



## Estudo de Autodepuração do Rio Itapecerica no Município de Divinópolis - MG

**Wilson Magela de Sousa<sup>1</sup>, Francilene Sthefanie de Camargos<sup>2</sup>, Lívia Carolina de Souza Gomes<sup>3</sup> e Samara Aparecida da Silva<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Faculdade Pitágoras Divinópolis (wilson.quimico@gmail.com)

<sup>2</sup>Faculdade Pitágoras Divinópolis (francilene.quimica@gmail.com)

<sup>3</sup>Faculdade Pitágoras Divinópolis (liviasouza.gomes1@gmail.com)

<sup>4</sup>Faculdade Pitágoras Divinópolis (samara-dasilva@hotmail.com)

### Resumo

A intervenção antrópica tem causado grandes prejuízos aos recursos naturais, principalmente no meio aquático resultando degradação da qualidade e escassez hídrica, sendo possível monitora-la através dos níveis de matéria orgânica.

O objetivo do presente artigo foi avaliar a capacidade de autodepuração do Rio Itapecerica em seis pontos localizados no município de Divinópolis – MG, utilizando o modelo clássico desenvolvido por Streeter-Phelps, onde considera a concentração de Oxigênio Dissolvido (OD) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).

Os resultados obtidos mostram que o Rio Itapecerica apresenta elevadas concentrações de matéria orgânica, não possuindo capacidade de autodepuração natural nos trechos em estudo, carecendo de tratamentos específicos.

**Palavras-chave:** Autodepuração. Streeter-Phelps. Rio Itapecerica. Oxigênio Dissolvido. Demanda Bioquímica de Oxigênio.

**Área Temática:** Recursos Hídricos

### Selfpurification Study the Itapecerica River in the Municipality of Divinópolis - MG

The human intervention has caused great harm to natural resources, particularly in the aquatic environment resulting quality degradation and water scarcity, and you can monitor it through the levels of organic matter.

The aim of this paper was to evaluate the self-purifying capacity of the Itapecerica River in six points in the municipality of Divinópolis - MG, using the classic model developed by Streeter-Phelps, which considers the concentration of Dissolved Oxygen (DO) and Biochemical Oxygen Demand (BOD).

The results show that Rio Itapecerica has high concentrations of organic matter, having no natural self-purification capacity in the passages under consideration, lacking specific treatments.

**Keywords:** Selfpurification. Streeter-Phelps. Itapecerica river. Dissolved oxygen. Biochemical Oxygen Demand.

**Thematic area:** Water Resources



## 1 Introdução

A expansão da malha urbana tem causado grandes consequências ao meio ambiente, muitas das vezes estas são irreparáveis, sendo o ecossistema aquático o que vem sendo mais degradado. A demanda por recurso hídrico é atendida através das construções de barragens, desvios dos rios e perfuração desordenada de poços, porém estas ações modificam o leito dos rios e as características das comunidades do seu entorno. Considerada um dos recursos renováveis, a água dos rios e lagos quando submetidos a altas concentrações de poluentes perdem a capacidade de autodepuração e sem o devido tratamento dos efluentes lançados em suas águas transformam-se em esgotos a céu aberto.

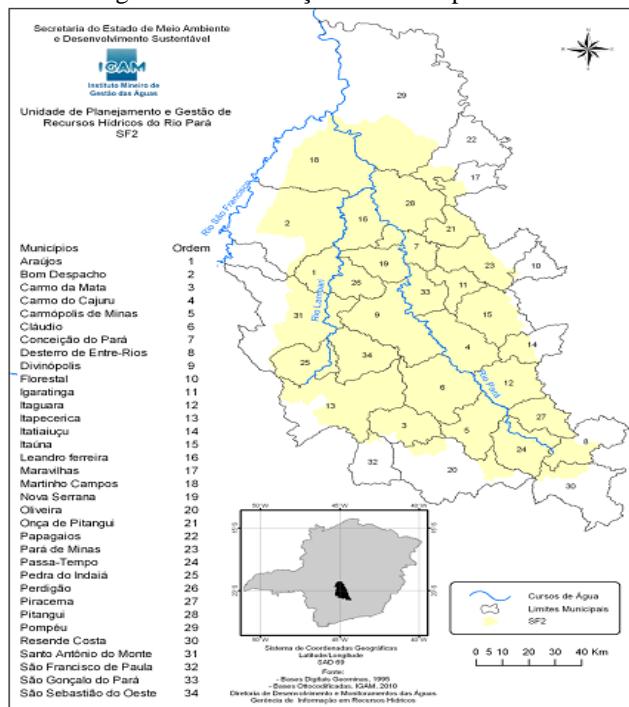
Contudo, o principal objetivo deste trabalho é avaliar a capacidade de autodepuração do Rio Itapecerica utilizando como ferramenta o modelo clássico de Streeter-Phelps (1925). Os resultados obtidos pelo método, para a variável Oxigênio Dissolvido (OD) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foram comparadas, com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para rios de Classe 2, sendo estas, águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e e) à aquicultura e à atividade de pesca.

