



INSTITUTO FEDERAL  
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
Fluminense

MINISTÉRIO DA  
EDUCAÇÃO



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL  
MESTRADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL  
*MODALIDADE PROFISSIONAL*

CARACTERIZAÇÃO DE PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DAS LAGOAS DE  
GRUSSAÍ, IQUIPARI, AÇU E SALGADA, SÃO JOÃO DA BARRA - RJ.

VERÔNICA RIBEIRO RAMOS

MACAÉ-RJ

2019

VERÔNICA RIBEIRO RAMOS

CARACTERIZAÇÃO DE PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DAS LAGOAS DE  
GRUSSAÍ, IQUIPARI, AÇU E SALGADA, SÃO JOÃO DA BARRA-RJ.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, área de concentração Sustentabilidade Regional, linha de pesquisa Avaliação, Gestão e Conservação Ambiental

Orientador: Dr. Thiago Moreira de Rezende Araújo

Coorientador: Dr. Manildo Marcião de Oliveira

MACAÉ-RJ

2019

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

R175c Ramos, Verônica Ribeiro, 1992-.

Caracterização de Parâmetros de Qualidade da Água das Lagoas de Grussaí, Iquipari, Açú e Salgada, São João da Barra-RJ / Verônica Ribeiro Ramos. – Campos dos Goytacazes, RJ, 2019.

xiv, 57 f.: il. color.

Orientador: Thiago Moreira de Rezende Araújo, 1981-.

Coorientador: Manildo Marcião de Oliveira, 1969-.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Campos dos Goytacazes, RJ, 2019.

Inclui referências.

1. Água - Qualidade - Lagoa do Açú (São João da Barra, RJ). 2. Água - Qualidade - Lagoa de Grussaí (São João da Barra, RJ). 3. Água - Qualidade - Lagoa de Iquipari (São João da Barra, RJ). 4. Água - Qualidade - Lagoa Salgada (São João da Barra, RJ). 5. Água - Análise. 6. Recursos hídricos - São João da Barra (RJ). 7. Controle de qualidade da água. I. Araújo, Thiago Moreira de Rezende, 1981-, orient. II. Oliveira, Manildo Marcião de, 1969-, coorient. III. Título.

CDD 628.161098153

23.ed.

Dissertação intitulada **CARACTERIZAÇÃO DE PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DAS LAGOAS DE GRUSSÁI, IQUIPARI, AÇU E SALGADA, SÃO JOÃO DA BARRA-RJ**, elaborada por Verônica Ribeiro Ramos e apresentada, publicamente perante a Banca Examinadora, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental do Instituto Federal Fluminense - IFFluminense, na área concentração Sustentabilidade Regional, linha de pesquisa Avaliação, Gestão e Conservação Ambiental.

Aprovado em: 16/03/2019

Banca Examinadora:

Thiago Moreira de Rezende Araújo

Thiago Moreira de Rezende Araújo, Doutor em Ciências Naturais / Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Instituto Federal Fluminense (IFFluminense) – Orientador

Manildo Marcião de Oliveira

Manildo Marcião de Oliveira, Doutor em Biologia / Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ)/ Instituto Federal Fluminense (IFFluminense) – Coorientador

Vicente de Paulo Santos de Oliveira

Vicente de Paulo Santos de Oliveira, Doutor em Engenharia Agrícola / Universidade Federal de Viçosa (UFV), Instituto Federal Fluminense (IFFluminense)

Thayana Paranhos Portal Gomes

Thayana Paranhos Portal Gomes, Doutora em Ciências Naturais / Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (SEDU – Secretaria de Estado da Educação – Governo ES)

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais, Silvana e Wanderlei, por acreditarem na educação de qualidade e por me transmitirem esse valor.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por iluminar meus caminhos e por transformar meus sonhos em possibilidades que consigo alcançar.

Aos meus pais, Silvana e Wanderlei, por fornecerem as bases para que eu chegasse até aqui, mesmo diante de tantas dificuldades. Por construírem a nossa família e nos ensinarem que ela é fundamental em nossas vidas e está acima de tudo.

À minha irmã Luísa e ao meu sobrinho Emanuel, que ainda não nasceu, mas já é muito amado.

À minha avó Lucy, por todo zelo, carinho e compreensão, por me ensinar a ver, ouvir e calar, e a ser uma pessoa melhor, e sobretudo por orar diariamente por mim, livrando-me, mesmo de longe de todo o mal.

Ao meu orientador Thiago Araújo pela atenção e disponibilidade em ajudar, pelos retornos sempre muito rápidos e por toda a colaboração, tornando a realização deste trabalho possível. E ao meu coorientador Manildo Marcião pelas ideias e orientações que enriqueceram este trabalho.

A Secretaria de Desenvolvimento Ambiental de Campos, em especial ao secretário e amigo Leonardo Barreto, pela colaboração, pelo incentivo e por me liberar do trabalho tantas vezes quando necessitei.

Ao Instituto Federal Fluminense, ao Polo de Inovação, e ao Labfoz por me proporcionarem toda a infraestrutura necessária. Ao professor Vicente Oliveira pelo apoio, incentivo à pesquisa e pelos ensinamentos. À Carolina Ramos, por ser tão solícita. Aos bolsistas que auxiliaram nas saídas de campo e nas análises. Ao motorista Marquinhos por estar sempre disposto a me auxiliar e ao servidor Marcão pela força, literalmente, despendida nas saídas de campo e por todo o conhecimento empírico que foram fundamentais nesta pesquisa.

Aos amigos que fiz nestes dois anos e que tornaram essa jornada mais leve e divertida, em especial ao Delano Pacheco, a Thaís Bomfim, ao Ronald Rocha e à irmã que a vida me deu, Letícia Ribeiro, por aguentar minhas reclamações e desesperos e pelos incentivos que são sempre essenciais. Por estar ao meu lado no mestrado, no trabalho e por ser a grande parceira que a Engenharia Ambiental me deu.

E, agradeço ao meu noivo Lucas Soares, por me mostrar caminhos onde eu não via alternativa, por me dar soluções diante de tantas dificuldades, por me mostrar que jamais podemos fraquejar e que o sucesso está dentro de nós. Agradeço por me fazer enxergar a vida de outra maneira, através de uma perspectiva otimista, que me deixa cada vez mais perto de realizar nossos sonhos.

**EPÍGRAFE**

*A melhor maneira de prever o futuro é criá-lo.*

*Peter Drucker*

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\mu\text{l}$ – Microlitro.....	31
CE – Condutividade Elétrica.....	1
DBO <sub>5,20</sub> – Demanda Bioquímica de Oxigênio.....	1
<i>E. coli</i> – <i>Escherichia coli</i> .....	1
Hg – Mercúrio.....	18
km – Quilômetro.....	1
km <sup>2</sup> – Quilômetro quadrado.....	5
m – Metros.....	8
mg L <sup>-1</sup> – Miligramas por Litro.....	11
mL – mililitros.....	13
mm – Milímetro.....	28
Mmol L <sup>-1</sup> – Milimol por litro.....	31
Mol L <sup>-1</sup> – Mol por litro.....	31
mPa – Milipascal.....	31
mS cm <sup>-1</sup> - Milisemens por Centímetro.....	33
NMP – Número Mais Provável.....	11
NW–SE – Noroeste – Sudeste.....	8
°C – Grau Celcius.....	11
OD – Oxigênio dissolvido.....	1
pH – Potencial hidrogeniônico.....	1
ppm – Parte por Milhão	33
STD – Sólidos totais dissolvidos.....	1
UNT – Unidades Nefelométricas de Turbidez.....	13

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A.P. – Antes do Presente.

CLIPA – Complexo Logístico Industrial Portuário do Porto do Açú.

DNOS – Departamento Nacional de Obras e Saneamento.

D.P – Desvio Padrão

FMP – Faixa Marginal de Proteção.



INEA – Instituto Estadual do Ambiente.

PELAG – Parque Estadual da Lagoa do Açú.

RPPN – Reserva Particular de Patrimônio Natural.

## APRESENTAÇÃO

### LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Lagoas de Grussaí, Iquipari, Açú e Salgada/RJ.....	2
---	---

## ARTIGO CIENTÍFICO 1

### LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Lagoas de Grussaí, Iquipari, Açú e Salgada/RJ.....	7
Figura 2 – Lagoa Salgada – São João da Barra/RJ.....	8
Figura 3 – Sequência de formação das lagoas costeiras, entre 3900 e 3600 A.P.....	9
Figura 4 – Placa indicando a localização dos estromatólitos na lagoa Salgada.....	10
Figura 5 – Atividades agropecuárias ao redor da lagoa Salgada: (A) Plantação de pimentão e (B) Criação de gado.....	11
Figura 6 – Área abrangendo o sistema lagunar Grussaí-Iquipari e o CLIPA.....	12
Figura 7 – Área de abrangência da RPPN Caruara, com seus limites demarcados – São João da Barra – RJ.....	14
Figura 8 – A) Lagoa de Grussaí em 1937 e (B) Lagoa de Grussaí em 2017.....	15
Figura 9 – Lagoa de Grussaí. Em destaque o adensamento populacional próximo à barra.....	15
Figura 10 – Lagoa de Iquipari – São João da Barra/RJ.....	16
Figura 11 – Área de abrangência do Parque Estadual da Lagoa do Açú.....	17
Figura 12 – Remanescente de vegetação na lagoa do Açú.....	18

## ARTIGO CIENTÍFICO 2

### LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pontos nos quais as amostras foram coletadas nas lagoas de Grussaí, de Iquipari, Açú e Salgada, em São João da Barra/RJ.....	29
Figura 2 – Precipitação acumulada no ano de 2018 em São João da Barra/RJ.....	32
Figura 3 – Peixes mortos na lagoa de Iquipari no dia da primeira saída de campo (14/03/2018).....	41

Figura 4 – Volume de água na lagoa Salgada nas Saídas 1 (A) e 4 (B).....	43
--	----

### LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Pontos amostrais nas lagoas de Iquipari, Gussaí, Açú e Salgada/RJ.....	29
Tabela 2 – Parâmetros cromatográficos que foram utilizados para a realização das análises de ânions e cátions.....	31
Tabela 3 – Resultados (média e estimativa do desvio padrão) dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da lagoa de Grussaí/RJ.	35
Tabela 4 – Resultados (média e estimativa do desvio padrão) dos íons analisados na Lagoa de Grussaí/RJ.....	36
Tabela 5 – Resultados (média e estimativa do desvio padrão) dos parâmetros físico químicos e microbiológicos da lagoa de Iquipari/RJ.....	39
Tabela 6 – Resultados (média e estimativa do desvio padrão) dos íons analisados na Lagoa de Iquipari/RJ.....	42
Tabela 7 – Resultados (média e estimativa do desvio padrão) dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da lagoa Salgada/RJ.....	44
Tabela 8 – Resultados (média e estimativa do desvio padrão) dos íons analisados na Lagoa Salgada/RJ.....	45
Tabela 9 – Resultados (média e estimativa do desvio padrão) dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da lagoa do Açú/RJ.....	49
Tabela 10 – Resultados (média e estimativa do desvio padrão) dos íons analisados na lagoa do Açú/RJ.....	50
Tabela 11 – Resultados médios dos íons analisados nas lagoas de Grussaí, Iquipari, Salgada e Açú – RJ.....	52
Tabela 12 – Resultados médios dos íons analisados nas lagoas de Grussaí, Iquipari, Salgada e Açú – RJ.....	52

## CARACTERIZAÇÃO DE PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DAS LAGOAS DE GRUSSAÍ, IQUIPARI, AÇU E SALGADA, SÃO JOÃO DA BARRA-RJ

### RESUMO

A água é um recurso natural essencial à vida de todos os organismos do planeta e é através dela que se mantém a sustentabilidade dos ciclos fundamentais à sobrevivência e à qualidade de vida. As lagoas costeiras, corpos hídricos superficiais de grande importância, são instrumentos na manutenção das condições climáticas e hidrológicas. Na região Norte Fluminense as lagoas costeiras possuem demasiada representatividade, mas o uso desmedido de seus recursos, bem como a urbanização da região geram alterações na qualidade desses ecossistemas. Este trabalho objetivou a caracterização de alguns parâmetros físico-químicos e microbiológicos das lagoas do Açú, Salgada, Grussaí e Iquipari, localizadas em São João da Barra-RJ. Desta forma, após uma revisão bibliográfica sistemática, foram realizadas campanhas de coleta e análise de água entre março e dezembro de 2018. Os parâmetros analisados são: demanda bioquímica de oxigênio, condutividade, salinidade, sólidos totais dissolvidos, oxigênio dissolvido, temperatura, turbidez, pH, coliformes totais e *E. coli*. Os ânions: cloreto, sulfato e os cátions: cálcio, magnésio, potássio e sódio, foram analisados por cromatografia iônica. Os resultados mostraram que as lagoas costeiras sofrem grandes influências em seus parâmetros devido a variáveis como: proximidade com o oceano, aberturas irregulares de barra, as formas de uso desses ambientes pela comunidade e o Complexo Logístico Industrial Portuário do Açú. Propõe-se um monitoramento constante e a criação de novas unidades de conservação como forma de proteção e manutenção da qualidade desses ecossistemas.

**Palavras-chave:** Recursos Hídricos. Monitoramento Ambiental. Impactos Antropogênicos.

**CHARACTERIZATION OF WATER QUALITY PARAMETERS OF LAGOONS OF GRUSSAÍ,  
IQUIPARI, AÇU AND SALGADA, SÃO JOÃO DA BARRA-RJ**

**ABSTRACT**

*Water is a natural resource essential to the life of all organisms on the planet and it is through this that keep the sustainability of the fundamental cycles of survival and quality of life. Coastal lagoons, superficial water bodies of great importance, are instruments in the maintenance of climatic and hydrological conditions. In the Northern Fluminense region, the coastal lagoons have a dismembered representation, but the use of their resources as well as the urbanization of the region generate changes in the protection of these ecosystems. This work aimed to characterize some physico-chemical and microbiological parameters of the Açú, Salgada, Grussaí and Iquipari lagoons, located in São João da Barra-RJ. In this way, after a systematic bibliographic review, water collection and analysis campaigns were carried out between March and December 2018. The parameters analyzed are: biochemical oxygen demand, conductivity, salinity, total dissolved solids, dissolved oxygen, temperature, turbidity, pH, total coliforms, E. coli. The anions: chloride, sulfate and cations: calcium, magnesium, potassium and sodium, were analyzed by ion chromatography. The results showed that the coastal lagoons suffer great influences in their parameters due to variables such as: proximity to the ocean, irregular bar openings, the use of these environments by the community, and Açú Port Industrial Logistic Complex. It is proposed constant monitoring and the creation of new conservation units as a way of protecting and maintaining the quality of these ecosystems.*

**Keywords:** *Water resources. Environmental monitoring. Anthropogenic Impacts.*

## SUMÁRIO

LISTA DE SÍMBOLOS.....	vii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	vii
LISTA DE FIGURA – APRESENTAÇÃO.....	ix
LISTA DE FIGURA – ARTIGO CIENTÍFICO 1.....	ix
LISTA DE FIGURA – ARTIGO CIENTÍFICO 2.....	ix
LISTA DE TABELA – ARTIGO CIENTIFICO 2.....	x
RESUMO.....	xi
<i>ABSTRACT</i> .....	xii
APRESENTAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	01
<b>ARTIGO CIENTÍFICO 1: HISTÓRICO DAS LAGOAS DO AÇU, SALGADA, GRUSSAÍ E IQUIPARI, SÃO JOÃO DA BARRA/RJ.....</b>	<b>03</b>
1. INTRODUÇÃO.....	04
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	05
2.1. Lagoas Costeiras.....	05
2.2. Lagoas Costeiras do Norte Fluminense.....	06
2.3. Lagoa Salgada.....	08
2.4. O Complexo lagunar Grussaí – Iquipari.....	11
2.4.1. Lagoa de Grussaí.....	14
2.4.2. Lagoa de Iquipari.....	16
2.5. Lagoa do Açú.....	17
3. METODOLOGIA.....	19
4. RESULTADOS .....	19
4.1. Conflitos socioambientais associados às lagoas Salgada, de Grussaí, de Iquipari e do Açú.....	20
5. CONCLUSÃO.....	20
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21
<b>ARTIGO CIENTÍFICO 2: CARACTERIZAÇÃO DE PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA LAGOAS DE GRUSSAÍ, IQUIPARI, AÇU E SALGADA, SÃO JOÃO DA BARRA-RJ.....</b>	<b>25</b>
1. INTRODUÇÃO.....	26
2. MATERIAL E MÉTODO.....	28
2.1. Área de estudo.....	28
2.2. Coleta e armazenamento das amostras.....	29

2.3. Análise das amostras.....	30
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4. CONCLUSÃO.....	53
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53

## APRESENTAÇÃO

As lagoas costeiras são ecossistemas de extrema importância para o homem e este atribui-lhes os mais variados usos ao longo dos anos. Assim, além de possuírem as funções de ordem climática e hidrológica, esses ecossistemas também estão atrelados ao desenvolvimento regional e à qualidade de vida. A pesca, a extração de sal e a coleta de macrófitas são atividades que potencializam o uso e a exploração dos recursos das lagoas costeiras. Em contrapartida, o despejo de esgoto *in natura*, a expansão urbana, e as obras de drenagem provocam mudanças e alteram a paisagem natural destes ambientes.

O Norte e o Noroeste Fluminense possuem cerca de 67 lagoas, número duas vezes maior que a quantidade de lagoas presente no restante do Estado do Rio de Janeiro. Porém, antes das interferências do Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS), a região Norte Fluminense possuía cerca de 220 lagoas e uma área alagável que impossibilitava o desenvolvimento da agricultura, de tal modo que foram construídos cerca de 1300 km de canais para drenar a região (SOFFIATI, 2013).

Com o desenvolvimento a paisagem foi se modificando e, aos poucos, as alterações antrópicas propiciaram uma série de impactos negativos para as lagoas costeiras da região. Hoje a intensa urbanização, a agropecuária, o uso indiscriminado de recursos naturais e as atividades de operação do Complexo Logístico Industrial Portuário do Açu (CLIPA) são as maiores ameaças as quais estes ecossistemas estão sujeitos.

Ressalta-se nesse contexto a importância das unidades de conservação, como o Parque Estadual da Lagoa do Açu (PELAG), e a Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN Caruara. O PELAG abrange toda a lagoa do Açu e parte da lagoa Salgada, enquanto a RPPN Caruara, protege integralmente a lagoa de Iquipari e parte da lagoa de Grussaí.

Em virtude dessas preocupações, esta dissertação tem como objetivo caracterizar e obter um diagnóstico da qualidade da água das lagoas de Grussaí, Iquipari, Açu e Salgada, localizadas nos municípios de São João da Barra, apresentadas na figura 1. Para tal foram realizadas, em laboratório, análises físico-químicas e microbiológicas, onde se determinaram os seguintes parâmetros: DBO<sub>5,20</sub>, condutividade elétrica - CE, salinidade, sólidos totais dissolvidos - STD, oxigênio dissolvido - OD, temperatura, turbidez, pH, coliformes totais e *E. coli*, os ânions: cloreto e sulfato e os cátions: cálcio, magnésio, potássio e sódio. Dessa forma, almejou-se traçar um panorama socioambiental e classificar, conforme a legislação, as águas destas quatro lagoas da região.

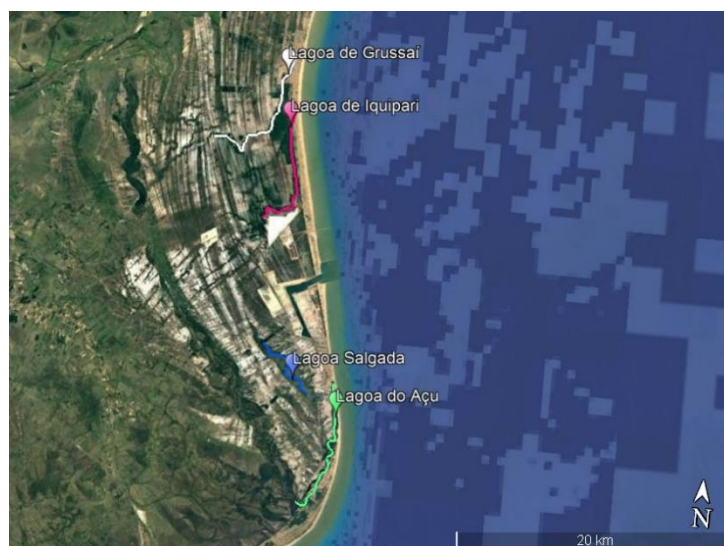
A partir desses resultados propôs-se soluções e medidas para amenizar os riscos e propiciar o uso sustentável dessas lagoas costeiras.



Para melhor entendimento, esta dissertação está dividida em dois artigos. O artigo científico 1 apresenta a revisão bibliográfica realizada, e se configura como importante instrumento para entendimento e contextualização acerca das características das lagoas analisadas. Este artigo foi aceito e publicado na revista Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego. Já o artigo científico 2 apresenta as análises de parâmetros de água, feitas em laboratório, para todas as lagoas estudadas. Pretende-se encaminhar o artigo 2 para a Revista Brasileira de Ciências Ambientais. Como a discussão dos resultados ficou bastante extensa, acredita-se que será melhor dividir este artigo em dois, de forma que as lagoas de Iquipari e Grussaí produzam um artigo, e as lagoas Açú e Salgada, outro.

