

## QUALIDADE DA ÁGUA DO ARROIO OLARIAS E SEU IMPACTO NA REPRESA PROJETADA

*Alysson Stefan Martins, Wilson Costa, Mariza Boscacci Marques*

*Departamento de Química da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Ponta Grossa, PR, Brasil.*

[wcosta@uepg.br](mailto:wcosta@uepg.br)

*Recebido em 05 de abril de 2010.*

*Aceito em 23 de agosto de 2010.*

### RESUMO

Em Ponta Grossa-PR, na tentativa de revitalização de determinados espaços, iniciou-se a construção de parques, onde arroios foram ou serão represados para a formação de lagos, com o projetado para a região de Olarias. O objetivo deste trabalho, foi de avaliar e monitorar a qualidade da água do arroio de Olarias, desde o primeiro ponto em que está exposto, isto é, próximo a região central da cidade, até o local da possível represa, através da determinação dos íons  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ , e ainda oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), oxigênio consumido (OC), coliformes fecais e totais. Os resultados das análises demonstraram, que a contaminação do arroio por esgoto doméstico é mais intenso no primeiro ponto de coleta, e que ocorre uma recuperação gradativa a medida em que ele se desloca em direção a periferia, mas, suas águas, chegam na região da represa, em condições semelhantes a aquelas encontradas em muitos lagos que estão eutrofizados.

**Palavras Chave:** esgoto, eutrofização, represa.

### 1. INTRODUÇÃO

Um curso d'água pode receber vários poluentes, sendo a contaminação por matéria orgânica muito comum e pode ter várias origens [1-2-3] mas, o aporte de matéria orgânica via efluentes domésticos é frequente (4-5-6-7-8).

Os efluentes domésticos, compõem-se essencialmente de água de banho, excretas, restos de comida, sabão, detergentes e águas de lavagem [9]. Embora constituído de 99,9% de água, além de matéria orgânica, o esgoto doméstico é responsável pelo aporte de vários compostos químicos [10], dentre os quais se encontram alguns íons comuns como fósforo, nitrogênio, cálcio, potássio e magnésio.

A matéria orgânica, uma vez no curso d'água, será degradada por microrganismos via consumo de oxigênio através da oxidação química e principalmente bioquímica, com conseqüente redução da concentração de ambos [6-11]. Mesmo quantidades moderadas de matéria orgânica podem resultar em uma diminuição significativa no oxigênio dissolvido presente em águas naturais [12], então, se a carga de esgotos lançada excede a capacidade de autodepuração do corpo d'água, o rio fica sem oxigênio, provocando problemas estéticos, liberando odor e impedindo a existência de peixes e outros seres aquáticos [13-14].

Assim, a poluição orgânica de um curso d'água pode ser avaliada pelo decréscimo da concentração de oxigênio dissolvido e/ou pela concentração de matéria orgânica em termos de quantidade de oxigênio necessário para oxidá-la;

sendo os principais indicadores de poluição orgânica o oxigênio dissolvido (OD), a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e a demanda química de oxigênio (DQO) [6].

Presente no esgoto doméstico [15], o nitrogênio provém de compostos orgânicos como aminoácidos e proteínas, além de subprodutos do metabolismo humano como uréia e ácido úrico [16-17]. Surfactantes com grupo hidrófilo catiônico presentes em detergentes também apresentam nitrogênio [18].

Em ambientes anaeróbicos, o nitrogênio é encontrado em sua forma completamente reduzida, o íon amônio  $\text{NH}_4^+$ . A concentração de  $\text{NH}_4^+$  associado com a de  $\text{NO}_3^-$  podem ser relacionadas à idade da poluição, dessa forma em análises onde é predominante a forma reduzida ( $\text{NH}_4^+$ ) o foco de poluição se encontra próximo, mas se prevalecer a forma oxidada ( $\text{NO}_3^-$ ) as descargas de esgoto provavelmente se encontram distantes [19].

O fósforo está presente no esgoto doméstico, principalmente, por estar incluído na formulação da maioria dos detergentes sob a forma de tripolifosfato de sódio ( $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ ) [18-20] e isto é previsto pela Resolução CONAMA n° 359/2005 [21], sendo adicionado, com o objetivo de complexar íons metálicos responsáveis pela dureza das águas e tornar o meio alcalino, melhorando a ação de limpeza [20]. Sua importância, está relacionada a processos fundamentais em seres vivos, sendo desta maneira um controlador da população de organismos da água [19].

Uma das principais formas de contaminação do esgoto doméstico com potássio, são os sabões que são sais de sódio e potássio de diversos ácidos graxos [18-20]. É um

nutriente indispensável à vida e um agente limitante na produtividade primária para sistemas aquáticos, tendo papel importante como elemento em processos fundamentais do metabolismo dos seres vivos e sistemas biológicos, sendo desta forma um controlador da população de organismos em corpos d'água [19].

Os cloretos presentes podem ser provenientes de depósitos minerais, vapores oceânicos, poluição por matéria fecal, despejos industriais, dentre outros. A concentração normal deste íon em cursos d'água naturais é de  $5,67 \text{ mg L}^{-1}$  [22], mas uma vez adicionado, a sua concentração só pode ser reduzida geralmente, através da diluição, podendo a determinação da sua concentração indicar uma contaminação remota por efluentes domésticos e nesse caso, OD, DQO, DBO, poderão estar dentro dos valores considerados normais.

As análises microbiológicas têm sido utilizadas para verificar a possível contaminação de cursos d'água por excrementos de origem animal ou humana [23-24], através da presença e quantificação de microrganismos indicadores, que são os coliformes totais e fecais, de forma que sua detecção é uma boa indicação do aporte de excrementos e o seu número um índice de poluição.

O aporte de nutrientes via efluentes, também provoca o crescimento de algas, e o fósforo é o componente mais importante, já que o carbono pode ser suprido pelo  $\text{CO}_2$  atmosférico e o nitrogênio pode ser fixado por Algas verde-azuladas, sendo então o fósforo, o elemento limitante [12]. Segundo Ceretta [25], concentrações de fósforo acima de  $0,1 \text{ mg L}^{-1}$  e nitrogênio em quantidades elevadas, já favorecem o crescimento de algas (eutrofização).

Uma vez no curso d'água, esta matéria orgânica gerada via eutrofização, sofrerá a mesma degradação que aquela adicionada, isto é, por microrganismos, via consumo de oxigênio, através da oxidação química e principalmente bioquímica, com conseqüente redução da concentração de ambos [6-11] e provocando os mesmos problemas estéticos, liberando odor e impedindo a existência de peixes e outros seres aquáticos [13-14].