## 2 Metodologia

### 2.1 Descrição da Área de Estudo

No município de Itapecerica em Minas Gerais a cerca de 64 km de Divinópolis, nasce o rio Itapecerica no Morro do Calado com a denominação de Rio Vermelho. Suas águas banham 3 municípios e seus principais afluentes são: Ribeirão Boa Vista, Córrego Buriti, Córrego do Paiol, Córrego do Neném e Córrego Catalão. Em Divinópolis o Rio Itapecerica corta o município com uma extensão de 29 km, e suas águas encontram-se novamente com o Rio Pará na Usina Gafanhoto seguindo para outros municípios, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Localização do Rio Itapecerica



Fonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas



## 5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

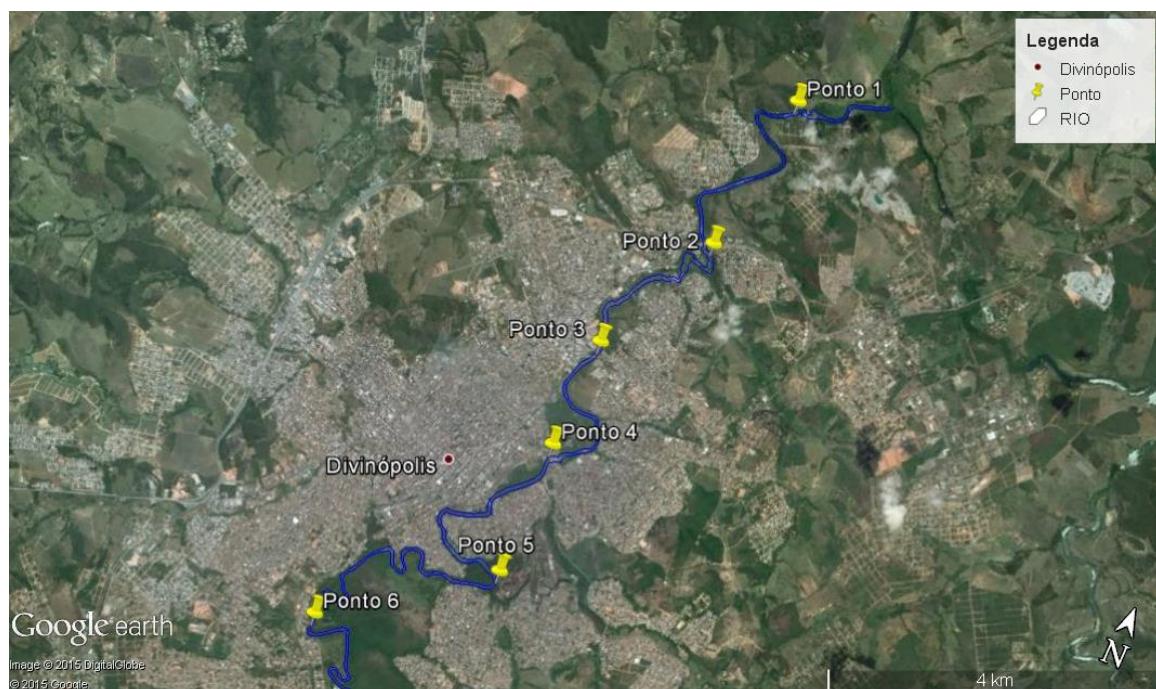
Bento Gonçalves – RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016

Uma característica notável no curso do rio é a forte ocupação residencial e em relação ao saneamento ambiental é a falta de tratamento de esgoto doméstico e industrial, resultando, no lançamento *in natura* dos mesmos no curso d'água, servindo como canal de afastamento de efluentes.

