desses iões dissolvidas nas águas sejam relativamente baixas, não deixarão de

contribuir para o suprimento do organismo humano, que pede diariamente sua quota de "minerais". Não poderemos repousar nas águas para esse fornecimento, mas elas, certamente, contribuirão com seu quinhãozinho. Todavia, quando além de certos limites, os "fatores nutricionais" poderão passar para a categoria de "fatores prejudiciais". Nem sempre, "quod abundat non nocet".

Sob outro aspeto, poderá talvez a composição das águas exercer, indiretamente, influência sobre a nutrição. Conhece-se, pelo menos, o caso do *iodo*, cuja deficiência aparece também nos vegetais das zonas de águas sobremente iodetadas.

Quanto a *constituintes tóxicos*, as águas potáveis *comumente*, não representam um problema sério. As tolerâncias individuais para com muitos desses elementos variam bastante, de sorte que, ao estabelecerem números limites, as comissões de padrões são obrigadas, ainda hoje, a manter-se antes pelo lado da maior segurança, — tanto quanto a experiência universal possa predizer, do que no campo da aplicação de conhecimentos fisiológicos ou toxicológicos precisos. Acresce que, "nas proporções em que se encontram nas águas, torna-se difícil obter dados seguros, relativos aos efeitos fisiológicos de sais" (*Manual de Normas*).

O *normal sulfato* interessa-nos unicamente pela ação laxativa a êle relacionada. Dizem os norte-americanos que, abaixo de 250 mg de SO_4 — por litro de água, não existirá esse risco. Refere Taylor que um colégio para meninas, na Inglaterra, tinha, como único recurso de abastecimento, uma água com 900 ppm de sulfato de sódio; entretanto, o médico da instituição jamais observou dano à saúde das alunas, decorrente deste fato. Tomo a liberdade de lembrar que o Decreto lei 15.642 (*Policiamento da Alimentação Pública*) exige que as águas potáveis de fonte sejam isentas de *sulfatos*.

Deixarei, mais outra vez, de considerar as possibilidades dos *sulfatos* deteriorarem concreto, de favorecerem a corrosão "anaeróbica", externa, das canalizações enterradas em zonas "sulfatadas", etc..

O limite para o *cloro dos cloretos* estabelecido pela última edição dos padrões do *United States Public Health Service* é, também, de 250 mg de Cl por litro, enquanto que o citado decreto 15.642 preceitua, para águas de fontes, não mais de 5 mg de Cl — por litro, julgando impróprias para o consumo, aquelas que contenham mais de 10 mg.

Trata-se de concepções diferentes. Sem dúvida, os *cloretos* são de grande valor na análise sanitária, especialmente quando associados aos *nitros*. A confecção de cartas geográficas de regiões, estados e países, com suas "isocloretas", provenientes de um levantamento minucioso da situação, poderá, em muitos casos, auxiliar bastante os laboratórios de química "sanitária" na interpretação de análises de água. Afinal, *cloretos* e *nitros* associados, nada mais são, segundo alguns Autores, que "cinzas" de matéria orgânica! Se os teores forem mais altos que os regionais, certamente terá havido contaminação da água por excreta (a urina contém cerca de 1% de Na Cl), ou por despejos industriais, ou por qualquer acidente. Junto ao mar, as águas dos rios, das lagoas e até as subterrâneas estão sujeitas a penetração por água salgada, que contém, vamos dizer, 18.500 ppm de Cl — e que, portanto,

(*) "ABDAMPFRÜCKSTAND in guten wasser: unter 500".

(**) Mason and Buswell. — Examination of water, 6.ª ed. — N. York, 1938.

quando o mar influencie em 1% apenas, fará aumentar de 185 ppm, o teor de Cl^- das águas influenciadas.

No que concerne ao *gosto* (uma das alterações que ocorrem em presença de cloretos), devemos saber que, existindo mais Ca e Mg e pouco Na, aparecerá um *gosto* mais detestável. Em certas águas minerais, os *cloretos* estão associados ao *potássio*.

Mas os paladares diferem extraordinariamente quanto a sensibilidade: por exemplo, pessoas há que dizem sentir o *gosto* salobre de 100 miseráveis mg de Cl^- por litro, sob forma de NaCl; outras não conseguem perceber 700 mg, nas mesmas condições. Aliás, têm sido catalogadas localidades, consumindo águas deste último tipo, sem prejuízos aparentes para a saúde do povo.

