

**IV-048 – ESTIMATIVA DA REAL CONCENTRAÇÃO DE  $DBO_{5,20}$  E FÓSFORO TOTAL EM UM CONTRIBUINTE À LAGOA MARINGÁ APÓS O LANÇAMENTO DO EFLUENTE DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO**

**Ludimila Marvila Girondoli<sup>(1)</sup>**

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa. Especialista em Perícia Ambiental pela Faculdade Eficaz. Analista Ambiental da Companhia Espírito Santense de Saneamento – CESAN.

**Luciana da Silva Canuto**

Química Industrial pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Especialista em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo. Analista da Qualidade de Esgoto da Companhia Espírito Santense de Saneamento - CESAN.

**Juliane Giacomini Bof Ovani**

Bióloga pela Universidade Federal do Espírito Santo. Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo. Analista Operacional de Esgoto da Companhia Espírito Santense de Saneamento - CESAN.

**João Luis Creto Binda**

Biólogo pela Escola Superior São Francisco de Assis – ESFA. Supervisor de Operação e Manutenção de Esgoto da Companhia Espírito Santense de Saneamento - CESAN.

**Maysa C. Z. Perenha Viana**

Bióloga formada pela Universidade Estadual de Maringá, Mestranda em Biociências Aplicadas à Farmácia. Docente do curso de Técnico em Enfermagem, Neurociência (NEAD) e Introdução à Fitoterapia (NEAD) no Instituto Eficaz (CEM).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Governador Bley - 186 - Edifício BEMGE, 3º Andar - Centro - Vitória - ES - CEP: 29.010-150 - Brasil - Tel: +55 (27) 2127-5125- Fax: +55 (27) 2127- 5027- e-mail: [ludimila.girondoli@cesan.com.br](mailto:ludimila.girondoli@cesan.com.br)

## **RESUMO**

O presente trabalho foi realizado na cidade de Serra, ES, e teve como objetivo estimar a real concentração de poluentes, especificamente  $DBO_{5,20}$  e fósforo total, que chega à Lagoa Maringá após o lançamento do efluente da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) CIVIT II. Os resultados mostraram que a autodepuração que ocorre no ecossistema local proporciona uma melhoria significativa na qualidade da água desde o ponto do lançamento do efluente da ETE até o início da lagoa Maringá. Em relação ao parâmetro  $DBO_{5,20}$  o decaimento apresentou valores condizentes com o estabelecido pela legislação ambiental. Já em relação ao fósforo total, embora tenha ocorrido uma redução em sua concentração, recomenda-se a melhoria do sistema de tratamento de esgoto a fim de diminuir a concentração lançada pelo efluente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Autodepuração,  $DBO_{5,20}$  e fósforo total, lançamento de efluentes, lagoa Maringá.

## **INTRODUÇÃO**

As águas interiores existentes nos continentes vêm sofrendo um alarmante e acelerado processo de degradação. A poluição das águas acarreta profundas alterações nos ecossistemas aquáticos, caracterizada pela redução acentuada da biodiversidade, predominância de algumas espécies sobre as outras e modificações nas cadeias alimentares, com graves comprometimentos sociais, econômicos e de saúde pública, com a diminuição substancial da qualidade e quantidade dos recursos hídricos (TUNDISI, 2003).

O município de Serra, no estado do Espírito Santo, possui uma significativa rede hidrográfica formada por rios, ribeirões, córregos, áreas alagáveis e alagadas, faixa litorânea e um complexo sistema lacustre (SERRA, 2009). Entre essas lagoas destaca-se a formação artificial denominada de lagoa Maringá.

A lagoa Maringá foi formada, no início da década de 70, devido à construção da Rodovia ES 010 que obstruiu o fluxo natural das águas da microbacia do córrego Maringá. Segundo Machado *et al.* (2007), originalmente a região era uma área de remanso do rio, porém, com a realização de obras que modificaram o nível do terreno, o

curso de água tornou-se uma lagoa. A partir desta intervenção, e das atividades desenvolvidas na microbacia o ecossistema local vem sofrendo intensa modificação propiciando o desenvolvimento de grandes populações de macrófitas.