### 2.2 Obtenção de Informações Limnológicas e Hidráulica

Para a realização deste estudo, foram definidos quatro pontos de coleta na área urbana e dois pontos nas áreas onde existe menor concentração populacional, conforme Figura 2, nos quais foram analisados os parâmetros físico-químico Oxigênio Dissolvido (OD) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e realizado medição de velocidade, temperatura e vazão.

Figura 2 – Localização dos Pontos de Amostragem



Fonte: Autores da Pesquisa – Adaptações Google Earth

Na Tabela 1 estão relacionadas às principais características dos pontos de amostragem no rio Itapecerica.

Tabela 1 – Características dos Pontos de Amostragem

Identificação	Coordenadas Geográficas	Velocidade (v) (m/s)	Largura (L) (m)	Profundidade (P) (m)	Altitude (H) (m)	Vazão (Qr) (m³/s)
<b>Ponto 1</b>	Latitude: 20°5'50.4744"Longitude: 44°52'30.6552"	0,050	16	0,94	721	2,256
<b>Ponto 2</b>	Latitude: 20°6'52.6032"Longitude: 44°52'28.38"	0,317	8	0,52	683	3,956
<b>Ponto 3</b>	Latitude: 20°4'40.062"Longitude: 44°52'51.0996"	0,020	23	0,42	688	0,579
<b>Ponto 4</b>	Latitude: 20°8'21.0912"Longitude: 44°52'52.1148"	0,331	11	1,5	690	16,384
<b>Ponto 5</b>	Latitude: 20°9'4.0788"Longitude: 44°53'23.6148"	0,273	11	0,47	704	4,234
<b>Ponto 6</b>	Latitude: 20°10'1.326"Longitude: 44°53'43.6992"	0,073	47	0,94	706	9,542

Fonte: Autores da Pesquisa



A variável limnologica OD foi quantificada *in loco* através do oxímetro portátil Marca: YSI Modelo: 55-12-FT. As amostras para análise de DBO foram coletadas e encaminhadas para o Laboratório de Química da Faculdade Pitágoras, onde foram incubadas a 20°C, para após 5 dias realizar a leitura da DBO<sub>5</sub>. As metodologias utilizadas estão descritas no Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater (SMEWW 22<sup>a</sup> Edition).

Para o calculo da vazão utilizando a velocidade foi preciso observar um objeto flutuante de um ponto ao outro em um trecho do rio de seção uniforme, cronometrando o tempo gasto para atingir um ponto. Deve ser calculada também a área da seção, a partir da profundidade, largura e comprimento.

$$v = \frac{d}{t} \quad (1)$$

Para se calcular a vazão:

$$q = v * A \quad (2)$$

Onde:

v é a velocidade do escoamento (m/s),  
d é a distância percorrida pelo objeto (m),  
t é o tempo para percorrer a seção (s),  
q representa a vazão volumétrica (m<sup>3</sup>/s),  
e A é a área da seção (m<sup>2</sup>).

Segundo Sperling (2005), de maneira geral, a produção de esgotos corresponde aproximadamente ao consumo de água. No entanto, a fração de esgotos que adentram na rede coletora pode variar devido ao fato de que parte da água consumida pode ser incorporada à rede pluvial.

Cerca de 80% do volume de água consumido pela população se converte em esgoto, está dâ-se o nome de coeficiente de retorno (R = vazão de esgoto/vazão de água). Para cálculo da vazão de esgoto despejado no curso d'água, utilizou-se a quota per capita (QCP) média de 170l/hab./dia, conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Consumo per capita de água

Porte da Comunidade	Faixa da População (hab.)	Consumo Per Capta (QCP) (l/hab.dia)
<b>Povoado Rural</b>	< 5000	90 – 140
<b>Vila</b>	5000 – 10.000	100 – 160
<b>Pequena Localidade</b>	10.000 – 50.000	110 – 180
<b>Cidade Média</b>	50.000 – 250.000	120 – 220
<b>Cidade Grande</b>	> 250.000	150 - 300

Fonte: Sperling. M.V. (2005)

Segundo dados coletados do site da Prefeitura de Divinópolis a população do município é de aproximadamente 228.643 habitantes. Assim a vazão média de esgoto foi calculada conforme Equação 1.

$$Q_e = \frac{p \times QCP \times R}{86.400} \quad (1)$$



Onde:

Q é a vazão doméstica de esgoto (l/s);  
p é a população aproximada de Divnópolis;  
QCP é a Quota Per Capita de Água (l/hab.d);  
R é o coeficiente de retorno esgoto/água.

