

VI-040 - MONITORAMENTO MARINHO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMISSÁRIO SUBMARINO DA PRAIA DA ENSEADA, UBATUBA/SP

Ariany Rossi⁽¹⁾

Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo – USP, 2009. Especialista em Gestão Ambiental pela Universidade de São Paulo – USP, 2012. Bióloga na Sabesp.

Amilton Ferreira de Almeida

Licenciado em Biologia pela Universidade Módulo, 2005. Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental – UNESP, Biólogo na Sabesp.

Alexandre da Costa

Bacharel em Engenharia de Materiais pela Universidade do Vale do Paraíba – Univap, 2005. Técnico em Sistema de Saneamento Químico na Sabesp.

Antônio Dirceu Pigatto Azevedo

Tecnólogo em Saneamento Básico pela Universidade Estadual de Campinas – Unicamp, 1978. Pós Graduado em Engenharia de Saneamento Básico, Gerente de Divisão do Controle Sanitário na Sabesp.

Rui Cesar Rodrigues Bueno

Bacharel em Química Industrial pela Escola Superior de Química Osvaldo Cruz, 1989. Especialista em Saúde Pública pela Universidade de São Paulo – USP, 1992. Mestre em Saúde Pública pela Faculdade de Saúde Pública da USP, 2000. MBA em Administração pela FUNDACE – USP, 2009. Gerente de Departamento de Gestão e Desenvolvimento da Operação na Sabesp.

Endereço⁽¹⁾: Rua Cachetal, 50, Martim de Sá, Caraguatuba/SP/Brasil. CEP 11663-240 Tel: +55 (12) 38823035 - e-mail: arianyrossi@sabesp.com.br

RESUMO

O sistema de disposição oceânica de esgoto urbano contribui para a melhoria da qualidade da água das praias, apesar de ser uma fonte pontual de emissão de matéria orgânica e de contaminantes. O monitoramento da qualidade ambiental avalia os efeitos desse sistema no ambiente marinho. Os resultados das análises dos parâmetros físico-químicos da água do mar são utilizados para verificar possíveis alterações nos padrões de emissão e na qualidade ambiental estabelecida pela legislação em vigor. Assim, o presente trabalho tem por objetivo avaliar, do ponto de vista estatístico, a dispersão de alguns parâmetros na malha amostral do emissário submarino da praia da Enseada e o atendimento a Resolução CONAMA 357/05 através dos resultados obtidos no período de 2015 e 2016. Para tanto, utilizou-se como indicadores pH, fósforo total, nitrogênio amoniacal e oxigênio dissolvido, parâmetros constantes para determinação do Índice de Qualidade de Águas Costeiras.

Foram amostrados oito pontos na zona de influência do emissário e um ponto controle, distante da saída e livre da interferência do efluente. De maneira geral, poucos resultados não estavam em conformidade com a resolução e considerando-se de forma estatística, apenas o fósforo total apresentou diferença significativa ($P=0,0058$) entre o ano de 2015 e 2016, porém, quando comparado os pontos amostrais com o ponto controle, tal diferença não foi observada. Para os parâmetros Nitrogênio Amoniacal, pH e Oxigênio Dissolvido, estatisticamente não se observou diferença entre as campanhas e em relação ao ponto controle. Portanto, concluiu-se que os parâmetros atendem aos valores de referência para Águas Salinas Classe 1.

PALAVRAS-CHAVE: CONAMA 357, malha amostral, dispersão.

INTRODUÇÃO

O sistema de disposição oceânica de esgoto urbano contribui para a melhoria da qualidade da água das praias, apesar de ser uma fonte pontual de emissão de matéria orgânica e de contaminantes. O acúmulo de contaminantes no ponto de lançamento e na área de dispersão do efluente pode causar toxicidade, bem como alteração na composição da fauna, tanto da coluna de água quanto do sedimento (ABESSA *et al*, 2005).

O monitoramento da qualidade ambiental tem por finalidade avaliar os efeitos do sistema de disposição oceânica de esgotos no ambiente marinho. Os resultados das análises dos parâmetros físicos e químicos da

água do mar são utilizados para verificar possíveis alterações nos padrões de emissão e na qualidade ambiental estabelecida pela legislação em vigor.

