

## ESTUDO DA AUTODEPURAÇÃO E SUMULAÇÃO DE CENÁRIO FUTURO NA BACIA DO RIO PIRACICABA (MG)

MICAEL DE S. FRAGA<sup>1</sup>, GUILHERME B. REIS<sup>2</sup>,  
HUGO ALEXANDRE S. GUEDES<sup>3</sup>; DEMETRIUS D. DA SILVA<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, (31)3899-3471, micaelfraga@gmail.com

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal de Viçosa, guilherme.eaa.reis@gmail.com

<sup>3</sup> Professor Doutor, Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, hugo.guedes@ufpel.edu.br

<sup>4</sup> Professor Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, demetrius@ufv.br

Apresentado no  
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017  
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

**RESUMO:** O objetivo da pesquisa foi avaliar a capacidade de autodepuração do rio Piracicaba, estado de Minas Gerais, e simular um cenário futuro de qualidade da água previsto no Plano para Incremento do Percentual de Tratamento de Esgotos Sanitários (PITE). Foram utilizados os modelos matemáticos de Streeter-Phelps modificado e QUAL-UFGM, considerando dois períodos hidrológicos distintos. No estudo foram considerados dados de oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO), oriundos das campanhas de monitoramento do Projeto Águas de Minas, os quais foram utilizados na calibração dos modelos. Os resultados mostraram que apenas no período seco a qualidade da água no trecho do município de João Monlevade, após receber os efluentes do município, não satisfaz às condições de enquadramento do rio Piracicaba. Considerando a simulação feita para o cenário futuro, a partir da remoção da carga orgânica em virtude da consideração das ETEs fora de operação, em obras e em projetos existentes na bacia do rio Piracicaba, as concentrações das variáveis de qualidade da água analisadas mantiveram-se dentro do permitido pela legislação.

**PALAVRAS-CHAVE:** monitoramento ambiental, poluição hídrica, qualidade da água.

### SELF-PURIFICATION STUDY AND SIMULATION OF A FUTURE SCENARIO IN THE PIRACICABA RIVER WATERSHED (MG)

**ABSTRACT:** The objective of this research was to evaluate the self-purification capacity of the Piracicaba river, Minas Gerais state, and to simulate the future scenario of water quality foreseen by the “Plano para Incremento do Percentual de Tratamento de Esgotos Sanitários na Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba” (Piracicaba River Basin’s Sewage Treatment Percentage Incrementation Plan). The modified Streeter-Phelps and QUAL-UFGM mathematical models were used, considering two different hydrological periods. In the study, were considered dissolved oxygen (DO) and biochemical oxygen demand (BOD) data, from the monitoring campaigns of the “Projeto Águas de Minas” (Waters of Minas Project), which were used to calibrate the models. The results showed that only in the dry period water quality in the section of the municipality of João Monlevade, after receiving the municipal effluents, does not satisfy the conditions of the Piracicaba river. Considering the simulation done for the future scenario, from the organic load removal under consideration of STPs out of operation, under construction and project existing in the Piracicaba river’s basin, concentrations of water quality variables remained within permitted by law.

**KEYWORDS:** environmental monitoring, water pollution, water quality.

## INTRODUÇÃO

A modelagem de qualidade de água vem sendo utilizada desde o desenvolvimento do modelo clássico de Streeter-Phelps, em 1925, o qual foi criado para ser aplicado no rio Ohio, nos Estados Unidos. Desde então, a utilização de modelos de qualidade da água vem se destacando como ferramenta no que tange às questões hídricas, possibilitando uma abordagem sobre os principais processos e interações que se desenvolvem nos ecossistemas aquáticos. Usualmente, os modelos são aplicados na estimativa de impactos provenientes do lançamento de efluentes domésticos e industriais em rios, bem como no estudo e controle de qualidade da água em lagos para o planejamento do uso dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas (FAN *et al.*, 2013). Neste contexto, o objetivo do trabalho foi analisar a capacidade de autodepuração do rio Piracicaba, localizado no estado de Minas Gerais, por meio de modelagem matemática, e simular um cenário de lançamentos de cargas poluidoras efluentes de estação de tratamento de esgoto (ETE) fora de operação, em obras e em projeto existentes na bacia e destacadas no Plano para Incremento do Percentual de Tratamento de Esgotos Sanitários na Bacia Hidrográfica (PITE) do rio Piracicaba.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido na bacia hidrográfica do rio Piracicaba (BHRPI), sendo esta uma das sub-bacias do rio Doce, encontrando-se totalmente inserida no estado de Minas Gerais. Os dados de qualidade de água utilizados nesse estudo foram provenientes das campanhas de monitoramento de qualidade de água do “Projeto Águas de Minas”, de responsabilidade do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). Para o estudo foram utilizados dez pontos de monitoramento qualitativo, dos quais sete estão localizados no rio Piracicaba enquanto os demais estão localizados em seus principais afluentes (Figura 1).

