

Sôbre o grau de septicidade das águas naturais e seu
teor em oxigênio dissolvido (D. O.)

J. CANUTO MARMO

Docente-Livre da Cadeira de Fitopatologia e Microbiologia

RESUMO

Trabalhando com 20 amostras de água de superfície coletadas quase sempre dentro da área pertencente à ESALQ, usando a técnica usual e o método de Winkler e a modificação introduzida por Rideal-Stewart, o A. fez 29 determinações, sendo 23 de oxigênio dissolvido (*D. O.*) e 6 de demanda bioquímica de oxigênio (*B. O. D.*); zero e 7,6 p. p. m. foram os limites encontrados para o *D. O.* e zero e 1,4, os limites para o *B. O. D.* Quando a mesma amostra era usada para a determinação feita pelos dois métodos, observava-se que os valores eram sempre maiores com o método de Winkler, não modificado; isto foi atribuído à presença de nitritos, sais de ferro e matéria orgânica, em quantidade significativa, na água das amostras. Relewa considerar que as amostras foram colhidas em região onde o solo é de natureza argilosa e rico de elementos ferrosos, conhecido localmente como terra roxa.

Das 17 dosagens feitas pelo método de Winkler, 6 mostraram valores inferiores a 4 para o *D. O.*, o que indica, considerado o Código Sanitário do Estado de São Paulo, cujo projeto foi apresentado por ANDRADE *et al.* (1957), que as águas onde as amostras foram retiradas, têm o seu uso vedado para fins potáveis, agrícolas ou recreacionais. Das 6 determinações de *D. O.* feitas pelo método de Winkler, modificado por Rideal-Stewart, apenas uma (água-filtrada, não clorada, da Estação de Tratamento), apresentou valor acima de 4 p. p. m., a qual poderia ser usada para o consumo, mas, assim mesmo, com desinfecção prévia e não após a filtração, como vem sendo realizado naquela estação. Os resultados obtidos para o *B. O. D.*, aliás muito poucos, usando-se em 50% dos casos, água clorada que interfere no crescimento e multiplicação das bactérias porventura ali presentes, são já favoráveis ao uso das águas analisadas.

INTRODUÇÃO

Nas águas naturais encontramos certa quantidade de oxigênio que ali se acha dissolvido; a temperatura, a pressão e a acidez são fatores que influem no teor. A pressão atmosférica, a porcentagem varia entre 14,62 p. p. m. a zero °C e 7,63 a 30°C, de acôrdo com THEROUX *et al.* (1943).

Sabe-se que, em quantidades adequadas, o oxigênio dis-

solvido, *D. O.*, é necessário para a vida dos peixes e de outros organismos que vivem n'água; constitui além disso um índice de corrosividade das canalizações, de atividade fotossintética dos vegetais aquáticos e do grau de septicidade da água. Por isso, para o conhecimento das propriedades das águas naturais, visando o seu aproveitamento, há necessidade de se determinar a sua riqueza em oxigênio, conforme os códigos sanitários estipulam. (*)

A demanda bioquímica de oxigênio, *B. O. D.*, complementa êsse estudo, uma vez que informa, de maneira indireta, da maior ou menor quantidade de bactérias que se encontram nas águas da amostra e que são responsáveis pela estabilização da matéria orgânica ali presente; traz também esclarecimentos a respeito de poluições adicionais, devidas a outras fontes.

O presente ensaio visa conhecer o grau de septicidade atingido pelas águas consumidas nas diversas dependências da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", de Piracicaba, quer por seus servidores, como também daquelas usadas nos trabalhos de irrigação em sua horta, seja pelo processo de aspersão como por infiltração.

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas das amostras foram feitas especialmente na Estação de Tratamento de Água do estabelecimento de ensino e pesquisa, assim como em lagos existentes no parque e na horta, u'a amostra foi retirada diretamente do ribeirão Piracicaba-mirim, junto às bombas encarregadas de elevar a água a ser usada para irrigação, à Estação, localizada nas imediações do edifício principal e que serve à administração.