Considerando, que a transformação de ambientes de correnteza para ambientes lênticos causam impactos de ordem variada nos cursos d'água, e que eles, são intensificados se a

qualidade da água for ruim, realizou-se este trabalho, que consistiu em avaliar e monitorar a qualidade da água do arroio de Olarias, através da determinação dos teores de cloretos ( $\text{Cl}^-$ ), fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), Amônio ( $\text{NH}_4^+$ ), Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), Potássio ( $\text{K}^+$ ), Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Oxigênio Consumido (OC), coliformes totais e fecais, objetivando localizar e estimar a carga de poluição, mostrar as condições do arroio para represamento e tentar prever se a represa projetada sofrerá ou não dos danos pertinentes a eutrofização.

## 2. METODOLOGIA

As coletas foram de agosto de 2007 a julho de 2008, excetuando os meses de dezembro de 2007, janeiro e fevereiro de 2008, semanalmente, em quatro pontos do arroio, alternando as coletas dos pontos 1 e 2 com as coletas dos pontos 3 e 4. No total, foram coletadas 11 amostras dos pontos 1 e 2 e 12 dos pontos 3 e 4, nas quais foram efetuadas as determinações de  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{K}^+$ , OD, DBO, OC. Para coliformes fecais e totais foi feita apenas uma determinação de cada ponto, em coletas realizadas entre os dias 20 de agosto e 03 de setembro de 2007.

*Ponto 1* - Primeiro ponto do arroio que se encontra exposto, já que da sua nascente até este local, se encontra canalizado.

*Ponto 2* - Neste ponto, visualmente, não se verifica alteração na vazão, nas margens se observa ausência de vegetações ou mata ciliar e possui uma grande diferença de altitude com relação ao ponto 1.

*Ponto 3* - Neste local há um aumento considerável na vazão do arroio em comparação com os pontos anteriores devido a entrada de afluentes a montante. O trecho anterior a esse ponto possui poucas habitações.

*Ponto 4* - Local da possível represa. Há pouca vegetação, ausência de habitações e se observou um aumento na vazão pelo aporte de afluentes a montante.

A Figura 1, trás a bacia hidrográfica do Arroio de Olarias, com os 4 pontos de coleta, localizados com o auxílio do Global System Position – GPS.

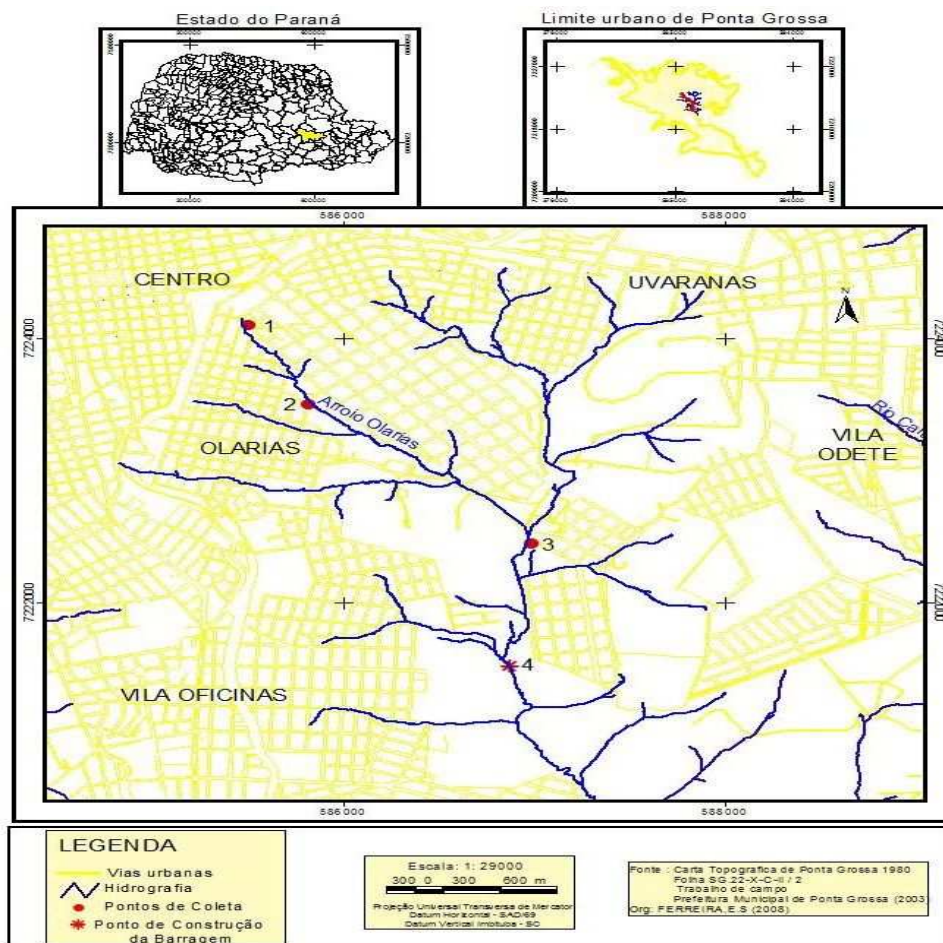


Figura 1 – Mapa com os pontos de coleta (1, 2, 3, 4) e hidrografia do arroio Olarias.  
 Fonte: Carta Topográfica Ponta Grossa (1980). Prefeitura Municipal de Ponta Grossa. O mapeamento foi organizado por Everaldo Skalinski Ferreira.

### 2.1 Cloreto (Cl<sup>-</sup>).

Foi determinados por agentimetria direta [26]. A titulação foi feita utilizando AgNO<sub>3</sub> com concentração próxima a 0,01M, utilizando como indicador, solução de K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>.

### 2.2 Fosfato (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>).

Foi utilizado o método de espectrofotometria na região do visível [26], utilizando o Espectrofotômetro UV-Vis, Coleman modelo 6/20 – com leitura da absorbância em 660nm.

### 2.3 Amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>).

Foi determinado por colorimetria por comparação descrita por Macedo [27], no qual utilizou-se reagente de Nessler e tartarato de sódio e potássio como indicador; a solução utilizada para a titulação foi o NH<sub>4</sub>Cl.

### 2.4 Nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>).

Foi determinado através da espectrofotometria de absorção na região do Ultravioleta [26], utilizando o Espectrofotômetro METROLAB 1700, com leitura realizada em 220nm, descontando a absorção ocorrida no comprimento de onda de 275nm, que está relacionada a matéria orgânica.

### 2.5 Potássio (K<sup>+</sup>).

Determinado por espectrometria de absorção pela chama [26], utilizando o espectrofotômetro Analyser. A curva de referência foi feita com as concentrações de K<sup>+</sup> entre 0 a 10,0 mg L<sup>-1</sup> a partir de KCl.

Tabela 1 – Valores médios e as respectivas reduções dos parâmetros em porcentagem.