Paralelamente, foram publicados dois artigos completos em eventos de abrangência nacional. O artigo intitulado: “Abertura artificial da barra da lagoa de Grussaí – São João da Barra/RJ: os impactos na caracterização de parâmetros físico-químicos e microbiológicos”, foi publicado no Simpósio de Engenharia, Gestão e Inovação, que ocorreu em Águas de Lindóia – SP. Da mesma forma, o trabalho intitulado “Caracterização de parâmetros físico-químicos e microbiológicos do sistema lagunar Grussaí-Iquipari – São João da Barra/RJ, foi publicado 8º Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade (SIGABI), realizado na cidade de Três Rios e foi contemplado com o prêmio de 4º lugar nas apresentações orais do evento.

**Figura 1.** Lagoas de Grussaí, Iquipari, Açú e Salgada/RJ.



Fonte: Adaptado de Google Earth

## ARTIGO CIENTÍFICO 1

Boletim do Observatório Ambiental  
**Alberto Ribeiro Lamago**



**Essentia**  
EDITORA  
IFFLUMINENSE

Artigo de Revisão  
e-ISSN 2177-4560  
DOI: 10.19180/2177-4560.v13n12019p3-23

*Submetido em: 25 jan. 2019*  
*Aceito em: 3 mar. 2019*

---

**HISTÓRICO DAS LAGOAS DO AÇU, SALGADA, GRUSSAÍ E IQUIPARI, SÃO JOÃO DA  
BARRA/RJ**

*HISTORY OF THE AÇU, SALGADA, GRUSSAÍ AND IQUIPARI LAGOONS, SÃO JOÃO DA  
BARRA, BRAZIL*

Verônica Ribeiro Ramos - IFFluminense/PPEA  
Manildo Marcião de Oliveira - IFFluminense/PPEA  
Thiago Moreira de Rezende Araújo - IFFluminense/PPEA

**RESUMO**

As lagoas costeiras são instrumentos na manutenção de condições climáticas e hidrológicas. Na região Norte Fluminense, elas possuem demasiada representatividade sendo atreladas ao desenvolvimento regional. Contudo, as alterações antrópicas vêm interferindo na qualidade desses ecossistemas. Este artigo objetiva uma revisão bibliográfica e consequente caracterização das lagoas do Açú, Salgada, Grussaí e Iquipari, localizadas em São João da Barra/RJ. Nesse sentido, percebeu-se que a urbanização no entorno da lagoa de Grussaí e a ausência de esgotamento sanitário prejudicam de forma demasiada o equilíbrio aquático. Em contrapartida, as unidades de conservação atuam como importantes instrumentos de preservação dos sistemas lagunares da região.

**Palavras chave:** Recursos hídricos. Monitoramento ambiental. Impactos antropogênicos.

## **ABSTRACT**

*The coastal lagoons are instruments in maintaining the climatic and hydrological conditions. In the North Fluminense region, they are too representative to be linked to regional development. However, the anthropic changes have interfered in the quality of these ecosystems. This article aims at a bibliographical review and consequent characterization of the Açú, Salgada, Grussaí and Iquipari lagoons located in São João da Barra (Brazil). In this sense, it was noticed that the urbanization around the Grussaí lagoon and the absence of sanitary sewage damaging too much the aquatic balance. On the other hand, conservation units act as important instruments for the preservation of the lagoon systems of the region.*

**Keywords:** *Water resources. Environmental monitoring. Anthropogenic impacts.*

## **1. INTRODUÇÃO**

As lagoas costeiras são corpos hídricos superficiais que se destacam na paisagem das regiões onde estão presentes. Possuem significativa relevância nas dinâmicas de desenvolvimento local e concentram uma variedade de usos, como a pesca e o lazer, além de constituírem ambientes de fundamental importância para os processos ecológicos e para a manutenção da fauna e flora nativas. Dessa maneira, atribui-se às lagoas funções ecológicas, sociais e econômicas.

Na região Norte Fluminense a presença das lagoas é muito marcante. Antes do período das obras do DNOS, entre 1930 e 1950, existiam cerca de 220 delas nessa região. No entanto, com o intuito de promover o saneamento e o desenvolvimento da agricultura, o governo federal buscou realizar intervenções, que, somadas aos períodos de seca e a drenagens excessivas, culminaram no dessecamento de muitos desses corpos hídricos, permanecendo hoje aproximadamente 67 lagoas na região (SOFFIATI, 2013).

No contexto atual, a intervenção humana nas lagoas da região Norte Fluminense é muito presente. Se por um lado o lazer, a recreação, a pesca e o extrativismo geram impactos positivos e promovem o desenvolvimento local, por outro o adensamento urbano, as atividades agropecuárias e a instalação do Complexo Logístico Industrial Portuário do Açú – CLIPA são externalidades que propiciam uma série de impactos ambientais e impasses de ordem social.

Por serem ecologicamente tão importantes, essas lagoas precisam ser preservadas, a fim de que continuem desempenhando suas funções ecológicas e sociais fundamentais à sociedade. Nessas circunstâncias foi criado o Parque Estadual da Lagoa do Açú – PELAG como ferramenta para auxiliar na conservação das lagoas, principalmente as do Açú e Salgada. De forma paralela, foi criada a Reserva

Particular de Patrimônio Natural – RPPN Caruara, que protege parte da lagoa de Grussaí e a totalidade da lagoa de Iquipari.

Diante dessas questões, este artigo buscou realizar uma revisão bibliográfica sobre o histórico das lagoas costeiras da região (Grussaí, Iquipari, Açu e Salgada) e ainda identificar os principais impactos e os atores sociais envolvidos nos conflitos a elas associados.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1. Lagoas Costeiras**

As lagoas costeiras constituem importantes ecossistemas para o homem, que lhes atribuiu, ao longo dos anos, os mais variados usos. Consistem em notáveis componentes da paisagem, contribuem para a recreação e o lazer do homem bem como para o despejo de efluentes domésticos e industriais e ainda para a valorização da região geográfica na qual se localizam (ESTEVEES, 1998). Por consequência, é comum que essas lagoas sofram impactos antrópicos, pois a ocupação de suas margens, as alterações provocadas em sua bacia de drenagem e o lançamento de esgoto in natura desequilibram todo o seu ecossistema provocando uma série de alterações adversas (CARDOSO MARINHO *et al.*, 2016).

Segundo ZENKOVITCH (1967), as lagoas costeiras representam os corpos hídricos que constituem as depressões das margens costeiras apresentando ligação momentânea ou permanente com o mar, sendo dele protegidas por uma barreira. No litoral brasileiro, esses corpos hídricos variam em relação ao tamanho, podendo apresentar pequena ou grande extensão, como é o caso da laguna dos Patos (RS), que possui cerca de 9.919 km<sup>2</sup> (ESTEVEES, 1998).

As lagoas costeiras apresentam significativa importância na manutenção do lençol freático e na estabilidade climática local e regional. Além de fatores climáticos e hidrológicos, aspectos econômicos evidenciam as relações entre o homem e tais ambientes, uma vez que os homens os veem como fonte para a pesca, coleta de macrófitas aquáticas, áreas com potencial para extração de sal e expansão urbana, levando-se em consideração a transformação desses ambientes em balneários (ESTEVEES, 1998).

De maneira geral, as lagoas costeiras possuem baixa profundidade, o que provoca uma forte interação entre os sedimentos e a coluna d'água. As interações com o mar podem estar presentes através do spray marinho, da percolação ou mesmo da comunicação por canais diretos, sendo a localização geográfica o fator que determinará o grau dessa relação (SOFFIATI, 1998).

Os principais processos de formação de lagoas costeiras são: a) isolamento de enseada marinha ou braços de mar através de cordões de areia; b) fechamento da desembocadura de rios por sedimentos marinhos; c) fechamento da desembocadura de rios por recifes de corais; d) fechamento da desembocadura de rios por sedimento fluviomarinho; e e) depressões entre faixas de areia que constituem as restingas (ESTEVES, 1998).

## **2.2. Lagoas Costeiras do Norte Fluminense**

O Rio de Janeiro é o segundo estado do Brasil que mais apresenta lagoas costeiras. No Norte Fluminense, elas são importantes componentes da paisagem, uma vez que a região possui mais de cinquenta desses corpos hídricos (SOFFIATI, 2013). Segundo Esteves (1998), as lagoas da região foram formadas pelo represamento da antiga foz do rio Paraíba do Sul que, com a deposição de sedimentos tanto do rio quanto do mar, provocaram o seu desvio dando origem a várias lagoas, como por exemplo, a lagoa Feia. De acordo com Dominguez *et al.* (1983), o aparecimento das lagoas costeiras na planície do rio Paraíba do Sul está associado ainda às elevações do nível do mar no Quaternário, bem como aos eventos transgressivos que foram erodindo e afogando as planícies costeiras.

Nos limites dos municípios de Campos dos Goytacazes e São João da Barra, encontram-se variados ecossistemas costeiros oriundos da extensa planície fluviomarinha. Tais ecossistemas englobam pequenos cursos d'água, manguezais, restinga e lagoas como a do Taí, do Açú, Salgada, Iquipari e Grussaí (ALVES, 2015). Já em 1651, no Roteiro dos Sete Capitães, está presente a primeira descrição do trecho da restinga entre Macaé e Barra do Furado. Posteriormente, em 1938, algumas das lagoas costeiras da região Norte Fluminense foram relatadas na Carta Cartográfica da Província do Rio de Janeiro, em que estão descritas várias lagoas costeiras da região compreendida entre o cabo de São Tomé e a foz do rio Paraíba do Sul (SOFFIATI et al. 2005).

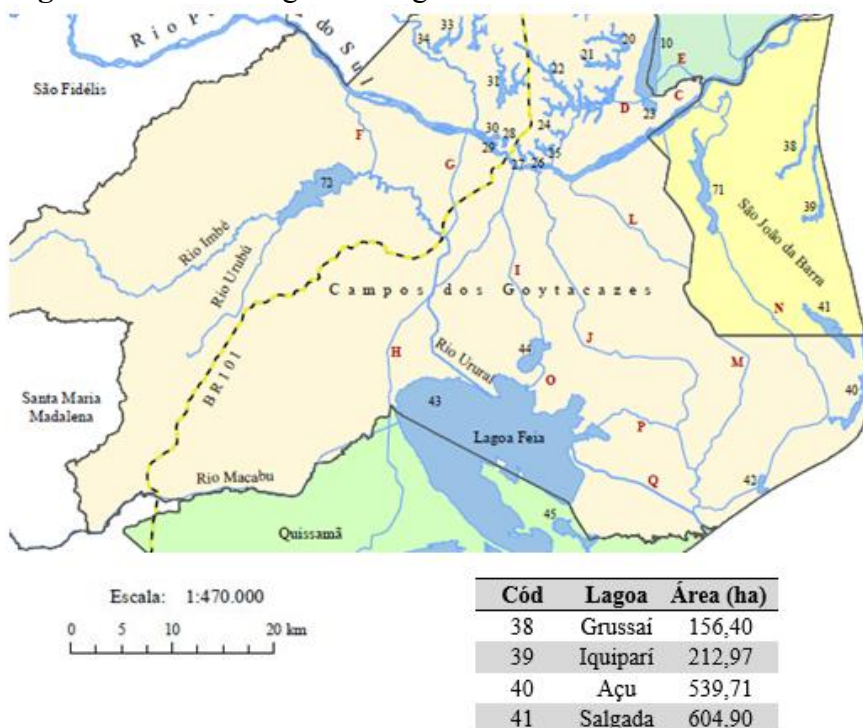
Essa região era constituída por uma infinidade de ecossistemas alagáveis. Nos períodos de chuva, marcados pelas cheias do rio Paraíba do Sul e da lagoa Feia, ocorria a inundação da planície dando origem a um extenso pantanal. Estudiosos apontavam que, por existirem em tão grande quantidade, era impossível individualizar a grande maioria das lagoas da restinga. A planície inundada escoava suas águas para o mar através de rios intermitentes, como o rio Iguaçú (atual lagoa do Açú), e de lagoas como as de Grussaí e Iquipari.

No entanto, com o objetivo de drenar as águas acumuladas na região da praia do Cabo de São Tomé antes que elas escoassem pelo rio Iguaçú, em 1688, houve a abertura do Canal do Furado (SOFFIATI, 2008). A partir desse momento, apesar de apresentar uma extensa área pantanosa marcada

pela presença de inúmeras lagoas e lagunas, a região da baixada campista passou pelo processo de “dessecamento” provocado pelas obras, entre 1930 e 1950, do Departamento Nacional de Obras de Saneamento, que construiu uma rede de canais de aproximadamente 1.300 km para favorecer a expansão das atividades agrícolas locais (Figura 1) (CARNEIRO, 2003).

Ao final desse processo, as águas que antes eram escoadas por rios e lagoas passaram a seguir rapidamente para o mar, provocando a redução da vazão dos rios Grussaí, Iquipari e Iguçu, caracterizando-os como lagoas costeiras. Cerca de 150 outras lagoas da região foram extinguidas por conta dessas obras, e o rio Iguçu, por não ter mais força para transpor o cordão de areia, transformou-se na lagoa do Açú (SOFFIATI, 2013).

**Figura 1.** Canais e lagoas da região Norte Fluminense atualmente.



Fonte: Adaptado de Alves *et al.*, 2014.

Mesmo com a extinção de muitas lagoas costeiras, a região hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul ainda apresenta muitos desses ambientes aquáticos, os quais, por esse motivo, possuem importância econômica, ecológica e social. Muitas famílias sobrevivem da pesca artesanal, atividade muito presente na região. A importância ecológica se dá pelo complexo ecossistema interligado superficialmente e subsuperficialmente. Além disso, a região é amplamente procurada, principalmente no verão, como área de lazer e turismo. Também é alvo de pesquisas e práticas de educação ambiental, configurando a importância de seu caráter social (LIMA, 2014).

A população que reside na região estudada é geralmente composta por comunidades rurais,

pescadores artesanais, agricultores familiares, posseiros e pequenos comerciantes. Destacam-se também os veranistas que são atraídos pelas praias, lagoas e pelo clima local.

As lagoas do Açú, Salgada, Grussaí e Iquipari, objetos de estudo deste trabalho e que serão detalhas nos próximos itens desta revisão, estão localizadas em áreas que sofreram impactos provocados por ações antrópicas, por exemplo, a atividade agropecuária. A instalação do Complexo Logístico Portuário do Açú também ameaça o equilíbrio do ecossistema da região e coloca em risco as áreas que ainda se encontram bem preservadas.

### 2.3. Lagoa Salgada

A lagoa Salgada ou lagoa do Salgado é uma laguna hipersalina localizada na porção sul do município de São João da Barra na divisa com o município de Campos dos Goytacazes. Ocupa uma área aproximada de 16 km<sup>2</sup>, com seu eixo principal sendo NW–SE, comprimento máximo de 8,6 km e largura de 1,9 km (Srivastava, 1999). Uma porção da lagoa pode ser observada na Figura 2.

É importante frisar que o termo laguna está relacionado aos corpos de águas rasas e calmas compreendidos nas planícies costeiras e que apresentam comunicação restrita com o mar. No entanto, a laguna Salgada ou do Salgado ficou popularmente conhecida como lagoa Salgada ou do Salgado. (SUGUIO, 1998).

**Figura 2.** Lagoa Salgada – São João da Barra/RJ.



Fonte: AUTORA (2018)

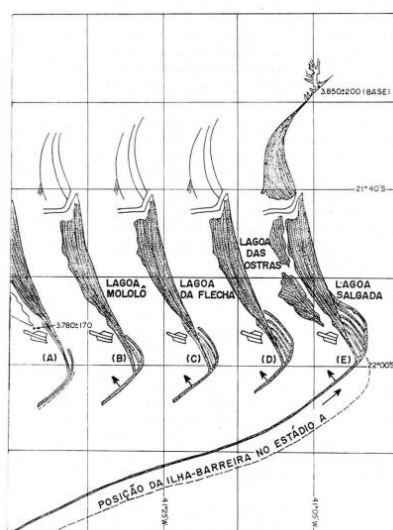
O espelho d'água possui cerca de 4,5 km de comprimento e 1,2 km de largura em sua porção central. A lâmina d'água apresenta valores em torno de 1 m em épocas de cheia sendo recorrente o número de vezes em que uma porção da lagoa seca. Srivastava (1999) escrevendo sobre a lagoa Salgada informou que esta possuía uma ligação com o mar pelo rio Açú. Hoje, sabe-se que a lagoa não

tem qualquer comunicação com a costa, a não ser por um canal artificial que a liga à lagoa do Açú, a qual, no passado, formava o rio Açú (CORRÊA *et al.*, 2013).

A lagoa Salgada encontra-se localizada na região do complexo deltaico do rio Paraíba do Sul (LAMEGO 1946, 1955). Essa região caracteriza-se por apresentar uma evolução geológica associada ao nível relativo do mar no Neogeno (Silva e Silva *et al.*, 2008). A idade de formação da lagoa Salgada já foi abordada por alguns autores: Lemos (1995) indica sua idade em torno de 2000 anos A.P, e Silva e Silva (2002) indica uma idade de formação entre 3090 e 3900 anos A.P.

Segundo Martin *et al.* (1993), a lagoa Salgada, de um conjunto de quatro: Salgada, das Ostras, das Flechas e Mololô (Figura 3), foi a última lagoa costeira a ser formada como resultado de uma fase de erosão da planície costeira do rio Paraíba do Sul e da subida do nível do mar entre 3900 a 3600 anos A.P. Sua formação está associada às condições hidrodinâmicas que provocaram o deslocamento da barreira arenosa em direção ao continente propiciadas pelas ondas eficazes do setor sul. Por sua vez, esses deslocamentos da barreira arenosa levaram à formação dos esporões, os quais se afastaram da costa e isolaram algumas lagoas alongadas na área do Cabo de São Tomé. Esse esporão foi o responsável por fazer a lagoa Salgada perder o seu contato com o oceano. Como eventual consequência de um deslocamento de barreira arenosa em direção ao continente, houve a elevação do nível relativo do mar (MARTIN *et al.*, 1993). Hoje, entre as quatro lagoas citadas, somente a Salgada existe e pode ser classificada como uma lagoa de planície de restinga (SOFFIATI, 1998).

**Figura 3.** Sequência de formação das lagoas costeiras, entre 3900 e 3600 A.P.



Fonte: MARTIN *et al.*, 1993.

Devido a sua importância geológica e paleontológica, a lagoa Salgada é protegida pelo Parque



Estadual da Lagoa do Açú (PELAG). Nela, encontram-se formações denominadas estromatólitos, datados do período-cambriano. É considerada a única na América do Sul a possuir essas formações (WIKIPARQUES). Os estromatólitos são estruturas biogênicas que se originam da união e do aprisionamento de sedimentos provocados pela precipitação do carbonato de cálcio, por atividade de cianobactérias. Essas estruturas datam de 3 bilhões de anos e são utilizadas nos estudos de origem da vida primitiva e na avaliação das mudanças ambientais pretéritas. São geralmente encontradas em regiões marinhas hipersalinas, ambientes lacustres e em riachos calcários (Silva e Silva *et al.*, 2008). Por esses motivos e importância, a lagoa é muito procurada por pesquisadores (Figura 4).

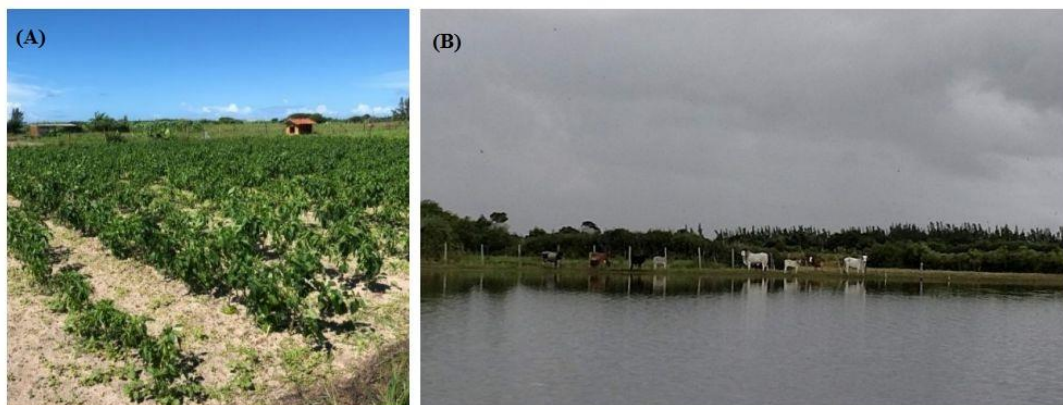
**Figura 4.** Placa indicando a localização dos estromatólitos na lagoa Salgada.



Fonte: AUTORA (2018)

A lagoa Salgada, que abriga os estromatólitos recentes, está localizada em uma área em cujo entorno são desempenhadas atividades agropecuárias (Figura 5), as quais podem colocar em risco o ambiente hidroquímico da lagoa, uma vez que ocorre a utilização de agrotóxicos e outros produtos nocivos. Verifica-se no local que os pequenos produtores arrancam as biohermas de estromatólitos para dar lugar às plantações, e o calcário estromatolítico está sendo utilizado na construção civil pela população (SRIVASTAVA, 1999).

