3º RELATÓRIO MENSAL DE DADOS METEO-OCEANOGRÁFICOS

MONITORAMENTO DE DADOS METEOROLÓGICOS E OCEANOGRÁFICOS DA REGIÃO ADJANCENTE AO SISTEMA PERILAGUNAR PIRATININGA-ITAIPU

CONTRATO SEXEC N° 07/2018 - ELABORAÇÃO DE ESTUDOS PARA ANÁLISE DA CONDIÇÃO AMBIENTAL DO SISTEMA PERILAGUNAR PIRATININGA-ITAIPU – NITERÓI

Porto Alegre, 14 de dezembro de 2018

3º RELATÓRIO MENSAL

MONITORAMENTO DE DADOS METEOROLÓGICOS E OCEANOGRÁFICOS DA REGIÃO ADJACENTE AO SISTEMA PERILAGUNAR PIRATININGA-ITAIPU

CONTRATO SEXEC Nº 07/2018 - ELABORAÇÃO DE ESTUDOS PARA ANÁLISE DA CONDIÇÃO AMBIENTAL DO SISTEMA PERILAGUNAR PIRATININGA-ITAIPU - NITERÓI

Preparado para:

PREFEITURA MUNICIPAL DE NITERÓI - RJ
SECRETARIA EXECUTIVA
Niterói – RJ

Preparado por:

HIDROSCIENCE CONSULTORIA E RESTAURAÇÃO AMBIENTAL EIRELI
Porto Alegre - RS

Distribuição:
01 cópia – Prefeitura Municipal de Niterói – RJ.
01 CÓPIA – HIDROSCIENCE Consultoria e Restauração Ambiental EIRELI.

Mês/Ano	Código Documento
Dezembro, 2018	RE_P2_MET.OCEANO_3MENS_V02

Controle de Produção do Documento

Profissional	Qualificação	Registro Profissional	Cargo/Função	Assinatura
Tiago Finkler Ferreira	Biólogo Ms. Dr. Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental	CRBIO RS 41024	Coordenação Geral e Responsabilidade técnica dos serviços	

3º RELATÓRIO MENSAL

MONITORAMENTO DE DADOS METEOROLÓGICOS E OCEANOGRÁFICOS DA REGIÃO ADJACENTE AO SISTEMA PERILAGUNAR PIRATININGA-ITAIPU

CONTRATO SEXEC Nº 07/2018 - ELABORAÇÃO DE ESTUDOS PARA ANÁLISE DA CONDIÇÃO AMBIENTAL DO SISTEMA PERILAGUNAR PIRATININGA-ITAIPU - NITERÓI

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO 4

2. ESCOPO DO SERVIÇO 4

3. ASPECTOS METEO-OCEANOGRÁFICOS DA REGIÃO DO SISTEMA LAGUNAR PIRATININGA-ITAIPU 5

4. METODOLOGIA 9

5. RESULTADOS 14

6. CONDIÇÕES METEO-OCEANOGRÁFICAS DURANTE AS CAMPANHAS QUINZENAIS 18

7. EQUIPE TÉCNICA 20

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 21

1. APRESENTAÇÃO

A empresa HIDROSCIENCE CONSULTORIA E RESTAURAÇÃO AMBIENTAL EIRELI, com sede à Rua Joaquim Nabuco nº 115/304, Bairro Cidade Baixa, CEP 90050-340 em Porto Alegre – RS, vem por meio deste, apresentar o 1º RELATÓRIO MENSAL DE MONITORAMENTO DE DADOS METEOROLÓGICOS E OCEANOGRÁFICOS DA REGIÃO ADJACENTE AO SISTEMA PERILAGUNAR PIRATININGA-ITAIPU referente ao contrato SEXEC n° 07/2018, cujo objeto é a execução dos "Estudos para Análise da Condição Ambiental do Sistema Lagunar Piratininga- Itaipu e Proposição das Ações necessárias à melhoria da sua dinâmica ambiental e hídrica, bem como a redução do aporte de nutrientes às lagoas, visando aos usos múltiplos".

2. ESCOPO DO SERVIÇO

Os serviços contratados para análise da condição ambiental do sistema Perilagunar Piratininga-Itaipu compreendem o monitoramento da qualidade da água das lagoas, monitoramento da qualidade do sedimento, aplicação dos dados meteorológicos e oceanográficos, levantamento de dados hidrológicos, caracterização das comunidades planctônicas, bentônicas e de macrófitas aquáticas, inventário da ictiofauna e carcinofauna, inventário da herpetofauna, avaliação do estado trófico do sistema e estudo de balanço de massas.

