

REOXIGENAÇÃO E DESOXIGENAÇÃO NO RIO TURVO SUJO

Flavia Mariani Barros¹, Mauro Aparecido Martinez², Antonio Teixeira de Matos³,
Felizardo Adenilson Rocha⁴, Danilo Paulúcio da Silva⁵

1. Professora Doutora da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB,
Itapetinga-BA (mariamariani@yahoo.com.br)

2. Professor Doutor da Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa-MG

3. Professor Doutor da Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa-MG

4. Professor Doutor do Instituto Federal da Bahia, IFBA, Vitória da Conquista-BA

5. Doutorando em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, UFV,
Viçosa-MG. Brasil.

Data de recebimento: 02/05/2011 - Data de aprovação: 31/05/2011

RESUMO

A dinâmica da desoxigenação e reaeração de corpos hídricos proporcionam o balanço da concentração de oxigênio dissolvido. Esta dinâmica é basicamente governada pelo coeficiente de desoxigenação, K_1 , que varia de acordo com a composição e a concentração do material orgânico na água residuária e pelo coeficiente de reaeração, K_2 , sendo este altamente dependente das características geométricas do rio e de sua vazão. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi quantificar os coeficientes de desoxigenação e reaeração em um trecho do rio Turvo Sujo localizado na cidade de Viçosa-MG. O K_1 foi obtido utilizando-se o mesmo procedimento para a demanda bioquímica de oxigênio, por períodos de 0, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19 e 21 dias enquanto o coeficiente de reaeração foi obtido substituindo-se os dados de entrada na equação proposta por Streeter-Phelps. Tendo por base os resultados obtidos e considerando-se as condições em que o estudo foi realizado, conclui-se que os valores estimados de K_1 e K_2 estão dentro dos valores típicos apresentados pela literatura para rios com águas limpas ou efluentes secundários e grandes rios com velocidade normal respectivamente; o tempo crítico é positivo; a metodologia descrita por Streeter-phelps foi adequada para a estimação do K_2 .

PALAVRAS-CHAVE: Autodepuração, poluição aquática, balanço de oxigênio

REOXYGENATION AND DEOXYGENATION OF THE TURVO SUJO RIVER

ABSTRACT

The deoxygenation and reaeration dynamics of water bodies provide the balance of the dissolved oxygen concentration. These dynamics are basically governed by the deoxygenation coefficient, K_1 , which varies with the composition and concentration of organic material in wastewater and the reaeration coefficient, K_2 , which is highly dependent of the geometrical characteristics and flow rate of the river. Thus, the objective of this study was to quantify the coefficients of deoxygenation and reaeration of the Turvo Sujo river located in Viçosa-MG. The K_1 was obtained using the same procedure for the biochemical oxygen demand, for 0, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 11,

13, 15, 17, 19 and 21 days while the reaeration coefficient was obtained by substituting the input data in the equation proposed by Streeter-Phelps. Based on the results and considering the conditions under which the study was conducted, it is concluded that the estimated values of K_1 and K_2 are within the typical values reported in literature for rivers with clean water and secondary effluents and large rivers with normal speed respectively; the critical time is positive and the methodology described by Streeter-Phelps was adequate for the estimation of K_2 .

KEYWORDS: Auto-purification, water pollution, oxygen balance

INTRODUÇÃO

Os fenômenos de desoxigenação, e reaeração de corpos hídricos proporcionam o balanço da concentração de oxigênio dissolvido. Se este balanço for positivo, então, naquele trecho, diz-se que o rio é autodepurável (ALMEIDA, 2006).

O consumo de oxigênio dissolvido devido à oxidação da matéria orgânica pode ser medido utilizando-se o teste da demanda bioquímica de oxigênio (DBO), sendo basicamente governado pelo coeficiente de desoxigenação, K_1 , que varia de acordo com a composição e a concentração do material orgânico na água residuária (ALMEIDA, 2006).

A estimativa do consumo de oxigênio pode ser obtida com a utilização de equações diferenciais que expressam uma reação cinética de primeira ordem (VON SPERLING, 1996).

