CODIGO DO TRABALHO: 9637
O PROBLEMA AMBIENTAL DA QUALIDADE DA ÁGUA NA REGIÃO ESTUARIA DO BAIXO CURSO DO RIO MEARIM

George Colares Silva Filho[(1)]
Mestrando em Meio Ambiente pela Universidade CEUMA.
Juliana Martins dos Santos [(2)]
Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade CEUMA
Juliana Lopes Almeida [(3)]
Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade CEUMA
Paulo César Mendes Villis [(4)]
Professor da Universidade CEUMA, Doutor em Química pela Universidade Federal de Santa Maria.
Fabrício Brito Silva [(5)]
Professor da Universidade CEUMA, Doutor em Sensoriamento Remoto do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, Brasil.

Endereço[(1)]**:** Alameda E, Condomínio Brisas Altos Calhau, Torre B, Ap 709 – Bairro Quitandinha – São Luís - MA - CEP: 65070-628 - Brasil - Tel: +55 (98) 98123-2337 - e-mail: georgecolares@yahoo.com.br.

RESUMO

As regiões estuarinas são localidades onde se reúnem substâncias da natureza e antrópicas de diferentes origens. Estes elementos podem deteriorar a qualidade da água. Em geral, esta análise é mensurada através das propriedades físico-químicas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade espaço-temporal das propriedades físico-químicas da água na região do baixo Mearim. Foram coletadas amostras em 16 pontos, de Arari até a foz. Para a determinação dos parâmetros físico-químicos, foi utilizado um medidor multiparâmetro. O resultado dos parâmetros físico-químicos da água apresentou: as quantidades máximas de salinidade encontrados nas águas estavam entre 2,30 e 20,10 ppt. Estes valores estavam acima do que determina a CONAMA 357 em sua legislação. Também foram identificados elevados valores máximos de sólidos totais dissolvidos, que variaram entre 2,77 e 19,7 g/l; insuficientes valores mínimos de oxigênio dissolvido foram encontrados de 3,30 à 3,59 mg/l, que podem apontar para uma possível contaminação do estuário. Os resultados indicaram altos valores de salinidade em todas as localidades, o que indica que a água não é própria para consumo da população local. Ainda, altos valores de sólidos totais dissolvidos e baixo oxigênio dissolvido em algumas amostras podem ser indícios de contaminação dos recursos hídricos.

PALAVRAS-CHAVE: qualidade de água; Propriedades físico-químicas; Rio Mearim;

1. INTRODUÇÃO

A drenagem de água doce das bacias, juntamente com a entrada das águas do mar e os transportes de sedimentos em suspensão, nutrientes orgânicos e inorgânicos são processos que desempenham alta importância para o desenvolvimento econômico, social e urbano das regiões estuarinas (Miranda et al, 2002).

Em decorrência deste cenário, é de grande importância que a qualidade da água dos corpos hídricos deste tipo de sistema estejam em condições favoráveis para consumo humano, permanência e desenvolvimento dos organismos que neles vivem. Em geral, esta análise é mensurada através do levantamento das propriedades físico-químicas e biológicas. As técnicas convencionais para monitoramento são geralmente caras (particularmente para países em desenvolvimento), demoradas e incapazes de fornecer uma perspectiva espaço - temporal para os corpos d'água com pontos de amostra limitados (Khattab e Merkel, 2014).

As estações de monitoramento presentes nos cursos de água podem oferecer esses dados, apesar do alto custo de operação com compras de equipamentos, implantação, remuneração de observadores, manutenção e as viagens de campo (Paca et al, 2011).

Segundo Wang e Xu (2008), as investigações no local realizadas apenas em escala pontual são incapazes de monitorar a distribuição de salinidade espacial em uma escala considerável em toda a superfície do estuário. Porém, as imagens de satélites, como o do Landsat, cobrem repetidamente ambientes estuarinos

em intervalos regulares, fornecem informações sobre a radiação solar em vários comprimentos de onda refletidos pelas águas superficiais, que podem ser correlacionados com os parâmetros da qualidade da água. Desta forma, as propriedades podem ser determinadas em todo o curso do rio.

