

DETERMINAÇÃO DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO PARA TEORES $\leq 5 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$

Resumo

A metodologia usada para a determinação da demanda bioquímica de oxigênio em cinco dias (DBO_5), como descrita no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater-1999*, somente pode ser empregado quando a concentração for maior do que $5 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$. Principalmente quando relacionada às águas de rios, algumas normas ambientais (como por exemplo a Legislação CONAMA) estabelecem limites para DBO_5 menor do que $5 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$.

Neste método, a quantidade de oxigênio dissolvido é importante e adaptações na metodologia de referência como volume de amostra e diluições foram otimizadas.

Palavras-chave: DBO_5 , método analítico, águas de rio

Summary

Analytical methodology used for the determination of the biochemical oxygen demand in five days (DBO_5), as described in the *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater-1999*, can only be used when the water samples prenet concentration equivalent or greater than $5 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$.

Mainly when related to the superficial waters (CONAMA Legislation) some environmental norms establish BDO_5 limits smaller than $5 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$.

In this method, the amount of oxygen dissolved is important and adaptations in the reference methodology as sample volume and respective dilutions were optimized.

Keywords: BDO_5 , analytic method, river water

Introdução

Há décadas, o planeta Terra vem demonstrando fortes sinais de transição, como se a natureza estivesse acordando o homem para um novo sentido de vida. E tudo ocorre tão rapidamente, que as mudanças geram novos paradigmas, determinam novos comportamentos e exigem novos caminhos na gestão de recursos naturais.

No caso da gestão de recursos hídricos, a escassez, o uso inadequado e a crescente demanda estão prenunciando a questão da água como um dos mais graves problemas da humanidade no século XXI, se não for adotado um novo jeito de lidar com o meio ambiente, agora, antes que seja tarde (1,2).

A partir do final da década de 50, o mundo despertou para os problemas ambientais. Através de movimentos ambientalistas, começou-se a exigência de empreendimentos que protegessem o meio ambiente, como a identificação de impactos ambientais, efeitos ambientais negativos, alternativas de ação e a definição quanto a possíveis comprometimentos dos recursos ambientais (3).

Concomitante aos movimentos ambientalistas, a Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU) elaborou planos e programas como forma de integrar as políticas ambientais (4).

No Brasil, órgãos como CETESB, CONAMA e FEEMA, entre outros, são os responsáveis pela qualidade do meio ambiente, porém, um intenso trabalho de conscientização ainda deve ser feito para que os problemas do meio ambiente não se tornem casos isolados, mas sim de todos, pois direta ou indiretamente seremos afetados.

Apesar da crescente conscientização da sociedade e severas muitas relacionadas ao meio ambiente, existem algumas pendências no que diz respeito à legislação ambiental atual, como fiscalização ou métodos analíticos inadequados.

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_5) sempre foi caracterizada como um dos principais parâmetros para se saber a qualidade de uma água. É definida como a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica biode-

Leonardo da Silva e Lima,
Helcio José Izario Filho* e
Francisco José Morteira
Chaves

Escola de Engenharia de
Lorena EEL-USP
Departamento de Engenharia
Química (DEQUI)

*Autor para correspondência:
Rod Itajubá-Lorena Km 74,5
Caixa Postal 116
CEP: 12600-000. Lorena. SP
Fone: (12) 3159-5076

E-mail: helcio@dequi.faequil.br

gradável sob condições aeróbicas, ou seja, avalia a quantidade de oxigênio dissolvido (OD) em mg L^{-1} de O_2 , que será consumido pelos organismos aeróbios ao degradarem a matéria orgânica¹.

Define-se como matéria biodegradável, aquela que pode ser consumida e assimilada como alimento e fonte de energia pela população de microorganismos decompositores do ambiente aquático. Sua utilização como alimento energético implica na oxidação ou degradação com a finalidade de reduzir suas moléculas complexas a espécies mais simples, com liberação de energia.

Portanto, a DBO_5 é uma variável da qualidade da água que, de uma certa forma, quantifica a poluição orgânica pela depleção do oxigênio, que poderá conferir condição anaeróbica ao ecossistema aquático (1). Entretanto, a bibliografia especializada apresenta metodologias não adequadas para a determinação de DBO_5 em baixos teores.