Variável	Ponto 1 (mg L <sup>-1</sup> )	Ponto 2 (mg L <sup>-1</sup> )	Ponto 3 (mg L <sup>-1</sup> )	Ponto 4 (mg L <sup>-1</sup> )	Redução entre pontos 1-4 (%)	Redução entre pontos 1-2 (%)	Redução entre pontos 2-3 (%)	Redução entre pontos 3-4 (%)
Cl <sup>-</sup>	61,4	39,9	31,6	28,4	53,7	35	20,8	10,1
OD	0,11	0,70	1,8	2,0	1718,2 *	536,4 *	157,1 *	11,1 *
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	22,5	10,3	9,1	9,0	60	54,2	11,7	1,1
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	2,0	1,70	1,5	1,1	45	15	11,8	26,7
K <sup>+</sup>	25,8	13,7	9,7	8,5	67,1	46,9	29,2	12,4
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	10,8	5,4	3,5	3,4	68,5	50	35,2	2,9
OC	113,2	56,4	43,9	38,8	65,7	50,2	22,2	11,6
DBO	291	44,8	20,4	14,9	94,9	84,6	54,5	26,9

\* Para OD, ocorreu um aumento nas porcentagens entre do ponto 1 ao 4.

## 2.6 Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e oxigênio dissolvido (OD).

Foram determinados através da titulometria (iodometria indireta) pelo método do Winckler modificado [26] pela azida sódica, utilizando como titulante o Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. De acordo com cada ponto, efetuou-se uma diluição específica com utilização de quatro meios nutrientes que continham respectivamente KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>, CaCl<sub>2</sub> e FeCl<sub>3</sub>.

## 2.7 Oxigênio consumido (OC).

Foi determinado através da permanganimetria; a amostra foi colocada sob aquecimento com permanganato de potássio (KMnO<sub>4</sub>) em meio ácido durante um determinado tempo, em seguida adicionou-se oxalato de sódio (Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>), titulando-se a mistura com a solução de KMnO<sub>4</sub> [26]. A DQO (Demanda Química de Oxigênio) é denominada de "oxigênio consumido", quando o oxidante é o permanganato de potássio [6].

## 2.8 Coliformes totais e fecais.

Determinado pelo método dos tubos múltiplos [26].

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1, mostra as médias de cada parâmetro analisado, com as reduções das concentrações ocorridas entre os pontos. Como principal referência para os resultados das análises, utilizou-se a resolução CONAMA n° 357 de 17 de março de 2005 [28], devendo o arroio Olarias ser classificado como água doce Classe 2, a qual é destinada para recreação e contato primário, pois, uma das finalidades da represa projetada é servir como um espaço de lazer e recreação para a população da região

## 3.1 Cloretos

Para Lima [19], valores acima de 15 mg L<sup>-1</sup> de Cl<sup>-</sup> indicam contaminação por esgoto sanitário, pois a própria urina humana expele cerca de 6 g de Cl<sup>-</sup> por dia. As concentrações médias deste íon encontrados no arroio de Olarias para os pontos 1, 2, 3, e 4 foram de 61,4 mg L<sup>-1</sup>, 39,9 mg L<sup>-1</sup>, 31,6 mg L<sup>-1</sup> e 28,4 mg L<sup>-1</sup> respectivamente (Tabela 1). Em todos esses pontos, as concentrações encontram-se abaixo dos parâmetros do CONAMA 357/2005 [28] o qual define como 250 mg L<sup>-1</sup> a concentração máxima, porém, como já citado, para Campos *et al* [22], em corpos d'água doce não poluídos, a concentração média de Cl<sup>-</sup> é de 5,67 mg L<sup>-1</sup>.

Durante o percurso do arroio há uma grande redução da concentração de Cl<sup>-</sup>, havendo uma diminuição de mais de 50% em relação ao valor inicial, sendo essa uma característica que se repete, quando não há novos despejos do contaminante, associado a um aporte de afluentes com baixa concentração de Cl<sup>-</sup>, como o observado, por Costa *et al* [5], onde, nos primeiros pontos de coleta do arroio Madureira os valores ficaram próximos a 30 mg L<sup>-1</sup> e, chegando ao último ponto, os valores estiveram próximos de 10 mg L<sup>-1</sup>. No local da represa projetada encontrou-se 28,4 mg L<sup>-1</sup>, o que indica, o possível aporte de esgoto doméstico em algum ponto do arroio. Nesta concentração, não causará danos. As variações das concentrações deste íon podem ser visualizadas na Figura 2.

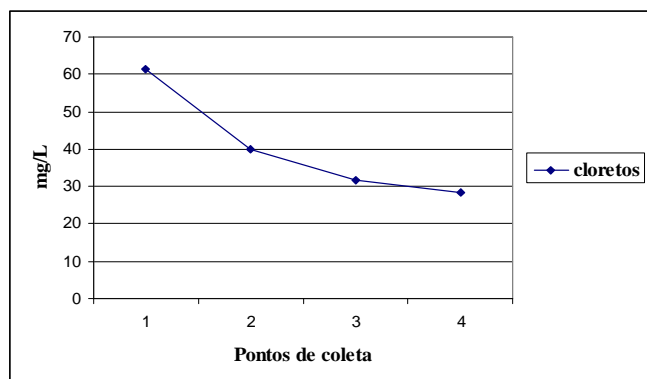


Figura 2 – Concentrações de cloreto.

### 3.2 Fosfato

As concentrações médias de  $\text{PO}_4^{3-}$  ficaram em  $10,8 \text{ mg L}^{-1}$ ,  $5,4 \text{ mg L}^{-1}$ ,  $3,5 \text{ mg L}^{-1}$  e  $3,4 \text{ mg L}^{-1}$  respectivamente, para os pontos 1, 2, 3 e 4 (Tabela 1). Novamente nota-se uma boa recuperação entre os pontos 1 e 2, havendo uma diminuição da concentração de 50%. Porém, as concentrações chegam ao local da possível represa (Ponto 4), com valores acima dos máximos estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005 [28], a qual para fósforo total seria de  $0,025 \text{ mg L}^{-1}$ .

Já a redução da concentração entre os pontos 1 e 4 foi ainda maior, chegando a quase 70%. Esta redução nos valores de  $\text{PO}_4^{3-}$  ao longo do percurso de um curso d' água, com consequente melhora da sua qualidade, já foi observado por Velini *et al* [29]. Para Ceretta [25], quando o  $\text{PO}_4^{3-}$  é encontrado em concentrações acima de  $0,1 \text{ mg L}^{-1}$  pode desencadear a eutrofização. Vieira *et al* [30] mostraram que concentrações máximas de  $8,8 \text{ mg L}^{-1}$  de P total encontradas para o reservatório de Ibitinga estão intimamente ligados com um alto potencial de eutrofização, já para Valente *et al* [6], as concentrações de P total entre  $0,19$  e  $0,11 \text{ mg L}^{-1}$  foram o suficiente para agravar o quadro de eutrofização da represa de Barra Bonita.

