
NOTA TÉCNICA:

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO EM DIFERENTES TEMPOS DE INCUBAÇÃO DAS AMOSTRAS

Mateus Pimentel de Matos¹, Alisson Carraro Borges², Antonio Teixeira de Matos², Edson Faria da Silva³, Mauro Aparecido Martinez²

RESUMO

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é uma análise de grande importância para monitoramento e dimensionamento de sistemas de tratamento biológico, além de ser referencial para legislação e verificação de impactos ambientais. A medida padrão de quantificação da concentração de material orgânico é feita com leitura após 5 dias de incubação à 20 °C (DBO_5^{20}) da amostra de água, propiciando comparações entre os diversos autores e em diferentes condições climáticas. Porém, em razão do longo tempo demandado para análise, há prejuízo nas tomadas de decisão em estações de tratamento de águas residuárias. Além disso, a falta de flexibilidade, no que se refere ao dia de determinação dos valores de DBO, traz transtornos do ponto de vista operacional. Poucos são os estudos que tentaram relacionar os valores de DBO obtidos em tempos diferentes com os lidos após cinco dias. Na literatura existem apenas informações entre os valores de DBO_5 e a demanda bioquímica de oxigênio última (DBO_u), e entre a DBO_5 e a demanda química de oxigênio (DQO). Assim, neste estudo, teve-se como objetivo a obtenção dos valores de DBO em diferentes tempos de incubação da amostra, os quais foram comparados com os valores de DBO_5 , verificando-se a possibilidade de relacioná-los por meio de fatores de correção em amostras de esgoto sanitário e águas residuárias da suinocultura e de laticínios. Os resultados indicaram os fatores de correção variam com o tipo de água residuária, com a concentração de matéria orgânica que ela apresenta e com a relação entre as demandas bioquímica e química de oxigênio (biodegradabilidade do material orgânico), tendo que se ser determinado caso a caso, para cada situação, o que é pouco exequível.

Palavras-chave: DBO_5 , DQO, fatores de correção de DBO.

ABSTRACT

BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND OF SAMPLES UNDER DIFFERENT INCUBATION TIMES

The biochemical oxygen demand (BOD) is an factor of great importance for monitoring and design of biological treatment systems, as well as a reference for legislation and verification of environmental impacts. The standard measure for quantifying the organic material concentration is performed by reading after 5 days of incubation at 20 °C (BOD_5^{20}) of the water sample, allowing comparisons between different authors and different climatic conditions. However, the long period needed for analysis hinders decision-making in wastewater treatment stations. Moreover, the lack of flexibility regarding the day of determining the BOD values indicates operational problems. Few studies have attempted to relate the values of BOD obtained at different times with those measured after five days. In literature there is only information between the values of BOD_5 and the ultimate biochemical oxygen demand (UBOD), and between the BOD_5 and chemical oxygen demand (COD). Thus, this study aimed to obtain the BOD values at different times of sample incubation, which were compared with the values of BOD_5 , assessing the possibility of relating them by correction factors in samples of sewage, swine and dairy wastewaters. The results showed that the correction factors vary with the type of wastewater, with the organic matter concentration that it presents, and with the relationship between biochemical and chemical oxygen demand (biodegradability of organic material), requiring that it be determined on a case by case basis for each situation, which is hardly feasible.

Keywords: BOD correction factors, COD, BOD_5 .

Recebido para publicação em 14/09/2012. Aprovado em 01/04/2013.

1 - Engenheiro Agrícola e Ambiental, Doutorando em Saneamento, UFMG, matmatos_eaa@yahoo.com.br

2 - Professor do Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, borges@ufv.br, atmatos@ufv.br, mmauro@ufv.br

3 - Engenheiro Agrícola e Ambiental, Doutorando em Recursos Hídricos e Ambientais, UFV, edson.silva@ufv.br

INTRODUÇÃO

Quando lançado em um corpo hídrico, o material orgânico contido em uma água residuária é degradado e assimilado por micro-organismos, ocorrendo consumo de oxigênio nessa atividade metabólica. Quanto maior a concentração de matéria orgânica presente na amostra, maior será a depleção nos níveis de oxigênio dissolvido (OD), e piores serão as condições proporcionadas ao meio aquático, podendo ocasionar mortandade de peixes e outros seres aeróbios (BORSUK; STOW, 2000). A medida do decaimento na concentração de OD é denominada demanda bioquímica de oxigênio (DBO), sendo, por consequência estimativa, ainda que indireta, da concentração de matéria orgânica presente nas águas residuárias ou nas águas superficiais.

