



IV-209 - AVALIAÇÃO DE AUTODEPURAÇÃO DO RIBEIRÃO DO MEIO (SP) UTILIZANDO O MODELO QUAL2K

Diego de Souza Sardinha⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pelo Instituto de Ensino Superior COC. Mestre e Doutorando em Geologia Regional pelo IGCE – UNESP – Rio Claro

Fabiano Tomazini da Conceição⁽²⁾

Geólogo. Mestre em Geociências e Doutor em Geologia Regional, atuando como Professor Assistente. Doutor em RDIDP na UNESP de Sorocaba, São Paulo

Alexandre Silveira⁽³⁾

Engenheiro Civil. Mestre e Doutor em Engenharia Civil (Hidráulica e Saneamento), atuando como Professor Assistente. Doutor em RDIDP na UFMT, Cuiabá, Mato Grosso

Julio César de Souza Inácio Gonçalves⁽⁴⁾

Engenheiro Ambiental. Mestrando em Hidráulica e Saneamento na EESC/USP

Endereço⁽¹⁾: Av. 24-A, 1515 - CEP 13506-900 Rio Claro, SP. E-mail: sardinha@rc.unesp.br

Endereço⁽²⁾: Av. Três de Março, 511 – CEP 18087-180 Sorocaba, SP. E-mail: ftomazini@sorocaba.unesp.br

Endereço⁽³⁾: Av. Fernando Corrêa, s/nº - CEP 78060-900 Cuiabá, MT. E-mail alexandresilveira@ufmt.br

Endereço⁽⁴⁾: Av. Trabalhador São-Carlense, 400, CEP 13566-590 São Carlos, SP. E-mail rulho1935@yahoo.com.br

RESUMO

Este trabalho utilizou a concentração de oxigênio dissolvido para avaliar possíveis entradas antropogênicas nas águas superficiais do Ribeirão do Meio (SP). Realizaram-se três coletas de água durante os meses de fevereiro, abril e julho de 2005 em cinco pontos de coleta. As características da água próximo à nascente até a cidade de Leme permitem concluir que há pouca interferência na sua qualidade, porém, a falta de tratamento para o esgoto doméstico da cidade de Leme piora a sua qualidade. Para se modelar a autodepuração utilizou-se o modelo QUAL 2K, que identificou as zonas de autodepuração e indicou a necessidade de tratamento de esgotos em nível secundário, com eficiência de 76%.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da água, influências antropogênicas, modelagem matemática de autodepuração, gerenciamento ambiental.

INTRODUÇÃO

O oxigênio dissolvido tem sido utilizado tradicionalmente para a determinação do grau de poluição e de autodepuração em cursos d'água, sendo seu teor expresso em concentrações, quantificáveis e passíveis de modelagem matemática (von Sperling, 1996). Segundo Tucci (1998), os modelos matemáticos são técnicas que permitem representar alternativas propostas e simular condições reais que poderiam ocorrer dentro de uma faixa de incertezas, inerentes ao conhecimento técnico-científico, sendo o modelo matemático de qualidade da água visto como um auxiliar valioso para simular alternativas, onde seu conhecimento se torna essencial para que as alternativas e os resultados sejam representativos e possam ser corretamente avaliados. Torna-se possível, desta forma, prever a capacidade do sistema de receber efluentes, além de quantificar os impactos causados por determinadas ações. Um dos principais modelos matemáticos aplicados à qualidade da água foi desenvolvido por H. S. Streeter e E. B. Phelps em 1925, para o Rio Ohio. Este modelo é utilizado para prever o déficit da concentração de oxigênio em um rio, causado pela descarga de águas residuárias.

A quantidade e variedade de modelos que simulam a qualidade das águas são grandes. Sendo assim, a escolha pelo modelo mais adequado, deve ser promovida de acordo com as necessidades do pesquisador. É possível citar dentre os mais completos o QUAL2K - desenvolvido originalmente por Chapra (2006), da Universidade de Tufts, versão 2.04 melhorada do modelo de QUAL2E e distribuído pela U.S.E.P.A. (United States Environmental Protection Agency), que é eficiente para simular as condições hidrológicas e de qualidade da água de pequenos rios quando os dados de entrada são confiáveis. O modelo se baseia em equações diferenciais ordinárias para sistemas unidimensionais e de fluxo constante, ou seja, a concentração do material em estudo é homogênea numa mesma seção transversal, além de se enquadrar melhor do que antigos modelos

para simular condições de rios com descargas de efluentes difusas. Alguns estudos simularam a variação química das águas superficiais utilizando o modelo QUAL2K, por exemplo, aqueles realizados por (Park & Lee, 2002; USEPA, 2004 & 2005; DNREC, 2005; Kannel et al., 2007; Salvai & Bezdan, 2008).