Valores máximos de  $\text{PO}_4^{3-}$  dissolvido em torno de  $0,18 \text{ mg L}^{-1}$ , já mostram não estar relacionados a eventos naturais, apontando dessa forma para o aporte de nutrientes alóctone (não originário deste local) por vias difusas ou pontuais [31]. Em lagos onde a eutrofização está em processo bastante avançado (estágio hipereutrófico) como o lago Paranoá, concentrações médias de  $\text{PO}_4^{3-}$  de  $0,08 \text{ mg L}^{-1}$ , juntamente com outros fatores envolvidos como, altas concentrações de nitrato, podem caracteriza-lo como irreversível em poucos anos se nada for feito [32]. Já para Leal [33], valores máximos de fósforo total de  $0,395 \text{ mg L}^{-1}$ , são suficientes para causar interferências no metabolismo e no estado trófico de lagoas costeiras.

Como pode ser observado, as concentrações de  $\text{PO}_4^{3-}$  estão elevadas, chegando no local da represa projetada na concentração de  $3,4 \text{ mg L}^{-1}$ , o que com certeza desencadeará eutrofização, seguida dos danos pertinentes a este processo. A

evolução da concentração deste íon pode ser visualizado na Figura 3.

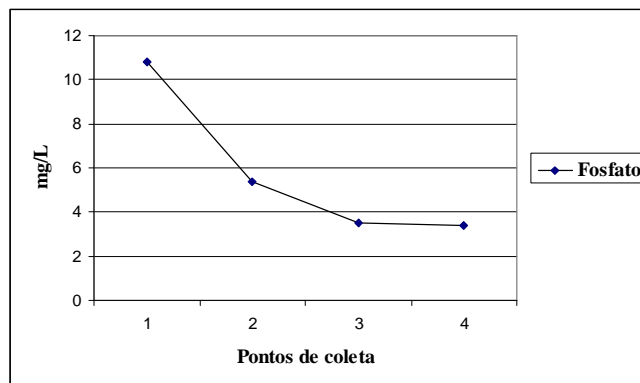


Figura 3 – Concentrações de fosfato.

### 3.3 Amônio

Para o íon  $\text{NH}_4^+$  também ocorreu uma redução da concentração ao longo do percurso, sendo maior entre os pontos 3 e 4 do que entre os pontos 1 e 2, em termos de porcentagem. As concentrações tiveram valores mais próximos e as médias ficaram em  $2 \text{ mg L}^{-1}$ ,  $1,7 \text{ mg L}^{-1}$ ,  $1,5 \text{ mg L}^{-1}$  e  $1,1 \text{ mg L}^{-1}$  para os pontos 1, 2, 3 e 4 respectivamente (Tabela 1).

A resolução CONAMA 357/2005 [28] estabelece uma concentração máxima de  $2 \text{ mg L}^{-1}$  de  $\text{NH}_4^+$  para águas classe 2. No arroio Olarias, na média, todos os pontos se encontram dentro dos parâmetros estabelecidos. Durante o percurso, a concentração diminui gradativamente, chegando ao local da possível represa com uma grande recuperação, reduzindo em 45 % o valor inicial, sendo possivelmente convertido em  $\text{NO}_2^-$  e a seguir em  $\text{NO}_3^-$ .

Como  $\text{NO}_2^-$  não foi detectado e a concentração de  $\text{NO}_3^-$  também diminui ao longo do trajeto, sugere-se que parte do  $\text{NH}_4^+$ , que foi convertido a  $\text{NO}_3^-$ , tenha sido consumido por vegetais, pois o  $\text{NO}_3^-$  é o composto de nitrogênio mais importante para o crescimento das plantas [34].

Vale ressaltar, que o método utilizado para determinação do  $\text{NH}_4^+$  (colorimetria por comparação), apresenta pouca reprodutibilidade em concentrações baixas, além do reagente de Nessler utilizado reagir somente com o  $\text{NH}_4^+$  (não interage com aminas orgânicas e outros compostos nitrogenados como aminoácidos) [34], desta forma, a concentração de  $\text{NH}_4^+$  é apenas parcial, pois uma pequena quantidade do esgoto doméstico e outras fontes de poluição encontram-se como íon  $\text{NH}_4^+$  não-livre, não tendo sido detectados.

Quando comparadas com locais já represados, as concentrações de  $\text{NH}_4^+$  no arroio Olarias estão elevadas; para Silva [35] as concentrações médias de  $\text{NH}_4^+$  encontradas ficaram em  $0,024 \text{ mg L}^{-1}$  na média para a represa de Jacarecica. Para Oliveira [31], riachos como o arroio Olarias apresentam concentrações de  $\text{NH}_4^+$  abaixo de  $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ .

Tundisi [36], encontrou valores de  $\text{NH}_4^+$  em superfície entre  $0,139 \text{ mg L}^{-1}$  à  $0,248 \text{ mg L}^{-1}$  para a represa integrante da UHE. Em represas que estão em processo de eutrofização, MELO [37] encontrou valores de  $\text{NH}_4^+$  de  $0,04 \text{ mg L}^{-1}$ . Para Lamperelli [38], as concentrações de  $\text{NH}_4^+$  em rios são muito superiores do que em reservatórios, justificando-se pelo fato de haver lançamentos de esgotos com maior frequência em rios do que reservatórios. Em rios, ele encontrou valores de  $1,24 \text{ mg L}^{-1}$  e em represas  $0,63 \text{ mg L}^{-1}$ , em média. Em termos de eutrofização, a concentração encontrada não seria um dado fundamental, já que o desencadeamento ocorreria pela elevada concentração do fosfato. O nitrogênio necessário, poderia ser fixado por microrganismos.

As variações observadas na concentração de amônio podem ser visualizadas na Figura 4.

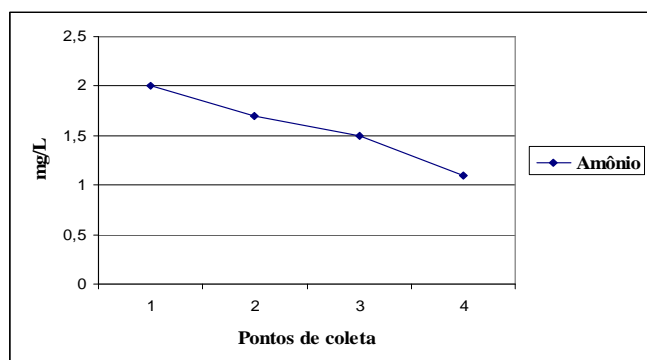


Figura 4 – Concentrações de amônio.