Sendo assim, o presente trabalho tem por objetivo avaliar, do ponto de vista estatístico, a dispersão dos parâmetros físico-químicos na malha amostral do emissário submarino da praia da Enseada e o atendimento a Resolução CONAMA 357/05 através dos resultados obtidos no período de 2015 e 2016.

MATERIAIS E MÉTODOS

O litoral Norte do estado de São Paulo é formado por quatro municípios – Caraguatatuba, Ilhabela, São Sebastião e Ubatuba, totalizando uma área de 1956,174 km² e população estimada em 319.511 habitantes (IBGE, 2016). Para atender aos moradores e também turistas que visitam a região, a rede de saneamento conta com 15 sistemas de tratamento de esgoto. Também conta com quatro Estações de Pré-Condicionamento (EPC), seguidas por emissário submarino – uma em Ilhabela (Itaquanduba), duas em São Sebastião (Itatinga e Cigarras) e uma em Ubatuba (Enseada).

O município de Ubatuba possui uma população estimada em 86 mil habitantes, com uma área territorial de aproximadamente 724 mil km², 80% dos quais localizados em áreas de preservação. O município é considerado como Estância Balneária e é muito procurado por turistas e praticantes de esportes aquáticos (IBGE, 2016). A cobertura vegetal de Ubatuba ainda mantém áreas naturais preservadas da floresta tropical da Mata Atlântica, contudo o município vem sendo impactado pelo crescente aumento da construção civil e ocupação populacional, impactando tanto os ambientes terrestres como os marinhos (BUZATO, 2012).

O litoral desta cidade é caracterizado por uma costa recortada (devido à proximidade com a Serra do Mar), e conta com a presença de inúmeras enseadas, onde as praias, geralmente de pequena extensão, ficam contidas, como é o caso da praia da Enseada, considerada como área prioritária de preservação (ROCHA, 2008). A praia da Enseada está inserida no interior da Baía do Flamengo, e apresenta baixo grau de exposição às ondas e baixa declividade; possui sedimento arenoso com granulometria fina durante o ano todo, o que a caracteriza como uma praia do tipo dissipativa (ROCHA, 2008). A enseada do Flamengo é um ambiente semi-confinado, raso, com profundidade máxima de 14 metros, e o padrão das correntes de água do local condiciona a distribuição dos sedimentos (em sua maioria lamo-arenosa) de superfície de fundo (LANÇONE & DULEBA, 2005). Além disso, a praia da Enseada é o local onde o emissário submarino de interesse desse relatório está instalado. Ele parte da EPC Enseada, coordenadas 23°29'36''S e 45°05'07''O e possui 300m de comprimento, 0,20m de diâmetro e vazão de 15L/s. A saída está a aproximadamente 4m de profundidade. Os pontos de coleta estão representados na figura 1 e suas coordenadas geográficas, na tabela 1.



Figura 1: Sistema de disposição oceânica da Praia da Enseada – Ubatuba/SP e pontos de coleta de água. O ponto 9 está fora da área de influência do emissário, sendo considerado o ponto controle.

Tabela 1: Pontos de coleta de água salina georreferenciados na Praia da Enseada – Ubatuba/SP.

Ponto Amostral	Descrição (UTM UPS – WGS 84)	
1	0491307	7401508
2	0491118	7401585
3	0490929	7401659
4	0491050	7401465
5	0491226	7401327
6	0490845	7401474
7	0491138	7401149
8	0490771	7401289
9	0490465	7401031

AMOSTRAGEM, ANÁLISE LABORATORIAL E ANÁLISE DOS DADOS

Este trabalho foi realizado entre os anos 2015 e 2016, nos pontos georreferenciados supracitados, constando de duas campanhas anuais, verão (janeiro-março) e inverno (julho).

