

# Qualidade das águas da Lagoa do Taí, em São João da Barra, RJ

*Water quality of the Lagoa do Taí in São João da Barra, RJ*

Laci Gonçalves Viana<sup>\*</sup>  
Dayana Freitas dos Santos Dias<sup>\*\*</sup>  
Vicente de Paulo Santos de Oliveira<sup>\*\*\*</sup>  
Manildo Marcião de Oliveira<sup>\*\*\*\*</sup>

## Resumo

A Área de Proteção Ambiental de Grussaí está prevista na região de implantação do Porto do Açú e será composta pelas seguintes lagoas: Iquipari, Salgada, Grussaí e Taí. Este estudo foi realizado na Lagoa do Taí, 5º distrito de São João da Barra - RJ, e teve por objetivo avaliar a qualidade da água através das análises físico-químicas e microbiológicas, no período de julho a dezembro de 2012. A avaliação foi realizada em escala temporal e espacial. Foram avaliados os seguintes parâmetros: OD, DBO, *E. coli*, turbidez, pH e fósforo total. Dos seis parâmetros avaliados em relação aos limites estabelecidos pela resolução CONAMA 357/05, apenas o fósforo total apresentou valor médio em não conformidade.

Palavras-chave: Lagoa do Taí. Qualidade das Águas. Porto do Açú.

## Abstract

The Environmental Protection Area of Grussaí has been planned within the region of the Porto do Açú, consisting of the following lagoons: Iquipari, Salgada, Grussaí, and Taí. This study was conducted in the Lagoa do Taí, 5th district of São João da Barra, RJ, and aimed to evaluate its water quality through physical, chemical, and microbiological analyses from July to December 2012. The evaluation was performed on temporal and spatial scale. We evaluated the following parameters: DO, BOD, *E. coli*, turbidity, pH and total phosphorus. Of the six parameters evaluated against the limits established by CONAMA Resolution 357/05, only the total phosphorus averaged nonconforming.

Key words: Lagoa do Taí. Water quality. Porto do Açú.

<sup>\*</sup> Instituto Federal Fluminense – Campos dos Goytacazes/RJ - Brasil

<sup>\*\*</sup> Pós-graduada em Educação Ambiental, Técnica em Química do Instituto Federal Fluminense, docente do Governo do Estado do Rio de Janeiro e Mestranda em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal Fluminense – Campos dos Goytacazes/RJ – Brasil

<sup>\*\*\*</sup> Engenheiro Agrônomo. Doutor em Engenharia Agrícola e Professor do Mestrado em Engenharia Ambiental do Instituto Federal Fluminense. Unidade de Pesquisa e Extensão Agro Ambiental - Campos dos Goytacazes/RJ - Brasil

<sup>\*\*\*\*</sup> Doutor em Biociências Nucleares e Professor do Mestrado em Engenharia Ambiental do Instituto Federal Fluminense - Campos dos Goytacazes/RJ - Brasil

## **Introdução**

O processo de ocupação do solo no Brasil vem acontecendo de maneira desordenada, tendo como consequência a destruição de grandes áreas que envolvem diversos ecossistemas, inclusive os hídricos, além de alterar sua proteção natural e diminuir a quantidade e a qualidade das águas.

O aumento do número de usuários nas bacias hidrográficas e os diferentes tipos de uso da água requerem maior disponibilidade e melhor qualidade dos corpos hídricos. Assim o monitoramento da qualidade das águas é um fator essencial para os gestores.

A Agência Nacional das Águas (ANA), desde 2009 divulga a situação das águas superficiais brasileiras, destacando a análise integrada dos indicadores de quantidade e qualidade. Boa parte do País encontra-se em condição satisfatória como a Região Hidrográfica do Amazonas, onde existe baixo índice populacional e grande oferta de água. Já a Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste concentra problemas relacionados à quantidade e à qualidade de água, por possuir estados mais desenvolvidos, com grande densidade populacional (ANA, 2012).

A água contém diversos componentes, os quais provêm do próprio ambiente natural ou foram introduzidos a partir de atividades humanas. Para caracterização da qualidade das águas existem diversos parâmetros que representam as características físicas, químicas e biológicas. Tais parâmetros são indicadores usados com a finalidade de avaliação da qualidade de água para diversos fins, como abastecimento público, proteção da vida e das comunidades aquáticas, balneabilidade, dentre outros (ANA, 2009).