A coleta através de sensoriamento remoto tem algumas vantagens como a cobertura espacial quase contínua de imagens de satélite em grandes áreas; permite também estimar a qualidade da água em áreas remotas e inacessíveis; e, por último, o registro longo de imagens arquivadas permite a estimativa da qualidade histórica da água, quando nenhuma medida no local pode fazer isso (Hellweger et al, 2004). Uma combinação de sensoriamento remoto, SIG e amostragem tradicional in situ pode levar a um melhor programa de monitoramento para parâmetros de qualidade da água em vários tipos deste líquido (Gholizadeh e Melesse, 2017).

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade e variabilidade espaço-temporal das propriedades físico-químicas da água, através de coletas em campo, na região do baixo Mearim.

3. METODOLOGIA UTILIZADA

3.1. Área de estudo

Localizada no estado do Maranhão, região nordeste do Brasil, a Bacia Hidrográfica do Rio Mearim é uma sub-bacia pertencente ao conjunto de 12 bacias da Região Hidrográfica do Atlântico Nordeste Ocidental. É uma bacia de domínio Estadual, distribuída numa área de 99.058,68 Km², o que corresponde 29,84 % da área do Maranhão; desta forma, é maior bacia do Estado Maranhense (Maranhão, 2011).

Outra característica da região estuarina é que, de acordo com a classificação desenvolvida por Pritchard (1952), o estuário é do tipo geomorfológico planície costeira, caracterizado por regiões rasas, com até 30 metros de profundidade. Possuem processo de sedimentação recente, em que o fundo do rio está preenchido por lama e a parte superficial possui sedimentos finos.

Por ser a área de estudo uma região estuarina, a variação da maré influencia diretamente nas propriedades da água (Miranda et al, 2002). Outra variante que deve ser considerada é a sazonalidade. Durante o período chuvoso, a vazão do Rio Mearim aumentou enquanto que, durante o período seco, o volume de drenado pela bacia diminuiu (Figura xxxxx).

Seu rio principal, o Mearim, tem a sua nascente localizada na serra da Menina, que fica entre Formosa da Serra Negra, Fortaleza dos Nogueiras e São Pedro dos Crentes. Sua foz encontra-se na baia de São Marcos, entre São Luís e Alcântara (figura 1). A altitude máxima da bacia é de aproximadamente de 650 metros. Os rios Pindaré e Grajaú são os principais afluentes.

Este conjunto hídrico alcança 83 municípios, com uma população total de mais de 1.600.000 habitantes, que corresponde a aproximadamente um quarto da população maranhense.

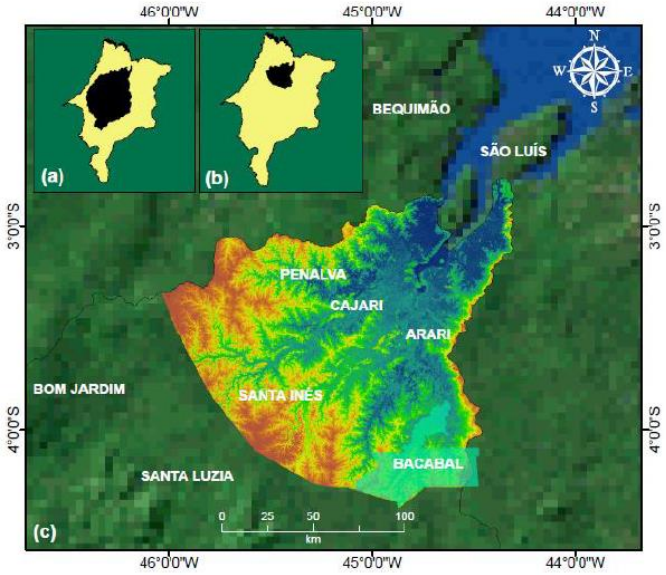


Figura 1. Bacia Hidrográfica Rio Mearim.

3.2. Pontos de estudo e sazonalidade

Para este estudo, foram retiradas amostras do referido curso de água em 16 pontos (figura 2), partindo da cidade de Arari, Maranhão, e concluindo até a região próxima à foz da bacia.