Os parâmetros de qualidade da água selecionados foram: pH, oxigênio dissolvido (OD), Fósforo total e Nitrogênio amoniacal, parâmetros constantes para determinação do Índice de Qualidade de Águas Costeiras, IQAC, pela Cetesb (CETESB, 2016). A coleta das amostras, preservação e análises laboratoriais para os parâmetros físico-químicos seguiram as normas descritas no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater – SMWW – 22^a ed.*, APHA (2012).

Durante período de coleta das amostras, feita em embarcação própria, uma sonda multiparâmetros (Figura 2a) foi lançada ao mar para análise de pH e OD, sendo que ela foi submergida a 0,5m da superfície e depois a 1 metro do fundo. Já para demais ensaios, amostras de água salina são coletadas em duas profundidades: superfície – 0,5m abaixo da linha d'água – e fundo – 1,0m acima da superfície de fundo. Neste procedimento é utilizada uma garrafa de Van Dorn, com capacidade de 10 litros (Figura 2b), lastreada, em cada profundidade.



Figura 2: (a) Sonda multiparâmetros sendo utilizada na coluna d'água e (b) garrafa de Van Dorn utilizada para coleta de água salina.

A água foi armazenada em frascos coletores específicos para cada ensaio (Figura 3a), identificados, conforme Figura 3b, e acondicionados em caixas térmicas contendo gelo (Figura 3c), para encaminhamento ao laboratório. As amostras foram preservadas com solução de ácido sulfúrico 1:1.

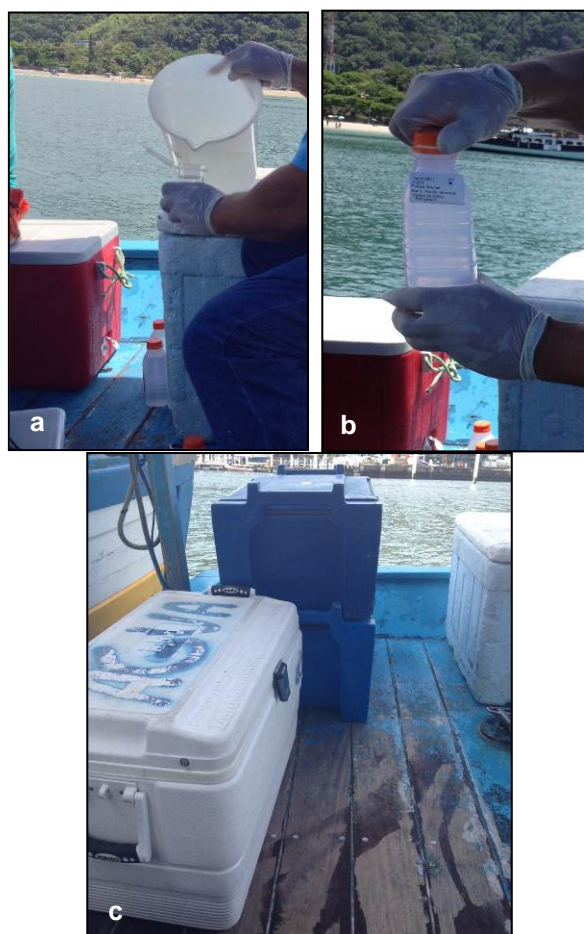


Figura 3: (a) Distribuição de alíquotas de água salina em frascos específicos, (b) identificação e (c) acondicionamento em caixas térmicas.

No laboratório, foi retirada alíquota de cada frasco e procederam-se os ensaios de nitrogênio amoniacal pelo método de íon seletivo e da concentração de fósforo total pelo método colorimétrico, de acordo com seções 4500-P E e 4500-NH₃ D do *SMEWW 22^a ed., 2012*.

A comparação dos resultados obtidos entre os pontos de cada emissário e também destes com a legislação vigente foi feita através de teste estatístico de Kruskal-Wallis e, *a posteriori*, Teste de Dunn, com nível crítico de 5% ($P < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos para todos os parâmetros demonstraram que os valores de concentrações de fósforo, nitrogênio amoniacal, oxigênio dissolvido e pH atenderam a Resolução CONAMA n°357, a qual dispõe sobre valores de referência para Águas Salinas Classe 1 – aquelas que podem ser destinadas à recreação de contato primário, proteção das comunidades aquáticas, aquicultura e pesca.