A quantificação da DBO possibilita a indicação aproximada da fração biodegradável da água residuária, da taxa de degradação da matéria orgânica e do consumo de oxigênio do meio (von SPERLING, 2005). Por essa razão, apresenta vantagens em relação às análises da demanda química de oxigênio (DQO), que dá estimativa da matéria orgânica total (biodegradável e inerte), e não apresenta avaliação do consumo temporal de OD. Assim, a DBO é uma variável fundamental para monitoramento e dimensionamento de sistemas de tratamento biológico, sendo utilizada como referencial para a legislação ambiental e em estudos de autodepuração de cursos d'água.

O método padrão para obtenção da DBO é o da inoculação de amostras por um período de 5 dias, mantidas sob a temperatura de 20 °C, obtendo-se a denominada DBO_5^{20} , ou por simplificação, DBO_5 . O método passou a ser convencionalmente utilizado no Reino Unido e teve como critério a temperatura média dos rios britânicos (18,3 °C), e o tempo de escoamento desses até o mar aberto (TCHOBANOGLOUS; SCHOEDER, 1985). Posteriormente, passou a ser adotado em quase todo o mundo, a fim de se propiciar comparações entre valores obtidos em estudos realizados em diferentes regiões do globo. Como exceção as análises padronizadas, pode-se citar o trabalho de Roppola *et al.* (2007) que compararam diversos métodos de quantificação (respirométrico, iodométrico e sensores de oxigênio) para obtenção da DBO_7^{20} . Já na Índia, preconiza-se que a análise seja feita após 3 dias de incubação da amostra, sob

temperatura de 27 °C (DBO_3^{27}) (HYDROLOGY PROCEDURES, 1999).

O tempo necessário para a obtenção da estimativa do potencial poluidor da água residuária é, no entanto, uma das principais limitações da análise da variável DBO, impossibilitando rápidas tomadas de decisão, seja no controle operacional de estações de tratamento ou no monitoramento de impactos ambientais. No primeiro caso, se a estação de tratamento de água residuária (ETAR) não esteja obtendo eficiências maiores ou iguais a 85% (COPAM, 2008), haveria a possibilidade de agir no impedimento do lançamento no corpo d'água, ou no segundo caso, ter noção das reais condições do rio após o lançamento de determinado efluente, ambos em um período de tempo mais curto.

Uma das possibilidades para redução do tempo necessário para análise da DBO seria a incubação da amostra por períodos de tempo inferiores a 5 dias e, posteriormente, utilizar fatores de conversão para se obter a DBO_5 , propiciando comparações com os valores citados na literatura ou obtidos em outras estações. Tal solução também abriria a possibilidade de flexibilização da obtenção da variável DBO, fazendo leituras de OD em tempos diferentes aos de cinco dias. Apesar disso, poucos são os estudos relatados na literatura a respeito de análises de DBO em tempos diferentes de cinco dias. A maior parte das citações disponíveis restringe-se a parâmetros de conversão da DBO_5 em demanda bioquímica de oxigênio última (DBO_u), que é a máxima quantidade de oxigênio necessária para degradação de todo material orgânico presente. Essa conversão possibilita rapidez na estimativa da DBO_u , que é importante dado de entrada para estudos de autodepuração e para vários processos de tratamento de águas residuárias, que são dimensionados tendo por base essa variável. Alguns valores entre DBO_u/DBO_5 para esgotos sanitários em diferentes condições estão apresentados em von Sperling (2005). Em efluentes concentrados, por exemplo, a relação seria de 1,1-1,5, sendo que a relação seria de 1,5-3,0, caso já tivesse passado por um tratamento secundário, e de 1,2 a 1,6, se o tratamento fosse apenas físico (primário). Na literatura consultada foram encontrados valores comparativos entre a DBO_5 e a DQO, sendo que a razão entre DBO_5/DQO é maior em efluentes

brutos e menor em tratados, condição em que há predomínio da fração recalcitrante e inerte na água residuária.

