



PREFEITURA DE

CAMPOS

SECRETARIA MUNICIPAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA
E TECNOLOGIA

 **Mais
Ciência**

Monitoramento do processo de salinização dos canais da baixada campista

Orientador(a): Vicente de Paulo Santos de Oliveira

Bolsista: Gabriel da Glória Menezes

INSTITUTO FEDERAL FLUMINENSE

2020





SUMÁRIO

RESUMO	3
INTRODUÇÃO	4
OBJETIVOS	6
METODOLOGIA.....	6
Saída de Campo	9
Lista de Material da Saída de Campo	9
RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
Avaliação da Qualidade de água	11
CONCLUSÕES.....	14
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16
AGRADECIMENTOS.....	18

RESUMO

Um processo que vem acontecendo ao longo dos anos, que atinge a região do Baixo Paraíba do Sul, como em outras regiões é a salinização de rios, lagoas e canais, que tem como possíveis agravantes causais para esse fenômeno a redução das vazões médias dos rios, a redução dos totais precipitados ao longo dos anos, poluição dos recursos hídricos, desmatamentos, entre outros. O projeto em questão está pautado no monitoramento do índice de salinidade de 12 pontos nos canais da baixada campista (Quitingute, São Bento, Coqueiros), através da avaliação dos impactos à qualidade de água no uso na agricultura, pecuária e pesca. A avaliação se dá por análises físico-químicas dos parâmetros de pH, condutividade elétrica (CE), sólidos totais dissolvidos (STD), oxigênio dissolvido (OD) e, essencialmente o de salinidade, com saídas realizadas bimestralmente, onde realizou-se já a primeira saída, baseando-se as normas de análise no livro Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater (EATON et al., 2005), e valores obtidos sendo comparados aos padrões estabelecidos na resolução 357/05, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. O projeto tem a premissa de efetuar o monitoramento, e realizar todas as saídas bimestralmente, previamente previstas, tendo como ciência a dificuldade surgida na segunda saída pelo fator de transporte, por estarmos em confluência de datas junta ao Comitê de Bacia Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e do Itabapoana - CBHBPSI, que se empenhado na estruturação das mesmas, junto ao Polo de Inovação Campos dos Goytacazes do Instituto Federal Fluminense. Assim, o projeto visa a divulgação dos resultados a toda comunidade.

Palavras-chave: Salinidade, qualidade de água e avaliação ambiental.

INTRODUÇÃO

A região Norte e Noroeste Fluminense, destacadamente o Baixo Paraíba do Sul, onde se localiza a foz do rio Paraíba do Sul e afluentes/defluentes, vem enfrentando nos últimos anos processo contínuo de salinização dos rios, canais e lagoas na região. Na baixa vazão do Rio Paraíba do Sul (RPS), segundo Monitoramento realizado pelo INEA (Instituto Estadual de Ambiente), o parâmetro que se revela maior variação de seus valores é a salinidade, mostrando ser esta a variável limnológica mais sensível à dinâmica advinda da interação mar-rio, sendo que registraram que as águas salobras alcançaram 6,7 Km a montante a partir da foz do RPS. No 5º Distrito do município de São João da Barra, a construção do Complexo Industrial do Superporto do Açú tem sido apontado como principal causa da salinização de lagos e canais da região, prejudicando diretamente pequenos produtores rurais de base familiar.