Os métodos de referências são aplicáveis somente a DBO_5 da ordem de dezenas, centenas ou milhares de mg L^{-1} de O_2 , sendo inadequados para a determinação de DBO_5 em concentrações menores do que 5 mg L^{-1} .

Sabidamente, o conceito de DBO_5 é originário da Grã-Bretanha: a "Royal Commission" escolheu cinco dias para a estimativa de DBO a 20°C porque os rios britânicos possuem um tempo de escoamento até o mar inferior a cinco dias e a média da temperatura no verão é de $18,3^\circ\text{C}$ (1,2).

No Brasil, a escassez de informações técnicas em relação a DBO_5 para baixos teores pode ser devida ao reduzido número de órgãos responsáveis pela fiscalização da qualidade e do controle das águas dos rios, considerando-se o fato do Brasil ser um país muito rico em bacias hidrográficas. Este parâmetro é utilizado, geralmente, na determinação do grau de poluição de cursos d'água, no estudo de cargas poluidoras e na avaliação de eficiência dos sistemas de tratamento.

Sua aplicação é específica para amostras de efluentes, águas residuárias, despejos industriais, águas de rios, lagos e represas, desde que essas possuam DBO_5 maior do que $15 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$ (5).

De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, os rios são classificados em classes diferentes, em função de características físico-químicas e microbiológicas, e um dos parâmetros diferenciais é a DBO_5 . Segundo esta norma, rios classe 1 devem apresentar $\text{DBO}_5 < 3 \text{ mg L}^{-1}$, rios classe 2 devem apresentar $\text{DBO}_5 < 5 \text{ mg L}^{-1}$ e rios classe 3 devem apresentar $\text{DBO}_5 < 10 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$.

Porém, estes valores não são facilmente determináveis, já que o menor valor possível de referência apresentado pelo método padrão (*Standard Methods for examination of water and wastewater*) é de $5 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$.

Devido ao longo período de análise (cinco dias de incubação), o cálculo das alíquotas das amostras a serem incubadas para a determinação do teor de DBO_5 e obter um depleção de O_2 adequada, é estimado em função do valor do teor da demanda química de oxigênio (DQO) das mesmas, buscando equacionar uma relação DQO/DBO_5 (6).

Para uma amostra com DQO de $15 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$, por exemplo, a metodologia recomenda a utilização de, aproximadamente, um volume de amostra de 330 mL (5,6). Com este volume estimado segundo as metodologias tradicionais, torna-se impossível empregá-las, uma vez que as determinações de DBO_5 utilizam frascos calibrados com volumes aproximados de 300 mL. No caso dos rios, com DBO_5 menores do que $5 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$, devem apresentar valores de DQO nesta mesma ordem de grandeza.

Portanto, os rios que apresentam valores de DQO menores do que $15 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$, cujo respectivos valores de DBO_5 são menores do que $5 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$, mostram a não aplicabilidade dos métodos recomendados.

Além da variável volume de amostra, outro parâmetro relevante para a DBO é o tempo de incubação, que é diretamente proporcional à depleção de oxigênio pelos microorganismos, tornando-se o parâmetro limitante da exatidão da análise.

Também a determinação de oxigênio dissolvido (OD) é um parâmetro importante na determinação de DBO . O método titrimétrico de Winkler modificado pela azida sódica é rápido e independe de variáveis como pressão e temperatura (7,8).

Neste trabalho está sendo proposto aumentar-se a sensibilidade analítica do método convencional, adequando-a para valores de $\text{DBO}_5 < 5 \text{ mg O}_2 \text{ L}^{-1}$, atendendo aos parâmetros da legislação ambiental. Não há alterações da variável tempo de incubação de cinco dias, do volume de "seed" e mantém-se fixa a variável volume de amostra, indecentemente do resultado da DQO da amostra.

Materiais e Métodos

Materiais e reagentes

O oxímetro de bancada utilizado foi da marca Orion, e a incubadora foi da Marca Marconi modelo MA415/S.

Todos os reagentes utilizados foram de grau analítico (PA) e a água foi deionizada. Para a solução semente foi utilizada a *BODseed* da Bio-Systems International.

