

I-046 - METODOLOGIAS PARA DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE REAERAÇÃO DE UM CURSO D'ÁGUA

Cristiane Graepin⁽¹⁾

Engenheira Ambiental e Sanitarista, pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), atualmente é Mestranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental na UFSM.

Maria do Carmo Cauduro Gastaldini⁽²⁾

Professora titular da Universidade Federal de Santa Maria.

Endereço⁽¹⁾: Av. Roraima, nº1000, Cidade Universitária, Bairro Camobi, Santa Maria-RS, CEP: 97105-900 – Brasil – Tel: +55 (55) 3220-8000, e-mail: crisgraepin@hotmail.com.

RESUMO

A oxidação da matéria orgânica representa o principal fator de consumo de oxigênio dissolvido no curso d'água. Tal consumo ocorre devido à respiração dos microrganismos decompositores, principalmente as bactérias heterotróficas aeróbicas, necessitando da reaeração do curso d'água. A reaeração ocorre pelo processo de oxigenação, sendo oriundo dos seres fotossintetizantes presentes no meio aquático, ou através da atmosfera, sendo esta predominante no curso hídrico. O objetivo do trabalho é apresentar diferentes metodologias para determinar o coeficiente de reaeração dos cursos d'água. O método da pressão sonora consiste em um comparativo para estimar o coeficiente de reaeração, baseado na hipótese de que há uma relação confiável entre a pressão sonora média em um trecho de água em escoamento com o coeficiente de reaeração, sendo que ambos devem ser fortemente dependentes da turbulência. O princípio da técnica dos traçadores gasosos é a observação da relação entre a taxa de dessorção do gás traçador injetado na água e a taxa de absorção de oxigênio atmosférico na mesma água, independente da condição de temperatura e mistura. Já o método delta aproximado baseia-se na estimativa de reaeração superficial, produção primária e respiração, basicamente por meio de medições diurnas do oxigênio dissolvido, onde se utiliza características desta curva para a obtenção dos resultados. E o método da sonda solúvel determina o coeficiente de reaeração de forma indireta, através do processo de dissolução de uma sonda sólida solúvel flutuando em água.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da água, coeficiente de reaeração, oxigênio dissolvido.

INTRODUÇÃO

A água é um componente essencial à vida, sendo foco principal para várias propostas de uso, estudos e base para a caracterização e proteção dos ecossistemas. Além de servir a diversos usos, a água é indicador de qualidade do uso e ocupação da terra pelo homem, entretanto, a degradação dos recursos naturais, principalmente solo e água, vêm crescendo de forma alarmante, atingindo níveis críticos que refletem na deterioração do meio ambiente (JUNIOR *et al.*, 2007).

A qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e antrópicos, sendo a mesma em função das condições naturais e do uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica.

A expansão urbana vem ocasionando sérios problemas de qualidade e quantidade da água.. A baixa disponibilidade de rede coletora e tratamento de esgoto nas cidades brasileiras, e a falta de conscientização da população faz com que a população descarte o esgoto, sem tratamento prévio, em córregos e rios, ocasionando um aumento da carga orgânica nos corpos hídricos.

A oxidação da matéria orgânica representa o principal fator de consumo de oxigênio no curso d'água. Tal consumo ocorre devido à respiração dos microrganismos decompositores, principalmente as bactérias heterotróficas aeróbicas. Assim, os teores de oxigênio dissolvido são inferiores aos de saturação, havendo um déficit de oxigênio e necessidade de reaeração (VON SPERLING, 2005).

A reaeração ocorre pelo processo de oxigenação, sendo oriunda dos seres fotossintetizantes presentes no meio aquático, ou através da atmosfera, sendo esta predominante no curso hídrico (PINHEIRO *et al.*, 2012).

O coeficiente de reaeração (k_2) pode ser determinado através de modelos de natureza teórica, empírica e outros métodos desenvolvidos para tal finalidade. Os modelos teóricos podem apresentar inconvenientes, devido a necessitar de parâmetros dificilmente relacionados às características físicas e hidráulicas do curso hídrico. Já os modelos empíricos e semiempíricos atendem apenas o local onde foram originados. Assim, para haver precisão em um estudo torna-se necessária a determinação do coeficiente de reaeração para cada curso hídrico, devido à sua singularidade das características físicas e hidráulicas (PINHEIRO *et al.*, 2012).