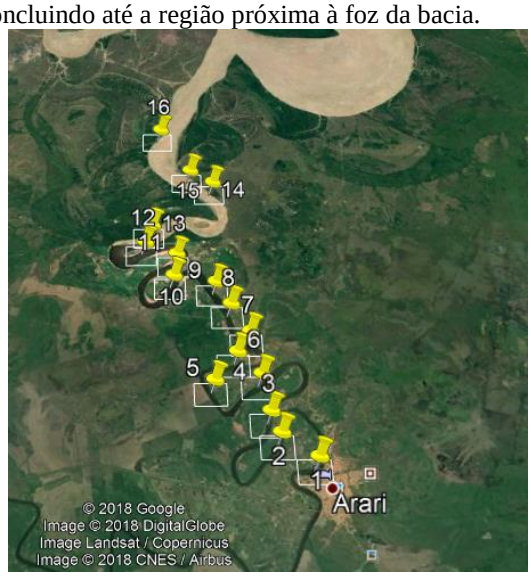
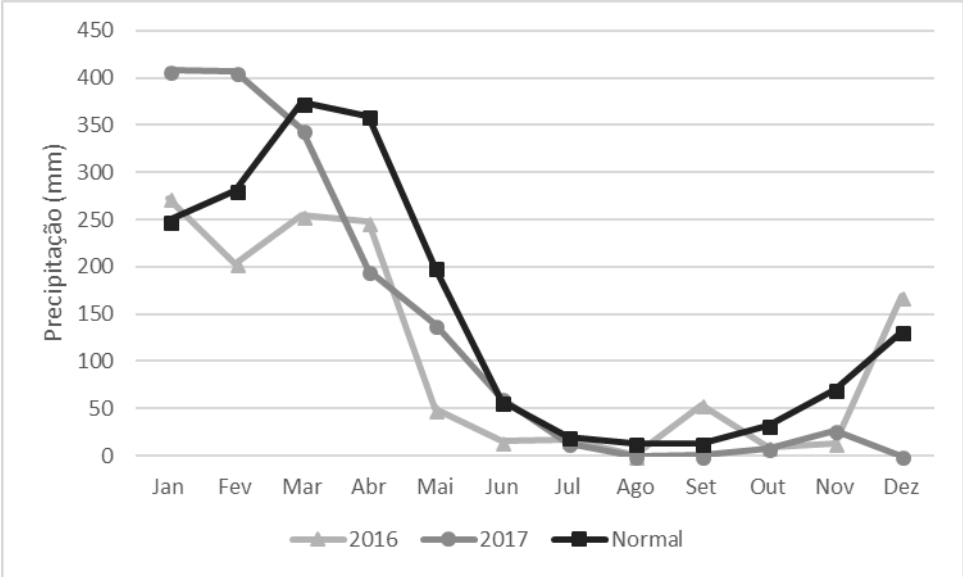


Figura 2. Pontos coleta da pesquisa (Google, 2017).

As amostras também consideram o período com chuva, intermediário e período de estiagem. Dados de precipitação da normal climatológica e dos anos de 2016 e 2017 da estação meteorológica de Bacabal mostraram que os meses com maior chuva vão de janeiro a maio; junho se apresenta como um mês intermediário; e os meses de julho à outubro como período seco.



3.3. Coletas de amostras de água em campo

Durante os anos de 2016 e 2017 (tabela 1), foram feitas as coletas de águas da Bacia do Mearim nos pontos de estudo às margens das localidades de Arari, Porto de Santana e Bonfim, além da foz. As coletas sempre foram feitas após o início da baixa-mar. Para a determinação dos parâmetros físico-químicos, as amostras foram retiradas utilizando um medidor multiparâmetros Horiba, modelo U-5030.

Tabela 1. Meses de realização da coleta de água na Bacia do Mearim

Ano	Período Chuvoso	Período Seco
2016	Janeiro a abril e junho	Julho a setembro
2017	Abril e maio	Novembro

4. RESULTADOS OBTIDOS

4.1. Salinidade

Com relação à salinidade apresentada nas amostras coletadas (figura 3), as maiores concentrações ocorreram na foz, devido à proximidade do mar, onde existe a maior concentração de sal (Sampaio et al, 2017). Nas localidades de Bonfim, Porto de Santana e Arari, durante o mês de agosto, as amostras apresentaram uma grande quantidade de sal, com valores acima do limite de 0,5 ppt convencionado pela resolução nº 357 do Conselho de meio ambiente brasileiro. A condição pode ser interpretada em razão da data daquele mês em que a maré atingiu seu nível mais alto (6,4 metros em São Luís), decorrido em lua cheia.