Coleta e estocagem das amostras

As amostras foram coletadas em frascos plásticos limpos e analisadas o mais rápido possível. Os frascos de coleta foram preenchidos submersos, fechados, transportados e armazenados sob resfriamento.

No momento da coleta, mediu-se o oxigênio dissolvido (OD) inicial das amostras com o oxímetro de campo. Esta medida torna-se necessária porque a metodologia proposta depende da concentração de OD inicial das amostras.

Procedimento

Aferição da solução padrão de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ $0,025 \text{ mol L}^{-1}$

A aferição do padrão secundário $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ $0,025 \text{ mol L}^{-1}$ foi feita iodometria, utilizando-se como padrão primário $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ $0,0042 \text{ mol L}^{-1}$ (7).

Preparação e condicionamento da água de diluição

Dez (10) litros de água deionizada em um barrilete plástico foram aerados de forma intensa, mecanicamente, através de bomba de ar comprimido, provido de filtro de ar, por um período de três horas. Em seguida, deixou-se repousar por 1 hora a 20°C (dentro da incubadora).

Preparação da solução contendo os nutrientes

Após o repouso, adicionou-se à água destilada aerada, 10,0 mL das soluções de cloreto férrico, cloreto de cálcio, sulfato de magnésio e tampão fosfato pH 7,2. Para a homogeneização da solução, agitou-se levemente, evitando-se a formação de bolhas de ar. Esta solução foi utilizada para preparar a amostra em branco da determinação de DBO_5 .

Preparação da solução SEED

Para a preparação do seed (solução que contém os microorganismos aeróbicos), separou-se 1 L da água aerada e adicionou-se o conteúdo de uma cápsula do *BODseed*. Agitou-se a solução durante uma hora (não ocorreu a dissolução total do conteúdo da cápsula, como indicado na instrução de sua preparação, o que não acarretou problemas ao método).

Procedimento para incubar o “branco”

Com o auxílio de um sifão de vidro, transferiu-se cuidadosamente a solução contendo os nutrientes para três frascos de DBO, de tal modo que minimize a formação de bolhas de ar. Certificando-se que os frascos não continham bolhas de ar, colocaram-se dois destes frascos na incubadora de DBO, onde permaneceram por cinco dias a 20°C (foram denominadas de ‘soluções branco’ b2 e b3); reservou-se o terceiro frasco (b1) para a quantificação imediata da concentração de OD. Durante a permanência dos frascos de DBO na incubadora, manteve-os submersos em água, impedindo-se a absorção de bolhas de ar.

Procedimento para incubar o “seed”

Utilizando-se o sifão de vidro transferiu-se a solução dos nutrientes até a metade de um frasco de DBO. Adicionou-se 2,0 mL de solução seed, lentamente, para não formar bolhas de ar. Em seguida, completou-se ao volume com a mesma solução nutrientes. Repetiu-se este procedimento por mais duas vezes, em outros dois frascos de DBO. Como antes, foram colocados dois destes frascos na incubadora, denominando-os de soluções seed (s2 e s3), e reservou-se o terceiro (s1), para a quantificação imediata da concentração de OD.

Preparação dos padrões a serem incubados

Para a validação da metodologia de determinação de DBO_5 em amostras com valores menores do que 5 mg L⁻¹ O₂, utilizou-se como padrão uma mistura de glicose com ácido glutâmico (7).

O padrão foi preparado por meio de dissolução em água destilada de 150,0 mg de glicose e 150,0 mg de ácido glutâmico, previamente secos. Transferiu-se quantitativamente a solução resultante para um balão volumétrico de 1,0 L, completando-se o volume com água deionizada. Esta solução, assim preparada, apresenta DBO_5 teórica de 194 mg L⁻¹ O₂.

Para a adequação da concentração necessária neste trabalho, diluiu-se 40, 70 e 100 vezes a solução padrão preparada, obtendo-se, teoricamente, valores de 4,85; 2,77 e 1,94 mg

L⁻¹ O₂, respectivamente. As diluições desses padrões foram feitas com a água aerada contendo os nutrientes.

