

IV-290 - DIFICULDADES NA OBTENÇÃO DE DADOS PARA ESTUDO DOS PARÂMETROS DE OD E DBO NO RIO COCÓ EM FORTALEZA-CE ATRAVÉS DA MODELAGEM MATEMÁTICA STREETER E PHELPS

Joana Clara Barbosa de Araújo⁽¹⁾

Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará.

Patrícia da Costa Dutra⁽²⁾

Bacharelado de Engenharia Civil pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará.

Tibério Vieira Sampaio⁽³⁾

Bacharelado de Engenharia Civil pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará.

Kayque Andson Silva Ximenes⁽⁴⁾

Bacharelado de Engenharia Civil pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará.

Mariano da Franca Alencar Neto⁽⁵⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Ceará (UFC), Mestre em Recursos Hídrico pela Universidade Federal do Ceará (UFC), Doutor em Ciências Ambientais pela Universidade de São Paulo (USP), atualmente é professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará.

Endereço⁽¹⁾: Avenida 13 de Maio, 2081 – Campus Fortaleza - Fortaleza – CE – CEP: 60040-531 – Brasil – Tel: (85) 3307 3764 - e-mail: laboratoriohidraulicaifce@gmail.com

RESUMO

Com o agravamento da degradação dos recursos hídricos, é imprescindível para a saúde humana que a água consumida esteja potável, livre de patógenos e de contaminação tóxica. Porém, como o mau aproveitamento e a não preservação desses recursos estão cada vez mais constantes, faz-se necessário estudos e meios para analisar a qualidade da água e reverter a situação de degradação.

Existem diferentes tipos de metodologias para analisar os indicativos de poluição no corpo hídrico, a modelagem matemática de Streeter e Phelps, por exemplo, gera resultados bastante aproximados com a realidade, porém não é muito utilizada pela fiscalização da qualidade das águas, e sim, apenas para fins de estudos científicos. Sendo assim, o presente trabalho utilizou-se dessa metodologia no rio Cocó, localizado em Fortaleza-Ce, para identificar, estudar e simular alguns parâmetros como OD e DBO, e desse modo, analisar as dificuldades existentes na coleta dos dados necessários para a aplicação da modelagem.

Portanto, foram verificados os problemas gerados, porém, apesar das dificuldades da implementação do modelo, pode-se concluir que a modelagem matemática é um mecanismo importante para pesquisar e analisar a qualidade dos corpos hídricos, simulando e mostrando o comportamento dos rios e a autodepuração.

PALAVRAS-CHAVES: Streeter e Phelps, OD e DBO, Recursos Hídricos.

INTRODUÇÃO

A degradação dos recursos hídricos vem se agravando cada vez mais. É imprescindível para a saúde humana que a água consumida esteja potável, livre de patógenos e de contaminação tóxica. O lançamento de esgotos domésticos aumenta a concentração de matéria orgânica nos corpos hídricos e inicia uma proliferação de bactérias, que por consequência, irão consumir o oxigênio existente na água do rio. Esse impacto no meio aquático gera uma busca de meios para analisar a qualidade da água e reverter a situação de degradação.

Existem diferentes tipos de metodologias para analisar os indicativos de poluição no corpo hídrico. A modelagem matemática dos rios é um importante mecanismo para identificar, estudar e simular o comportamento do oxigênio dissolvido (OD), que é um importante indicativo de qualidade dos corpos hídricos. O modelo clássico é o de Streeter e Phelps (1925), que foi desenvolvido para o Rio Ohio nos Estados Unidos. Por meio da concentração de OD é possível analisar o comportamento do curso d'água quando recebe lançamentos de esgotos e quando ele se recupera, ou seja, como se conduz autodepuração do rio. Além de disponibilizar um estudo de OD, a modelagem também permite uma análise da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), no qual esse parâmetro é um indicativo de poluição nos corpos hídricos.

