

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
MESTRADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
MODALIDADE PROFISSIONAL**

**APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA) E
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA
DA ÁGUA DA LAGOA DO TAÍ, NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO
DA BARRA - RJ**

LACI GONÇAVES VIANA

CAMPOS DOS GOYTACAZES/RJ

2013

LACI GONÇALVES VIANA

**APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA) E
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DA
LAGOA DO TAÍ, NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DA BARRA – RJ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, na área de concentração Sustentabilidade Regional, linha de pesquisa Avaliação e Gestão Ambiental, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense.

Orientador: Professor D. Sc. Vicente de Paulo Santos de Oliveira. (Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa)

CAMPOS DOS GOYTACAZES/ RJ

2013

Dissertação intitulada “Aplicação do Índice de Qualidade da Água (IQA) e Caracterização Físico-química e Microbiológica da Água da Lagoa do Taí, no Município de São João da Barra – RJ”, elaborada por Laci Gonçalves Viana e apresentada publicamente perante a Banca Examinadora, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, na área de concentração Sustentabilidade Regional, linha de pesquisa Avaliação e Gestão Ambiental, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense.

Aprovada em 27 de maio de 2013.

Banca Examinadora:

.....
Vicente de Paulo Santos de Oliveira, Doutor em Engenharia Agrícola / Universidade Federal de Viçosa / Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense –IFF - Orientador

.....
Manildo Marcião de Oliveira, Doutor em Biociências Nucleares/ Universidade do Estado do Rio de Janeiro / Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense - IFF

.....
Elias Fernandes de Sousa, Doutor em Produção Vegetal/ Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro /Professor titular da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro- UENF.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado a vida e forças para resistir a tudo e a todos nessa tão importante e difícil caminhada;

Ao meu marido, Marcos, pela compreensão, carinho e preocupação em todos os momentos e pelo grande amor que tem por mim;

A minha filha, Bruna, minha amiga e companheira de todos os momentos de vitórias e derrotas. Agradeço a Deus por ter me dado a minha amada filha;

Ao meu filho, Vinícius, e minha nora que torcem por mim e que eu os amo muito;

A minha querida sobrinha, e amor da minha vida, Raphaela, te agradeço pelos abraços e beijos de todos os dias;

Ao meu orientador, professor Vicente de Paulo, pela sua compreensão e orientação, fica aqui o meu respeito por essa garra e luta;

Ao professor Marcos, que em todos os momentos sempre estava pronto a ajudar;

Aos meus professores pelos ensinamentos: Manildo, Maria Inês, Jader, Hélio Gomes, Ricardo, José Augusto e, em especial, a Pinedo com quem aprendi em tão pouco tempo, grandes lições de vida;

A minha amiga Dayana, fica aqui registrada a grande gratidão pelo incentivo, pela colaboração e pela união que juntas estamos vencendo essa etapa;

Agradeço à equipe de trabalho de campo da UPEA, em especial a Bruna e Tâmmela pela colaboração e ao Ivanilton, pela cooperação;

Agradeço a atenção e incentivo dos meus amigos de trabalho, especialmente a minha coordenadora Cíntia Neves, José Carlos Salomão, Fabíola Ney e Mônica Manhães;

Agradeço ao Instituto Federal Fluminense, representado pelo Campus Rio Paraíba do Sul, pelo apoio e financiamento dessa pesquisa.

“Que o “Mestre dos Mestres” lhe ensine que nas falhas e lágrimas se esculpe a sabedoria.

Que o “Mestre da Sensibilidade” lhe ensine a contemplar as coisas simples e a navegar nas águas da emoção.

Que o “Mestre da Vida” lhe ensine a não ter medo de viver e a superar os momentos difíceis da sua história.

Que o “Mestre do Amor” lhe ensine que a vida é o maior espetáculo no teatro da existência”.

Augusto Cury

RESUMO

A água é um recurso fundamental para a manutenção da vida, pois além de proporcionar harmonia na paisagem natural, tem sofrido alterações em função de diversas agressões com processo de ocupação urbana desordenada, tendo como consequência a destruição de áreas de vegetação nativa e a poluição nas águas, o que faz com que ocorram diversas alterações na quantidade e qualidade. Dessa forma, os corpos hídricos necessitam de monitoramento que indique o estado físico, químico e microbiológico que consiste no emprego de variáveis que, por sua vez, se correlacionam com as alterações ocorridas no entorno e no próprio corpo hídrico. Este trabalho visa a caracterizar a qualidade da água na Lagoa do Taí, localizada na área de influência direta do Complexo Logístico e Industrial do Porto do Açu, no 5º distrito de São João da Barra, no Estado do Rio de Janeiro, através do índice de Qualidade da Água – IQA, segundo a Agência Nacional das Águas. Com os resultados laboratoriais, foi calculado o IQA que apresentou qualidade de água entre razoável e boa, e sobre o qual foi percebido que a qualidade da água da lagoa é influenciada pela água de entrada do canal de ligação que alimenta a lagoa. A qualidade da água também varia de acordo com o período chuvoso e seco. Abordou-se a análise de conformidade dos parâmetros DBO, OD, turbidez, pH, sólidos totais, fósforo total e coliformes termotolerantes, comparando aos padrões de qualidade estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005 para águas doces de classe 2 para o enquadramento da qualidade da água da Lagoa. O fósforo total apresentou resultados não conformes em relação ao valor máximo permitido pela resolução CONAMA 357/2005.

Palavras-chave: monitoramento da qualidade de água, IQA, Porto do Açu, lagoa do Taí.

ABSTRACT

Water is an important resource to life and provides harmony for nature. However, it has suffered changes due to many aggressions with process of disorderly urban occupation. Consequently, areas of native vegetation are destroyed, water is polluted and therefore quantity and quality are modified. Thereby, the water bodies need a monitoring that indicates the physical, chemical and microbiological state and that consists in the use of variable correlated with the changes occurred around and in the water body. In this sense, this work aims to characterize the water quality of the Lagoa do Taí, located in the area of direct influence of the Logistic and Industrial Complex of Porto do Açu, in the 5th District of São João da Barra in Rio de Janeiro through the Index of Water Quality – IWQ, by verifying the rate level that frames according to the Water National Agency. According to the laboratorial results, it was calculated the IWQ which showed water quality reasonable and good, and the water quality of the lake is influenced by water of the entrance channel that links and feed the lake. The water quality also varies according to the rainy and dry season. It was approached the conformity analysis of the parameters BOD,OD, turbidity, pH, total solids, total phosphorous and thermotolerant coliforms, compared to the quality standard established by the resolution CONAM 357/2005 for fresh water of class 2 for the quality enflame of the lake's water. The total phosphorus presented results do not comply in relation to the maximum value allowed by CONAMA Resolution 357/2005.

Keywords: Water quality monitoring, IWQ, Porto do Açu, Lagoa do Taí.

LISTA DE ABREVIATURAS

- ANA - Agência Nacional das Águas
APA - Área de Proteção Ambiental
CECA - Conselho Estadual do Controle Ambiental
CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo
CLIPA - Complexo Logístico e Industrial do Porto do Açú
CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CODIN - Companhia de Desenvolvimento Industrial do Estado do Rio de Janeiro
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio
DISJB - Distrito Industrial de São João da Barra
FMPs - Faixas Marginais de Proteção
IAP - Instituto Ambiental do Paraná
IAP - O Índice de Qualidade da Água Bruta para fins de Abastecimento Público
IB - Índice de balneabilidade
IET - Índice de estado trófico
IETM - Índice para Avaliação do Estado Trófico de Lagos, Estuários e Reservatórios
INEA - Instituto Estadual do Ambiente
IPMCA - Índice dos Parâmetros Mínimos para preservação da Vida Aquática
IQA - Índice de Qualidade de Água
IQAD - Índice de Qualidade de Água Distribuída
IQAR - Índice de qualidade de Água de Reservatórios
ISTO - Índice de Substâncias Tóxicas e Propriedades Organolépticas
IVA - Índice de Qualidade de Água para Proteção da Vida Aquática
LabFoz - Laboratório de Monitoramento das Águas da Foz do Rio Paraíba do Sul
MIDAS - Áreas Marítimas Industriais Desenvolvidas
OD - Oxigênio Dissolvido
PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos
SERLA - Superintendência Estadual de Rios e Lagoas
SISEMA - Sistema Estadual de Meio Ambiente
UF - Unidade Federativa
UPEA - Unidade de Pesquisa e Extensão Agras Industrial
VMP - Volume Máximo Permitido

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1 - Índice de Qualidade da Água (IQA) da Lagoa do Taí, São João da Barra - RJ

FIGURA 1	
Distribuição em porcentagem das classes do IQA para os 1.988 pontos de amostragem, no Brasil em 2010.....	10
FIGURA 2	
Visualização aérea de pesquisa. Lagoa do Taí	12
FIGURA 3	
Distribuição do IQA em escala temporal (chuva e seca)	15
FIGURA 4	
Distribuição do IQA em escala espacial	16

ARTIGO 2 - Qualidade de Água na Lagoa do Taí, em São João da Barra – RJ

FIGURA 1	
Visualização aérea de pesquisa. Lagoa do Taí	23
FIGURA 2	
Valores da Temperatura (° C) na Lagoa do Taí, no período de julho a dezembro de 2012	24
FIGURA 3	
Valores de Oxigênio Dissolvido (OD) na Lagoa do Taí, no período de julho a dezembro de 2012	24
FIGURA 4	
Valores da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) na Lagoa do Taí, no período de julho a dezembro de 2012.....	24
FIGURA 5	
Valores do Fósforo Total na Lagoa do Taí, no período de julho a dezembro de 2012	24
FIGURA 6	
Valores de pH na Lagoa do Taí, no período de julho a dezembro de 2012	25
FIGURA 7	
Valores de Turbidez na Lagoa do Taí, no período de julho a dezembro de 2012.....	25
FIGURA 8	
Valores de <i>E. coli</i> na Lagoa do Taí, no período de julho a dezembro de 2012.....	25
FIGURA 9	
Valores em porcentagem dos parâmetros em não conformidade	25

LISTA DE QUADROS**ARTIGO 1 - Índice de Qualidade da Água (IQA) da Lagoa do Taí, São João da Barra - RJ****QUADRO 1**

Classes de uso preponderantes para águas doces definidas pela Resolução CONAMA 357/05 7

QUADRO 2

Parâmetros que compõem o IQA e seus respectivos pesos 13

QUADRO 3

Níveis de Classificação do IQA, variação entre os estados brasileiros 13

LISTA DE TABELAS**ARTIGO 1 - Índice de Qualidade da Água (IQA) da Lagoa do Taí, São João da Barra – RJ**

TABELA 1	
Coordenadas georreferenciadas dos pontos de coleta	11
TABELA 2	
Valores do IQA da Lagoa do Taí - RJ, durante o monitoramento.....	14
TABELA 3	
Resultado de IQA e de <i>E. Coli</i> na Lagoa do Taí e índice pluviométrico	16
TABELA 4	
Níveis de classificação em categorias do IQA no período de monitoramento	17

ARTIGO 2 – Qualidade de Água na Lagoa do Taí, em São João da Barra - RJ

TABELA 1	
Coordenadas e profundidade dos pontos de coleta na Lagoa do Taí	23
TABELA 2	
Média Pluviométrica (mm) do ano de 2012, na região do estudo.....	24

SUMÁRIO

RESUMO	v
ABSTRACT	vi
LISTA DE ABREVIATURAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE QUADROS	ix
LISTA DE TABELAS	x
1 APRESENTAÇÃO	1
2 ARTIGO CIENTÍFICO I	4

ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA) DA LAGOA DO TAÍ, SÃO JOÃO DA BARRA – RJ.

Resumo	4
Abstract.....	4
Introdução.....	5
Visão geral: Complexo Logístico Industrial do Porto do Açú (CLIPA).....	6
A Gestão das Águas no Brasil	6
Ecosistemas Lacustres de São João da Barra.....	8
Qualidade da Água	9
Metodologia.....	14
Resultados e Discussão.....	13
Considerações Finais	17
Referências Bibliográficas.....	18
3 ARTIGO CIENTÍFICO 2	22

QUALIDADE DE ÁGUA NA LAGOA DO TAÍ, EM SÃO JOÃO DA BARRA – RJ.

Resumo	22
Introdução.....	22
Metodologia.....	23
Resultados e Discussão.....	24

Considerações Finais	26
Referências Bibliográficas.....	26
Apêndice	28

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
MESTRADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
MODALIDADE PROFISSIONAL

**APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA) E
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DA
LAGOA DO TAÍ, NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DA BARRA – RJ**

LACI GONÇAVES VIANA

CAMPOS DOS GOYTACAZES/RJ

2013

LACI GONÇALVES VIANA

**APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA) E
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DA
LAGOA DO TAÍ, NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DA BARRA – RJ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, na área de concentração Sustentabilidade Regional, linha de pesquisa Avaliação e Gestão Ambiental, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense.