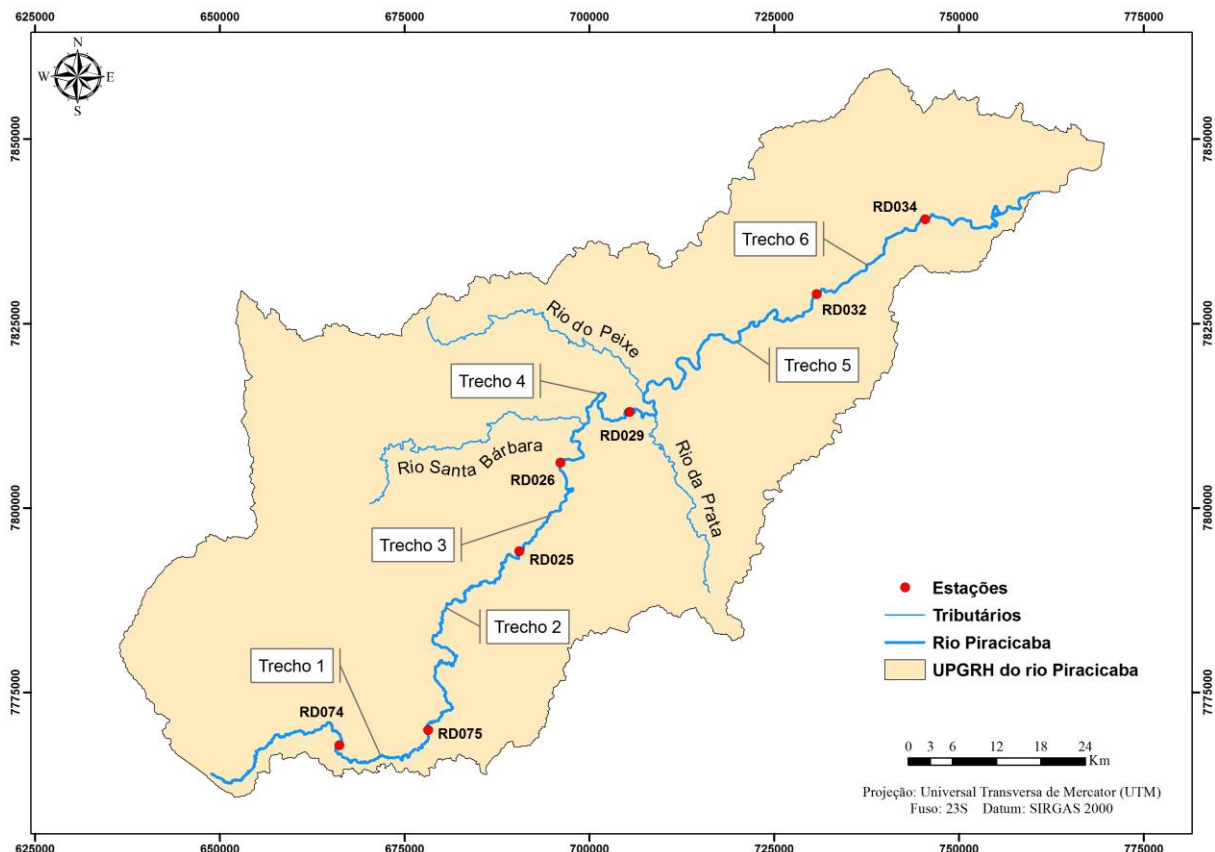


FIGURA 1. Localização dos trechos estudados na bacia do rio Piracicaba.