Conforme dados fornecidos pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e o Oxigênio Dissolvido (OD) do esgoto lançado no Rio Itapecerica, são respectivamente em média 450 mg/L e 0 mg/L.

A determinação do coeficiente de degradação/oxidação da matéria orgânica ou desoxigenação  $K_1$ , foi realizada com base na literatura sendo o valor adotado a média da variação proposta por Fair et al (1973) e Arceivala (1981) para esgoto bruto concentrado. A temperatura tem grande influência no metabolismo microbiano, as taxas de conversão da matéria orgânica, sendo necessário corrigir a temperatura utilizando uma relação empírica entre a mesma e a taxa de desoxigenação, conforme Equação 2.

$$K_d = K_{120} \cdot \theta^{(t-20)} \quad (2)$$

Onde:

$K_d$  é o coeficiente de decaimento;  
 $K_1$  é o coeficiente de desoxigenação a 20°C;  
t é a temperatura da amostra no momento da coleta;  
 $\theta$  é o coeficiente de temperatura (adimensional).

Segundo a EPA (1987), o valor de  $\theta$  é usualmente 1,047, indicando que há um acréscimo de 4,7% a cada 1°C de aumento da temperatura da água.

Para determinação do coeficiente de reaeração foi utilizado o método empírico com base nas características hidráulicas (velocidade e profundidade do curso d'água), sendo este método proposto por O'Connor & Dobbins (1958), conforme descrito na Equação 3.

$$K_2 = 3,73 \cdot v^{0,5} \cdot H^{-1,5} \quad (3)$$

Onde:

$K_2$  é o coeficiente de reaeração;  
 $v$  é a velocidade do curso d'água;  
 $H$  é a profundidade do curso d'água.

A temperatura tem influência no coeficiente de reaeração sendo que seu aumento reduz a solubilidade do oxigênio no meio líquido e acelera dos processos de absorção de oxigênio, assim é necessária a correção através da Equação 4.

$$K_{2T} = K_2 \cdot \theta^{(t-20)} \quad (4)$$

Onde:

$K_{2T}$  é o coeficiente de reaeração a com ajuste da temperatura;  
 $K_2$  é o coeficiente de reaeração a 20°C;  
t é a temperatura da amostra no momento da coleta;  
 $\theta$  é o coeficiente de temperatura (adimensional).

O valor do coeficiente de temperatura usualmente utilizado é de 1,024.



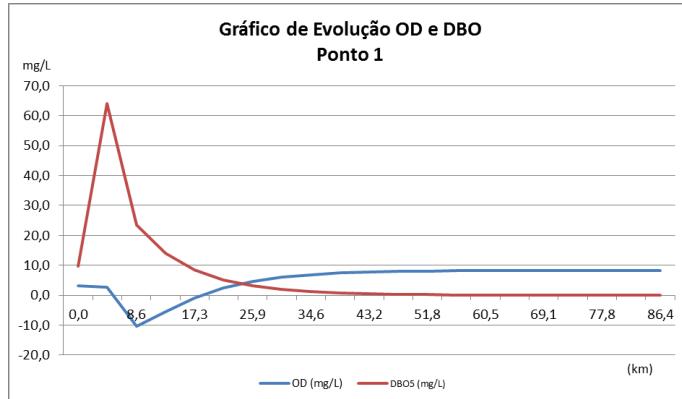
Quando um curso d'água é submetido ao lançamento de esgoto doméstico ou industrial, “introdução de matéria orgânica”, há consequente redução do oxigênio dissolvido, devido ao processo de decomposição da matéria orgânica pelas bactérias decompositoras, que utilizam o oxigênio disponível para sua respiração. Com a redução do oxigênio dissolvido ocorre assim o desequilíbrio do ecossistema aquático. Segundo Von Sperling (2014) a capacidade que todos os cursos d'água possuem de voltar naturalmente as suas condições ambientais naturais depois de sofrer um lançamento poluidor é caracterizado com autodepuração. Ainda segundo o autor, por ser a autodepuração um processo que se desenvolve ao longo do tempo, e considerando-se a dimensão do curso d'água receptor como predominantemente longitudinal, tem-se que os estágios da sucessão ecológica podem ser associados a zonas fisicamente identificáveis no rio. São elas: zona de degradação, zona de degradação ativa, zona de recuperação e zona de águas limpas.