Este estudo foi realizado na Lagoa do Taí situada no município de São João da Barra, região Norte Fluminense do estado do Rio de Janeiro, onde está sendo instalado o Complexo Logístico e Industrial do Porto do Açú. A região possui perspectivas de crescimento acentuado da população e de instalações de indústrias, o que pode causar grandes impactos ambientais, como a poluição das águas pelo lançamento de efluentes domésticos e industriais. Esse fato poderá aumentar a concentração de nutrientes, que possivelmente alterará o equilíbrio do ecossistema, e, por conseguinte, poderá alterar também a qualidade das águas.

Os impactos ambientais, sociais e econômicos da degradação da qualidade das águas se traduzem, entre outros, na perda da diversidade, no aumento de doenças de veiculação hídrica e no aumento do custo de tratamento das águas (ANA, 2012).

Nesse sentido, o presente trabalho teve o objetivo de analisar alguns parâmetros físico-químicos e microbiológicos que classificam a qualidade das águas na Lagoa do Taí e comparar os resultados com os valores máximos permitidos (VMP) pela Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005) e a frequência em que os parâmetros analisados apresentaram não conformidade com a classificação para águas doces de classe 2.

## Metodologia

A Lagoa do Taí, objeto deste estudo, está localizada na região Norte Fluminense do estado do Rio de Janeiro, no 5º distrito de São João da Barra. Situada na Área de Influência Direta, no raio de aproximadamente a 20 km, do Complexo Logístico e Industrial do Porto do Açu (QUINTO JUNIOR; IWAKAMI, 2009).

A Lagoa do Taí é formada por duas seções de água, que neste estudo foram diferenciadas como Parte Grande e Parte Pequena (Figura 1). Essa caracterização foi estabelecida pela existência de uma grande área eutrofizada na lagoa com aproximadamente 1,5km de vegetação.

A Parte Grande está localizada entre 21°46'38.60" de latitude sul e 41°08'12.60" de longitude, a oeste, com extensão de 1.767 m de comprimento e 808m de largura, e possui um perímetro de 4.637 metros.

A Parte Pequena está localizada entre 21° 48'18.92" de latitude Sul e 41° 07'43.78" de longitude a oeste, possuindo cerca de 1.000 m de comprimento e 543 m de largura, ocupando um perímetro de 2.806 metros (ECOLOGUS, 2011).

**Figura 1** - Visualização aérea de pesquisa. Lagoa do Taí - "Ponto Referência, Parte Grande, Parte Pequena e Área Eutrofizada"



Fonte: Imagem adaptada do software Google Earth (2012)

Foi realizado monitoramento da qualidade das águas da Lagoa do Taí em 6 campanhas mensais de coletas, de julho a dezembro de 2012, em 11 pontos amostrais. No georreferenciamento dos pontos, utilizou-se aparelho de GPS modelo map 76 Cx, marca GARMIN.

O primeiro ponto de amostragem foi denominado Ponto Referência (PR), localizado na entrada da água para a lagoa através do canal de ligação (canal São Bento) que é alimentado pelas águas o do Rio Paraíba do Sul.

Os resultados do PR não foram considerados neste estudo para compor as médias dos parâmetros avaliados na Lagoa do Taí. Seus valores serviram de base para saber se a água de entrada estava ou não com altos índices de contaminação.

Os demais pontos foram amostrados na lagoa, sendo os pontos de P2 a P6 na Parte Grande e de P7 a P11 na Parte Pequena de acordo com a Tabela 1.

**Tabela 1** – Coordenadas e profundidade dos pontos de coleta na Lagoa do Taí

Pontos	Localização	Coordenadas Geográficas	Profundidade (m)
PR	Canal de Ligação	S 21°45'21.03.2" W 41°09'30.73."	0,50
<b>Parte Grande</b>			
P2	Início	S 21°46'27.08" W 40°08'13.96"	0,70
P3	Meio	S 21°46'53.9" W 41°08'24.4"	1,70
P4	Margem esquerda.	S 21°46'51.40" W 41°08'15.79"	1,30
P5	Margem direita	S 21°47'3.33" W 41°08'29.15"	1,20
P6	Final	S 21°47'21.8" W 41°08'24.8"	0,60
<b>Parte Pequena</b>			
P7	Início	S 21°48'07.23" W 41°07'46.13"	0,85
P8	Meio	S 21°48'20.7" W 41°07'43.01"	1,60
P9	Margem esquerda	S 21°48'18.1" W 41°07'47.51"	1,30
P10	Margem direita	S 21°48'15.5" W 41°07'47.2"	2,00
P11	Final	S 21°48'40.1" W 41°07'44.3"	0,90

