



**MAPEAMENTO E AVALIAÇÃO DA DINÂMICA DA POLUIÇÃO NA  
ENSEADA DO JUQUERIQUERÊ, MUNICÍPIO DE  
CARAGUATATUBA – SP**

**RELATÓRIO FINAL DO PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA  
(PIBIC/CNPq/INPE)**

Amanda Fernandes da Rocha Simonetti (UNIVAP, Bolsista PIBIC/CNPq).  
E-mail: [simonetti.afr@hotmail.com](mailto:simonetti.afr@hotmail.com)

Dr. Cláudio Solano Pereira (CPTEC/INPE, Orientador).  
E-mail: [claudio@cptec.inpe.br](mailto:claudio@cptec.inpe.br)

Julho de 2014

*A verdadeira habilidade está em utilizar todos os meios conhecidos e disponíveis; a arte, a engenhosidade consistem em agir apesar das dificuldades e não achar nada ou quase nada impossível.*

*Napoleão Bonaparte*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, Cláudio Solano Pereira, pela enorme confiança sempre depositada em mim e pelo auxílio no meu projeto.

Ao meu “co-orientador”, René Antonio Novaes Junior, pela ajuda de todas as horas, por me descontraír com suas brincadeiras quando necessário, pela parceria e companhia em diversos momentos.

Ao CNPQ/INPE pela oportunidade e pela bolsa de pesquisa.

À Egidia I. Rosa pelo excelente trabalho e dedicação para com os alunos do programa de iniciação científica.

Aos colegas da Divisão de Sensoriamento Remoto, especialmente aos colegas Deivid Galdini e Bruna dos Santos Silva, que sempre me incentivaram e estiveram dispostos a me ajudarem.

A minha família pelo incentivo, compreensão, e por todo o apoio!

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>1</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>4</b>
1.1. O que é balneabilidade.....	4
1.2. Fatores que influenciam a balneabilidade.....	5
1.3 Consequencias da balneabilidade imprópria.....	5
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>6</b>
2.1. Dados climatológicos.....	6
2.2. Vento.....	6
2.3. Corrente Marítima .....	6
<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>7</b>
3.1.1. Área de estudo .....	7
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>9</b>
<b>5. RESULTADOS .....</b>	<b>9</b>
5.1 Análise dos gráficos gerados a partir das informações provenientes da CETESB.....	10
<b>6. PRÓXIMAS ETAPAS.....</b>	<b>18</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>18</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Localização da área de estudo.....	8
<b>Figura 2:</b> Desembocadura do Rio Juqueriquêre.....	8

## **RESUMO**

No Brasil aproximadamente 70% da população esta concentrada em uma faixa de até 200 km do litoral, ou seja, mais da metade da população na zona costeira, além dessa ocupação a maioria dos ciclos econômicos do país foram explorados nesta região. Embora sejam áreas com grande estresse ambiental, forte pressões por intensas e diversificadas formas de uso do solo devido sua exploração e ocupação, o que teve consequência quase que a supressão total da mata atlântica deixando apenas cerca de 7%, ainda existem municípios com grandes áreas de preservação, como os municípios do Litoral Norte de São Paulo, dentre eles está Ubatuba, Caraguatatuba, São Sebastião e Ilha Bela. O município de Caraguatatuba por ter a maior parte de seu território plana em relação aos outros municípios do Litoral Norte de São Paulo, apresenta maior exploração de recursos minerais e ocupação. Portanto é a cidade onde concentram-se a maior parte de habitantes com um total aproximadamente de 120 mil moradores.

## 1. Introdução

Segundo BASSOLI e GUAZELLI (2004) apesar do planeta terra ser constituído 70% de água, 97% desse total encontra-se nos oceanos, aproximadamente 2,4% estão na forma de gelo e atmosfera, restando apenas 0,6 % de água doce total. Desse total, 97% encontram-se nas águas subterrâneas e 3% somente nas águas superficiais, abaixo de uma profundidade de 800 metros, não disponível para consumo imediato. Isso significa que o estoque de água doce que pode ser disponibilizado de alguma forma para o uso humano é cerca de 0,3% e se encontra principalmente no solo, exatamente de onde se retira a maior parte para as mais diversas finalidades e também onde, de acordo com a Organização das Nações Unidas em PNUMA (2010), mais de 2,5 bilhões de pessoas não tem saneamento básico adequado, lançam resíduos.

De uma forma ampla, os estudos relacionados ao planejamento das atividades antrópicas e o uso dos recursos naturais, baseados em modelos clássicos, falham por trabalharem de forma separada as questões sócio-econômicas dos aspectos ambientais. Isso ocorre pela falta de conhecimento das dinâmicas ambiental e sócio-econômica e do conflito que possa existir entre as metas de desenvolvimento socioeconômico e a capacidade de suporte dos ecossistemas (PIRES & SANTOS, 1995).

Recentemente, a Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, lançou um programa intitulado como Onda Limpa, que tem como objetivo produzir um levantamento dos principais problemas, que por ventura vem acarretar a melhora da balneabilidade das praias do litoral do Estado de São Paulo. Sabe-se que a maior parte da poluição hídrica, que por sua vez reflete na balneabilidade das praias, tem origem terrestre onde os contaminantes são transportados pelos rios.