Segundo alguns autores (Nicolite, et al., 2009; Cotovicz Jr., et al., 2013; Ovalle, et al., 2013), o estuário do Rio Paraíba do Sul (RPS) é fortemente governado por pulsos de vazão. Possui 1155 km de comprimento e drena uma área de 55400km² (Coelho, 2012), sendo que seu estuário possui 21,5 km² de superfície, profundidade média de 2 m, 43,1x106 m³ de volume e tempo de residência hidráulica de 0,75 dias (Sterza, Fernandes, 2006; Cotovicz Jr., et al., 2013). O estuário localizado em clima tropical úmido e sujeito a um regime de micromarés semidiurnas (Nicolite, 2009; Bernardes et al., 2012, Alvares, et al., 2013). Segundo Cotovicz Jr. et al. (2013) aproximadamente 46,1% da área do estuário do RPS é composto por água doce, 33,2% por água salobra e 20,7% água salina, mas estes valores podem ser alterados entre a estação seca e chuvosa. Nos anos mais recentes, alguns autores (Marengo & Alves, 2005; Ovalle, et al., 2013; Oliveira, 2015) têm afirmado que há uma tendência significativa de queda da vazão do RPS desde 1934, principalmente no seu trecho final. A queda de vazão é associada a usos antrópicos, principalmente barramentos e captações de água ao longo do RPS, bem como ao fenômeno de La Niña. O cenário de queda da vazão do RPS, de acordo com Ovalle e colaboradores (2013), associado ao encurtamento dos períodos de recorrência do fenômeno La Niña tende a piorar a qualidade de água e o nível trófico da porção final deste rio. Trabalhos de modelagem (Marengo & Alves, 2005; Ovalle, et al., 2013; Oliveira 2015) demonstram que o RPS tende a reduzir sua vazão com o passar dos anos, sendo que nos anos de 2014 e 2015 apresentou suas menores vazões numa série histórica de 81 anos. O RPS segue uma tendência mundial de aumento de captação de água doce para usos antrópicos o que pode gerar futuros problemas de perda de qualidade da água e

salinização da zona costeira (Foley, et al., 2005; Vargas, et al., 2017). Quando na baixa vazão, o parâmetro que se revela maior variação de seus valores é a salinidade, mostrando ser esta a variável limnológica mais sensível à dinâmica advinda da interação mar-rio. Outros autores (Gonçalves, 2003; Sterza & Fernandes, 2006), encontraram esta variação maior dos valores de salinidade em comparação a outros parâmetros mensurados. Monitoramento realizado pelo INEA (Instituto Estadual de Ambiente), registraram que as águas salobras alcançaram 6,7 Km a montante a partir da foz do RPS.

Nos dias que foram realizados o monitoramento do INEA, as vazões médias do RPS apresentaram, no momento da amostragem, todas inferiores ao valor crítico de 247 m³/s previstos no modelo do software SisBaHiA versão 8.5, (Coopetec, 2013). No 5º Distrito do município de São João da Barra, a construção do Complexo Industrial do Superporto do Açú tem sido apontado como principal causa da salinização de lagos e canais da região, principalmente Quitungute, prejudicando diretamente à população local, especialmente constituída por produtores rurais de base familiar. Os produtores rurais daquele distrito realiza captação água por meio de poços tubulares ou bombas injetoras com 6 metros de profundidade ou menos ou por canais de irrigação/drenagem (MANSUR et al., 2004 apud BURLA et al., 2015, p.39). Em 2015, após o transportamento do sistema de drenagem da dragagem do porto, a água salgada que deveria retornar ao mar acabou atingindo a Lagoa de Iquipari e os canais de água doce da região, causando assim a salinização destes reservatórios. O Laboratório de Ciências Ambientais da UENF foi constatado índice de salinidade em 2,10‰ (BORLINA FILHO, 2013).

Segundo Pedlowski (2015), as atividades do porto têm contribuído efetivamente para contaminação de todo lençol freático da região, incluindo terras agrícolas do município de Campos dos Goytacazes, apesar dos responsáveis pelo Complexo Industrial do Superporto do Açú, assim como os técnicos do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) afirmarem publicamente o constante monitoramento acerca da qualidade da água da região, cujo consumo é direcionado para diferentes finalidades: consumo próprio dos moradores do 5º Distrito de São João da Barra e do município de Campos dos Goytacazes, irrigação da cultura agrícola local e na dessedentação de animais. Neste trabalho inicialmente será consolidado um diagnóstico com os níveis de salinidade encontrados nas águas superficiais de canais da Baixada Campista, em especial nos canais Quitungute, São Bento e Coqueiros. Também serão avaliados os impactos da qualidade de água no uso na agricultura, pecuária e pesca, a partir da consulta a produtores rurais e pescadores que se utilizam das águas destes canais.

OBJETIVOS

Geral

Realizar o monitoramento do nível de salinidade nos canais da Baixada Campista.

Específicos

- ✓ Realizar o monitoramento do nível de salinidade nos canais da Baixada Campista (Quitingute, São Bento, Coqueiros);
- ✓ Avaliar os impactos da qualidade de água no uso na agricultura, pecuária e pesca;
- ✓ Elaborar diagnóstico sobre o avanço da cunha salina na Baixada
- ✓ Campista.