Realizaram-se seis campanhas, totalizando 66 amostras (11 por campanha) ao longo de seis meses no intuito de avaliar como a sazonalidade influencia na qualidade das águas da Lagoa do Taí, através dos resultados dos parâmetros físicos, químicos e biológicos.

As coletas e armazenamento das amostras seguiram as orientações contidas no Manual Prático de Análise de Água (FUNASA, 2009). Os ensaios laboratoriais seguiram as normas padrão descritas no livro *Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater* (EATON et al., 2005).

A medição da temperatura foi realizada *in situ*. As demais análises foram realizadas nos seguintes laboratórios: Laboratório LabFoz do IFF – Unidade de Pesquisa e Extensão Agroambiental, *campus* Rio Paraíba do Sul; Centro de Análises da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - *campus* Dr. Leonel Miranda; e Laboratório TESA-LAB - Tecnologia em Serviços Ambientais Ltda., em Macaé-RJ.

Foram analisados os seguintes parâmetros: salinidade (refratometria); fósforo total (método colorimétrico); pH (pontenciometria); *E. coli* (método enzima-substrato – Colillert®); turbidez (método nefelométrico); Demanda Bioquímica de Oxigênio (método DBO em 5 dias) e Oxigênio Dissolvido (método Azida modificado).

Os resultados dos parâmetros avaliados neste estudo foram comparados aos limites presentes na resolução CONAMA 357/05 que apresenta as diretrizes ambientais para a classificação dos corpos de água, conforme a qualidade requerida para seus usos preponderantes.

Os resultados analíticos foram avaliados e foram discutidos, de acordo com os valores apresentados nas figuras de número 2 a 9, e comparados com o índice pluviométrico da região (Tabela 2).

**Tabela 2** – Médias Pluviométricas (mm) de junho a dezembro de 2012, na região de estudo

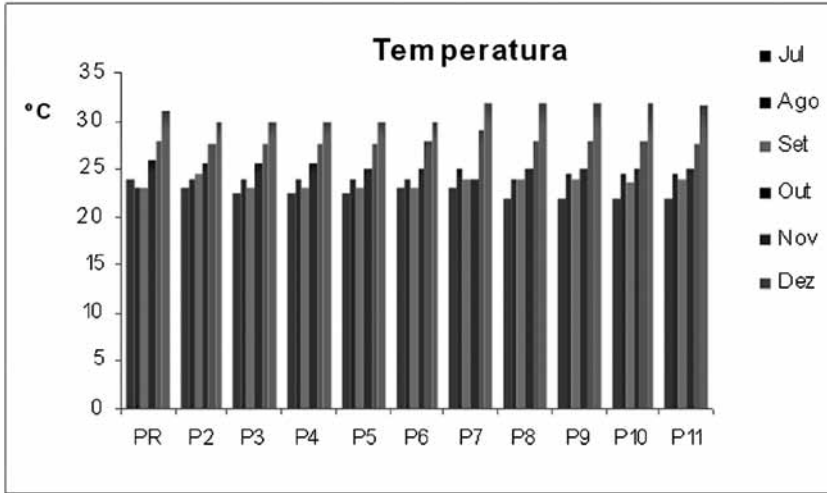
Meses	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Pluv.(mm)	59,7	3,9	64,4	23	8,8	162,8	38