**Figura 5.** Atividades agropecuárias ao redor da lagoa Salgada: (A) Plantação de pimentão e (B) Criação de gado.



Fonte: AUTORA (2018)

Com relação aos parâmetros que auxiliam na determinação da qualidade da água, Silva e Silva (2002), analisando a lagoa Salgada, obtiveram valores para os parâmetros físico-químicos em torno de: pH: 8,74; salinidade de 64,7‰; temperatura da água 26,91 °C; e taxa de oxigênio dissolvido de 3,7 mg L<sup>-1</sup>. Correa *et al.* (2013), analisando a lagoa salgada, obtiveram valores próximos a 30 ‰ para a salinidade e entre 161 e 920 NMP/100 mL para os coliformes totais. Pelos resultados obtidos e comparando-os com a CONAMA n° 357/2005, por se tratar de um corpo hídrico localizado parcialmente dentro de uma unidade de conservação de proteção integral, essa lagoa deveria ser classificada como salobra de classe especial. Porém, não existem parâmetros estabelecidos para a classe especial na legislação, segundo o seu art. 13, o qual afirma que: “Nas águas de classe especial deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água”. Sendo assim, utilizando os valores de referência para águas salobras da classe 1, nota-se que para coliformes totais, por exemplo, os valores estão acima do máximo permitido, 200 NMP/100 mL, em alguns pontos.

#### **2.4. O complexo lagunar Grussaí-Iquipari**

Situado na região Norte Fluminense, mais especificamente no município de São João da Barra, o Complexo Lagunar Grussaí-Iquipari possui área de aproximadamente 4.800 ha e encontra-se cerca de 15 km distante da foz do rio Paraíba do Sul (MACIEL E OLIVEIRA, 2005). Essas lagoas estão dispostas paralelamente à costa e possuem cerca de 7 km cada uma, sendo separadas do mar por um cordão de areia oriundo de processos geomorfológicos. Esse cordão de areia é o responsável por impedir que ocorram trocas entre as águas das lagoas e do mar, porém essa interação ocorre em situações de grandes ressacas (SUZUKI, 2005). E, assim como no caso da lagoa Salgada, segundo

Sousa e Palagar (2015), as lagoas de Grussaí e Iquipari são popularmente conhecidas por lagoas de Grussaí e Iquipari.

A gênese dessas lagoas relaciona-se com a formação da foz do rio Paraíba do Sul e sua geologia abriga depósitos sedimentares quaternários fluviomarinhos. A regulação do nível de suas águas se dá pelo aporte de água doce pelo lençol freático, principalmente na porção sul, e também pelas precipitações, uma vez que não existem nascentes ou afluentes que possam alimentá-las (SUZUKI, 2005).

Essas lagoas são amplamente utilizadas como balneários pela população regional. A lagoa de Grussaí apresenta parte do seu curso em uma área de grande adensamento populacional, e a lagoa de Iquipari, apesar de não estar inserida em área de grande crescimento urbano, passou por um processo de alteração de sua fisiografia por conta dos avanços das demandas das atividades agropecuárias (VILAÇA, 2015).

Além dessas questões, merece destaque a implementação, na área que abrange a bacia do sistema Grussaí-Iquipari (Figura 6), do Complexo Logístico Industrial Portuário do Açúcar (CLIPA) que, segundo Sousa e Palagar (2015), poderá impactar sobremaneira a fauna e a flora desse sistema lagunar. De acordo com Rangel (2013), a alteração do fluxo das águas promovida pelas obras do CLIPA poderá modificar a dinâmica e limitar a entrada de água na lagoa de Iquipari e no lençol freático que a abastece.

**Figura 6.** Área abrangendo o sistema lagunar Grussaí-Iquipari e o CLIPA.  
Retângulo: Complexo Lagunar. Círculo: Área do CLIPA.



Fonte: Adaptado de Sousa e Palagar (2013)

As lagoas de Grussaí e Iquipari vêm ainda sofrendo grandes impactos por conta da abertura irregular da barra, do forte crescimento populacional, do despejo irregular de esgoto in natura e de construções irregulares que afetam a qualidade da água (SOUSA E PALAGAR, 2015).

A abertura da barra é motivada por interesses pessoais de diversos atores locais. Na localidade

de Grussaí, por exemplo, os moradores que residem nas margens da lagoa são a favor da abertura da barra. Da mesma forma, os pescadores das lagoas do Açú, Iquipari e Grussaí veem na abertura, uma forma de conseguirem aumentar o volume do pescado e da renda. Percebe-se então uma gama de conflitos socioambientais, que precisam ser mediados pelos órgãos gestores responsáveis e podem ocasionar uma série de impactos ao meio ambiente.

Em relação aos parâmetros físico-químicos do complexo lagunar, Maciel (2005), analisando a qualidade da água das lagoas de Grussaí e Iquipari, obteve valores para pH entre 8,80 e 9,26 na lagoa de Grussaí e entre 8,38 e 8,88 na lagoa de Iquipari. Para a condutividade elétrica, Corrêa et al. (2013) observaram que nos dois sistemas lagunares a condutividade aumentou à medida que se aproximava do mar (foz) e se distanciava do continente. Sendo os valores médios encontrados iguais a 5 e 2 ‰ para as lagoas de Grussaí e Iquipari, respectivamente. Esses valores enquadram suas águas como salobras (CONAMA 357/05). Para a turbidez, Vilaça (2015) encontrou valores de 61, 60 e 8 UNT, referentes a três pontos analisados (do montante a jusante, respectivamente) na lagoa de Iquipari.

No que se refere aos parâmetros microbiológicos, Vilaça (2015), analisando coliformes termotolerantes na lagoa de Iquipari, obteve os valores de 48,8, 344,8 e 2419,6 NMP/100 mL, sendo o valor mais alto encontrado no ponto mais distante da foz (barra). Corrêa et al. (2013) lograram resultados satisfatórios em relação à legislação vigente para coliformes na lagoa de Iquipari, enquanto na lagoa de Grussaí os valores ultrapassaram o máximo estabelecido para coliformes termotolerantes.

Destaca-se para a região que compreende o sistema lagunar Grussaí-Iquipari a criação da Reserva Particular de Patrimônio Natural – RPPN Fazenda Caruara, pela Portaria INEA/RJ/PRES nº 357, de 19 de julho de 2012. Essa unidade de conservação foi criada pelo CLIPA e é a primeira dessa categoria no município de São João da Barra. Possuindo uma área de 3.844,73 hectares, essa RPPN é a maior do país e objetiva a proteção da restinga, de ambientes lacustres e de áreas alagáveis. Ressalta-se que a sua criação se deu a partir de uma exigência do INEA como forma de compensação aos impactos gerados pelo empreendimento (VILAÇA, 2015).

As lagoas de Grussaí e Iquipari estão abrigadas pela RPPN Caruara, estando a última completamente protegida desde suas nascentes até sua foz, na praia do Açú (Figura 7).

**Figura 7.** Área de abrangência da RPPN Caruara, com seus limites demarcados – São João da Barra – RJ.



Fonte: Google Earth (2018)

#### 2.4.1. Lagoa de Grussaí

A lagoa de Grussaí é uma laguna de água salobra, localiza-se no município de São João da Barra e compõe o Complexo Lagunar Grussaí-Iquipari (FREIXAS, 2017). Possui uma área de 1 km<sup>2</sup>, cerca de 1,20 m de profundidade, 8 km de comprimento e aproximadamente 100 m de largura (SUZUKI, 2002). É um braço do delta do rio Paraíba do Sul e formou-se a partir de 5 mil anos A.P. mediante o processo de progradação do rio para o interior de uma semilaguna. O curso da lagoa de Grussaí é resultante da luta das forças entre o rio e o mar, como se pode observar nos remanescentes de vegetação entre Grussaí e Iquipari. Percebeu-se que, em um primeiro momento, a lagoa possuía contato direto com o mar, no entanto, por conta da energia das forças oceânicas, as desembocaduras foram fechadas pelas barras de areia, que só se abriam por ressaca do mar ou pelo volume excedente de água no interior da lagoa (SOFFIATI, 2005).

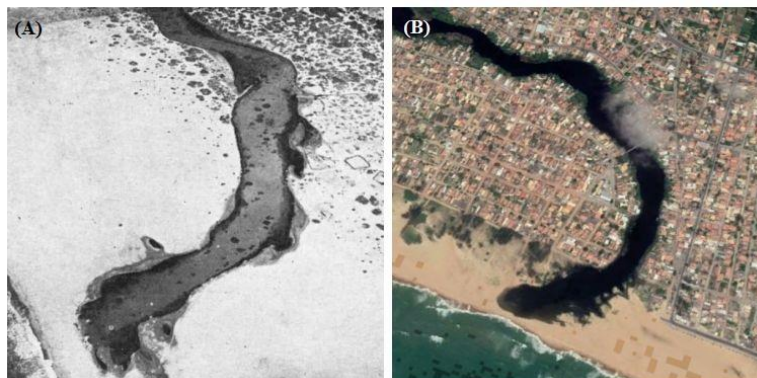
O nome Grussaí tem origem da palavra Guruçá, que significa caranguejo branco que habita a praia, e o “í” representa a água e, portanto, a comunicação dessa lagoa com o rio Paraíba do Sul por longos brejos (SOFFIATI, 2005).

Segundo Soffiati, no documento intitulado “Áreas alagáveis do Norte Fluminense”, a partir da década de 50 a região da lagoa de Grussaí começou a ser amplamente ocupada e o adensamento urbano



impactou sobremaneira a vegetação nativa da restinga. Observando a Figura 8, é possível notar as modificações que ocorreram no entorno da lagoa de Grussaí no período de 80 anos.

**Figura 8.** (A) Lagoa de Grussaí em 1937 e (B) Lagoa de Grussaí em 2017.

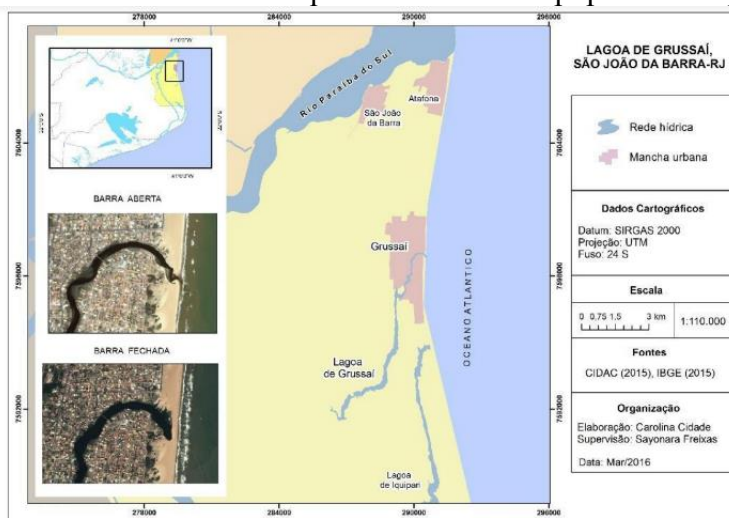


Fonte: Adaptado pela autora de LAMEGO (1946) e Google Earth (2018)

Nota-se que a lagoa teve sua barra e seu leito maior ocupados por casas de veraneio, as quais ficam fechadas por cerca de 10 meses durante o ano. No entanto, nos dois meses do verão (janeiro e fevereiro), o número de pessoas na localidade aumenta consideravelmente, e, como consequência, surgem problemas de natureza antrópica, como o lançamento de esgoto *in natura* e uma maior produção de resíduos.

De maneira geral, o adensamento urbano nas proximidades da barra da lagoa de Grussaí (Figura 9) vem se intensificando e provocando uma série de impactos negativos ao ambiente. Verifica-se o despejo irregular de esgoto *in natura* na lagoa e também é comum observar o trânsito de carros na areia da praia, a supressão de vegetação para a construção de casas e a utilização do remanescente de vegetação nativa para o pastoreio.

**Figura 9.** Lagoa de Grussaí. Em destaque o adensamento populacional próximo à barra.



Fonte: Freixas *et al.*, 2016.

### 2.4.2 Lagoa de Iquipari

Situada no município de São João da Barra, a lagoa de Iquipari, conhecida por volta do século XVII como lagoa da Lucrécia, formou-se a partir do barramento natural de um rio de segunda ordem, o rio Iquipari, que por sua vez era um braço abandonado do rio Paraíba do Sul, em sua região deltaica (SOFFIATI, 1998). O sistema lagunar possui 1,4 km<sup>2</sup> de área e um formato alongado com cerca de 16 km de comprimento (LIMA et al., 2001).

Pezzarino (2008) afirmou que a lagoa de Iquipari apresenta boas condições de preservação, uma vez que a vegetação de restinga que a compõe encontra-se num bom estado de conservação, como é possível observar pelas manchas verdes nas margens da lagoa (Figura 10). Em 2005, Soffiati et al. (2005) afirmavam que a maior ameaça apresentada à lagoa de Iquipari era a construção de quiosques em sua barra, muito por conta da abertura de uma estrada até a sua margem esquerda. Aproveitando as favoráveis condições, loteamentos foram implantados e casas começaram a ser construídas, colocando em risco as condições bem preservadas da lagoa.

**Figura 10.** Lagoa de Iquipari – São João da Barra/RJ.



Fonte: Google Earth (2018)

No entanto, além dessas questões, como já comentado, está sendo implementado, na área de abrangência da bacia da lagoa de Iquipari, o CLIPA, que poderá provocar impactos e alterar a dinâmica ecossistêmica da lagoa.

De acordo com Vilaça (2015), pesquisas como a de Lima *et al.*, (2001), Esteves, (2011) e Soffiati (2013) revelam que a dinâmica de abertura da barra da lagoa de Iquipari ficou comprometida em virtude das intervenções na rede de macrodrenagem que é responsável por abastecê-la, assim como foram comprometidas a fauna, a flora e a qualidade ambiental desse sistema lagunar.

## 2.5. Lagoa do Açú

A lagoa do Açú está localizada no limite dos municípios de Campos dos Goytacazes e São João da Barra, entre as latitudes 21°55' e 22°S e longitudes 40°57' e 41° 00' W. Originou-se, como já mencionado, do rio Iguaçu, em virtude das obras do DNOS na região, que reduziram sua vazão a ponto de torná-lo uma lagoa costeira paralela à costa. Durante as obras foram construídos dois canais, o canal Quitungute e o canal da Flecha, os quais passaram a lançar o excedente hídrico da lagoa Feia e do rio Paraíba do Sul diretamente no mar (SOFFIATI in ESTEVES, 1998).

A lagoa do Açú possui aproximadamente 13 km de extensão e profundidade que não chega a ser superior a 2 ou 3 metros. Ao contrário das de Grussaí e de Iquipari, a lagoa do Açú apresenta entrada de água superficial de adução do rio Paraíba do Sul através dos canais Quitungute e São Bento (SUZUKI, 2005).

A barra da lagoa permanece fechada estabilizando a lâmina d'água, porém para os pescadores a abertura da barra é interessante, motivo pelo qual eles se juntam aos pequenos proprietários rurais e tentam reforçar o movimento que pleiteia a sua abertura (SOFFIATI, 2005).

Por ser uma área de importante interesse ambiental, foi criado em 2012, pelo Decreto nº 43.522/12, o Parque Estadual da Lagoa do Açú (PELAG), cuja criação foi possível em virtude da alocação de recursos provenientes de compensações ambientais, como a do Complexo Portuário do Porto do Açú. Dessa forma, o PELAG protege hoje os alagados e brejos situados ao norte da estrada Campos-Farol de São Tomé, bem como uma parte do canal Quitungute, a lagoa do Açú, parte da lagoa Salgada e seu entorno, entre outros (BIDEGAIN, 2012).

O PELAG possui 8.251 hectares de área, abrigando um enorme banhado, o Banhado da Boa Vista, uma lagoa, importantes áreas de restinga e uma extensa faixa de praia (INEA) (Figura 11).

**Figura 11.** Área de abrangência do Parque Estadual da Lagoa do Açú.



Fonte: Adaptado de INEA (2012)



A biodiversidade da região se destaca com a presença de vegetação nativa de restinga interpenetrando com o manguezal, configurando-se uma das mais notáveis (SOFFIATI, 2005). O *habitat* é propício para reprodução e criação de peixes nativos, e a região é um importante componente para as aves migratórias que passam por lá (Figura 12). Freesz *et al.* (2005), avaliando a diversidade e a composição da avifauna da lagoa do Açú, registraram 58 espécies de aves, muitas delas migratórias da América do Norte.

**Figura 12.** Remanescente de vegetação na lagoa do Açú.



Fonte: AUTORA (2018)

A expansão urbana nos últimos anos vem se aproximando da lagoa do Açú. Seu trecho final, bem próximo ao espelho d'água, está sendo loteado, o que coloca em risco o limnossistema, a vegetação da restinga e o manguezal característico da região. O aparecimento de plantas exóticas, como a açucena e o algodão-da-praia, bem como a degradação do manguezal próximo à região de Maria Rosa sinalizam as crescentes perturbações (SOFFIATI, 2005).

Outra questão importante é o carreamento de sedimentos para o interior da lagoa causado pela remoção da vegetação de restinga que desprotege o solo e propicia o transporte desses sedimentos pelo vento e pela chuva, provocando o assoreamento do leito e dificultando a circulação das águas. À medida que a urbanização se aproxima, aproximam-se também os impactos. O lançamento de esgoto *in natura* e o aumento da produção de lixo, principalmente nas épocas de veraneio, são ameaças constantes ao ecossistema da lagoa (SOFFIATI, 2005).

Sousa *et al.* (2004), analisando a distribuição de mercúrio (Hg) em sedimentos da lagoa do Açú, encontraram resultados que sugerem a contaminação causada pela aplicação, no passado, de fungicidas organo-mercuriais e de atividades do garimpo de ouro na região.

Apesar da importância do PELAG para a preservação do ecossistema, Santos (2014), estudando o perfil socioeconômico, a percepção ambiental e os conflitos no entorno do Parque, concluiu que a maior parte da população residente no entorno não o conhece e considera a sua implementação ruim.

Embora tenha-se realizado uma consulta pública para a criação do Parque, os moradores das comunidades de Quixaba, Xexé e Maria da Rosa (localidades afetadas pelo Parque) afirmam não terem sido comunicados a fim de que participassem de sua criação. Uma vez que utilizam a área do Parque para pesca, extração de taboa e lazer, começam a surgir conflitos, já que o Parque é uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, não sendo mais permitido aos moradores continuarem a utilizá-lo para as atividades de sustento sem que seja concedida uma autorização pelo gestor do Parque.

Em relação à qualidade da água da lagoa do Açú e seus parâmetros físico-químicos e microbiológicos, Santos (2014), realizando duas campanhas em janeiro e julho de 2014, encontrou valores de pH entre 6,49 e 8,15, os quais não excedem os limites de concentração permitidos pela resolução CONAMA 357/2005. Para a condutividade e salinidade foram encontrados valores que reduziram a partir da foz (barra), conforme se afastava do mar. No que diz respeito às análises microbiológicas, para coliformes totais obteve-se o valor máximo de detecção pelo método utilizado (aproximadamente 2400 coliformes/100 mL). Enquanto para coliformes termotolerantes a maioria das amostras excederam os limites permitidos pela legislação na campanha realizada no mês de janeiro. Na campanha de julho, no entanto, observou-se que seis dos dez pontos analisados apresentaram resultados em conformidade com o estabelecido pela legislação.

### **3. METODOLOGIA**

A metodologia utilizada neste artigo baseou-se em levantamento bibliográfico de artigos científicos publicados em revistas indexadas bem como em dissertações e teses que abordassem o assunto proposto.

Para realizar a busca dos trabalhos, foram consideradas algumas bases de dados, como Scielo, Periódicos da CAPES e Google Acadêmico. As principais palavras-chave que auxiliaram na busca foram: lagoa do Açú, lagoa de Grussaí, lagoa Salgada, lagoa de Iquipari, sistemas lagunares, conflitos socioambientais, contaminação de corpos hídricos e unidades de conservação.

### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **4.1 Conflitos socioambientais associados às lagoas Salgada, de Grussaí, de Iquipari e do Açú**

O conflito é o meio pelo qual os atores sociais envolvidos buscam esclarecer suas divergências, almejando alcançar um ponto que reúna os interesses antagônicos e pontos que são conflitantes. O conflito socioambiental se configura como sendo uma disputa entre os grupos em função das ligações

distintas do homem com o meio natural (NASCIMENTO, 2001).

Entrevistas, questionários e observações de campo auxiliam na identificação dos conflitos socioambientais, e os resultados dessas metodologias colaboram para a gestão e o manejo dos recursos ambientais pelos órgãos competentes, principalmente no que compete às unidades de conservação (SANTOS, 2014).

Na região de São João da Barra, a instalação do CLIPA provoca uma série de alterações, como aumento da urbanização, das áreas residenciais e da necessidade de organizar melhor o espaço. Todo esse desenvolvimento acarreta impactos tanto ambientais, como supressão da vegetação nativa, poluição do ar, do solo e da água e exploração do lençol freático; quanto sociais, como pobreza, violência e marginalidade (SANTOS, 2014).

Nos centros urbanos em desenvolvimento, as unidades de conservação são importantes para a manutenção dos recursos naturais e da biodiversidade. Os gestores dessas unidades, porém, precisam mediar os conflitos existentes entre os interesses particulares, ligados ao uso, e os públicos, relacionados à conservação dos recursos.

Os conflitos territoriais também geram divergências, já que, devido às ocupações ilegais em área de proteção ambiental, podem ocorrer processos de desapropriação. No PELAG, moradores do entorno foram desapropriados e um outro grupo teve seu acesso e uso das propriedades limitados por conta das normas estabelecidas por lei (SANTOS, 2014). Isso ocorre principalmente por conta de interesses particulares de pessoas que não valorizam ou reconhecem a importância ambiental da área. Dessa forma, são gerados conflitos socioambientais relacionados ao uso, à ocupação e ao crescimento urbano, como pode ser observado no PELAG.