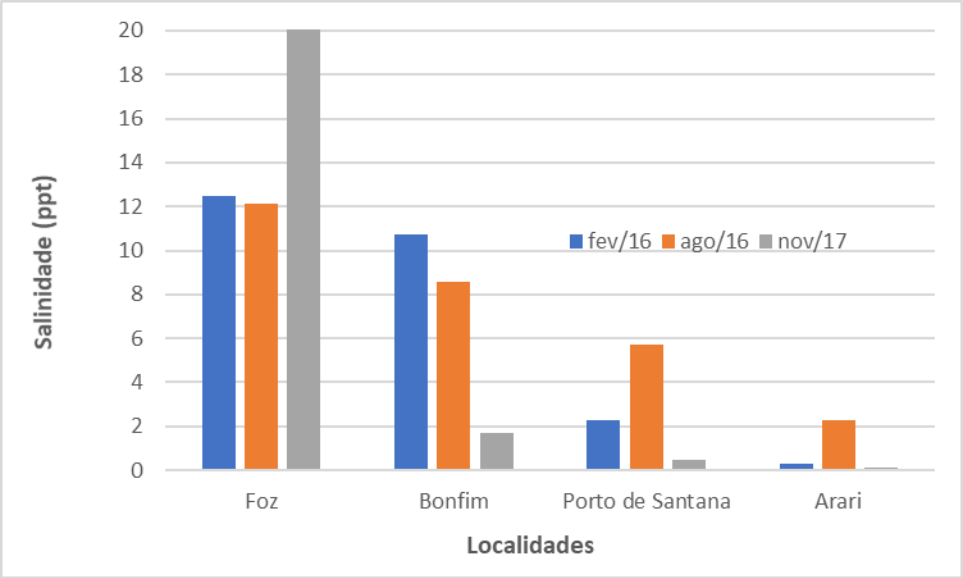


Figura 3. Salinidade por período e localidade.

4.2. Sólidos totais dissolvidos

De acordo com a resolução CONAMA N° 357, o limite tolerante de sólidos totais dissolvidos na água doce é de 0,5 g/L. Apenas uma amostra em Arari (figura 4) atendeu a esta quantidade (0,44 g/L em fevereiro) mas, na maioria das amostras, o valor apresentado ficou acima deste limite. Segundo Machado et al (2007), em ambiente estuarino, a salinidade é a principal influência nos valores de sólidos totais. Altas concentrações desta classe de sólidos limitam a adequabilidade de massas de água como fonte para abastecimento público (COSTA et al., 2004).

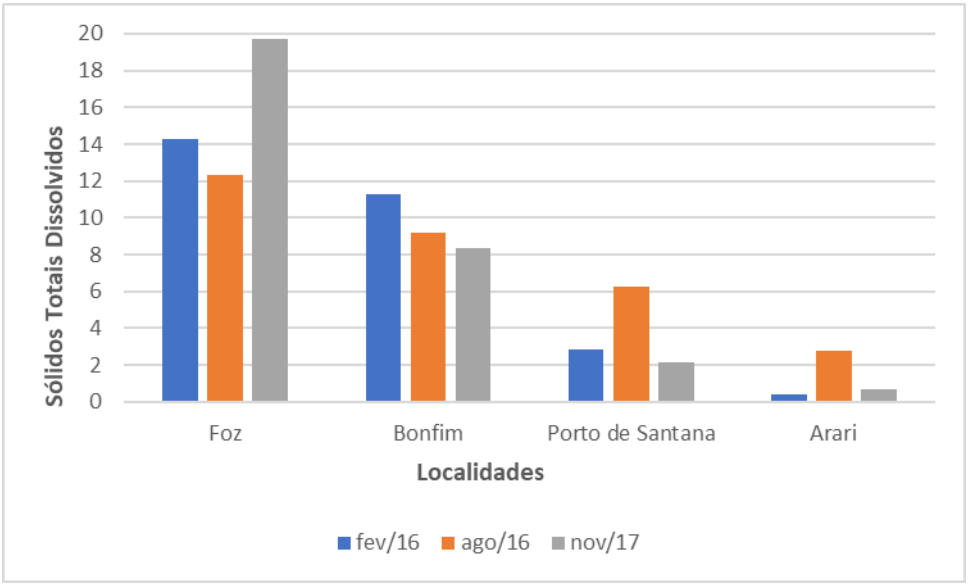


Figura 4. Sólidos totais dissolvidos por período e localidade.

