

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

*Water Quality Index (WQI) of the Lagoa do Taí, São João da Barra, RJ*

Laci Gonçalves Viana<sup>\*</sup>

Dayana Freitas dos Santos Dias<sup>\*\*</sup>

Vicente de Paulo Santos de Oliveira<sup>\*\*\*</sup>

Marcos Antônio Cruz Moreira<sup>\*\*\*\*</sup>

## Resumo

A Lagoa do Taí está localizada nas proximidades do Complexo Logístico Industrial do Porto do Açu, 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 bom. 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 Açu.

## Abstract

The Lagoa do Taí, located next to the Industrial Logistic Complex of Porto do Açu, in northern Rio de Janeiro, which makes it subject to impacts from this enterprise. Thus, this research aimed at the evaluation of the water quality of the Lagoa do Taí through the verification of its WQI in temporal and special scale. The methodological procedures included: bibliographic review about the subject; determination of the WQI and data systematization. The WQI of the Lagoa do Taí varied from reasonable to good. It was observed that the smallest values of the WQI occurred in the dry season and the highest ones in the rainy season.

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

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

<sup>\*\*</sup> Pós-graduada em segurança, meio ambiente e saúde. Técnica de Laboratório/Área de Química do Instituto Federal Fluminense, docente do Governo do Estado do Rio de Janeiro e Mestranda em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal Fluminense - Campos dos Goytacazes/RJ - Brasil

<sup>\*\*\*</sup> Engenheiro 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/RJ - Brasil

<sup>\*\*\*\*</sup> Engenheiro Eletrônico. Doutor em Engenharia Elétrica e Professor do Mestrado em Engenharia Ambiental do Instituto Federal Fluminense - Macaé/RJ - 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 destruturação 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 desse 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 Grussaí (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). Esta pesquisa, portanto, 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 km<sup>2</sup> e população de 32.747 habitantes e faz fronteira com os municípios de Campos dos Goytacazes - RJ e São Francisco do Itabapoana -RJ. 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 possui 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 socioambientais 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 isso deve ser analisado 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 em 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 que os Estados e à União criem 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, instituída 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). 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. Esta portaria, contudo, 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 destaque, as inovações referentes à inclusão de novos parâmetros para a classificação da qualidade dos corpos de água. (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 UF's 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).

### ***Ecosystemas 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: são fenômenos de curta durabilidade na escala geológica, pois surgem e desaparecem no decorrer do tempo (ESTEVES 2011).

Alguns autores, entretanto, consideram por lagoa corpos d'água rasos, de água doce, 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 que se situa 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, o que atinge diretamente a qualidade do recurso hídrico. Segundo Souza (2009), processo similar ocorre 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 nela, 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 (ECOLOGUS, 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, 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 n.º 2.914/11 (BRASIL, 2011); para a classificação de corpos d'água a Resolução CONAMA n.º 357/05 (BRASIL, 2005) e para fins de balneabilidade a Resolução CONAMA n.º 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). Não existe, porém, 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<sub>H</sub>. A criação do IQAH serviu de base para elaboração de outros índices até chegar ao IQA<sub>CETESB</sub>. Após este período, os índices passaram a ser vistos como ferramentas importantes para o monitoramento visando à redução da poluição ambiental e à 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 IQANSF.

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 seriam mais

alto quanto maior fosse a sua importância, e estabeleceram curvas de qualidade com valores ponderados em cada variável. Além disso, os pesos foram determinados com a importância ambiental.

No Brasil, a CETESB modificou o  $IQA_{NSE}$ , 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 et al., 2010; PINTO FILHO et al., 2012; POLETO et 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.