## **5. CONCLUSÃO**

As condições de uso e ocupação do solo refletem na intervenção antrópica que está muito presente na região. As áreas de interesse ambiental não são respeitadas por todos e as atividades desenvolvidas no entorno das lagoas estudadas colocam em risco o equilíbrio de todo o ecossistema existente. Empreendimentos de maior porte, como o CLIPA, podem afetar sobremaneira às características socioambientais da região.

De forma paralela, as áreas de preservação ambiental, como o PELAG e a RPPN Caruara, auxiliam na manutenção das boas condições e na qualidade do ambiente como um todo.

O planejamento ambiental, a intervenção e fiscalização do poder público e a implantação de projetos de educação ambiental, são importantes para que todos possam ter a chance de conhecer e de, futuramente, ajudar a preservar o ambiente no qual vivem.

Nesse sentido, propõe-se a proteção integral das lagoas mediante a criação de novas unidades de conservação ou da ampliação da área de abrangência das que já existem.

Das áreas estudadas, a que possui maior vulnerabilidade ambiental é a lagoa de Grussaí, e a questão de abertura de barra só será amenizada à medida que a Faixa Marginal de Proteção – FMP da lagoa for respeitada.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M. V. **Patrimônio cultural e políticas de cultura: o caso de São João da Barra/RJ**. Campos dos Goytacazes, 2015. 102p. Dissertação (Mestrado em Políticas Sociais) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2015.

BIDEGAIN, P. **Contribuição para o Planejamento de Parque Estadual na Baixada dos Goitacazes**. Disponível em: <<http://parquespark.blogspot.com.br/2011/03/contribuicao-para-o-planejamento-de.html>>. Acesso em: 3 jun. 2018.

CARNEIRO, P. R. F. **Dos pântanos à escassez: uso da água e conflito na Baixada dos Goytacazes**. 138 p. Rio de Janeiro: Annablume, 2004.

CORRÊA; B. S.; NUNES, T. C. G.; SIMÕES, T. S. G; OLIVEIRA, V. P. S.; SILVA, I. R; MACIEL, C. P.; SOUZA, T. N. Monitoramento de parâmetros físico-químicos e microbiológicos em quatro lagoas do município de São João da Barra, RJ. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, v. 7 n. 1, p. 69-78, jan./jun. 2013.

DOMINGUEZ, J. M.; BITTENCOURT, A. C.; MARTIN, L. O papel da deriva litorânea de sedimentos arenosos na construção das planícies costeiras associadas às desembocaduras dos rios São Francisco (SE-AL), Jequitinhonha (BA), Doce (ES) e Paraíba do Sul (RJ). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 3, n. 2, p. 98-105, 1983.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602 p.

FREESZ, N. P.; NOVELLI, R.; CORDEIRO, JR., L. S. A. Dinâmica da Avifauna da Lagoa do Açú, Norte Fluminense, RJ. In: **VII Congresso de Ecologia do Brasil**, Caxambu, 2005.

FREIXAS, S. S. **A abertura de barra da lagoa de Grussaí: os elementos que influenciam este fenômeno**. 2017. 68 p. Monografia (Licenciatura em Geografia). Instituto Federal Fluminense, 2017.

INEA – Instituto Estadual do Ambiente. Parque Estadual da Lagoa do Açú. Disponível em: <[http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Agendas/BIODIVERSIDADEEAREASPROTEGIDAS/UnidadesdeConservacao/INEA\\_008601](http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Agendas/BIODIVERSIDADEEAREASPROTEGIDAS/UnidadesdeConservacao/INEA_008601)>. Acesso em: 05 de junho de 2018.

INEA – Instituto Estadual do Ambiente. Criação da Reserva Particular do Patrimônio Natural, RPPN Caruara. Portaria INEA/RJ/PRES N° 357 em 19 de julho de 2012.

LAMEGO, A. R. **O Homem e a Restinga**. Rio de Janeiro: Conselho Nacional de Geografia. n. 2. 227 f. 1946.

LAMEGO, Alberto Ribeiro. **Geologia das Quadrículas de Campos, São Tomé, Lagoa Feia e Xexé**. Rio de Janeiro, DNPM/ DGM, Boletim 154: 1-60. 1955.

LEMOS, R. M. T. **Estudo das fácies deposicionais e das estruturas estromatolíticas da Lagoa Salgada - Rio de Janeiro**. 1995. 122 f. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geofísica Marinha). Universidade Federal Fluminense. 1995.

LIMA, V. S. **Variação Espaço-temporal do Espelho D'água da Lagoa Feia, RJ**. 2014. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Espírito Santo. 2014.

MACIEL, C. P.; OLIVEIRA, V. P. S. Complexo Lagunar Grussaí-Iquipari: proposta de criação de uma Unidade de Conservação: a visão científica e a visão legal. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, v. 1, n. 2, p. 178, 2007.

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J. M. 1993. As flutuações de nível do mar durante o Quaternário Superior e a evolução geológica de “deltas “brasileiros”. **Boletim IG - USP**, Publicação Especial 15, 186 pp. 1993.

NASCIMENTO, E. P. Os Conflitos na sociedade moderna: uma introdução conceitual. In: Bursztyn, M. A difícil sustentabilidade Rio de Janeiro. Garamond Universitária. 2001.

PEZARINO, R. S. Processos e conflitos existentes no Complexo Lagunar Grussaí/Iquipari. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, v. 2, n. 1, p. 99-116, 2008.

RANGEL, L. C. **O Complexo Logístico Industrial Portuário do Açú e seus impactos no Sistema de Drenagem e na Estruturação Urbana da Região Norte-Fluminense**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense. 2013.

SANTOS, K. P. **Levantamento do Perfil Socioeconômico, da Percepção Ambiental e dos Conflitos no Entorno do Parque Estadual da Lagoa do Açú/RJ**. Campos dos Goytacazes. 2014. 91 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Instituto Federal Fluminense, 2014.

SILVA E SILVA, L. H. **Contribuição ao conhecimento da composição microbiana e química das estruturas estromatolíticas da Lagoa Salgada, Quaternário do Rio de Janeiro, Brasil**. 2002. 176 p. Tese (Doutorado em Geologia). Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2002.

SILVA E SILVA, L. H.; IESPA, A. A. C.; IESPA, C. M. D. Composição dos estromatólitos estratiformes da lagoa Salgada, Rio de Janeiro, Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 31, n. 2, p. 42-49, 2008.

SOFFIATI, A. A. 1998. **Aspectos históricos das lagoas do norte do Estado do Rio de Janeiro**. In: ESTEVES, F.A (ed.) Ecologia das lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ). Rio de Janeiro, Editora Universidade Federal do Rio de Janeiro, p. 8-13, 1998.

SOFFIATI, A. A. Ecofisionomia e História. In: SUZUKI, M. S; NOVELLI, R.; ANDRADE, D. R.; SOFFIATI, A. A. Relatório: Áreas alagáveis do Norte Fluminense; Área 3 - Lagoas do segmento sul da Restinga Norte: entre a margem direita do Paraíba e o Cabo de São Tomé. 2005.

SOFFIATI, A. A. **As Lagoas do Norte Fluminense: uma contribuição à história de uma luta**. Campos dos Goytacazes – RJ. Editora Essentia, 203 p. 2013.

SOUSA, L. C.; PALAGAR, L. B. **Complexo Lagunar Grussaí/Iquipari: Estudo dos Impactos Socioambientais das Lagunas de São João da Barra, RJ**. Monografia (Licenciatura em Geografia). Instituto Federal Fluminense campus Centro – Campos dos Goytacazes-RJ, 2015.

SOUSA, W. P. et al. Mercury and organic carbon distribution in six lakes from the North of Rio de Janeiro State. **Braz. arch. biol. Technol**, v. 47, n. 1, p. 139-145, 2004.

SRIVASTAVA, N. K. 1999. **Lagoa Salgada (Rio de Janeiro) - Estromatólitos recentes**. In: Schobbenhaus,C.; Campos,D.A.; Queiroz,E.T.; Winge,M.; Berbert-Born,M. (Edit.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil.

SUGUIO, K. Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1222p. 1998.

SUZUKI, M. S. Limnologia. In: SUZUKI, M. S.; NOVELLI, R.; ANDRADE, D. R.; SOFFIATI, A. A. Relatório: Áreas alagáveis do Norte Fluminense; Área 3 - Lagoas do segmento sul da Restinga Norte: entre a margem direita do Paraíba e o Cabo de São Tomé. 2005.

VILAÇA, D. R. C. **O complexo logístico industrial portuário do aço (CLIPA) e seus reflexos na dinâmica ecossistêmica da lagoa de Iquipari, São João da Barra/RJ**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense. Macaé-RJ. 2015.

WIKIPARQUES. Acesso em: 19 maio de 2018. Disponível em: <[http://www.wikiparques.org/wiki/Parque\\_Estadual\\_da\\_Lagoa\\_do\\_A%C3%A7u](http://www.wikiparques.org/wiki/Parque_Estadual_da_Lagoa_do_A%C3%A7u)>.

ZENKOVITCH, V. P. Processes of coastal development. In: DOMINGUEZ, J. M.; BITTENCOURT, A. C.; MARTIN, L. O papel da deriva litorânea de sedimentos arenosos na construção das planícies costeiras associadas às desembocaduras dos rios São Francisco (SEAL), Jequitinhonha (BA), doce (ES) e Paraíba do Sul (RJ). **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 98-105, 1983.

## ARTIGO CIENTÍFICO 2

### CARACTERIZAÇÃO DE PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DAS LAGOAS DE GRUSSAÍ, IQUIPARI, AÇU E SALGADA, SÃO JOÃO DA BARRA-RJ

#### *CHARACTERIZATION OF WATER QUALITY PARAMETERS OF LAGOONS OF GRUSSAÍ, IQUIPARI, AÇU AND SALGADA, SÃO JOÃO DA BARRA-RJ*

Verônica Ribeiro Ramos - IFFluminense/PPEA

Thiago Moreira de Rezende Araújo - IFFluminense/PPEA

#### RESUMO

As lagoas costeiras são ecossistemas importantes para o desenvolvimento regional e estão atreladas à qualidade de vida da população. Em virtude dos usos que lhes são conferidos, bem como do manejo e das atividades que são realizadas em seu entorno, as lagoas de Grussaí, Iquipari, Açú e Salgada, localizadas no município de São João da Barra – RJ, vem sofrendo uma série de intervenções antrópicas que ameaçam suas dinâmicas ecossistêmicas. Sendo assim, este trabalho objetivou a caracterização de parâmetros físico-químicos e microbiológicos dessas lagoas, no sentido de caracterizar e monitorar a qualidade desses ambientes. Desta forma, foram realizadas quatro campanhas de coletas e análises de amostras de água entre março e dezembro de 2018. As análises foram realizadas de acordo com métodos estabelecidos pelo Standard Methods for examination of Water and Wastewater 21<sup>th</sup>, em triplicata, no próprio local de coleta e no LabFoz - Laboratório de Monitoramento das Águas da Foz do Rio Paraíba do Sul situado no Polo de Inovação Campos dos Goytacazes. Os parâmetros analisados foram: demanda bioquímica de oxigênio (DBO<sub>5,20</sub>), condutividade, sólidos totais dissolvidos, oxigênio dissolvido, temperatura, turbidez, salinidade, pH, coliformes totais e *Escherichia coli*, além dos íons cloreto e sulfato, cálcio, magnésio, potássio e sódio. Os resultados indicaram que a lagoa de Grussaí é o sistema que mais está sujeito a impactos negativos e que atividades agropecuárias podem estar afetando a qualidade da lagoa Salgada. Para as lagoas de Iquipari e do Açú indica-se um monitoramento constante, uma vez que estão inseridas em unidades de conservação consolidadas.

**Palavras chave:** Recurso Hídricos, Impactos Antrópicos, Análises Físico-químicas.



## **ABSTRACT**

*Coastal lagoons are important ecosystems for regional development and are linked to the quality of life of the population. Due to their use, as well as the management and activities that are carried out in their surroundings, the lagoons of Grussaí, Iquipari, Açú and Salgada, located in the municipality of São João da Barra - RJ, have been suffering a series of anthropogenic interventions that threaten their ecosystem dynamics. Thus, this work aimed to characterize the physical-chemical and microbiological variables of these lagoons, in the sense of characterizing and observing the qualities of the environments. In this way, four campaigns of collect and analyze water samples were carried out between March and December 2018. The analyzes were carried out according to methods established by the Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21 th, in triplicate, at the site and at LabFoz - Laboratory for Monitoring Waters of river mouth of Paraíba do Sul located at the Campos dos Goytacazes Innovation Center. The parameters were: biochemical oxygen demand ( $BOD_{5,20}$ ), conductivity, total dissolved solids, dissolved oxygen, temperature, turbidity, salinity, pH, coliforms and escherichia coli, in addition to chloride and sulphate, calcium, magnesium, potassium and sodium ions. The results indicated that the Grussaí lagoon is the system that is most subject to negative impacts and that agricultural activities may be affecting the quality of the Lagoa Salgada. For the Iquipari and Açú lagoons, a constant monitoring is indicated, since they are inserted in consolidated conservation units.*

**Keywords:** *Water Resources, Anthropogenic Impacts, Physico-Chemical Analysis*

## **1. INTRODUÇÃO**

As lagoas costeiras são sistemas aquáticos interiores rasos e transicionais que atuam como mediadores entre o ambiente terrestre e o oceano (NETTO & FONSECA 2017). Esses ambientes são importantes para a fauna e flora característicos da região na qual estão inseridos. Além das questões ambientais ligadas à dinâmica ecossistêmica, as lagoas costeiras possibilitam o desenvolvimento econômico e social, uma vez que é comum atrelá-las às práticas de entretenimento, lazer e às atividades de subsistência familiar, como a pesca, o extrativismo e a coleta de macrófitas. Em contrapartida, essa exploração de recursos leva a consequências de ordem antrópica que causam impactos negativos, como o despejo de esgoto *in natura*, a expansão urbana, a supressão de vegetação, as quais alteram a paisagem natural desses ambientes (CARDOSO MARINHO *et al.*, 2016).

Conforme apontam estudos como os de Corrêa *et al.* (2013), Viana *et al.* (2013), Santos *et al.* (2015) e Cardoso Marinho *et al.* (2016), na região Norte do Estado do Rio de Janeiro, as intervenções antrópicas alteram o equilíbrio do ecossistema desses corpos hídricos e colocam em risco uma gama de relações que se firmaram ao longo dos anos nos mesmos, prejudicando a qualidade das suas águas, que, na maior parte dos casos, encontram-se com parâmetros físico-químicos e microbiológicos fora dos padrões estabelecidos pelas legislações vigentes.

Corrêa *et al.* (2013), por exemplo, associaram os resultados elevados de coliformes termotolerantes encontrados na lagoa de Grussaí ao despejo de esgoto sem tratamento prévio dos imóveis localizados nas margens da mesma. Cardoso Marinho *et al.* (2016), analisando os impactos antrópicos em lagoas costeiras do Norte do Estado do Rio de Janeiro, abordaram o processo de eutrofização artificial, que ocorre em virtude do aporte de nutrientes em grandes quantidades nos corpos hídricos. Os autores apontam como uma das causas deste processo o lançamento de esgoto sem tratamento, que impacta sobremaneira a qualidade ecológica das águas das lagoas. Além disso, com o aumento da disposição de nutrientes, como o nitrogênio e o fósforo, ocorre a elevação dos valores de DBO e a diminuição dos valores de OD disponíveis na água.

A contaminação por metais tóxicos também é comumente observada em ambientes aquáticos (BRANDELERO *et al.*, 2017; ROCHA & DE AZEVEDO, 2017; SANTOS *et al.*, 2018). Além dos metais, os agrotóxicos configuram-se como contaminantes potenciais em virtude das atividades que são desenvolvidas no entorno das lagoas e que utilizam essas substâncias de forma desmedida. Os agrotóxicos, aplicados em excesso, são carregados para o leito dos corpos hídricos deteriorando a qualidade de suas águas (CHIARELLO *et al.*, 2017; MOREIRA *et al.*, 2012; VITÓ *et al.*, 2016). Todos esses trabalhos evidenciam a importância da realização de monitoramento de parâmetros de qualidade da água de corpos hídricos, entre eles, as lagoas costeiras.

Dentre as lagoas costeiras da região Norte Fluminense, encontram-se as lagoas do Açú, Salgada, de Grussaí e de Iquipari. As mesmas, em especial a de Grussaí e Iquipari, possuem proximidade com o Complexo Logístico Industrial e Portuário do Açú – CLIPA, empreendimento que representa uma ameaça constante ao equilíbrio dos ecossistemas lagunares. Por conta desta proximidade, tanto a lagoa de Iquipari, como parte da lagoa de Grussaí estão incluídas na área da Reserva Particular de Patrimônio Natural Caruara – RPPN Caruara, criada através da Portaria INEA/RJ/PRES nº 357, de 19 de julho de 2012 e que se consolida como a maior RPPN de restinga do país.

A lagoa do Açú e parte da lagoa Salgada, também próximas ao CLIPA, estão incluídas na área do Parque Estadual da Lagoa do Açú – PELAG, unidade de conservação de proteção integral criada em 2012 pelo Decreto nº 43.522/12, com o objetivo maior de assegurar a preservação de parte de um

dos mais ricos e bem preservados remanescentes de vegetação de restinga do Estado do Rio de Janeiro.

Sendo assim, o monitoramento frequente desses ambientes é imprescindível à preservação dos mesmos. Dessa maneira é possível detectar mudanças e assegurar a conservação dessas áreas úmidas remanescentes no litoral Norte Fluminense.

Desta forma, este artigo teve como objetivo avaliar parâmetros de qualidade de água de amostras coletadas nas lagoas de Grussaí, Iquipari, Açú e Salgada de São João da Barra – RJ, visando inicialmente, identificar contaminações para que, caso necessário, remediações sejam planejadas e executadas. Em consequência, foi obtido um diagnóstico de acordo com os resultados encontrados nas análises de parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Além disso, foi possível comparar os resultados encontrados com trabalhos já realizados nesses ambientes (CORRÊA *et al.*, 2013; SANTOS *et al.*, 2015) e, também, fornecer parâmetros para comparações futuras.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Área de estudo

A área de estudo compreendeu quatro lagoas (Grussaí, Iquipari, Açú e Salgada), Figura 1, localizadas no município de São João da Barra, o qual pertence à região Norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. O clima da região estudada é classificado como tropical quente e semiúmido, com precipitação variando entre 800 e 1200 mm por ano, concentrando-se nos meses entre novembro e janeiro (RIMA, 2011). A região do estudo apresenta vegetação de restinga, na qual os sedimentos são constantemente remobilizados pela ação das ondas e/ou dos ventos. Esse processo fornece característica ao solo da região que é caracterizado como Espodossolo, classe predominante em ambientes de restinga.

A lagoa de Grussaí é uma laguna de água salobra, que possui área de 1 km<sup>2</sup>, cerca de 1,20 m de profundidade, 8 km de comprimento e aproximadamente 100 m de largura (SUZUKI, 2002). Este corpo hídrico possui um cordão de areia denominado barra, que o separa do mar, mas que frequentemente é rompido de forma irregular por moradores e pescadores da região. Essa lagoa recebe parte do volume de esgoto gerado no município de São João da Barra, sem qualquer tipo de tratamento. Além disso, observa-se próximo à barra, uma extensa área edificada, onde é localizada a faixa marginal de proteção – FMP da lagoa.

A lagoa de Iquipari possui formato alongado, paralelo a costa e tem cerca de 16 km de comprimento (LIMA *et al.*, 2001). Essa lagoa encontra-se integralmente protegida pela Reserva Particular de Patrimônio Natural – RPPN Fazenda Caruara.

A lagoa do Açú possui aproximadamente 13 km de extensão, profundidade que não chega a ser superior a 2 ou 3 metros e está completamente protegida pelo Parque Estadual da Lagoa do Açú – PELAG.

A lagoa Salgada tem área de aproximadamente 16 km<sup>2</sup>, comprimento máximo de 8,6 km e largura de 1,9 km (SRIVASTAVA, 1999). Essa lagoa possui um canal de ligação com a lagoa do Açú e não apresenta qualquer contato com a costa (CORRÊA *et al.*, 2013). Tem grande importância geológica e paleontológica e, apesar de estar parcialmente protegida pelo PELAG, é comum observar no entorno da lagoa áreas desmatadas e o desenvolvimento de atividades ligadas à criação de gado e plantações.

## 2.2. Coleta e armazenamento das amostras

Com relação às coletas, foram feitas quatro saídas de campo (Saídas 1, 2, 3 e 4) para a realização das amostragens de água. Para as lagoas de Grussaí e Iquipari, as mesmas foram realizadas nos dias: 14/03, 03/07, 02/10 e 03/12/2018 e, para as lagoas Açú e Salgada, 20/03, 18/06, 18/09 e 11/12/2018. Todas as saídas de campo foram realizadas pela manhã e as coletas eram realizadas em três pontos distintos (Pontos 1, 2 e 3), Figura 1, em cada corpo hídrico. Todos foram previamente selecionados com auxílio de um GPS da GARMIN (GPSmap 76 Cx), estando as coordenadas geográficas apresentadas na Tabela 1.