Orientador: Professor D. Sc. Vicente de Paulo Santos de Oliveira. (Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa)

CAMPOS DOS GOYTACAZES/ RJ

2013

Dissertação intitulada “Aplicação do Índice de Qualidade da Água (IQA) e Caracterização Físico-química e Microbiológica da Água da Lagoa do Taí, no Município de São João da Barra – RJ”, elaborada por Laci Gonçalves Viana e apresentada publicamente perante a Banca Examinadora, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, na área de concentração Sustentabilidade Regional, linha de pesquisa Avaliação e Gestão Ambiental, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense.

Aprovada em 27 de maio de 2013.

Banca Examinadora:

.....
Vicente de Paulo Santos de Oliveira, Doutor em Engenharia Agrícola / Universidade Federal de Viçosa / Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense –IFF - Orientador

.....
Manildo Marcião de Oliveira, Doutor em Biociências Nucleares/ Universidade do Estado do Rio de Janeiro / Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense - IFF

.....
Elias Fernandes de Sousa, Doutor em Produção Vegetal/ Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro /Professor titular da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro- UENF.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado a vida e forças para resistir a tudo e a todos nessa tão importante e difícil caminhada;

Ao meu marido, Marcos, pela compreensão, carinho e preocupação em todos os momentos e pelo grande amor que tem por mim;

A minha filha, Bruna, minha amiga e companheira de todos os momentos de vitórias e derrotas. Agradeço a Deus por ter me dado a minha amada filha;

Ao meu filho, Vinícius, e minha nora que torcem por mim e que eu os amo muito;

A minha querida sobrinha, e amor da minha vida, Raphaela, te agradeço pelos abraços e beijos de todos os dias;

Ao meu orientador, professor Vicente de Paulo, pela sua compreensão e orientação, fica aqui o meu respeito por essa garra e luta;

Ao professor Marcos, que em todos os momentos sempre estava pronto a ajudar;

Aos meus professores pelos ensinamentos: Manildo, Maria Inês, Jader, Hélio Gomes, Ricardo, José Augusto e, em especial, a Pinedo com quem aprendi em tão pouco tempo, grandes lições de vida;

A minha amiga Dayana, fica aqui registrada a grande gratidão pelo incentivo, pela colaboração e pela união que juntas estamos vencendo essa etapa;

Agradeço à equipe de trabalho de campo da UPEA, em especial a Bruna e Tâmmela pela colaboração e ao Ivanilton, pela cooperação;

Agradeço a atenção e incentivo dos meus amigos de trabalho, especialmente a minha coordenadora Cíntia Neves, José Carlos Salomão, Fabíola Ney e Mônica Manhães;

Agradeço ao Instituto Federal Fluminense, representado pelo Campus Rio Paraíba do Sul, pelo apoio e financiamento dessa pesquisa.

“Que o “Mestre dos Mestres” lhe ensine que nas falhas e lágrimas se esculpe a sabedoria.

Que o “Mestre da Sensibilidade” lhe ensine a contemplar as coisas simples e a navegar nas águas da emoção.

Que o “Mestre da Vida” lhe ensine a não ter medo de viver e a superar os momentos difíceis da sua história.

Que o “Mestre do Amor” lhe ensine que a vida é o maior espetáculo no teatro da existência”.

Augusto Cury

RESUMO

A água é um recurso fundamental para a manutenção da vida, pois além de proporcionar harmonia na paisagem natural, tem sofrido alterações em função de diversas agressões com processo de ocupação urbana desordenada, tendo como consequência a destruição de áreas de vegetação nativa e a poluição nas águas, o que faz com que ocorram diversas alterações na quantidade e qualidade. Dessa forma, os corpos hídricos necessitam de monitoramento que indique o estado físico, químico e microbiológico que consiste no emprego de variáveis que, por sua vez, se correlacionam com as alterações ocorridas no entorno e no próprio corpo hídrico. Este trabalho visa a caracterizar a qualidade da água na Lagoa do Taí, localizada na área de influência direta do Complexo Logístico e Industrial do Porto do Açu, no 5º distrito de São João da Barra, no Estado do Rio de Janeiro, através do índice de Qualidade da Água – IQA, segundo a Agência Nacional das Águas. Com os resultados laboratoriais, foi calculado o IQA que apresentou qualidade de água entre razoável e boa, e sobre o qual foi percebido que a qualidade da água da lagoa é influenciada pela água de entrada do canal de ligação que alimenta a lagoa. A qualidade da água também varia de acordo com o período chuvoso e seco. Abordou-se a análise de conformidade dos parâmetros DBO, OD, turbidez, pH, sólidos totais, fósforo total e coliformes termotolerantes, comparando aos padrões de qualidade estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005 para águas doces de classe 2 para o enquadramento da qualidade da água da Lagoa. O fósforo total apresentou resultados não conformes em relação ao valor máximo permitido pela resolução CONAMA 357/2005.

Palavras-chave: monitoramento da qualidade de água, IQA, Porto do Açu, lagoa do Taí.

ABSTRACT

Water is an important resource to life and provides harmony for nature. However, it has suffered changes due to many aggressions with process of disorderly urban occupation. Consequently, areas of native vegetation are destroyed, water is polluted and therefore quantity and quality are modified. Thereby, the water bodies need a monitoring that indicates the physical, chemical and microbiological state and that consists in the use of variable correlated with the changes occurred around and in the water body. In this sense, this work aims to characterize the water quality of the Lagoa do Taí, located in the area of direct influence of the Logistic and Industrial Complex of Porto do Açu, in the 5th District of São João da Barra in Rio de Janeiro through the Index of Water Quality – IWQ, by verifying the rate level that frames according to the Water National Agency. According to the laboratorial results, it was calculated the IWQ which showed water quality reasonable and good, and the water quality of the lake is influenced by water of the entrance channel that links and feed the lake. The water quality also varies according to the rainy and dry season. It was approached the conformity analysis of the parameters BOD,OD, turbidity, pH, total solids, total phosphorous and thermotolerant coliforms, compared to the quality standard established by the resolution CONAM 357/2005 for fresh water of class 2 for the quality enflame of the lake's water. The total phosphorus presented results do not comply in relation to the maximum value allowed by CONAMA Resolution 357/2005.

Keywords: Water quality monitoring, IWQ, Porto do Açu, Lagoa do Taí.

LISTA DE ABREVIATURAS

- ANA - Agência Nacional das Águas
- APA - Área de Proteção Ambiental
- CECA - Conselho Estadual do Controle Ambiental
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo
- CLIPA - Complexo Logístico e Industrial do Porto do Açu
- CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos
- CODIN - Companhia de Desenvolvimento Industrial do Estado do Rio de Janeiro
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
- DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio
- DISJB - Distrito Industrial de São João da Barra
- FMPs - Faixas Marginais de Proteção
- IAP - Instituto Ambiental do Paraná
- IAP - O Índice de Qualidade da Água Bruta para fins de Abastecimento Público
- IB - Índice de balneabilidade
- IET - Índice de estado trófico
- IETM - Índice para Avaliação do Estado Trófico de Lagos, Estuários e Reservatórios
- INEA - Instituto Estadual do Ambiente
- IPMCA - Índice dos Parâmetros Mínimos para preservação da Vida Aquática
- IQA - Índice de Qualidade de Água
- IQAD - Índice de Qualidade de Água Distribuída
- IQAR - Índice de qualidade de Água de Reservatórios
- ISTO - Índice de Substâncias Tóxicas e Propriedades Organolépticas
- IVA - Índice de Qualidade de Água para Proteção da Vida Aquática
- LabFoz - Laboratório de Monitoramento das Águas da Foz do Rio Paraíba do Sul
- MIDAS - Áreas Marítimas Industriais Desenvolvidas
- OD - Oxigênio Dissolvido
- PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos
- SERLA - Superintendência Estadual de Rios e Lagoas
- SISEMA - Sistema Estadual de Meio Ambiente
- UF - Unidade Federativa
- UPEA – Unidade de Pesquisa e Extensão Agras Industrial
- VMP – Volume Máximo Permitido

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1 - Índice de Qualidade da Água (IQA) da Lagoa do Taí, São João da Barra - RJ

FIGURA 1	
Distribuição em porcentagem das classes do IQA para os 1.988 pontos de amostragem, no Brasil em 2010.....	10
FIGURA 2	
Visualização aérea de pesquisa. Lagoa do Taí	12
FIGURA 3	
Distribuição do IQA em escala temporal (chuva e seca)	15
FIGURA 4	
Distribuição do IQA em escala espacial	16

ARTIGO 2 - Qualidade de Água na Lagoa do Taí, em São João da Barra – RJ

FIGURA 1	
Visualização aérea de pesquisa. Lagoa do Taí	23
FIGURA 2	
Valores da Temperatura (° C) na Lagoa do Taí, no período de julho a dezembro de 2012	24
FIGURA 3	
Valores de Oxigênio Dissolvido (OD) na Lagoa do Taí, no período de julho a dezembro de 2012	24
FIGURA 4	
Valores da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) na Lagoa do Taí, no período de julho a dezembro de 2012.....	24
FIGURA 5	
Valores do Fósforo Total na Lagoa do Taí, no período de julho a dezembro de 2012	24
FIGURA 6	
Valores de pH na Lagoa do Taí, no período de julho a dezembro de 2012	25
FIGURA 7	
Valores de Turbidez na Lagoa do Taí, no período de julho a dezembro de 2012.....	25
FIGURA 8	
Valores de <i>E. coli</i> na Lagoa do Taí, no período de julho a dezembro de 2012.....	25
FIGURA 9	
Valores em porcentagem dos parâmetros em não conformidade	25

LISTA DE QUADROS**ARTIGO 1 - Índice de Qualidade da Água (IQA) da Lagoa do Taí, São João da Barra - RJ****QUADRO 1**

Classes de uso preponderantes para águas doces definidas pela Resolução CONAMA 357/05 7

QUADRO 2

Parâmetros que compõem o IQA e seus respectivos pesos 13

QUADRO 3

Níveis de Classificação do IQA, variação entre os estados brasileiros 13

LISTA DE TABELAS**ARTIGO 1 - Índice de Qualidade da Água (IQA) da Lagoa do Taí, São João da Barra – RJ**

TABELA 1	
Coordenadas georreferenciadas dos pontos de coleta	11
TABELA 2	
Valores do IQA da Lagoa do Taí - RJ, durante o monitoramento.....	14
TABELA 3	
Resultado de IQA e de <i>E. Coli</i> na Lagoa do Taí e índice pluviométrico	16
TABELA 4	
Níveis de classificação em categorias do IQA no período de monitoramento	17

ARTIGO 2 – Qualidade de Água na Lagoa do Taí, em São João da Barra - RJ

TABELA 1	
Coordenadas e profundidade dos pontos de coleta na Lagoa do Taí	23
TABELA 2	
Média Pluviométrica (mm) do ano de 2012, na região do estudo	24

SUMÁRIO

RESUMO	v
ABSTRACT	vi
LISTA DE ABREVIATURAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE QUADROS	ix
LISTA DE TABELAS	x
1 APRESENTAÇÃO	1
2 ARTIGO CIENTÍFICO I	4

ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA) DA LAGOA DO TAÍ, SÃO JOÃO DA BARRA – RJ.

Resumo	4
Abstract.....	4
Introdução.....	5
Visão geral: Complexo Logístico Industrial do Porto do Açú (CLIPA).....	6
A Gestão das Águas no Brasil	6
Ecosistemas Lacustres de São João da Barra.....	8
Qualidade da Água	9
Metodologia.....	14
Resultados e Discussão.....	13
Considerações Finais	17
Referências Bibliográficas.....	18
3 ARTIGO CIENTÍFICO 2	22

QUALIDADE DE ÁGUA NA LAGOA DO TAÍ, EM SÃO JOÃO DA BARRA – RJ.

Resumo	22
Introdução.....	22
Metodologia.....	23
Resultados e Discussão.....	24

Considerações Finais	26
Referências Bibliográficas.....	26
Apêndice	28

1 APRESENTAÇÃO

As fontes hídricas são abundantes, porém mal distribuídas na superfície do planeta. Em algumas áreas, as demandas são bem maiores que a oferta, causando um desequilíbrio nos recursos hídricos disponíveis. Essa situação tem acarretado uma limitação em termos de desenvolvimento para algumas regiões, restringindo o atendimento às necessidades básicas humanas e degradando ecossistemas aquáticos.