A capacidade de autodepuração em um curso d'água pode ser simulada através de parâmetros cinéticos de qualidade de água. Para a simulação da autodepuração no Rio Itapecerica, utilizou-se tabelas eletrônicas desenvolvidas por VON SPERLING (2007), aliando ao modelo clássico de Streeter-Phelps (1925).

### 3 Resultados e Discussões

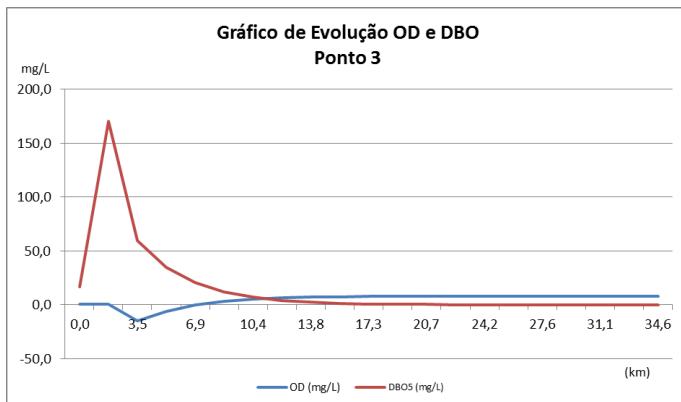
Os gráficos de 1 a 6 apresentam os resultados obtidos ao se aplicar o modelo clássico de Streeter-Phelps (1925, as características de diferentes pontos do Rio Itapecerica e efluente lançado no mesmo.

Gráfico 1 – Perfil da DBO e OD no Ponto 1



Fonte: Autores da Pesquisa

Gráfico 3 – Perfil da DBO e OD no Ponto 3



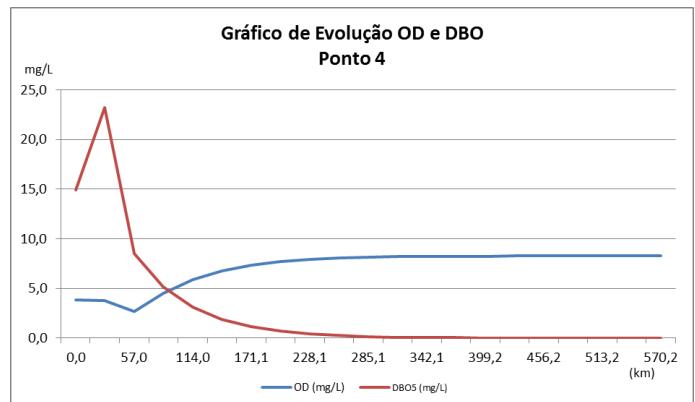
Fonte: Autores da Pesquisa

Gráfico 2 – Perfil da DBO e OD no Ponto 2



Fonte: Autores da Pesquisa

Gráfico 4 – Perfil da DBO e OD no Ponto 4



Fonte: Autores da Pesquisa



## 5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016

Gráfico 5 – Perfil da DBO e OD no Ponto 5

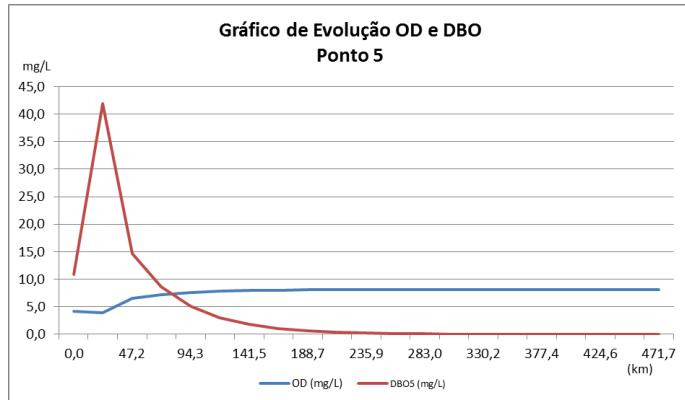
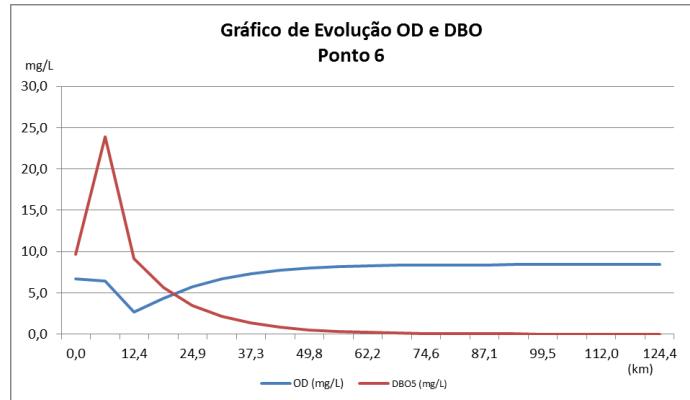