### 3.4 Nitrato

A concentração média de  $\text{NO}_3^-$  no ponto 4 foi de  $9,0 \text{ mg L}^{-1}$ , que comparado com os pontos anteriores é o menor valor. De acordo com a resolução CONAMA 357/2005 [28], os pontos 1 e 2, na média, ficaram acima do máximo estabelecido o qual é de  $10 \text{ mg L}^{-1}$ , ficando em  $22,5 \text{ mg L}^{-1}$  e  $10,3 \text{ mg L}^{-1}$  respectivamente. Apesar dos valores encontrados serem altos, a concentração de  $\text{NO}_3^-$  teve uma redução acentuada, decrescendo em 60 % do ponto 1 ao 4 (tabela 1). observa-se assim que há uma melhora ao longo do percurso.

Velini *et al*, [29] notaram que pontos de represamento onde há altas concentrações de  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{PO}_4^{3-}$ , as infestações com plantas aquáticas imersas são maiores, evidenciando a eutrofização. A explicação para a diminuição das concentrações tanto de  $\text{PO}_4^{3-}$  e  $\text{NO}_3^-$  durante o percurso do arroio, é novamente, o aporte de afluentes menos contaminados a montante associado a diminuição do esgoto despejado no arroio, o que ocasiona uma diluição. Outro fator importante já comentado é fato dos dois compostos serem utilizados pelas plantas e microrganismos [25].

Em represas com problemas de eutrofização, Valente *et al* [6], encontraram concentrações de fósforo total e

nitrogênio total abaixo de  $1 \text{ mg L}^{-1}$  e  $4 \text{ mg L}^{-1}$  respectivamente. Segundo Oliveira [30], valores de nitrogênio total em torno de  $0,8 \text{ mg L}^{-1}$  e de fósforo  $0,09 \text{ mg L}^{-1}$  não estão relacionados a eventos naturais, onde a alta concentração desses parâmetros aponta para o aporte de nutrientes via difusa ou pontual. Para o arroio Olarias, as concentrações de nitrogênio na forma de  $\text{NO}_3^-$  e fósforo na forma de  $\text{PO}_4^{3-}$  já estão muito acima desses valores, evidenciando assim a sua contaminação, o que desencadearia a eutrofização na represa projetada. As variações da concentração do nitrato se encontram na Figura 5.

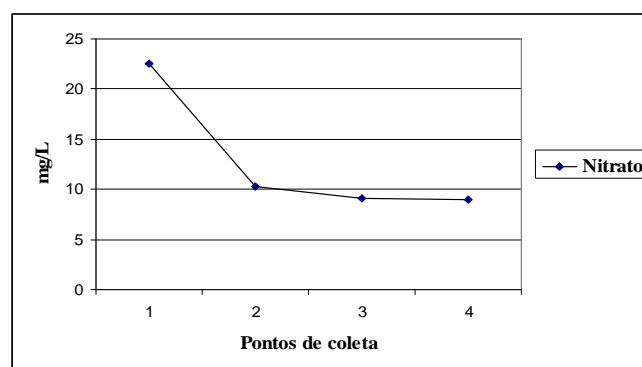


Figura 5 – Concentrações de nitrato

### 3.5 Potássio

O  $\text{K}^+$  um é nutriente indispensável à vida e um agente limitante na produtividade primária para sistemas aquáticos, controlando a população de organismos em corpos d'água [19]. Em águas naturais, a sua concentração geralmente é menor que  $10 \text{ mg L}^{-1}$ . Altas concentrações em regiões urbanas estão correlacionadas com o despejo pontual de esgoto doméstico, como o verificado para o arroio Olarias no ponto 1, onde a sua concentração média atingiu o valor de  $25,8 \text{ mg L}^{-1}$ .

A seguir, ocorreu uma redução da sua concentração devido a diluição da água pelo aporte de afluentes menos contaminados, utilização pelos vegetais e também, redução de esgoto despejado. Tais condições, fizeram com que sua concentração média no local da represa projetada (ponto 4), atingisse o valor de  $8,5 \text{ mg L}^{-1}$ , já dentro dos valores considerado normais, o que corresponde, a uma redução em 67,1 % (Tabela 1) do primeiro ao último ponto. As variações das concentrações de potássio podem ser visualizados na Figura 6.

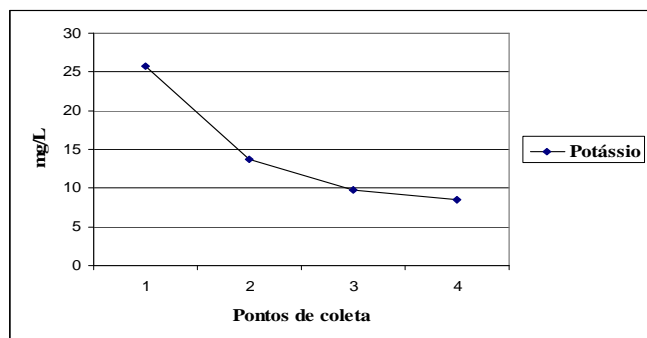


Figura 6 – Concentrações de potássio.

### 3.6 Oxigênio Dissolvido

O OD encontrado para o arroio Olarias em todos os pontos de coleta, apresenta um *déficit* muito grande de concentração. O maior valor médio foi encontrado no local da represa projetada ( $2,0 \text{ mg L}^{-1}$ ), enquanto que nos pontos 1 e 2 as concentrações chegaram próximas a zero (Tabela 1); a Resolução CONAMA 357/2005 [28] estabelece para águas Classe 2 uma concentração mínima de OD de  $5 \text{ mg L}^{-1}$ . Um dos vários problemas que podem ser encontrados pela baixa concentração de OD é a mortandade de peixes, a qual foi verificada por Naime *et al* [39] no arroio Portão, onde as concentrações não passavam de  $2,0 \text{ mg L}^{-1}$ . Outro problema que ocorreria na represa, seria a geração de determinados gases como metano, ácido sulfídrico, amônia, que seriam oriundos da degradação anaeróbica de parte da matéria orgânica que chegasse ao local.

Contudo, apesar da concentração de OD estar deficiente nos quatro pontos de coleta, ocorreu uma grande recuperação, já que sua concentração aumentou em mais de 18 vezes o valor inicial até o Ponto 4. Isso ocorreu, dentre outros fatores, pelo relevo característico, pois a diferença de altitude entre os pontos favorece a aeração da água, bem como, a diminuição do aporte de esgoto e entrada de afluentes menos contaminados.

Esta mesma situação também foi verificada em outros corpos d'água [6] onde o OD encontrado na região urbana foi próximo a zero e ao decorrer do percurso, em direção a periferia, houve uma grande recuperação, chegando à  $3,5 \text{ mg L}^{-1}$  e depurando grande parte do esgoto doméstico. Para Vieira *et al* [30] valores de OD entre  $6,7$  e  $8,2 \text{ mg L}^{-1}$  encontrados para o reservatório de Ibitinga foram importantes para a melhora da qualidade da água.