O monitoramento dos principais rios, reservatórios, lagoas costeiras, baías e praias, visando à preservação foi iniciado no estado do Rio de Janeiro na década de 70. Segundo o INEA (2011), as lagoas costeiras do Estado do Rio de Janeiro são caracterizadas, de maneira geral, pela pouca profundidade/vazão e representam importantes ecossistemas aquáticos devido à alta produtividade primária e pesqueira, assim como são importantes para proteção, alimentação e reprodução de várias espécies da biota aquática, bem como para diversas aves.

A maioria dessas lagoas está localizada em áreas urbanizadas entre a costa e o mar, e são ambientes submetidos a forte estresse em função das atividades humanas concentradas no seu entorno.

A implantação de empreendimentos de grande impacto ambiental na região Norte Fluminense, como o Complexo Logístico e Industrial do Porto do Açu (CLIPA) irá ocasionar acelerado processo de urbanização e gerar um aumento significativo da população e das instalações industriais. Conseqüentemente esta situação levará a grandes impactos ambientais, como a poluição das águas causada, principalmente, pelo lançamento de efluentes domésticos e industriais, que elevará a quantidade de nutrientes, alterando o equilíbrio do ecossistema.

Nesta perspectiva, este estudo que trata da investigação acerca do ecossistema hídrico Lagoa do Taí, se faz instigante do ponto de vista acadêmico-científico, ao estar previsto pelo Estudo de Impacto Ambiental como parte integrante, juntamente com as lagoas do Salgado, Grussaí e Iquipari, da Área de Proteção Ambiental de Grussai (APA de Grussaí), no Município de São João da Barra/RJ onde está sendo instalado o CLIPA (ECOLOGUS, 2011).

A caracterização da água inclui diversos parâmetros representados por propriedades físicas, químicas e biológicas, que indicam a classificação de qualidade dos corpos hídricos de acordo com o seu uso preponderante e é representado por diversos índices, sendo que o Índice de Qualidade das Águas (IQA) foi primeiro adotado no Brasil, servindo de base para formação de outros.

Existe uma grande variedade de indicadores que expressam aspectos parciais da qualidade das águas, porém não existe um único indicador que sintetize todas as variáveis de qualidade de água. Portanto, para as diferentes circunstâncias são usados indicadores específicos, tais como: o abastecimento doméstico (IQA), a preservação da vida aquática (IVA) e a recreação de contato primário (Índice de Balneabilidade) (ANA, 2012a).

Os indicadores da qualidade de água são vistos por Siche *et al.* (2007) como parâmetros que são estudados isolados ou em conjunto para qualificar ou quantificar as condições de um sistema. O fato de o índice sintetizar em apenas um número diversos parâmetros é considerado como vantajoso, pois facilita a interpretação quando comparados com indicadores individuais.

Assim, esta pesquisa tem como objetivo caracterizar a qualidade da água da Lagoa do Taí e expressar os resultados através do Índice de Qualidade de Água (IQA), buscando contribuir e alargar os estudos sobre a qualidade das águas superficiais na área de influência direta do CLIPA.

Neste contexto, os objetivos específicos deste trabalho são: i) descrever, com auxílio de análises estatísticas, a distribuição dos parâmetros de qualidade de água que compõem o IQA (temperatura, turbidez, oxigênio dissolvido, DBO, coliformes termotolerantes, pH, nitrogênio total, fósforo total e resíduos sólidos); ii) correlacionar os parâmetros físicos, químicos e biológicos; iii) avaliar a compatibilidade dos parâmetros selecionados da água com os limites máximos e mínimos admissíveis, segundo parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/ 2005 (BRASIL, 2005).

No artigo científico I, foi realizada a caracterização da qualidade das águas da Lagoa do Taí, utilizando o IQA, através de análise da variação desse índice espacialmente e sazonalmente no período compreendido entre julho e dezembro de 2012. Como principais resultados desse trabalho, podem-se destacar: classificação das águas da Lagoa pelo IQA entre razoável e boa, observou-se que os menores valores de IQA ocorreram no período seco e os maiores no período chuvoso. No período de seca, observou-se que a concentração de *E. coli* teve influência significativa no cálculo do IQA.

No artigo científico II, abordou-se a questão do enquadramento dos corpos de água e foi realizada uma análise de conformidade com os parâmetros DBO, OD, turbidez, pH, sólidos totais, fósforo total e coliformes termotolerantes, comparando aos padrões de qualidade estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005 para águas doces de classe 2. Com os seguintes resultados: salinidade abaixo de 0,5% em todo o período de estudo. Dos sete parâmetros avaliados, cinco ficaram integralmente abaixo do limite máximo para água

doce classe 2, ou seja são indicativos de boa qualidade de água; apenas a concentração de fósforo total apresentou resultados acima dos valores médios de 0,03 mg/L.

Esta dissertação apresenta-se no formato de dois artigos científicos, cada qual dividido em resumo, introdução, materiais e métodos, resultados e conclusão, abordando a avaliação da qualidade das águas através do IQA e pela caracterização físico-química e microbiológica na lagoa do Taí.

2 ARTIGOCIENTÍFICO 1

Índice de Qualidade da Água (IQA) da Lagoa do Taí, São João da Barra – RJ

(A ser submetido ao Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego)

Laci Gonçalves Viana*
Vicente de Paulo Santos de Oliveira**

Resumo

A Lagoa do Taí está localizada nas proximidades do Complexo Logístico Industrial do Porto do Açú, ao Norte do Estado do Rio de Janeiro, e, portanto, sujeita a impactos ambientais. Esta pesquisa consistiu na avaliação da qualidade das águas da Lagoa do Taí através do IQA em escala espacial e temporal. Os procedimentos metodológicos utilizados foram: revisão bibliográfica sobre a temática; determinação do IQA e sistematização dos dados. O IQA da Lagoa do Taí, em nível de classificação, variou de razoável a boa, observou-se que os menores valores de IQA ocorreram no período seco e os maiores, no período chuvoso.

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

Abstract

The Lagoa do Taí, located next to the Industrial Logistics Complex of Porto do Açú, in northern of Rio de Janeiro, and therefore subject to impacts arising from this enterprise. Thus this research was to evaluation the water quality of the Lagoa do Tai through the IWQ in temporal and special scale. It was used as the methodological procedures: bibliographic review about the subject; determination of the IWQ and systematic data. The IWQ of Lagoa do Taí varied from reasonable to good. It was observed that the smallest values of the IWQ occurred in the dry season and the biggest ones in the rainy season.

Key words: Lagoa do Taí, water quality, Porto do Açú.

* 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/RJ – Brasil.

**Engenheiro Agrimensor. 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 - Brasil.

Introdução

O Brasil possui uma grande disponibilidade hídrica em termos globais, porém existe uma distribuição espacial desigual entre os estados. Cerca de 80% de sua disponibilidade hídrica está concentrada na Região Hidrográfica Amazônica, onde se encontra o menor contingente populacional do país e de valores reduzidos de demandas consultivas. Por outro lado, a Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste, região mais povoada do país, possui apenas, cerca de 1,2% da disponibilidade hídrica no país(ANA, 2012a).

Pode-se observar que os ecossistemas aquáticos nas últimas décadas têm sido alterados de maneira significativa em função de múltiplos impactos ambientais, oriundos de diversas atividades, tais como: mineração, construção de barragens e represas, retificação e desvio do curso natural de rios, lançamento de efluentes domésticos e industriais não tratados, desmatamento e uso inadequado do solo em regiões ripárias e planícies de inundação, super exploração de recursos pesqueiros e introdução de espécies exóticas. Como consequência destas atividades, tem-se observado uma expressiva queda da qualidade da água e perda de biodiversidade aquática em função da desestruturação do ambiente físico e alteração da dinâmica natural das comunidades biológicas (GOULART; CALLISTO, 2003).

Segundo Rattner (2009), a poluição de rios, lagos, zonas costeiras e baías por despejo de volumes crescentes de resíduos e efluentes industriais e orgânicos tem causado degradação ambiental contínua. O lançamento de esgotos não tratados aumentou, dramaticamente, nas últimas décadas, com impactos eutróficos severos sobre a fauna, a flora e os próprios seres humanos.

Em consequência da implantação de grandes empreendimentos na região Norte Fluminense, aumenta a preocupação com a conservação dos recursos naturais e com o comprometimento da qualidade das águas de rios, reservatórios e lagoas. Consequentemente estima-se um acentuado crescimento na urbanização e industrialização, o que potencialmente pode gerar grandes impactos ambientais como poluição das águas pelo lançamento de esgotos humanos e industriais.

Quando se buscam informações sobre o planejamento de oferta de água e proteção dos mananciais em documentos disponibilizados pela Agência Nacional das Águas (ANA), poucas informações aparecem sobre o município de São João da Barra - RJ. Assim, este trabalho pode contribuir com a base de dados do município no Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos e, simultaneamente, com o processo de monitoramento dos recursos hídricos na região.

Em face desse cenário e considerando as preocupações ambientais, este estudo trata da investigação do ecossistema hídrico Lagoa do Taí, através do monitoramento da qualidade da água, no intuito de detectar se há ou não contaminantes de origem antrópica, usando, para tanto, o Índice de Qualidade da Água (IQA). Podendo gerar dados para futuros estudos e integrar os já existentes das lagoas Salgada, de Grussaí e de Iquipari que, juntas, farão parte da futura Área de Proteção Ambiental de Grussai (APA de Grussaí).

A Lagoa do Taí está localizada no 5º distrito de São João da Barra/RJ, nas proximidades da instalação do Complexo Logístico e Industrial Portuário do Açú (CLIPA). Portanto, esta pesquisa tem como objetivo caracterizar a qualidade das águas da Lagoa do Taí e expressar os resultados através do Índice de Qualidade de Água (IQA).

Visão geral: Complexo Logístico Industrial do Porto do Açú (CLIPA)

O município de São João da Barra localiza-se na região Norte Fluminense do estado do Rio de Janeiro, possui área territorial de 455,0 km² e população de 32.747 habitantes e faz fronteira com os municípios de Campos dos Goytacazes - RJ e São Francisco do Itabapoana - RJ e está enquadrado na região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul (IBGE, 2010). Localiza-se à margem direita da foz de Itacaia do rio Paraíba do Sul e tem como principais atividades econômicas a agropecuária, o turismo, a fruticultura nativa, o artesanato e a pesca.

As águas superficiais desse município são formadas pelo rio Paraíba do Sul, as lagoas de Grussaí, Iquipari, Açú, Salgado e Taí e vários canais (sendo os principais Abreu, Quintigute, São Bento, Andreza, Atafona, Chatuba) e o Oceano Atlântico.

Em São João da Barra, está sendo instalado o CLIPA que possui características de novo tipo de porto denominado *MIDAs* (*Maritime Industrial Development Areas*) que possuem área retroportuária para instalação industrial, permitindo a estocagem em *containers* que facilitará logisticamente o escoamento de insumos e da produção (QUINTO Jr; IWAKAMI, 2009).

A implantação do CLIPA tende a causar, no entorno da região, impactos sócio-ambientais com aspectos positivos e negativos. No âmbito positivo, pode-se destacar o crescimento econômico, com muitas oportunidades de emprego, tornando-se importante para o crescimento regional e negativo nas alterações ambientais na qualidade dos recursos naturais.

Segundo Quinto Jr e Iwakami (2009), na parte sul do município, por exemplo, está ocorrendo alteração do uso do solo, que, como consequência, está deixando de ser área rural e passando a ser área urbana industrial, e devem ser analisadas para que haja desenvolvimento de forma planejada, sem gerar problemas futuros para região.

O governo do Estado do Rio de Janeiro criou, através da CODIN (Companhia de Desenvolvimento Industrial do Estado do Rio de Janeiro), o DISJB (Distrito Industrial de São João da Barra), próximo a Zona Industrial do Porto do Açú; juntos formam o CLIPA (Complexo Logístico e Industrial do Porto do Açú) e ao redor desses haverá a Área de Proteção Ambiental (APA) de Grussaí (ECOLOGUS, 2011).

As APAs estão vinculadas ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação, regulado pela Lei 9.985/2000 que estão classificadas na categoria de uso direto dos recursos naturais, destacando-se como unidades integradas ao desenvolvimento sustentável e procurando harmonizar a conservação, a recuperação ambiental e as necessidades humanas. Neste sentido, o licenciamento ambiental de empreendimentos em APAs deve seguir os procedimentos usuais estabelecidos pelo Sistema Estadual de Meio Ambiente (SISEMA, 2006).