As determinações do teor de oxigênio dissolvido ou seja *D. O.*, foram praticadas, como é de boa técnica, imediatamente após as coletas do material. Todo o cuidado foi tomado para evitar que ar estranho penetrasse na amostra, usando-se a sifonagem, sempre que possível, para que isso não sucedesse. Recipientes de 250 ml, com rólhas de vidro esmerilado, foram usados, sendo sempre tomados completamente cheios.

Dois métodos foram praticados na determinação, na

(*) Cf. p. 319.

grande maioria do trabalho de análise volumétrica com as diversas amostras: o de Winkler e o de Rideal-Stewart, conforme indicados por THEREOUX *et al.* (1943). O primeiro método, que vem sendo usado desde 1888, apresenta mais precisão quando as águas são desprovidas de nitritos, sais ferrosos e matéria orgânica em quantidade apreciável; o segundo método, que também pode ser considerado como profunda modificação do de Winkler, dá bons resultados, especialmente quando as águas se apresentam com elevado grau de poluição.

O método de Winkler é baseado no fato de o hidróxido manganoso, que é branco e insolúvel e originado durante o processo pela ação do hidróxido de sódio sobre o sulfato manganoso, ser oxidado a óxido mangânico básico, que é pardo e insolúvel, pela ação do oxigênio encontrado dissolvido na água, proveniente em quase sua totalidade do ar atmosférico; este é depois transformado em sulfato mangânico pela ação do ácido sulfúrico; este último sal, atuando sobre o iodeto potássico, deixa iôdo livre, que é pardo-amarelado, em quantidade equivalente ao oxigênio que se encontrava dissolvido na água e que será em seguida dosado com tiosulfato de sódio, em operação de iodometria.

Pelo método de Rideal-Stewart, a amostra é tratada a princípio por ácido sulfúrico e permanganato potássico, que irão oxidar os nitritos, o ferro e a matéria orgânica que porventura ali possam se encontrar; o excesso de permanganato será removido por meio de oxalato de potássio. Dêse ponto em diante segue-se quase a marcha indicada por Winkler.

No presente trabalho, os reativos usados foram preparados de acôrdo com as fórmulas e técnicas dadas por THEREOUX, ELDRIDGE e MALLMANN (1943), catalogadas por eles sôb números 57, 58, 59 e 60.

O *B. O. D.* foi determinado fazendo-se a diferença entre os resultados obtidos em duas dosagens sucessivas de *D. O.*: a primeira, imediatamente após a coleta da amostra e a segunda, depois de uma incubação de 5 dias a 20°C. Para isso há necessidade de se proceder a coleta de amostras em duplicata: um dos frascos deverá ficar em estufa, que nas condições dêste trabalho, por ser a temperatura ambiente maior do que a desejada, era mantida dentro de câmara frigorífica, regulada a 13°; o outro frasco era usado para a dosagem imediata.

Tôdas as amostras foram coletadas entre 25 de setembro e 23 de outubro de 1964.

RESULTADOS

Os resultados obtidos durante os trabalhos de dosagem, foram reunidos em um quadro, que recebeu o nome de Tabela 1.

Ali se encontram discriminados, o número da amostra, o local da coleta, o origem da água, o tratamento purificador, a temperatura, a acidez e por fim o teor em oxigênio dissolvido encontrado, em p.p.m. ou seja miligrama por litro, quer pelo método de Winkler, como também pelo de Rideal-Stewart.

No mesmo quadro foram reunidos os resultados obtidos com algumas amostras, usando-se um e outro método, na determinação de *B.O.D.* ou seja a demanda bioquímica de oxigênio, que foi definida pela AMERICAN PUBLIC ASSOCIATION como "oxigênio em p.p.m. solicitado durante a estabilização da matéria orgânica decomponível, pela ação bacteriana aeróbia".

Veç ou outra foram encontrados para o *B.O.D.* resultados que não puderam ser aceitos, pois a segunda determinação mostrou um teor mais alto do que a primeira. Isto indicava penetração de ar estranho, erro acidental, etc.

