

DESOXIGENAÇÃO E REAERAÇÃO EM TRECHO DO RIO TURVO SUJO SOB DIFERENTES VAZÕES

**F. M. BARROS¹, M. A. MARTINEZ², A. T. de MATOS³, P. R. CECON⁴; D. R.
Q. ROSA⁵**

RESUMO Objetivou-se com este trabalho quantificar os coeficientes de desoxigenação (K_1) e reaeração (K_2), no rio Turvo Sujo e avaliar a variação destes em diferentes vazões. Para isso, realizaram-se coletas de água e medição de vazão em quatro épocas. O coeficiente K_1 foi estimado por meio de regressão não linear. Os valores de K_2 foram estimados por meio da equação de Streeter-Pheelps. Observou-se que os valores estimados de K_1 estão dentro dos valores típicos apresentados pela literatura para rios com águas limpas e/ou efluentes secundários e os valores de K_2 se aproximaram dos valores de grandes rios com velocidade normal. Os valores de K_2 foram inversamente proporcionais aos valores da vazão.

PALAVRAS-CHAVE: Balanço de oxigênio; poluição hídrica; autodepuração.

DESOXYGENATION AND REAERATION OF THE TURVO SUJO RIVER SITE AT DIFFERENT FLOW RATES

SUMMARY The objective of this work was to quantify the desoxygenation (K_1) and reaeration (K_2) coefficients of the Turvo Sujo river in different periods of the year related to different flow rates. Water samples were collected in four periods of the year. The K_1 was estimated by nonlinear regression and the K_2 was obtained using Streeter-Pheelps equation. The estimated K_1 values were within the typical values for water clean rivers and/or secondary effluent. The K_2 approached to the values of the big rivers with normal speed. Values of K_2 were inversely proportional to the values of the flow rate.

¹ Doutoranda em Engenharia Agrícola-Universidade Federal de Viçosa (UFV) bolsista CNPq; UFV Viçosa-MG, CEP 36570000; e-mail: mariamariani@yahoo.com.br;

² PhD, Professor do Departamento de Engenharia Agrícola – UFV;

³ Doutor, Professor do Departamento de Engenharia Agrícola – UFV;

⁴ Doutor, Professor do Departamento de Estatística – UFV;

⁵ Estudante de graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental (estagiário) – UFV

KEYWORDS: Oxygen balance; water pollution; self-purification

INTRODUÇÃO

Em termos ecológicos, a repercussão mais nociva da poluição de um curso d'água por matéria orgânica é a queda nos níveis de oxigênio dissolvido. O consumo de oxigênio dissolvido devido à oxidação da matéria orgânica pode ser medido utilizando-se o teste de 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 oriundo das fontes de poluição (Almeida, 2006).

A reaeração atmosférica é freqüentemente um dos principais fatores responsáveis pela introdução de oxigênio no meio líquido (COX, 2003) e é governada pelo coeficiente de reaeração (K_2). A taxa de transferência de oxigênio da fase gasosa para a fase líquida se dá basicamente por meio de dois mecanismos: difusão molecular e difusão turbulenta (VON SPERLING, 1996). A cinética de reaeração, da mesma forma que a desoxigenação, também pode ser caracterizada por uma reação de primeira ordem em que a taxa de absorção de oxigênio é diretamente proporcional ao déficit existente.

Cursos d'água rasos e mais velozes tendem a possuir um maior coeficiente de reaeração, devido, respectivamente, à maior mistura ao longo da profundidade e à criação de maiores turbulências na superfície. Desta forma, vários pesquisadores desenvolveram equações visando prever o K_2 por meio de parâmetros hidráulicos (O'CONNOR & DOBBINS, 1956; BENNETT & RATHBURN, 1972), porém, segundo COX (2003), nenhum dos modelos avaliados foi suficientemente desenvolvido para sozinho, prever o coeficiente de reaeração com acurácia apenas por parâmetros hidráulicos médios.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi quantificar os coeficientes K_1 e K_2 , em diferentes vazões relacionadas às diferentes épocas do ano e compará-los aos valores tabelados.