4.3. Temperatura

A temperatura tem influência em diversos parâmetros físico-químicos das águas, como a tensão superficial e a viscosidade. Os seres vivos que vivem neste habitat são bastante sensíveis às temperaturas fora de suas tolerâncias de temperatura, podendo causar consequências ao seu crescimento e reprodução. (ANA, 2017).

Não houve uma grande variação de temperatura nos pontos coletados (figura 5), o que pode ser inferido, com relação a esta propriedade, que a influência marítima foi mínima. Entretanto, houve variação quando foi observada a sazonalidade. As temperaturas maiores ocorreram no período seco (segundo semestre) como, por exemplo, na Foz e em Porto de Santana, onde as máximas foram de 31 graus.

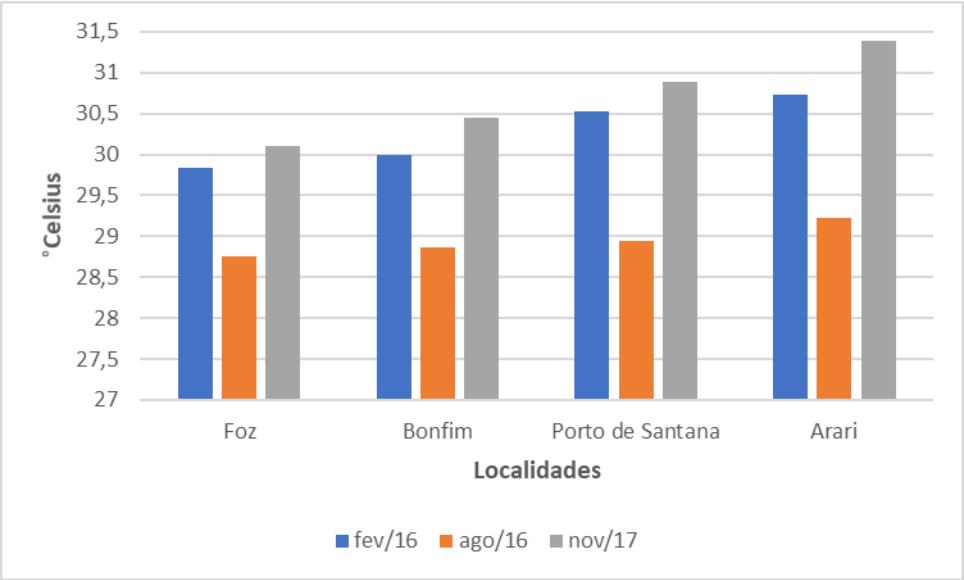


Figura 5. Temperatura por período e localidade.

4.4. Oxigênio Dissolvido na água

Levando também em consideração a resolução CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005, os limites toleráveis para oxigênio dissolvido em águas salobras, classe II (adequada para pesca amadora) é de, no mínimo, 4 mg/L. Nas amostras, verificou-se que, principalmente no mês de agosto, a concentração de oxigênio ficou um pouco abaixo da quantidade mínima em todas as localidades. Da Sede até a Foz, os valores foram 3,3, 3,28, 3,59 e 3,47 mg/L. Houve também uma amostra abaixo de 4 mg/L em Arari, no mês de novembro, em que o valor foi de 3,85 mg/L.

O oxigênio dissolvido é indispensável para a conservação dos organismos que vivem na água, já que vários seres vivos necessitam do oxigênio para respirar. Águas que apresentam poluição por esgotos possuem pouca concentração de oxigênio dissolvido porque o mesmo é gasto durante o processo de decomposição da matéria orgânica. Já as águas limpas possuem quantidade de oxigênio dissolvido mais altas, em geral maiores que 5mg/L (ANA, 2017).