Em relatório técnico interno da COPASA (1997), citado por Matos (2012a) e também no Portal Tratamento de Água (2008), são apresentados fatores de correção dos valores de DBO obtida com 3, 4, 6 e 7 dias de incubação da amostra para DBO_5 . Nos dois trabalhos, os fatores de correção citados são idênticos, com a referência de que tais valores foram obtidos para análises com esgotos sanitários. Os fatores de correção citados estão apresentados na Tabela 1.

Tendo em vista, a pouca informação disponível e a necessidade em se ter resultados de DBO em menor tempo, sabendo-se que a DQO não possibilita estimativa confiável da fração biodegradável, com a realização deste trabalho objetivou-se obter fatores de correção para conversão dos valores obtidos em diferentes tempos de incubação de amostras de esgoto sanitário bruto e tratado e de águas residuárias da suinocultura e de laticínios, sob temperatura de 20 °C, em valores de DBO_5 , além de efetuar comparação com os valores apresentados na literatura.

MATERIAL E MÉTODOS

As águas residuárias analisadas neste trabalho foram esgoto sanitário bruto (ESB), coletado no afluente da fossa séptica modelo Embrapa modificada, localizado no distrito de Macena, pertencente à cidade de Viçosa, Minas Gerais;

esgoto sanitário tratado em fossa séptica (ESF), amostrado na Área Experimental de Tratamento de Resíduos do Departamento de Engenharia Agrícola (DEA) da Universidade Federal de Viçosa (UFV); água residuária bruta de laticínios (ARL), coletado em instalação localizada no bairro Barrinha, no município de Viçosa, MG; e efluente bruto de suinocultura (ARS), amostrado na Fazenda Água Limpa, localizado na zona rural de Viçosa, MG.

O procedimento para obtenção dos valores de DBO seguiu o método de Winkler, conforme consta em APHA *et al.* (2005), sendo as análises realizadas no Laboratório de Qualidade da Água (LQA), do DEA, com incubação das amostras por tempos de 0 (“branco zero dias”), 3, 5 e 7 dias, sob temperatura de 20 °C, com 3 repetições, nas amostras de ESB; e por tempos de 0, 4, 5 e 6 dias para as demais águas residuárias analisadas, em duplicata. Para cada dia de leitura de OD, foi preparado um “branco”, solução nutritiva sem a adição de amostras das águas residuárias. Essas diferenças nos tempos de incubação se devem ao fato de terem sido aproveitados dados gerados em outras análises realizadas no trabalho de dissertação de mestrado do primeiro autor (MATOS, 2012b).

Para cálculo da DBO nos diferentes tempos de incubação da amostra, utilizou-se a equação proposta por Matos (2012a), com a qual se elimina o efeito da depleção de oxigênio proporcionado pela própria solução nutritiva (diluyente):

$$DBO_t = \frac{[(OD_{Br0} - OD_t) - (OD_{Br0} - OD_{Brt})] \times \left(\frac{V_f - V_{am}}{V_{fBrt}}\right)}{\frac{V_{am}}{V_f}} \quad (1)$$

em que,

- DBO_t Demanda bioquímica de oxigênio exercida no dia “t” qualquer ($mg L^{-1}$);
- OD_{Br0} Oxigênio dissolvido na amostra “branco” obtida após incubação por 0 dia ($mg L^{-1}$);
- OD_t Oxigênio dissolvido obtido após incubação da amostra por “t” dias ($mg L^{-1}$);
- OD_{Brt} Oxigênio dissolvido na amostra “branco” após incubação por “t” dias ($mg L^{-1}$);
- V_f Volume do total do frasco de DBO (mL);
- V_{am} Volume de amostra de água residuária adicionada ao frasco de DBO (mL); e,
- V_{fBrt} Volume do frasco de DBO acondicionado da amostra “branco” após incubação por “t” dias (mL).

Tabela 1. Fator de correção para DBO de esgoto sanitário obtido nos tempos de 3, 4, 6 e 7 dias de incubação da amostra, sob temperatura de 20 °C

Tempo de incubação (t) em dias	Fator (DBO_t/DBO_5)
3	0,74
4	0,88
6	1,10
7	1,18

Fonte: COPASA (1997), adaptado por Matos (2012a)¹ e Portal Tratamento de Água (2008)².