Para avaliar a capacidade de autodepuração do rio Piracicaba foram utilizados o modelo QUAL-UFMG, desenvolvido por von Sperling (2007) e baseado no modelo clássico QUAL2E; e o modelo analítico de Streeter-Phelps modificado. Em ambos os modelos o estudo foi realizado analisando os parâmetros oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO). As entradas dos modelos de simulação da qualidade da água incluem: a) dados físicos do rio; b) coeficientes de decaimento e aumento da concentração de compostos; e c) dados pontuais para os afluentes e esgotos. A fim de vislumbrar um possível cenário futuro, foram contabilizadas as ETEs fora de operação, em obras e em projeto existentes na BHRPI e destacadas no Plano para Incremento do Percentual de Tratamento de Esgotos Sanitários (PITE) na Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba. Na Tabela 1 são apresentados os valores de carga orgânica gerada e lançada pela população urbana total inserida na bacia, considerando também o cenário hipotético, ou seja, a inclusão das ETEs fora de operação e com chance de reativação, as ETEs em obras e as ETEs em projeto.

TABELA 1. Estimativa da carga de DBO lançada diretamente no rio Piracicaba pela população urbana para o cenário futuro

Município	Cenário atual (mgDBO/L)	Carga removida (%)			Cenário hipotético (mgDBO/L)
		ETEs sem operar	ETEs em obras	ETEs em projeto	
Antônio Dias	697	6,6	-	-	651
Coronel Fabriciano	668	-	-	66,5	224
Jaguaraçu	711	-	-	52,8	335
Nova Era	588	-	-	-	588
Rio Piracicaba	709	-	-	83,1	119
Timóteo	486	-	-	70	145
João Monlevade	375	-	71,8	-	105
Bela Vista de Minas	645	-	-	95	32

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados produzidos pelos modelos mostraram que, em ambos os períodos de análise, a concentração de OD se manteve sempre acima de  $5 \text{ mg L}^{-1}$  em todas as seções de monitoramento, valor padrão segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005 para rios de classe 2. Com relação a DBO, os resultados mostraram que, para o período seco, a maior concentração foi encontrada na zona urbana do município de João Monlevade (Figura 2), com concentração de  $6,1 \text{ mg L}^{-1}$ , valor este acima do determinado pela legislação vigente.

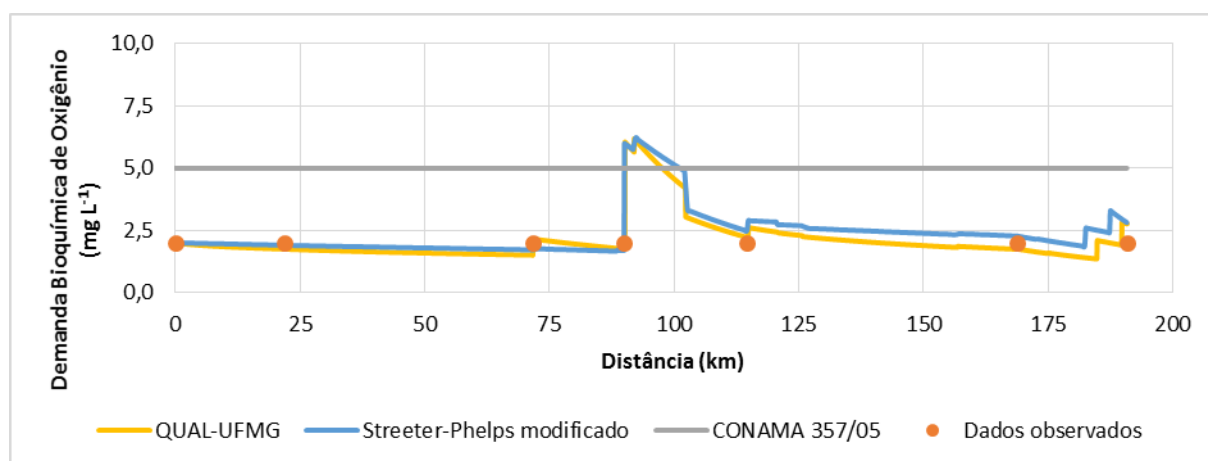


FIGURA 2. Simulação para a variável DBO considerando o período seco.