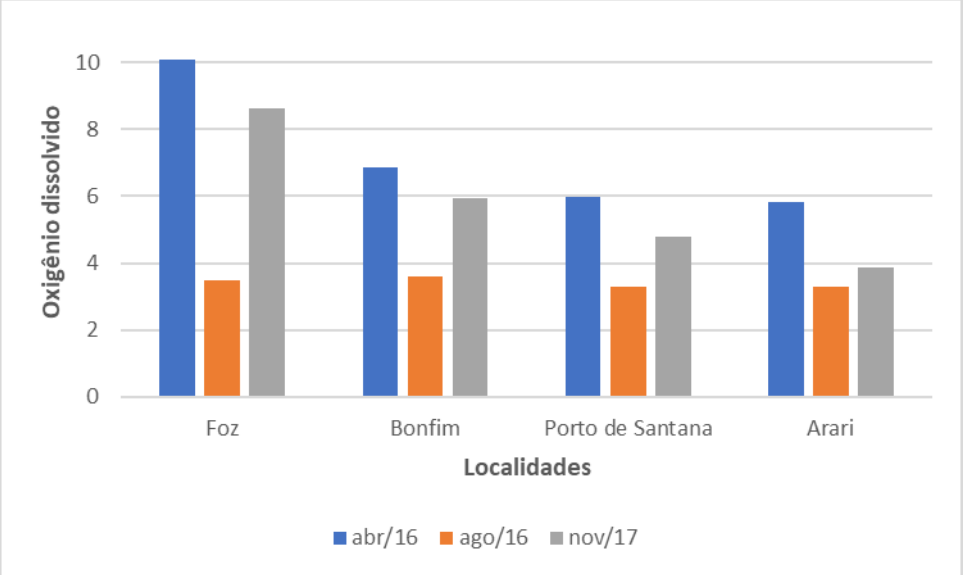


Figura 6. Oxigênio dissolvido na água por período e localidade.

4.5. Potencial hidrogeniônico (pH)

As medidas de pH são de grande valia, porque trazem várias informações sobre a qualidade da água e, dependendo do pH mais alcalino ou ácido, podem delatar a presença de despejo de efluentes na água (Araújo, 2006).

A combinação de um pH crescente e aumento de temperatura cria condições para a formação do composto NH3, que é bastante tóxica aos peixes (Miranda, 2017).

Os limites toleráveis em relação ao pH para água doce na resolução CONAMA N° 357 ficam entre 6,0 e 9,0. Neste aspecto, todas as amostras ficaram dentro dos limites estabelecidos e aparentemente não denotam poluição ou qualquer outra anomalia.

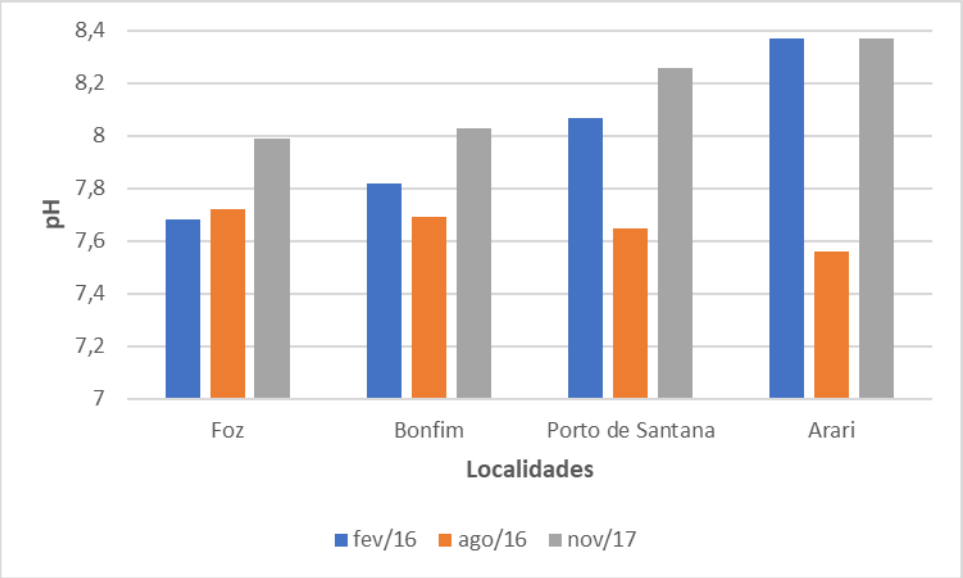


Figura 7. pH da água por período e localidade.

Dado que as amostras denotam salinidade existente (a zona de maré do rio tem salinidade praticamente zero) e que a localidade não está situada em frente a pluma estuarina (o que poderia caracteriza-la como zona costeira), a região estudada encontra-se na zona de mistura do estuário, pois recebe águas tanto da drenagem da bacia quanto do mar.