Em relação ao fósforo total, 100% das amostras analisadas em 2015 estiveram abaixo do limite máximo de 0,062mg/L permitido pela legislação. Apesar das concentrações observadas em 2016 terem sido maiores que as de 2015 e haver uma diferença estatística entre os anos ($P=0,0058$), quando os pontos foram comparados entre si e com a resolução CONAMA, não houve diferença significativa (figura 4).

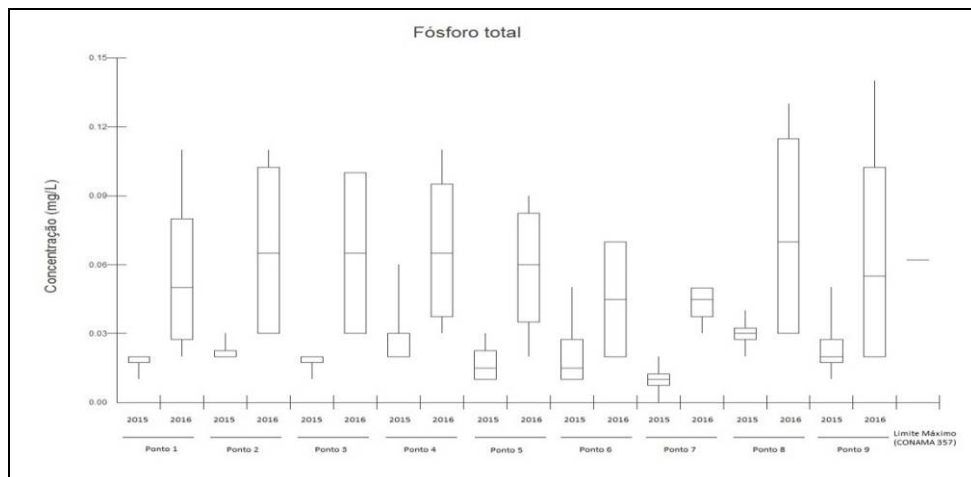


Figura 4: Concentrações de fósforo total, em mg/L, observadas nos pontos de monitoramento, e exigido pela resolução CONAMA 357/05.

O aumento das concentrações de fósforo total em 2016 pode ser associado com o aumento da densidade demográfica de Ubatuba e, conseqüentemente, aumento das fontes de poluição difusa, como o carreamento de água de chuva, número de embarcações e lançamentos clandestinos de efluentes. Segundo o IBGE, a população de Ubatuba em 2010 era de 78.801 habitantes e a estimativa para 2016 é de 87.364 habitantes.

Um indicador do aumento das fontes difusas é a avaliação do ponto controle, fora da zona de influência do emissário (ponto 9). A média deste ponto em 2015 foi de 0,03mg/L e em 2016, 0,07mg/L.

Para o nitrogênio amoniacal, além de não haver diferença entre os dois anos amostrados, todas as amostras avaliadas tiveram valores inferiores a 0,40mg/L, exigência da legislação (figura 5).

Para o pH, em 2015 houve atendimento da legislação em 100% da amostragem e em 2016, de 36 coletas, apenas seis, ou seja, 17%, estiveram abaixo do limite inferior do CONAMA, de 6,5, como pode ser observado na figura 6. Contudo, não foi encontrada diferença estatística entre os pontos para esse parâmetro ($P=0,8761$), de modo que as medianas de cada ponto no período avaliado não foram significativamente diferentes.