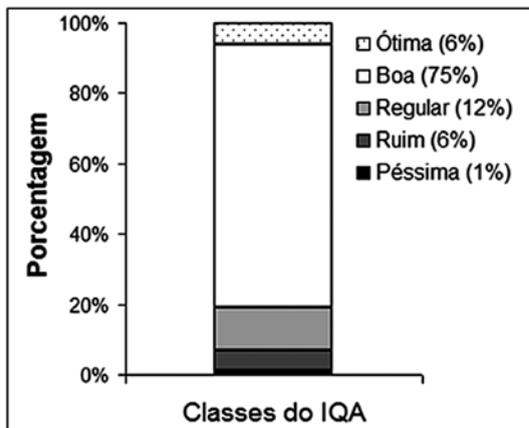
Apesar destas limitações, o IQA é um índice de qualidade bastante empregado no Brasil, podendo ser utilizado como referência entre diferentes corpos d'água (ANA, 2012a). Nesta perspectiva, os resultados de IQA são relativos e devem ser interpretados levando em consideração o uso da água analisada. Por 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 à 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 Açú 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 mensalmente, 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.

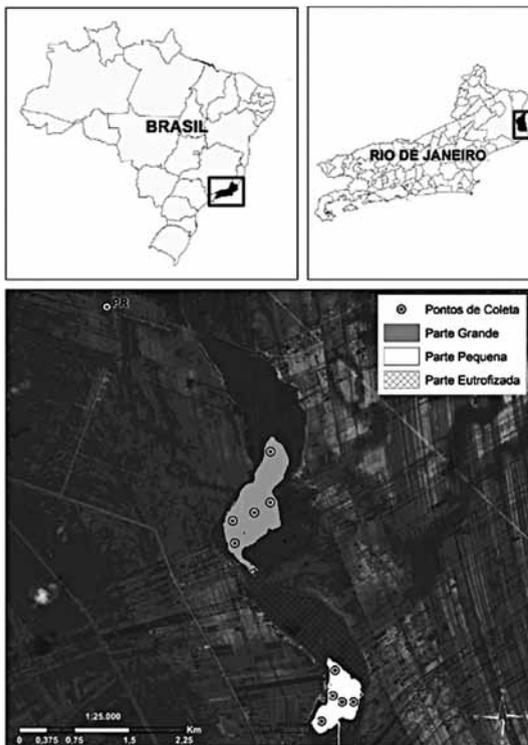
**Tabela 1** – Coordenada georreferenciadas dos pontos de coleta

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, 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 (pontenciometria); *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 <sub>3</sub> )	0,10
Fósforo total (mg/L PO <sub>4</sub> )	0,10
Temperatura (°C)	0,10
Turbidez (UNT)	0,08
Resíduos totais (mg/L)	0,08

Fonte: CETESB (2006)

Assim, o valor do IQA ébtido 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 influência 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	<b>63</b>	<b>69</b>	79	<b>68</b>	73	71	71
<b>Parte Grande (IQA médio = 74)</b>							
P2	<b>59</b>	73	79	71	<b>65</b>	83	72
P3	<b>69</b>	72	79	75	85	85	78
P4	<b>69</b>	74	77	72	83	80	76
P5	<b>58</b>	75	78	74	74	79	73
P6	<b>62</b>	<b>65</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	78	73	<b>69</b>
<b>Parte Pequena (IQA médio = 69)</b>							
P7	<b>61</b>	<b>67</b>	<b>58</b>	<b>63</b>	70	72	<b>65</b>
P8	<b>68</b>	71	77	<b>67</b>	72	72	71
P9	<b>63</b>	73	78	<b>65</b>	71	<b>68</b>	<b>70</b>
P10	55	<b>68</b>	78	<b>67</b>	75	74	<b>70</b>

P11	<b>60</b>	<b>70</b>	<b>77</b>	<b>63</b>	<b>73</b>	<b>70</b>	<b>69</b>
Média IQA*	<b>62</b>	71	75	<b>69</b>	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), os demais valores são 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.