No entanto, o método da modelagem matemática nos rios não vem sendo utilizado pela fiscalização da qualidade das águas, restringindo-se, apenas, para fins de pesquisas científicas. Isso ocorre porque as dificuldades de coleta dos parâmetros necessários para a modelagem é um fator que faz com que os órgãos responsáveis pelo monitoramento não optem por utilizá-la.

OBJETIVO DO TRABALHO

Este trabalho tem como objetivo analisar as dificuldades na obtenção dos dados necessários para a realização de modelagem matemática nos rios, que por sua vez, permite o estudo dos níveis de OD e DBO, os quais são indicativos de poluição e qualidade dos recursos hídricos e possibilitam uma investigação do comportamento do curso d'água quando recebe lançamentos de esgotos e quando ele se recupera.

METODOLOGIA

Para começar a modelagem, é preciso escolher primeiramente um trecho de rio que passa por um centro urbano de preferência. Para este artigo, optou-se pelo trecho do Rio Cocó, localizado em Fortaleza – Ceará. O rio Cocó nasce na serra de Pacatuba e segue 45,6 km até atingir sua foz, que se localiza entre a Praia do futuro e Sabiaguaba (LEAL, 2009).

O trecho escolhido foi a partir do encontro do riacho Alegrete, onde o fluxo de água se torna mais significativo (Quarto Anel Viário) até a BR-116. Esse trecho mantém as mesmas características de um escoamento em riacho (escoamento lótico). A partir da BR-116, observa-se uma grande zona de lagamar (escoamento lêntico) e o estuário de foz, nesse último com influência da maré.

É importante, primeiramente, localizar todas as contribuições de poluições que chegam no trecho do rio. As contribuições encontradas provêm de quatro tipos:

- Contribuição de efluentes de lagoas de estabilizações;
- Contribuição de efluentes de esgotos domésticos clandestinos;
- Contribuição de riachos que deságuam no rio Cocó;
- Contribuição do aterro sanitário do Jangurussu (que mesmo desativado, contribui como uma forma de poluição no rio).

A cada contribuição de efluente, seja ele qualquer tipo, uma nova vazão agrega-se ao rio. Isso faz com que a partir do ponto de chegada de esgoto a vazão do rio muda, com isso estabelece-se um ponto de mudança de subtrecho. Com base nisso, o trecho geral foi subdividido em 16 subtrechos, cada um com sua respectiva contribuição de efluente (Figura 01).



Fonte: Google Earth, 2016.

Figura 1– Localização do trecho estudado e divisão dos subtrechos e pontos de contribuições de efluentes.

Feito essa subdivisão, é fundamental os levantamentos de todos os parâmetros necessários para a modelagem usando o modelo de Streeter e Phelps. A vazão é um dos parâmetros importantes para começar a modelagem. É necessário saber tanto a vazão do rio como as vazões das contribuições do efluente, tendo por fim uma vazão inicial e final do trecho. Sabendo a vazão, pode-se calcular a velocidade do rio. É necessário saber a geometria da seção do rio que são eles a seção transversal, profundidade, largura e comprimento. Com esses valores é possível calcular a velocidade com a Equação 01:

$$\text{Velocidade (m.s}^{-1}\text{)} = \frac{\text{Vazão (m}^3\text{.s}^{-1}\text{)}}{\text{Área (m}^2\text{)}} \quad \text{equação(1)}$$

Caso seja possível determinar a declividade do trecho, pode-se aplicar a Fórmula de Manning utilizando o raio hidráulico e o coeficiente de Manning (Equação 02):

$$V = \frac{1}{n} \cdot Rh^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad \text{equação(2)}$$

Outros parâmetros significativos para a modelagem é a análise das concentrações de OD e DBO tanto do rio como do efluente. É importante calcular OD e DBO tanto inicial e como final para as contribuições pontuais. Já as contribuições difusas analisadas no trecho do Rio Cocó não contribuem com vazões e concentrações, sendo considerado valores nulos.

Os coeficientes de desoxigenação, reaeração e decomposição devem passar por uma correção de temperatura, no caso usando a temperatura de Fortaleza, pois todos os valores tabelados ou calculados estão a uma temperatura de 20° C.