MATERIAIS E MÉTODOS

As coletas das amostras de água foram realizadas a jusante do encontro do rio Turvo Sujo com o ribeirão São Bartolomeu, ambos localizados em Viçosa, MG, em quatro épocas distintas, coincidentes com as estações do ano em 2007 e 2008.

As amostras de água coletadas foram submetidas à incubação, sob temperatura de 20°C, utilizando-se o mesmo procedimento para determinação da DBO (APHA, 1995) por períodos de 0, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19 e 21 dias sendo analisadas no Laboratório de Qualidade da Água, do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa. Aos dados obtidos ajustou-se por meio de regressão não linear (Equação 1) os parâmetros K_1 e L_0 , utilizando o programa Statistic versão 6.0 (STATSOFT, 1996).

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

Em que,

Y = Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) exercida em um tempo t (mg L^{-1});

L_0 = DBO remanescente em $t=0$ ou demanda última de oxigênio (mg L^{-1});

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

t = tempo (d).

Os valores obtidos por meio da Equação 1 foram comparados aos valores médios tabelados apresentados em VON SPERLING (1996)

O déficit de oxigênio (D_0) no rio Turvo Sujo após o encontro deste com o Ribeirão São Bartolomeu, foi obtido por meio da diferença entre a concentração de saturação de oxigênio deste com a concentração inicial de oxigênio logo após a mistura das águas destes.

Os coeficientes de reaeração (K_2) foram obtidos por meio da equação desenvolvida por STREETER & PHELPS (1925), sendo estes comparados aos valores médios tabelados citados por VON SPERLING (1996).

Por meio de regressão entre os valores K_2 (dia^{-1}) obtidos e os correspondentes valores de vazão (Q em $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$), foram ajustados os parâmetros (m e n) da Equação 2 (VON SPERLING, 1996).

$$K_2 = m Q^n \quad \text{Eq. 2}$$

A vazão foi determinada em cinco pontos dentro do trecho de aproximadamente cinco quilômetros do rio Turvo Sujo, nas diferentes épocas, utilizando-se o método do molinete, segundo metodologia descrita em PRUSKI et al. (2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores da vazão, velocidade, K_1 , K_2 , L_0 e D_0 no trecho estudado do rio Turvo Sujo estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores de velocidade média (VEL), coeficiente de desoxigenação (K_1), coeficiente de reaeração (K_2), demanda última de oxigênio (L_0) e déficit de oxigênio (D_0) em diferentes vazões (Q) no trecho avaliado do rio turvo sujo.

Estações	Q ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$)	VEL (m s^{-1})	K_1 (d^{-1})	K_2 (d^{-1})	L_0 (mg L^{-1})	D_0 (mg L^{-1})	K_1/K_2	L_0/D_0
Primavera	1,32	0,33	0,14	0,75	90,27	3,18	0,19	28,39
Inverno	2,18	0,47	0,12	0,72	33,05	2,53	0,17	13,06
Verão	2,31	0,38	0,14	0,70	35,39	1,77	0,20	19,99
Outono	3,55	0,57	0,11	0,60	37,64	2,23	0,18	12,39

Comparando-se os valores de K_1 obtidos para o rio Turvo Sujo (Tabela 1) com os valores típicos deste coeficiente (VON SPERLING, 1996) observa-se que estes valores estão dentro da faixa de valores de rios com águas limpas (0,09-0,21) e/ou efluente secundário (0,12-0,21).

Nota-se que na época das chuvas (primavera e verão) o coeficiente de desoxigenação foi mais alto que na época da seca (outono e inverno) esse fato pode ser devido à maior concentração de matéria orgânica carregadas para o rio devido ao escoamento superficial e devido a este período apresentar temperaturas mais elevadas.

Segundo ALMEIDA (2006) o coeficiente de desoxigenação varia de acordo com a temperatura já que esta tem grande influência no metabolismo microbiano e com a composição e a concentração do material orgânico oriundo das fontes de poluição.

Comparando-se os valores de K_2 com os valores típicos de K_2 tabelados citados por VON SPERLING (1996) pode-se observar que esses valores estão mais próximo dos valores da categoria de rios rápidos (rios rasos $K_2 = 0,69$).