Utilizando-se sifão, transferiu-se um dos padrões preparados até a metade de um frasco de DBO. Em seguida, adicionou-se 2,0 mL da solução de seed ao mesmo frasco de DBO, lentamente. Completou-se ao volume com a mesma solução padrão. Repetiu-se este procedimento por mais duas vezes, em outros dois frascos de DBO. Dois destes frascos foram colocados na incubadora, denominando-os de soluções padrão (P2 e P3), e reservou-se o terceiro frasco (P1) para a quantificação imediata da concentração de OD.

Nesta etapa do procedimento, foram anotados com rigor os volumes dos frascos (P2 e P3).

Repetiu-se o mesmo procedimento com os outros dois padrões preparados.

Preparação das amostras de água de rios

Para a determinação de DBO_5 em amostras reais foram selecionados três rios de Lorena – SP, que deságuam no Rio Paraíba: Taboão e Mandi (que passam dentro da cidade), e o Limeira.

Procedeu-se como antes para as amostras destes rios, em triplicata. Conforme a concentração de OD contida nessas amostras, têm-se dois casos distintos: OD acima de 5 mg L⁻¹ e OD abaixo de 5 mg L⁻¹.

Nestas três amostras, somente o Rio Limeira apresentou a concentração de OD acima de 5 mg L⁻¹, possivelmente por não receber despejos no seu percurso.

Procedimento para amostras com concentrações de OD acima de 5 mg L⁻¹

Adicionou-se 1,0 mL das soluções de cloreto férrico, cloreto de cálcio, sulfato de magnésio e tampão pH 7,2, por litro de amostra.

Utilizando-se o sifão, transferiu-se a amostra preparada até a metade de um frasco de DBO. Em seguida, adicionou-se 2,0 mL da solução de seed ao mesmo frasco de DBO, lentamente. Completou-se ao volume com a mesma amostra preparada.

Repetiu-se este procedimento por mais duas vezes, em outros dois frascos de DBO. Colocaram-se dois destes frascos na incubadora, denominando-os de soluções amostras (a2 e a3), e reservou-se o terceiro frasco (a1), para a quantificação imediata da concentração de OD. Anotou-se, também, com rigor os volumes dos frascos que foram incubados (a2 e a3).

Procedimento para amostras com concentrações de OD abaixo de 5 mg L⁻¹

Aerou-se a amostra por um período de 2 h, deixando-a em repouso por 1 h, a 20°C, na incubadora.

Amostras assim condicionadas ficaram com concentração de OD suficiente para a determinação da DBO_5 , o que permitiu, em seguida, proceder-se conforme a metodologia descrita para o procedimento com OD acima de 5 mg L⁻¹.

Determinação de oxigênio dissolvido (7)

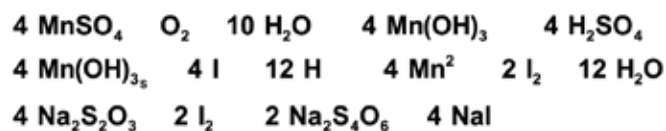
Após a retirada das soluções dos selos dos frascos a1, b1, P1, s1, e os demais padrões e amostras incubadas, adi-

cionou-se 2,0 mL da solução de $MnSO_4$, convenientemente (sub-superficial). Tamparam-se os frascos, agitando-se para homogenizar (a perda de pequena parte da solução não influencia o resultado final).

Em seguida, adicionou-se, também 2,0 mL da solução alcalina de iodeto e azida aos mesmos frascos (também, sub-superficialmente). Novamente, tamparam-se os frascos, eliminando-se as sobras remanescentes nos selos, agitando-se a seguir. Deixaram-se os frascos repousarem até a sedimentação de todo o precipitado formado. Agitou-se por mais uma vez, assegurando-se a completa conversão e, após a sedimentação do precipitado, adicionou-se, cautelosamente, sub-superficialmente, 2,0 mL de H_2SO_4 concentrado, deixando-se escorrer pela parede interna dos frascos.

Tamparam-se rapidamente, impedindo-se que ocorra perda de solução ao agitarem-se os frascos para a dissolução total do precipitado. A coloração amarelada da solução devido à formação de iodo (I_2) livre foi quantificada pela titulação com solução padrão de $Na_2S_2O_3$.