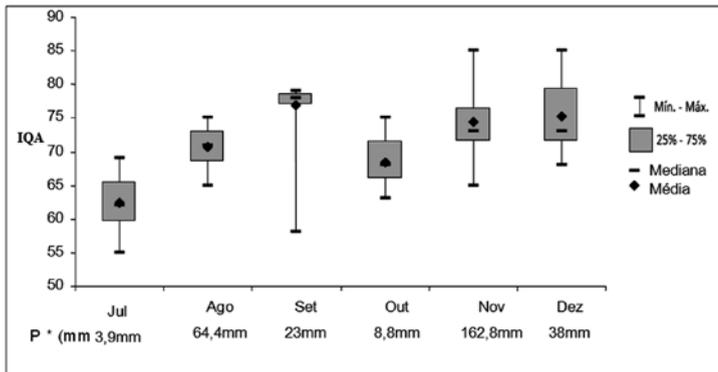
Pode-se observar que os valores médios do IQA na Parte Grande na Lagoa do Taí (P2 a P6) variou de 69 a 78 com média de IQA 74, e na Parte Pequena (P7 a P11) variou de 65 a 71, obtendo a média de IQA 69, ou seja, em ambas as seções da lagoa, as médias por pontos apresentou classificação de IQA entre razoável 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 (tabela 3).

Conclui-se que as concentrações elevadas de *E. colinas* 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

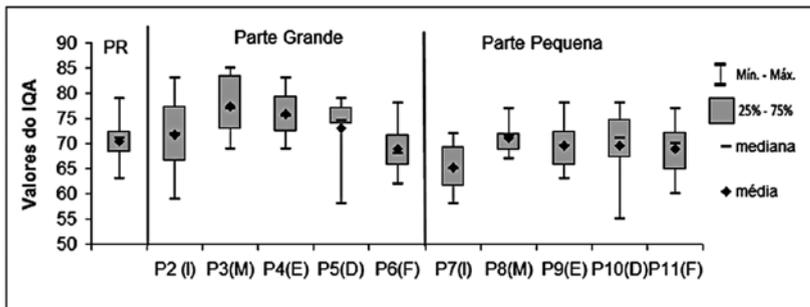
resultados analíticos dos parâmetros e alteram o resultado do IQA, devido ao aumento de volume de água no período chuvoso que aumenta a capacidade de depuração das lagoas, diminuindo a concentração dos nutrientes.

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 amostragens: PR (ponto referênci); P2 (início); P3(meio); P4(margem esquerda); P5(margem direita); P6(final); P7(início); P8(meio); P9(margem esquerda); P10(margem direita); P11(final)



Analisaram-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 carregados 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.

### **Referências**

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 n°274, 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 n° 12, de 19 de julho de 2000a.

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](http://www.comitePRj.sp.gov.br/download/Portaria_MS_2914-11.pdf)> Acesso em: 6 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, 2v. Disponível em: <<http://www.mp.sp.gov.br/portal/page/portal/.../Relatório%20Anual.pdf>>. Acesso em: 10 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 Zooplânctônica do Sistema Lagunar de Tramandai Rio Grande do Sul. Revista Eletrônica Brasileira de Recursos Hídricos, v. 11, n.2, p. 123-134, 2006.

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%E7%E3o+de+%EDndices+e+indicadores>>. Acesso em: 4 jun. 2012.

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

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

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

Campina Grande - PB/Brasil, v.1, n.1, p.61-69, 2012.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. Manual Prático de Análise de Água. 3ª ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2009.144p.

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

GOUVÊA, P. S. T. C. 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 maio 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, v.11, p.71-77, 2006.

PINHEIRO, M. R. C. 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, v.2, p.69 – 76, 2012.

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

QUINTO Jr. L.; IWAKAMI, L. N. Projeto do Porto do Açú: Nova Frente Urbana de um porto privado. In: ENANPUR: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-

GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL, 13., 2009, Florianópolis, SC.

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

RIO DE JANEIRO. Decreto n. 15.159, de 24 de julho de 1990. 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.

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

SISEMA, Sistema Estadual de Meio Ambiente. 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, C. E. M. Mudanças climáticas e impactos sobre recursos hídricos no Brasil. Ciência & Ambiente, Santa Maria, RS, n. 34, p. 137-156, 2007.

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](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.