5. CONCLUSÕES

O levantamento dos parâmetros físico-químicos da água, coletados através do medidor multiparâmetros apresentou uma variação considerável no trecho do baixo Mearim, entre a Foz do rio até a cidade de Arari, tanto no período chuvoso, quanto no intermediário e período seco. Destacaram-se os expressivos quantitativos de salinidade encontrados nas águas em todas as localidades, alguns bem acima do que determina a CONAMA N° 357 em sua legislação. Dado que as amostras denotam salinidade existente (a zona de maré do rio tem salinidade praticamente zero) e que a localidade não está situada em frente a pluma estuarina (o que poderia caracteriza-la como zona costeira), a região estudada encontra-se na zona de mistura do estuário, pois recebe águas tanto da drenagem da bacia quanto do mar.

Ainda, elevados valores de sólidos totais dissolvidos e insuficientes valores de oxigênio dissolvido em água apontam para uma possível contaminação do estuário. Portanto, não é aconselhável o uso dos recursos hídricos para consumo da população da região.

5. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Em: Índice de qualidade de água. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx#_ftn8>. Acesso em: 15 fevereiro de 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Em: Qualiágua. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/Qualiagua.aspx>. Acesso em 20 de março de 2018.

ARAÚJO, A. E. D. M. **Avaliação dos parâmetros físicos, químicos e índice de qualidade da água no rio saúde, em razão da precipitação (maio a dezembro de 2004): estudo de caso,** 2006, 92f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Em: Resoluções, 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 15 fevereiro de 2017.

COSTA, M.; NASCIMENTO, D.; OLIVEIRA, T.; PEREIRA, F. E. A Qualidade da Água em Pequena Comunidade: Uma Vivência de Extensão–UFBA. Em: 2º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária. 12-15 de setembro de 2004, Belo Horizonte.

GHOLIZADEH, M. H.; MELESSE, A. M. Study on spatiotemporal variability of water quality parameters in Florida bay using remote sensing. **Journal of Remote Sensing & GIS,** Miami, v. 6, n. 3, p. 1- 11, 2017.

KHATTAB, M. F. O.; MERKEL, B. J. Application of Landsat 5 and Landsat 7 images data for water quality mapping in Mosul Dam Lake, Northern Iraq. **Arabian Journal of Geosciences,** Mosul, v.7, n. 9, p. 3557-3573, 2014.

MACHADO, L. P.; GARÇÃO, H. F.; FONTANA, G. H.; DE OLIVEIRA, M. D. Avaliação da qualidade da água da zona estuarina do rio reis magos. Em: 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2-7 de setembro de 2007, Belo Horizonte.

MARANHÃO, GOVERNO DO ESTADO DO. **Programa de planejamento e gestão territorial,** 2011.

MIRANDA, L.; CASTRO, B.; KJERFVE, B. **Princípios de Oceanografia:** Física de Estuários. Edusp - Editora da Universidade de São Paulo, 2002. 424 p.

MIRANDA, E. N. **Qualidade das águas superficiais do rio distrito Jordão/SC: avaliada pelo iqa-índice de qualidade das águas**, 2017, 75f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2017.

PACA, V. H. M.; LIMA, A. M. M.; AZAMBUJA, A. M. S.; 3; FORTES, J. D. N.; SOUZA, J. E. F. Condições de Operação e implantação de estações da rede hidrométrica da Amazônia Oriental - estado do Pará. XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Belém, 2011.

PRITCHARD, D. W. Advances in Geophysics. Em: **Estuarine Hydrography.** Editora Elsevier, 1952, p. 243–280.

SAMPAIO, C. R; DE FREITAS, F. R.; SANTI, R.; BARRELLA, W; PUSCEDDU F. H.; CORTEZ F. S.; PEREIRA C. D. S. Avaliação da qualidade ambiental do Rio dos Bugres,
complexo estuarino de Santos e São Vicente (São Paulo, Brasil) **UNISANTA Bioscience**, São Paulo, v. 6 nº 4, p. 248-257, 2017.

SNYDER, J.; BOSS, E.; WEATHERBEE, R.; THOMAS, A. C.; BRADY, D.; NEWELL, C. (2017). Oyster Aquaculture Site Selection Using Landsat 8-Derived Sea Surface Temperature, Turbidity, and Chlorophyll a. **Frontiers in Marine Science**, Lausanne, v. 4, n. 190, p. 1-11. 2017.

WANG, F.; XU, Y. J. Development and application of a remote sensing-based salinity prediction model for a large estuarine lake in the US Gulf of Mexico coast. **Journal of Hydrology**, Baton Rouge, n. 360, p. 184–194, 2008.