A Gestão das Águas no Brasil

O início da gestão dos recursos hídricos no Brasil se deu com o decreto 24.643/1934, conhecido como Código das Águas ou Lei das Águas. No decorrer do tempo, as leis brasileiras foram se modificando e o monitoramento da qualidade das águas foi decretado por lei federal na década de 1970, por portarias da Secretaria do Meio Ambiente, que estabelece os padrões de qualidade de águas e efluente. A constituição Federal de 1988 permite aos Estados e à União criarem o próprio sistema de gestão como Política Nacional de Águas, pela Lei nº 9.433/97, o que constitui um marco de significativa importância para o desenvolvimento sustentável no Brasil, criando também o Sistema de Gerenciamento de

Recursos Hídricos e instituindo a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), somente concluídos em 2006 (ANA, 2012a).

No Estado do Rio de Janeiro, a Política Estadual de Recursos Hídricos instituídas pela Lei nº 3.239, em 1999, e o Decreto nº 15.159/90 estabeleceram a SERLA (Superintendência Estadual de Rios e Lagoas) como órgão técnico e responsável da política de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro (RIO DE JANEIRO, 1990) e atualmente esta responsabilidade cabe ao Instituto Estadual do Ambiente (INEA).

Em 1980 e 2000, foi regulamentada a criação do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) e da Agência Nacional de Água (ANA), respectivamente. Em 2000, o CNRH forneceu os procedimentos para enquadramento dos corpos hídricos em classes, segundo os usos preponderantes, por meio da resolução nº 12/2000 (BRASIL, 2000a).

Em 1976, no âmbito federal, o Ministério do Interior instituiu uma portaria que enquadrava as águas doces em classes, conforme os usos preponderantes. Porém, esta portaria foi substituída pela resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA 20/1986, que foi revogada pela Resolução CONAMA 357/2005, e que trouxe, como destaques, as inovações referentes à inclusão de novos parâmetros para a classificação da qualidade dos corpos de água como (BRASIL, 2005).

No quadro 1, são apresentadas as classes de água doce e seus respectivos usos preponderantes, conforme Art. 4º da Resolução CONAMA 357/05.

Quadro 1- Classes de uso preponderantes para águas doces definidas pela Resolução CONAMA 357/05.

<i>Água Doce</i>	<i>Usos a que se destinam</i>
Classe Especial	a) abastecimento para consumo humano, com desinfecção; b) preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e, c) preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
Classe 1	a) abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) proteção das comunidades aquáticas; c) recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme resolução CONAMA 274/2000; d) irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e) proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
Classe 2	a) abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) proteção das comunidades aquáticas; c) recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme resolução CONAMA 274/2000; d) 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) aquicultura e atividade de pesca.
Classe 3	a) abastecimento para consumo humano; após tratamento convencional ou avançado; b) irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) pesca amadora; d) recreação de contato secundário; e e) dessententação de animais.
Classe 4	a) navegação; e b) harmonia paisagística.

Adaptado de BRASIL (2005).

No âmbito estadual, destaca-se a instituição das políticas estaduais de recursos hídricos em todas as Unidades Federativas (UFs) desde 2006, bem como dos Conselhos

Estaduais de Recursos Hídricos. Foi registrada até 2011, a criação de 169 comitês de bacia instalados em rios de domínio estadual, 7 comitês de bacia instalados em rios de domínio federal e 7 entidades com funções de agência de água (ANA, 2012a).

Em relação ao monitoramento qualitativo da água, são diferenciados em órgãos estaduais gestores de recursos hídricos e órgãos estaduais de meio ambiente. Entre as redes de monitoramento estaduais de qualidade da água, destacam-se a do estado de São Paulo, iniciada em 1974, e a do estado de Minas Gerais, criada em 1977.

Em 2010, 17 das 27 UFs operaram redes de monitoramento da qualidade da água, com diferentes estruturas entre as redes de monitoramento estaduais, mas de forma geral, o número de pontos e a quantidade de parâmetros monitorados vêm aumentando a cada ano (ANA, 2012a).

Ecossistemas Lacustres de São João da Barra

Os limnólogos diferenciam lagos de lagoas, lagos são corpos d'água interiores sem comunicação direta com o mar e suas águas são caracterizadas, em geral, com baixo teor de íons dissolvidos, quando comparadas com as águas oceânicas. Lagoas não são elementos permanentes das paisagens do nosso planeta, porém são fenômenos de curta durabilidade na escala geológica, pois surgem e desaparecem no decorrer do tempo (ESTEVES 2011).

Entretanto, alguns autores consideram por lagoa corpos d'água rasos, de águas doces, salobra ou salgada, em que a radiação solar pode alcançar o sedimento, possibilitando a fotossíntese com crescimento de macrófitas aquáticas.

Na região Norte Fluminense, encontram-se muitas lagoas, como a Lagoa Feia que é uma das maiores lagoas de água doce do Brasil, constituída por dezenas de lagoas interconectadas por complexas redes de canais naturais e artificiais e situa-se na divisa dos municípios de Campos dos Goytacazes e Quissamã, no estado do Rio de Janeiro.

Destaca-se a Lagoa do Vigário em Campos dos Goytacazes por ter problemas gerados pelo crescimento urbano desordenado e falta de planejamento que atinge diretamente a qualidade do recurso hídrico. Segundo Souza (2009) processo similar ocorrem nas lagoas próximas ao Superporto do Açú, principalmente a de Grussaí, Iquipari, e em menor amplitude nas lagoas do Salgado e do Taí.

A lagoa de Grussaí possui maior urbanização desordenada, contribuindo para o aumento de lançamento de poluentes na lagoa, como os efluentes domésticos. Enquanto a lagoa de Iquipari é menos afetada pela urbanização, sendo menos impactada em relação à degradação.

A lagoa do Salgado é classificada como lagoa de planície de restinga e de patrimônio Geopaleontológico da humanidade. Devido à presença de estromatólitos a distribuição dos sedimentos evidencia um processo gradativo de assoreamento, caracterizado por duas sequências, uma marinha e outra lagunar (Souza, 2009).

A lagoa do Taí da Praia, denominada por alguns moradores antigos e na atualidade conhecida como Lagoa do Taí, outrora foi um grande corpo de água que nas cheias abastecia a lagoa de Grussaí, através de uma rede de pequenos e rasos canais naturais que sulcam a restinga. Atualmente é formada por duas lagoas unidas por um brejo situado entre elas, tendo as comunidades de Palacete e Campo da Praia em suas redondezas, com algumas casas próximas às margens (ECOLLOGUS, 2011).

Qualidade da Água e Índice de Qualidade

Para conceituar a qualidade de uma determinada água, deve-se ponderar a relação das condições naturais do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica. A qualidade das águas depende das condições geológicas e geomorfológicas e da cobertura vegetal da bacia de drenagem, além do comportamento dos ecossistemas terrestres e aquáticos e das ações do homem (TUCCI, 2007).

As ações antrópicas que mais podem influenciar na qualidade da água são: os lançamentos de cargas nos sistemas hídricos, a alteração do uso do solo rural e urbano e as modificações no sistema hídrico. Os conceitos de qualidade e poluição estão comumente interligados, pois a poluição decorre de uma mudança na qualidade física, química, radiológica ou biológica do ar, água ou solo, causada pelo homem ou por outras atividades antrópicas (PINHEIRO, 2008).

Segundo Pinheiro (2008), a qualidade da água pode se classificar em diversas esferas: quanto à regulamentação na área da saúde, que visam a garantir segurança para o consumo humano. E as relativas ao meio ambiente, relacionadas ao controle da poluição hídrica, à compatibilidade com os usos recreativos e ao planejamento e gestão dos recursos hídricos.

Em relação aos padrões e condições da qualidade da água, destacam-se, para diferentes finalidades: para o padrão de potabilidade a Portaria Ministério da Saúde nº. 2.914/11 (BRASIL, 2011); para a classificação de corpos d'água a Resolução CONAMA nº. 357/05 (BRASIL, 2005) e para fins de balneabilidade a Resolução CONAMA nº. 274/00 (BRASIL, 2000b).

Existem vários indicadores que expressam aspectos parciais da qualidade das águas. O índice é uma integração de certos indicadores com a função de comparar a situação atual de um sistema com a situação desejada ou indicada para este sistema (UNESCO, 1984). Porém, não existe, um indicador único que sintetize todas as variáveis químicas, físicas e biológicas.

O surgimento de um indicador de medida da qualidade da água aconteceu a partir do Índice de Qualidade da Água (IQA), elaborado pelo pesquisador alemão R. Horton em 1965 e apresentado para a Comissão de Saneamento de Água (ORSANCO - *Ohio River Valley Water Sanitation Commission*) e ficou conhecido como o IQA_H. A criação do IQA_H serviu de base para elaboração de outros índices até chegar ao IQA_{CETESB}. Após este período, os índices passaram a ser vistos como ferramentas importantes para o monitoramento visando à redução da poluição ambiental e na disponibilização de informação pública (ANA, 2005).

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2005), o Índice de Qualidade das Águas (IQA) foi formulado em 1970, nos Estados Unidos, pela *National Sanitation Foundation* (NSF), através de uma pesquisa de opinião junto a 142 especialistas da área ambiental, e selecionaram alguns parâmetros importantes para a avaliação da água, criando o IQA_{NSF}.

Desta forma, o IQA é composto por nove parâmetros (oxigênio dissolvido, coliformes fecais, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, fosfato, temperatura, turbidez e sólidos totais) com seus respectivos pesos relativos, que seria mais alto quanto maior fosse a sua importância, e estabeleceram curvas de qualidade com valores ponderados em cada variável, além de que os pesos foram determinados com a importância ambiental.

No Brasil, a CETESB modificou o IQA_{NSF} substituindo o parâmetro nitrato por nitrogênio total e fosfato por fósforo total, mantendo os pesos e as curvas dos parâmetros, que começaram a utilizar a partir de 1975. Nas décadas seguintes, outros estados brasileiros adotaram o IQA, que hoje é o principal índice de qualidade da água utilizado no país.

Segundo Franco e Hernandez (2012), no meio acadêmico, o IQA passou a ser uma ferramenta nos estudos de qualidade de água, como forma de se conhecer os efeitos produzidos pela ação humana em determinada bacia hidrográfica (GOUVÊA, 2012; ZANINII

at al., 2010; PINTO FILHO *et al.*, 2012 ; POLETO *at al.*, 2010; ANA, 2009; PINHEIRO, 2008; BASSO ; CARVALHO,2007 ; PINHEIRO ; LOCATELLI, 2006; CETESB, 2006; CETESB, 2003).

O IQA trata de um índice que mede a condição da avaliação de água para a utilização de abastecimento público, considerando um tratamento convencional, porém, a avaliação do IQA apresenta limitações, por não analisar outros parâmetros importantes, tais como; substâncias tóxicas (metais pesados, pesticidas, compostos orgânicos), protozoários patogênicos e substâncias que podem interferir nas principais propriedades organolépticas da água.

Apesar destas limitações, o IQA é um índice de qualidade bastante empregado no Brasil, podendo ser utilizado como referência entre diferentes corpos d'água (ANA, 2012a). Nesta perspectiva, os resultados de IQA são relativos e devem ser interpretados levando em consideração o uso da água analisada. Por exemplo, um valor de IQA baixo pode indicar a má qualidade da água para o abastecimento, porém, a mesma água pode ser utilizada sem problemas em outros usos como a navegação ou a geração de energia.

Para demais fins, foram desenvolvidos outros índices, como o IAP (índice de qualidade da água bruta para abastecimento público); IB (índice de balneabilidade); IVA (índice de qualidade de água para proteção da vida aquática); IQAD (índice de qualidade de água distribuída); IETM (índice para avaliação do Estado Trófico de lagos, Estuários e Reservatórios); IPMCA (índice dos parâmetros mínimos para preservação da vida aquática) e o IET (índice de estado trófico); IQAR (índice de qualidade de água em reservatórios) (ANA, 2009; CPRH, 2003).

Cada estado possui rede própria de monitoramento, os dados são repassados a ANA, estando acessíveis pelo site do Plano Nacional de Qualidade das Águas (PNQA) (ANA, 2012b). A Agência Nacional de Águas divulgou no relatório anual de 2012, a avaliação da qualidade das águas superficiais interiores do Brasil (rios, lagos e reservatórios) em termos de IQA geral no país. Os resultados do IQA (figura 1) representam 1.988 dos 2.259 pontos coletados em 2010 em 17 estados brasileiros, indicando a situação mais recente de qualidade de água no Brasil.