Pelo exame do quadro apresentado, observa-se que a determinação do *D. O.* foi feita em 20 amostras, sendo que em 14 usou-se o método de Winkler, em 3 outras, ambos os métodos e nas 3 últimas apenas o de Rideal-Stewart. A determinação do *B.O.D.* foi realizada em 6 amostras, sendo que em 4 foi usado o método de Winkler e em 2 o de Rideal-Stewart.

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na determinação do *D.O.* pelo método de Winkler, variam entre zero e 7,6 p.p.m. O menor teor foi encontrado em amostra coletada na torneira da Horta, de onde flui água do Ribeirão Piracicamirim, considerada altamente poluída; o maior teor foi achado em amos-

TABELA 1

Determinação de **D.O.** e de **B.O.D.** em Águas de Consumo
(Métodos de Winkler e de Rideal-Stewart)

N.º	Lo.	Or.	Tr.	°C	pH	D.O.(W.)	D.O.(Ri.)	B.O.D.	
								Wink.	Ried.
1	11a.	Di.	—	24	6	6,6	2,0	—	—
2	11a.	Tra.	Sim	25	6	5,4	—	1,4	—
3	Es.	Co.	Não	22	5	3,0	—	—	—
4	Es.	RP.	Não	22	6	3,2	—	—	—
5	Es.	RM.	Não	21	—	4,0	—	—	—
6	So.	Co.	Não	24	6	3,2	—	—	—
7	Pr.	Bb.	Sim	16	6	6,0	—	—	—
8	11a.	Tra.	Sim	25	6	6,0	—	(-0,6)	—
9	11a.	Ta.	Sim	24	6	4,0	—	(-1,0)	—
10	Pq.	Lg.	Não	31	6	7,6	1,8	0,8	—
11	T.H.	RM.	Não	22	6	1,6	—	—	—
12	Ca.	Lg.	Não	24	6	5,6	—	—	—
13	T.H.	RM.	Não	23	6,5	0,0	—	—	—
14	H.E.	Es.	Não	23	4,6	4,6	—	—	—
15	11a.	Tra.	Sim	22	6	6,6	—	—	—
16	Tq.	RM.	Não	21	6	—	1,0	—	0,6
17	11a.	Tra.	Sim	24	6	3,4	—	—	—
18	L.H.	RM.	Não	24	6	—	1,8	—	(-2,4)
19	Es.	Af.	Sim	26	6	7,0	4,8	—	—
20	Pq.	RM.	Não	24	6	—	1,6	—	—

Legendas:

Lo. — Local da coleta	Or. — Origem da amostra
D.O.(W) — Oxigênio dissolvido	Es. — Estação de Tratamento
O.O.(R.) — idem, pelo método de Rideal-Stewart	Pr. — Edifício Principal
11a. Cad. — Fito & Microbiologia	T.H. — Torneira da Horta
Se. — Bairro do Sertãozinho	H.E. — Esguicho da Horta
Pq. — Parque da ESALQ	L.H. — Lago da Horticultura
Ca. — Canal de Irrigação	Tra. — Torneira
Tq. — Tanque Est. Tratamento	Ta. — Talha
De. — Água Destilada	Af. — Água Filtrada
Bb. — Bebedouro	Tr. — Tratamento
Rm. — Ribeirão Piracicamirim	Co. — Córrego
	Lg. — Lago

TABELA 2

Classificação das Águas Naturais
de acordo com o Código Sanitário do Estado de São Paulo (*)

Classe	Sólidos Flutuantes	Óleos e Graxas	Fenóis (p.p.m.)	Substâncias tóxicas	Gosto e Cheiro	Ácidos e Alcalis	N.M.P. de coliformes (p.p.m.)	B.O.D. (p.p.m.)	D.O. (p.p.m.)	pH	Observações
I	Ausentes	Ausentes	0,001	Ausentes	Ausentes	Ausentes	50	1	7	5 a 10	Uso sem tratamento
II	Ausentes	"	"	"	"	"	50	1 a 2	6	"	Uso sem desinfecção
III	Ausentes	"	"	"	"	"	5000	3	5	"	Uso com tratamento convencional
IV	Ausentes	"	"	Teor não perigoso	"	"	20000	3	4	"	Uso com desinfecção prévia
V	Pequena Quantidade	Teor sem objeção	"	"	Presentes	Teor não perigoso	Sem limite	4	4	"	Uso vedado
VI	Quantidade	"	"	"	"	"	"	4	4	"	Esgoto céu-aberto

(*) cf. Andrade et al.

tra coletada no lago localizado em frente ao Pavilhão de Horticultura. Embora sua água se apresente altamente poluída, é bem possível que o teor relativamente alto de *D.O.* que apresentou, seja devido à presença de algas verdes que, pela fotossíntese, eliminam regular quantidade de oxigênio, que se dissolve na água, como é bem conhecido.