METODOLOGIA

Localização e caracterização das áreas de estudo Campos dos Goytacazes localizado na Região Norte Fluminense, é maior município do estado. Tem uma área total de 4.026,7 quilômetros quadrados, correspondentes a 41,3% da área desta região. Em termos de recursos hídricos, os principais mananciais são Lagoa de Cima, Lagoa Limpa, Lagoa Feia (a maior do estado do Rio de Janeiro e a maior lagoa de água doce do Brasil), Lagoa do Campelo, Rio Preto (região norte), Rio Ururaí e o principal, Rio Paraíba do Sul. O município dispõe na região sudeste de uma Bacia dos Canais do Norte Fluminense com 594 km², isto é, cerca de 15% do território do Município, conhecida por Baixada Campista. Essa bacia é assim chamada por ser constituída em sua maioria por canais artificiais construídos para drenar a região onde se observa o predomínio da cultura canavieira ainda nos tempos atuais.

Segundo dados Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP), “O Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) construiu um complexo sistema de canais na baixada campista com o objetivo de efetuar a drenagem da baixada para a ampliação das áreas agrícolas, através do dessecamento de brejos e lagoas, conduzindo essas águas para o oceano através desse extenso sistema de canais. A partir do final da década de 1970 esses canais de drenagem passaram a ser

utilizados mais intensivamente para a irrigação das lavouras de cana-de-açúcar. Com a extinção do DNOS, em 1990, os conflitos por água se intensificaram, em parte, pela falta de manutenção e de controle do sistema. Uma consequência da drenagem da baixada foi o dessecamento de muitas lagoas interiores e lagunas costeiras, de grande importância para a atividade de pesca, comprometendo a organização do trabalho, a subsistência e a reprodução dos modos de vida de pescadores e suas famílias.

O rio Paraíba do Sul atravessa a área do município de Campos dos Goytacazes em cotas superiores às da região da baixada, resultando daí, o alagamento de extensas áreas durante as cheias do Paraíba do Sul. Com o objetivo de promover a drenagem das áreas de baixada inundadas, O extinto DNOS construiu um sistema de canais interligados para suprir as deficiências de água da região e atender às demandas de irrigação. A drenagem urbana e rural é realizada através de canais que conduzem as águas para as lagoas existentes no município (lagoas Feia e do Jacaré, na margem direita do Paraíba do Sul, e lagoas do Vigário, do Parque Prazeres, do Brejo Grande e do Campelo, na margem esquerda). O atual nível de obstrução dos canais, além de impedir a adução regular de água para atendimento à irrigação, é responsável pelo desempenho ruim da drenagem quando da ocorrência de precipitações intensas. Nos períodos secos, com ocorrência das marés cheias tem se observado processo de salinização das lagoas e rios da região da Baixada Campista, causando prejuízos à agricultura, pecuária e a pesca artesanal. Na tabela 1 estão dos 12 pontos em canais da Baixada Campista descritos na com localização e descrição. Os pontos foram definidos pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e do Itabapoana - CBHBPSI. Os pontos serão amostrados bimestralmente.

Quadro 1 - Locais para análise de salinidade nos canais da baixada campista CBH BPSI/IFF

PONTO	LONGITUDE	LATITUDE	ALTITUDE	DESCRIÇÃO
QT 1	278.459,18 m E	7.557.868, 30 m S		Ponto final no Quitunguta X S. Bento/Caxêxa velho (Quitunguta)
QT 2	280.136,084 m E	7.557.293, 292m S	1,884m	Ponto sobre Ala esq. lado Carapeba (Quitunguta)
QT 3	284.989.93 m E	7.559,145, 19 m S		Acesso principal pelo lado direito da Lagoa (Quitunguta)