Na Figura 1 está apresentada a Equação 2 (VON SPERLING, 1996) ajustada aos valores do coeficiente de reaeração obtidos nas diferentes vazões.

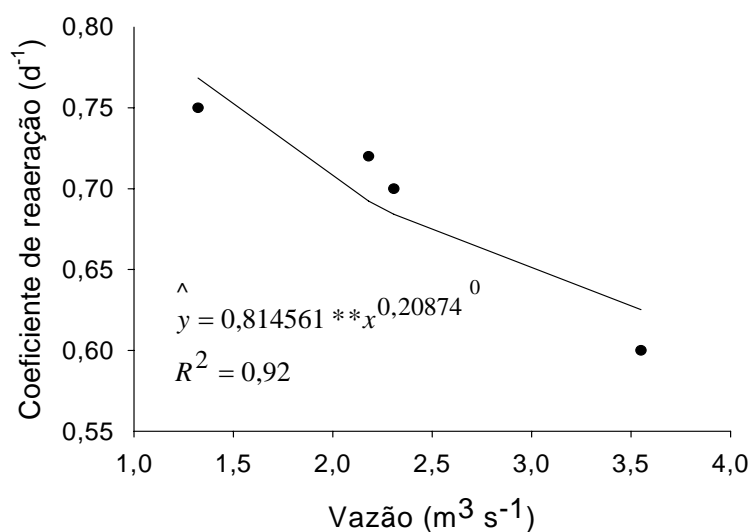


Figura 1. Valores dos parâmetros da equação ajustado aos valores do coeficiente de reaeração em diferentes vazões do rio Turvo Sujo.

De acordo com a Figura 1 pode-se observar que os valores de K_2 diminuíram com o aumento da vazão, porém, de acordo com a Tabela 3 pode-se observar que o aumento da velocidade de escoamento da água não foi proporcional ao aumento nos valores do coeficiente K_2 . Segundo VON SPERLING (1996) corpos d'água mais rasos e mais 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

ALMEIDA (2006) encontrou valores médios de K_2 no rio Pomba, a jusante da sede do município de Santa Bárbara do Tugúrio de 1,61 e 0,85 d⁻¹ nos períodos seco e chuvoso respectivamente.

O déficit inicial de oxigênio (Tabela 1) no trecho estudado foi maior nas menores vazões 1,32 e 2,18 m³ s⁻¹) isso se deve ao fato de que nas menores vazões os despejos estão menos diluídos ocasionando desta forma maior impacto no curso d'água.

De acordo com a Tabela 1 nota-se que na primavera, época de menor vazão neste curso d'água, o valor da demanda última de oxigênio foi maior que nas outras épocas.

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 (Tabela 1), 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 oxigênio dissolvido, 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 estão dentro dos valores típicos apresentados pela literatura para rios com águas limpas e/ou efluentes secundários; os valores estimados de K_2 se aproximaram dos valores típicos apresentados pela literatura para grandes rios com velocidade normal; valores de K_2 foram inversamente proporcionais aos valores da vazão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, T. V. D. Índice de qualidade da água e coeficientes de autodepuração de trechos do rio pomba. Viçosa, 2006. 68p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, UFV.
- APHA (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION). Standard methods for the examination of water and wastewater. 19 ed. New York: APHA, WWA, WPCR, 1995.
- BENNETT, J. P., AND R. E. RATHBURN. Reaeration in open-channel flow: an evaluation of the procedures for measuring and predicting the reaeration coefficient of open-channel flows. Geological Survey Professional Paper 737. U.S. Dept of the Interior. Washington, DC, 1972.
- COX, B. A. A review of dissolved oxygen modelling techniques for lowland Rivers, The Science of the Total Environment, 314 –316, 303–334, 2003.
- O’CONNOR D. J. & DOBBINS W. E. Mechanism of reaeration in natural streams. Trans Am. Soc. Eng, v. 123, 641-667, 1956.
- PRUSKI, F. F.; SILVA, D. D. da; KOETZ, M. Estudo de vazão em cursos d’água. Viçosa: AEAGRI, 2006. 151 p. (Série Caderno Didático n. 43).
- 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.