O trabalho objetiva elaborar uma revisão bibliográfica sobre as diferentes metodologias de determinação do coeficiente de reaeração de um curso d'água, comparando as diferenças em cada metodologia.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado através do levantamento de dados presentes na literatura já existente, buscando trazer informações relevantes sobre as metodologias de determinação do coeficiente de reaeração em um curso d'água.

RESULTADOS

O parâmetro coeficiente de reaeração (k_2) expressa à reposição de oxigênio no curso d'água, determinado através de modelos de natureza teórica, empírica ou semiempírica, além de equipamentos e métodos desenvolvidos para esta finalidade (PINHEIRO *et al.*, 2012).

MÉTODO DA PRESSÃO SONORA

O método da pressão sonora consiste em um comparativo, pouco oneroso e com rápida resposta para estimar o coeficiente de reaeração, baseado na hipótese de que há uma relação confiável entre a pressão sonora média em um trecho de água em escoamento com o coeficiente de reaeração, sendo que ambos devem ser fortemente dependentes da turbulência. Considera que há hipótese de um aumento na pressão sonora com o aumento da cota (MORSE *et al.*, 2007 apud FORMENTINI, 2010).

Segundo Morse *et al.*, (2007) a equação 1 demonstra os valores de pressão sonora, com a transformação da leitura do aparelho de medição de decibéis para Pascal. Para cada avaliação mede-se o comprimento, o nível sonoro e ruído em cada trecho de característica geomórfica diferente, assim determina-se a pressão sonora em cada trecho e pondera-se de acordo com o comprimento total do trecho que a característica representa.

$$P = P_0 [10^{(SL/20)}] \quad (\text{equação 1})$$

Sendo:

$$P_0 = 2 \times 10^{-5}$$

SL = nível sonoro (dBA)

O método apresenta-se como uma proposta nova, havendo questões a serem resolvidas e testadas. Os primeiros resultados foram satisfatórios, provando a relação existente entre o coeficiente de reaeração e os níveis de pressão sonora, porém até que seja estabelecida uma relação teórica confiável, experimentos com outras técnicas devem ser utilizados para fins de calibração (FORMENTINI, 2010).

MÉTODO DOS TRAÇADORES GASOSOS

Dentre os métodos de avaliação experimental do coeficiente de reaeração, o método dos traçadores é mais confiável, porém possui elevado custo e uma equipe de trabalho numerosa.

Segundo Rathbun e Grant (1978) o princípio da técnica dos traçadores é a observação da relação entre a taxa de dessorção do gás traçador injetado na água e a taxa de absorção de oxigênio atmosférico na mesma água, independente da condição de temperatura e mistura, portanto:

$$K_2 = K_T/R$$

(equação 2)

Sendo:

K_2 = coeficiente de reaeração;

K_T = coeficiente de dessorção do gás traçador;

R = razão do coeficiente K_T/K_2 .

Primeiramente, a técnica foi empregada, utilizando-se um traçador gasoso radioativo, o criptônio-85 (^{85}Kr) com água tritiada (^3H) para o oxigênio e uma substância fluorescente, a Rodamina-WT, para monitorar a nuvem de traçador através do Método do Criptônio. Após, com o intuito de evitar a exposição dos corpos d'água à radiação, o traçador foi substituído pelo etileno ou propano, sendo a técnica conhecida como dos traçadores gasosos modificada ou método do propano (ÁVILA, 2014).

Pinheiro *et al.* (2012) em um estudo sobre a determinação do coeficiente de reaeração em rios através do uso do traçador gasoso GLP, concluiu que a utilização do GLP como fonte do traçador propano é viável para a determinação do coeficiente de reaeração, oferecendo comodidade durante os experimentos, devido a serem leves e facilmente transportáveis, e principalmente por ser um método econômico, pois resultou uma boa economia financeira comparado ao método convencional, sem perda de confiabilidade nos resultados.

MÉTODO DELTA APROXIMADO

O método delta aproximado é considerado simples e de fácil aplicação, devido a necessitar de apenas uma seção para a realização das medições. Há algumas incertezas na estimativa da reaeração, que podem ser compensadas por outros ajustes no próprio método, levando em consideração a determinação da produção primária de oxigênio e a respiração, de modo a manter fixos os valores do déficit de oxigênio (ÁVILA, 2014).