De acordo com Chapra (1997), as fontes difusas interagem com os meios porosos em fundos com sedimentos, que por sua vez podem ter altos índices de concentração de matéria orgânica dissolvida. Se a DBO nos poros for maior que a DBO no riacho, a distribuição difusa não colabora com água ou vazão, essa é denominada a taxa de DBO da fonte distribuída (S_L). Para calcular esse parâmetro utiliza-se a Equação 03:

$$S_L = \frac{\text{Concentração de DBO do efluente} \times \text{Vazão do efluente}}{\text{Largura} \times \text{Profundidade} \times \text{Comprimento do trecho}} \quad \text{equação(3)}$$

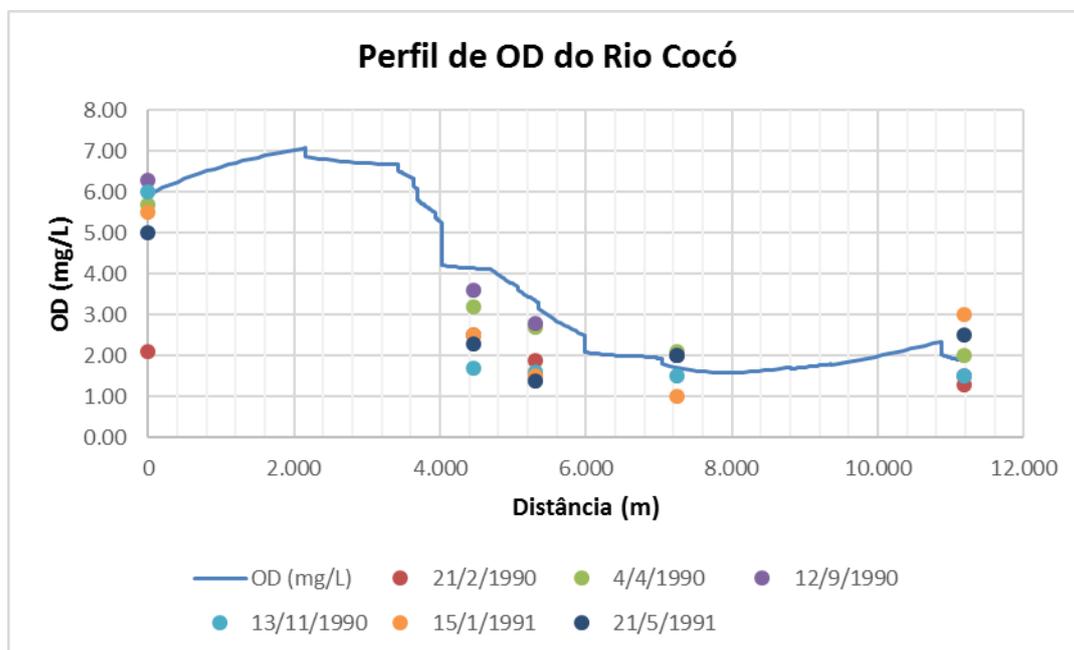
Já a taxa superficial de demanda de oxigênio de sedimentos (S_b'), são fontes de OD que não oferecem fluxo ou vazão. Este parâmetro simula a aplicação de demandas de oxigênio de sedimentos e plantas (CHAPRA, 1997). O valor de S_b' é tabelado de acordo com o tipo de esgoto. No trecho do rio Cocó foi considerado sedimentos em toda a extensão do trecho estudado.

Os parâmetros de taxa volumétrica da fotossíntese (P) e respiração das plantas (R) para a aplicação da modelagem do rio foi determinado um valor de zero para ambos os parâmetros em todos os trechos.

RESULTADOS OBTIDOS

Após todos os parâmetros coletados é possível aplicar no modelo de Streeter e Phelps e calcular os resultados de OD. Porém, os dados coletados no rio Cocó foram conseguidos de antigos trabalhos acadêmicos e os parâmetros não encontrados foram estimados de forma criteriosa.