Para avaliação e proposição de ações de recuperação ambiental, serão realizadas modelagens matemáticas integrando dados biológicos e físicos obtidos ao longo dos monitoramentos para simular cenários de qualidade da água, considerando aspectos hidrodinâmicos e morfodinâmicos costeiros. Estas modelagens servirão para avaliar os processos de renovação hidráulica das lagoas em função de sua interação com o oceano e recebimento de cargas da bacia. Desta forma será possível avaliar a capacidade de depuração do sistema no cenário atual e em cenários futuros considerando a implementação de ações de recuperação ambiental.

Diante desse contexto, as simulações numéricas que inicialmente visam compreender a hidrodinâmica do sistema lagunar e sua relação com as componentes oceânicas (nível/maré) e meteorológicas necessitam de dados confiáveis para seu

forçamento. Estes dados serão coletados na área adjacente ao Sistema Lagunar Piratininga-Itaipu e serão apresentados neste relatório com periodicidade mensal.

3. ASPECTOS METEO-OCEANOGRÁFICOS DA REGIÃO DO SISTEMA LAGUNAR PIRATININGA-ITAIPU

As condições meteorológicas e oceanográficas atuantes no sistema lagunar não submetem a região a condições tão adversas. As tempestades que ocorrem na região de estudo estão associadas à entrada de frentes frias, provenientes do sul, e que são responsáveis pela superelevação do nível do mar na costa e consequentemente nas lagoas. A pluviosidade das bacias hidrográficas que deságuam no sistema lagunar é mais intensa no verão e ficam bem reduzidas no inverno.

As lagoas de Piratininga e Itaipu são originárias do final do último evento de transgressão-regressão oceânica ocorrido ao final do período do Pleistoceno, entre 2000 a 3000 anos atrás. Estas lagoas, embora muito próximas ao mar, não possuíam conexão direta com oceano e suas águas somente extravasavam para oceano eventualmente durante eventos de cheia que promoviam o rompimento de suas respectivas barras. Ao longo das últimas décadas diversas obras foram realizadas com o objetivo de conter cheias e melhorar a qualidade da água das lagoas, como: i) abertura do Canal de Camboatá ligando as duas lagoas; ii) abertura e fixação do Canal de Itaipu conectando de forma contínua a Lagoa de Itaipu com o mar; iii) Construção do Túnel do Tibau ligando a Lagoa à Praia de Piratininga. Assim, tem-se a configuração atual do Sistema Lagunar Piratininga - Itaipu, como mostrado abaixo na Figura 1 e Figura 2.

O litoral de Piratininga é caracterizado por maré do tipo mista, semi-diurna, com amplitudes que não ultrapassam 1,40 m (DHN). Segundo Melo (2017), a variação do nível do mar no estado do Rio de Janeiro é 77% explicada pela componente da maré astronômica. Os outros 23% dizem respeito às componentes de alta frequência e submaré (baixa frequência e maré meteorológica). Na Figura 3 é apresentada a maré astronômica para o período de janeiro a outubro de 2018 para a Praia de Itaipu.