As reações de conversão do OD em I_2 são as seguintes:



Para a determinação da concentração de OD transferiu-se exatamente 200,0 mL de cada frasco reservado (a1, b1, p1, s1 e dos outros padrões e amostras) para erlenmeyers de 500 mL.

Em seguida, adicionou-se 1,0 mL de solução indicadora de goma de amido a 1,0 % (m/v) e titulou-se com solução padrão de $Na_2S_2O_3$ $0,025 mol L^{-1}$. O volume da solução de $Na_2S_2O_3$ consumido é igual à concentração de OD em cada frasco, conforme é demonstrado na seqüência.

Pela relação estequiométrica tem-se:



Portanto, a relação de número de mols entre o $Na_2S_2O_3$ e o O_2 será:

$$n_{Na_2S_2O_3} \quad 4 n_{O_2}$$

Substituindo-se os valores específicos para cada variável, conforme a metodologia adotada, tem-se:

$$\begin{array}{ccc} 0,025 mol L^{-1} & 0,001 L & \frac{4 m(g)}{32 gmol^{-1}} \\ m & 0,20 mg O_2 & \end{array}$$

Então, a concentração de O_2 é determinada como:

$$C \quad \frac{0,2 mg O_2}{0,20 L} \quad 1 mg O_2 / L \text{ de solução}$$

Amostra	Volume do Frasco (mL)	ODInicial mg L ⁻¹	ODFinal Mg L ⁻¹
Branco	297,0	7,10	7,00
Branco	302,3	7,10	7,10
Seed	298,8	7,00	5,85
Seed	299,9	7,00	5,90
Padrão 1	299,7	7,05	1,05
Padrão 1	298,3	7,00	0,95
Padrão 2	299,6	7,05	3,20
Padrão 2	302,8	7,05	3,15
Padrão 3	299,0	7,05	4,05
Padrão 3	301,8	7,00	4,00

Tabela 1. Resultados de OD obtidos com os padrões de glicose e ácido glutâmico

Assim, cada 1,0 mL de solução de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ $0,025 \text{ mol L}^{-1}$ consumido na titulação das alíquotas das soluções corresponde a $1 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$.

Cálculo do resultado da DBO_5

Após os cinco dias de incubação repetiu-se o mesmo procedimento de determinação de OD para os frascos a2 e a3, b2 e b3, P2 e P3, s2 e s3, e para os demais frascos, com as outras amostras e padrões.

O primeiro parâmetro calculado foi a depleção do branco, dado em função dos valores de OD obtidos na titulação dos frascos b1, b2 e b3, utilizando-se a seguinte expressão:

$$\text{Depleção do branco} = \frac{(b1 \quad b2) \quad (b1 \quad b3)}{2}$$

Onde: b1 = OD inicial no branco
b2 e b3 = OD final no branco

Este resultado não deve ser superior a $0,20 \text{ mg L}^{-1}$ de O_2 , o que implicaria em possível desvio de exatidão a metodologia e imprecisão no resultado final⁵.

O segundo parâmetro a ser calculado foi a depleção do seed (s1, s2 e s3), dado em função dos valores de OD obtidos na titulação dos frascos b1, b2 e b3, utilizando-se a seguinte expressão:

$$\text{Depleção do seed} = \frac{(s1 \quad s2) \quad (s1 \quad s3)}{2}$$

Onde: s1 = OD inicial do seed
s2 e s3 = OD final do seed

Este valor não deve superar $1,50 \text{ mg L}^{-1}$ de O_2 , o que também implicaria em possível desvio da exatidão da metodologia (6).