O consumo de sal de cozinha é da ordem de 15 a 20 g/per capita \times dia, sendo que, a demanda mínima de sal, para um organismo normal, é de 3 a 4 g/dia, segundo o que informam os tratadistas. Vemos, pois, que o teor de Cl^- das águas potáveis é desprezível, praticamente, sob o ponto de vista da nutrição.

Seguindo o exemplo dos padrões americanos, os futuros padrões uruguaios deixarão de referir-se a *cálcio* (e a *dureza*). Não seriam, mesmo, supridas as necessidades do organismo, pelo *cálcio* das águas duras. Que fará das nossas "ultra-moles"...

Ainda não tive ocasião de procurar saber algo sobre o valor dietético ou terapêutico das "águas manganês". Sei apenas que, quando contém muito sulfato, são purgativas e li que as necessidades de *magnésio*, do homem, se limitam a 0,3 — 0,5 g/dia. Em geral, os padrões costumam desaconselhar o uso de águas, para abastecimento público, quando tenham mais de 125 mg de Mg por litro, embora os consumidores de águas mais carregadas nesse elemento venham a desenvolver tolerância. No Uruguai, pretendem deixar o *Magnésio* em liberdade, daqui por diante!

O número de hipertensos está crescendo e já se tem pensado em estabelecer um limite para o *sódio*, a fim de evitar que pessoas, seguindo *regime sem sal*, sejam prejudicadas pelo *sódio* em solução nas águas distribuídas. Fala-se em menos de 200 mg de Na^+ por litro, e provavelmente, viria a ser recomendada o limite de 100 mg. Mas ainda não há suficiente acumulação de dados para que se possa chegar a uma conclusão. Precisamos ter, hoje, presente o fato de que, nos lugares onde se empregam certos permutadores iônicos para remoção de dureza, a cada 217 ppm de dureza em $CaCO_3$ corresponderá um aumento de 100 ppm do conteúdo de *sódio* dissolvido. Constituirá isso uma raridade no Brasil, mas para outros, a frequência é razoável.



Historiando "The importance of trace elements in biologic activity" (JAMA 123, 956-66 — 1943), afirma **Baudish**: "era incompreensível que iões metálicos em diluições de, digamos, 1:1.000.000 pudessem ser de algum valor na nutrição, ou no metabolismo do corpo humano".

Tenho a impressão de que são ainda fracas, hoje, as luzes existentes sobre a essência do papel biológico desempenhado, antes "qualitativa" do que "quantitativamente", por essas

quantidades ínfimas de determinados elementos químicos.

Declaro, conseqüentemente, que não tenho muita fé em "homeopátias", porém, não tenho dúvida de que algo terá de ser esclarecido na fenomenologia desses imponderáveis. Tanto que, é digna de nota, a facilidade com a qual se passa de *útil* a *nocivo*, com referência a certos elementos.

Para três elementos, os padrões norte-americanos estipulam o baixíssimo limite de 0,05 ppm, a dizer, para *Arsênico*, *Selênio* e *Cromo hexavalente*. O decreto-lei paulista acompanha-os quanto aos dois primeiros. Outras autoridades não temem tanto o *Arsênico* e talvez estejam com razão. Existe, entretanto, o perigo de resíduos arsenicais (de usos agrícolas, principalmente) serem arrastados para as massas água.

Com o *selênio*, o caso adquire um aspecto muito especial, porquanto, tem sido observadas, em aves e no gado, anomalias e mortes atribuíveis a esse elemento, nas zonas onde alguns vegetais acumulam o metalóide e onde, provavelmente, as águas conterão *Se*. Tive ocasião de vêr, recentemente, fotografias que demonstram a curiosa capacidade de gerar monstros, a ação teratológica, de certos compostos de *selênio*. Refiro-me à tese do **Dr. José Papaterra Limongi**, da Faculdade de Medicina de S. Paulo. Felizmente, jamais ouvi falar de águas contendo *Se*, entre nós!

Entretanto, já encontrei, em S. Paulo, águas de poço inquinadas por *chromatos*, provenientes, como sói acontecer, de despejos industriais. Parece que o *chromo trivalente* é quase inócuo, porém o *hexavalente* possui alguma toxicidade...

Chumbo, *cobre* e *zinco* são, pelos padrões de vários países americanos, inclusive pelo nosso 15.642, tolerados em águas até os limites de 0,1 — 3,0 e 15,0, respectivamente. A toxicologia, *muito de longe*, deve ter sugerido os graus dessa escala dos três metais. De qualquer maneira, têm sido descritos casos de intoxicação por águas que haviam estado em contato com canos de *chumbo* ou com outras fontes accidentais desse metal pesado. Águas naturais não carregam *chumbo* facilmente... Quanto ao *Cu* e ao *Zn*, quando sua presença fôr superior aos limites citados, poderão dar mau *gosto* à água e o último será capaz de turvá-la. Antes, pois, que cheguem a causar transtorno para a saúde, ter-se-ão manifestado alterações organolépticas que evitarão o consumo da água.