Os problemas mais comuns retratados pela imprensa são: invasão das áreas do Parque Estadual da Serra do Mar, ocupações em áreas irregulares, aparecimento de loteamentos clandestinos, poluição das bacias hidrográficas, conseqüentemente, das praias e da orla marítima. O aumento das populações residentes, bem como construções com finalidades de lazer em função da demanda de turistas que freqüentam a região, está degradando as águas costeiras e estuarinas, o que acarreta em sérios problemas ambientais, como: irregularidades de ocupação com a retirada da mata ciliar o que promove a erosão das margens dos rios; aumento da turbidez e os sólidos em suspensão, sendo que ambos são prejudiciais à vida aquática; aumento do lixo armazenado a céu aberto, que juntamente com as características pluviométricas da região, contribui para o carreamento deste material para dentro dos rios e, conseqüentemente, para o mar; contaminação orgânica (nutrientes e bactérias) dos recursos hídricos expondo a população local e flutuante a doenças de veiculação hídrica, tais como gastroenterites, febre tifóide, disenteria bacilar e amebiana, cólera (CETESB, 2012); a poluição também inclui a lama de solo erodido, metais pesados e um grande número de compostos químicos sintéticos; sobrepesca e destruição do habitat marinho. Os municípios do Litoral Norte vêm apresentando nos últimos 20 anos um crescimento urbano acelerado e desordenado, causado pela falta de um planejamento ocupacional adequado, o que por sua vez acarreta em graves problemas sócioambientais. Houve um aumento populacional no Litoral Norte desde 1980 até 2007 de aproximadamente 167 mil habitantes (IBGE, 2008). Atualmente o Litoral Norte de São Paulo apresenta cerca de 281.778 mil habitantes (SEADE, 2012).

Desde de 1980 Caraguatatuba possui o maior número de residentes do Litoral Norte (IBGE, 2008), atraindo populações de outras regiões em busca de melhor qualidade de vida, emprego e moradia.

A Bacia do Juqueriquê por ser a maior bacia do Litoral Norte, também possui a maior população dessas bacias, o que acarreta em uma qualidade ruim da água deste rio influenciando diretamente a qualidade da praia do Porto Novo e sua vida aquática. Este problema está relacionado com o lançamento de esgoto direto sem o devido tratamento prévio. Consta-se que o índice de coleta de carga poluidora de origem doméstica nesta região é de 35%, considerado baixo, porém todas as coletas que são efetuadas são 100% tratadas (CETESB, 2007).

O rio Juqueriquerê nasce na Serra do Mar e desemboca na Praia do Porto, no município de Caraguatatuba - SP. Com extensão aproximada de 13 km, o rio tem uma zona estuarina de 4,0 km e apresenta regime de micromarés, semidiurnas. É o maior rio navegável do litoral norte de São Paulo. Impactos como: lançamento inadequado de esgoto e de resíduos sólidos, dragagem, retirada de areia, erosão, chorume, queimadas, ocupação irregular das áreas de preservação, além de contaminações a partir da lavagem de embarcações pelas marinas, têm contribuído para prejudicar a qualidade do rio (PETROBRAS, 2007; SÃO PAULO, 2007).

Este trabalho tem como objetivo realizar uma análise da dinâmica da balneabilidade da Bacia do Juqueriquê, localizada no município de Caraguatatuba – SP. Analisando os dados de balneabilidade, climatológicos (vento e corrente marítima), precipitação e verificar a possível correlação existente entre os mesmos.

## **CAPÍTULO 1**

### **1.1.1. O que é balneabilidade**

Segundo definição da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2012) e da Agência Nacional de Águas (ANA, 2011), balneabilidade refere-se a qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário, sendo este termo elucidado na Resolução 274 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA, 2000), como um contato direto do usuário com os corpos d'água como, por exemplo, as atividades de natação, esqui aquático, mergulho, onde a possibilidade de ingerir quantidades apreciáveis de água é elevada. O contato secundário refere-se àquele associado às atividades em que o contato com a água é esporádico ou acidental e a possibilidade de ingerir quantidades apreciáveis de água é pequena, como na pesca e na navegação. Sendo assim, as condições de balneabilidade são utilizadas tanto em praias litorâneas quanto em águas interiores, e sua avaliação é primordial, pois assim como enfatiza a já mencionada Resolução, a saúde e o bem estar humano podem ser afetados pelas condições de balneabilidade.

O Programa de Balneabilidade das Praias Paulistas é desenvolvido pela CETESB desde 1968, com o início das amostragens limitado às praias da Baixada Santista, estendendo-se posteriormente a todo o litoral. As avaliações começaram a ser feitas com base na legislação estadual (Decreto nº 52.490/70), classificando as águas de acordo com seu uso principal.



### 1.1.2. Fatores que influenciam a balneabilidade

É necessário que exista um parâmetro para que se possa avaliar a qualidade da balneabilidade das praias.