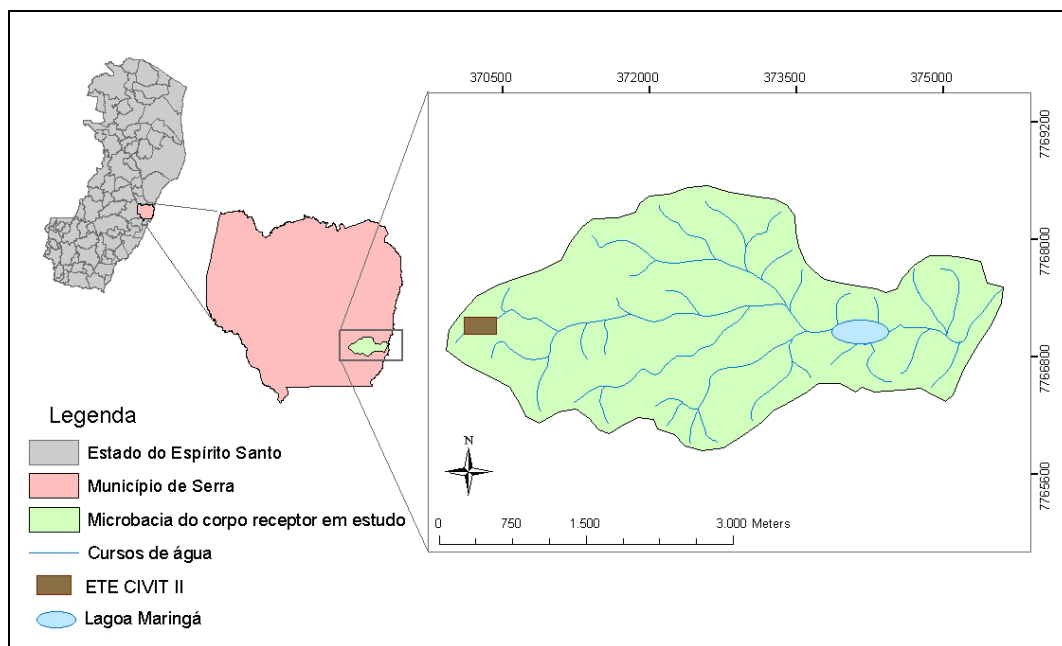
Em 1983, na cabeceira da microbacia do córrego Maringá foi implantada uma estação de tratamento de esgoto, a ETE CIVIT II, com a finalidade de promoção da saúde pública, mas tendo como consequência, também, a mitigação dos impactos ambientais associados ao lançamento de esgoto bruto no corpo de água. Entretanto, a partir de 2006, devido à proliferação excessiva de macrófitas na lagoa Maringá, tem-se discutido qual a contribuição do efluente da ETE CIVIT II para a eutrofização da lagoa.

Conforme Von Sperling (2005), após o lançamento de poluentes, o curso d'água poderá se recuperar por mecanismos puramente naturais, fenômeno conhecido como autodepuração, pelo qual é restabelecido o equilíbrio no meio aquático após as alterações induzidas pelo despejo do efluente.

Dessa forma, torna-se importante o conhecimento do processo de autodepuração que ocorre no corpo receptor do efluente da ETE CIVIT II a fim utilizar a sua capacidade de assimilação e impedir o lançamento de despejos acima do que a lagoa Maringá possa suportar.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A ETE CIVIT II localiza-se no município de Serra, estado do Espírito Santo, e o sistema de tratamento no período deste estudo era constituído por lagoa anaeróbia, lagoa facultativa e lagoa de polimento. O efluente da ETE é lançado em um afluente do córrego Maringá, que em seu curso final deságua na lagoa Maringá. O percurso do efluente da ETE CIVIT II até o encontro com a lagoa Maringá será a área de abrangência deste estudo. A localização da ETE CIVIT II e da lagoa Maringá está apresentada na Figura 1.