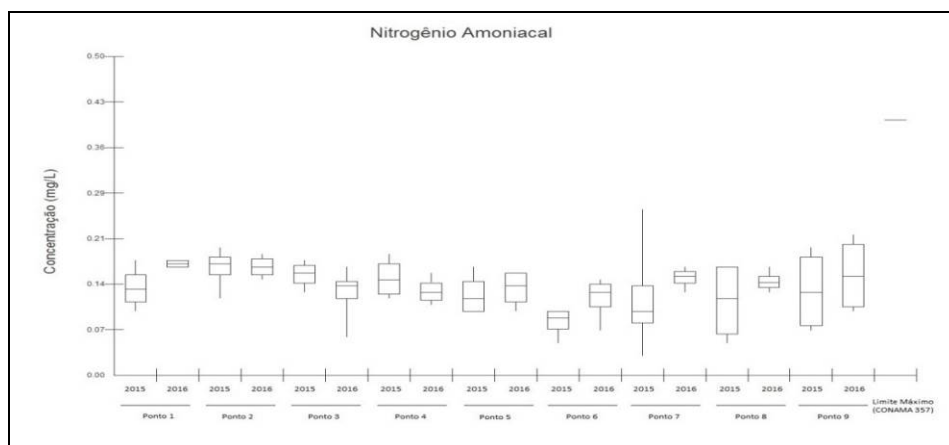


Figura 5: Concentrações de nitrogênio amoniacal, em mg/L, observadas nos pontos de monitoramento, e exigido pela resolução CONAMA 357/05.

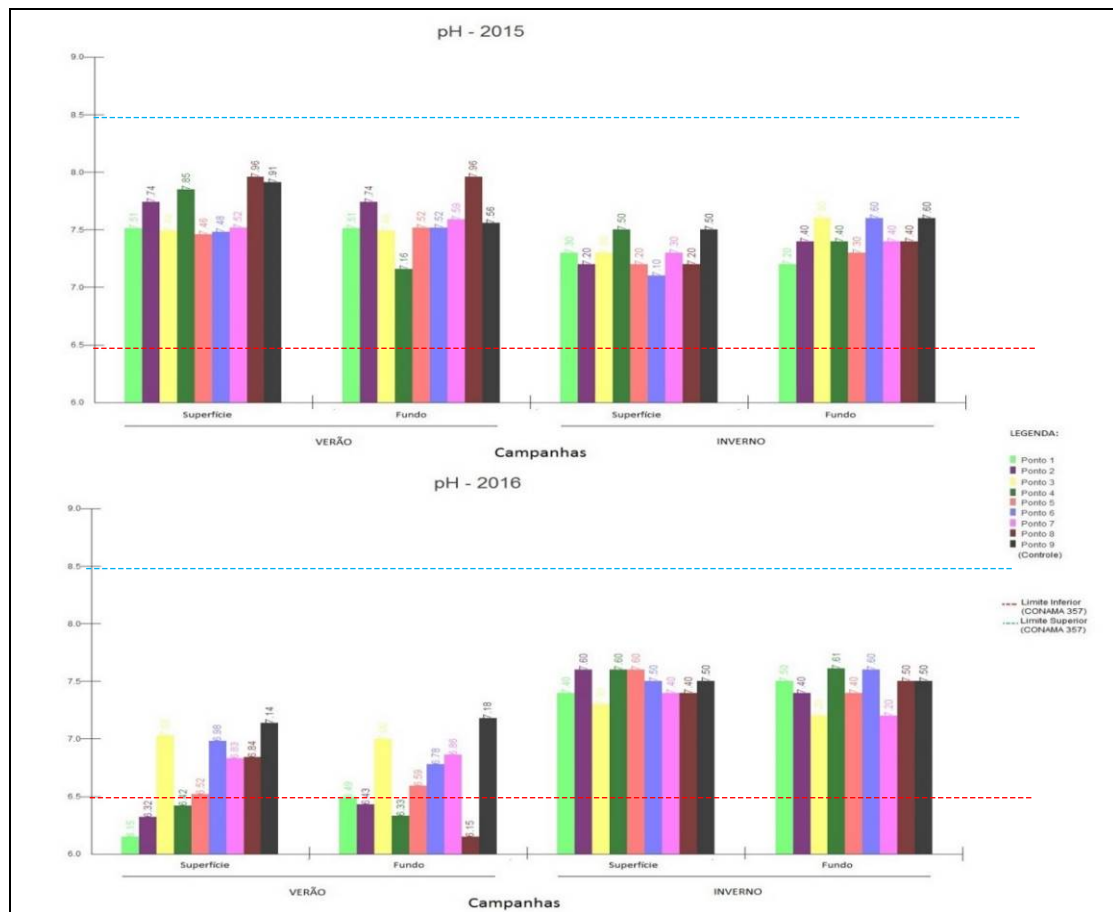


Figura 6: pH observado nos pontos de monitoramento em 2015 e 2016.