Fonte: <http://www.campuscg.ufrj.br>

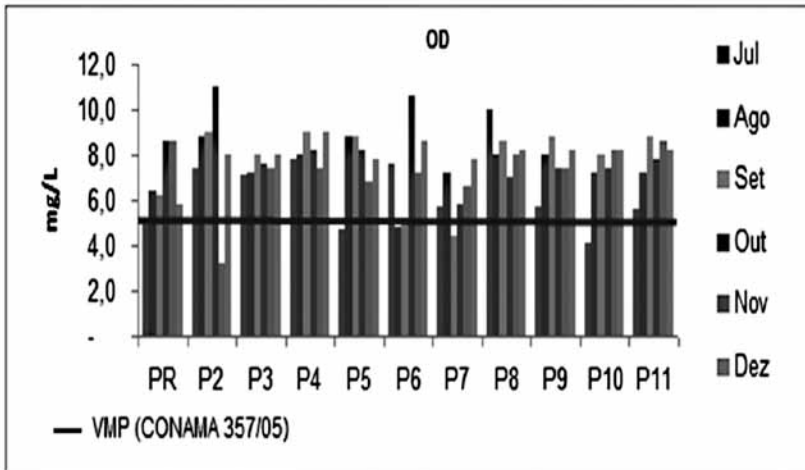
## Resultados e discussão

De acordo com a Resolução CONAMA 357/05, as águas se classificam em relação à salinidade da seguinte maneira: se inferior a 0,5 ‰, como doce; entre 0,5 ‰ e 30 ‰ como salobra; e se superior a 30 ‰, como salina. Nenhum ponto da amostragem foi classificado como salino, sendo que os 10 pontos da lagoa do Taí foram classificados como águas doces, ou seja, com salinidade zero em todas as 6 campanhas de julho a dezembro de 2012.

A temperatura da água variou de 22,0°C a 32°C (Figura 2), apresentando média de 25,7°C, valores compatíveis com o clima local. Segundo Esteves (2011), as variações de temperatura da água podem ser atribuídas a condições de velocidade da vazão, estação do ano e hora do dia.

**Figura 2** - Valores da Temperatura ( $^{\circ}$  C) na Lagoa do Taí, no período de julho a dezembro de 2012

As concentrações de oxigênio dissolvido (OD) apresentaram variações entre mínimos e máximos na ordem de 3,2 mg/L a 11 mg/L, e média de 7,6 mg/L (Figura 3). O maior valor de oxigênio dissolvido foi detectado no mês de outubro no início da lagoa (P2) e no final (P6).

**Figura 3** - Valores de Oxigênio Dissolvido na Lagoa do Taí, no período de julho a dezembro de 2012

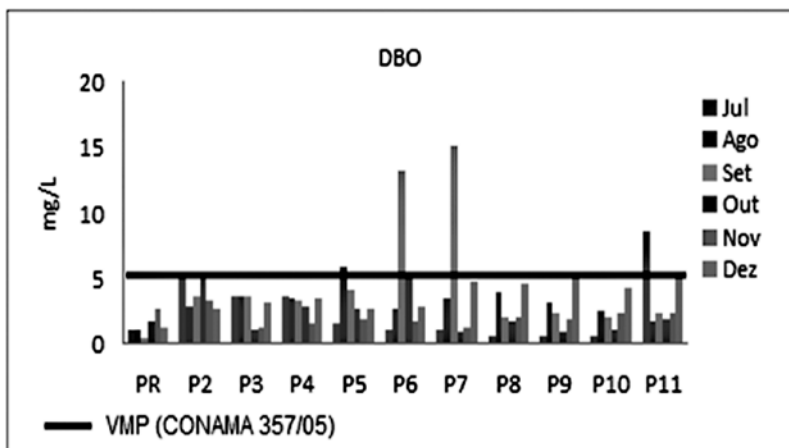
De acordo com Esteves (2011), a oxidação de matéria orgânica consome o oxigênio dissolvido na água. Nas lagoas tropicais, os processos de decomposição ocorrem de modo rápido e interferem na concentração de oxigênio dissolvido. Conforme apontam

Pelczar, Chan e Krieg (1997), para auxílio na compreensão desses fatores, os nutrientes orgânicos e inorgânicos, no ambiente aquático, influenciam no crescimento microbiano e no crescimento das algas, fazendo com que se diminua o oxigênio dissolvido.

Durante as campanhas, os resultados de 56 das 60 análises para OD, permaneceram dentro dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA 357/05 para corpos de águas doces de classe 2, ou seja, os valores de OD foram maiores ou iguais a 5mg/L.

A demanda bioquímica de oxigênio variou de 0,5mg/L a 15,0 mg/L (Figura 4). A média foi de 3,6 mg/L de DBO, observou-se que, apenas nos pontos P6, P7 e P11, o valor máximo excedeu ao limite de 5 mg/L.