**Figura 1 – Localização da ETE CIVIT II e da lagoa Maringá.**

Para quantificar a concentração de  $DBO_{5,20}$  e fósforo total que chega à lagoa Maringá considerou-se a autodepuração real do corpo receptor, e portanto os resultados obtidos através das análises laboratoriais de qualidade da água. Ao todo foram realizadas 4 (quatro) campanhas de monitoramento abrangendo 5 (cinco) pontos de coleta. As campanhas foram realizadas nos dias 21/09, 05/10, 18/10 e 08/11/2010.

Os locais para a realização das coletas foram definidos através de visitas a campo, conforme a disponibilidade de acesso ao Córrego, e espacializados de forma a possibilitar a maior representatividade da dinâmica de remoção de poluentes que ocorre no ecossistema.

A Tabela 1 apresenta a descrição de cada ponto de coleta e as coordenadas dos mesmos em Projeção Universal Transversa de Mercator, Datum WGS-84, Zona 24 K. A Figura 2 mostra esses pontos espacialmente localizados.

**Tabela 1 - Coordenadas geográficas dos pontos de coleta e descrição dos mesmos.**

PONTO DE COLETA	DESCRIÇÃO	COORDENADAS	
		LESTE (m)	NORTE (m)
M1	efluente da ETE CIVIT II	370.969	7.767.151
M2	água bruta - 0,34 Km do lançamento da ETE	371.309	7.767.114
M3	água bruta - 1,37 Km do lançamento da ETE	372.329	7.767.147
M4	água bruta - 2,62 Km do lançamento da ETE	373.454	7.767.178
M5	Água bruta - "início" da Lagoa Maringá	373.968	7.767.101



**Figura 2 – Pontos de monitoramento espacialmente localizados.**

As coletas foram realizadas através de amostras simples e, embora o foco do estudo seja os parâmetros  $\text{DBO}_{5,20}$  e fósforo total, foram analisados também a fim de dispor de maiores dados para uma avaliação ambiental mais consistente: temperatura, pH, cloretos, turbidez, sólidos totais, demanda química de oxigênio (DQO), oxigênio dissolvido, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato e coliformes termotolerantes. As análises foram realizadas no laboratório da Companhia Espírito Santense de Saneamento – CESAN, empresa responsável pela operação e manutenção da ETE CIVIT II.

Para subsidiar a análise da autodepuração que ocorre no corpo receptor do efluente da ETE CIVIT II, será considerado o estudo realizado por Ramaldes *et al.* (2010), no qual faz uma avaliação preliminar da qualidade das águas contribuintes para a Lagoa Maringá.

No intuito de avaliar se a concentração de fósforo total que chega à lagoa Maringá é condizente com a capacidade de admissão deste poluente pela mesma, utilizar-se-á o cálculo estabelecido pela Instrução Normativa IEMA Nº 007, de 23 de junho de 2008 (ESPÍRITO SANTO, 2008).

## RESULTADOS

Os resultados das análises de  $DBO_{5,20}$  e fósforo total, obtidos nas quatro campanhas, estão apresentados no Quadro 2. No dia 21/09/2010 não foi realizada coleta no ponto M5 devido à dificuldade de acesso ao local ocasionado por problemas com o barco.

Tabela 2 – Resultados das análises de  $DBO_{5,20}$  e fósforo total obtidos nas quatro campanhas.

DATA	PONTO DE COLETA	PARÂMETROS		DATA	PONTO DE COLETA	PARÂMETROS	
		DBO (mg/l)	FÓSFORO TOTAL (mg/l)			DBO (mg/l)	FÓSFORO TOTAL (mg/l)
21/9/2010	M1	31	5	18/10/2010	M1	43	4,6
	M2	5	1,6		M2	36	6,2
	M3	5	2,6		M3	22	2,2
	M4	2	1,4		M4	4	2,1
	M5	NR	NR		M5	4	1
5/10/2010	M1	31	3	8/11/2010	M1	36	4,6
	M2	9	2,9		M2	15	3,8
	M3	9	2,3		M3	6	0,22
	M4	7	1,5		M4	4	0,9
	M5	< 2	1,1		M5	12	1,1

NR – análise não realizada

Através dos resultados obtidos, percebe-se um declínio significativo nas concentrações de  $DBO_{5,20}$  e fósforo total ao longo do percurso do efluente proveniente da ETE CIVIT II (ponto M1) até o encontro com a lagoa Maringá (ponto M5).