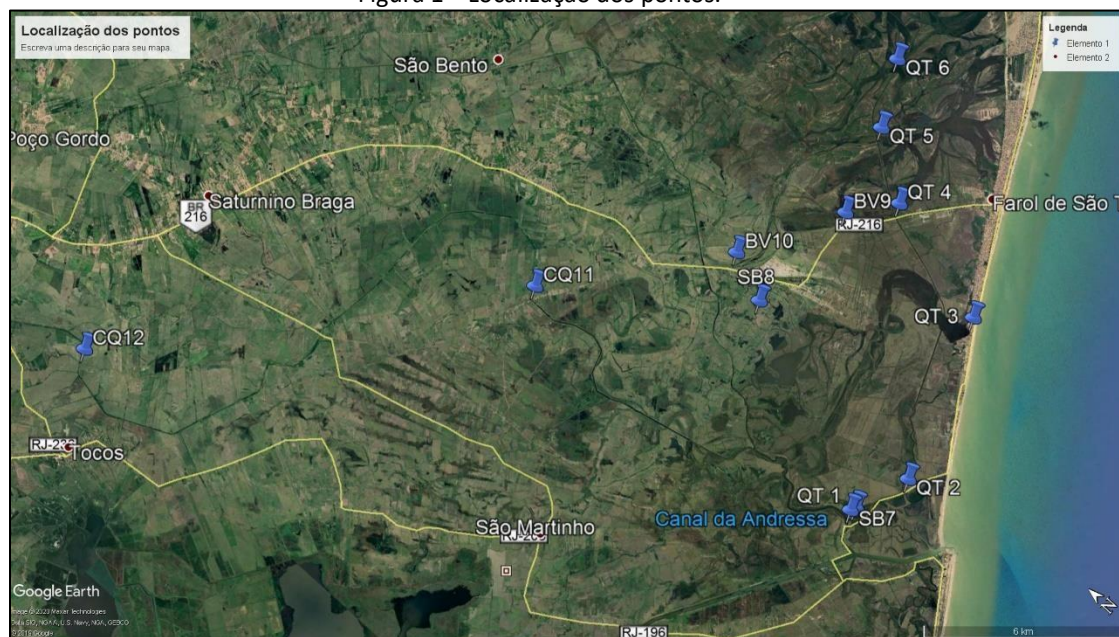
QT 4	285.980,924 m E	7.563.063, 783m S	3,626m	Farol ponte na RJ216 passeio no lado esquerdo (Quitinguta)
QT 5	287.274,61 m E	7.564.990, 03 m S		Intermediário entre Ponte RJ216 e Lago das Cruzes (Quitinguta)
QT 6	289.099,684 mE	7.566.027, 362m S	1,732m	À esquerda da comporta no Lago das Cruzes (Quitinguta)
SB7	278.282.00 m E	7557925.0 0 m S		Régua Linim. Próx. A comporta Term. Pequero (São Bento)
SB8	281.004.00 m E	7566147.0 0 m S		À montante da Ponte Andreza em Santo Amaro (São Bento)
BV9	284.685,14 m E	7.564.054, 94 m S		RJ216 na Curva da Loira (Boa Vista)
BV10	281.596,95 m E	7.565.617, 38 m S		Estrada do Mulaco passage com manilhas (Boa Vista)
CQ11	276.752,470 m E	7.569.320, 405m S	3,86m	Ponte na estrada Baixa Grande Pitangueiras (Coqueiros)
CQ12	266.191,30 m E	7.577.852, 41 m S		Ponte na estrada da Abobreira entre RJ236 e RJ196 (Coqueiros)

Fonte: Autoria Própria.

QT - Canal Quitingute, SB - Canal São Bento. BV -
Canal Boa Vista, CQ - Canal Coqueiros.

Na figura abaixo, estão os pontos com sua respectiva localização.

Figura 1 – Localização dos pontos.



Fonte: Autoria Própria.

Saída de Campo

A saída de campo é realizada bimestralmente, para monitoramento dos pontos previamente selecionados. O transporte é viabilizado pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e do Itabapoana – CBHBPSI.

Lista de Material da Saída de Campo

1. GPS Fabricante: GARMIN modelo: GPSmap76CSx
2. Prancheta com tabela de Campo para anotação de informações e observações.
3. Frascos físico-químicos.
4. Luvas e álcool para esterilização pessoal.

Avaliação da Qualidade de água

No que concerne a avaliação da qualidade de água, baseou-se as análises físico-químicas nas normas padrões estabelecidos no livro Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater (EATON et al., 2005) pelo manuseio e coleta de amostras. Utilizou-se como padrões a resolução CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA), nº 357/05. Foram analisadas as amostras no Comitê de Bacia Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e do Itabapoana – CBHBPSI e Laboratório de monitoramento das Águas da Foz do rio Paraíba do Sul – LABFOZ, localizado no Polo de Inovação Campos dos Goytacazes – PICG, vinculado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense.