**Figura 1.** Pontos nos quais as amostras foram coletadas nas lagoas de Grussaí, de Iquipari, Açú e Salgada, em São João da Barra-RJ.



Fonte: Adaptado de Google Earth (2019)

**Tabela 1.** Coordenadas geográficas dos pontos amostrais nas lagoas de Iquipari, Gussaí, Açú e Salgada/RJ.

	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
Lagoa de Iquipari	21°44'27.97"S	21°46'18.6"S	21°47'55.5"S
	41°01'38.4"O	41°01'32.8"O	41°01'22.5"O

<b>Lagoa de Grussaí</b>	21°42'02.0"S	21°42'31.5"S	21°43'07.8"S
	41°01'32.3"O	41°01'55.1"O	41°02'16.1"O
<b>Lagoa do Açú</b>	21°54'54.5"S	21°56'22.1"S	21°57'27.4"S
	40°58'56.1"O	40°58'39.9"O	40°58'38.0"O
<b>Lagoa Salgada</b>	21°55'35.7"S	21°55'16.5"S /	21°54'54.1"S
	40°59'51.7"O	41°00'09.0"O	41°00'26.8"O

Fonte: Autora (2019)

Para as análises que foram realizadas no laboratório, as amostras de água foram armazenadas em recipientes adequados e previamente esterilizados, se necessário. Para o transporte das amostras até o laboratório foram utilizadas caixas de material isotérmico contendo cubos de gelo, conforme procedimento descrito anteriormente por Corrêa *et al.* (2013).

### 2.3. Análise das amostras

As análises das amostras de água foram realizadas, em triplicata, nos próprios locais de coleta ou no LabFoz - Laboratório de Análise e Monitoramento de Águas situado no Polo de Inovação Campos dos Goytacazes do Instituto Federal Fluminense. As mesmas foram feitas de acordo com as normas técnicas estabelecidas no *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 21th*, sendo: temperatura, oxigênio dissolvido, pH, salinidade, sólidos totais dissolvidos (STD), condutividade, demanda bioquímica de oxigênio (DBO<sub>5,20</sub>), turbidez, cátions (sódio, potássio, cálcio e magnésio), ânions (cloreto e sulfato), coliformes totais e *Escherichia coli*. De forma mais detalhada, no local de coleta, foram realizadas as análises físico-químicas temperatura e oxigênio dissolvido. A temperatura foi determinada com auxílio de um termômetro da Incoterm (escala interna de - 10 °C até + 150 °C) e o oxigênio dissolvido com o oxímetro Alfakit AT 160.

As demais análises foram realizadas no LabFoz. O pH foi determinado com o auxílio phmetro de bancada Thermo, modelo OrionStar A214. A condutividade, a salinidade e os sólidos totais dissolvidos foram determinados com auxílio do condutivímetro de bancada Digimed DM32, o qual foi devidamente calibrado antes das análises. A demanda bioquímica de oxigênio (DBO<sub>5,20</sub>) foi analisada utilizando o aparelho para medição de DBO com suporte/rack para garrafas integrado da Aqualytic AL 606. A turbidez foi determinada com auxílio de um turbidímetro de bancada da MS Tecnopon Instrumentação (Modelo TB 1000), também previamente calibrado de acordo com as instruções do fabricante.

As determinações dos ânions (cloreto e sulfato) e dos cátions (cálcio, magnésio, potássio e

sódio) foram realizadas com auxílio de um cromatógrafo de íons da Metrohm (modelo 883 Basic IC Plus) acoplado a um amostrador automático da Metrohm (modelo 863 Compact Autosampler). O método da padronização externa foi o utilizado para a confecção das curvas analíticas e os métodos de análise de ânions e de cátions tiveram alguns parâmetros de mérito determinados segundo o que preconizam Ribani *et al.* (2004). De forma resumida, os parâmetros avaliados foram: linearidade e os limites de quantificação e de detecção para cada íon analisado. As principais condições cromatográficas utilizadas encontram-se na Tabela 2.

**Tabela 2.** Parâmetros cromatográficos que foram utilizados para a realização das análises de ânions e cátions.

Parâmetros	Valores ou especificações	
	Ânions	Cátions
Fase móvel	NaHCO <sub>3</sub> (1,0 mmol L <sup>-1</sup> ) e Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (3,2 mmol L <sup>-1</sup> )	H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (2,7 mmol L <sup>-1</sup> )
Solução do supressor	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (0,10 mol L <sup>-1</sup> )	-
Coluna	Metrosep A Supp 5 - 150/4.0 da Metrohm	Metrosep C4 – 150/4.0 da Metrohm
Pré-coluna	Metrosep A Supp 5 Guard/4.0 da Metrohm	Metrosep C4 – Guard/4.0 da Metrohm
Pressão	10,0 mPa	7,5 mPa
Volume injetado	20 µL	20 µL
Tempo da corrida	20 minutos	22 minutos

Fonte: Autora (2019)

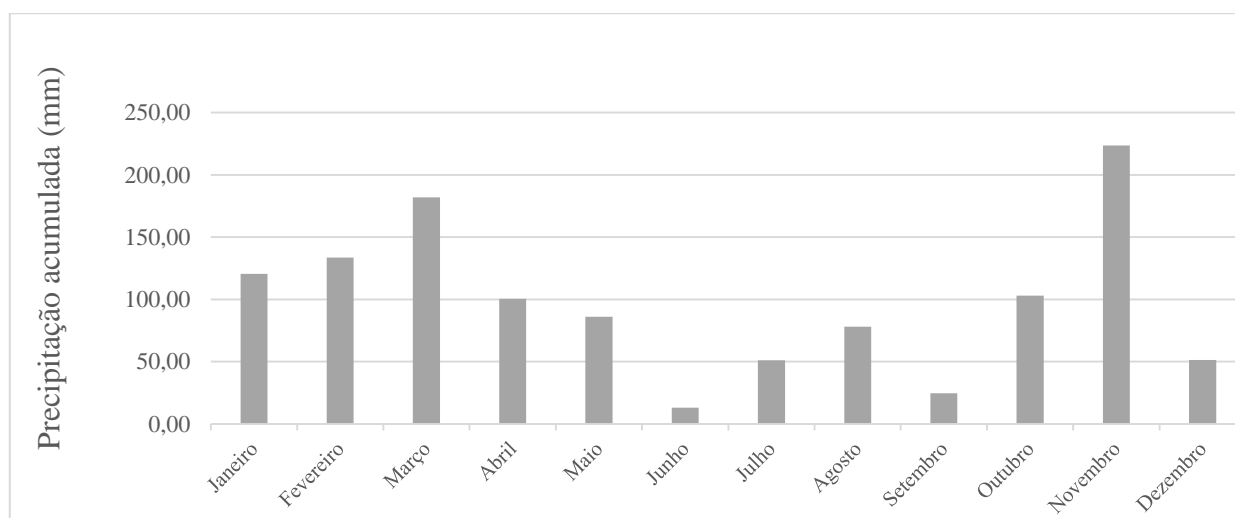
Com relação aos ensaios microbiológicos, coliformes totais e *E. coli*, os mesmos foram realizados pelo método Colilert<sup>®</sup>. Nesse método, o meio contém os substratos ONPG (*o*-nitrofenil-β-D-galactopiranosídeo) e MUG (4-metil-umbeliferil-β-D-glucoronídeo). Desta forma, as enzimas específicas e características dos coliformes totais (β-Galactosidase) e da *E. coli* (β-Glucuronidase), ao metabolizarem esses substratos, levam à formação de substância (*o*-nitrofenol) que torna a solução amarela, indicando presença de coliformes totais, e à formação de substância (4-metil-umbeliferona) fluorescente (após excitação com luz ultravioleta a 365 nm), indicando presença de *E. coli*. Sendo assim, a coloração amarela e a emissão de fluorescência permitem, após comparação com tabela adequada, a quantificação, em NMP/100 mL (número mais provável por 100 mL), dos coliformes totais e *E. coli*, respectivamente.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como já mencionado, foram feitas quatro campanhas de coletas (Saídas 1, 2, 3 e 4) sendo as amostragens de água realizadas em três diferentes pontos (P1, P2 e P3) em cada uma das lagoas, onde o P1 é o ponto mais próximo à barra e o P3 o mais distante. Somente na primeira saída de campo (Saída 1), na lagoa de Grussaí, não foi possível realizar amostragem no Ponto 3 (P3) devido ao baixo volume de água na mesma.

A pluviosidade total em São João da Barra ao longo do ano de 2018 está apresentada na Figura 2.

**Figura 2.** Precipitação acumulada no ano de 2018 em São João da Barra/RJ.



Fonte: Dados da Estação Automática – Porto do Açú (2018)

Os resultados dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos para as amostras de água das lagoas estão apresentados em formato de tabelas. As mesmas contêm a média para cada parâmetro avaliado em cada ponto nas diferentes saídas, bem como, uma média geral para cada campanha de coleta. Mostra ainda, a estimativa do desvio padrão para cada caso. Os resultados e respectivas discussões estão apresentados por lagoa, desta forma começa-se com a lagoa de Grussaí, após apresentam-se os resultados da lagoa de Iquipari, posteriormente lagoa do Açú e por último a lagoa Salgada.

Os resultados obtidos foram ainda comparados à resolução CONAMA nº 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Através dessa legislação e dos parâmetros por ela estabelecidos, constatou-se que todas as lagoas analisadas possuem águas salobras, pois as mesmas apresentaram salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰. Como nenhuma dessas lagoas possui enquadramento aprovado, de acordo com o artigo 42 da presente

resolução, deve-se comparar os resultados das águas salobras com a classe 1. Acrescenta-se que as lagoas do Açú e Salgada, são classificadas como classe especial, uma vez que estão dentro do Parque Estadual da Lagoa do Açú e segundo a resolução são águas destinadas a preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral. Desse modo, as mesmas devem ser mantidas em suas condições naturais. Porém, como não são estabelecidos os parâmetros naturais dessas lagoas, utilizou-se a classe 1 para comparar esses ambientes.

Os resultados da **lagoa de Grussaí** estão apresentados nas tabelas 3 e 4. Em relação ao parâmetro salinidade, os resultados obtidos ficaram na faixa de  $14,96 \pm 6,39$  ‰ na Saída 1 e  $2,86 \pm 0,24$  ‰ na Saída 2, confirmando a classificação em água salobra. A condutividade elétrica (CE) apresentou seu maior valor médio na primeira saída ( $24,16 \pm 9,53$  mS cm<sup>-1</sup>) e seu menor valor na segunda ( $5,30 \pm 0,41$  mS cm<sup>-1</sup>). Os STD apresentaram valores médios que variaram entre  $848,00 \pm 327,86$  ppm na Saída 1 e  $234 \pm 31,31$  ppm na Saída 2. Na data das coletas 1 e 4, a barra da lagoa de Grussaí estava aberta, o que possibilitou a entrada de água do oceano na mesma e elevou os valores de salinidade, CE e STD. Observa-se também maiores valores no P1, que foram diminuindo progressivamente até o P3, em praticamente todas as saídas para esses três parâmetros. Esse fato explica-se pela proximidade do P1 com o mar e a consequente influência da água salgada. Todo esse padrão de resultados também foi observado por Corrêa *et al.* (2013) ao estudar a lagoa de Grussaí.

Esses três parâmetros apresentaram ainda correlação, sendo os maiores valores encontrados nas Saídas 1 e 4. A relação entre eles é estabelecida, pois a condutividade indica a concentração de sais dissolvidos existentes na coluna d'água e aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados. Além disso está relacionada às concentrações iônicas e a temperatura (CETESB, 2018). Alguns sais contribuem para a condutividade da água, entre eles pode-se citar: potássio, sódio, cálcio, magnésio na forma de sulfatos, cloretos, carbonatos e bicarbonatos. A salinidade, assim como a condutividade, indica a quantidade de sais dissolvidos, porém esse parâmetro é medido em partes por mil (‰), sendo a quantidade de sal existente, em gramas, por litro de amostra de água. Já os sólidos totais dissolvidos (STD), representam o conjunto de todas as substâncias orgânicas e inorgânicas dissolvidas na água.

Em relação ao pH, verificou-se que o mesmo apresentou o menor valor médio ( $8,21 \pm 0,03$ ), para esse corpo hídrico, na primeira campanha e o maior valor médio ( $8,81 \pm 0,17$ ) na terceira. Analisando os valores, percebe-se que somente na primeira saída e no P3 da saída 2 foram encontrados valores dentro do estabelecido (6,5 a 8,5) pela CONAMA nº 357/2005 para classe 1/águas salobras (Brasil, 2005). Maciel (2006), analisando a qualidade da água deste corpo hídrico, obteve valores para pH entre 8,80 e 9,26, os quais também estão acima dos valores estabelecidos pela resolução.



Sabe-se que o pH pode estar relacionado a fatores naturais e a fatores antropogênicos. Os fatores naturais remetem a dissolução de rochas, caracterização dos solos, absorção de gases atmosféricos, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese. Os fatores antropogênicos, por sua vez, estão relacionados ao despejo de esgotos domésticos, devido à oxidação da matéria orgânica e efluentes industriais, por conta da lavagem ácida de tanques (VON SPERLING, 2005).

Lopes & Magalhães Jr. (2010) determinaram a acidez em amostras de água da bacia do Ribeirão de Carrancas, em Minas Gerais. Os autores relacionaram os resultados à presença de ácidos fúlvicos e húmicos resultantes da degradação da matéria orgânica presente nas águas. Porém, estes mesmos autores também observaram que apesar da carga orgânica decorrente do lançamento de esgoto doméstico, alguns pontos analisados não obtiveram níveis mais baixos de pH, o qual podem estar associados às condições naturais do ambiente. Brito *et al.* (2005) analisando a influência das atividades antrópicas na qualidade das águas da bacia hidrográfica do Rio Salitre, notaram aumento significativo do pH, na estação chuvosa, da nascente à jusante, a medida em que o rio passava pela área irrigada.

O elevado teor de pH da lagoa de Grussaí, possivelmente tem influência da salinidade e das espécies dissolvidas presentes na água. Sabe-se que, entre as espécies dissolvidas na água do mar, estão o sódio, cloreto, sulfato, magnésio, cálcio, potássio e bicarbonato. Algumas dessas espécies conferem caráter básico à água. Quando ocorrem aberturas de barra na lagoa de Grussaí, há mistura da água da mesma com o mar. Possivelmente, esse fator explica os resultados obtidos para esse parâmetro.

A tabela 4 mostra os resultados das análises dos cátions e ânions (cloreto, sulfato, sódio, potássio, magnésio e cálcio) presentes nesse corpo hídrico. Observou-se que, com exceção do cálcio, todos os outros íons analisados obtiveram seus maiores valores na primeira e na última campanha de coleta. Observou-se também que, de maneira geral, os maiores valores para estes parâmetros foram encontrados no P1 e houve um decréscimo até o P3.

O sódio foi o cátion que apresentou o maior valor médio entre todas as saídas ( $4755,2 \pm 2234,2 \text{ mg L}^{-1}$ ). Corrêa *et al.* (2013) obteve resultados parecidos para a lagoa de Grussaí, que foram maiores no P1, para  $\text{Na}^+$  ( $1988,26 \text{ mg L}^{-1}$ ),  $\text{Ca}^{2+}$  ( $134,99 \text{ mg L}^{-1}$ ) e  $\text{Mg}^{2+}$  ( $167,91 \text{ mg.L}^{-1}$ ). Os autores relacionaram os resultados ao aporte de esgoto doméstico próximo à foz deste corpo hídrico.

Lucas *et al.* (2010), analisando a qualidade da água em uma microbacia hidrográfica do Rio Piracicaba-SP, obtiveram o maior valor de sódio ( $150,0 \text{ mg L}^{-1}$ ) no mês de dezembro, e relacionaram essa concentração ao processo de salinização de solos agrícolas.

**Tabela 3.** Resultados (média e estimativa do desvio padrão) dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos para a lagoa de Grussaí/RJ.

	Ponto	pH	Cond. (mS cm <sup>-1</sup> )	STD (ppm)	Salinidade (‰)	Turbidez (UNT)	Temp. (°C)	OD (mg L <sup>-1</sup> )	DBO <sub>5,20</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	C. Totais (NMP por 100 mL)	<i>E. coli</i> (NMP por 100 mL)
<b>Saída 1</b> <b>14/03/18</b>	P1	8,19 ±0,01	30,90 ±0,09	1080,67 ±1,15	19,48 ±0,06	8,50 ±0,46	31,63 ±0,35	4,00 ± 0,23	14,0	>2419,6	>2419,6
	P2	8,23 ±0,02	17,42 ±0,03	617,00 ±2,65	10,44 ±0,02	20,13 ±1,91	34,33 ±2,94	4,29 ± 0,53	21,0	>2419,6	1986,3
	P3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Média</b>	<b>8,21 ±0,03</b>	<b>24,16 ±9,53</b>	<b>848,0 ±327,86</b>	<b>14,96 ±6,39</b>	<b>14,32 ±8,23</b>	<b>33,00 ±1,91</b>	<b>4,15 ± 0,20</b>	<b>17,5 ±5,0</b>	-	-
<b>Saída 2</b> <b>03/07/18</b>	P1	9,01 ±0,01	5,40 ±0,04	259,33 ±0,58	2,92 ±0,02	7,65 ±0,17	24,80 ±0,57	9,08 ± 0,11	6,0	>2419,6	15,6
	P2	8,73 ±0,03	5,64 ±0,03	243,67 ±0,58	3,06 ±0,02	5,68 ±0,10	24,77 ±0,06	8,35 ±0,22	6,0	>2419,6	75,7
	P3	8,30 ±0,02	4,85 ±0,01	199,00 ±1,00	2,60 ±0,01	4,59 ±0,06	23,90 ±0,20	5,20 ±0,06	3,0	>2419,6	33,6
	<b>Média</b>	<b>8,68 ±0,03</b>	<b>5,30 ±0,41</b>	<b>234,00 ±31,31</b>	<b>2,86 ±0,24</b>	<b>5,97 ±1,55</b>	<b>24,48 ±0,50</b>	<b>7,54 ±2,06</b>	<b>5,0 ±1,7</b>	-	-
<b>Saída 3</b> <b>02/10/18</b>	P1	8,99 ±0,01	9,63 ±0,03	391,67 ±1,53	5,48 ±0,02	11,80 ±0,61	25,53 ±0,06	8,23 ±0,05	7,0	>2419,6	172,2
	P2	8,79 ±0,01	8,72 ±0,05	361,00 ±1,00	4,92 ±0,03	11,75 ±0,35	26,73 ±0,25	8,12 ±0,04	7,0	>2419,6	1553,1
	P3	8,66 ±0,01	7,14 ±0,05	293,00 ±1,73	3,96 ±0,03	25,77 ±0,87	26,33 ±1,18	8,26 ±0,01	7,0	>2419,6	60,2
	<b>Média</b>	<b>8,81 ±0,17</b>	<b>8,50 ±1,26</b>	<b>348,56 ±50,50</b>	<b>4,79 ±0,77</b>	<b>16,44 ±8,88</b>	<b>26,20 ±1,61</b>	<b>8,21 ±0,06</b>	<b>7,0 ±0</b>	-	-
<b>Saída 4</b> <b>03/12/18</b>	P1	8,56 ±0,02	24,56 ±0,17	884,67 ±4,16	15,18 ±0,12	24,7 ±0,56	25,57 ±0,06	7,34 ±0,23	8,0	>2419,6	>2419,6
	P2	8,73 ±0,01	7,29 ±0,11	268,00 ±2,00	4,05 ±0,06	21,37 ±0,60	25,63 ±0,42	7,9 ±0,28	14,0	>2419,6	>2419,6
	P3	8,81 ±0,02	3,02 ±0,02	110,33 ±1,15	1,55 ±0,01	26,87 ±0,45	24,27 ±0,23	7,13 ±0,10	18,0	>2419,6	>2419,6
	<b>Média</b>	<b>8,70 ±0,13</b>	<b>11,62 ±11,41</b>	<b>421,00 ±409,21</b>	<b>6,93 ±7,25</b>	<b>24,31 ±2,77</b>	<b>25,20 ±0,77</b>	<b>7,46 ±0,40</b>	<b>13,3 ±5,0</b>	-	-

Fonte: Autora (2019)

**Tabela 4.** Resultados (média e estimativa do desvio padrão) dos íons analisados para a lagoa de Grussaí/RJ.

Saída	Pontos de coleta	Cátions (mg L <sup>-1</sup> )								Ânions (mg L <sup>-1</sup> )			
		Sódio		Potássio		Magnésio		Cálcio		Cloreto		Sulfato	
		Média	DP*	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
<b>Saída 1</b> <b>14/03/18</b>	P1	6335,1	7,6	203,2	5,2	808,6	15,4	300,6	10,5	10935,5	254,4	1555,9	22,6
	P2	3175,4	20,0	93,5	5,4	405,7	5,4	160,0	23,0	5464,4	54,6	848,0	5,5
	P3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Média</b>	<b>4755,2</b>	2234,2	<b>148,3</b>	77,5	<b>607,1</b>	284,9	<b>230,3</b>	99,5	<b>8199,9</b>	3868,7	<b>1201,9</b>	500,5
<b>Saída 2</b> <b>03/07/18</b>	P1	832,0	5,5	37,2	1,9	151,0	6,0	270,4	17,8	1865,2	10,8	536,0	1,9
	P2	2760,1	14,7	96,0	1,8	423,1	11,3	197,3	8,1	1804,6	9,9	524,5	3,4
	P3	1161,5	6,0	51,5	0,9	201,4	2,6	244,6	3,3	1511,6	9,9	456,7	2,6
	<b>Média</b>	<b>1584,5</b>	1031,3	<b>61,5</b>	30,7	<b>258,5</b>	144,8	<b>237,4</b>	37,1	<b>1727,1</b>	189,1	<b>505,7</b>	42,9
<b>Saída 3</b> <b>02/10/18</b>	P1	2074,3	27,1	82,5	3,9	336,8	15,3	439,0	15,5	2688,7	10,2	393,7	1,3
	P2	1414,8	8,2	52,9	0,9	219,2	2,6	228,7	4,9	2661,2	8,6	384,6	1,3
	P3	1431,0	8,9	65,0	0,9	260,4	3,6	454,7	2,5	2509,5	5,9	333,4	1,4
	<b>Média</b>	<b>1640,0</b>	376,2	<b>66,8</b>	14,9	<b>272,1</b>	59,7	<b>374,1</b>	126,2	<b>2619,8</b>	96,5	<b>370,6</b>	32,5
<b>Saída 4</b> <b>03/12/18</b>	P1	10645,7	15,8	405,5	15,8	1698,8	15,8	1350,3	15,8	11508,4	15,8	1501,7	15,8
	P2	1746,0	3,2	73,2	1,1	286,1	1,3	375,9	2,1	2397,3	1,6	264,4	1,6
	P3	667,8	5,2	34,4	0,4	160,5	2,9	411,9	3,4	711,6	0,7	38,2	0,0
	<b>Média</b>	<b>4353,1</b>	5476,1	<b>171,0</b>	204,0	<b>715,2</b>	854,2	<b>712,7</b>	552,5	<b>4872,5</b>	5808,4	<b>601,4</b>	787,8

\*DP: Estimativa do desvio padrão.