O mesmo baseia-se na estimativa de reaeração superficial, produção primária e respiração, basicamente por meio de medições diurnas do oxigênio dissolvido, onde se utiliza características desta curva para a obtenção dos resultados.

Di Toro (1981) apud Chapra e Di Toro (1991) desenvolveu um procedimento orientado graficamente para estimar a taxa de fotossíntese baseada no oxigênio dissolvido diário, conhecido como método delta aproximado. A figura 1 apresenta um Modelo do Déficit de Oxigênio Diurno.

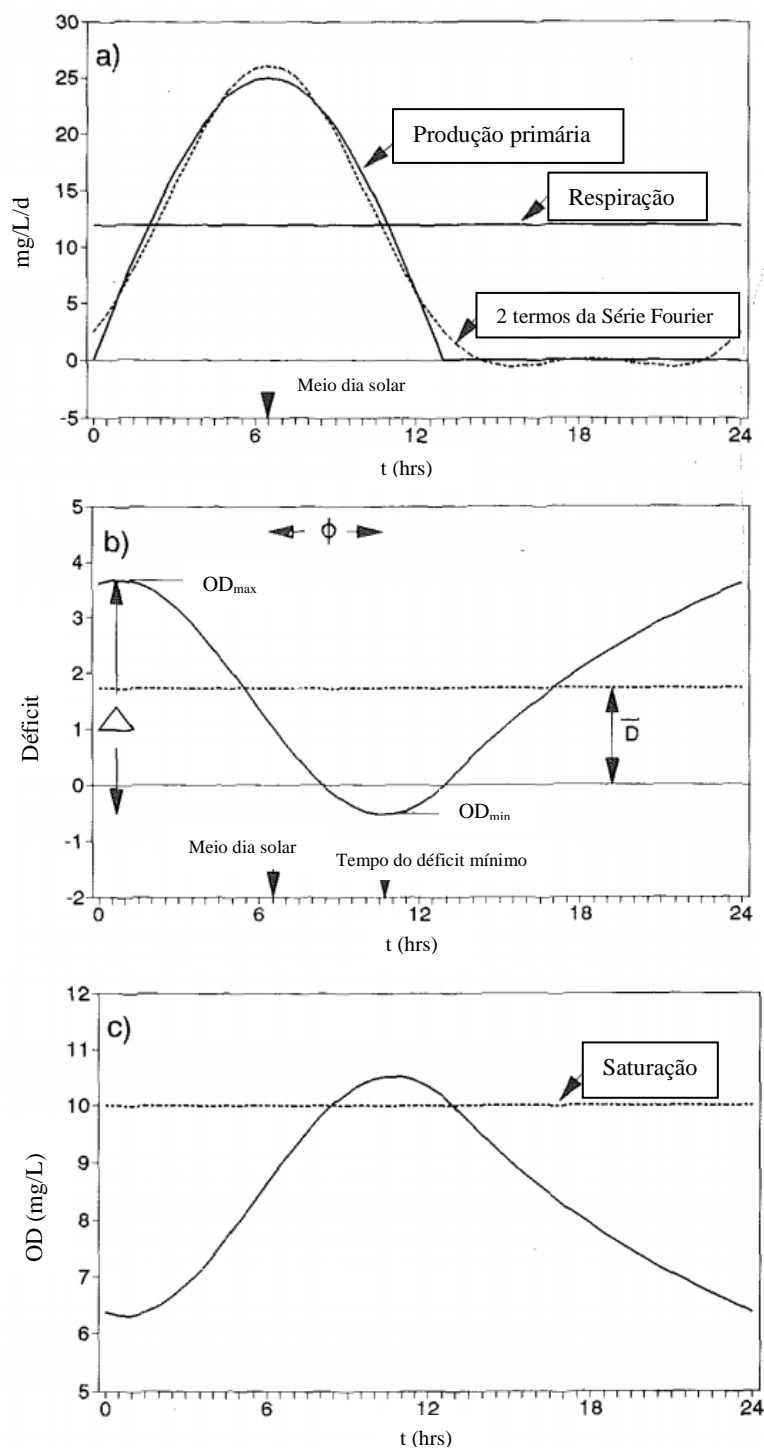


Figura 1 – (A) Produção primária vegetal e respiração; (B) Déficit de oxigênio dissolvido; (C) Concentração de oxigênio dissolvido.