Os parâmetros analisados se subdividem em: pH, condutividade elétrica (CE), sólidos totais dissolvidos (STD), oxigênio dissolvido (OD), salinidade, temperatura, averiguado através do Medidor Multiparâmetro Portátil – SX836, do Comitê de Bacia Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e do Itabapoana – CBHBPSI.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizou-se a primeira saída de campo no dia 03 de outubro de 2019, no período de 09:00 às 17:30, onde foram coletadas e analisadas as amostras dos 12 pontos, fazendo uso do GPS para ter mais precisão da localização dos mesmos. Nas figuras abaixo estão algumas imagens relacionadas a saída.

Figura 2 – Primeira saída de campo.



Fonte: Autoria própria.

Figura 3 – Primeira saída de campo.



Fonte: Autoria própria.

Em conseqüente foi realizada a segunda saída de campo no dia 21 de fevereiro de 2020, no período de 09:00 às 17:30, onde foram coletadas e analisadas as amostras dos 12 pontos, fazendo uso do GPS para ter mais precisão da localização dos mesmos.

Nas figuras abaixo estão algumas imagens relacionadas a saída.

Avaliação da Qualidade de água

Abaixo, está o quadro 2, com os respectivos resultados das análises realizadas a partir da saída de campo efetuada.

Quadro 2 - Resultados das análises correlacionadas à 1ª e 2ª saída de campo

Valores CONAM A 357/05	-	-	6,0 - 9,0	-	500 mg.L ⁻¹ (1) (2)	Doce: ≤ 0,5‰ ⁽³⁾ Salobra: 0,5‰ > 30‰ ⁽⁴⁾ Salina: ≥ 30‰ ⁽⁵⁾	> 6,0 mg.L ⁻¹ (1) > 5,0 mg.L ⁻¹ (2)
Ensaio	Saída	Temp °C	pH	C.E./ mS.cm ⁻¹	STD/ g.L ⁻¹	Salinidade/ppt	OD/ mg.L ⁻¹
	1ª	25,2	8,48	13,47	9,58 (1) (2)	7,44 (4)	3,64 (1) (2)
Amostra 1 (QT1)	2ª	29,6	8,74	13,64	9,67 (1) (2)	7,49 (4)	11,23
Amostra 2 (QT2)	1ª	26,3	8,79	16,28	11,60 (1) (2)	9,08 (4)	3,55 (1) (2)
	2ª	29,4	8,76	14,86	10,57 (1) (2)	8,24 (4)	11,09
Amostra 3 (QT3)	1ª	25,1	8,61	22,53	16,03 (1) (2)	12,93 (4)	4,17 (1) (2)
	2ª	30,1	8,69	15,65	11,10 (1) (2)	8,70 (4)	12,42
Amostra 4 (QT4)	1ª	24,8	8,05	12,80	9,09 (1) (2)	7,02 (4)	1,26 (1) (2)
	2ª	29,2	8,72	10,09	7,17 (1) (2)	5,48 (4)	10,56
Amostra 5 (QT5)	1ª	25,4	8,58	9,30	6,60 (1) (2)	5,03 (4)	4,09 (1) (2)
	2ª	30	8,77	5,38	3,83 (1) (2)	2,83 (4)	10,54
Amostra 6 (QT6)	1ª	25	8,34	8,46	6,01 (1) (2)	4,55 (4)	4,10 (1) (2)
	2ª	28,6	8,77	4,46	3,17 (1) (2)	2,33 (4)	11,62
Amostra 7 (SB7)	1ª	25,5	8,50	8,85	6,29 (1) (2)	4,77 (4)	4,02 (1) (2)
	2ª	27,5	8,85	6,74	4,78 (1) (2)	3,57 (4)	11,78
Amostra 8 (SB8)	1ª	25,6	7,13	9,72	6,89 (1) (2)	0,04 (3)	2,14 (1) (2)
	2ª	29,1	8,75	0,20	0,14	0,09 (3)	12,17
Amostra 9 (BV9)	1ª	25,5	8,61	2,46	1,75 (1) (2)	1,25 (4)	4,62 (1) (2)
	2ª	28,2	8,77	2,34	1,66 (1) (2)	1,18 (4)	9,22
Amostra 10 (BV10)	1ª	24,4	7,07	0,11	0,07	0,05 (3)	1,36 (1) (2)
	2ª	27,5	8,69	0,67	0,48	0,33 (3)	6,53
Amostra 11 (CQ11)	1ª	24,4	7,66	2,43	1,73 (1) (2)	1,24 (4)	4,27 (1) (2)
	2ª	27,7	8,82	0,62	0,44	0,30 (3)	8,89
Amostra 12 (CQ12)	1ª	25,4	7,62	0,53	0,38	0,26 (3)	4,19 (1) (2)
	2ª	27	8,90	0,25	0,18	0,12 (3)	8,61

Fonte: Autoria Própria.