A região de Leme (SP) possui crescente urbanização associada à falta de tratamento de efluentes domésticos, gerando impactos pontuais e difusos na bacia do Ribeirão do Meio. Assim, este trabalho teve como principal objetivo modelar o consumo de oxigênio dissolvido através do modelo QUAL 2K versão 2.04 no Ribeirão do Meio, auxiliando no conhecimento dos ecossistemas aquáticos e fornecendo importantes subsídios para seu desenvolvimento sustentável.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para se modelar o déficit de oxigênio ao longo do Ribeirão do Meio foram coletadas amostras de água por todo seu curso em 26/02/05, 21/04/05 e 09/07/05, sendo essas datas estipuladas a partir da análise de precipitação média mensal abrangendo o período chuvoso e o período de seca. Todos os pontos de coleta de água estão representados na Figura 1. Leituras de oxigênio dissolvido foram realizadas in situ através do equipamento de leitura direta (YSI, modelo YSI 100), já a vazão foi medida utilizando-se uma trena, um objeto flutuador e um cronômetro.

Dentre as variáveis disponíveis para simulação no QUAL2K optou-se apenas pelo oxigênio dissolvido (OD). O valor de degradação/oxidação da matéria orgânica ou coeficiente de desoxigenação (K_1), é representado por uma taxa que pode variar de 3 a 8 [dia-1], (de acordo com trabalhos que aplicaram o modelo QUAL2K), sendo utilizado neste trabalho a taxa de 7 [dia-1]. Vale lembrar que a taxa de oxidação foi utilizada como parâmetro de calibração para o ajuste do modelo aos dados coletados em campo. O valor indicador da capacidade de autodepuração ou coeficiente de reaeração (K_2), foi calculado ao longo do perfil longitudinal do corpo hídrico pela variação da profundidade e velocidade utilizando a equação de (O'Connor-Dobbins, 1958).

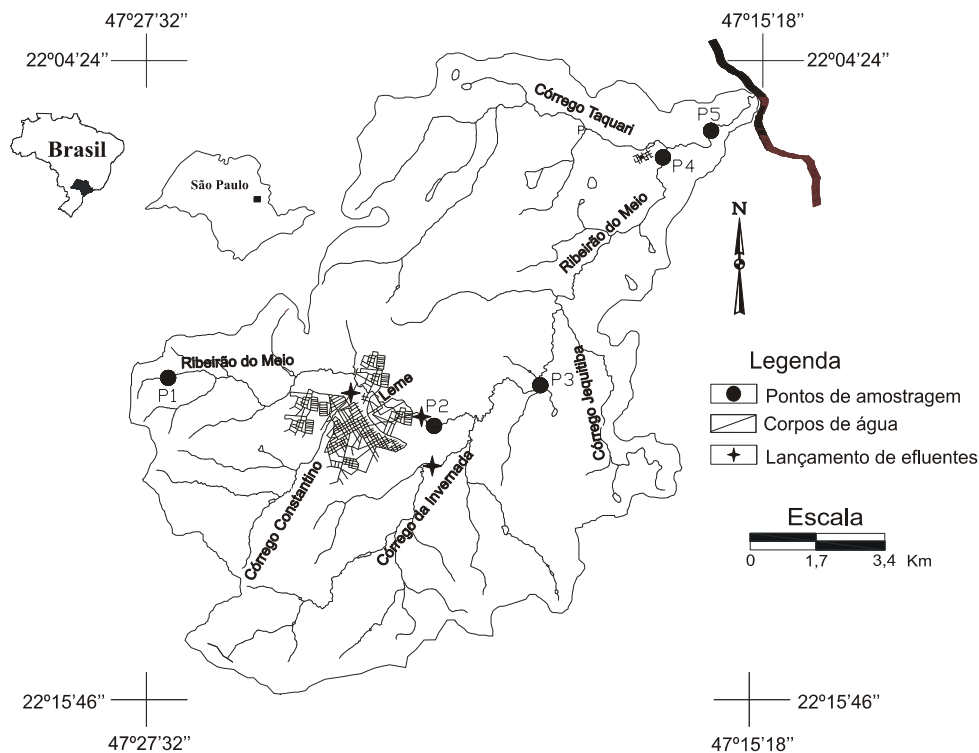


Fig. 1 – Localização da bacia do Ribeirão do Meio e pontos de amostragem.