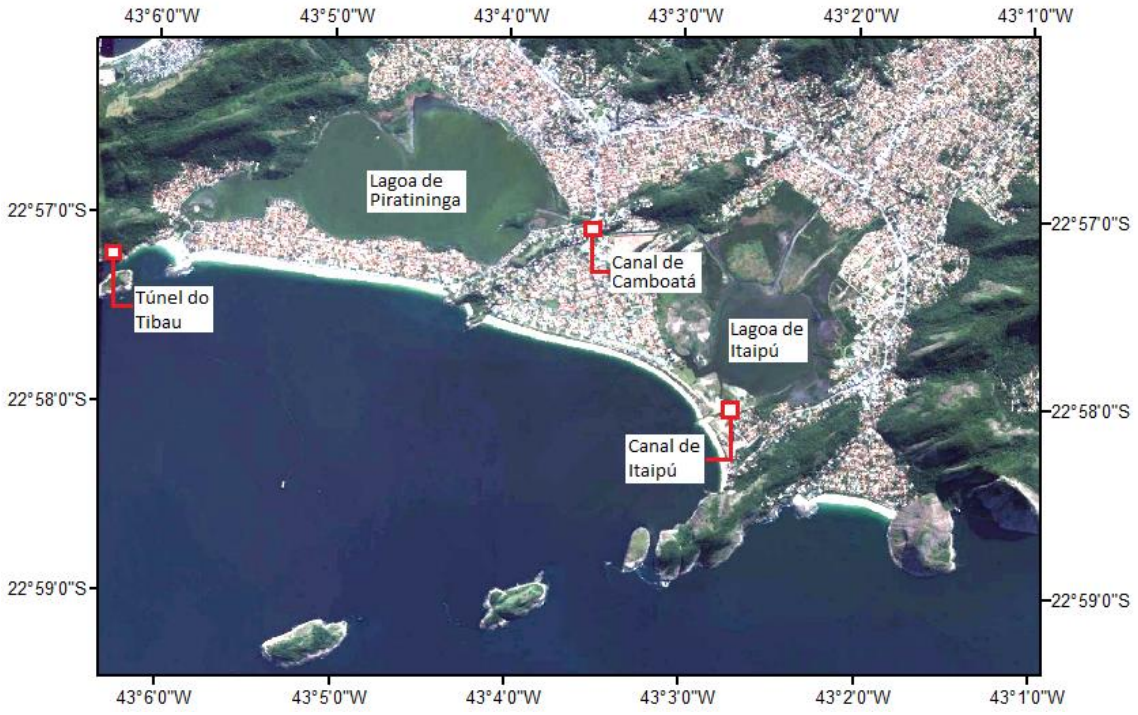

Figura 1 – Localização das lagoas de Piratininga e Itaipu e obras realizadas.

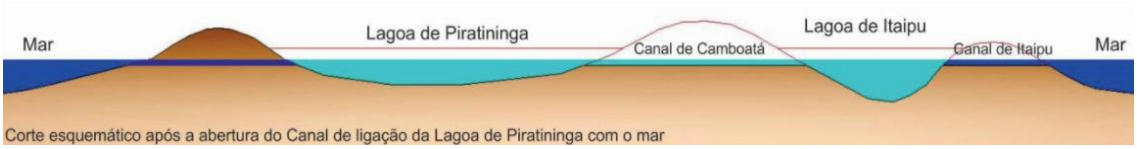

Figura 2 - Configuração atual do Sistema Lagunar Piratininga-Itaipu. Fonte: MENDES, 2012.

Os níveis das lagoas de Piratininga e Itaipu são influenciados diretamente pela maré oceânica e pela descarga fluvial especialmente dos rios Jacaré e João Mendes. A maré meteorológica tem um papel importante na circulação das lagoas já que quando se encontra em níveis de superelevação provoca um represamento no interior da lagoa de Itaipu e posteriormente na lagoa de Piratininga. Dificultando as trocas de água do sistema e contribuindo assim para a piora na qualidade de água no ambiente nesse período. Por outro lado, nos momentos em que a maré meteorológica auxilia para baixar ainda mais o nível do mar, esse escoamento das lagoas para o mar é favorecido e as trocas de água são aceleradas.