Esse parâmetro foi estabelecido pela Resolução Conama n.º 274/00, onde o indicador utilizado é a contaminação fecal, medida através da quantificação de coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* e Enterococos em 100mL de água. Baseado na densidade desses microrganismos obtidos nas análises feitas em cinco semanas consecutivas, classificou-se as praias em quatro categorias: Excelente, Muito Boa, Satisfatória e Imprópria, sendo que as três primeiras são agrupadas na categoria Própria (CETESB,2012).

CATEGORIA		Coliforme Termotolerante (UFC/100 mL)	<i>Escherichia coli</i> (UFC/100 mL)	Enterococos (UFC/100 mL)
PRÓPRIA	EXCELENTE	Máximo de 250 em 80% ou mais tempo	Máximo de 200 em 80% ou mais tempo	Máximo de 25 em 80% ou mais tempo
	MUITO BOA	Máximo de 500 em 80% ou mais tempo	Máximo de 400 em 80% ou mais tempo	Máximo de 50 em 80% ou mais tempo
	SATISFATÓRIA	Máximo de 1.000 em 80% ou mais tempo	Máximo de 800 em 80% ou mais tempo	Máximo de 100 em 80% ou mais tempo
IMPRÓPRIA		Superior a 1.000 em mais de 20% do tempo	Superior a 800 em mais de 20% do tempo	Superior a 100 em mais de 20% do tempo
		Maior que 2.500 na última medição	Maior que 2.000 na última medição	Maior que 400 na última medição

**Tabela 1:** classificação da balneabilidade de acordo com as densidades de enterococos.

**Fonte:** CETESB, 2012.

Os fatores que são levados em consideração e que podem principalmente influenciar a balneabilidade das praias são: a existência de sistemas de coleta e disposição dos despejos domésticos gerados nas proximidades; existência de córregos afluindo ao mar; afluência turística durante os períodos de temporada; fisiografia da praia; condições de chuva e ocorrência de maré.

A presença de óleo provocada por derramamento acidental de petróleo; ocorrência de maré vermelha; floração de algas potencialmente tóxicas ou surtos de doenças de veiculação hídrica, ocasionam na imprópriedade da praia tornando-a desaconselhável a recreação de contato primário, mesmo que esta apresente baixas densidades de coliformes fecais, segundo a CETESB.

### 1.1.3. Conseqüências da balneabilidade imprópria

Segundo a CETESB, a contaminação de corpos d'água por esgotos domésticos que são carreados para o mar, podem expor os banhistas das praias a bactérias, vírus e protozoários. Pessoas com baixa resistência são mais suscetíveis a desenvolver algumas doenças ou infecções após terem entrado em contato com águas contaminadas, principalmente crianças e idosos.

A doença mais comum associada à água poluída por esgoto é a gastroenterite. Porém em geral não há uma grande variedade de doenças relacionadas ao banho e geralmente não causam problemas graves.

A gastroenterite pode ocorrer de diversas formas e pode apresentar os seguintes sintomas: enjôo, vômitos, dores de estomago, diarreia, dores de cabeça e febre.

As infecções por bactérias podem afetar os ouvidos, olhos, nariz e garganta, normalmente são menos graves.

Já os banhistas que foram expostos à lugares com alta taxa de contaminação podem apresentar algumas doenças mais sérias como: Hepatite A, Cólera, Febre Tifóide e forte disenteria (CETESB, 2012).

Considerando a possibilidade de risco à saúde dos banhistas devido as diversas variáveis da balneabilidade das praias, recomenda-se que os frequentadores não tomem banho nas praias classificadas como Impróprias; evitem o contato com cursos d'água que afluem as praias; evitem o uso das praias, onde a qualidade do curso d'água que afluem a praia é desconhecido, principalmente após chuvas com maior intensidade; evitem a ingestão de água do mar, atenção especial para crianças e idosos, que são mais sensíveis e possuem um Sistema Imune mais debilitado do que os adultos; não levar animais às praias (CETESB, 2012).

## **CAPÍTULO 2**

### **2.1.1. Dados Climatológicos**

#### **2.1.2. Vento**

#### **2.1.3. Correntes marinhas**

## CAPÍTULO 3

### 3.1.1. Área de estudo

O município de Caraguatatuba possui uma área de aproximadamente 488,02 Km<sup>2</sup>.

A Bacia do Litoral Norte do estado de São Paulo é dividida em trinta e quatro sub-bacias dentre elas a maior é a Bacia Rio Juqueriquê, sua área total dentro do litoral é de 419,8 Km<sup>2</sup> (CBHLN, 2009), localiza-se em torno das coordenadas geográficas 23° 40`S e 45° 26`W, está inserida no município de Caraguatatuba situado no Litoral Norte do Estado de São Paulo. Os principais rios contribuintes desta bacia são: Camburu, Pau D'Alho, Pirassununga, Rio Claro e Perequê, que quando unidos formam o Rio Juqueriquê.

A região de Caraguatatuba é classificada climatologicamente com um Clima Tropical Chuvoso, sem estação seca definida, com chuvas intensas no verão. A temperatura média é de 21,2°C, entre a máxima de 26,8°C e a mínima de 21,2°C (CARAGUATATUBA, 2012).