Considerou-se a população atual de 85.000 habitantes para a cidade de Leme e a vazão de esgoto doméstico bruto gerado na zona urbana de 20.736 m³/dia (Sardinha, 2005). A vazão total foi dividida pelos três pontos de lançamento de esgotos conforme mostra a Figura 1. Foi utilizada a vazão média obtida neste trabalho para



cada ponto de amostragem do Ribeirão do Meio. Já para estimar o nível de tratamento necessário utilizou-se a vazão mínima ou de estiagem, que corresponde às condições críticas do corpo receptor de esgoto. Para OD, foram utilizados os dados da terceira coleta, período seco e vazão mínima que corresponde às condições críticas de OD no Ribeirão do Meio.

A fim de aplicar este modelo, foi necessário dividir o rio em seções com características hidráulicas aproximadamente uniformes. Assim, neste trabalho adotaram-se seis trechos em função das características de escoamento, da localização das fontes poluidoras e dos pontos de monitoramento, sendo eles assim divididos: trecho 1 – da nascente até o ponto 1; trecho 2 – do ponto 1 ao ponto 2; trecho 3 – do ponto 2 ao ponto 3; trecho 4 – do ponto 3 ao ponto 4; trecho 5 – do ponto 4 até sua foz. Como este último trecho ainda poderia ser insuficiente para que ocorra degradação completa da matéria orgânica, fez-se necessário prolongar a distância a ser simulada, possuindo este trecho as mesmas características do trecho 5. O modelo exige ainda: características geográficas (longitude e latitude, fuso horário, declividade e altitude), parâmetros meteorológicos (temperatura e velocidade do vento); e elementos morfológicos (largura e profundidade). A calibração do modelo foi determinada ajustando os coeficientes chaves de modo que o modelo reproduzido observasse as condições da qualidade de água que foram adquiridas pelas análises de OD coletadas no Ribeirão do Meio. A Tabela 1 apresenta os valores utilizados para a modelagem da variação espacial da qualidade da água do Ribeirão do Meio.

Tabela 1 – Valores utilizados para a modelagem de autodepuração no Ribeirão do Meio.

<i>Trechos</i>	<i>Altitude (m)</i>	<i>Declividade (%)</i>	<i>$Q_{7,10}$ (m³/s)</i>	<i>Largura (m)</i>	<i>Profundidade (m)</i>	<i>OD mínimo (mg/L)</i>
1	680-600	28	0,004	0,9	0,1	6,3
2	600-580	8	0,13	1,5	0,5	1,4
3	580-560	4	0,35	2,0	0,6	2,0
4	560-540	2	0,51	2,5	0,8	3,0
5	540-520	2	0,66	3,0	1,0	3,9

RESULTADOS

Os resultados produzidos pelo modelo QUAL2K mostraram-se bastante acurados neste estudo (Figura 2), pois nota-se uma pequena diferença quando comparado os dados obtidos pelo modelo (linha cheia) com os dados reais (pontos cheios) de concentração de oxigênio dissolvido ao longo do Ribeirão do Meio. Este modelo ainda permitiu delimitar as diferentes zonas de autodepuração do Ribeirão do Meio (Figura 2), ou seja, a zona de águas limpas, de degradação, de decomposição ativa e de recuperação.

Em muitos casos, a distância necessária para a autodepuração é maior que a distância física do rio, como é o caso que acontece com o Ribeirão do Meio, que necessitaria de, pelo menos, mais 5 km após sua foz para que suas águas voltem a possuir uma concentração de oxigênio dissolvido acima de 5 mg/L, valor recomendado pela Resolução CONAMA 357/05 para a Classe de seu Enquadramento (Classe 2). Para que o Ribeirão do Meio possua sempre valores de oxigênio dissolvido acima de 5 mg/L, torna-se necessário que seja realizado algum tipo de tratamento de efluente antes de seu lançamento no rio. Com isso, a modelagem utilizando o QUAL2K permitiu concluir que se a cidade de Leme possuísse uma estação de tratamento secundária de efluentes, com no mínimo 76% de eficiência, a concentração de oxigênio dissolvido no Ribeirão do Meio nunca estaria abaixo de 5 mg/L (Figura 2).