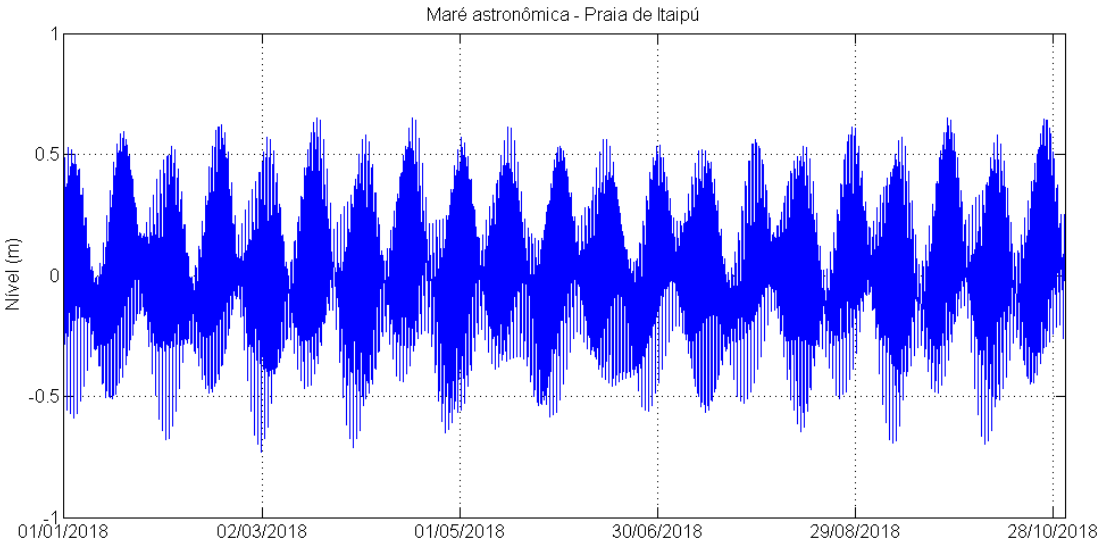

Figura 3 - Maré astronômica da Praia da Itaipu entre janeiro e outubro de 2018.

Niterói possui uma característica particular na região sudeste. Por estar à beira do oceano Atlântico, recebe diretamente as massas de ar vindas do mar, possuindo um clima que se caracteriza por elevada umidade, classificado na escala de Koppen como sendo do tipo Aw, definido como tropical com período de chuvas concentrado no verão. É nesta época que ocorrem os grandes eventos de precipitação, geralmente associados às instabilidades provocados pelo encontro das massas de ar Tropical Atlântica e Polar (PMSB, 2015).

No que se refere à pluviosidade, de acordo com a Estação Meteorológica da Prefeitura Municipal de Niterói, para o período compreendido entre janeiro e outubro de 2018, os índices de precipitação tem seguido o padrão já estabelecido para região. Com maior concentração de chuvas no verão e pouca precipitação no inverno (Figura 4). Até o momento, neste ano de 2018, o mês com maior precipitação foi fevereiro (156,2 mm) e de menor foi abril (31,4 mm).

Os ventos foram predominantes do quadrante norte com intensidade média entorno de 1 m/s, e do quadrante oeste com menor frequência mas magnitudes mais elevadas (Figura 5).

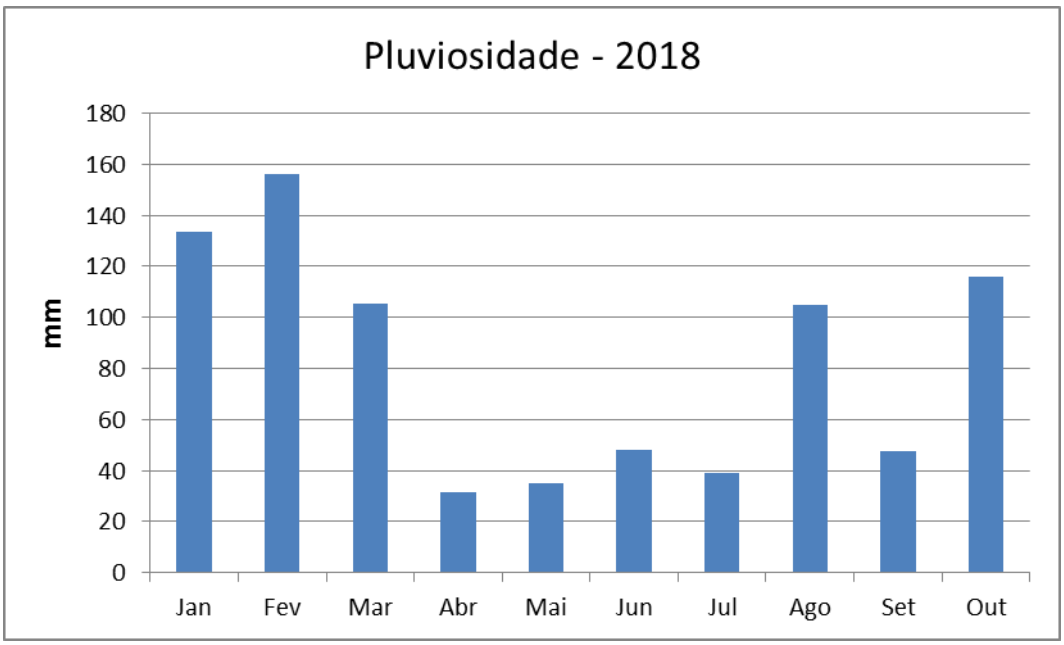

Figura 4 - Pluviosidade total em cada mês de 2018, medida pela Estação Meteorológica de Niterói.