Valores fora dos padrões da resolução CONAMA 357/05, classe 1⁽¹⁾ e classe 2⁽²⁾. Valores que não são descritos na resolução CONAMA 357/05⁽³⁾.

A CONAMA 357/05 estabelece limites para os respectivos parâmetros que estão elencados no quadro 2, que constam os resultados das análises físico-químicas efetuadas. Um dos parâmetros acima mais importante para o projeto está o de salinidade, que a CONAMA 357/05, estabelece no seu artigo 2º, inciso I, as águas doces, são as que tem salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰, no inciso II, as águas salobras são as que tem salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰, e no inciso III, as águas salinas são as que tem salinidade igual ou superior a 30 ‰. Assim, no quadro, está demonstrado os valores obtidos através da análise, do parâmetro de salinidade, para os pontos em questão, que os pontos acima alguns pontos analisados se encontram fora do limite estabelecido para águas que são consideradas doces e se enquadram como águas salobras evidenciando a influência da salinidade nos corpos hídricos em questão, somente as amostras 08, 10 e 12 estão dentro do valor permitido para o enquadramento como água doce, representando ¼ dos pontos analisados, tendo também a amostra 11 na segunda saída, se enquadrando dentro do valor permitido.

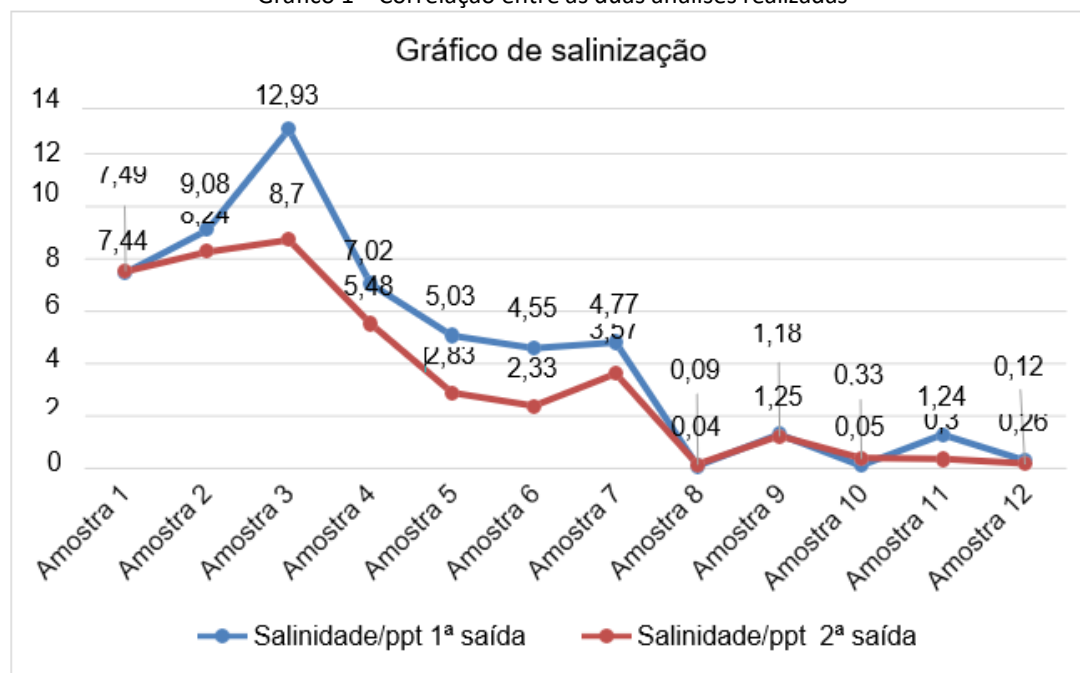
No que diz respeito ao parâmetro de pH, a CONAMA estabelece valores entre 6,0 e 9,0 para classe 1 e 2, logo, os valores na tabela acima se encontram dentro da faixa estabelecida.