Fonte: Autora (2019)

Os valores médios de turbidez encontrados variaram na faixa entre  $5,97 \pm 1,55$  UNT e  $24,31 \pm 2,77$  UNT. A resolução CONAMA nº 357/2005 não determina valores de turbidez para águas salobras, porém para Classe 1 das águas doces, o valor estabelecido corresponde a até 40 UNT. De forma geral, a estação chuvosa provoca um aumento na turbidez dos corpos hídricos, pois ocorre movimentação dos sedimentos, principalmente em zonas litorâneas. De fato, observou-se valores maiores desse parâmetro na estação chuvosa. Alguns outros fatores de ordem antrópica e natural que alteram esse parâmetro são: a erosão das margens provocadas pela falta de vegetação ciliar, folhas e galhos de árvores, que podem ser levados para dentro da lagoa em razão de ventos e ação da correnteza, despejo de esgoto sanitário, efluentes industriais, agropecuários e de mineração (CESTEB, 2009).

A temperatura, parâmetro que varia geralmente de acordo com a sazonalidade, apresentou o maior valor médio ( $33 \pm 1,91$  °C) na Saída 1, que ocorreu no verão, e o menor valor médio ( $24,48 \pm 0,50$  °C) na Saída 2, que ocorreu no inverno. Não consta na legislação valores máximos ou mínimos estipulados para esta variável, entretanto, os resultados obtidos estão dentro do esperado para a condição climática da região.

De acordo com Buzelli & Cunha-Santino (2013), do ponto de vista físico, a temperatura é inversamente proporcional a concentração de oxigênio dissolvido, de modo que nos períodos nos quais a temperatura é maior, ocorre uma maior pressão no balanço de oxigênio dissolvido do sistema, provocado tanto pela diminuição da solubilização dos gases, quanto pela intensificação dos processos de degradação de matéria orgânica. Essa dinâmica foi observada por Buzelli & Cunha-Santino (2013) ao analisar a qualidade de água do reservatório de Barra Bonita no Estado de São Paulo. Essa relação pode ser notada principalmente na Saída 1, que apresentou o maior valor de temperatura e o menor de OD.

A concentração de oxigênio dissolvido analisado *in situ*, variou entre  $4,15 \pm 0,20$  mg L<sup>-1</sup>, Saída 1, e  $8,21 \pm 0,06$  mg L<sup>-1</sup>, Saída 3, na lagoa de Grussaí, A resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece valores superiores a 5 mg L<sup>-1</sup> para este parâmetro para água salobra classe 1 (Brasil, 2005). Sendo assim, exceto na saída 1, todos os demais valores encontrados estão dentro dos padrões estipulados pela legislação para essa classificação.

Esteves (2011), aponta que o oxigênio dissolvido na água é consumido pelo processo de oxidação da matéria orgânica. Nas lagoas tropicais, a decomposição dessa matéria orgânica pode ocorrer de forma mais rápida, o que acaba interferindo na concentração de oxigênio dissolvido (VIANA *et al.*, 2013). Citando Pelczar, Chan e Krieg (1997), Viana *et al.* (2013) apontam que, em ambientes aquáticos, os nutrientes orgânicos e inorgânicos influenciam no crescimento microbiano e de algas, e essa dinâmica pode diminuir as taxas de oxigênio dissolvido.

Nesses termos, as análises da  $DBO_{5,20}$  para este corpo hídrico apresentaram valores médios mais altos nas Saídas 1 e 4, respectivamente  $17,5 \pm 5,0 \text{ mg L}^{-1}$  e  $13,3 \pm 5,0 \text{ mg L}^{-1}$ . Observou-se, nessas duas saídas, que a barra da lagoa estava aberta e que o volume de água na mesma era muito menor quando comparado ao volume natural da lagoa com a barra fechada. Essa diminuição se dá pela saída de água do sistema em razão do rompimento irregular da barra que a separa do oceano. Nesses casos, o efluente, que é despejado frequentemente na lagoa, fica pouco diluído e provoca o aumento de sua concentração e, conseqüentemente, leva ao aumento dos valores da  $DBO_{5,20}$ .

Em relação aos resultados microbiológicos, mais especificamente à *E. Coli*, a lagoa de Grussaí apresentou valores acima do estabelecido e estaria enquadrada como imprópria pela CONAMA nº 274/00 (2000 NMP de *E. coli* por 100 mililitros) em todos os pontos na última saída (Saída 4) e no Ponto 1 (P1) da primeira (Saída 1). A Resolução CONAMA nº 274/00, dispõe sobre as condições de balneabilidade dos corpos hídricos, a fim de garantir os níveis de qualidade, com base em parâmetros e indicadores específicos.

De maneira geral, esses resultados possuem relação com os dados de  $DBO_{5,20}$  e de OD, uma vez que resultados fora dos padrões estabelecidos para esses três parâmetros foram encontrados nas Saídas 1 e 4. Possivelmente, também para esse caso, esses altos valores de *E. coli* nessas saídas podem ser explicados pelo baixo volume de água que a lagoa apresentava, uma vez que a barra se encontrava aberta e, também, pelo aumento populacional da região nessas épocas do ano (meses de verão). Vale ressaltar que essa observação é o inverso do que acreditam alguns moradores da região que imaginam que a abertura da barra melhora a qualidade da água da lagoa. Relacionando os resultados de *E. coli* com trabalhos anteriores, Corrêa *et al.* (2013), analisando esse corpo hídrico, obtiveram valores acima do máximo estabelecido pela legislação para *E. coli* em três pontos amostrais.

Com relação aos resultados encontrados para a **lagoa de Iquipari**, os mesmos são apresentados nas tabelas 5 e 6.

**Tabela 5.** Resultados (média e estimativa do desvio padrão) dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos encontrados para a lagoa de Iquipari/RJ.

	Ponto	pH	Cond. (mS cm <sup>-1</sup> )	STD (ppm)	Salinidade (‰)	Turbidez (UNT)	Temp. (°C)	OD (mg L <sup>-1</sup> )	DBO <sub>5,20</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	C. Totais (NMP por 100 mL)	<i>E. coli</i> (NMP por 100 mL)
<b>Saída 1</b> <b>14/03/18</b>	P1	8,24 ±0,02	15,06 ±0,05	557,67 ±0,58	8,91 ±0,03	45,53 ±0,29	29,90 ±0,15	1,84 ±0,05	18,0	>2419,6	52,7
	P2	8,40 ±0,02	12,46 ±0,05	451,67 ±0,58	7,25 ±0,03	40,00 ±0,53	29,60 ±0,15	3,30 ±0,10	16,0	>2419,6	76,7
	P3	8,08 ±0,00	10,40 ±0,02	378,33 ±0,58	5,96 ±0,01	43,43 ±0,21	29,40 ±0,00	1,40 ±0,30	32,0	>2419,6	1413,6
	<b>Média</b>	<b>8,24 ±0,16</b>	<b>12,64 ±2,34</b>	<b>462,56 ±90,16</b>	<b>7,38 ±1,48</b>	<b>42,99 ±2,79</b>	<b>29,60 ±0,27</b>	<b>2,18 ±0,99</b>	<b>22,0 ±8,7</b>	-	-
<b>Saída 2</b> <b>03/07/18</b>	P1	9,59 ±0,01	10,83 ±0,02	430,00 ±1,73	6,23 ±0,01	51,03 ±0,61	25,70 ±0,67	10,35 ±0,05	9,0	>2419,6	9,6
	P2	9,42 ±0,01	8,09 ±0,03	342,33 ±0,58	4,53 ±0,02	76,40 ±0,26	25,00 ±0,46	8,81 ±0,38	17,0	>2419,6	5,0
	P3	9,02 ±0,01	5,67 ±0,04	235,00 ±1,00	3,08 ±0,02	51,07 ±0,65	24,60 ±0,32	7,26 ±0,14	13,0	>2419,6	12
	<b>Média</b>	<b>9,34 ±0,29</b>	<b>8,20 ±2,58</b>	<b>335,78 ±97,67</b>	<b>4,61 ±1,57</b>	<b>59,50 ±14,64</b>	<b>25,10 ±0,52</b>	<b>8,81 ± 1,54</b>	<b>13,0 ±4,0</b>	-	-
<b>Saída 3</b> <b>02/10/18</b>	P1	9,09 ±0,01	7,64 ±0,02	311,33 ±2,89	4,57 ±0,12	35,47 ±1,90	25,70 ±0,25	7,10 ±0,09	11,0	>2419,6	5,2
	P2	9,11 ±0,01	6,28 ±0,06	257,33 ±2,08	3,70 ±0,00	60,00 ±3,90	25,00 ±0,46	8,14 ±0,04	10,0	>2419,6	<1
	P3	9,20 ±0,01	4,97 ±0,02	202,00 ±3,46	2,90 ±0,00	37,80 ±0,10	25,70 ±0,06	7,78 ±0,05	12,0	>2419,6	16,6
	<b>Média</b>	<b>9,13 ±0,06</b>	<b>6,30 ±1,34</b>	<b>256,89 ±54,67</b>	<b>3,72 ±0,83</b>	<b>44,42 ±13,54</b>	<b>26,00 ±0,48</b>	<b>7,67 ±0,53</b>	<b>11,0 ±1,0</b>	-	-
<b>Saída 4</b> <b>03/12/18</b>	P1	8,40 ±0,02	2,33 ±0,01	86,67 ±1,53	1,20 ±0,00	8,52 ±0,72	25,40 ±0,36	8,29 ±0,05	8,0	>2419,6	4,1
	P2	8,85 ±0,00	4,12 ±0,03	155,00 ±3,46	2,27 ±0,06	25,23 ±1,32	26,30 ±0,10	8,17 ±0,02	10,0	>2419,6	5,2
	P3	8,32 ±0,01	2,29 ±0,03	88,70 ±0,58	1,27 ±0,06	8,10 ±0,80	25,50 ±0,50	8,23 ±0,06	9,0	>2419,6	13,1
	<b>Média</b>	<b>8,52 ±0,29</b>	<b>2,91 ±1,04</b>	<b>110,11 ±38,89</b>	<b>1,58 ±0,60</b>	<b>13,95 ±0,77</b>	<b>25,70 ±0,49</b>	<b>8,24 ±0,06</b>	<b>9,0 ±1,0</b>	-	-

Fonte: Autora (2019)

Para esse corpo hídrico, os parâmetros salinidade, condutividade elétrica e STD se comportaram de forma semelhante à lagoa de Grussaí. A condutividade apresentou valores que variaram de  $2,91 \pm 1,04 \text{ mS cm}^{-1}$ , na Saída 4, até  $12,64 \pm 2,34 \text{ mS cm}^{-1}$ , na Saída 1. De maneira geral, os corpos d'água mantêm um valor constante de condutividade. As flutuações observadas em um sistema hídrico podem estar relacionadas às perturbações as quais os corpos hídricos estão sujeitos, sejam essas naturais, como fenômenos de secas e inundações, ou de origem antrópica, como despejo de efluentes e poluição (ALVES, 2016).

Os sólidos totais dissolvidos, assim como a CE e a salinidade, apresentaram valores médios que foram diminuindo da Saída 1 para a Saída 4. Dessa forma, valores que começaram em  $462,56 \pm 90,16 \text{ ppm}$ , na Saída 1, chegaram a  $110,11 \pm 38,89 \text{ ppm}$ , na Saída 4. Em relação a salinidade observou-se que os valores ficaram na ordem de  $7,38 \pm 1,48 \text{ ‰}$  e  $1,58 \pm 0,60 \text{ ‰}$ . Segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005, a classificação em águas salobras abrange as águas com salinidade superior a  $0,5 \text{ ‰}$  e inferior a  $30 \text{ ‰}$ . Sendo assim, todos os pontos, para todas as saídas se enquadram nessa classificação.

Em relação ao pH, verificou-se que o mesmo apresentou o menor valor médio ( $8,24 \pm 0,16$ ) na primeira campanha e o maior valor médio ( $9,34 \pm 0,29$ ) na segunda. Com exceção do valor médio da Saída 1, todos os outros valores médios encontrados estão fora do estabelecido ( $6,5$  a  $8,5$ ) pela CONAMA nº 357/2005 para classe I, águas salobras (BRASIL, 2005).

A turbidez apresentou valores entre  $13,95 \pm 0,77$  e  $59,50 \pm 14,64 \text{ UNT}$ . A resolução CONAMA nº 357, não estabelece limites para este parâmetro na classificação das águas salobras. Porém, para águas doces classe 2, o limite estabelecido é até  $100 \text{ UNT}$  e, para classe 1, é até  $40 \text{ UNT}$  (BRASIL, 2005). Cunha *et al.* (2013) encontraram altos valores de turbidez ( $> 100$ ) ao analisar a água da lagoa Caiubá no meio rural no sul do país e constatou que os elevados valores são consequência do carreamento de material inorgânico através de lixiviação e da ação do vento que ressuspensa os sedimentos e provoca o aumento da turbidez. Rajadas de ventos foram observadas na lagoa de Iquipari, o que pode ter provocado maiores valores de turbidez, uma vez que a mesma está localizada paralelamente ao mar e acaba sofrendo forte influência do mesmo.

A temperatura apresentou sua maior amplitude ( $4,50 \text{ °C}$ ) entre os valores médios da Saída 1 ( $29,60 \pm 0,27$ ) e da Saída 2 ( $25,10 \pm 0,52$ ).

A concentração de OD apresentou seu menor valor médio ( $2,18 \pm 0,99 \text{ mg L}^{-1}$ ) na Saída 1. Ressalta-se que essa concentração está fora do que preconiza a Resolução CONAMA 357/05 para água salobra classe 1, que é maior que  $5,0 \text{ mg L}^{-1}$ , e que a mesma destoou drasticamente das outras concentrações médias obtidas nas coletas que se seguiram. Em todas as demais saídas os valores ficaram acima do que preconiza essa resolução. Ressalta-se ainda que, na Saída 1, foram vistos peixes

mortos na margem da lagoa, como é possível observar na Figura 3. De acordo com Sousa & Palagar (2015), o lançamento de esgoto *in natura* pode levar às baixas concentrações de oxigênio na água e a consequente mortandade de peixes.

**Figura 3.** Peixes mortos na lagoa de Iquipari no dia da primeira saída de campo (14/03/2018).



Fonte: Autora (2018)

As concentrações de  $DBO_{5,20}$  para este corpo hídrico apresentaram valores médios que foram decrescentes à medida em que as coletas ocorreram. Assim, a Saída 1 apresentou a  $DBO_{5,20}$  em torno de  $22,0 \pm 8,7 \text{ mg L}^{-1}$ , enquanto que, na Saída 4, foi de  $9,0 \pm 1 \text{ mg L}^{-1}$ . Porém, é possível perceber que a concentração média de  $DBO_{5,20}$  na Saída 1 foi, praticamente, o dobro dos valores encontrados nas outras saídas.

Os resultados microbiológicos, mais especificamente a *E. Coli*, encontrados para todos os pontos e em todas as coletas, exceto o P3 da saída 1, contribuiriam para que as águas da lagoa de Iquipari fossem classificadas como excelente segundo a CONAMA nº 274/00 (Brasil, 2000). Isso porque a mesma preconiza que, quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo 200 NMP de *Escherichia coli* por 100 mL, a água será classificada como excelente.

Observa-se que o P3, na saída 1, apresentou o maior valor tanto para a DBO ( $32,0 \text{ mg L}^{-1}$ ), quanto para *E. coli* ( $1413,6 \text{ NMP}/100 \text{ mL}$ ), em contrapartida, apresentou a menor concentração de OD ( $1,40 \pm 0,30 \text{ mg L}^{-1}$ ). Esta associação entre elevada DBO, presença de *E. coli* e diminuição dos teores de OD, podem ser indicativos de que houve um despejo de esgoto na lagoa, perto ao P3, em data próxima a data da coleta.

Com relação aos íons analisados para esse corpo hídrico, os mesmos estão apresentados na tabela 6.



**Tabela 6.** Resultados (média e estimativa do desvio padrão) dos íons analisados para a lagoa de Iquipari/RJ.

Saída	Ponto de Coleta	Cátions (mg L <sup>-1</sup> )								Ânions (mg L <sup>-1</sup> )			
		Sódio		Potássio		Magnésio		Cálcio		Cloreto		Sulfato	
		Média	DP*	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
<b>Saída 1</b> <b>14/03/18</b>	P1	2801,7	2,7	98,7	3,9	506,8	4,9	234,2	7,3	4863,5	33,0	485,9	2,9
	P2	2237,3	5,5	79,2	2,5	428,5	10,7	239,9	10,9	3662,5	14,1	384,7	10,6
	P3	1812,3	2,9	64,0	0,8	364,8	10,9	249,6	8,0	3046,7	7,8	339,0	1,2
	<b>Média</b>	<b>2283,8</b>	496,3	<b>80,6</b>	17,4	<b>433,3</b>	71,1	<b>241,2</b>	7,8	<b>3857,5</b>	924,0	<b>403,2</b>	75,2
<b>Saída 2</b> <b>03/07/18</b>	P1	2827,1	3,1	102,5	1,0	440,3	1,2	143,4	3,4	3665,7	3,0	469,1	0,3
	P2	2115,6	6,2	82,6	0,4	358,9	0,8	193,7	2,4	2646,4	1,4	376,8	1,8
	P3	1131,5	4,5	41,4	0,6	242,8	2,5	130,9	0,3	1767,7	1,8	291,0	1,8
	<b>Média</b>	<b>2024,7</b>	851,5	<b>75,5</b>	31,1	<b>347,4</b>	99,3	<b>156,0</b>	33,3	<b>2693,3</b>	949,9	<b>379,0</b>	89,1
<b>Saída 3</b> <b>02/10/18</b>	P1	1659,4	9,0	66,1	0,8	304,5	1,3	230,2	3,1	2635,0	61,0	216,5	4,4
	P2	1295,2	12,5	55,9	0,6	258,0	0,5	233,5	3,5	2047,0	23,4	158,9	2,3
	P3	994,6	6,2	40,9	0,7	223,3	2,1	247,1	0,4	1517,5	3,3	99,6	2,2
	<b>Média</b>	<b>1316,4</b>	332,9	<b>54,3</b>	12,7	<b>261,9</b>	40,8	<b>236,9</b>	9,0	<b>2066,5</b>	559,0	<b>158,3</b>	58,5
<b>Saída 4</b> <b>03/12/18</b>	P1	1405,6	10,6	55,2	2,4	260,4	0,9	284,4	2,3	1933,0	1,6	122,2	0,3
	P2	969,7	1,1	45,3	0,4	201,4	2,6	274,4	1,8	1302,5	0,6	63,6	0,2
	P3	1214,8	9,2	50,3	3,2	233,8	2,0	263,3	3,5	1947,3	3,2	123,6	0,0
	<b>Média</b>	<b>1196,7</b>	218,5	<b>50,2</b>	5,0	<b>231,8</b>	29,5	<b>274,1</b>	10,5	<b>1727,6</b>	368,2	<b>103,1</b>	34,2

\*DP: Estimativa do desvio padrão.

Fonte: Autora (2019)

Nota-se que, com exceção do cálcio, todos os íons analisados apresentaram queda dos valores médios da saída 1 para a saída 4. Corrêa *et al.* (2013) obteve os seguintes resultados máximos para a lagoa de Iquipari: sódio:  $654,95 \text{ mg L}^{-1}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$   $93,03 \text{ mg L}^{-1}$  e  $\text{Mg}^{2+}$   $98,15 \text{ mg L}^{-1}$ . Em relação a esses íons, nota-se um aumento considerável nas concentrações quando comparados com os resultados de Corrêa *et al.* (2013) para este mesmo corpo hídrico, o que pode indicar um processo de salinização do mesmo.