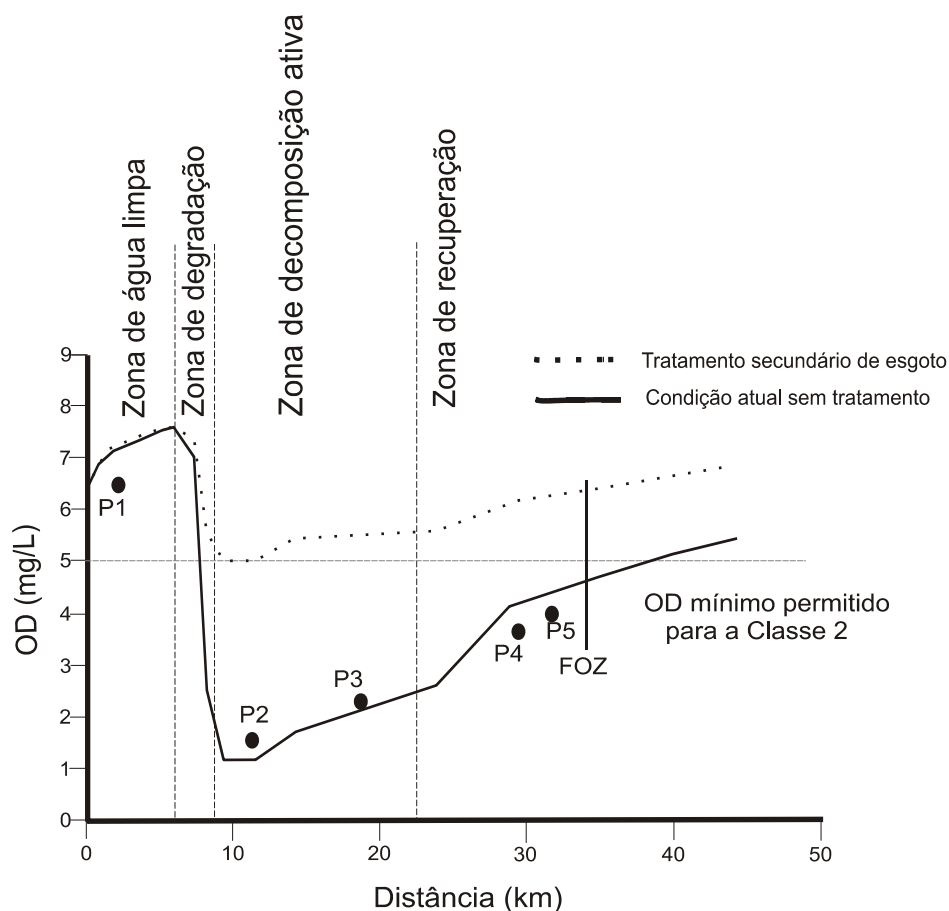


Figura 2 – Modelagem de autodepuração na condição atual e com tratamento secundário de esgoto com eficiência de 76% para o Ribeirão do Meio.

CONCLUSÕES

A utilização do modelo QUAL2K para simulação da concentração de OD em função do comprimento do rio foi compatível pelo ajuste do modelo às amostras experimentais feitas no Ribeirão do Meio. Além disso, o modelo conseguiu identificar as várias zonas de autodepuração e indicou a necessidade de tratamento de esgotos em nível secundário, com eficiência de 76% de remoção de DBO para que as águas do Ribeirão do Meio sempre permaneçam com a concentração de oxigênio dissolvido acima de 5 mg/L, valor recomendado para seu Enquadramento (Classe 2).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CHAPRA, S.C. A Modelling Framework for Simulating River and Stream Water Quality, Version 2.04: Documentation and Users Manual. Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University, Medford, MA, 2006, 101p.
2. DNERC - Delaware Department of Natural Resources and Environmental Control. Total Maximum Daily Loads (TMDLs) Analysis for Pocomoke River, Delaware. Dover, Delaware, 2005, 79p.
3. KANNEL, P. R.; LEE, S.; KANEL, S.R.; LEE, Y.S.; AHN, K.H. Application of QUAL2K for water quality modeling and dissolved oxygen control in the river Bagmati. Environ Monit Assess, vol.125, p.201-217, 2007.
4. O'CONNOR, D.J. & DOBBINS, W.E. Mechanism of reaeration in natural streams. Journal Sanitary Engineering Division, vol. 123, 1958, p.641-666.
5. SALVAI, A.; BEZDAN, A. Water Quality Model QUAL2K in TMDL Development. Balwois Ohrid, Republic of Macedonia vol. 27, p.1-8, 2008.
6. SARDINHA, D.S. Avaliação da qualidade da água e diagnóstico ambiental na bacia hidrográfica do Ribeirão do Meio, Leme (SP). Faculdades COC, Ribeirão Preto, 2005, 95p.



7. PARK, S.S.; LEE, Y.S. A water quality modeling study of the Nakdong River, Korea. *Ecological Modelling*, vol.152, p.65-75, 2002.
8. TUCCI, C.E.M. *Modelos Hidrológicos*. Porto Alegre, Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1998.
9. USEPA - United States Environmental Protection Agency. Total maximum daily load for nutrients Deep Run, Beach Run, and Elizabeth Run Lebanon County, Pennsylvania. Philadelphia, Pennsylvania, 2004, 77p.
10. USEPA - United States Environmental Protection Agency. Modeling report for total maximum daily load for Skippack Creek, Montgomery County, Pennsylvania. Philadelphia, Pennsylvania, 2005, 108p.
11. VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 2ª ed., UFMG, Belo Horizonte, 1996, 246p.