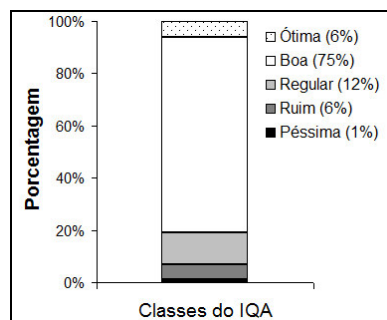


Figura 1 – Distribuição em porcentagem das classes do IQA para os 1.988 pontos de amostragem, no Brasil em 2010. Fonte: Adaptado da ANA, 2012a.

Os pontos utilizados para a análise foram distribuídos nas classes do IQA (ótima, boa, regular, ruim e péssima). Considerando os valores médios do IQA no ano, pode-se observar uma condição ótima em 6% dos pontos de monitoramento, boa em 75%, regular em 12%, ruim em 6%, e péssima em 1%.

Os pontos de monitoramento, cujos valores médios de IQA levaram a sua classificação como “ruins” ou “péssimos” foram, em sua maioria, detectados em corpos hídricos que atravessam áreas urbanas densamente povoadas, como regiões metropolitanas das capitais e das grandes cidades do interior. Os baixos índices na classificação da qualidade das águas

estão associados, principalmente, ao lançamento de grandes cargas de efluentes tratados ou esgotos domésticos lançados *in natura* nos corpos hídricos (ANA, 2012a).

Metodologia

A Lagoa do Taí, objeto deste estudo está localizada na chamada Área de Influência Direta do Complexo Logístico e Industrial do Porto do Açu no 5º distrito de São João da Barra, no Estado do Rio de Janeiro, sendo formada por duas seções unidas por um brejo. A primeira seção foi caracterizada de “Parte Grande” e localizada a 21° 46’38.60” de latitude sul e 41° 08’12. 60” de longitude a oeste, possuindo 1.767 m de comprimento e 808 m de largura, apresentando um perímetro de 4.637 metros. A segunda seção da lagoa, denominada “Parte Pequena”, está a 21° 48’18.92” de latitude sul e 41° 07’43.78” de longitude a oeste, possui cerca de 1.000 m de comprimento e 543 m de largura, com perímetro de 2.806 metros (ECOLOGUS, 2011).

A hipótese levantada no estudo é de que contaminantes de origem antrópica podem estar presentes afetando a qualidade das águas na lagoa do Taí.

A proposta metodológica desse trabalho consistiu na caracterização da qualidade das águas da Lagoa do Taí, através do Índice de Qualidade das Águas (IQA). Foram realizadas, saídas de campo, revisão de literatura, coleta e análise de amostras de água, cálculo do IQA e sistematizações dos resultados obtidos.

Quanto às saídas de campo, foram realizadas 6 campanhas de coletas de água mensalente, de julho a dezembro de 2012 e, selecionados 11 pontos amostrais. O primeiro ponto de amostragem foi denominado referência, PR, situado no canal de ligação existente entre o canal São Bento, utilizado como extravasador das águas do Rio Paraíba Sul, e a Lagoa do Taí. Os outros 10 pontos foram identificados na Lagoa do Taí, de acordo com a tabela 1.

Tabela 1 – Coordenada georreferenciadas dos pontos de coleta

Pontos	Localização	Coordenadas Geográficas	
PR	Canal de ligação	S 21°45’21.03’’	W 41°09’30.73’’
P2	Início da Lagoa - Parte Grande	S 21°46’27.08’’	W 40°08’13.96’’
P3	Meio da Lagoa - Parte Grande	S 21°46’53.09’’	W 41°08’24.4’’
P4	Margem esquerda - Parte Grande	S 21°46’51.40’’	W 41°08’15.79’’
P5	Margem direita - Parte Grande	S 21°47’03.33’’	W 41°08’29.15’’
P6	Final da Lagoa - Parte Grande	S 21°47’21.08’’	W 41°08’24.8’’
P7	Início da Lagoa - Parte Pequena	S 21°48’07.23’’	W 41°07’46.13’’
P8	Meio da lagoa - Parte Pequena	S 21°48’20.07’’	W 41°07’43.01’’
P9	Margem esquerda - Parte Pequena	S 21°48’18.01’’	W 41°07’47.51’’
P10	Margem direita - Parte Pequena	S 21°48’15.05’’	W 41°07’47.02’’
P11	Final da Lagoa - Parte Pequena	S 21°48’40.01’’	W 41°07’44.03’’

A Lagoa do Taí é dividida em duas partes e apresenta escoamento de água parcialmente retardado pela presença de uma extensa faixa de vegetação, predominantemente do tipo “taboa” (*Typha domingensis*), que possui aproximadamente 1,5 km de extensão (figura 2).

Em função dessa divisão, este estudo utilizou a seguinte caracterização: i) PR - Ponto Referência representado pelo canal de ligação São Bento e a Lagoa do Taí; ii) Parte Grande -

representa a primeira seção da Lagoa do Taí com os pontos de amostragens de P2 a P6; e Parte Pequena – segunda seção da lagoa com pontos de amostragens de P7 a P11.

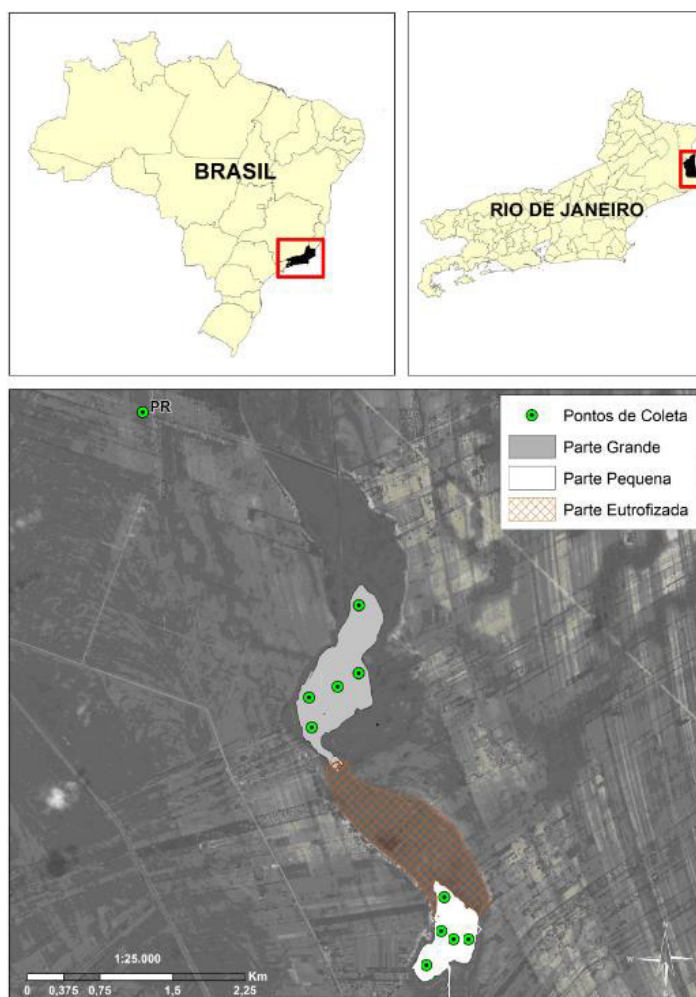


Figura 2 - Visualização da área de pesquisa. Lagoa do Taí - Ponto Referência (PR), Parte Grande, Parte Pequena e Área Eutrofizada. Fonte: Imagem adaptada pelo *software Google Earth*. Ano – 2012.

Os resultados do PR não foram considerados neste estudo para compor as médias mensais do IQA na Lagoa do Taí. Seus valores serviram de base para saber se a água de entrada para a lagoa possuía níveis de classificação pelo IQA elevados ou não.

As amostras de água foram coletadas com auxílio da equipe de apoio do *Campus Rio Paraíba do Sul – Unidade de Pesquisa e Extensão Agro Ambiental (UPEA)* pertencente ao Instituto Federal Fluminense. A coleta e armazenamento das amostras seguiram as orientações contidas no Manual Prático de Análise de Água (FUNASA, 2009). Os ensaios laboratoriais utilizaram as normas-padrão do 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 da UPEA; 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: fósforo total (método colorimétrico); nitrogênio total (método volumétrico em ácido bórico); sólidos totais (sólidos totais secos a 103 – 105°C); pH (potenciometria); *E. coli* (método enzima-substrato – Colillert®), turbidez (método nefelométrico), DBO (método DBO em 5 dias) e OD (método Azida modificado).

A partir da integração desses nove parâmetros, determina-se o IQA, obtido pelo produtório ponderado dos valores de qualidade para cada parâmetro (q_i) considerando os pesos (w_i), indicado no quadro 2.

Quadro 2 – Parâmetros que compõem o IQA e seus respectivos pesos.

Parâmetro	Peso W_i
Oxigênio dissolvido (%OD)	0,17
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	0,15
Potencial hidrogeniônico - pH	0,12
DBO (mg/L)	0,10
Nitrogênio total (mg/L NO ₃)	0,10
Fósforo total (mg/L PO ₄)	0,10
Temperatura (°C)	0,10
Turbidez (UNT)	0,08
Resíduos totais (mg/L)	0,08

Fonte: (CETESB , 2006)

Assim, o valor do IQA é obtido de acordo com a equação:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Onde:

IQA - Índice de Qualidade das Águas. Um número entre 0 e 100;

q_i - Parâmetro i obtido através da curva média específica da qualidade segundo metodologia da CETES, 2006;

w_i - peso atribuído ao parâmetro, em função de sua importância na qualidade, entre 0 e 1.

n - número de parâmetros.

Os valores finais do IQA são expressos em categorias de qualidade representados em quadros ou tabelas, facilitando a assimilação dos resultados, e se caracterizam entre zero a cem; são classificados em 5 categorias e variam entre os estados brasileiros, conforme apresenta o Quadro 3.

Quadro 3 - Níveis de classificação do IQA, variação entre os estados brasileiros.

Níveis de classificação da qualidade das águas.	Faixa do IQA utilizadas nos estados: AL, MG, MT, MT, PR, RJ, RN, RS.	Faixa do IQA utilizadas nos estados: BA, CE, ES, GO, MS, PB, PE, SP.
Ótima	91 < IQA ≤ 100	80 < IQA ≤ 100
Boa	71 < IQA ≤ 90	52 < IQA ≤ 80
Razoável ou aceitável	51 < IQA ≤ 70	37 < IQA ≤ 52
Ruim	26 < IQA ≤ 50	20 < IQA ≤ 37
Péssima	0 < IQA ≤ 25	0 < IQA ≤ 20

Fonte: ANA (2009) e CETESB (2006).

Os valores dos parâmetros obtidos após análises durante as seis campanhas no período de julho a dezembro de 2012 foram reunidos e calculados em planilhas eletrônicas, para

composição do Índice de Qualidade de Água (IQA). E foi realizada avaliação espacial e temporal dos resultados obtidos, verificando a influencia sazonal.

Resultados e Discussão

Após a compilação dos dados analíticos e cálculo do IQA, constatou-se que a Lagoa do Taí – RJ apresentou resultados médios de IQA entre 62 e 76 no período de julho a dezembro de 2012 (tabela 2). Estes resultados caracterizam a qualidade das águas da lagoa entre boa e razoável, segundo os níveis de qualidade adotados pela ANA (2009) no estado do Rio de Janeiro e, entre boa e ótima, segundo a classificação CETESB (2006).

Tabela 2 – Valores do IQA da Lagoa do Taí - RJ, durante o monitoramento.

Amostras	Jul IQA	Ago IQA	Set IQA	Out IQA	Nov IQA	Dez IQA	Média do IQA
PR	63	69	79	68	73	71	71
Parte Grande (IQA médio = 74)							
P2	59	73	79	71	65	83	72
P3	69	72	79	75	85	85	78
P4	69	74	77	72	83	80	76
P5	58	75	78	74	74	79	73
P6	62	65	68	68	78	73	69
Parte Pequena (IQA médio = 69)							
P7	61	67	58	63	70	72	65
P8	68	71	77	67	72	72	71
P9	63	73	78	65	71	68	70
P10	55	68	78	67	75	74	70
P11	60	70	77	63	73	70	69
Média IQA*	62	71	75	69	75	76	71
Classificação	Razoável	Boa	Boa	Razoável	Boa	Boa	Boa

* Média de IQA dos pontos de coleta na Lagoa do Taí, excluindo o ponto referência (PR). Obs.: em negrito os valores correspondem ao nível de classificação de IQA razoável (ANA, 2009), demais valores correspondentes ao nível de classificação de IQA boa (ANA, 2009)

Observou-se, a partir da tabela 2, a variabilidade temporal e espacial do IQA da Lagoa do Taí – RJ. A análise de variação temporal no período estudado entre os meses de julho a dezembro de 2012 evidenciou uma correlação entre o IQA nos períodos seco e chuvoso.