Fonte: Chapra e Di Toro, 1991.

Com valores de concentrações de oxigênio dissolvido durante o fotoperíodo e dados referente a radiação solar (fotoperíodo) pode-se calcular o coeficiente de reaeração, através da equação 3:

$$K_2 = 7,5 \cdot \left(\frac{5,3 \cdot \eta - \phi}{\phi} \right)^{0,85} \quad (\text{equação 3})$$

Onde:

$$\eta = \left(\frac{f}{14} \right)^{0,75}$$

η = fator de correção do fotoperíodo (adimensional);

f = duração do fotoperíodo (horas);

$\phi = t^* - f/2$ = tempo entre o mínimo déficit de oxigênio e o meio-dia solar.

MÉTODO DA Sonda SOLÚVEL

Costa (2000) afirma que o método da sonda solúvel para determinar o k_2 foi concebido por Giorgetti e Giansanti (1983), aperfeiçoada por Schulz (1985), Giansanti (1986) e Schulz (1989), sendo uma técnica muito promissora. O método da sonda solúvel, comparada com outras técnicas, consiste em uma metodologia simples e econômica, o qual determina o coeficiente de reaeração de forma indireta, através do processo de dissolução de uma sonda sólida solúvel flutuando em água.

Segundo Ávila (2014) o método da sonda solúvel é baseado na observação que a velocidade de dissolução de sólido é tanto maior quanto mais intensa for a turbulência do escoamento próximo a superfície livre, onde os dois processos de transferência de massa dependem do nível de agitação, devendo-se estabelecer relação entre eles.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

O método dos traçadores gasosos é o mais confiável na determinação do coeficiente de reaeração, pois sua metodologia é de forma direta, semelhante ao processo natural de reoxigenação de um curso d'água.

Já o método delta aproximado se torna um método simples, devido a necessitar de apenas uma seção para a realização das medições, sendo compensadas suas incertezas através de ajustes do próprio método.

O método da pressão sonora apresenta resultados satisfatórios, porém como é uma metodologia nova, há alguns detalhes para serem testados.

Com uma metodologia indireta, simples e econômica comparada com as outras técnicas, o método da sonda solúvel é uma boa opção para a determinação do coeficiente de reaeração de um curso d'água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ÁVILA, L. C. Modelagem da qualidade da água utilizando coeficientes bibliográficos e experimentais – aplicação ao Rio Vacacaí Mirim, Dissertação de Mestrado, Santa Maria, p. 23, 2014.
2. CHAPRA, S. C., DI TORO, D. M., Delta Method for estimating primary production, respiration, and reaeration in streams. Journal of Environmental Engineering, Vol. 117, n.5, 1991.
3. COSTA, O. S., Determinação Indireta do Coeficiente de Reaeração através de dissolução unidimensional de sondas de ácido oxálico. In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000, Porto Alegre, RS. Anais... Porto Alegre: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000.
4. FORMENTINI, T. A., Coeficientes de desoxigenação de reaeração superficial em trechos do Rio Vacacaí Mirim, Dissertação de Mestrado, Santa Maria, p. 43-44, 2010.
5. JUNIOR, J. A. J., MELLO, C. R., SILVA, A. M., PINTO, D. B. F. Comportamento Hidrológico de duas nascentes associadas ao uso do solo numa Sub-bacia hidrográfica de Cabeceira. I Simpósio de Recursos Hídricos do Norte e Centro-Oeste, 2007.
6. PINHEIRO, A., FAHT, G., SILVA, M. R., Determinação do coeficiente de reaeração em rios através do uso do traçador gasoso GLP. Santa Catarina, Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 17, n.1, p. 107-116, 2012.

7. RATHBUN, R. E., GRANT, R. S., Comparison of the radioactive and modified techniques for measurement of stream reaeration coefficients, Water Resources Investigations 78-68, p. 2.
8. SOARES, P. A., Estimativa e aplicação dos coeficientes de dispersão longitudinal e de reaeração em corpos de água naturais, Dissertação de Mestrado, Blumenau, p. 68-69, 2011.
9. PINHEIRO, A.; FAHT, G.; SILVA, M. R. da. Determinação do coeficiente de reaeração em rios através do uso de traçador gasoso GLP. Engenharia Sanitária e Ambiental. Vol. 17, nº.1, Rio de Janeiro, 2012, p. 107-116.