**Figura 4** – Valores da Demanda Bioquímica de Oxigênio na Lagoa do Taí, no período de julho a dezembro de 2012

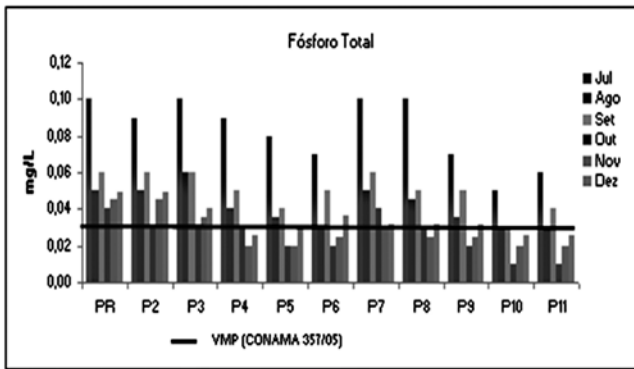


Os valores altos de DBO indicam a extensão da poluição orgânica em sistemas aquáticos, os quais afetam negativamente a qualidade das águas. Franco e Hernandez (2012) registraram diferença significativa, em seus estudos, nos valores de DBO entre os períodos secos e chuvosos. Constataram valores mais elevados de DBO no período seco devido ao lançamento de esgotos domésticos clandestinos em função da localização da área de estudo possuir maior urbanização, associada a um menor volume de água (seca). Tais comportamentos são semelhantes aos encontrados nesse estudo.

Foram observados que os valores máximos de DBO ocorreram no período seco, destacando resultados elevados no ponto P6 (final da Parte Grande) e no P7 (início da Parte Pequena), no mês de setembro (precipitação de 23 mm de chuva), quando comparados com os demais pontos. Ressalta-se que esses pontos de amostragem estão localizados nas áreas de menores profundidades, que são os trechos em que há a diminuição do escoamento d'água devido à eutrofização que divide a lagoa em duas seções.

As concentrações de fósforo total variaram de 0,01mg/L a 0,1 mg/L, com média de 0,04 mg/L (Figura 5).

**Figura 5** - Valores do Fósforo Total na Lagoa do Taí, no período de julho a dezembro de 2012

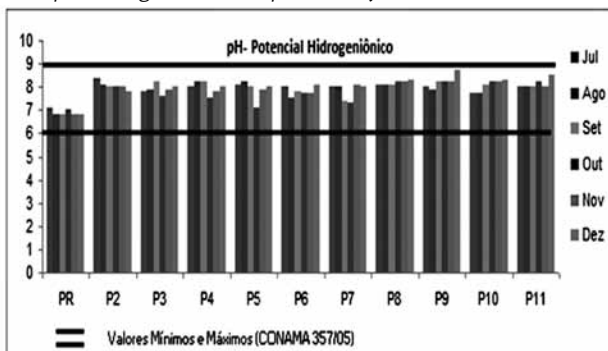


No total, 31 amostras apresentaram resultados acima do VMP para ambientes léticos (0,03 mg/L) em águas doces de classe 2. Esse fato é, portanto, um dos possíveis responsáveis pela eutrofização observada nas margens e em uma área de aproximadamente de 1,5 km que divide a lagoa em duas partes ou seções. Segundo Esteves (2011), o fósforo é elemento essencial para o crescimento de organismos, pode ser o nutriente limitante da produtividade primária de um corpo d'água.

Assim como o fósforo, o nitrogênio é essencial para o metabolismo e constituição celular. A alteração do fósforo ocorrida na distribuição dos pontos, acima do VMP (0,03 mg/L) reflete influências sazonais externas e internas, como aumento da matéria orgânica.

O pH variou entre 7,1 a 8,7, apresentando uma média de 8,0. Conforme a figura 6, não houve variação significativa entre o período chuvoso e seco e ressalta-se que o pH em todos os pontos e durante todo período amostrado ficou dentro do limite mínimo de 6,0 e máximo de 9,0 estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05.