A precipitação média anual é de 2074mm, segundo a Embrapa. O mês mais seco é Julho com 68mm de precipitação, já o mês com maior índice de precipitação é Janeiro com 270mm. Informações sobre o regime pluviométrico da região e a observação direta das descargas de material em suspensão das bacias de drenagem após a ocorrência de chuvas torrenciais na área, sugerem um aporte de material terrígeno, principalmente de partículas em suspensão, para as áreas submersas, não desconsideráveis.



Figura 1: Drenagem na Bacia do Rio Juqueriquê, Caraguatatuba, SP.

Fonte: Adaptada de Petrobrás (2006).



Figura 2: Desembocadura do Rio Juqueriquê

Fonte: Desconhecida

#### **4. METODOLOGIA**

A partir das informações da CETESB e critérios estabelecidos pela Resolução do CONAMA 274/00. Os gráficos foram gerados através do boletim emitido semanalmente proveniente da CETESB. Desta forma foram analisados e compilados os dados dos gráficos.

Analisou-se a balneabilidade da Praia do Porto Novo desde janeiro de 2013 até abril de 2014, fazendo uma avaliação mensal. A partir dessas informações obtiveram-se os gráficos deste período. Gerando uma análise da situação desta praia.

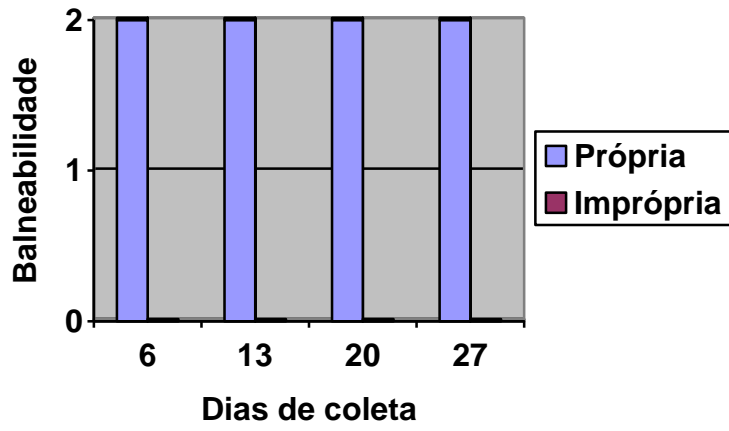
Para a verificação de como são feitas as coletas, as análises microbiológicas da água do mar e os critérios estabelecidos para a classificação da balneabilidade das praias recomenda-se o site da CETESB: [www.cetesb.gov.sp](http://www.cetesb.gov.sp).

#### **5. RESULTADOS**

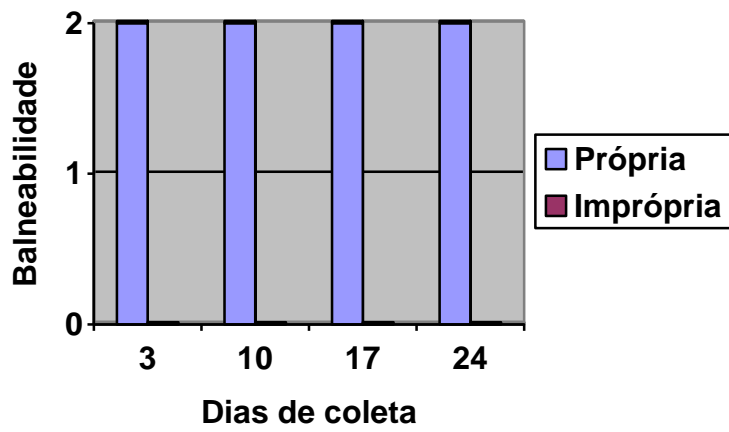
Os dados são referentes à balneabilidade para os anos de 2013 e 2014. Os gráficos abaixo representam a balneabilidade do ponto de coleta da praia do Porto Novo, cuja pré-análise adota o seguinte critério:

- balneabilidade = 1 (praia imprópria para banho);
- balneabilidade = 2 (praia própria para banho).