Houve uma grande dificuldade na coleta dos dados nos locais onde o rio passa e onde há contribuição de esgoto, isso devido ao difícil acesso ao rio, a falta de segurança e por não ser possível a coleta ao mesmo tempo em todos os pontos e trechos. Portanto, o resultado final usando dados não reais e antigos gerou um gráfico de OD (Figura 02), onde reflete uma suposição de como o rio talvez se comporte com a poluição.



Fonte: Autor, 2016.

Figura 021 -Perfil de OD do Rio Cocó.

Outro fator importante nos resultados foi a identificação e caracterização dos trechos, sendo dividido em seções de acordo quando uma nova vazão chega no rio, ou seja, quando muda a vazão, muda o trecho.

A importância da definição dos parâmetros de OD, DBO e demanda betônica foram de efeitos positivos na aplicação da modelagem, mesmo não sendo dados reais do rio. Assim também como a estimativa das constantes K_r , K_a e K_d , sendo estas já com correção de temperatura.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos revelaram uma grande dificuldade na aplicação do modelo matemático de Streeter e Phelps devido à dificuldade de obtenção dos parâmetros para aplicar na modelagem. O acesso aos locais de coleta destaca-se como principal dificuldade para a criação do modelo, além disso outro fator que também gera

dificuldade é a coleta de dados num intervalo de tempo que permita coerentemente o uso da equação do modelo. Nesse caso é necessário a implantação de estações de monitoramento contínuas em pontos críticos ao longo do rio.

CONCLUSÕES

Desse modo, é possível afirmar que por causa da dificuldade de obtenção dos dados, a modelagem passa a não ser muito utilizada para o monitoramento de poluição nos rios e córregos, principalmente aqueles que passam dentro de centros urbanos.

Porém, apesar das dificuldades da implementação do modelo, pode-se concluir que a modelagem matemática é um mecanismo importante para pesquisar e analisar a qualidade dos corpos hídricos, simulando e mostrando o comportamento dos rios e a autodepuração. Portanto, a modelagem proporciona uma perspectiva das alterações de um corpo hídrico perante os despejos de poluentes.

É importante, portanto, que os órgãos de fiscalização comecem a utilizar esse recurso para o monitoramento da qualidade dos rios, para que a modelagem deixe de ser uma ferramenta apenas para pesquisas científicas e passe a ser aplicada em situações reais, pois os resultados são satisfatórios em relação a proximidade com a realidade do corpo hídrico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CHAPRA, C. S. *Surface Water Quality Modeling*. Waveland Press, Inc. Tufts University, 1997.
2. HELLER, L., PÁDUA, V. L. de. *Abastecimento de Água para o Consumo Humano*. Editora UFMG, 2006.
3. JORDÃO, E. P., PESSOA, C. A. *Tratamento de Esgotos Domésticos*. Rio de Janeiro: ABES, 3ª Edição, 1995.
4. LEAL, J.R.L.V. *Estudo da Evolução do Rio Cocó para a Determinação de sua Capacidade de Suporte e Proposta de Recuperação*. Tese de Doutorado - UFPE, Pernambuco, 2009.
5. MAVIGNIER, A.L. *Estudo Físico, Químico e Bacteriológico do Rio Cocó*. Dissertação de Mestrado, UFC. Fortaleza, 1992.
6. SPERLING, M.V. *Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias - Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. V. 1 – 3ª edição, Editora UFMG, 2005.
7. SPERLING, M.V. *Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias - Estudos e Modelagem da Qualidade da Água de Rios*. V. 7, Editora UFMG, 2007.
8. STREETER, H.W., PHELPS, E.B. *A Study of the Pollution and Natural Purification of the Ohio River*. Public Health Bulletin, 146, Washington, 1925.
9. THOMANN, V.R., MUELLER, A.J. *Principles of Surface Water Quality Modeling and Control*. Happer& Row, Publishers, New York, 1987.