Pode-se observar que os valores médios do IQA na Parte Grande na Lagoa do Taí (P2 a P6) variou de 69 a 78 com média de IQA 74 e na Parte Pequena (P7 a P11) variou de 65 a 71 e obtendo a média de IQA 69, ou seja, em ambas as seções da lagoa, as médias por pontos apresentou classificação de IQA entre razoável e boa (tabela 2).

O PR apresentou pouca variação em relação à classificação da qualidade de água, durante os meses avaliados, com 50% das amostragens classificadas como boa e 50% como razoável (tabela 2). Nos meses de julho e setembro deste mesmo ano, os valores de PR foram maiores que a média dos pontos da lagoa, porém com pouca variação.

De uma maneira geral, os valores de IQA do ponto controle acompanharam as variações observadas nos pontos de coleta na Lagoa do Taí, sendo possível comprovar que as águas do canal de ligação influenciam a qualidade das águas da Lagoa do Taí.

Nota-se que, nos meses de menores índices pluviométricos, ocorreu um efeito significativo nos resultados dos parâmetros, refletindo no decréscimo do IQA, conforme a escala temporal das variações do IQA ocorridas no período de julho a dezembro de 2012.

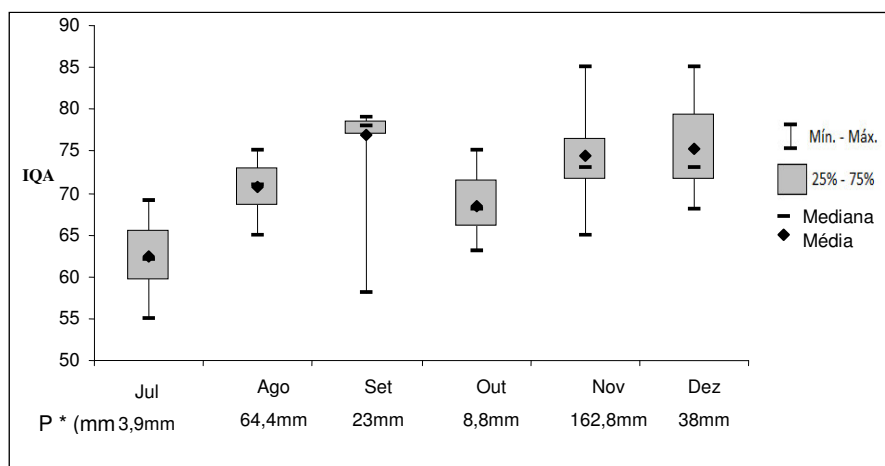


Figura 3 – Distribuição do IQA em escala temporal, de amostras de água coletadas em 10 pontos da lagoa do Taí no ano de 2012.

Legenda: P* - Média Pluviométrica (mm) na região de estudo. Fonte: <http://www.campuscg.ufrrj.br>

O mês de julho, conforme figura 3, foi o que apresentou menores valores de IQA, com valores dos 1º e 3º quartis entre 60 e 66, valor mínimo de 55 e média igual a 62. Observa-se a distribuição dos valores do IQA no decorrer do período estudado, que sugere um comportamento cíclico, coincidente com a sazonalidade do clima.

Assim, duas outras observações podem ser estatisticamente relevantes: A - nas duas últimas medições realizadas, a média se afasta da mediana, sugerindo qualidade melhor que a habitual em alguns pontos, o que elevou a média. Este fato ocorreu em novembro e com maior ênfase em dezembro. B - observaram-se, no mês de setembro, medições excepcionalmente baixas para o IQA em dois pontos (tabela 2) quando comparados com os demais, acarretando distorções observadas na figura 3.

Em decorrência de baixos índices de precipitação em setembro (23 mm) e outubro (8,8 mm), foi constatado um decréscimo no IQA médio de 75 em setembro para 69 em outubro, mudando o nível de qualidade da água de boa para razoável.

Identificou-se, todavia, maiores valores do (IQA) no final de novembro, período em que ocorreu maior índice de precipitação (162,8 mm), que refletiu nos resultados do IQA no mês de dezembro, apesar de apresentar menor índice de precipitação em relação ao mês anterior, a classificação da água permaneceu na mesma categoria (boa).

Observou-se que nos meses de seca, principalmente no mês de julho, os valores médios de *E. coli* foram elevados quando comparados com os meses de alto índice pluviométrico como em novembro que teve concentrações mais baixas de *E. coli* (tabela 3).

Conclui-se que as concentrações elevadas de *E. coli* nas águas influenciam diretamente nos baixos resultados do IQA. Esse parâmetro possui o segundo maior peso relativo na composição do IQA (quadro 2), contribuindo, assim, para o decréscimo da qualidade da água observado nos períodos de seca.

Tabela 3 – Resultado de IQA e de *E. coli* (NMP/100mL) na Lagoa do Taí e índice pluviométrico, durante o monitoramento.

	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
IQA	62	71	75	69	75	76
<i>E. coli</i> (NMP/100mL)	663,1	59,85	56	181,913	25,56	8,82
Precipitação (mm)	3,9	64,4	23	8,8	162,8	38

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

Em estudos realizados na Laguna de Tramandaí no Rio Grande do Sul, Cardoso e Marques (2006), identificaram valores críticos de *E. coli* no período do inverno com baixo índice pluviométrico. E assim, como observado nesse estudo, a influência desse parâmetro foi significativa para o decréscimo dos valores de IQA.

Já Pinheiro e Locatelli (2006), na Bacia do Itajaí - SC observaram que em mananciais superficiais os valores do IQA eram menores na condição antecedente a 24 horas de ocorrência de precipitação, evidenciando que as chuvas interferem nos resultados analíticos dos parâmetros e alteram o resultado do IQA, devido ao aumento de volume de água no período chuvoso que aumenta a capacidade de depuração das lagoas, diminuindo a concentração dos nutrientes.

Pinto Filho *et al.* (2012) encontraram resultados semelhantes, com menor índice de qualidade de água, na época de seca na Lagoa do Apodi - RN e recuperação significativa na época chuvosa.

Entretanto, Zanini *et al.* (2010), na caracterização da água da bacia do Córrego Rico, assim como Franco e Hernandez (2012), na bacia do Coqueiro (SP), identificam maiores valores do IQA no período seco e menores no período chuvoso. Portanto, é preciso observar a formação geológica, a localização, as possíveis fontes de contaminação do lençol freático, as condições e mudança em qualquer variável na área de estudo para justificar as peculiaridades dos resultados.

Quanto à análise espacial dos resultados do IQA na Lagoa do Taí – RJ, alguns pontos de monitoramento apresentaram tendência de aumento dos valores médios do IQA ao longo dos meses de estudo e estão destacados na figura 4.

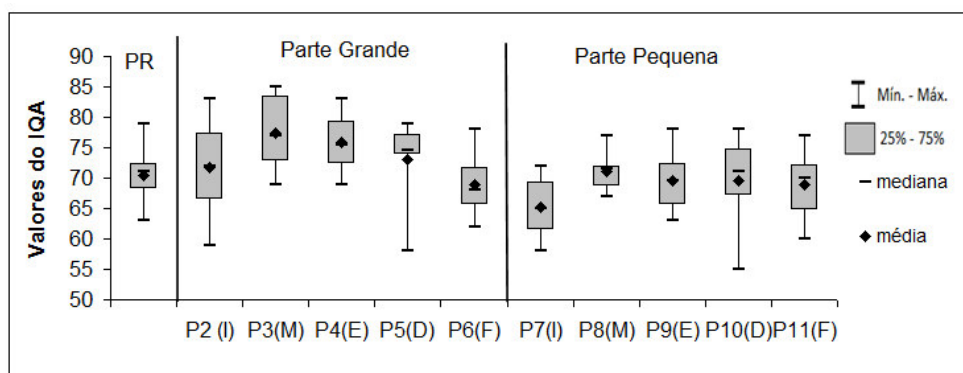


Figura 4 – Distribuição do IQA em escala espacial dos pontos de amostragem: PR (ponto referência); P2 (início); P3(meio); P4(margem esquerda); P5(margem direita); P6(final); P7(início); P8(meio); P9(margem esquerda); P10(margem direita); P11(final).

Analisou-se espacialmente as duas seções da Lagoa do Taí, pode-se observar que a Parte Grande (P2 a P6) apresentou melhores resultados do IQA comparados aos obtidos na Parte Pequena (P7 a P8). Os pontos do meio apresentaram os maiores valores do IQA em ambas as seções, justificável pela menor quantidade de matéria orgânica e menor influência de impactos antrópicos.

O valor baixo (58) do IQA no mês de julho provocou a distorção gráfica no P5, e o resultado bom em setembro (77) do IQA no P8 (figura 4) originou a distorção gráfica. Ressalta-se que o P7 apresentou a menor média (65) do IQA.

Observou-se que, no mês de julho, 100% dos pontos apresentaram a qualidade das águas como razoável (tabela 4), representando o período seco, e em 10% e 0% como qualidade razoável, no mês de novembro e dezembro, respectivamente, representando o período chuvoso.

Tabela 4 – Níveis de classificação em categorias do IQA (ANA, 2009) no período de monitoramento.

Amostras	Jul IQA	Ago IQA	Set IQA	Out IQA	Nov IQA	Dez IQA	Classificação Geral
PR	Razoável	Razoável	Boa	Razoável	Boa	Boa	Boa
P2*	Razoável	Boa	Boa	Boa	Razoável	Boa	Boa
P3*	Razoável	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa
P4*	Razoável	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa
P5*	Razoável	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa
P6*	Razoável	Razoável	Razoável	Razoável	Boa	Boa	Razoável
P7**	Razoável	Razoável	Razoável	Razoável	Boa	Boa	Razoável
P8**	Razoável	Boa	Boa	Razoável	Boa	Boa	Boa
P9**	Razoável	Boa	Boa	Razoável	Boa	Boa	Razoável
P10**	Razoável	Razoável	Boa	Razoável	Boa	Boa	Razoável
P11**	Razoável	Boa	Boa	Razoável	Boa	Boa	Razoável

Legenda: PR : Ponto referência; *: Parte Grande da Lagoa do Taí; **: Parte Pequena da Lagoa do Taí.

Na classificação geral dos pontos, a Parte Grande é caracterizada pelo IQA como qualidade de água boa, com exceção do P6 que está na categoria razoável, enquanto a Parte Pequena apresenta no meio da lagoa (P8) a qualidade boa e nos demais pontos qualidade razoável (tabela 4).

Esse comportamento pode ser justificado pelo menor volume de água existente na Parte Pequena da lagoa do Taí e por esta seção possuir, visualmente, maiores impactos antrópicos como pastagens ao redor da lagoa, assoreamento nas margens, maior utilização para fins recreativos, presença de animais domésticos, além de estar situada após a faixa de vegetação que divide as lagoas, diminuindo a capacidade de autodepuração do sistema.

Considerações Finais

Os usos múltiplos da água, as permanentes necessidades para atendimento ao crescimento populacional, as demandas industriais têm gerado permanente pressão sobre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Por se tratar de um recurso hídrico localizado na área de influência direta do empreendimento do Complexo Logístico Industrial do Porto do Açú, o monitoramento da qualidade das águas da Lagoa do Taí se faz importante visando à conservação qualitativa e quantitativa devido a possíveis impactos que poderão ser gerados com a instalação do CLIPA.

Nesta perspectiva, este estudo buscou contribuir e alargar as pesquisas sobre a qualidade das águas superficiais. Foi observado na Lagoa do Taí, que a qualidade da água em períodos secos apresentou condições piores com valores IQA mais baixos e, durante o período chuvoso, o IQA e os parâmetros melhoram consideravelmente, sugerindo que a melhoria da qualidade das águas é influenciada pelo efeito diluição.

Após a identificação da qualidade da água da Lagoa do Taí, que apresentou um IQA mínimo de 55 e máximo de 85, segundo as categorias de comparação deste mesmo índice no Estado do Rio de Janeiro.

Destacou-se que a Parte Grande da lagoa do Taí apresentou melhor qualidade de água em relação à Parte Pequena. Pode-se concluir que a qualidade da água se encontra entre razoável e boa, com média mais próxima a classificação razoável. Podem-se correlacionar estes resultados com as possíveis contaminantes de origem antrópica carreados para a lagoa pelos canais que, direta ou indiretamente estão associados à Lagoa do Taí.