**Figura 6** - Valores de pH na Lagoa do Taí, no período de julho a dezembro de 2012



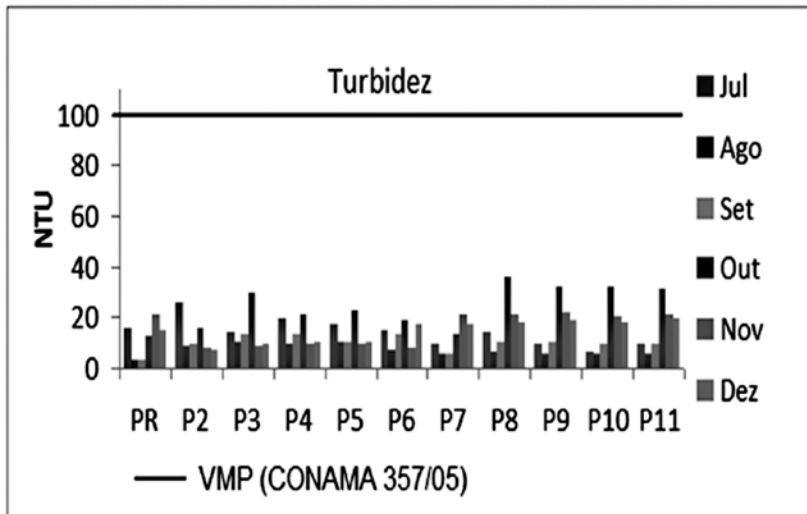


O potencial hidrogeniônico é um parâmetro fundamental para os ambientes aquáticos, a interpretação do pH torna-se complexa devido ao grande número de fatores que podem influenciá-lo.

Segundo Esteves (2011), o pH tem uma estreita interdependência com as comunidades vegetais, animais e o meio aquático, pois as comunidades podem interferir nestes valores, assim como o pH interfere no metabolismo desta comunidade, estabelecendo uma relação mútua ou recíproca. Von Sperling (2005) relata que os valores de pH afastados da neutralidade podem afetar a vida aquática e os microorganismos responsáveis pelo tratamento biológico dos esgotos.

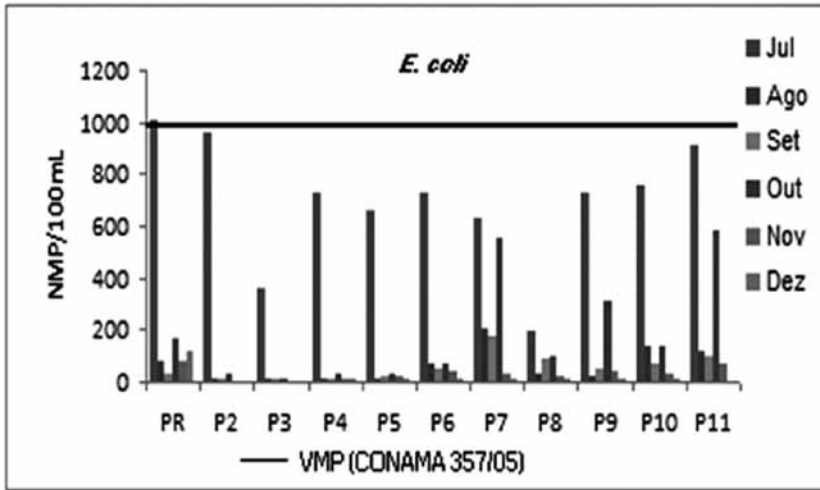
Em relação à turbidez, a resolução CONAMA 357/05 define o valor máximo de 100 NTU para águas doces de classe 2. A concentração mínima foi de 5,1NTU e a máxima 35,7 NTU, conforme explicitado na Figura 7.

**Figura 7** - Valores de Turbidez na Lagoa do Taí, no período de julho a dezembro de 2012



Para Silva et al. (2008), o uso e ocupação do solo interferem na qualidade de água assim como a precipitação contribui para a variação nos valores de turbidez. Os maiores valores foram encontrados no mês de outubro quando ocorreu baixo índice pluviométrico (8,8 mm) no período estudado. Os resultados mostram que 100% dos resultados para turbidez estavam dentro do padrão da referida resolução.

Na Resolução CONAMA 357/05 para águas doces de classe 2, o VMP para *E. coli* é de 1000 NMP/100mL. Os resultados apresentaram valores mínimos 2 NMP/100mL e máximo de 960NMP/100mL (Número Mais Provável por 100mL), com média de 171,6 NMP/100mL (Figura 8).