Para o arroio Madureira [5], que também tem sua nascente próxima à região central de Ponta Grossa, os valores encontrados de OD durante todo o seu percurso ficaram entre  $3,6$  e  $8,3 \text{ mg L}^{-1}$ ; desta forma torna-se evidente que a contaminação dos arroios da cidade por esgotos domésticos é diferenciada, mostrando conseqüentemente diferenças quanto

ao impacto causado. Na Figura 7, encontra-se a evolução das concentrações de oxigênio dissolvido.

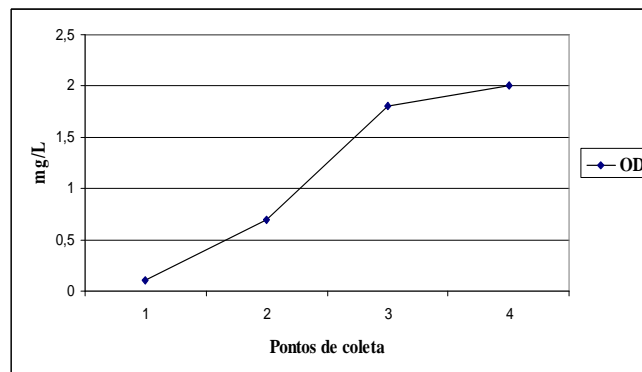


Figura 7 – Concentrações de oxigênio dissolvido.

### 3.7 Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO.

A DBO encontrada para o arroio Olarias teve seus maiores valores registrados no Ponto 1, com média de  $291 \text{ mg L}^{-1}$ ; este valor vem a confirmar a grande contaminação do arroio por esgoto doméstico oriundo da região central da cidade. Para Mendonça *et al* [40] o valor encontrado no Ponto 1 está acima da DBO média de esgotos domésticos, que é de  $220 \text{ mg L}^{-1}$ .

Analisando os valores médios da DBO entre os Pontos 1 e 2, observa-se uma redução que chega a mais de 84 % (Tabela 1). Isto pode ser explicado em parte pela grande diferença de altitude existente (mais de 70 metros), o que aumenta a aeração da água pela maior turbulência e, este acréscimo de oxigênio, torna-se fundamental para a degradação da matéria orgânica, com conseqüente redução da DBO. Valente *et al* [6] obtiveram valores de DBO reduzidos para corpos d'água, principalmente pela grande turbulência existente e por cachoeiras encontradas, o que levou à depuração de grande parte da matéria orgânica.

Ceretta [25] ressalta que a DBO por si só não é um poluente, mas possui um efeito indireto, pois causa a depleção do oxigênio dissolvido, podendo vir a inibir a vida aquática. Isto pode ser evidenciado para o arroio Olarias, pois nos Pontos 1 e 2 o OD chegou a valores próximos a zero onde obtiveram-se os maiores valores de DBO. Lamperelli [38] encontrou uma média de DBO de  $4,8 \text{ mg L}^{-1}$  para 35 rios e de  $3,8 \text{ mg L}^{-1}$  para 34 represas monitoradas do estado de São Paulo, mostrando a boa qualidade destes rios e represas; estes valores ainda estão muito abaixo quando comparados com o Ponto 4 do arroio Olarias, o qual possui a menor DBO de todos os pontos ( $14,9 \text{ mg L}^{-1}$  na média), o que também indica a má qualidade da água. Na Figura 8, estão presentes os valores da DBO.

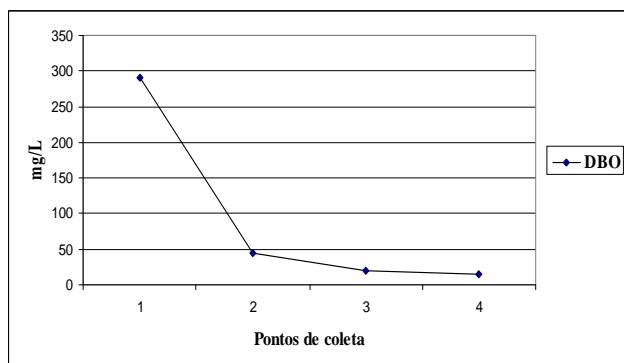


Figura 8 – Valores da Demanda Bioquímica de Oxigênio.

### 3.8 Oxigênio Consumido – OC.

Os resultados do OC, muitas vezes, são divergentes da DQO mas, é um método ágil, já que o tempo de análise é muito menor e, não gera um resíduo altamente ácido de  $\text{Cr}^{3+}$ . Dias *et al* [41] sugere que a diferença, se deve à complexidade química das amostras, onde a matéria orgânica quimicamente mais resistente à oxidação, é degradada, somente sob ação do dicromato, o que eleva os valores da DQO.

O OC encontrado no Ponto 1 (Tabela 1) foi em média de  $113,2 \text{ mg L}^{-1}$ , sendo este valor muito menor que a DBO determinada para o mesmo ponto ( $291 \text{ mg L}^{-1}$ ); na grande maioria dos casos os valores de OC devem ser maiores que a DBO, devido ao fato, de se utilizar um agente oxidante mais poderoso. Um fato que explica esta incoerência é demonstrado por Aquino *et al* [42], onde o desvio de valores para agentes oxidantes de matéria orgânica em efluentes anaeróbicos, ocorre pela presença de substâncias inorgânicas como sulfeto, nitrito, tiosulfato,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$  e  $\text{Cl}^-$ .

No ponto 1, o OD é praticamente igual a zero e a concentração de  $\text{Cl}^-$  é alta ( $61,4 \text{ mg L}^{-1}$  na média). Há ainda a possibilidade das demais substâncias inorgânicas interferentes (sulfeto, nitrito, tiosulfato,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  e  $\text{Co}^{2+}$ ) terem altas concentrações, o que também explicaria o baixo valor de OC encontrado para este ponto, quando comparado com o alto valor da DBO. A partir do Ponto 2 (Tabela 1) o OD aumenta,  $\text{Cl}^-$  diminui e os valores de OC tornam-se menores que os da DBO.

Do ponto 1 ao 4, ocorreu uma redução de mais de 65% no OC, mostrando, que a matéria orgânica teve seu aporte diminuído durante o percurso, e também, aumento da degradação via OD adicional. No ponto 4, que é o local da possível represa, o OC atinge o valor médio de  $38,8 \text{ mg L}^{-1}$ . Caso a água seja represada, a concentração da matéria orgânica avaliada em termos de OC afetaria a sua qualidade, pois, para a represa de Barra Bonita em Botucatu-SP, Valente *et al* [6] observaram, que ela apresentava uma péssima qualidade da água, com taxas de OC em pontos precedente à

represa, entre  $0,7$  e  $4,8 \text{ mg L}^{-1}$ . Na Figura 9, estão presentes os valores do oxigênio consumindo.