Nos valores correspondentes ao parâmetro de Sólidos Totais Dissolvidos (STD), somente as amostras 10 e 12, estão no enquadramento da CONAMA, que se delimita por no máximo de 500 mg/L ou 0,5 g/L, e as outras amostras estão acima desse valor máximo permitido na primeira e segunda saída realizada, já as amostras 8 e 11, na segunda saída, tem seus valores analisados dentro do concerne a CONAMA.

O parâmetro de Oxigênio Dissolvido (OD), na CONAMA, tem valores determinados para classe 1, não podendo ser inferior a 6 mg/L O₂ e classe 2, não podendo ser inferior a 5 mg/L O₂, assim, todas as amostras no que tange a valores estabelecidos, se encontram fora dos padrões na primeira saída de campo realizada, no entanto, na segunda saída, os valores de Oxigênio Dissolvido, encontram-se dentro dos valores permitidos pela mesma.

No gráfico abaixo pode-se perceber as variações dos resultados de salinidade comparados entre a primeira e segunda saída de campo realizada, uma em período de seca, a 1ª e a outra em período chuvoso, a 2ª.

Gráfico 1 – Correlação entre as duas análises realizadas



Fonte: Autoria Própria.

CONCLUSÕES

No que concerne os resultados encontrados a partir da saída de campo, têm demonstrado que mesmo com a influência da salinidade por ser corpos hídricos próximos a ambientes favoráveis a esse aumento, as análises efetuadas demonstram que o índice de salinidade se encontram fora do que é permitido pela resolução CONAMA 357/05, para águas doces, evidenciando a influência da salinidade nos pontos analisados, onde somente ¼ das amostras estão dentro, podendo ser descrita como água doce, e outras evidenciadas na segunda saída dentro do limite estabelecido pela CONAMA decorrente da vazão aumentada pelo período mais chuvoso.

Outros parâmetros, que pelo resultado obtidos, se encontram fora dos padrões estabelecidos e que é de extrema importância para a biota ali presente, o oxigênio dissolvido, tendo o resultado a partir das análises abaixo do mínimo descrito pela CONAMA, evidencia-se uma preocupação pertinente a contaminação, pelo consumo do mesmo, podendo a longa ou curto prazo, causar prejuízos a biota ali presente.

No que diz respeito a locomoção, transporte, coleta e análise, o projeto está dentro do que foi proposto, ressalva a segunda saída que ainda não foi realizada por

conflitos em relação a datação com o Comitê de Bacia Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e do Itabapoana (CBHBPSI), pois a um apoio em toda parte de estruturação e Polo de Inovação Campos dos Goytacazes.

Em suma, o projeto, mesmo com tantas dificuldades a respeito da pandemia causada pela covid-19 neste ano de 2020, mesmo com somente as duas análises e saídas efetuadas, percebe-se que há uma influência da salinidade nos corpos hídricos analisados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Resolução CONAMA 357. DOU, 2005.

BURLA, R.S. ; OLIVEIRA, V.P.S. ; COSTA, L.M. ; MANHÃES, C.M.C. ; SANTOS, J.C.O.R. ; COLUCCI, M.C. ; FRANCELINO, F.M.A. Avaliação do

Processo de Salinização da Água na Microbacia do Rio Doce, São João da Barra-RJ, em Decorência do Acidente Ambiental no Superporto do Açúcar. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, v. 9, p. 35-48, 2015.

CNPq. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Tecnologias para dessalinização da água. In: Água: desafios da sociedade. Prêmio Jovem Cientista. Caderno do Professor. Capítulo 4, pp. 71-85, 2014.

COELHO, V. Paraíba do Sul: um rio estratégico. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2012. 336p. COPPETEC (FUNDAÇÃO COPPETEC, LABORATÓRIO DE HIDROLOGIA). Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro, R3-B – Temas Técnicos Estratégicos, RT-07 – Estudos de Avaliação de Intrusão Salina. Rio de Janeiro: Governo do Estado do Rio de Janeiro/Secretaria de Estado do Ambiente/INEA, 2013. 75 p.

COTOVICZ JR., L.C.C.; KNOPPERS, B.A.; MIZERKOWSKI, B.D.; STERZ, J.M.; OVALLE, A.R.C.; MEDEIROS, P.R.P. Assessment of the trophic status of four coastal lagoons and one estuarine delta, eastern Brazil. Environmental Monitoring and Assessment, Berlin, v. 185, n. 4, p. 3297-3311, abr. 2013.