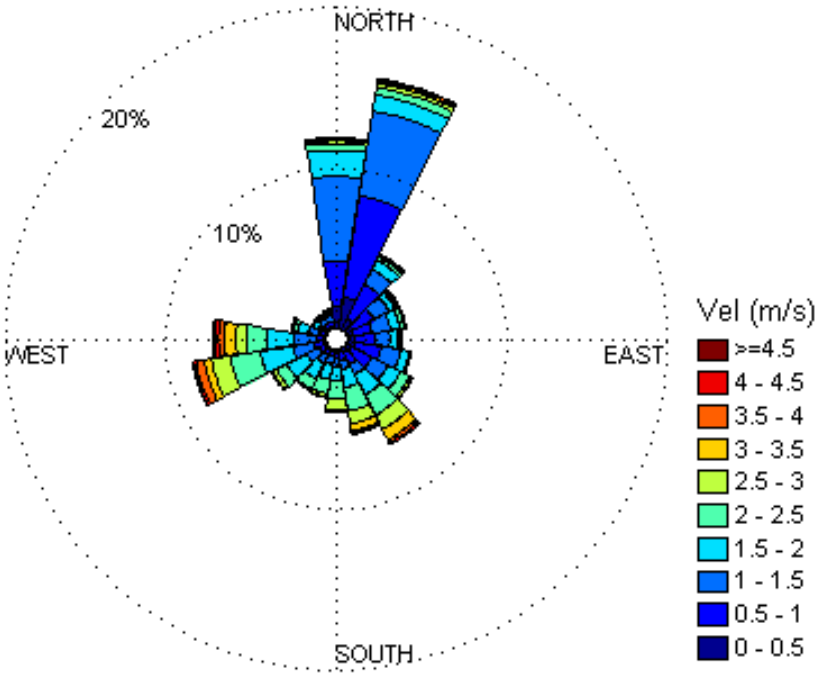

Figura 5 - Rosa de direção e magnitude do vento medido na Estação Meteorológica de Niterói entre janeiro e outubro de 2018.