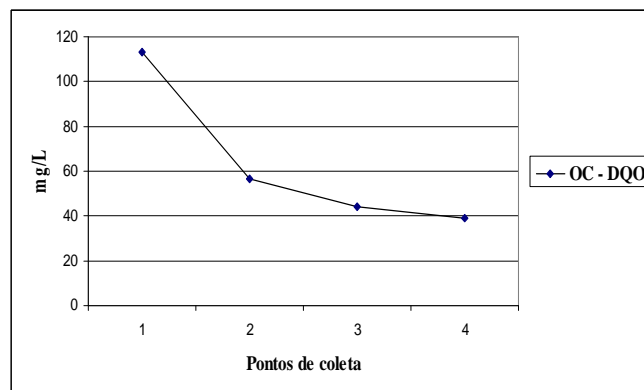


Figura 9 – Valores do Oxigênio Consumido.

### 3.9 Coliformes Fecais e Totais

As análises foram realizadas entre os dias 20 de agosto e 03 de setembro de 2007 e, nenhum dos pontos esteve dentro dos padrões permitidos pela resolução CONAMA n° 274/2000 [43] a qual não deve ser excedido um limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mL ( $1000\text{NMP}/100\text{mL}$ ) em 80% ou mais das amostras (água com qualidade dita satisfatória).

No caso do arroio Olarias, nos quatro pontos obtiveram-se índices maiores ou iguais a 1600 coliformes termotolerantes por 100 mL ( $1600\text{NMP}/100\text{mL}$ ), tanto para coliformes totais quanto para coliformes fecais. Como os valores encontrados foram maior ou igual a 1600 NMP/100mL e, durante as análises a quantidade de gás produzido nos tubos era muito grande em um tempo muito reduzido, indicando uma alta quantidade de coliformes, decidiu-se pela não continuidade das análises.

Silva [35] analisando represa de pequeno porte, como a possível represa do arroio Olarias, mostrou que para a água de boa qualidade a presença de coliformes deve ter valores máximos de 52,5 NMP (número mais provável). Para Lamperelli [38] cursos d'água com grandes concentrações de coliformes fecais indicam proximidades com a fonte geradora de contaminação, pois sua duração é restrita em ambiente aquático e como a sobrevivência destes microrganismos varia de 92 à 294 horas, isto indica também contaminação recente.

Em reservatórios em processo de eutrofização [37] foram encontrados coliformes também fora do estabelecido pela Resolução CONAMA 274/2000 [43], sendo a principal causa o lançamento de efluentes das cidades.



#### 4. CONCLUSÕES

O grande responsável pela péssima qualidade da água do arroio de Olarias é a região central da cidade, pois, os menores valores de OD e os altos valores de  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ , DBO, OC,  $\text{K}^+$  e  $\text{Cl}^-$  são encontrados no Ponto 1. Pela melhora que ocorre na qualidade da água deste arroio quando ele se desloca em direção a periferia, podemos concluir, que a contribuição desta região, em relação ao fornecimento de nutrientes é reduzida. O possível represamento das águas do arroio traria conseqüências danosas, pois a baixa concentração de oxigênio dissolvido, aliado as altas concentrações de matéria orgânica e de nutrientes, causaria crescimento e desenvolvimento de microrganismos e algas, ocasionando, dentre outras coisas, a eutrofização da água da represa. Esta eutrofização, traria como conseqüência a mortandade de peixes que tivessem resistido a baixa concentração de OD, já que na degradação da matéria orgânica gerada, teríamos uma maior redução de OD, que teria também um menor aporte, ocasionado pela transformação de uma ambiente de correnteza para um ambiente lântico. Um outro problema da eutroficação seria de ordem estética. Tudo isso, tornaria a represa inutilizável para modalidade recreativa, esportiva e ainda econômica, acabando com os objetivos iniciais do projeto, e se constituindo num desperdício de recursos públicos. A canalização e o tratamento dos esgotos e dejetos do centro da cidade e também da periferia, é, indiscutivelmente, o primeiro passo a ser tomado para melhorar a qualidade da água do arroio Olarias, fazendo com que o represamento seja menos danoso.

---

#### WATER QUALITY OF OLARIAS BROOKS AND THIS IMPACT IN THE PROJECTED DIKE

**ABSTRACT:** In Ponta Grossa city, in the attempt of revitalization of some spaces, start the construction of dikes in brooks, like what projected for the Olarias area. The aim of this work, was to appraise and to monitor the quality of water in this brook, since the first mark the open sky until the local of possible dike, behind the determination of the ions  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$  and yet dissolved oxygen (DO), biochemical oxygen demand (BOD), consumed oxygen (CO), total and fecal coliforms. The analysis results, show that the brook contamination to domestic drain there is found mainly in the first levy mark; showing to be derived from downtown and that happen a gradual recovery of the brook, what indicate the addiction of drain over its curse is less intense, but, his water arrives into the dike area, in similar conditions there is some that is founded in many lakes, whose water are eutrophized.

**Keywords:** sewer, eutrophication, dike.

---

#### REFERÊNCIAS

- [1] FIGUEIRÊDO, M. C. B.; ARAUJO, L. de F. P., ROSA, M. De F.; MORAIS, L. de F. S.; PAULINO, W. D., GOMES, R.B.; Engenharia Sanitária e Ambiental, Vol. 2, nº 3, p.231-240, 2006.
- [2] BONUMÁ, Nádia Bernardi. Avaliação da qualidade da água sob impacto das atividades de implantação de garimpo no município de São Martinho da Serra. 2006. 107 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Recursos Hídricos e Saneamento-mestrado)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2006.
- [3] REIS, E. L. T.; CONTRIN, M. E. B.; RODRIGUES, C.; PIRES, M. A. F.; FILHO, O. B.; ROCHA, S. M.; CUTOLO, S.A.; Química Nova, Vol. 30, nº 4, p.865-872, 2007.
- [4] VALENTE, J. P. S.; PADILHA P. M.; SILVA A. M. M. da; Eclética Química- Instituto de Química-UNESP, Vol. 22, 1997.
- [5] COSTA, W.; MARQUES, M. B.; DELEZUK, J. A. M.; FOLKUEINIG, E. S.; Revista Publicatio: Ciências Exatas e da Terra, Vol.12, p.15-22, 2006.
- [6] VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M.; SILVA, A. M. M.; Eclética Química, Vol 22, 1997.
- [7] DEBELS, P.; FIGUEROA, R.; URRUTI, R.; BARRA, R.; NIELL, X.; Environmental Monitoring and Assessment, Vol.110, p.301-222, 2005.
- [8] MLADENOV, N.; STRZEPEK, K.; SERUMOLA, O. M.; Environmental Monitoring and Assessment, Vol.109, p.97-121, 2005.
- [9] Site oficial da CETESB, Gestão da água: tipos de águas. Disponível em [www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/gesta\\_tipos.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/gesta_tipos.asp). Acesso em: 08/03/2006.
- [10] DACACH, N. G.; Tratamento primário de esgoto; Didática e Científica; Rio de Janeiro, 1991. 106p.
- [11] CHAMBERS, P. A.; BROWN, S.; CULP, J. M.; LOWELL, R. B.; PIETRONIRO, A.; Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery, Vol. 8, p.27-38, 2000.
- [12] GRASSI, M. T.; Águas do Planeta Terra. Cadernos temáticos de Química Nova na Escola, Vol. 1, p. 30-40, 2001.
- [13] DERISIO, J.C.; Introdução ao controle de poluição ambiental; CETESB; São Paulo, 1992. 210p.