Gráfico 6 – Perfil da DBO e OD no Ponto 6



Fonte: Autores da Pesquisa

Fonte: Autores da Pesquisa

Observa-se que o Rio Itapecerica em todos os pontos amostrados sofre impacto significativo ao receber o despejo de esgoto da cidade, em alguns pontos o oxigênio dissolvido obtém a concentração de 0 mg/L, indicando que o consumo de oxigênio foi maior que a produção do mesmo. Todavia, os dados mostram que o Rio Itapecerica perdeu sua capacidade de autodepuração, sendo necessário um tempo e distância maior para reestabelecimento das concentrações iniciais.

Para atendimento a Resolução do CONAMA 357/2005, que estabelece que cursos d'água de classe 2 deve ter concentrações de oxigênio dissolvido acima de 5 mg/L e demanda bioquímica de oxigênio abaixo de 5 mg/L, é necessário uma distância de no mínimo 24 km. Vale ressaltar que os resultados obtidos em campo para tais parâmetros já não atendia a legislação.

## 4 Conclusão

Os resultados mostram que, a intervenção antrópica está causando danos irreversíveis ao Rio Itapecerica, tendo em vista que suas concentrações de oxigênio dissolvido chegam a 0 mg/L quando o efluente é despejado no mesmo, não conseguindo estabilizar a matéria orgânica, nele lançado diariamente de forma irregular, ou seja sem devido tratamento.

A Resolução CONAMA 430/2011 cita que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos d'água, após devido tratamento e desde que obedeçam as condições, padrões e exigências dispostos na norma e em outras normas aplicáveis. Contudo se torna de interesse público o lançamento de esgoto bruto, justificando a necessidade de implantação de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) na cidade.

## 5 Referência

BEZERRA, Iury Steiner de Oliveira; MENDONCA, Luiz Alberto Ribeiro; FRISCHKORN, Horst. Autodepuração de cursos d'água: um programa de modelagem Streeter Phelps com calibração automática e correção de anaerobiose. Rem: Rev. Esc. Minas, Ouro Preto , v. 61, n. 2, p. 249-255, June 2008.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução CONAMA nº 357, 2005.



## 5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016

CAMARGO, Rodrigo de Arruda et al. Water quality prediction using the QUAL2Kw model in a small karstic watershed in Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensis*, v. 22, n. 4, p. 486-498.

CHAGAS, C. D. ; ALCANTARA, A. F. ; SILVA, M. S. ; ALVES, L. J. ; SILVA, M. S. ; SILVA, J. C. R. . AVALIAÇÃO DA AUTODEPURAÇÃO DO CÓRREGO DOS ARCOS, MUNICÍPIO DE ARCOS MG.. In: Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas., 2014, Poços de Caldas. *Anais Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas. V.6, N.1 2014*, 2014.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 430, de 11 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. 9 p.

DE MELO RIBEIRO, Bandeira; ELESBON, Abrahão Alexandre Alden. ESTUDO DA CAPACIDADE DE AUTODEPURAÇÃO DO RIO POMBA UTILIZANDO O MODELO QUAL2KW.

MORUZZI, Rodrigo Braga et al . AVALIAÇÃO DE CARGAS DIFUSAS E SIMULAÇÃO DE AUTODEPURAÇÃO NO CÓRREGO DA ÁGUA BRANCA, ITIRAPINA (SP). *Geociênc. (São Paulo)*, São Paulo, v. 31, n. 3, 2012 .

RIBEIRO, K. D.; THEBALDI, M. S.; REIS, M. V.. Capacidade de autodepuração do Rio São Miguel, Pains-MG.. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Centro Universitário de Formiga.

RODRIGUES, R. B. (2005). “SSD RB: Sistema de Suporte a Decisão Proposta para a Gestão Quali-Quantitativa dos Processos de Outorga e Cobrança pelo Uso da Água”. Tese Doutorado em Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos), USP, São Paulo – SP. 179 p.

VON SPERLING, Marcos. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Editora UFMG, 1996.