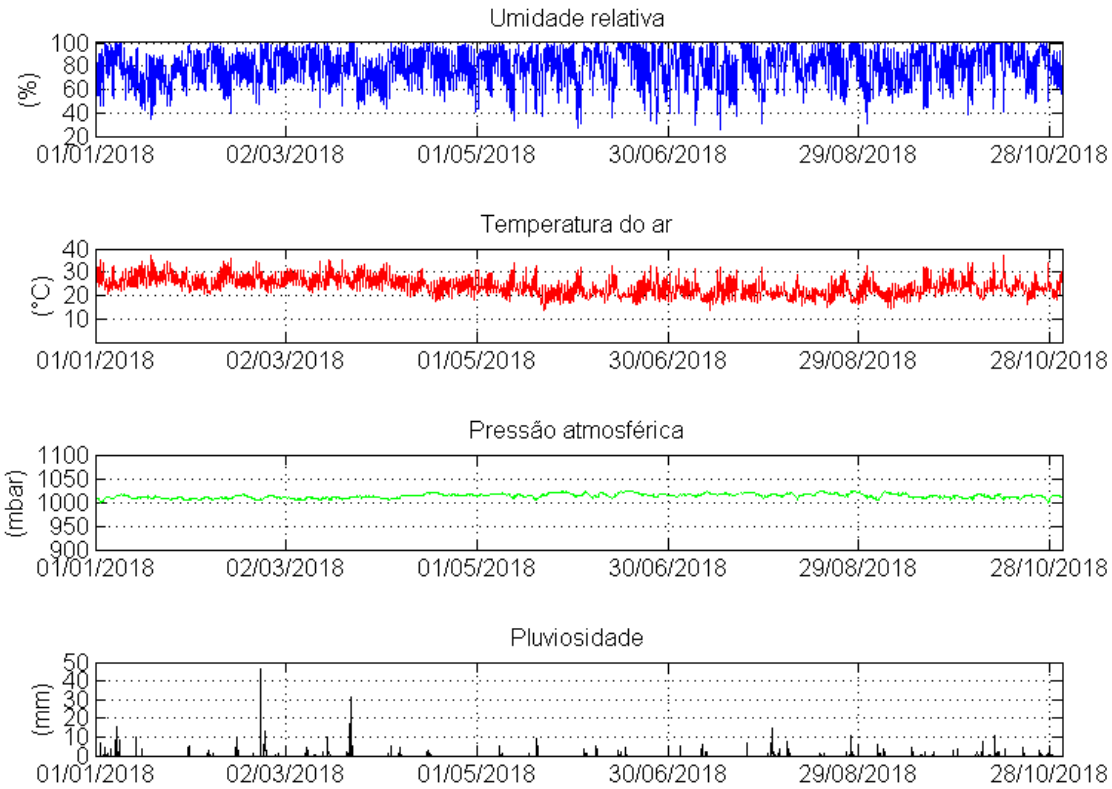

Figura 6 - Séries temporais dos dados meteorológicos coletados na Estação Meteorológica de Niterói entre janeiro e outubro de 2018.

4. METODOLOGIA

A análise dos dados meteorológicos e oceanográficos apresentada neste relatório refere-se aos dados coletados no mês de outubro de 2018. Eles foram obtidos em 3 bases de dados distintas: Estação meteorológica da Prefeitura de Niterói, Cartas maregráficas da FEMAR e Estação maregráfica de Arraial do Cabo (RJ).

4.1. Dados meteorológicos

A estação meteorológica da Prefeitura de Niterói está localizada em região urbana entre as duas lagoas (Figura 7), nas coordenadas: 22°56’32.73” S; 43°09’25.29”. A estação coleta dados horários de:

- Direção e velocidade do vento;
- Pressão atmosférica;
- Umidade relativa;

- Temperatura do ar;
- Pluviosidade.

Os dados obtidos foram tradados e suas séries temporais foram plotadas e serão mostradas a seguir. A cada mês de avanço do projeto e novas coletas mensais de dados, estes serão unificados em uma única série temporal mais longa objetivando compreender melhor os padrões e as condições meteorológicas da região ao longo do tempo.

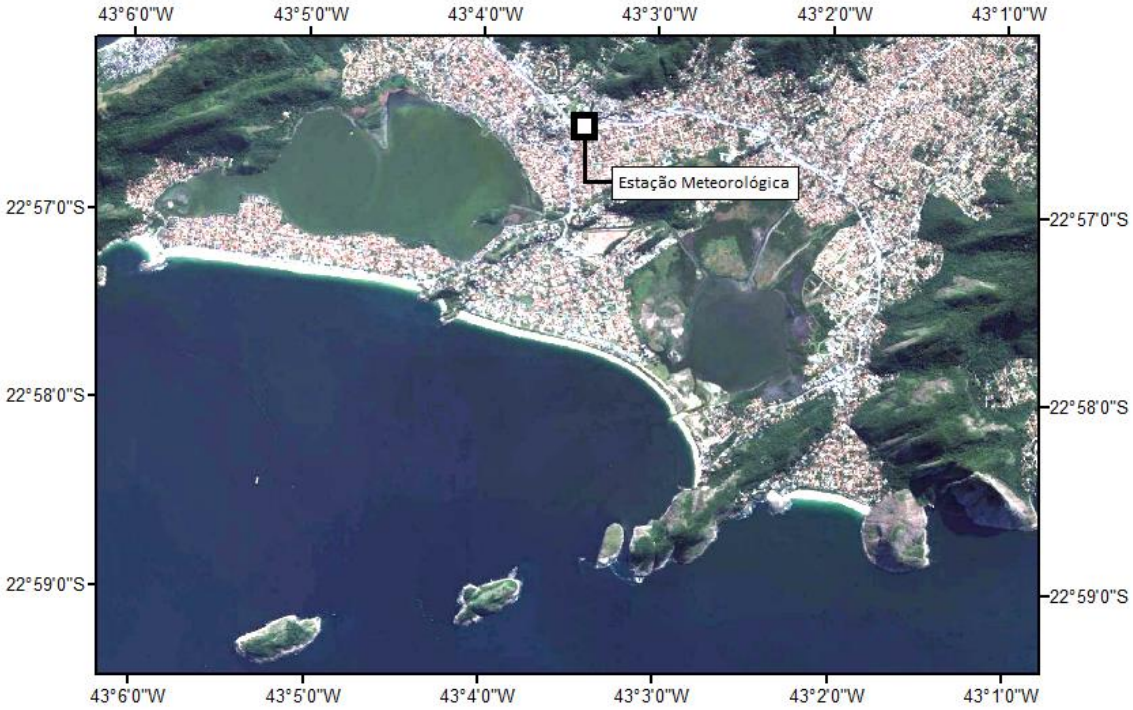

Figura 7 – Localização da Estação Meteorológica da Prefeitura de Niterói.