Com relação aos resultados encontrados para a **lagoa Salgada**, os mesmos são apresentados nas tabelas 7 e 8.

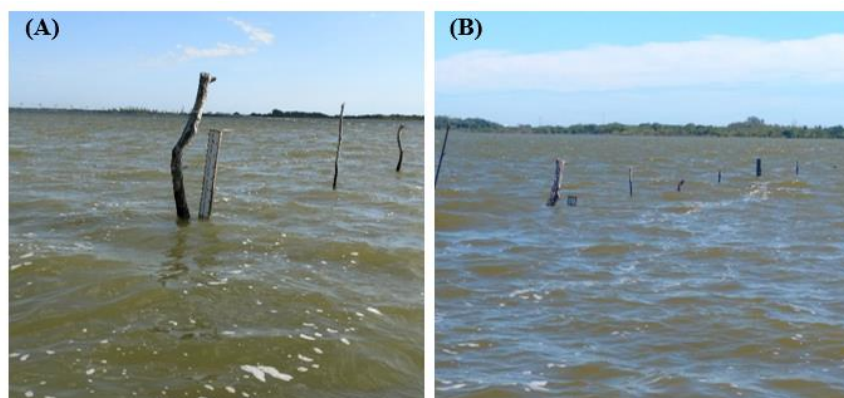
Os valores dos parâmetros salinidade, CE e STD apresentaram diminuição da Saída 1 para a Saída 4. É provável que o volume de água da lagoa (Figura 4) tenha sido o responsável, uma vez que em maiores volumes, as concentrações de sais ficam menores. Além disso, as características de formação da lagoa Salgada, que estão relacionadas a processos de elevação do nível do mar, explicam os elevados níveis desses parâmetros e dos íons, como pode ser observado nas tabelas 7 e 8.

Para esse corpo hídrico, o pH variou de  $8,89 \pm 0,06$  a  $9,22 \pm 0,44$ . Ou seja, para todos os pontos e em todas as saídas os resultados ficaram acima do estabelecido pela legislação CONAMA nº 357/2005 para água salobra classe 1 (de 6,5 a 8,5). Côrrea *et al.*, (2013) encontrou valores dentro da faixa estabelecida para águas salobras ao analisar este corpo hídrico em três pontos.

A turbidez aumentou progressivamente da Saída 1 ( $1,29 \pm 0,86 \text{ UNT}$ ) a Saída 4 ( $27,06 \pm 0,25 \text{ UNT}$ ), e esse resultado pode estar atrelado ao volume da lagoa, que também aumentou progressivamente da primeira para a última saída, como é possível observar através da Figura 4. Sabe-se que a precipitação pluviométrica, pode carrear sedimentos e elevar os níveis de turbidez na água.

A temperatura apresentou uma amplitude entre as coletas, em torno de  $3,85 \text{ }^\circ\text{C}$ , sendo o maior valor encontrado na Saída 4 ( $26,66 \pm 0,20 \text{ }^\circ\text{C}$ ) realizada em dezembro e o menor valor na Saída 2 ( $22,81 \pm 0,60 \text{ }^\circ\text{C}$ ), realizada no mês de julho, confirmando assim o padrão da sazonalidade.

**Figura 4.** Volume de água na lagoa Salgada nas Saídas 1 (A) e 4 (B).



Fonte: Autora (2018)

**Tabela 7.** Resultados (média e estimativa do desvio padrão) dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos para a lagoa Salgada/RJ.

	Ponto	pH	Cond. (mS cm <sup>-1</sup> )	STD (ppm)	Salinidade (‰)	Turbidez (UNT)	Temp. (°C)	OD. (mg L <sup>-1</sup> )	DBO <sub>5,20</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	C. Totais (NMP por 100 mL)	<i>E. coli</i> (NMP por 100 mL)
<b>Saída 1</b> <b>20/03/18</b>	P1	8,93 ±0,03	37,03 ±0,02	1504,00 ±0,00	23,72 ±0,01	1,10 ±0,11	26,20 ±0,10	5,99 ±0,47	2,0	> 2419,6	> 2419,6
	P2	9,01 ±0,01	36,90 ±0,05	1516,33 ±0,58	23,63 ±0,03	2,24 ±0,57	26,00 ±0,00	5,16 ±0,57	3,0	> 2419,6	> 2419,6
	P3	9,73 ±0,02	38,19 ±0,04	1556,33 ±0,58	24,53 ±0,03	0,55 ±0,07	26,37 ±0,47	7,01 ±0,14	1,0	> 2419,6	> 2419,6
	<b>Média</b>	<b>9,22 ±0,44</b>	<b>37,37 ±0,71</b>	<b>1525,56 ±27,36</b>	<b>23,96 ±0,49</b>	<b>1,29 ±0,86</b>	<b>26,19 ±0,18</b>	<b>6,05 ±0,93</b>	<b>2,0 ±1,0</b>	-	-
<b>Saída 2</b> <b>18/06/18</b>	P1	8,80 ±0,01	33,66 ±0,03	1193,00 ±2,65	21,38 ±0,02	5,68 ±0,08	22,53 ±0,15	6,31 ±0,43	6,0	> 2419,6	> 2419,6
	P2	8,87 ±0,01	34,00 ±0,06	1210,67 ±2,31	21,61 ±0,04	7,88 ±0,04	22,40 ±0,10	6,47 ±0,03	6,0	> 2419,6	> 2419,6
	P3	9,08 ±0,02	34,21 ±0,04	1223,67 ±1,15	21,76 ±0,03	12,60 ±0,09	23,50 ±0,44	5,65 ±0,17	7,0	> 2419,6	> 2419,6
	<b>Média</b>	<b>8,92 ±0,14</b>	<b>33,96 ±0,28</b>	<b>1209,11 ±15,39</b>	<b>21,59 ±0,19</b>	<b>8,72 ±3,53</b>	<b>22,81 ±0,60</b>	<b>6,14 ±0,44</b>	<b>6,3 ±0,6</b>	-	-
<b>Saída 3</b> <b>18/09/18</b>	P1	8,83 ±0,01	29,04 ±0,07	1017,67 ±3,51	18,21 ±0,05	25,80 ±0,66	24,17 ±0,15	7,07 ±0,05	16,0	> 2419,6	> 2419,6
	P2	8,89 ±0,01	29,90 ±0,12	1032,67 ±1,53	18,80 ±0,08	26,50 ±0,87	24,33 ±0,25	6,45 ±0,12	19,0	> 2419,6	> 2419,6
	P3	8,96 ±0,01	29,81 ±0,16	1034,67 ±1,53	18,73 ±0,11	28,77 ±1,11	24,23 ±0,06	5,01 ±0,09	17,0	> 2419,6	> 2419,6
	<b>Média</b>	<b>8,89 ±0,06</b>	<b>29,58 ±0,47</b>	<b>1028,33 ±9,29</b>	<b>18,58 ±0,32</b>	<b>27,02 ±1,55</b>	<b>24,24 ±0,08</b>	<b>6,17 ±1,06</b>	<b>17,3 ±1,5</b>	-	-
<b>Saída 4</b> <b>11/12/18</b>	P1	8,98 ±0,01	20,62 ±0,18	774,00 ±5,00	12,55 ±0,12	26,83 ±0,23	26,60 ±0,42	8,12 ±0,06	23,0	> 2419,6	> 2419,6
	P2	9,08 ±0,01	21,48 ±0,08	800,30 ±3,06	13,11 ±0,05	27,33 ±0,32	26,50 ±0,06	8,15 ±0,01	24,0	> 2419,6	> 2419,6
	P3	9,06 ±0,01	22,08 ±0,22	827,70 ±2,52	13,52 ±0,15	27,00 ±0,10	26,90 ±0,25	8,10 ±0,04	22,0	> 2419,6	> 2419,6
	<b>Média</b>	<b>9,04 ±0,05</b>	<b>21,39 ±0,73</b>	<b>800,67 ±26,83</b>	<b>13,06 ±0,49</b>	<b>27,06 ±0,25</b>	<b>26,66 ±0,20</b>	<b>8,13 ±0,03</b>	<b>23 ±1,0</b>	-	-

Fonte: Autora (2019)

**Tabela 8.** Resultados (média e estimativa do desvio padrão) dos íons analisados para a lagoa Salgada/RJ.

Saída	Ponto de Coleta	Cátions (mg L <sup>-1</sup> )								Ânions (mg L <sup>-1</sup> )			
		Sódio		Potássio		Magnésio		Cálcio		Cloreto		Sulfato	
		Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Saída 1 20/03/18	P1	9893,4	13,3	357,1	12,8	1263,8	16,0	458,6	2,7	13282,0	278,8	2446,2	32,0
	P2	9640,4	47,2	345,8	4,9	1249,0	22,0	470,1	12,8	13859,5	38,2	2458,0	11,7
	P3	17051,6	29,2	611,0	15,4	2154,3	31,8	813,6	17,3	13074,4	288,6	2382,7	76,6
	<b>Média</b>	<b>12195,1</b>	4207,7	<b>438,0</b>	150,0	<b>1555,7</b>	518,5	<b>580,8</b>	201,7	<b>13405,3</b>	406,8	<b>2429,0</b>	40,5
Saída 2 18/06/18	P1	43622,3	285,7	1688,8	9,2	7122,4	132,8	2763,2	111,5	13924,6	34,1	3019,9	38,3
	P2	20218,7	9,5	941,0	33,1	3601,8	40,1	1908,1	71,1	15786,4	64,7	3204,3	14,2
	P3	21949,5	13,4	928,9	12,5	4001,6	43,2	1833,6	13,5	11754,3	10,2	2435,8	15,3
	<b>Média</b>	<b>28596,8</b>	13041,2	<b>1186,2</b>	435,3	<b>4908,6</b>	1927,6	<b>2168,3</b>	516,5	<b>13821,8</b>	2018,0	<b>2886,7</b>	401,2
Saída 3 18/09/18	P1	7723,2	44,5	277,3	0,0	1916,6	108,3	1221,5	124,4	11832,0	25,1	1291,4	4,3
	P2	7965,7	17,0	357,5	15,1	2057,4	34,1	1659,8	65,6	12100,5	53,3	1356,7	4,3
	P3	7506,0	68,1	239,2	3,5	1670,2	66,8	999,1	30,1	11774,6	133,5	1279,0	12,4
	<b>Média</b>	<b>7731,6</b>	230,0	<b>291,3</b>	60,4	<b>1881,4</b>	196,0	<b>1293,5</b>	336,2	<b>11902,4</b>	174,0	<b>1309,0</b>	41,8
Saída 4 11/12/18	P1	11586,6	24,4	484,5	10,8	2076,8	3,3	1015,1	7,4	5142,2	5,3	478,8	36,2
	P2	10509,5	87,1	443,4	21,3	1943,2	9,9	926,0	4,3	6196,1	19,7	558,7	4,3
	P3	15922,8	68,8	666,0	11,4	2668,2	9,6	976,2	6,5	9122,7	11,7	874,4	2,8
	<b>Média</b>	<b>12673,0</b>	2865,5	<b>531,3</b>	118,4	<b>2229,4</b>	385,8	<b>972,4</b>	44,7	<b>6820,4</b>	2062,4	<b>637,3</b>	209,2

Fonte: Autora (2019)

As concentrações de OD e de  $DBO_{5,20}$ , aumentaram progressivamente da Saída 1 até a Saída 4. O OD apresentou valores entre  $6,05 \pm 0,93 \text{ mg L}^{-1}$  e  $8,13 \pm 0,03 \text{ mg L}^{-1}$ , estando dentro do padrão estabelecido pela CONAMA nº 357/05 para água salobra classe 1 ( $> 5 \text{ mg L}^{-1}$ ). A  $DBO_{5,20}$  para esse corpo hídrico apresentou concentrações médias que variaram entre  $2,0 \pm 1,0 \text{ mg L}^{-1}$ , na Saída 1, e  $23,0 \pm 1,00 \text{ mg L}^{-1}$ , na Saída 4.

Os coliformes totais e a *E. coli* apresentaram valores maiores que 2419,6 NMP/100 mL para todos os pontos e em todas as saídas. De acordo com esses resultados a água pode ser considerada como imprópria (BRASIL, 2000). É provável que a presença de *E. coli* em quantidades mais elevadas nesse corpo hídrico esteja relacionada às fezes de animais, pois é frequente observar o pastoreio de gado às margens da lagoa e sabe-se que a *E. coli* é encontrada no trato gastrointestinal de diversos animais de sangue quente (OLIVEIRA *et al.*, 2011). Corrêa *et al.* (2013) obtiveram valores para coliformes termotolerantes que também ultrapassaram o estabelecido pela legislação vigente, porém os valores encontrados foram mais baixos, chegando a no máximo 920 NMP/100 mL. Desta forma, embora provavelmente esses valores elevados possam ser oriundos de fezes de animais, estudos mais detalhados devem ser conduzidos para confirmar essa possibilidade, uma vez que são valores considerados altos para esse ambiente que é parcialmente protegido pelo Parque Estadual da Lagoa do Açu – PELAG.

Agora com relação à tabela 8, observa-se concentrações muito elevadas para o íon cloreto, com valor médio em torno de  $11487,4 \text{ mg L}^{-1}$ . Corrêa *et al.* (2013) encontraram resultados semelhantes para este corpo hídrico e apontaram que os mesmos podem ser prejudiciais ao desenvolvimento da atividade agrícola, que é comumente observada ao redor da lagoa.

Com relação aos resultados encontrados para a **lagoa do Açu**, os mesmos são apresentados nas tabelas 9 e 10.

Nessa lagoa, os parâmetros salinidade, CE e STD, mostraram a grande influência que a mesma sofre do mar, devido a sua proximidade e do spray marinho que atinge a mesma. O spray é caracterizado por aerossóis espalhados no ar em função da quebra das ondas e podem ser considerados um poluente atmosférico (NORRIS, 2012; ALMEIDA, 1999 apud MACCACHERO & TAVARES, 2017). A composição deste spray é bastante parecida com a composição do oceano, sendo uma grande parcela composta por sal marinho. Desta forma, regiões costeiras mais próximas ao oceano, têm participação mais expressiva deste processo (MACCACHERO & TAVARES, 2017).

Assim como aconteceu para as lagoas de Iquipari e Salgada, para a lagoa do Açu os valores mais baixos para os parâmetros salinidade, CE e STD foram encontrados na Saída 4. Provavelmente esse padrão foi encontrado devido ao alto volume de chuva próximo dessa saída (Figura 2). Esse

fenômeno aumenta o volume de água das lagoas promovendo um efeito de diluição para esses parâmetros.

Os valores encontrados para o pH ficaram dentro do estabelecido pela legislação CONAMA nº 357/2005 para água salobra classe 1, estando dentro da faixa de 6,5 a 8,5. O valor médio mínimo encontrado foi de  $7,94 \pm 0,03$  e o valor máximo  $8,25 \pm 0,05$ . Santos *et al.* (2015) encontraram valores também dentro da faixa permitida para a lagoa do Açú, sendo 8,15 o maior valor obtido. Os autores pontuaram que o aumento de pH pode ser explicado pelos despejos de efluentes, próximos a alguns pontos amostrados.

A turbidez apresentou médias entre  $2,62 \pm 0,31$  UNT e  $15,59 \pm 8,60$  UNT, sendo no P2 o menor valor encontrado para esse parâmetro em todas as saídas. Santos *et al.* (2015) encontrou valores médios de turbidez em torno de 3,88 UNT em janeiro e 4,80 UNT em julho. Ainda segundo Santos *et al.* (2015), os maiores valores foram observados no mês em que ocorreu uma maior precipitação.

A temperatura apresentou seu maior valor médio  $28,14 \pm 0,30$  °C na Saída 1 e seu menor valor  $22,00 \pm 0,46$  °C na saída 2. Pode-se observar para esse parâmetro que as temperaturas mais altas foram aquelas em que a coleta foi realizada mais próxima ao verão.

As concentrações de OD aumentaram progressivamente da Saída 1 até a Saída 4, apresentando valores entre  $3,70 \pm 0,40$  mg L<sup>-1</sup> e  $8,08 \pm 0,08$  mg L<sup>-1</sup>. Os valores de OD para a Saída 1 e o ponto 3 da Saída 2 estão fora do valor ( $> 5,00$  mg L<sup>-1</sup>) preconizado pela resolução CONAMA 357/05. A DBO<sub>5,20</sub> para esse corpo hídrico apresentou a menor concentração média ( $2,33 \pm 0,58$  mg L<sup>-1</sup>) na Saída 3 e a maior concentração média ( $6,00 \pm 1,00$  mg L<sup>-1</sup>) na Saída 4.

Os coliformes totais apresentaram valores maiores que 2419,6 NMP/100 mL para todos os pontos de todas as saídas. Em relação à *E. coli*, em seis amostras analisadas (P1 e P3 da Saída 1, P2 da Saída 2, P1 da Saída 3 e P1 e P2 da Saída 4), ou seja, em 50 % das amostras, a água pode ser considerada como imprópria para usos de balneabilidade (BRASIL, 2000). Como os valores de DBO<sub>5,20</sub> e de OD encontrados para esse corpo hídrico não indicam um ambiente impactado, é provável que a presença de *E. coli* em quantidades mais elevadas nesta lagoa esteja relacionada às fezes de animais, como aves migratórias que comumente encontram-se na região do Açú.

Borges (2015) apontou que aves selvagens e pombos domésticos são reservatórios de *E. coli*, as quais são potencialmente patogênicas para humanos e outros animais, e ao contaminar o ambiente, podem transmitir esse patógeno, representando um risco a saúde pública.

Santos *et al.* (2015) observaram valores de coliformes termotolerantes que excederam o limite do permitido pela legislação ao analisar a lagoa do Açú. Em um total de dez pontos analisados, em campanha realizada no mês de janeiro, oito pontos estavam fora dos permitidos pela legislação, e, em uma campanha realizada em julho, foram seis. Estes autores relacionaram as concentrações altas de

coliformes termotolerantes aos despejos de efluentes, que são maiores nos pontos em que os valores excederam o permitido, devido a atividade de agropecuária e aos bares e casas que se localizam no entorno desses pontos.

Agora com relação à tabela 10, a mesma mostra os resultados encontrados para os ânions e cátions nesse sistema hídrico. Para a maior parte dos íons analisados, as concentrações aumentaram da primeira para a segunda, sofreram uma queda nos valores na terceira saída e novamente um aumento na Saída 4. O menor valor encontrado para o cálcio foi  $275,8 \text{ mg L}^{-1}$  na saída 2, e o valor máximo foi  $913,8 \text{ mg L}^{-1}$  na saída 4. Para o magnésio a menor concentração foi  $1927,0 \text{ mg L}^{-1}$ , também na saída 4, e a concentração mínima foi  $897,6 \text{ mg L}^{-1}$ , na saída 1. Abdalla e colaboradores (2010) encontraram concentrações mais altas de cálcio no período seco, enquanto para magnésio as concentrações variaram entre os períodos. Este padrão de variação conforme o período chuvoso ou seco não pode ser observado para esses parâmetros.

**Tabela 9.** Resultados (média e estimativa do desvio padrão) dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos para a lagoa do Açú/RJ.