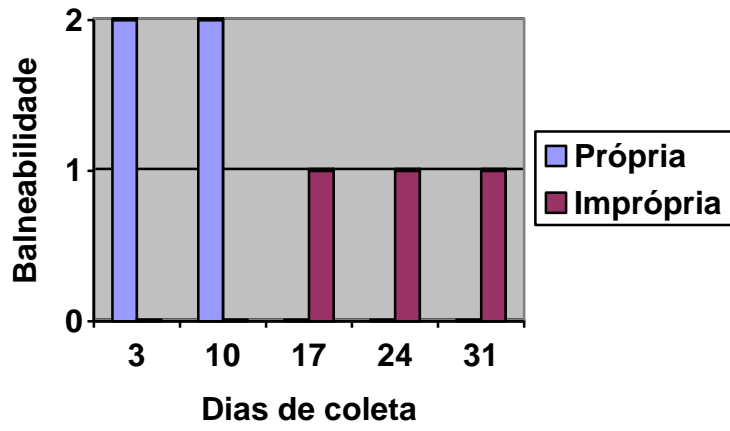
Bacia Juqueriquê - Janeiro 2013



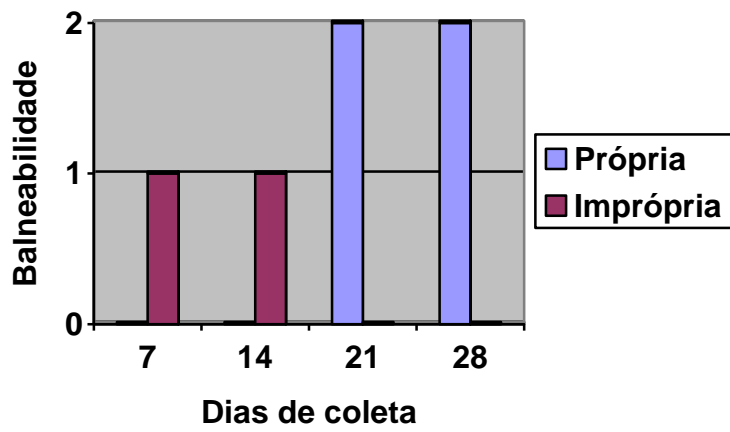
Bacia Juqueriquê - Fevereiro 2013



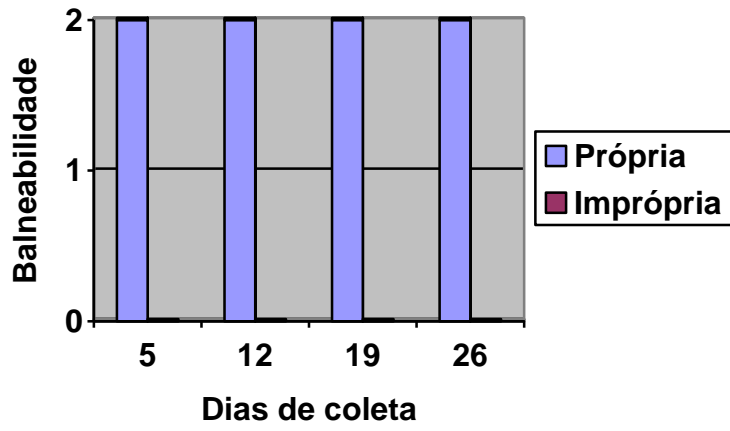
Bacia Juqueriquê - Março 2013



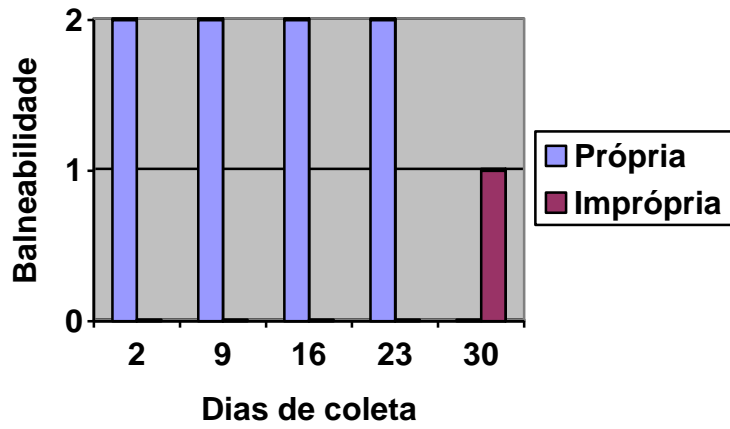
Bacia Juqueriquê - Abril 2013



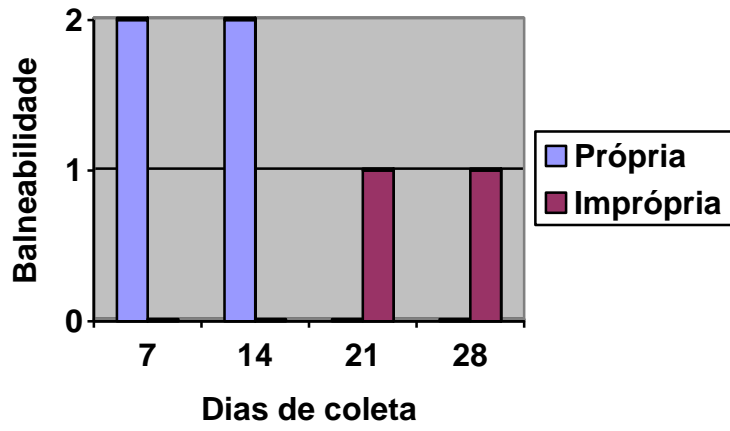
Bacia Juqueriquê - Maio 2013



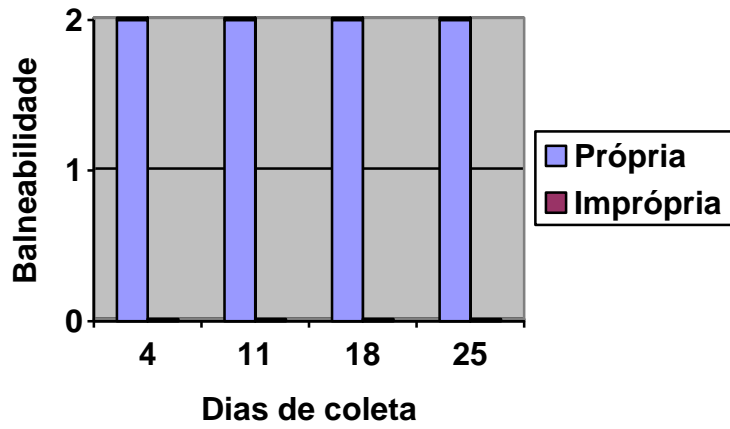
Bacia Juqueriquê - Junho 2013



Bacia Juqueriquê - Julho 2013

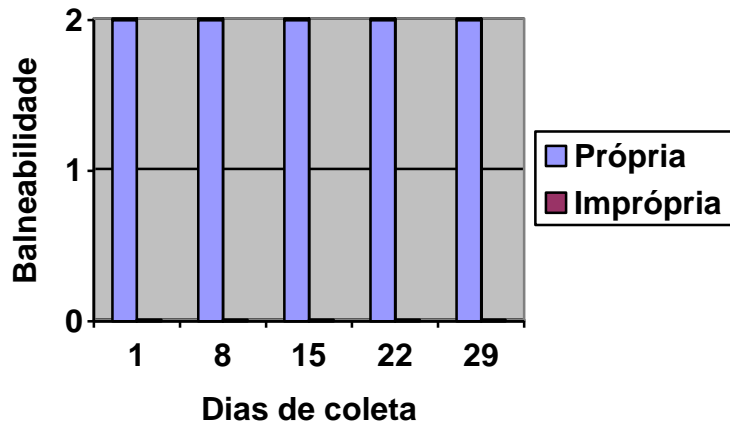