Para melhor visualização do decaimento das concentrações de  $DBO_{5,20}$  e fósforo total, foram elaborados os gráficos apresentados nas Figuras 3 e 4. A curva em vermelho, nos gráficos, representa a mediana dos valores encontrados em cada ponto de monitoramento. Utilizou-se a mediana pois alguns valores obtidos destoaram muito do conjunto de dados total.

### Demanda Bioquímica de Oxigênio

Tendo como base a curva mediana de decaimento do parâmetro  $DBO_{5,20}$  apresentada na Figura 3, após o ponto de coleta M4 o corpo receptor apresenta um valor menor do que 5 mg/l, valor estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para corpos de água classificados como Classe 2. Embora, inicialmente haja um comprometimento do corpo de água, o mesmo teve a capacidade de se restabelecer, em termos de  $DBO_{5,20}$ .

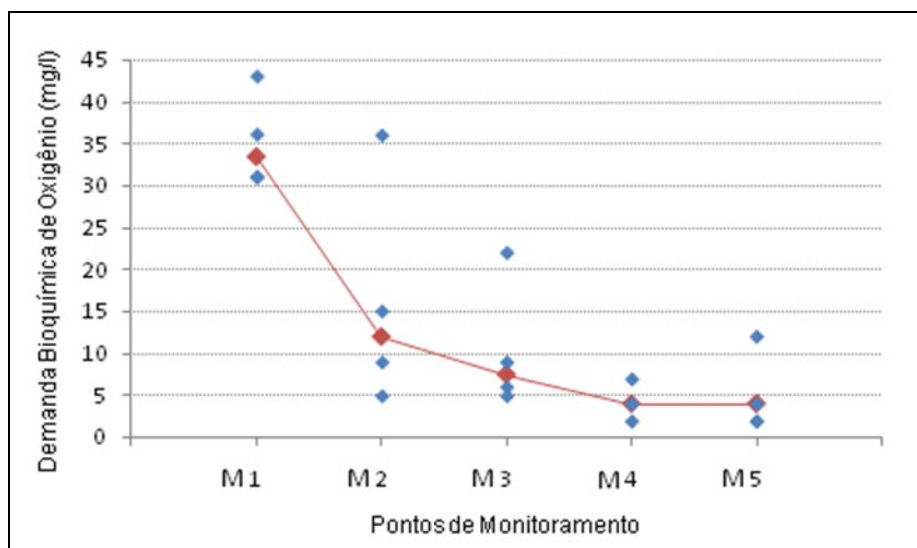


Figura 3 – Curva mediana de decaimento real da concentração de  $DBO_{5,20}$



Entre os pontos M2 e M4 não foi identificado nenhum uso de água, além do lançamento da ETECIVIT II.

Embora o corpo de água tenha conseguido se restabelecer em termos de  $DBO_{5,20}$ , é importante avaliar a concentração de oxigênio dissolvido ao longo do seu percurso. Assim, a Tabela 3 apresenta os valores encontrados na campanha de monitoramento.

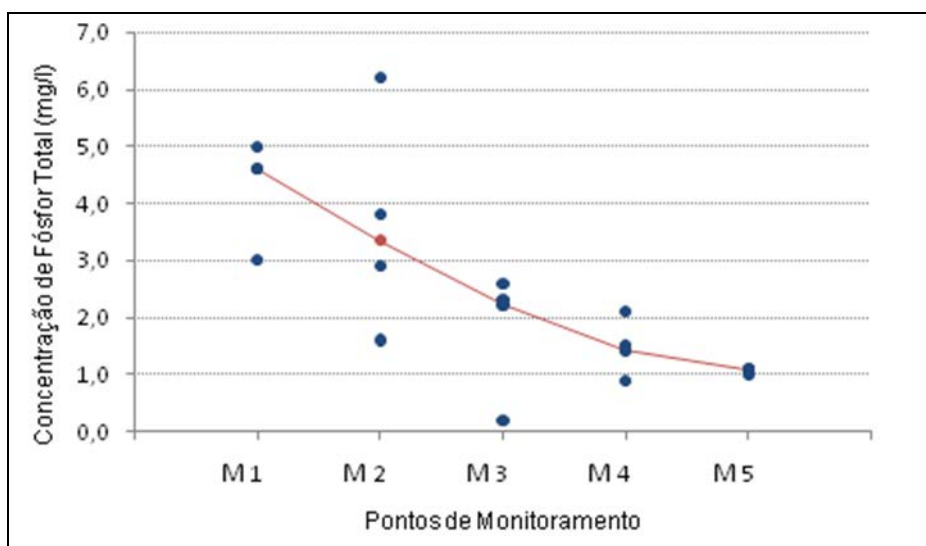
**Tabela 3 – Concentração de oxigênio dissolvido nos pontos de coleta em mg/l.**