Já os resultados colhidos pelo método de Rideal-Stewart se apresentam em números bem mais modestos, variando de 1,0 a 4,8 p.p.m. O teor 1 foi encontrado em amostra colhida diretamente no tanque de decantação da Estação de Tratamento com água provinda do Ribeirão Piracicamirim e o maior resultado (4,8), com água filtrada, pronta para ser clorada, que provinda do filtro de areia da Estação.

Tôdas as vêzes que com a mesma amostra, eram usados os dois métodos, os resultados menores eram apresentados pelo método de Rideal-Stewart; isto faz aceitar a hipótese de que as águas analisadas apresentavam quantidade significativa de nitritos, de sais ferrosos e de matéria orgânica, que davam origem a um erro, ao se usar o método de Winkler.

Há ainda outro fator que leva ao mesmo ponto: segundo os resultados apresentados pelos tratadistas (STEEL, 1938), as águas doces a 30°C e à pressão atmosférica podem apresentar no máximo 7,63 p.p.m. de oxigênio dissolvido pois que é seu ponto de saturação. Águas com 7,6 e 7, como encontramos, seriam águas altamente oxigenadas, o que não é aceitável no caso, em virtude de serem as águas reconhecidamente poluídas (cór, cheiro, detritos, N. M. P. etc.), seja a água do Lago do Pavilhão de Horticultura, seja a água filtrada na Estação de Tratamento a que os dados se referem. É possível também atribuir êsses resultados à penetração de ar estranho, seja no momento da coleta, seja anteriormente.

Com relação ao *B.O.D.*, os resultados informam muito pouco por serem escassos; apenas dois, obtidos pelo método de Winkler e um pelo de Rideal-Stewart são aceitáveis, por serem positivos. Três foram negativos, o que não é possível suceder. Os positivos indicam sempre pequeno teor de oxigênio necessário para a estabilização da matéria orgânica da água em análise. Isto pode ser atribuído também à variação da temperatura da estufa, que algumas vêzes não se manteve a 20°C e o que é mais provável à penetração de

ar estranho durante o trabalho; a falta de neutralização do cloro em águas tratadas, também deve ser considerada.

CONCLUSÕES

1) Impedir, sejam utilizadas para fins agrícolas, recreacionais e mesmo como potáveis, tôdas as águas cujo *D.O.* se apresentou inferior a 4,0.

2) Fazer desinfecção prévia da água que acusou *D.O.* igual a 4,8.

SUMMARY

Working, by WINKLER method for determination of *D. O.* of fresh water, collected at and next to Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", of Universidade de S. Paulo, the A. has found that of the 17 determinations, which were made, 6 showed numbers lower than limits established by Sanitary Code of Estado de São Paulo, Brazil, respecting dissolved oxygen (*D. O.*). This shows that tested waters are unsafe by use as potable. RIDEAL-STEWART modification was also used for the same samples, with results again more disfavorables for fresh water. Biochemical oxygen demand (*B. O. D.*) moreover was determined in same samples.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ANDRADE, PAULO VILLELA *et al.*, 1957. Arquivos de Higiene e Saúde Pública. XIX-XXII: 62-75. Código Sanitário para o Estado de São Paulo (projeto apresentado ao Governo Jânio Quadros).
- STEEL, ERNEST W., 1938. Water Supply and Sewerage. First Edition, McGraw Hill Book Company, Inc., New York and London.
- THEROUX, FRANK R. *et al.*, 1943. Laboratory Manual for Chemical and Bacterial Analysis of Water and Sewage. Third Edition, McGraw Hill Book Company, Inc., New York and London.