Assim, ações visando à restauração e/ou diminuição da degradação da qualidade das águas da Lagoa do Taí se fazem necessárias, como uso mais frequente do IQA.

Agradecimentos

Agradeço ao Campus Rio Paraíba do Sul do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense pelo apoio técnico-financeiro disponibilizado na realização dessa pesquisa e a Equipe de Trabalho de Campo da UPEA, sem a qual esse trabalho seria inviável. Muito Obrigada.

Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA – ANA. **Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil**. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Brasília: ANA/SPR, 2005. 179 p.

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, 2012a, 215 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Portal Nacional da Qualidade das Águas (PNQA)**. ANA, 2012b. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/Estrutura/PNQA.aspx> Acesso em: 14 jun.2012.

BASSO, E. R.; CARVALHO, S. L. **Avaliação da Qualidade da Água em duas Represas e uma Lagoa no Município de Ilha Solteira (SP)**. Holos Environment. 2007, 16-29. Disponível em: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/holos/article/view/970>. Acesso em : 22 nov. 2012.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Dispõe sobre a condição necessária das águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário). Resolução nº274, de 29 de novembro de 2000b.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Dispõe sobre os procedimentos para enquadramento dos corpos de água segundo seus usos preponderantes. Brasília. DOU 20.07.2000. Resolução nº 12, de 19 de julho de 2000 a.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONANA). 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 nº 357, de 17 de março de 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Portaria n.2914, de 25 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: www.comitePRj.sp.gov.br/download/Portaria_MS_2914-11.pdf> Acesso em: 6 de jun. 2012.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental/Estado de São Paulo. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2003**. São Paulo: Série Relatórios. CETESB, 2003, 2 v. Disponível em: <http://www.mp.sp.gov.br/portal/page/portal/.../Relatório%20Anual.pdf>. Acesso em :10 de nov. 2012.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental/Estado de São Paulo. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo: Índices de Qualidade das Águas**. São Paulo: CETESB, 2006. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas.../108-indices-de-qualidade-das-aguas>. Acesso em: 10 ago. de 2012.

CARDOSO, L. de S.; MARQUES, D.M.L. **Relações de índice de Qualidade de Água (IQA) com a Variação Temporal e Espacial da Comunidade Zooplancônica do Sistema Lagunar de Tramandai Rio Grande do Sul**. Revista Eletrônica Brasileira de Recursos Hídricos. 2006, v. 11, n.2, p. 123-134.

CPRH/PE – Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Seleção de índices e indicadores**. Programa Nacional de Meio Ambiente II, Subcomponente Monitoramento da qualidade de água. Pernambuco, 2003. Disponível em: <http://www.pe.gov.br/busca/?q=sele%27%20de+%20ndices+e+indicadores>. Acesso em: 4 jun. 2012.

EATON, ANDREW. D.; CLESCERI, LENORE S.; RICE EUGENE W.; GREENBERG Arnold E. **Standard Methods for the Examination of water & wastewater**. USA. Apha, 2005, 21 ed.

ECOLOGUS. Engenharia Consultiva Relatório de Impacto Ambiental – **Infraestrutura do Distrito Industrial de São João da Barra**. Est. do Rio de Janeiro: Agrar, Empresa LLX, 2011, 120p.

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

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

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

GOULART, M. D.; CALLISTO, M. **Bioindicadores de Qualidade de Água como ferramenta em estudos de impacto ambiental**. Revista FAPAM, 2003, v.2, p.78-85. Disponível em: <http://www.revistas2.uepg.br/index.php/tp/article/view/1876/2427>. Acesso em: 10 Jun. 2012.

GOUVÊA, Patricia da Silva Toledo Carvalho. **Gestão de Recursos Hídricos, Saneamento Básico e Justiça Ambiental: Avaliação da Qualidade das Águas de Abastecimento Público na Região Serrana do Município de Macaé**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Instituto Federal de Educação, Ciência Tecnologia Fluminense - Macaé, 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010 – Cidades**. Dados de São João da Barra, RJ. 2010. Resultados do censo 2010. ph. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/cidadesat/SINTESE>. Acesso em: 7 jun. 2012.

INEA – Instituto Estadual do Ambiente. **Balneabilidade de Praias**. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/fma/balneabilidade-praias.asp?cat=75>. Acesso em: 2 mai. 2012.

PINHEIRO, A.; LOCATELLI, N. D. **Evoluções espaciais e temporais da qualidade das águas dos mananciais superficiais da bacia do Itajaí**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Porto Alegre-RS : 2006, v.11, p.71-77.

PINHEIRO, Mariana Rodrigues de Carvalhaes. **Avaliação de usos preponderantes e qualidade da água como subsídios para os instrumentos de gestão dos recursos hídricos à bacia hidrográfica do rio Macaé**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Centro Federal de Educação, Ciência Tecnológica Fluminense - Macaé, 2008.

PINTO FILHO, J. L.O.; SANTOS, E.G.; SOUZA, M.J.J. **Proposta de Índice de Qualidade de água para a Lagoa do Apodi, RN, Brasil**. Holos Environment, 2012, v.2, p.69 - 76.

POLETO, C.; CARVALHO, L. S.; TSUNAO, M. **Avaliação da qualidade da água em uma microbacia hidrográfica no município de Ilha Solteira (SP)**. Holos Environment, 2010 v.10, p.95-109.

QUINTO Jr. L.; IWAKAMI, L. N. **Projeto do Porto do Açú: Nova Frente Urbana de um porto privado**. In: XIII ENANPUR: Encontro da Associação Nacional de pós-graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional. Florianópolis, SC, 2009.

RATTNER, H. **Meio Ambiente Saúde e Desenvolvimento Sustentável**. Revista Ciência & Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, 2009, v. 14, n. 6, p. 1965 – 1971.

RIO DE JANEIRO. Transforma, mediante autorização do Poder Legislativo, a Superintendência Estadual de Rios e Lagoas - SERLA, entidade autárquica, na Fundação, aprova os seus estatutos e da outras providencias. Decreto n. 15.159, de 24 de julho de 1990.

SICHE, R.; AGOSTINHO, F. ; ORTEGA, E.; ROMERO, A. **Índices versus Indicadores: Precisão Conceituais na Discussão da Sustentabilidade de Países**. Ambientais & Sociedade Campinas, 2007, v.2, p. 137 – 148.

SISEMA- **Sistema Estadual de Meio Ambiente**- estabelecido pela Lei nº 10.431, de 20 de dezembro de 2006. Disponível em: <http://www.seia.ba.gov.br/institucional/sisema-sistema-estadual-do-meio-ambiente>. Acesso em: 16 jul. 2012.

SOUZA, F. P. de. **Estudo de Ocupação Espontânea na Lagoa do Vigário, no Município de Campos dos Goytacazes - RJ, propostas mitigadoras e amparo legal**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Centro Federal de Educação, Ciência Tecnológica Fluminense , 2009.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Mudanças climáticas e impactos sobre recursos hídricos no Brasil**. Ciência & Ambiente. Santa Maria, RS, 2007, n. 34, p. 137-156.

UNESCO- Organização das Nações Unidas para Educação, a Ciência e a Cultura. **Hydro environmental indices: a review and evaluation of their in the assessment of the environmental impacts of water projects**. Paris: UNESCO, 1984. Disponível em : http://hydrologie.org/BIB/Publ_UNESCO/TD_SC84_CARD.pdf .Acesso em: Jun.de 2012.

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. de 2013.

ZANINI, H. L. T.; AMARAL, L. A.; ZANINI, J. R.; TAVARES, L. H. S. **Caracterização da água da microbacia do córrego rico avaliada pelo índice de qualidade de água e de estado trófico**. Revista de Engenharia Agrícola, 2010, v.30, p.732-741.

3 ARTIGO CIENTÍFICO 2

QUALIDADE DE ÁGUA NA LAGOA DO TAÍ, EM SÃO JOÃO DA BARRA - RJ

(a ser submetido à avaliação na Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH)

Laci Gonçalves Viana

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, *campus* Campos- Centro.

laci27@yahoo.com.br

Vicente de Paulo Santos de Oliveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, *campus* Rio Paraíba do Sul.

RESUMO

O monitoramento dos ambientes aquáticos tem se tornado mais presente na sociedade devido ao crescente quadro de degradação dos corpos d'água, que causam cenários de escassez e conflitos nos usos preponderantes. Podendo causar, também, prejuízos à saúde da população, por meio de consumo direto ou por contato primário da exposição a águas contaminadas. Este estudo foi realizado na Lagoa do Taí, localizada no Estado do Rio de Janeiro, 5º distrito de São João da Barra, 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: oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, *E. coli*, turbidez, pH e fósforo total. Dos seis parâmetros avaliados em relação aos valores máximos permitidos pela resolução CONAMA 357/05, cinco ficaram com média abaixo do limite máximo para águas doces de classe 2, ou seja são indicativos de boa qualidade da água. O parâmetro fósforo total foi o poluente mais impactante em relação à qualidade das águas.

Palavras-chave: Lagoas, bacia hidrográfica, recursos hídricos.

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 se encontra baixo índice populacional e grande oferta de água. Enquanto na Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste concentra problemas relacionados à quantidade e a qualidade de água, por possuírem 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. Este 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).

Neste 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 Jr; 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).

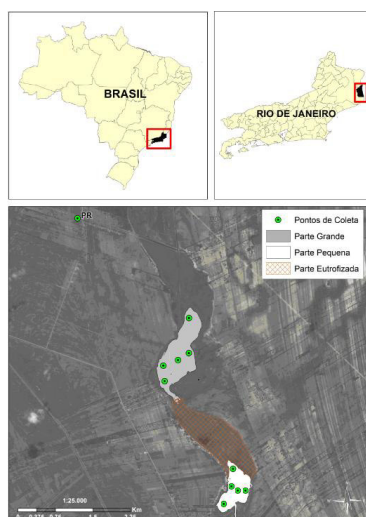


Figura 1 – Visualização da área de pesquisa. Lagoa do Taí - “Pontos de Coleta, Parte Grande, Parte Pequena e Área Eutrofizada”. Fonte: Imagem adaptada do software *Google Earth*. Ano – 2012

Foi realizado um monitoramento da qualidade das águas em 6 campanhas mensais de coletas de água, 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 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°09'30.73.2"	0,50
Parte Grande			
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
Parte Pequena			
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 Agro Ambiental, *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: UFRRJ - campus Dr. Leonel Miranda (2013).

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.

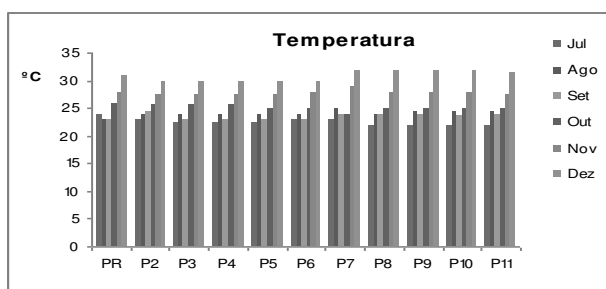


Figura 2 - Valores da Temperatura (° C) na Lagoa do Taí, no período de julho a dezembro de 2012.

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).

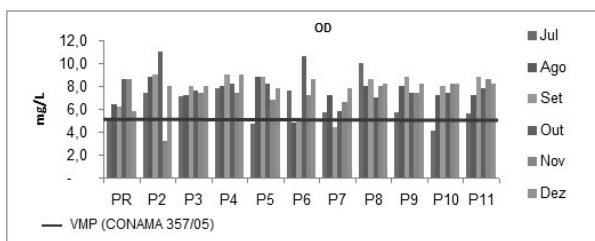


Figura 3 - Valores de Oxigênio Dissolvido (OD) na Lagoa do Taí, no período de julho a dezembro de 2012.

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 destes 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 valores de OD foram maior ou igual 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.

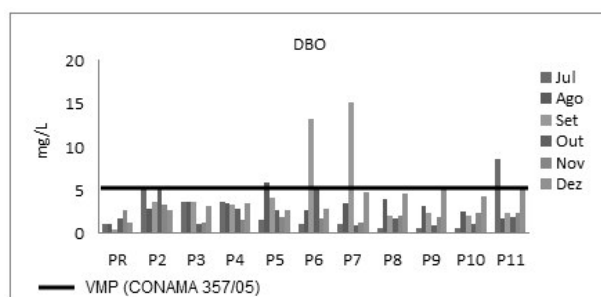


Figura 4 – Valores da Demanda Bioquímica de Oxigênio na Lagoa do Taí, no período de julho a dezembro de 2012.

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).