**Figura 8** – Valores de *E. coli* na Lagoa do Taí, no período de julho a dezembro de 2012

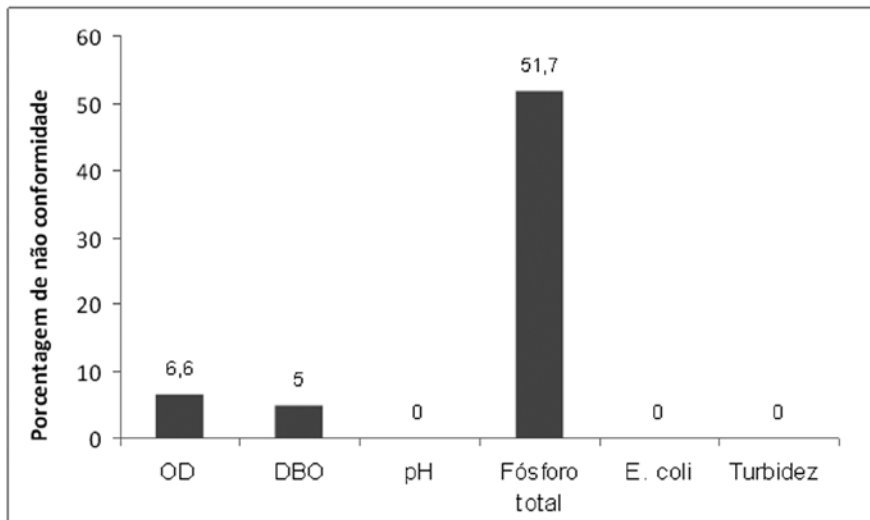
O número de *E. coli* presente nas águas é um fator determinante para classificação de um corpo d'água, quando comparado com os valores máximos permitidos para outros parâmetros, já que os valores físicos químicos variam pouco de uma classe para outra.

Ressalta-se que no Ponto Referência (PR) o resultado dos *E. coli* ultrapassou o limite máximo permitido da Resolução CONAMA 357/2005 de 1000 NMP/100mL em julho, impactando a qualidade das águas da Lagoa do Taí.

Assim, observou-se que os valores mais elevados de *E. coli* em toda extensão das margens externas da lagoa ocorreu em julho do referido ano, mês com baixo índice pluviométrico (23 mm). Constataram-se valores elevados na Parte Pequena (P7 a P11), também no mês de agosto, uma vez que esta seção da lagoa está mais próxima à comunidade, com presença de animais domésticos e de pastagem, sendo esta parte visivelmente a mais impactada.

A fim de avaliar a qualidade das águas da Lagoa do Taí, conforme padrões elencados na Resolução CONAMA 357/05, para águas doces de classe 2, foram determinados a frequência de não conformidade dos parâmetros DBO, OD, pH, Turbidez, Sólidos Totais, Fósforo Total e *E. coli*.

Os parâmetros foram analisados quanto à frequência na qual estiveram em não conformidade com limites estipulados pela Resolução CONAMA 357/05, para corpos d'água doce de classe 2, durante o período de julho a dezembro de 2012 (Figura 9).

**Figura 9** - Valores em porcentagem dos parâmetros em não conformidade.

O fósforo total foi o parâmetro que apresentou os maiores valores em não conformidade em relação aos limites preconizados para águas doces de classe 2. Com 51,7 % das amostras em não conformidade com o VMP de 0,03 mg/L. Concentrações elevadas de fósforo refletem nos ambientes aquáticos, podendo causar o processo de eutrofização e, conseqüentemente, diminuição na qualidade da água.

O oxigênio dissolvido e a DBO apresentaram, respectivamente, 6,6% e 5% de não conformidade nas amostras analisadas.

Os resultados de pH, de *E. coli* e de turbidez estavam 100% em conformidade com os VMP da resolução CONAMA 357/05. O estudo mostrou que, em geral, as não conformidades foram poucas, e que dos 7 parâmetros avaliados, 5 ficaram com as médias abaixo do limite máximo permitido para águas doces de da classe 2, ou seja, são indicativos de boa qualidade da água, conforme constatado.