4.2. Dados oceanográficos

Os dados de variação do nível do mar disponíveis em estação mais próxima foram obtidos da Estação Maregráfica de Arraial do Cabo – RJ (EMMARC, Figura 8 e Figura 9). A estação faz parte da Rede Maregráfica Permanente para Geodésia (RMPG) mantida pelo IBGE.

A fim de obter uma série temporal de dados de nível na região mais próxima ao sistema lagunar Piratininga-Itaipu, foi construída uma série de maré astronômica com base nas constantes harmônicas da Carta FEMAR 185 – Praia de Itaipu – RJ (Figura 10).

Sabendo-se que as principais componentes responsáveis pelas variações do nível do mar são maré astronômica e maré meteorológica, e que a maré meteorológica é gerada por forçantes de mesoescala, fez-se uma análise dos dados medidos de nível na Estação Maregráfica de Arraial do Cabo com o objetivo de avaliar a importância da componente meteorológica para toda a região neste período.

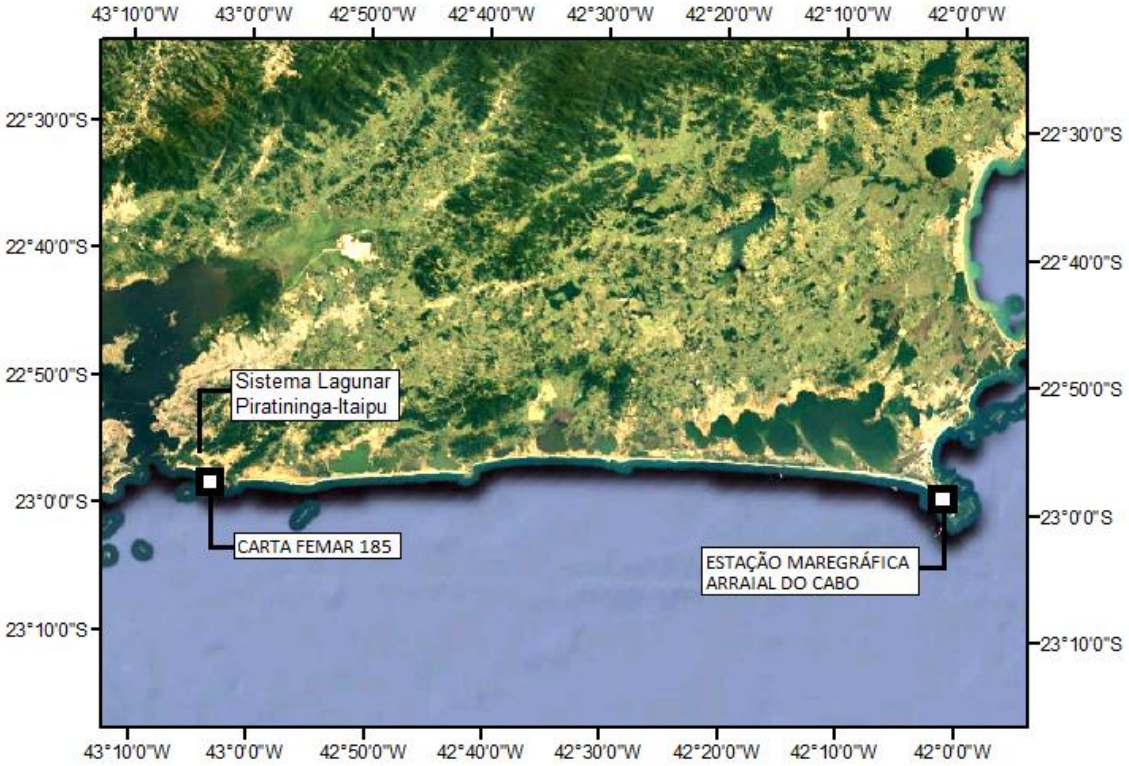

Figura 8 - Localização das Estações Maregráficas.