Após a obtenção dos valores de DBO_t e DBO_5 , respectivamente após t e 5 dias, calculou-se a razão entre elas. Para melhor base de comparação, caracterizando um efluente como bruto ou não, e verificando se de alguma forma, a relação entre os valores de fatores de correção seguem a tendência da biodegradabilidade do material, realizou-se também ensaios para obtenção da DQO. A demanda química de oxigênio seguiu os padrões do método do refluxo aberto (APHA *et al.*, 2005).

Para garantir a igualdade estatística (ou não) entre os fatores, primeiro realizou-se testes de aderência à distribuição normal, prosseguindo então a testes paramétricos, no caso de bom ajuste à curva de Gauss, ou não paramétricos, na ocasião de refutar a primeira hipótese. Os testes Kolmogorov-Smirnov, Qui-Quadrado e Lilliefors foram realizados utilizando o aplicativo Statistica 7.0. Em caso de divergências entre as conclusões dos testes, foi considerada a resposta gerada pelo algoritmo do teste de normalidade de Shapiro-Wilk, pois, segundo Torman *et al.* (2005), é aquele que apresenta os resultados mais conclusivos no que se refere à distribuição dos dados apresentados. Tais comparações foram feitas entre os valores dos fatores, obtidos entre as relações entre as repetições, tomadas uma a uma. Isto é, para amostras com 2 repetições para cada dia, foram obtidos 4 quocientes diferentes entre o dia n e o dia 5.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparando-se os fatores de correção apresentados na Tabela 2, verifica-se que não há similaridade entre os valores obtidos para as diferentes águas residuárias analisadas, apesar da hipótese dos valores de Q das diferentes águas residuárias serem iguais, comparando

aquelas obtidas nos mesmo dias, não ter sido rejeitada pelo teste estatístico de Kruskal-Wallis, em nível de 5% de probabilidade. Possivelmente, estes resultados gerados pelo aplicativo Statistica são função do pequeno número de dados observados e da grande variabilidade dos valores de DBO, o que confere menor confiabilidade no teste. Confrontando tais resultados com os valores apresentados em COPASA (1997), citado por Matos (2012a), e por Portal Tratamento da Água (2008), observa-se até aproximação para alguns dos valores de Q, confirmado pelo teste de Mann-Whitney (igualdade estatística no teste com $\alpha=0,05$) para amostras de esgotos sanitários (ESF e ESB), porém nada que indique possível generalização dos fatores de correção.

Fazendo comparações dentro de cada grupo (ESF, ARL, ARS e ESB), quanto aos valores dos fatores de correção Q_3 e Q_7 , respectivamente, razão entre os valores de DBO dos dias 3 e 7 e o valor obtido no quinto dia, ou Q_4 e Q_6 (quarto e sexto dia comparados ao valor do quinto dia), verificou-se que apenas os valores de Q dos diferentes dias do esgoto sanitário tratado em fossa séptica não variam de forma significativa. Tais verificações obtidas pelo teste de Mann-Whitney sugerem que em águas residuárias com menor concentração de material orgânico mais lábil, as taxas de degradação, e assim, de consumo de oxigênio dissolvido, são menos expressivas e variam com menor intensidade ao longo do tempo. Para se verificar se os fatores de correção seguiram a tendência de acordo com o grau de biodegradabilidade da água residuária, foram realizadas as análises da demanda química de oxigênio. Os valores de DQO e da razão DBO_5/DQO para cada água residuária estão apresentados na Tabela 3.

A relação DBO_5/DQO é uma medida importante para definir a forma mais adequada para tratamento de águas residuárias, apresentando

Tabela 2. Fator de correção médio (Q) para estimativa da **DBO₅ de esgoto sanitário** a partir dos valores de DBO obtidos após incubação da amostra, sob temperatura de 20 °C, por diferentes períodos de tempo

Tempo de incubação (dias)	Q			
	ESF	ARL	ARS	ESB
3	-	-	-	0,85
4	0,81	0,76	0,67	-
6	1,00	1,02	1,10	-
7	-	-	-	1,36

Em que: ESF - esgoto sanitário tratado em fossa séptica, ARL - água residuária de laticínios, ARS - água residuária da suinocultura e ESB - esgoto sanitário bruto.

Tabela 3. Demandas químicas de oxigênio das amostras, e suas relações com a **DBO₅**.