Tal constatação sugere que os parâmetros não conformes podem fornecer alguma indicação sobre a fonte de poluição específica, o que poderia nos possibilitar remediar ou mesmo eliminar tais a partir de ações locais, observando que as não conformidades não são generalizadas para toda a lagoa.

Quanto aos pontos de coleta, os mais impactados foram os coletados nas seguintes áreas: com presença de animais, mais próximos às comunidades e, nas margens com ausência de mata ciliar.

No Ponto Referência, não se observou diferenças significativas quando comparadas à qualidade da água da lagoa tanto no período tanto seco quanto no chuvoso, indicando influência do canal na qualidade da água na lagoa.

## Considerações finais

As águas da Lagoa do Taí foram classificadas como água doce, com salinidade abaixo de 0,5 ‰ em todas as campanhas. Observou-se, nesse estudo, variação na qualidade da água em escala temporal e espacial.

A qualidade das águas na Lagoa do Taí é pior no período seco e melhor no período chuvoso, devido, provavelmente, à diluição dos poluentes. A eutrofização observada na Lagoa do Taí pode estar associada às elevadas concentrações de fósforo total, portanto a limpeza regular dos canais é essencial para a manutenção da qualidade ambiental dos corpos d'água correlatos.

Assim, após a avaliação dos resultados, este estudo identificou valores dos parâmetros para águas doces de classe 2, segundo resolução CONAMA 357/05, ressaltando que tais resultados são preliminares. Em nível de enquadramento, a metodologia para classificação envolve, no mínimo, seis amostras bimestrais no período de um ano.

Destaca-se, então, a necessidade de implementação de um sistema de monitoramento que atenda aos requisitos legais para proceder a uma avaliação consistente para o efetivo enquadramento das águas da Lagoa do Taí.

O enquadramento dos corpos d'água deve ser pactuado, então, no âmbito de Comitês do Baixo Paraíba do Sul, levando em conta a qualidade atual e os usos desejados dos corpos d'água. O enquadramento dos mananciais se torna, assim, muito importante, pois por meio dele é que será possível fazer o ajuste das técnicas mais adequadas.

## Referências

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS - ANA. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: 2009. Disponível em: <<http://conjuntura.ana.gov.br/>> Acesso em: 10 nov. 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil – Informe 2012. Ed. Especial. Brasília: ANA, 2012. 215 p.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). 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. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005.

EATON, A. D.; CLESCERI, L. S.; RICE, E. W.; GREENBERG, A. E. Standard Methods for the Examination of water & wastewater. 21.ed. [S.l.]: APHA, 2005.

ECOLOGUS. Relatório de Impacto Ambiental – Infraestrutura do Distrito Industrial de São João da Barra. São João da Barra, RJ: Agrar Empresa LLX, 2011. 120p.

ESTEVES, F.A. Fundamentos de Limnologia. 3.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. 826 p.

FRANCO, R.A.M.; HERNANDEZ, F.B.T. Qualidade de água na microbacia do Coqueiro, noroeste do Estado de São Paulo. Revista Water Resources and Irrigation Management, v.1, n.1, p.61-69, 2012.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. Manual Prático de Análise de Água. 3ª ed. rev., Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2009. 144 p.

PECLZAR, M. J.; CHAN, E. C.S.; KRIEG, N. R. Microbiologia: Conceitos e Aplicação. 2 ed. São Paulo, SP: Mackron Books Pearson Education do Brasil, 1997. v.1.

QUINTO JUNIOR, L. de P.; IWAKAMI, L. N. Projeto Porto do Açú: Nova frente urbana de um porto privado. In: ENANPUR. ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO URBANO REGIONAL, 13., 2009, Florianópolis-SC.

SILVA, A.E.P.; ANGELIS, C.F.; MACAHDO, L.A.T.; WAICHAMAN, A. V. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. Acta Amazônica, v. 38, p.733-742, 2008.

UFFRJ. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - *campus* Campos dos Goytacazes. Precipitação Pluviométrica Expressa em mm – Posto Climatológico do Campus Dr. Leonel Miranda, 2013. Disponível em: <<http://www.campuscg.ufrj.br/>>. Acesso em: fev. 2013.

VON SPERLING, M. Introdução à Qualidade das Águas e Tratamento de Esgotos. 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. 422 p.

*Artigo recebido em: 14 jun. 2013*

*Aceito para publicação em: 12 ago. 2013*