- [14] ENGLE, V. D.; SUMMERS, J. K.; MACAULEY, J. M.; Environmental Monitoring Assessment, Vol.57, p.1-20, 1999.
- [15] OLIVEIRA, F. C.; MATTIAZZO, M. E.; MARCIANO, C. R.; MORAES, S. O.; Scientia Agrícola, Vol. 58, n. 1, p. 171-180, 2001.
- [16] MURRAY, R. K.; DARYL, G. K.; MAYES, P. A.; RODWELL, W. V.; Harper's Biochemistry; Prentice-Hall International Inc., New Jersey, 1997. 806p.
- [17] VOET, D.; VOET J. G.; Biochemistry; John Wiley & Sons; New York. 1990. 1223p.
- [18] SHREVE, R. N.; BRINK JR, J. A.; Indústrias de Processos Químicos; Guanabara Koogan; Rio de Janeiro, 1997. 717p.
- [19] LIMA, Maria Angélica da Silveira. Águas acumuladas em açudes e barragens na região de Santa Maria e flutuações em seus atributos físicos químicos. 2005. 83 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo-Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2005.
- [20] OSORIO, V. K. L.; OLIVEIRA, W.; Química Nova, Vol. 24 n. 5, p. 700-708, 2001.
- [21] Site do CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA n° 359 de 29 de abril de 2005. Brasília: D.O.U., 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano.cfm?codlegitipo=3>. Acesso em 10/10/2007.
- [22] CAMPOS M. L. A. M.; JARDIM W.F.; Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, Vol. 5, p.18-27, 2003.
- [23] CARVALHO, A. R.; SCHLITTER, F. H. M.; TORNISIELO, V. L.; Química Nova, Vol. 23, p.618-622, 2000.
- [24] DICKENS, C. W. S.; GRAHAM, P. M.; Aquatic ecosystem health and management, Vol. 1, p.199-217, 1998.
- [25] CERETTA, Maristela Coradini. Avaliação dos aspectos da qualidade da água na sub-bacia hidrográfica do arrio Cadena –Município de Santa Maria – RS. 2004. 154 f. Dissertação ((Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Recursos Hídricos e Saneamento). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2004.
- [26] EATON, A. D.; CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E.; Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 19th ed.; American Public Health; Washington; 1995. 1177p.
- [27] MACEDO, J. A. B.; Métodos Laboratoriais de Análises – Físico-químicas e Microbiológicas – Águas & Águas. Juiz de Fora, 2001. 302p.
- [28] Site do CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA n° 357 de 17 de março de 2005. Brasília: D.O.U., 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/coonama/>. Acesso 10/10/2007.
- [29] VELINI, E. D.; GALO, M. L. B. T.; CARVALHO, F. T., MARTINS, D.; TRINDADE, M. L. B.; CAVENAGHI, A. L.; SANTOS, S. C.; SIMONATO, J. L. A.; Journal of Environmental Science and Health, vol. B40, n1, p. 85-101, 2005.
- [30] VIEIRA M. da S.; FERREIRA J. R.; CASTRO de P. M. G.; ROCHA A. de A.; Boletim do Instituto de Pesca-Instituto de pesca, USP, São Paulo, Vol. 28, p.77-91, 2002.
- [31] OLIVEIRA, Luciano Caetano de. Transporte de sólidos suspensos, nitrogênio, fósforo total dissolvido e a ictiofauna de riachos da sub bacia do Paraná III. 2007. 81 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola - Área de Concentração, Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente - Mestrado) - UNIOESTE-Cascavel. 2007
- [32] BAPTISTA, G. .M. .M.; ARAÚJO NETO, M. D.; Geonomos, Vol. 2. p. 31-39, 2002.
- [33] LEAL, Patrícia da Rocha. Avaliação de indicadores do estado trófico de uma lagoa costeira: Lagoa Jacuném. 2006. 64 f. Monografia (Curso de graduação em oceanografia-Monografia)-Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória. 2006.
- [34] SANTOS Juracir. Santos. Desenvolvimento e otimização de metodologias para a determinação de nitrogênio. 2007. 84 f. Dissertação. (Programa de Pós-Graduação em Agroquímica - Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 2007.
- [35] SILVA, Marinoé Gonzaga. Caracterização da qualidade da água na barragem do perímetro irrigado Jacarecica I, Itabaiana – Sergipe. 2006. 89 f. Dissertação. (Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas - Mestrado). Universidade Federal de Sergipe. Aracaju. 2006.
- [36] TUNDISI José Eduardo Matsumura. Indicadores da qualidade da bacia hidrográfica para gestão integrada dos recursos hídricos. Estudo de caso: Bacia hidrográfica do

Médio Tocantins (TO). 2006. 152f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais – doutorado) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos - 006.

[37] MELO Gustavo Lira de. estudo da qualidade da água o reservatório de Itaparica localizado na Bacia do Rio São Francisco. 2007. 99 f Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2007.

[38] LAMPERELLI, Marta Condé. Graus de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. 2004. 207 f. Tese (Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo - Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo. 2004.

[39] NAIME, R.; FAGUNDES S. R.; Controle da qualidade da água do Arroio Portão, Pesquisas em Geociências - Instituto de Ciências exatas e tecnológicas UFRGs, Vol. 32, p. 27-35, 2005.

[40] MENDONÇA, S. R.; Könin, A.; CEBALOS, B. S. de O.; SOUTO, R. de C.; Lagoa de Estabilização e Aeradas Mecanicamente: Novos Conceitos. Sindicato Nacional do Editores de Livros. João Pessoa, 1990.

[41] DIAS, J. C.; LIMA, W. N.; Revista Científica da UFPA - Departamento de Química, Centro de Ciências Exatas e Naturais, Pará UFPA, Vol. 4, p.1-16, 2004.

[42] AQUINO, S. F. de; SILVA, S. de Q.;CHERNICHARO, C. A. L.; Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, Vol 11, p.295-304, 2006.

[43] ] Site CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA n° 274 de 29 de novembro de 2000. Brasília: D.O.U., 2005. Disponível em: [http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/praias/res\\_conama\\_274\\_00.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/praias/res_conama_274_00.pdf) . Acesso em 10/10/2007.