O cálculo final da DBO_5 para os padrões é dado segundo a expressão:

$$\text{DBO (mg L}^{-1}\text{)} = \frac{[(a1 \quad a_n) \quad \text{depleção do seed}] \quad \text{volume do frasco } a_n}{\text{volume do frasco } a_n \quad X \quad Y}$$

Onde: P1 = OD inicial do padrão

P_n = P2 e P3 = OD final do padrão

$X = 2$ (corresponde ao volume do seed utilizado em cada frasco)

O resultado final da DBO_5 ($\text{mg L}^{-1} \text{ O}_2$) é dado pela média aritmética dos valores obtidos na expressão pela substituição do OD final de P2 e P3, segundo a expressão:

$$\text{DBO (mg L}^{-1}\text{)} = \frac{[(P1 \quad P_n) \quad \text{depleção do seed}] \quad \text{volume do frasco } P_n}{\text{volume do frasco } P_n \quad X}$$

Onde: a1 = OD inicial da amostra

a_n = a2 e a3 = OD final da amostra

$X = 2$ (corresponde ao volume do seed utilizado em cada frasco)

$Y = 1,2$ (corresponde aos volumes das soluções nutrientes adicionados por litro da amostra).

O valor de Y foi estabelecido considerando-se que cada frasco tem volume médio de 300,0 mL (diferenças não são significativas).

O mesmo raciocínio foi aplicado para as demais amostras e padrões.

Resultados e Discussão

Para a validação da metodologia foram feitas medidas em triplicata, com as soluções padrão preparadas com glicose e ácido glutâmico, em três dias diferentes. Os resultados referentes à primeira determinação estão mostrados na Tabela 1.

RESULTADO	PADRÕES		
mg L ⁻¹ O ₂	Padrão 1	Padrão 2	Padrão 3
Esperado	4,85	2,77	1,94
1º Dia	4,94	2,74	1,81
2º Dia	4,78	2,65	1,97
3º Dia	4,70	2,61	1,75
Média	4,81±0,09	2,67±0,05	1,84±0,08

Tabela 2. Resultados de DBO_5 ($\text{mg L}^{-1} \text{ O}_2$) obtidos com os padrões de glicose e ácido glutâmico em três dias distintos

A Tabela 2 mostra os resultados finais de DBO_5 dos de glicose e ácido glutâmico para os três dias.

A reprodutibilidade analítica variou de 1,87 a 4,35%, enquanto que o erro relativo ficou entre 0,82 e 5,15 %. Estes resultados atestam a confiabilidade da metodologia proposta.

Em relação às amostras de rios, os resultados de DBO_5 obtidos foram de $2,95 \pm 0,06$, $1,96 \pm 0,05$ e $1,93 \pm 0,04$ $mg\ L^{-1} O_2$, para $n=3$.

Os resultados de DBO_5 para as amostras de água de rio mostraram boa reprodutibilidade e valores dentro do esperado segundo a legislação.

Conclusão

Considerando os resultados obtidos para a DBO_5 dos nos padrões sintéticos (glicose e ácido glutâmico), com boa reprodutibilidade e baixo erro relativo, fica demonstrada a aplicabilidade da metodologia proposta às amostras de águas com DBO_5 com valores menores que $5\ mg\ L^{-1} O_2$.

Da mesma forma, para as amostras de água de rio analisadas também foram obtidos resultados satisfatórios, esperados para um rio classe 1 e 2, conferindo a real qualidade de suas águas.

Referências

1. MACEDO, JAB. **Introdução a Química Ambiental. - Química e meio ambiente e sociedade.** 2ª ed., Editora O Locutor: Belo Horizonte-MG, 2002.
2. MACEDO, JAB. **Águas e Águas.** 2ª ed., Editora Ortofarma: Belo Horizonte-MG, 2000.
3. BAIRD, C. **Química Ambiental.** 2ª ed., Editora Bookman: São Paulo-SP, 2004.
4. CARVALHO, CG. **Legislação ambiental brasileira.** 2ª ed., Editora de Direito: Leme-SP, 1999.
5. BRAILE, PM; CAVALCANTI, JEW. **Manual de tratamento de águas residuárias industriais.** 2ª ed., Hamburg Ltda: São Paulo-SP, 1979.
6. DA SILVA, MOSA. **Análises físico-químicas para controle das estações de tratamento de esgotos.** 1ª ed., BABES: São Paulo-SP, 1995. 223p.
7. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.* 20th ed., Washington: American Public Health Association, 1998 (CD-ROOM).
8. VALENTE, JPS; PADILHA, PM e SILVA, AMM. *Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu-SP.* **Eclet. Quim.** 22, 1997. 1-12.