O coeficiente K_1 depende das características da matéria orgânica, além da temperatura e da presença de substâncias inibidoras. Efluentes tratados, por exemplo, possuem uma taxa de degradação mais lenta, pelo fato da maior parte da matéria orgânica mais facilmente assimilável já ter sido removida, restando apenas a parcela de estabilização mais vagarosa. Valores médios de K_1 encontram-se na Tabela 1.

Segundo VON SPERLING (1996) a reaeração atmosférica corresponde à absorção de oxigênio atmosférico, cuja taxa de absorção é expressa pelo coeficiente de reaeração, K_2 . O coeficiente de reaeração é altamente dependente das características geométricas do rio e de sua vazão, sendo frequentemente o principal fator responsável pela introdução de oxigênio no meio líquido (ALMEIDA, 2006; VON SPERLING, 1996).

TABELA 1. Valores típicos de K_1 (base e, 20°C).

Origem	K_1 (dia ⁻¹)
Água residuária concentrada	0,35 - 0,45
Água residuária de baixa concentração	0,30 - 0,40
Efluente primário	0,30 - 0,40
Efluente secundário	0,12 - 0,24
Rio com águas limpas	0,09 - 0,21
Água para abastecimento público	< 0,12

Fonte: adaptado de FAIR et al. (1973) e ARCEIVALA (1981) citados por VON SPERLING (1996)

A seleção do coeficiente K_2 tem maior influência nos resultados do balaço de oxigênio dissolvido do que o coeficiente K_1 , pelo fato das faixas de variação do último serem mais estreitas (Tabela 2).

TABELA 2. Valores típicos de K_2 (base e, 20°C).

Corpo d'água	K_2 (dia ⁻¹)	
	Profundo	Raso
Pequenas lagoas	0,12	0,23
Rios vagarosos, grandes lagos	0,23	0,37
Grandes rios com baixas velocidades	0,37	0,46
Grandes rios com velocidade normal	0,46	0,69
Rios rápidos	0,69	1,15
Corredeiras e quedas d'água	> 1,15	> 1,61

Fonte: adaptado de FAIR et al. (1973) e ARCEIVALA (1981) citados por VON SPERLING (1996).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi quantificar os coeficientes de desoxigenação (K_1) e reaeração (K_2), a jusante do encontro do rio Turvo Sujo com o ribeirão São Bartolomeu ambos localizados na cidade de Viçosa-MG.

METODOLOGIA

A área do presente estudo é pertencente à bacia hidrográfica do Rio Turvo Limpo. Esta bacia possui área total de 400,04 km² e está compreendida entre as coordenadas geográficas 42° 40' e 43° 00' de longitude Oeste e 20° 39' e 20° 55' de latitude Sul, abrangendo parte dos municípios de Viçosa, Cajuri, Coimbra, Teixeiras e Guaraciaba, no Estado de Minas Gerais (SANTOS, 2001). Apresenta altitude média de 775 metros, com cotas extremas de 600 e 945 metros (SANTOS, 2001).

O estudo do processo de reoxigenação e desoxigenação do Rio turvo sujo foi conduzido em um trecho de aproximadamente cinco quilômetros. O K_1 foi obtido em laboratório, utilizando-se amostras de água coletadas no rio turvo sujo a jusante do encontro deste com o ribeirão São Bartolomeu em maio de 2007. As amostras foram submetidas à incubação, sob temperatura de 20°C, utilizando-se o mesmo procedimento para a DBO (APHA, 1995) por períodos de 0, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19 e 21 dias. Aos dados obtidos ajustou-se a equação de regressão não linear (Equação 1) pelo método quase-Newton utilizando o programa Statistic versão 6.0 (STATSOFT, 1996) de forma a se obter os parâmetros K_1 e L_0 .

$$Y = L_0(1 - e^{-K_1 t}) \quad \text{Eq. 1}$$

Em que,

Y = DBO exercida em um tempo t (mg L⁻¹); L_0 = DBO remanescente em $t=0$ (mg L⁻¹); K_1 = coeficiente de desoxigenação (d⁻¹); t = tempo (d).