Variável	ESF	ARL	ARS	ESB
DQO (mg L ⁻¹)	564	24.653	4.300	819
DBO₅/DQO	0,30	0,49	0,56	0,35

indicativos da fração biodegradável em relação ao total da matéria orgânica presente. O tratamento biológico é mais indicado para águas residuárias com relação entre 0,30 e 0,50, devendo ser insuficiente para valores menores que 0,30 (METCALF; EDDY, 2003; JARDIM; CANELA, 2004). Segundo von Sperling (2005), em esgotos sanitários, a razão entre as demandas bioquímica e química tende a diminuir com o grau de tratamento a que foi submetida a água residuária, sendo que os menores valores (< 0,30) são obtidos após a água ter sido submetida a tratamento biológico. As informações apresentadas para o esgoto sanitário confirmam o que está apresentado na Tabela 3, com a relação **DBO₅/DQO** passando de 0,35 para 0,30, após remoção por sedimentabilidade no tanque séptico, que tem eficiências de 30 a 35% (von SPERLING; CHERNICHARO, 2005).

Ramos (2011) encontrou relação **DBO₅/DQO** de 0,41 no efluente de reator anaeróbio utilizado no tratamento de água residuária da suinocultura. Daniel (2008) verificou que a relação típica de **DBO₅/DQO** em efluentes brutos de agroindústrias de laticínios é de 0,50. Considerando as faixas citadas acima, as amostras de ESB, ARL e ARL utilizadas neste experimento estariam caracterizadas como brutas, contendo grande concentração de matéria orgânica lábil (biodegradável) e, dentre todas essas águas residuárias, o ESF apresentou a maior fração recalcitrante.

Após essas reflexões a respeito da biodegradabilidade das amostras, constatou-se que realmente o ESF continha menor concentração relativa de matéria orgânica de mais fácil degradação, o que proporcionou a obtenção de menores variações da taxa de desoxigenação ao longo dos dias. A observação da relação demanda bioquímica de oxigênio e da demanda química também propiciaram a averiguação da possível influência da fração biodegradável (material mais lábil ou não) nos valores do fator de correção, comparando as diferentes águas residuárias. O valor de Q obtido na razão **DBO₃/DBO₅** do ESB se aproximou mais de 1,0 do que o obtido na razão **DBO₄/DBO₅** do ESF, indicando que a taxa de degradação é maior na primeira água residuária devido à maior concentração de material orgânico lábil que ele apresenta, o que pode ser verificado analisando-se a razão **DBO₅/DQO**. Isso também se reflete após o quinto dia de incubação, já que o fator de correção (Q), obtido no sétimo dia se afastou mais de 1,00 do que na amostra do efluente tratado. Porém, tal tendência não foi verificada nas amostras de ARL e ARS, que possuem maior fração de material biodegradável em relação à matéria orgânica total, o que indicou que estes fatores de correção não podem ser utilizados de forma generalizada para os diversos efluentes.

Silva *et al.* (2012), ao compararem águas residuárias semelhantes às utilizadas neste trabalho, porém provenientes de dois locais diferentes, (ES1,

ES2, ARL1, ARL2, ARS1, ARS2), verificaram que os valores médios as razões obtidas para os tempos de incubação de 4 e 6 dias verificaram tendências semelhantes entre as diferentes águas residuárias e que quanto maior a razão DBO_5/DQO e a carga orgânica da amostra, maior foram os valores dos fatores de correção. Neste trabalho, de maneira semelhante, foi observado nas amostras de esgoto sanitário, que quanto maior a concentração de material orgânico, maior a fração biodegradável e maior o afastamento da DBO_t da DBO_5 , para tempos maiores que 5 dias, e maior a aproximação para menores que 5 dias. A título de exemplo, ao se considerar o fator de correção obtido para o ESB, ao se estimar a DBO_5 a partir do valor de DBO_7 , obtido por Roppola *et al.* (2007), utilizando o método iodométrico, que foi de 56 mg L^{-1} , obtém-se o valor de 41 mg L^{-1} .

Com base nos resultados obtidos neste trabalho e conforme discutido acima, verificou-se ser necessária a obtenção de fatores de correção específicos para cada água residuária, o que só seria viável se a água residuária a ser monitorada apresentasse pequena variabilidade em suas características. Assim, considera-se que outros métodos de incubação, como, por exemplo, a elevação da temperatura de incubação da amostra (MATOS, 2012b), devem ser estudados e aprimorados para propiciar que se possa obter os resultados de DBO em período de tempo mais curto.