	Ponto	pH	Cond. (mS cm <sup>-1</sup> )	STD (ppm)	Salinidade (‰)	Turbidez (UNT)	Temp. (°C)	OD (mg L <sup>-1</sup> )	DBO <sub>5,20</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	C. Totais (NMP por 100 mL)	<i>E. coli</i> (NMP por 100 mL)
<b>Saída 1</b> <b>20/03/18</b>	P1	7,94 ±0,03	31,26 ±0,05	1294,67 ±1,15	19,73 ±0,04	20,19 ±1,06	28,43 ± 0,85	3,71 ±0,29	3,0	>2419,6	>2419,6
	P2	8,03 ±0,01	28,83 ±0,12	1203,00 ±1,73	18,07 ±0,08	3,10 ±0,61	27,83 ± 0,42	4,10 ±0,11	2,0	>2419,6	1986,3
	P3	8,06 ±0,01	24,19 ±0,08	1020,33 ±2,08	14,93 ±0,05	6,73 ±0,44	28,17 ± 0,38	3,29 ±0,09	3,0	>2419,6	>2419,6
	<b>Média</b>	<b>8,01 ±0,06</b>	<b>28,09 ±3,59</b>	<b>1172,67 ±139,66</b>	<b>17,57 ±2,44</b>	<b>10,00 ±9,00</b>	<b>28,14 ± 0,30</b>	<b>3,70 ±0,40</b>	<b>2,7 ±0,6</b>	-	-
<b>Saída 2</b> <b>18/06/18</b>	P1	7,95 ±0,02	30,29 ±0,10	1061,67 ±2,08	19,06 ±0,07	2,56 ±0,12	22,10 ±0,20	6,14 ±0,32	5,0	>2419,6	325,7
	P2	7,97 ±0,01	29,55 ±0,08	1040,67 ±0,58	18,56 ±0,06	2,34 ±0,02	21,50 ±0,56	6,64 ±0,19	3,0	>2419,6	>2419,6
	P3	7,91 ±0,01	25,80 ±0,09	940,67 ±2,52	16,01 ±0,06	2,96 ±0,01	22,40 ±0,10	3,74 ±0,09	3,0	>2419,6	533,5
	<b>Média</b>	<b>7,94 ±0,03</b>	<b>28,54 ±2,41</b>	<b>1014,33 ±64,66</b>	<b>17,88 ±1,64</b>	<b>2,62 ±0,31</b>	<b>22,00 ±0,46</b>	<b>5,51 ±1,55</b>	<b>3,7 ± 1,2</b>	-	-
<b>Saída 3</b> <b>18/09/18</b>	P1	8,22 ±0,06	26,18 ±0,15	950,00 ±2,65	16,27 ±0,10	17,52 ±0,59	25,53 ±0,25	8,29 ±0,17	3,0	>2419,6	>2419,6
	P2	8,17 ±0,02	27,71 ±0,13	969,33 ±1,15	17,31 ±0,09	6,19 ±0,12	24,40 ±0,10	7,06 ±0,32	2,0	>2419,6	1986,3
	P3	8,06 ±0,01	24,24 ±0,12	889,33 ±3,06	14,96 ±0,08	23,07 ±0,93	26,10 ±0,46	5,92 ±0,36	2,0	>2419,6	1732,9
	<b>Média</b>	<b>8,15 ±0,08</b>	<b>26,04 ±1,74</b>	<b>936,22 ±41,74</b>	<b>16,18 ±1,18</b>	<b>15,59 ±8,60</b>	<b>25,34 ±0,87</b>	<b>7,09 ±1,19</b>	<b>2,3 ±0,6</b>	-	-
<b>Saída 4</b> <b>11/12/18</b>	P1	8,29 ±0,01	20,46 ±0,01	760,00 ±1,00	12,44 ±0,00	4,66 ±0,08	26,6 ±0,10	8,14 ±0,02	6,0	>2419,6	>2419,6
	P2	8,25 ±0,01	20,26 ±0,01	750,00 ±1,00	12,31 ±0,00	3,97 ±0,15	26,83 ±0,12	8,10 ±0,02	5,0	>2419,6	>2419,6
	P3	8,20 ±0,01	17,15 ±0,02	644,00 ±1,00	10,27 ±0,01	4,85 ±0,07	27,83 ±0,25	7,99 ±0,03	7,0	>2419,6	1732,9
	<b>Média</b>	<b>8,25 ±0,05</b>	<b>19,29 ±1,86</b>	<b>718,00 ±64,28</b>	<b>11,67 ±1,22</b>	<b>4,49 ±0,46</b>	<b>27,09 ±0,66</b>	<b>8,08 ±0,08</b>	<b>6,0 ± 1,0</b>	-	-

Fonte: Autora (2019)



**Tabela 10.** Resultados (média e estimativa do desvio padrão) dos íons analisados para a lagoa do Açú/RJ.

Saída	Ponto de Coleta	Cátions (mg L <sup>-1</sup> )								Ânions (mg L <sup>-1</sup> )			
		Sódio		Potássio		Magnésio		Cálcio		Cloreto		Sulfato	
		Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
<b>Saída 1</b> <b>20/03/18</b>	P1	7607,1	7,5	255,5	7,6	984,8	10,5	292,9	5,1	13074,1	320,3	2070,4	37,1
	P2	7151,2	27,4	238,3	5,0	963,7	54,0	302,8	39,5	11719,6	80,0	1890,5	8,8
	P3	5797,0	12,1	198,6	3,2	744,2	0,9	231,6	6,5	8434,3	133,7	1445,1	24,4
	<b>Média</b>	<b>6851,8</b>	941,5	<b>230,8</b>	29,2	<b>897,6</b>	133,2	<b>275,8</b>	38,6	<b>11076,0</b>	2385,9	<b>1802,0</b>	321,9
<b>Saída 2</b> <b>18/06/18</b>	P1	6585,0	2,9	259,9	7,6	1224,2	55,9	526,0	43,8	25872,4	172,5	3559,4	31,5
	P2	6286,8	43,5	271,0	15,6	1250,8	122,2	597,8	94,0	11778,5	23,4	1953,2	14,1
	P3	5617,1	24,4	258,9	18,3	1192,9	18,5	551,4	4,1	10636,8	89,3	1934,7	17,3
	<b>Média</b>	<b>6163,0</b>	495,7	<b>263,3</b>	6,7	<b>1222,6</b>	29,0	<b>558,4</b>	36,4	<b>16095,9</b>	8485,9	<b>2482,4</b>	932,7
<b>Saída 3</b> <b>18/09/18</b>	P1	5955,0	19,1	252,9	21,1	990,9	5,9	410,5	12,2	9709,6	33,1	1389,9	8,5
	P2	5321,2	88,3	254,9	27,3	1072,2	28,2	638,3	16,2	8719,4	55,0	1071,5	5,7
	P3	5402,2	6,9	183,8	21,1	916,4	84,0	404,5	59,7	8548,1	150,7	1123,6	18,3
	<b>Média</b>	<b>5559,5</b>	345,0	<b>230,5</b>	40,5	<b>993,1</b>	77,9	<b>484,4</b>	133,3	<b>8992,3</b>	627,0	<b>1195,0</b>	170,8
<b>Saída 4</b> <b>11/12/18</b>	P1	15425,6	11,7	530,6	10,6	2800,5	12,0	1129,0	10,8	5250,1	15,6	652,5	1,6
	P2	6609,3	3,4	307,1	5,2	1438,1	3,6	745,7	9,2	4136,1	4,1	504,8	3,2
	P3	6836,4	13,1	252,9	10,8	1542,3	4,6	866,6	9,5	4738,5	12,0	565,2	0,0
	<b>Média</b>	<b>9623,8</b>	5025,8	<b>363,5</b>	147,2	<b>1927,0</b>	758,3	<b>913,8</b>	195,9	<b>4708,2</b>	557,6	<b>574,2</b>	74,2

Fonte: Autora (2019)

Por último, neste item do artigo, serão mostrados alguns resultados médios para as quatro lagoas (Tabelas 11 e 12) e será feita uma discussão comparando-se as condições das mesmas segundo os parâmetros avaliados no presente estudo.

A lagoa Salgada apresentou os valores mais elevados para os parâmetros pH, CE, STD, salinidade e DBO<sub>5,20</sub>, entre as quatro lagoas. Além disso, essa lagoa obteve os valores mais elevados para todos os íons analisados. Segundo Esteves (1998), diversos íons contribuem para a salinidade da água como: cálcio, magnésio, sódio, potássio, bicarbonato, cloreto e sulfato e sabendo-se da correlação que a salinidade tem com CE, STD, explica-se os resultados obtidos. Esta lagoa também apresentou os maiores teores de *E. coli*, que podem estar relacionados com atividades ligadas à agropecuária no seu entorno.

A DBO<sub>5,20</sub> média mais baixa foi encontrada na lagoa do Açú e a mais alta na lagoa de Iquipari. Ressalta-se que apesar de estar dentro da área de preservação da RPPN – Caruara, a lagoa de Iquipari apresentou valores muito elevados para o parâmetro DBO<sub>5,20</sub> na Saída 1, bem como o valor médio mais baixo de OD ( $2,18 \pm 0,99 \text{ mg L}^{-1}$ ) encontrado considerando-se todas as saídas do presente estudo. Pontua-se também, que as concentrações encontradas de DBO<sub>5,20</sub> e OD na Saída 1 destoaram das demais análises realizadas neste corpo hídrico.

A lagoa de Grussaí foi a que apresentou maiores variações, entre as saídas, de parâmetros como CE, salinidade e STD, fato este explicado pelos fenômenos de abertura da barra, que influenciam sobremaneira as condições deste sistema lagunar. Apesar da grande antropização a qual está sujeita, em todos os pontos da Saída 2 e em dois pontos da Saída 3, as águas puderam ser classificadas como excelentes em relação à presença de *Escherichia coli* segundo a resolução CONAMA 274/00.

Apesar da lagoa do Açú apresentar boas condições de preservação, com bastante vegetação nativa, baixos valores de DBO<sub>5,20</sub>, níveis de OD dentro do esperado e estar protegida por uma unidade de conservação de proteção integral, enquadrou-se como águas impróprias em 50 % das análises realizadas em relação à presença de *Escherichia coli* segundo a resolução CONAMA 274/00. Indica-se um constante monitoramento para poder afirmar se existe alguma contaminação proveniente de esgoto doméstico, já que, como foi abordado anteriormente, a bactéria *E. coli* pode estar presente no trato digestivo de diversos animais que podem estar frequentando às margens da lagoa.

A lagoa de Iquipari, apesar de ter apresentado algumas variações em seus parâmetros na saída 1, apresentou resultados satisfatórios no que diz respeito a qualidade do corpo hídrico, evidenciando a importância das unidades de conservação para o equilíbrio e manutenção dos ecossistemas.

**Tabela 11.** Resultados (média e estimativa do desvio padrão) dos parâmetros físico-químicos analisados para as lagoas de Grussaí, Iquipari, Salgada e Açú – RJ.

Lagoas	pH		Cond. (mS cm <sup>-1</sup> )		STD (ppm)		Salinidade (‰)		Turbidez (UNT)		Temp. (°C)		OD (mg L <sup>-1</sup> )		DBO (mg L <sup>-1</sup> )	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
<b>Grussaí</b>	8,64	0,29	11,32	9,04	428,03	305,89	6,69	5,82	15,35	8,54	26,68	3,28	7,08	1,76	10,09	5,74
<b>Iquipari</b>	8,81	0,50	5,85	2,94	291,34	147,80	4,32	2,40	40,22	19,69	26,22	1,80	6,72	2,89	13,75	6,63
<b>Salgada</b>	9,02	0,24	30,58	6,26	1140,92	277,44	19,30	4,27	16,02	11,95	24,98	1,64	6,62	1,10	12,17	8,81
<b>Açú</b>	8,09	0,13	25,49	4,42	960,31	186,12	15,83	2,97	8,18	7,50	25,64	2,49	6,09	1,93	3,67	1,67

Fonte: Autora (2019)

**Tabela 12.** Resultados (média e estimativa do desvio padrão) dos íons analisados para as lagoas de Grussaí, Iquipari, Salgada e Açú – RJ.

Lagoa	Cátions (mg L <sup>-1</sup> )								Ânions (mg L <sup>-1</sup> )			
	Sódio		Potássio		Magnésio		Cálcio		Cloreto		Sulfato	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
<b>Grussaí</b>	2931,2	3009,0	108,6	108,8	450,1	453,3	403,0	329,7	4005,3	3759,1	621,6	490,1
<b>Iquipari</b>	1705,4	660,6	65,2	21,3	318,6	99,6	227,1	48,0	2586,2	1058,0	260,9	149,3
<b>Salgada</b>	15299,1	10197,9	611,7	412,0	2643,8	1638,8	1253,7	671,2	11487,4	3166,4	1815,5	949,7
<b>Açú</b>	7049,5	2730,9	272,0	87,4	1260,1	534,8	558,1	261,6	10218,1	5706,9	1513,4	854,6

Fonte: Autora (2019)

#### 4. CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que a lagoa de Grussaí é o sistema que mais está sujeito a impactos negativos, devido à grande urbanização às suas margens e aos eventos de abertura irregular de barra. Este último provoca alterações diretas nos parâmetros CE, salinidade e STD nesta lagoa.

Atividades, como pecuária e agricultura, também representam potenciais riscos, principalmente para a lagoa Salgada, que apresentou os maiores teores de *E. coli*, entre os quatro sistemas hídricos estudados.

As lagoas de Iquipari e do Açú, incluídas integralmente em unidades de conservação, necessitam do monitoramento constante e do controle das formas de lazer, como bares e restaurantes, localizados em suas proximidades, já que estas formas de uso, possivelmente, provocaram alterações nos resultados de DBO<sub>5,20</sub>, OD e *E. Coli*.

Conclui-se ainda que, as lagoas costeiras sofrem grandes influências em seus parâmetros devido à proximidade com o oceano e estão sujeitas aos impactos antrópicos relacionados às formas de uso desses ambientes pela comunidade, que se desenvolve ao redor, utiliza seus recursos e se desloca para a região nas épocas de veraneio. As unidades de conservação se apresentam, nesse contexto, como importante forma de preservação do ecossistema, limitando as formas de uso dos recursos de modo a torná-lo sustentável.

Ressalta-se a importância do monitoramento frequente, principalmente nos meses de verão, em que as formas de poluição crescem exponencialmente na maior parte dos ambientes estudados no presente trabalho.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Leonardo Sehn. **Desenvolvimento de Medidor de Qualidade da Água através da Condutividade Elétrica**. Trabalho de Diplomação em Engenharia. Centro de Tecnologia Acadêmica. Instituto de Física. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016.

ABDALLA, Kênia Victória Pereira; CAVALCANTE, Paulo Roberto Saraiva; NETO, José Policarpo Costa; BARBIERI, Ricardo & de MESQUITA NETO, Marcos Carlos. Avaliação da dureza e das concentrações de cálcio e magnésio em águas subterrâneas da zona urbana e rural do município de Rosário-MA. **Águas Subterrâneas**, 2010. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22915>> Acesso em: 10 jun 2019.

BORGES, Clarissa Araújo. Detecção e caracterização de *Escherichia coli* potencialmente patogênicas em aves selvagens e pombos-domésticos na cidade de Jaboticabal-SP. 2015. Tese (Doutorado Microbiologia Agropecuária). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal. 2015.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). 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 n. 357, de 17 de março de 2005.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Dispõe sobre a balneabilidade. Resolução n. 274, de 29 de novembro de 2000.

BRANDELERO, Suzi Mari; MIQUELLUTI, Davi José; CAMPOS, Mari Lúcia & DORS, Priscilla. Water and sediment monitoring in a coal mining area of the Palmeiras River, Tubarão Watershed (SC), Brazil. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro , v. 22, n. 1, p. 203-212, Feb. 2017 .

BRITO, Luzia T de L; SRINIVASAN, Vajapeyam S., SILVA, Aderaldo D. S., GHEYI, Hans. R., GALVÃO, Carlos D. Oliveira, & HERMES, Luiz. C. Influência das atividades antrópicas na qualidade das águas da bacia hidrográfica do rio Salitre. **Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2005.

BUZELLI, Giovanna Moreti; CUNHA-SANTINO, Marcela Bianchessi da. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP. **Revista Ambiente & Água**, v. 8, n. 1, p. 186-205, 2013.

CARDOSO MARINHO, Claudio; DOS SANTOS FONSECA, André Luiz; DE ASSIS ESTEVES, Francisco. Impactos antrópicos nas lagoas costeiras do norte do estado do Rio de Janeiro: uma revisão sobre a eutrofização artificial e gases de efeito estufa. **RBPG. Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 13, n. 32, 2016.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Variáveis de qualidade de água**. São Paulo, 2009.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo**. São Paulo, 2018.

CHIARELLO, Marilda; GRAEFF, Roberta Neimaier, MINETTO, Luciane, CEMIN, Gisele,

SCHNEIDER, Vania E., & MOURA, Sidnei. Determination of pesticides in water and sediment by HPLC-HRMS and its relationship with the use and land occupation. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 40, n. 2, p. 158-165, Feb. 2017.

CORRÊA; Bruna Siqueira; NUNES, Tâmmela Cristina Gomes; SIMÕES, Tâmmela Cristina Gomes; OLIVEIRA, Vicente de Paulo Santos de; SILVA, Ivanilton Ribeiro da; MACIEL, Cristiano Peixoto; SOUZA, Thaís Nacif. Monitoramento de parâmetros físico-químicos e microbiológicos em quatro lagoas do município de São João da Barra, RJ. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 7 n. 1, p. 69-78, jan. / jun. 2013.

CUNHA, Raquel W. GARCIA JR, M. D., ALBERTONI, E. F., & PALMA-SILVA, C. Qualidade de água de uma lagoa rasa em meio rural no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 7, p. 770-779, 2013.

ESTEVES, Francisco de Assis. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602 p.

LIMA, Neuza Rejane Willy; Bizerril, Carlos. Roberto. S. Fontenelle; CANIÇALI, Mônica Ressureição; SUZUKI, Marina Satika, & ASSUMPCÃO, Jorge. Atividade de Pesca durante a abertura da barra da Lagoa de Iquipari, São João da Barra, RJ. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 27, n. 2, p. 191-200, 2001.

LOPES, Frederico Wagner de Azevedo; MAGALHÃES JÚNIOR, Antônio Pereira. Influência das condições naturais de pH sobre o índice de qualidade das águas (IQA) na bacia do Ribeirão de Carrancas. **Revista Geografias**, p. 134-147, 2010.

LUCAS, Ariovaldo Antonio Tadeu; FOLEGATTI, Marcos Vinicius & DUARTE, Sergio Nascimento. Qualidade da água em uma microbacia hidrográfica do Rio Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.14, n.9, p.937-943, 2010.

MACCACHERO, Daniella Parente & TAVARES, Paula de Souza. Avaliação da Penetrabilidade do Spray Marinho na Região da Barra da Tijuca através do Método da Vela Úmida. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2017.

MACIEL, Cristiano Peixoto. **Complexo Lagunar Grussaí-Iquipari: Uma Unidade de Conservação sob uma Visão Científica e Legal**. Monografia (Especialista em Educação Ambiental). Instituto Federal Fluminense. Campos dos Goytacazes/RJ. 2006.

MOREIRA, Josino Costa; PERES, Frederico; SIMÕES, Ana Cristina; PIGNATI, Wanderlei Antonio; DORES, Eliane de Carvalho; VIEIRA, Sandro Nunes; STRÜSSMANN, Christine & MOTT, Tamí. Groundwater and rainwater contamination by pesticides in an agricultural region of Mato Grosso state in central Brazil. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 6, p. 1557-1568, 2012.

NETTO, Sergio A.; FONSECA, Gustavo. Regime shifts in coastal lagoons: Evidence from free-living marine nematodes. **PloS one**, v. 12, n. 2, 2017.

OLIVEIRA, Vitor Irineu.; MARTINS, Giovanna Ruiz.; LEITE, Sibele Augusta Ferreira.; LEITE, Brenno Santos. **Avaliação de contaminação por *Escherichia coli* em amostras de água de lagoa**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2. 2011. Viçosa. Viçosa: IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2011.

RIMA, Relatório de Impacto Ambiental – Infraestruturas do Distrito Industrial de São João da Barra. LLX, Ecologus Engenharia Consultiva/Agrar. Maio, 2011.

RIBANI, Marcelo; BOTTOLI, C. B. G.; COLLINS, C. H.; JARDIM, I. C. S. F., & Melo, L. F. C. (2004). Validação em métodos cromatográficos e eletroforéticos. **Química nova**, 2004.

ROCHA, César Henrique Barra; DE AZEVEDO, Leonardo Pimenta. Avaliação da presença de metais pesados nas águas superficiais da Bacia do Córrego São Mateus, Juiz de Fora (MG), Brasil. **Revista Espinhaço| UFVJM**, p. 33-44, 2017.

SANTOS, Kelly Pinheiro dos; OLIVEIRA, Vicente de Paulo Santos de; FREITAS, Leonardo Nascimento; BATISTA, Sérgio Luiz Gonçalves; MENEZES, Gabriel da Glória. Determinação dos Parâmetros Físico-Químicos e Microbiológicos da Lagoa do Açú, RJ. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, Campos dos Goytacazes/RJ, v.9 n.2, p. 7-16, jul./dez. 2015.

SANTOS, Matheus Simões; BAGGIO FILHO, Hernando; ARAÚJO, Amanda Dias; DE OLIVEIRA FREITAS, Mariana; DA COSTA, Thiago Martins & HORN, Adolf Heinrich. Análise da concentração e distribuição de metais pesados na água do rio das Velhas entre a cidade de Várzea da Palma e o distrito de Barra do Guaiçuí—MG. **Revista Cerrados**, v. 16, n. 1, p. 130-158, 2018.

SOUSA, Letícia Cordeiro de; PALAGAR, Lucineiva Barreto. **Complexo Lagunar Grussaí/Iquipari: Estudo dos Impactos Socioambientais das Lagunas de São João da Barra, RJ**. Monografia (Licenciatura em Geografia) – Instituto Federal Fluminense campus Centro – Campos dos Goytacazes-RJ, 2015.

SRIVASTAVA, N. K. 1999. **Lagoa Salgada (Rio de Janeiro) - Estromatólitos recentes**. In: Schobbenhaus, C.; Campos, D. A.; Queiroz, E. T.; Winge, M.; Berbert-Born, M. (Edit.) *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*.

SUZUKI, Marina Suzuki.; FIGUEIREDO, R. O.; CASTRO, S. C.; SILVA, C. F.; PEREIRA, E. A.; SILVA, J. A.; ARAGON, G. T. Sand bar opening in a coastal lagoon (Iquipari) in the northern region of Rio de Janeiro State: hydrological and hydrochemical changes. **Brazilian Journal of Biology**, v. 62, n. 1, p. 51-62, 2002.

VIANA, Laci Gonçalves; DIAS, Dayana Freitas dos Santos; OLIVEIRA, Vicente de Paulo Santos de., & OLIVEIRA, Manildo Marcião de. Qualidade das águas da Lagoa do Taí. *São João da Barra, RJ. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego*, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 7, n. 1, p. 139-151, 2013.

VITÓ, Camila Vieira Goudinho; SILVA, Luma Janayna Bernardo Ferreira da; OLIVEIRA, Karoline de Moura Lima; GOMES, Anders Teixeira & NUNES, Camila Ramos de Oliveira. Avaliação da qualidade da água: determinação dos possíveis contaminantes da água de poços artesianos na região noroeste fluminense. **Acta Biomedica Brasiliensia**, v. 7, n. 2, p. 59-75, 2016.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3.ed. Belo Horizonte: UFMG/Departamento de Engenharia Sanitária, 2005. v.1, 452p.