Data	Ponto de Coleta				
	M1	M2	M3	M4	M5
21/9/2010	4,9	3,3	2,6	2,7	-
5/10/2010	3,1	3,0	2,9	2,9	2,6
18/10/2010	2,5	3,9	4,8	3,8	4,0
8/11/2010	-	-	-	-	-

A partir dos resultados observa-se que, em nenhum ponto de coleta, o oxigênio dissolvido foi inferior a 2,0 mg/l, concentração essa considerada crítica para a vida aquática. No dia 08/11/2010, devido a problemas com a sonda de determinação da concentração de oxigênio dissolvido, não foi possível realizar as análises.

### Fósforo Total

A Figura 4 apresenta a curva mediana de decaimento real da concentração de fósforo total



**Figura 4 – Curva mediana de decaimento real da concentração de fósforo total**

Em relação ao parâmetro fósforo total, este chega à lagoa Maringá com uma concentração mediana de 1,1 mg/l, o que equivale a uma redução de, aproximadamente, 76% da concentração do efluente da ETE CIVIT II (ponto M1). Entretanto, como o corpo receptor tem uma baixa disponibilidade hídrica, a diluição não é suficiente para atingir o estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/05 para tributários diretos de ambiente lânticos.

Através da utilização da equação de Vollenweider (1976), adaptado por Salas e Martino (1991), que estima a carga máxima admissível de fósforo total em um lago e, seguindo o especificado pela Instrução Normativa IEMA nº 007 de 23 de junho de 2008, a concentração de fósforo total a montante da lagoa Maringá, deveria ser 0,30 mg/l.

Portanto, mesmo ocorrendo a remoção natural de fósforo total pelo ecossistema, ainda assim a concentração a montante da lagoa Maringá está acima da capacidade máxima admissível.

## Outros Parâmetros

O Quadro 4 apresenta a mediana por ponto de coleta dos resultados dos demais parâmetros considerados necessários para subsidiar a análise ambiental e o padrão estabelecido pela resolução ambiental.

**Tabela 4 – Mediana dos valores dos parâmetros analisados por ponto de coleta.**

PONTO DE MONITORAMENTO	PARÂMETROS						
	pH	Temperatura (°C)	DQO (mg/l)	Nit. Amoniacal (mg N-NH <sub>3</sub> /l)	Nitrito (mg N-NO <sub>2</sub> /l)	Nitrato (mg N-NO <sub>3</sub> /l)	Coliformes Termotolerantes (Col/100ml)
M1	7,5	25,6	150	35	<0,01	0,04	1,45E+05
M2	7	23,8	65	32	<0,01	<0,02	2,00E+03
M3	6,75	23,65	55	18	0,01	<0,02	1,60E+03
M4	6,55	23,05	37,5	10	<0,01	<0,02	2,55E+03
M5	6,8	24,2	35	9	<0,01	<0,02	430
<b>Resolução CONAMA 357/05</b>	<b>6 a 9</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>3,7</b>	<b>1,0</b>	<b>10,0</b>	<b>1000</b>

Uma vez que o ponto M1 representa o efluente da ETE CIVIT II, os resultados mostram que, para os parâmetros monitorados, apenas o nitrogênio amoniacal não se enquadra no padrão de água doce Classe 2.