Bacia Juqueriquê - Agosto 2013

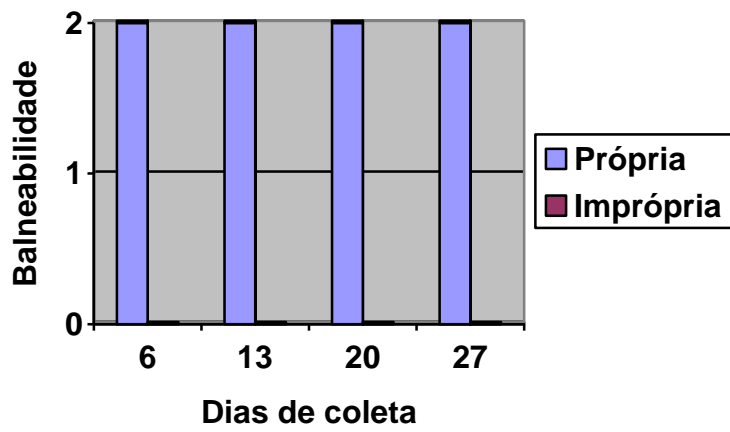




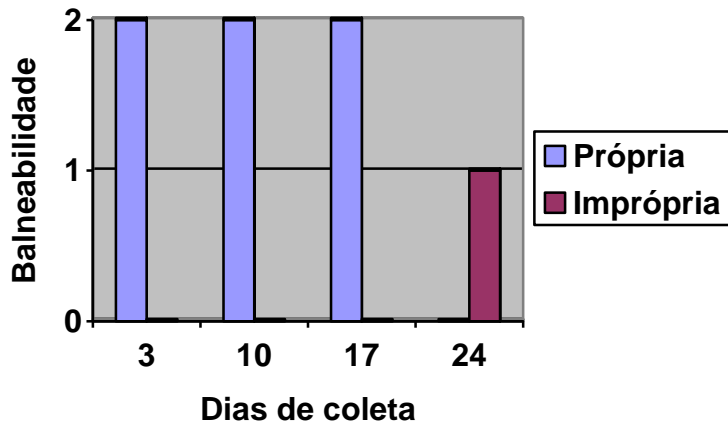
**Bacia Juqueriquêre - Setembro 2013**



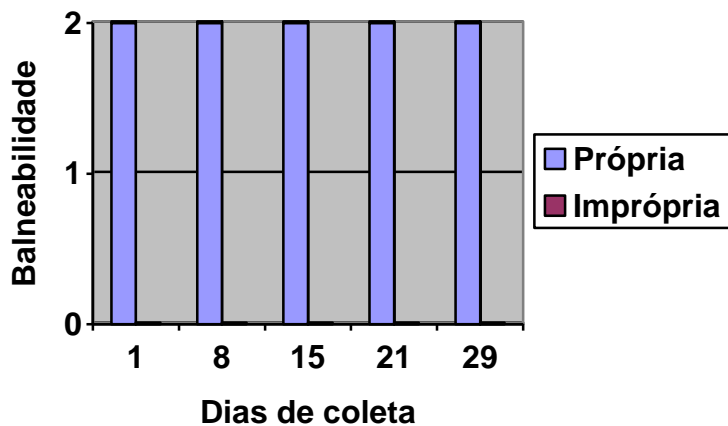
**Bacia Juqueriquêre - Outubro 2013**



### Bacia Juqueriquê - Novembro 2013

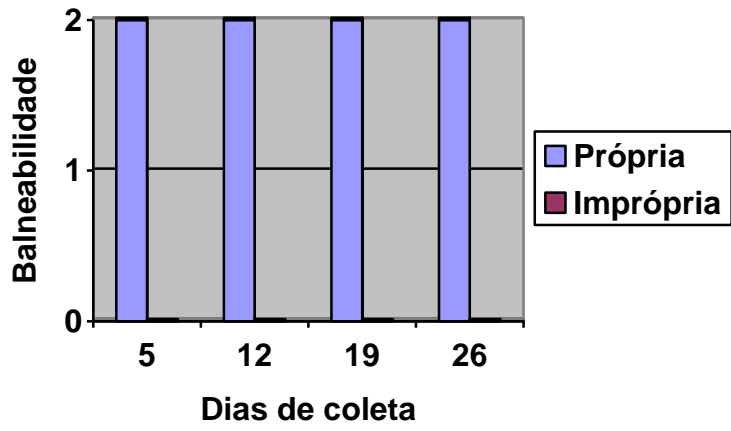


### Bacia Juqueriquê - Dezembro 2013

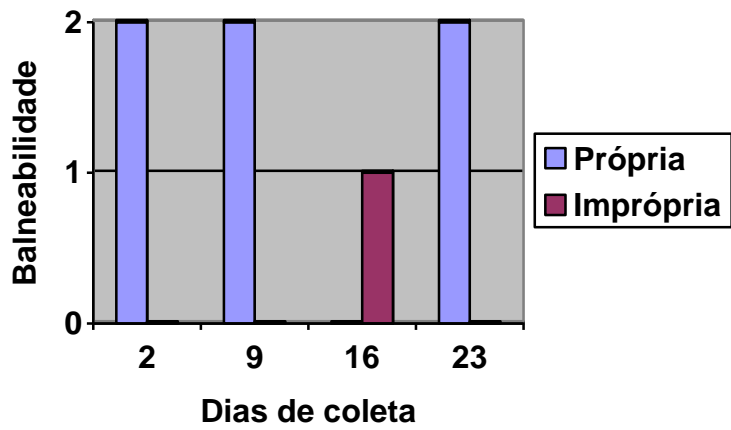


Analisando os gráficos percebe-se que ao longo do ano de 2013 a propriedade da balneabilidade prevaleceu. Pois mostrou-se própria em 37 semanas, sendo os meses de janeiro, fevereiro, maio, agosto, setembro, outubro e dezembro todas as semanas estavam próprias. A imprópriedade da balneabilidade deste ano foi constatada apenas em 15 semanas, cujo mês que obteve o maior índice de balneabilidade imprópria foi março, onde a 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> semanas de amostras foram de imprópriedade da praia. Totalizando neste ano de 2013, sete meses de um total de doze que são coletadas as amostras a praia estava balneável.