Por fim, o OD também não apresentou diferença significativa entre os pontos de monitoramento ($P=0,9938$) e a maioria das coletas demonstraram boas quantidades de oxigênio dissolvido na água, conforme pode ser visto na figura 7. Com isso, a resolução CONAMA foi atendida, sendo que esta apresenta como valor mínimo de OD 6mg/L e apenas uma amostra apresentou concentração de OD menor (ponto 2 – fundo = 5,66mg/L, coleta de verão/2015).

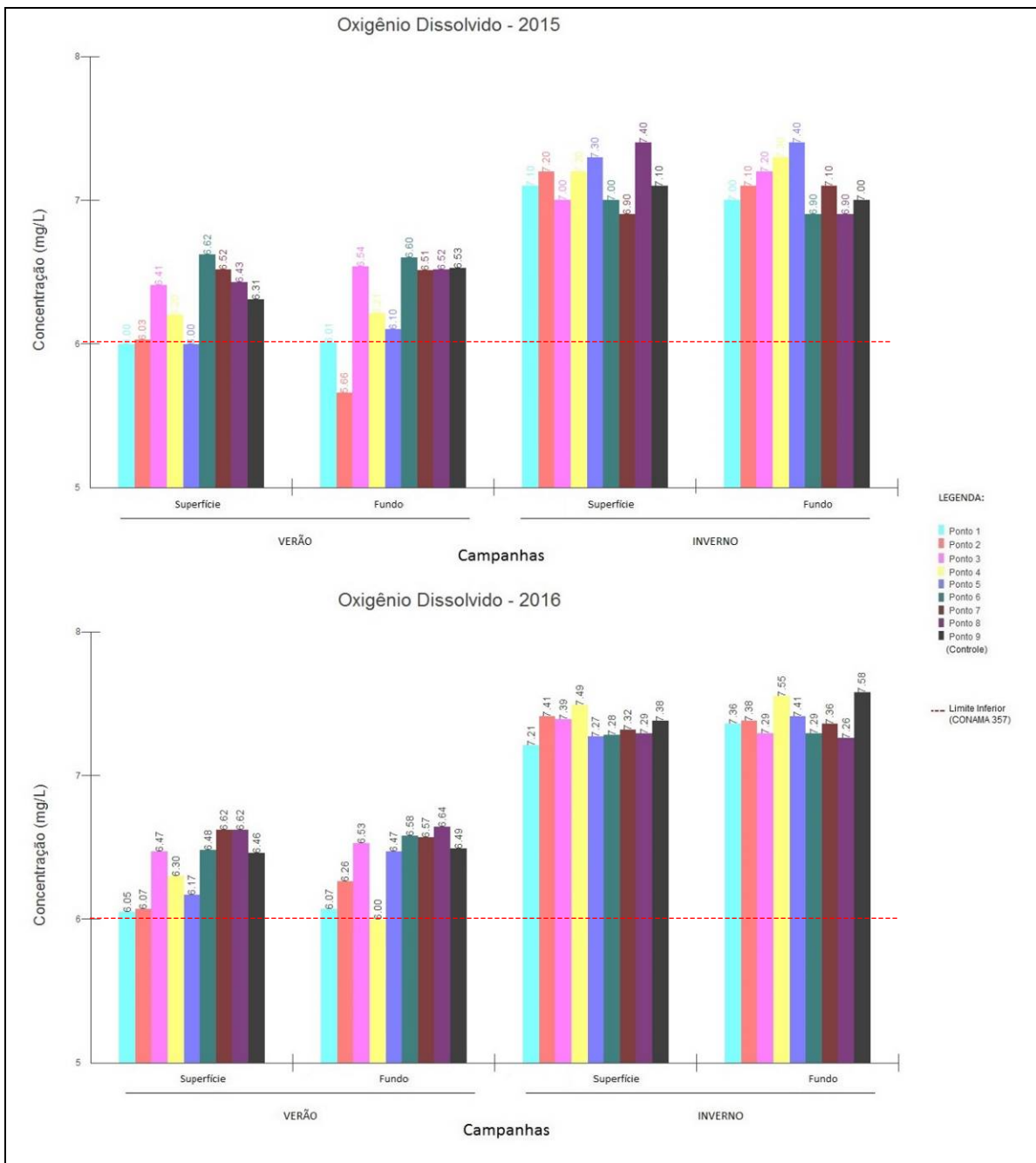


Figura 7: Concentrações de oxigênio dissolvido, em mg/L, observadas nos pontos de monitoramento em 2015 e 2016.

O pH e o OD estão relacionados entre si, com a quantidade de nutrientes disponíveis no meio e com a temperatura; quanto maior a temperatura, maior a taxa metabólica dos organismos, consequentemente maior gasto energético - consumo de oxigênio e liberação de gás carbônico. A disponibilidade de matéria orgânica, indicada pela presença de nitrogênio e fósforo, também aumenta a liberação de CO₂, acarretando na acidificação do meio, pois disponibiliza nutrientes para os organismos decompositores. Além disso, a temperatura influencia na perda de O₂ para a atmosfera, contribuindo para baixas concentrações de OD no verão.

No gráfico de OD, pode-se perceber as menores concentrações nas campanhas de verão, quando comparadas com as de inverno. Já para o pH, não houve uma diferença tão pronunciada em 2015 quanto houve em 2016.

Um dos motivos pode ser a maior quantidade de matéria orgânica disponível no segundo ano avaliado, aumentando a taxa de decomposição no verão e, assim, diminuindo o pH.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

O monitoramento é um processo contínuo que consiste num conjunto de observações e medições de parâmetros ambientais, com isto, os parâmetros avaliados no emissário da Enseada apresentaram resultados satisfatórios após a zona de mistura.