O *fluor* está na moda e a floração das águas até começou a dar trabalho aos tribunais norte-americanos. O limite anterior de 1,0 ppm foi elevado para 1,5 ppm, nos últimos padrões norte-americanos (1946). Não pretendo fazer-lhes perder mais tempo, a falar de *fluor*, *carie dentária*, *fluorose*, etc..

Os velhos companheiros, *Ferro* e *Manganês*, andam juntos até nos padrões que, em geral, admitem um máximo de 0,3 ppm para os dois aniões somados. Os inconvenientes da presença de Fe e Mn não são de ordem sanitária e sim, de ordem estético-econômica, (a não ser um caso descrito, de intoxicação por Mn, no Japão). Como o Brasil é riquíssimo nesses elementos, o problema da sua remoção é frequente, entre nós.

Os compostos *fenólicos*, mesmo na casa dos bilionésimos, apresentam o grande inconveniente de darem origem a cloro-compostos,

intoleráveis quanto a gosto e cheiro. Nessa diluição, tão grande, até que não teriam significação, pelo lado toxicológico.

"Finalissimamente", relatemos que os americanos, cada vez mais acossados por agentes poluidores os mais diversos, recomendam que as águas potáveis sejam isentas de sais de bário, de glicósidos de metais pesados e de outras substâncias de efeitos fisiológicos deletérios (por ex. cianetos etc.).

As quantidades de hexa-meta e de outros fosfatos, empregados em tratamento de água, parecem não afetar a saúde dos consumidores.

Que dizer da prata, cuja "ação oligodinâmica" tem sido explorada no campo da desinfecção das águas? Sabe-se que, por ex., em Denver (Colorado), a água do abastecimento contém 0,2 ppm de prata e não tem sido considerada nociva.

Para resumir em meia dúzia de itens, tudo o que foi dito e muito mais, recorrerei ainda uma vez ao "Manual de Normas de Purificação" que pontifica:

"Um abastecimento público para uso doméstico (e para indústrias em geral) deve fornecer água:

- 1 — límpida,
- 2 — de gosto agradável,
- 3 — fresca ou de temperatura razoável,
- 4 — nem corrosiva, nem incrustante,
- 5 — isenta de substâncias minerais capazes de produzir efeitos fisiológicos indesejáveis,
- 6 — isenta de micro-organismos capazes de determinar infecções intestinais.

ESQUEMA

DESENVOLVIDO NESTAS DUAS PALESTRAS, SÔBRE PADRÕES DE POTABILIDADE DE ÁGUA:

A. CAMPO ABRANGIDO

1. Elaboração e distribuição do produto.
2. Sua condição final, entregue ao consumo: padrões de qualidade bacteriológica, física e química.

B.

1. Como surgiram os padrões de potabilidade?
2. Possibilidades de aplicações ilegítimas de padrões hipotéticos e mesmo de padrões genuínos.
3. O verdadeiro terreno a ser coberto pelas normas de qualidade.
4. Maneira de chegarmos a números limites nossos. Situação brasileira.

C. PADRÕES BACTERIOLÓGICOS

D. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS ("fatores psicológicos"?)

1. Turbidez
2. Cór
3. Odor
4. Sabor

E. PARÂMETROS "QUÍMICO-SANITÁRIOS"

1. Oxigênio consumido
2. Nitrogênio amoniacal
3. Nitrogênio albuminóide

4. Ião nitrito
5. Ião nitrato

F. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS ("fatores econômicos"?)

1. Acidez mineral e acidez total
2. Alcalinidades
3. pH
4. Dureza
5. Sólidos totais

G. FATORES NUTRIMENTAIS. FATORES INTOXICANTES.

I. PONDERÁVEIS

1. Sulfatos
2. Cloretos
3. Cálcio
4. Magnésio
5. Sódio

II. "TRACE-ELEMENTS" (VESTÍGIOS DE ELEMENTOS NUTRITIVOS) -- ELEMENTOS TÓXICOS ETC..

1. Arsênico
2. Chumbo
3. Cobre
4. Cromo (tri e hexavalente)
5. Ferro e Manganês
6. Fluor
7. Selênio
8. Zinco
9. Compostos fenólicos
10. Miscelânea.