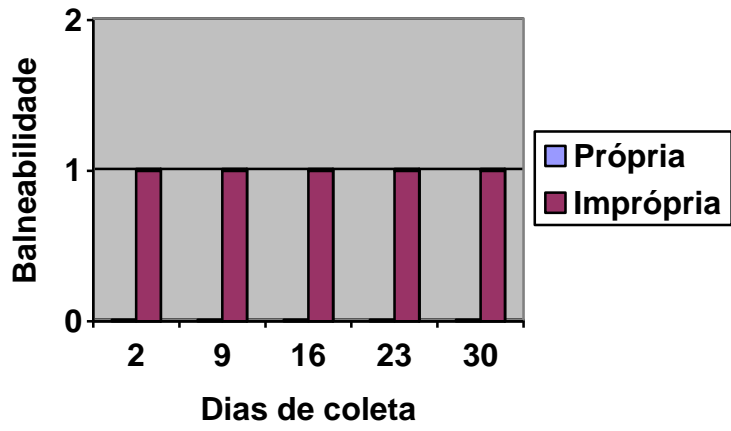
Bacia Juqueriquê - Janeiro 2014



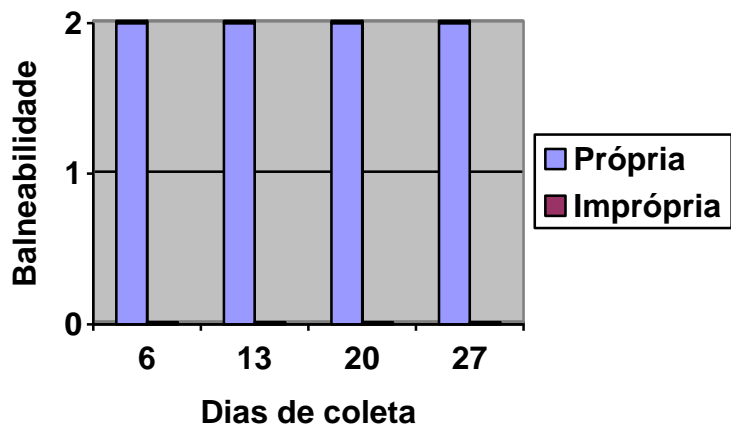
Bacia Juqueriquê - Fevereiro 2014

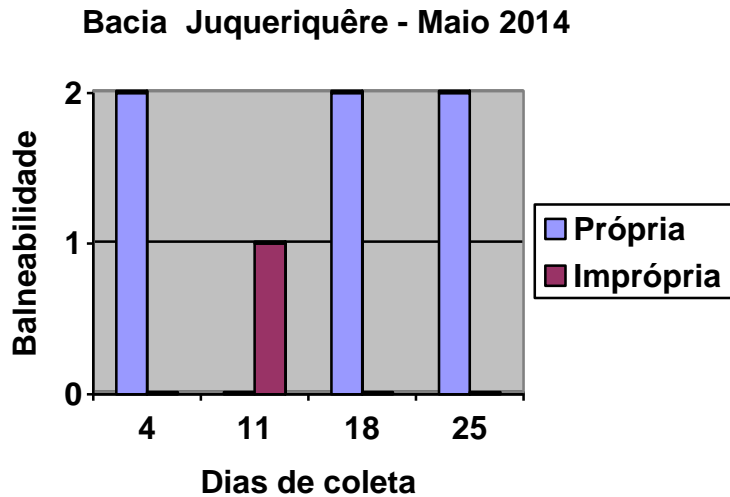


Bacia Juqueriquê - Março 2014



Bacia Juqueriquê - Abril 2014





Já em 2014, as análises foram feitas apenas para os meses de janeiro, fevereiro, março, abril e maio. Pode-se observar que a propriedade da bañeabilidade desta praia vem se sobressaindo este ano. Sendo o total de 21 semanas amostradas no ano de 2014. Dessas 21 semanas 14 foram próprias e sete foram impróprias. Os meses de janeiro e abril tiveram todas as semanas próprias. Os meses de fevereiro e maio possuíram apenas uma semana imprópria. Já o mês de março foi totalmente impróprio para recreação de contato primário dos banhistas.

## 6. PRÓXIMAS ETAPAS

Nas próximas etapas pretende-se apresentar as possíveis causas dos respectivos efeitos associados à variação do índice de bañeabilidade, relacionando esses efeitos com a dinâmica hidrográfica da Bacia do Rio Juqueriquê.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA – Agência Nacional de Águas. (2011). Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.aspx> Acesso em 14 de março de 2014.
- BASSOI, L. e GUAZELLI, M. “Controle Ambiental da Água”. In: PHILLIPPI JR., A.; ROMÉRO, M.; BRUNA, G.. Curso de Gestão Ambiental. São Paulo: Manole, 2004.
- BRASIL. O Fomento Estadual de Saneamento Básico poderá fixar limites para os parâmetros de efluentes de qualquer natureza, lançados nos corpos de água, enquadrados na classe Especial, classes I e II, além dos estabelecimentos no artigo 13, do Decreto nº 52.490, de 14 de julho de 1970.

BRASIL. Decreto Lei Nº 274, de 29 de novembro de 2000. Estabelece instrumentos para avaliar a balneabilidade, de forma a assegurar as condições necessárias à recreação de contato primário. Diário Oficial da União, Brasília, Seção 1, 08 de janeiro de 2001.

CARAGUATATUBA. Decreto Nº 01, de 03 de janeiro de 2012. Aprova o Plano Municipal Plurianual de Desenvolvimento Sustentável Rural e da Pesca. 2012.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. (2011). Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/> Acesso em 15 maio de 2014.

COMITÊ DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DO LITORAL NORTE. Plano de Bacias Hidrográficas do Litoral Norte. 2009. 225p.

EMBRAPA. Banco de Dados Climáticos do Brasil. Disponível em <http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/resultados/balanco.php?UF=&COD=492> Acesso em 15 de maio de 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>

PETROBRÁS. Petróleo Brasileiro S.A. Estudo de Impacto Ambiental. Atividade de Produção de Gás e Condensado no Campo de Mexilhão, Bacia de Santos. Brasil . 2007. p.269-303.

PIRES, J.S.R.; SANTOS, J.E. Bacias Hidrográficas - Integração entre meio ambiente e desenvolvimento. Ciência Hoje, Rio de Janeiro, v. 19, n. 110, p. 40- 45, 1995.

PNUMA. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. O Dia Mundial da Água de 2010 traz soluções e apela por atitudes para a melhoria da qualidade da água no mundo todo. Disponível em [http://www.pnuma.org.br/comunicados\\_detalhar.php?id\\_comunicados=69](http://www.pnuma.org.br/comunicados_detalhar.php?id_comunicados=69) Acesso em 15 de maio de 2014.

SÃO PAULO (Estado). Ato Legal . 2007. Disponível em: <[hidroweb.ana.gov.br/cd3/sp.doc](http://hidroweb.ana.gov.br/cd3/sp.doc)>. Acesso em 22 de maio de 2014.

SEADE. Sistema Estadual de Análises de Dados. 2012. Disponível em: <http://www.seade.gov.br> Acesso em 15 de maio de 2014.