O monitoramento do parâmetro coliforme termotolerantes foi de extrema importância, pois uma das atividades desenvolvidas por moradores da região na lagoa Maringá é a pesca recreacional. Em todas as coletas, no ponto M5, a análise desse parâmetro foi menor do que 1000 col/100 ml.

## CONCLUSÕES

Conforme mencionado por Von Sperling (2005) e Sarmento (2007), considerar a capacidade que um corpo d'água tem de assimilar os despejos, sem apresentar problemas do ponto de vista ambiental, é um recurso natural que pode ser explorado.

A análise do real decaimento dos poluentes em um corpo de água, após o recebimento do efluente de uma estação de tratamento de esgoto, é de extrema importância para subsidiar os órgãos ambientais competentes na tomada de decisão.

Através dos resultados das campanhas realizadas percebe-se um declínio significativo nas concentrações de DBO<sub>5,20</sub> e fósforo total ao longo do percurso do efluente proveniente da ETE CIVIT II (ponto M1) até o encontro com a lagoa Maringá (ponto M5).

A ETE CIVIT II, inicialmente projetada para remoção de matéria orgânica, apresenta sua operação em conformidade com o projeto e de acordo com bibliografia técnica especializada. Contudo, recomenda-se uma melhoria e/ou adaptação do sistema de tratamento existente a fim de reduzir a concentração de fósforo total do efluente final e, conseqüentemente, que chega à lagoa Maringá.

Entretanto, conforme apresentado por Ramaldes et al (2010) e visitas ao local, há outras fontes de poluição ao longo da microbacia do córrego Maringá, como esgotos lançados in natura, resíduos depositados de forma incorreta, criação de bovinos e indústrias, que podem contribuir com o aporte de fósforo para a lagoa Maringá.

É importante considerar que, devido à antropização da microbacia contribuinte para a formação da Lagoa Maringá, a ETE CIVIT II é atenuante de uma situação de degradação ambiental que os corpos de água poderiam apresentar caso não houvesse o tratamento do esgoto bruto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 09 de nov 2010.
2. ESPÍRITO SANTO. Instituto Estadual do Meio Ambiente. Instrução Normativa nº 007, de 23 de junho de 2008. Altera a redação dos arts. 3º, 4º e 5º da Instrução Normativa IEMA nº 007, de 21 de junho de 2006. Disponível em: <<http://www.meioambiente.es.gov.br/default.asp>>. Acesso em: 25 out. 2010.
3. MACHADO, L. P.; GARÇÃO, H. F.; FONTANA, G. H. Diagnóstico da proliferação e do nível de infestação de macrófitas aquáticas na lagoa Maringá, município de Serra (ES, Brasil). In: Congresso de Ecologia do Brasil, 8., 2007, Caxambu-MG. Disponível em: <<http://www.seb-ecologia.org.br/viiiiceb/pdf/531.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2010.
4. RAMALDES, D. L. C.; BAPTISTA, F. R. M.; CANUTO, L.S.; BINDA, J. L. C.; BOF, J. G. Avaliação da qualidade das águas contribuintes para a lagoa Maringá, considerando aspectos operacionais da ETE CIVIT II. In: Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 10, 2010, Maceió/AL.
5. SALAS & MARTINO; A Simplified Phosphorus Trophic State Model for Warm-Water Tropical Lakes; Wat. Res, vol. 25, No. 3, p. 341-350, 1991.
6. SARMENTO, R.; SERAFIM, A. J.; DORIGUETO, J.M.; DONATELLI, M.R. Determinação da capacidade de assimilação dos corpos de água para a disposição final dos efluentes domésticos e industriais. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 19, 1997. Disponível em: < <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes97/capacidad.pdf> >. Acesso em: 25 out. 2010.
7. SERRA (município). Secretaria de Meio Ambiente. Diagnóstico situacional e proposição de medidas para recuperação da lagoa Maringá, Serra, ES. Documento Técnico. Serra, 2009. 90p.
8. TUNDISI, J. G. Água no Século XXI: Enfrentando a escassez. São Carlos: RIMA, II E, 248p, 2003.
9. VON SPERLING, M. Princípio do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. 3. Ed. Belo Horizonte: DESA-UFMG, 2005. 452p.