O coeficiente de reaeração (K_2) foi obtido substituindo-se os dados de entrada na equação proposta por STREETER-PHELPS (1925) (Equação 2).

$$C_t = C_s - \left[\frac{K_1 L_0}{K_2 - K_1} (e^{-K_1 t} - e^{-K_2 t}) + (C_s - C_0) e^{-K_2 t} \right] \quad \text{Eq. 2}$$

Em que,

C_t - concentração de oxigênio dissolvido em um dado instante t (mg L^{-1});

C_s - concentração de saturação de oxigênio (mg L^{-1});

K_1 - coeficiente de desoxigenação (d^{-1});

K_2 - coeficiente reaeração (d^{-1});

L_0 - Demanda Última de Oxigênio, logo após a mistura (mg L^{-1});

t - tempo (dias);

C_0 - concentração inicial de oxigênio, logo após a mistura (mg L^{-1}).

O déficit inicial de oxigênio (D_0) foi calculado pela diferença entre a concentração de saturação de oxigênio pela concentração de oxigênio logo após a mistura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de K_1 , L_0 e K_2 no trecho estudado do rio turvo sujo estão apresentados na Tabela 3.

TABELA 3. Valor do coeficiente de desoxigenação (K_1), demanda bioquímica de oxigênio em tempo=0 (L_0) e do coeficiente de reaeração (K_2) no trecho estudado do rio turvo sujo.

Parâmetros	Valores
L_0	40,09 mg L^{-1}
K_1	0,19 d^{-1}
K_2	0,47 d^{-1}

Comparando-se o valor de K_1 obtido para o rio Turvo Sujo (Tabela 3) com os valores típicos deste coeficiente (Tabela 1) observa-se que este valor está dentro da faixa de valores de rios com águas limpas ou efluente secundário.

Comparando-se o valor de K_2 obtido para o rio Turvo Sujo (Tabela 3) com os valores típicos deste coeficiente (Tabela 2) observa-se que este valor está dentro da faixa de valores de grandes rios com velocidades normais.

Cursos d'água mais rasos e velozes tendem a possuir maior coeficiente de reaeração, devido respectivamente à maior facilidade de mistura ao longo da profundidade e à criação de maiores turbulências na superfície (VON SPERLING, 1996).

O déficit inicial de oxigênio no trecho estudado foi de 2,23 mg L^{-1} . Segundo VON SPERLING (1996) caso a relação entre L_0 e D_0 seja maior que a relação entre K_1 e K_2 , como é o caso neste estudo, o tempo crítico, isto é, tempo em que ocorre a

menor concentração de oxigênio é positivo indicando assim que a partir do ponto de lançamento haverá uma queda de OD, originando um déficit crítico superior ao inicial.

CONCLUSÕES

Tendo por base os resultados obtidos e considerando-se as condições em que o estudo foi realizado, conclui-se que: - Os valores estimados de K_1 e K_2 estão dentro dos valores típicos apresentados pela literatura para rios com águas limpas ou efluentes secundários e grandes rios com velocidade normal respectivamente; - O tempo crítico é positivo; - A metodologia descrita por Streeter-phelps foi adequada para a estimação do K_2 .

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, T. V. D. **Índice de qualidade da água e coeficientes de autodepuração de trechos do rio pomba**. 2006. 68f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19. Ed. New York: APHA, WWA, WPCR, 1995.

SANTOS, A. R. dos. **Caracterização morfológica, hidrológica e ambiental da bacia hidrográfica do rio Turvo Sujo, micro região de Viçosa, MG**. 2001. 125f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

STATSOFT. Statistica for windows V.6.0. Tulsa: Statsoft, 1996.

STREETER, H.W.; PHELPS, E.B. A study of the pollution and natural purification of the Ohio river. U.S. **Public Health Serv. Bull 146**, Washington: Public Health Service, 1925.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidades das águas e ao tratamento de esgotos**, Belo Horizonte: DESA, 1996. 243p.