Do ponto de vista estatístico, o parâmetro Fósforo Total, apresentou diferença significativa ($P=0,0058$) entre o ano de 2015 e 2016, mas quando comparado ao ponto controle tal diferença não foi observada. Para os parâmetros Nitrogênio Amoniacoal, pH e Oxigênio Dissolvido, estatisticamente não se observou diferença entre as campanhas e em relação ao ponto controle.

Com relação ao atendimento a Resolução CONAMA 357/05, a avaliação dos resultados das campanhas de 2015 e 2016 mostrou que os parâmetros estão conformes, ou seja, atende aos valores de referência para Águas Salinas Classe 1 – aquelas que podem ser destinadas à recreação de contato primário, proteção das comunidades aquáticas, aquicultura e pesca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABESSA, D.M.S.; CARR, R.S.; RACHID, B.R.F.; SOUSA, E.C.P.M.; HORTELANI, M.A. & SARKIS, J.E., 2005. Influence of a Brazilian sewage outfall on the toxicity and contamination of adjacent sediments. *Marine Pollution Bulletin*, 50, 875-885.
2. APHA, AWWA, WEF. 2012. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 22^a. ed.
3. BRASIL. 2005. RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005.
4. BUZATO, E. 2012. Avaliação de impactos ambientais no município de Ubatuba: uma proposta a partir de geoindicadores. Tese. Programa de Pós-Graduação em Geografia Física. Universidade de São Paulo. São Paulo. 187p.
5. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. *Cidades*. Disponível em <cidades.ibge.gov.br> Acesso em 06 de dezembro de 2016.
6. LANÇONE, R. B.; DULEBA, W. 2005. Dinâmica de fundo de enseada do Flamengo, Ubatuba, Brasil, inferida a partir da distribuição espacial, morfometria e tafonomia de foraminíferos. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 8(3): 181-192.
7. ROCHA, T.C.F. 2008. Mapeamento da sensibilidade ambiental do litoral de Ubatuba – SP a vazamentos de petróleo. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro. 129p.
8. SÃO PAULO. Relatório de qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo - Parte 2: Águas salinas e salobras. Cetesb, 2016. Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios> Acesso em 06 de dezembro de 2016.