ERM. Environmental Resources Management. Águas superficiais e subterrâneas na região do Complexo Industrial do Superporto do Açúcar (RJ). 2013. 30 p. Referência: 0183131. Material cedido pela LLX.

ERM. Environmental Resources Management. Águas superficiais e subterrâneas na região do Complexo Industrial do Superporto do Açúcar (RJ). 2013. 30 p. Referência: 0183131. Material cedido pela LLX.

FOLEY, J.A.; DeFRIES, R.; ASNER, G. P.; BARFORD, G.B.; BONAN, G.; CARPENTER, S.R.; CHAPIN, F.S.C.; COE, M.T.; DAILY, G.C.; GIBBS, H.K.; HELKOWSKI, J.H.; HOLLOWAY, T.; HOWARD, E.A.; KUCHARIK, C.J.; MONFREDA, C.; PATZ, J.A.; PRENTICE, I.C.; RAMANKUTTY, N.; SNYDER, P.K. Global consequences of land use. Science, Washington, v. 309, p. 570-574, 2005.

GONÇALVES, G. M. 2003. Dinâmica e fluxo de metais pesados nas frações particuladas e

dissolvida no estuário do Rio Paraíba do Sul, RJ., sob diferentes condições de maré e vazão fluvial. 110f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Biociências e Biotecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.

MANSUR, K.L.; MARQUES, A.; FIDALGO, E.C.C.; PRADO, R.B.; FERRAZ, R.P.D.; GONÇALVES, A.O.; SANTAS, M. Diagnóstico do meio físico da bacia hidrográfica do Rio Doce / Canal Quitungute (BHRD) – RJ. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 59p. (Embrapa Solos. Documentos; n. 62).

MANSUR, K.L.; MARQUES, A.; FIDALGO, E.C.C.; PRADO, R.B.; FERRAZ, R.P.D.; GONÇALVES, A.O.; SANTAS, M. Diagnóstico do meio físico da bacia hidrográfica do Rio Doce / Canal Quitungute (BHRD) – RJ. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 59p. (Embrapa Solos. Documentos; n. 62)

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M. Tendências hidrológicas da bacia do Rio Paraíba do Sul. São José dos Campos: INPE, 2005-05-12. (INPE ePrint sid.inpe.br/ePrint@80/2005/05/05-11.13.21). Disponível em: Acesso em: 13 maio 2017.

NICOLITE, M., Trucollo, E. C., Schettini, C.A.F., Carvalho, C.E.V. (2009) Oscilação do nível da água e a co-oscilação no baixo estuário do Rio Paraíba do Sul. *Revista Brasileira de Geofísica* 27(2): 225-239.

OVALLE, R.C.; SILVA, C.F.; REZENDE, C.E.; GATTS, C.E.N.; SUZUKI, M.S.; FIGUEIRDO, R.O. Long-term trends in hydrochemistry in the Paraíba do Sul River, southeastern Brazil A. *Journal of Hydrology, Amsterdam*, v. 41, p. 191-203, jan. 2013.

STERZA, J.M.; FERNANDES, L. F. (2006) Distribution and abundance of Cladocera (Branchiopoda) in the Paraíba do Sul River Estuary, Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography* 54, (193–204)

VARGAS, C.I.C, VAZ, N., DIAS, J. M. (2017) An evaluation of climate change effects in estuarine salinity patterns: Application to Ria de Aveiro shallow water system. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 189: 33-45.

OLIVIERA, E.C. Mudanças na Sedimentação do Delta do Rio Paraíba do Sul nos Últimos 40 Anos: Resultados do Manejo Excessivo. In: PEREIRA, S.D.; RODRIGUES, M.A.; BERGAMASCHI, S.; FREITAS, J.G. (Eds.) *Homem e as Zonas Costeiras - Tomo IV da Rede BrasPor*, Rio de Janeiro: Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), 2015, p.172-178.

AGRADECIMENTOS

- Prefeitura Municipal de Campos dos Goytacazes
- Superintendência de Ciência, Tecnologia e Inovação
- Polo de Inovação Campos dos Goytacazes do IFFluminense
- Comitê de Bacia Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e do Itabapoana – CBHBPSI