CONCLUSÕES

- Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:
- Os fatores de correção para a obtenção da DBO_5 a partir de dados de DBO_t se aproximaram dos citados na literatura para esgotos sanitários;
- A obtenção de fatores de correção para DBO genéricos e confiáveis só é possível se forem obtidos para grupos de águas residuárias nas quais a qualidade do material orgânico da amostra apresente semelhante degradabilidade;
- Fatores de correção da DBO_t para estimativa do valor da DBO_5 devem ser específicos para cada tipo de água residuária, carga orgânica e grau de tratamento a que foi submetida.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de mestrado ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION-AWWA; WATER ENVIRONMENT FEDERATION - WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21. ed. Washington: APHA/AWWA/WEF, 2005. snp.

BERTONI, J.C.; TUCCI, C.E.M. Precipitação. In: TUCCI, C.E.M. (org). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade, 2001. p.177-241.

BORSUK, M.E.; STOW, C.A. Bayesian Parameter Estimation in a mixed-order model of BOD decay. **Water Research**, 2000. v.34, n.6; p.1830-1836.

COPAM. Conselho Estadual de Política Ambiental. **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH**. 01. ed. Minas Gerais, 2008. 32p.

DANIEL, D.D. **Avaliação de processos biológicos utilizados no tratamento de efluentes de laticínios**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental). Universidade de Ribeirão Preto. Ribeirão Preto, SP, 2008. 62p.

HYDROLOGY PROJECT. **Standard Analytical Procedures for Water Analysis**. New Dehli, India, 1999. p.80.

JARDIM, W.F.; CANELA, M.C. **Fundamentos da oxidação química no tratamento de efluentes e remediação de solos**. Caderno Temático. Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, 2004. Campinas, SP. v.1. 10p.

MATOS, A.T. **Qualidade do meio físico – Práticas de laboratório**. Viçosa: Imprensa Universitária, UFV, 2012a. 150p.

MATOS, M.P. **Efeito do binômio tempo-temperatura de incubação da amostra na**

demanda bioquímica de oxigênio de diferentes águas residuárias. Dissertação de mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2012b. 86p.

METCALF & EDDY. **Wastewater Engineering: Treatment Disposal and Reuse.** 4ª ed. New York: McGraw-Hill, 2003, 1818p.

OLIVEIRA, S.C.; von SPERLING, M. Análise da confiabilidade de estações de tratamento de esgotos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.12, p.389-398, 2007.

PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA. **Determinação da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)**, São Paulo, SP, 2008. Disponível em: http://www.tratamentodeagua.com.br/r10/Biblioteca_Detalhe.aspx?codigo=400 Acesso em 30/07/2012.

RAMOS, N.F.S. **Tratamento de águas residuárias de suinocultura em sistemas alagados construídos: desempenho e modelagem hidráulica-cinética.** Dissertação de mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2011. 98p.

ROPPOLA, K.; KUOKKANEN, T.; RAMO, J.; PROKKOLA, H.; HEISKA, E. Comparison Study of Different BOD Tests in the Determination of BOD7 Evaluted in a Model Domestic Sewage. **Journal of Automated Methods and**

Management in Chemistry, 2007. Hindawi Publishing Corporation. v.2007, 4p.

SILVA, E.F.; MATOS, M.P.; BORGES, A.C.; MATOS, A.T. Relação entre as demandas bioquímicas de oxigênio obtidas em diferentes tempos de incubação da amostra. In: XXVI Congresso Nacional dos Estudantes de Engenharia Agrícola, 2012. **Anais...**, Viçosa, MG. CD-ROM.

TORMAN, V.B.L.; BIRCK, A.R.; RIBOLDI, J. Comparação dos testes de aderência à normalidade Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling, Cramer-von Mises e Shapiro-Wilk por simulação. In: 11 Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agronômica (SEAGRO), 2005. **Anais...**, Londrina, PR. CD-ROM.

TSCHOBANOGLIOUS, G.; SCHOEDER, E.D. **Water Quality Characteristics: Modeling & Modification**, Reading, MA: Addison-Wesley Publishing Co, 1985. 768p.

von SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos: Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias.** 3ª, Belo Horizonte: UFMG, 2005. 452p.

von SPERLING, M; CHERNICHARO, C.A.L. **Biological wastewater treatment in warm climate regions.** IWA Publishing. Londres, ENG, 2005. v.2, 1496p.