Esse valor é justificado pelos lançamentos de efluentes domésticos e industriais nessa região. Os menores valores foram encontrados em regiões isentas de aglomerações urbanas devido à baixa concentração de matéria orgânica no curso d'água. No período chuvoso, a maior concentração de DBO ocorreu, mais uma vez, no município de João Monlevade. Entretanto, para esse período de análise não houve valores acima do estabelecido pela legislação vigente. Nota-se também que, apesar dos lançamentos de efluentes domésticos e industriais aumentarem na medida em que se direciona para a foz do rio, não foram observados mais trechos cujos valores de DBO ultrapassaram os limites estabelecidos pela legislação. Este fato pode ser justificado devido ao aumento da vazão no rio Piracicaba, que provoca uma maior diluição dos efluentes nele lançados. Na Figura 3 é apresentado o resultado referente à simulação do cenário para a variável DBO. Foi utilizado o modelo QUAL-UFMG e analisou-se apenas o período seco, uma vez que no chuvoso não houve violação dos limites de concentração estabelecidos pela legislação.

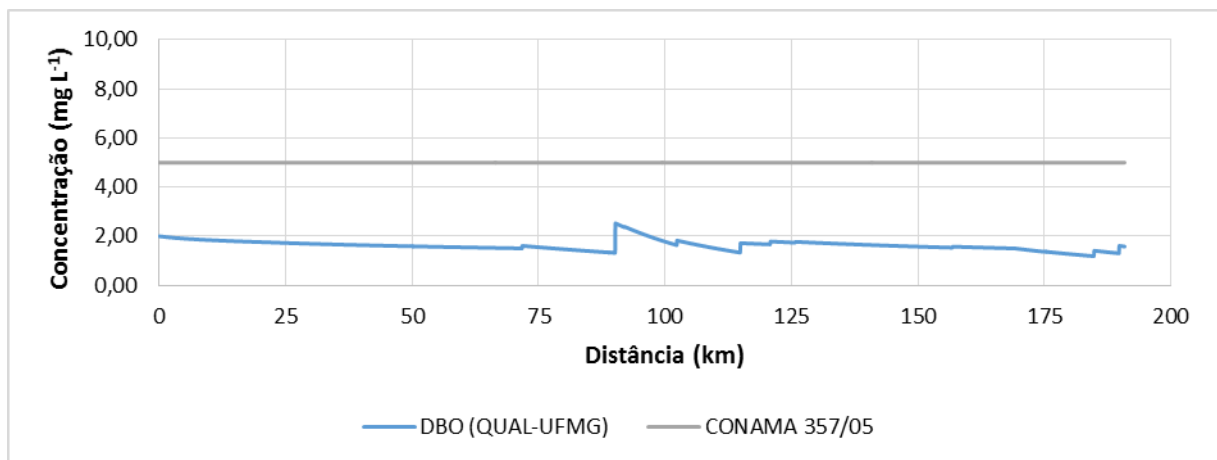


FIGURA 3. Simulação da DBO considerando o cenário de funcionamento das ETEs.

Verificou-se que, em virtude do funcionamento das ETEs fora de operação, em obras e em projeto existentes na BHRPI, as concentrações da DBO diminuiriam, fazendo com que não ocorresse violação dos limites estabelecidos para rios classe 2, como ocorre no cenário atual. Dessa forma, a simulação do cenário mostra a necessidade de ações preventivas para a melhoria da qualidade da água do rio Piracicaba.

## CONCLUSÕES

O trecho do município de João Monlevade foi o único que não satisfaz às condições de enquadramento do rio Piracicaba, apresentando, para o período seco, valores de DBO acima do permitido pela legislação. Considerando o funcionamento das ETEs previstas no PITE, ambas as variáveis analisadas se manterão dentro dos limites estabelecidos pela legislação.

## REFERÊNCIAS

- FAN, F. M.; COLLISCHONN, W.; RIGO, D. Modelo analítico de qualidade da água acoplado com sistema de informação geográfica para simulação de lançamentos com duração variada. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 18, n. 4, p. 359-370, 2013.
- PITE PIRACICABA. *Plano para Incremento do Percentual de Tratamento de Esgotos Sanitários da Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba*. 57 p. 2013.
- VON SPERLING, M. *Estudos e modelagem da qualidade da água de rios*. Belo Horizonte (MG): Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA/UFMG), v.7, 1ª Ed., 588 p, 2007.