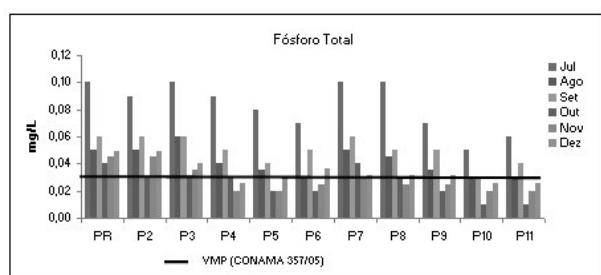


Figura 5 - Valores do Fósforo Total na Lagoa do Taí, no período de julho a dezembro de 2012.

No total, 31 amostras apresentaram resultados acima do VMP para ambientes lenticos (0,03 mg/L) em

águas doces de classe 2. Este 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.

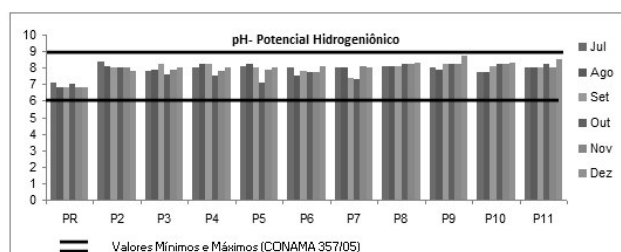


Figura 6 - Valores de pH na Lagoa do Taí, no período de julho a dezembro de 2012.

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 (1998), 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 microrganismos 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 5,1 NTU e a máxima 35,7 NTU, conforme explicitado na figura 7.

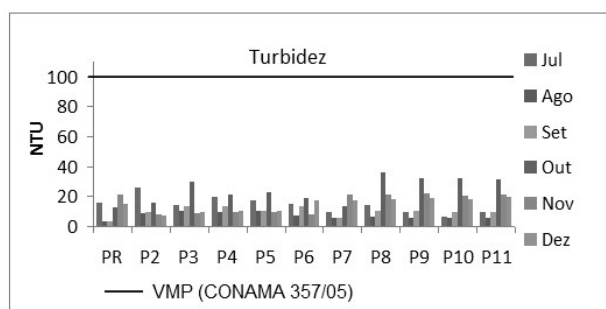


Figura 7 - Valores de Turbidez na Lagoa do Taí, no período de julho a dezembro de 2012.

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 960 NMP/100mL (Número Mais Provável por 100mL), com média de 171,6 NMP/100mL (figura 8).

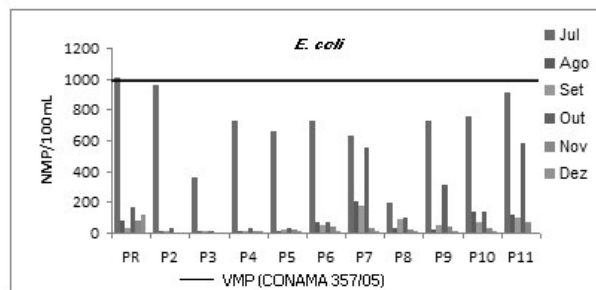


Figura 8 - Valores de *E. coli* na Lagoa do Taí, no período de julho a dezembro de 2012.

O número de *E. coli* presentes nas águas é um fator determinante para classificação de um corpo d'água, quando comparados 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).

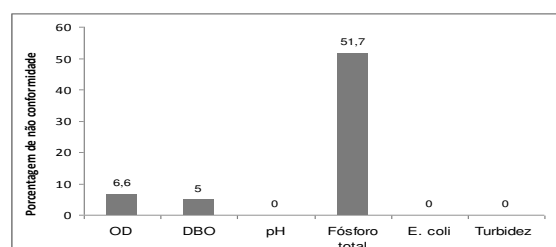


Figura 9 - Valores em porcentagem dos parâmetros em não conformidade.

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 com a 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 da água é menor no período seco e melhor no período de maiores índices pluviométricos, 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. Portanto, faz-se necessária a 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.

AGRADECIMENTOS

Agrademos ao *Campus* Rio Paraíba do Sul do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense pelo apoio técnico-financeiro disponibilizado na realização dessa pesquisa e a Equipe de Trabalho de Campo da UPEA, sem a qual esse trabalho seria inviável. Muito Obrigada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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, ANDREW D.; CLESCERI, LENORE S.; RICE EUGENE W.; GREENBERG Arnold E. Standard Methods for the Examination of water & wastewater. APHA, 21 ed. [S.L.] 2005.
- ECOLOGUS. Relatório de Impacto Ambiental – Infraestrutura do Distrito Industrial de São João da Barra. Agrar Empresa LLX, 2011, 120p.
- ESTEVES, F.A. Fundamentos de Limnologia. Interciência. Rio de Janeiro, 1998, 2 ed.601p.
- ESTEVES, F.A. Fundamentos de Limnologia. Interciência. Rio de Janeiro, 2011, 3 ed. 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. 2012, v.1, n.1, p.61-69.
- FUNASA - Fundação Nacional de Saúde - Manual Prático de Análise de Água -Brasília: Fundação Nacional de Saúde, - 2009, 3ª ed. rev., 144 p.
- PECLZAR, M. J.; CHAN, E. C.S.; KRIEG, N. R. Microbiologia: Conceitos e Aplicação. São Paulo, SP:Mackron Books Pearson Education do Brasil, 1997.2 ed.vol.I.
- QUINTO JUNIOR, L.de P.; IWAKAMI, L. N. Projeto Porto do Açú: Nova frente urbana de um porto privado. XIII ENANPUR – Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-graduação em Planejamento Urbano Regional, 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*, 2008, v. 38, p.733-742.
- 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. de 2013.
- VON SPERLING, M. Introdução à Qualidade das Águas e Tratamento de Esgotos. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais; 2005, 3 ed. 422 p.

Apêndice
Resultados Analíticos

Tabela 1 - Resultados analíticos do mês de julho 2012

Parâmetros	C	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
OD (mg/L)	5,11	7,43	7,11	7,77	4,74	7,6	5,66	9,96	5,71	4,15	5,56
DBO (mg/L)	1	5	3,5	3,5	1,5	1	1	0,5	0,5	0,5	8,5
pH	7,1	8,4	7,8	8,0	8,1	8,0	8,0	8,1	8,0	7,7	8,0
T (°C)	24	23	22,5	22,5	22,5	23	23	22	22	22	22
Turbidez (NTU)	15,4	25,8	14,4	19,6	17,3	14,8	9,71	14,4	9,24	6,32	9,0
S.Totais (mg/L)	200	1300	100	200	800	800	600	600	600	1000	1000
N total (mg/L)	19,6	15,4	15,4	12,6	12,6	8,4	33,6	14	11,2	8,4	11,2
P total (mg/L)	0,10	0,09	0,10	0,09	0,08	0,07	0,10	0,10	0,07	0,05	0,06
E. coli NMP/100mL	1011	960	360	721	658	721	629	193	721	755	913
IQA	63	59	69	69	58	62	61	68	63	55	60

Tabela 2 - Resultados analíticos do mês de agosto 2012

Parâmetros	C	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
OD (mg/L)	6,4	8,8	7,2	8	8,8	4,8	7,2	8	8	7,2	7,2
DBO (mg/L)	1	2,8	3,6	3,4	5,8	2,6	3,4	3,8	3	2,4	1,6
pH	6,8	8,1	7,9	8,2	8,2	7,5	8	8,1	7,9	7,7	8
T (°C)	23	24	24	24	24	24	25	24	24,5	24,5	24,5
Turbidez (NTU)	2,88	8,71	10,4	9,39	10,4	6,71	5,76	6,13	5,66	5,5	5,09
S.Totais (mg/L)	700	1100	1400	1000	1300	1200	1400	1500	1000	1700	800
N total (mg/L)	8,4	8,4	8,4	5,6	7	5,6	5,6	7	7	7	5,6
P total (mg/L)	0,05	0,05	0,06	0,04	0,04	0,03	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03
E. coli NMP/100mL	77,1	9,8	7,4	9,7	7,4	69,7	198,9	25,6	24,1	131,4	114,5
IQA	69	73	72	74	75	65	67	71	73	68	70

Tabela 3 - Resultados analíticos do mês de setembro de 2012

Parâmetros	C	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
OD (mg/L)	6,2	9	8	9	8,8	5,2	4,4	8,6	8,8	8	8,8
DBO (mg/L)	0,34	3,57	3,57	3,23	4,08	13,0	15,0	1,87	2,21	1,87	2,21
pH	6,8	8	8,2	8,2	8	7,8	7,4	8,1	8,2	8,1	8,0
T (°C)	23	24,5	23	23	23	23	24	24	24	23,5	24
Turbidez (NTU)	2,91	9,08	13,0	13,0	10,0	13,0	5,75	10	9,82	9,46	9,18
S.Totais (mg/L)	100	200	300	300	200	400	100	100	100	100	100
N total (mg/L)	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
P total (mg/L)	0,06	0,06	0,06	0,05	0,04	0,05	0,06	0,05	0,05	0,03	0,04
E. coli NMP/100mL	28,8	12,1	5,2	13,4	18,7	47,3	172,2	88,9	45,9	63,1	93,2
IQA	79	79	79	77	78	68	58	77	78	78	77

Tabela 4 - Resultados analíticos do início do mês outubro de 2012

Parâmetros	C	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
OD (mg/L)	8,6	11	7,6	8,2	8,2	10, 6	5,8	7	7,4	7,4	7,8
DBO (mg/L)	1,6	5	1	2,8	2,6	5	0,8	1,6	0,8	1	1,8
pH	7	8	7,6	7,5	7, 0 7	7,7	7,3	8,2	8,2	8,2	8,2
T (°C)	26	25,5	25, 5	25, 5	25	25	24	25	25	25	25
Turbidez (NTU)	12,5	15,6	30	21, 3	22, 5	18, 6	13,6	35, 7	31,6	32	31,1
S.Totais (mg/L)	100	300	500	800	400	400	700	500	500	800	700
N total (mg/L)	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
P total (mg/L)	0,04	0,03	0,0 3	0,0 3	0,0 2	0,0 2	0,04	0,0 3	0,02	0,01	0,01
E. coli	165,	25,3	8,6	25,	28,	69,	547,	93,	307,	133,	579,

NMP/100mL	8	3		9	2	7	5	3	6	3	4
IQA	68	71	75	72	74	68	63	67	65	67	63

Tabela 5- Resultados analíticos do final do mês de novembro de 2012

Parâmetros	C	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
OD (mg/L)	8,6	3,2	7,4	7,4	6,8	7,2	6,6	8	7,4	8,2	8,6
DBO (mg/L)	2,6	3,2	1,2	1,4	1,8	1,6	1,2	2	1,8	2,2	2,2
pH	6,8	8	7,9	7,8	7,9	7,7	8,1	8,2	8,2	8,2	8
T (°C)	28	27,5	27,5	27,5	27,5	28	29	28	28	28	27,5
Turbidez (NTU)	20,8	8	8,94	8,98	9,36	7,62	21,2	21,2	21,5	20,2	21,1
S.Totais (mg/L)	200	400	200	200	500	200	700	500	600	400	400
N total (mg/L)	5,6	5,6	5,6	4,2	5,6	5,6	7	5,6	4,2	4,2	4,2
P total (mg/L)	0,045	0,045	0,035	0,02	0,02	0,025	0,03	0,025	0,025	0,02	0,02
E. coli NMP/100mL)	81,6	4,1	3	6,3	17,9	35,9	31,8	23,8	42,2	24,3	66,3
IQA	73	65	85	83	74	78	70	72	71	75	73

Tabela 6 - Resultados analíticos do mês de dezembro 2012

Parâmetros	C	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
OD (mg/L)	5,8	8	8	9	7,8	8,6	7,8	8,2	8,2	8,2	8,2
DBO (mg/L)	1,2	2,6	3	3,4	2,6	2,8	4,6	4,4	5	4,2	5
pH	6,8	7,8	8	8	8	8,1	8	8,3	8,7	8,3	8,5
T (°C)	31	30	30	30	30	30	32	32	32	32	31,5
Turbidez (NTU)	14,9	7,39	9,07	10,1	9,81	17	17,4	17,7	18,6	17,6	19,3
S.Totais (mg/L)	300	300	200	200	300	800	600	600	800	400	800
N total (mg/L)	7	7	5,6	5,6	5,6	5,6	7	5,6	5,6	5,6	5,6
P total (mg/L)	0,049	0,049	0,040	0,026	0,030	0,036	0,031	0,031	0,031	0,026	0,026
E. coli NMP/100mL)	115,3	2	0	5,2	12,1	11	14,5	9,7	10,9	11,9	10,9

IQA	71	83	85	80	79	73	72	72	68	74	70
-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----