Figura 9 - Estação maregráfica de Arraial do Cabo (RJ).

FEMAR-FUNDAÇÃO DE ESTUDOS DO MAR *Catálogo de Estações Maregráficas Brasileiras*

Nome da Estação :	**PRAIA DE ITAIPÚ – RJ**		
Localização :	Em Niteroi, na praia, em frente à Ilha da Menina		
Organ. Responsável :	DHN / ENCAL .		
Latitude :	22° 58,4' **S**	**Longitude :**	43° 02,8' **W**
Período Analisado :	20/12/74 a 20/01/75	**N° de Componentes :**	36
Análise Harmônica :	Método Tidal Liverpool Institute		
Classificação :	Maré de Desigualdades Diurnas		
Estabelecimento do Porto: (HWF&C)	I H 55 min	**Nível Médio (Zo):**	63 cm acima do NR.
Média das Preamares Superiores (MHHW) :	116 cm acima do NR.	**Média das Preamares Inferiores (MLHW) :**	98 cm acima do NR
Média das Baixa-mares Superiores (MHLW) :	27 cm acima do NR.	**Média das Baixa-mares Inferiores (MLLW) :**	11 cm acima do NR.

CONSTANTES HARMÔNICAS SELECIONADAS

Componentes	Semi-amplitude (H) cm	Fase (g) graus (°)	Componentes	Semi-amplitude (H) cm	Fase (g) graus (°)
Sa	-	-	MU_2	3,0	331
Ssa	-	-	N_2	1,6	179
Mm	6,7	278	NU_2	0,3	179
Mf	-	-	M_2	27,0	054
MTM	-	-	L_2	3,2	291
Msf	8,1	063	T_2	1,0	053
Q_1	2,2	043	S_2	16,8	053
O_1	10,7	072	K_2	4,6	053
M_1	0,1	235	MO_3	0,9	045
P_1	2,0	128	M_3	0,5	101
K_1	6,2	128	MK_3	0,5	065
J_1	1,4	217	MN_4	1,3	247
OO_1	0,9	163	M_4	2,3	350
MNS_2	-	-	SN_4	0,6	236
$2N_2$	0,2	305	MS_4	1,4	045

Referências de Nível: RN implantada em pedra, entre a praia e a Ilha da Menina.

Obs: Outros Períodos: 22/09/76 a 07/11/76; 03/07/77 a 03/08/77; 01/07/77 a 30/06/78.

Código BNDO: 50158

- 185 -

Figura 10 - Carta FEMAR 185 da Estação Maregráfica da Praia de Itaipu (RJ).

5. RESULTADOS

Na sequência são apresentados os resultados do 1° levantamento de dados meteorológicos e oceanográficos na região adjacente ao sistema Lagunar Piratininga-Itaipu.

5.1. Dados meteorológicos

Os dados meteorológicos coletados no mês de outubro de 2018 indicaram ventos provenientes majoritariamente dos quadrantes sudoeste e nordeste (Figura 11). Com velocidade média de 1,42 m/s (Quadro 1), mas alcançando picos com magnitude superior à 4 m/s relacionados aos ventos de sudoeste (Figura 12).

A umidade relativa do ar chegou a apresentar valores bem baixos (39%) durante o período analisado no dia 02 de outubro (Figura 13). Mas a média observada foi de 81,32%, caindo para valores inferiores à 50% apenas 6 dias ao longo do mês. Os dados de temperatura do ar se mantiveram em torno da média de 25,17 °C, apresentando uma amplitude térmica no período de 7,10 °C. A pressão atmosférica não sofreu alterações significativas no período, se mantendo constante com valores entre 998 e 1018 no mês.

Quanto aos índices de pluviosidade o período apresentou uma precipitação total de 115,8 mm, com um valor máximo de 6,00 mm em uma hora. Durante todo o mês de outubro, 100 horas (4,15 dias) tiveram ocorrência de precipitação.

Quadro 1 - Parâmetros estatísticos de média, mínimo e máxima do conjunto de dados meteorológicos coletados em outubro de 2018

PONTOS	MÉDIA	MÍNIMO	MÁXIMA
Velocidade do Vento (m/s)	1,42	0,00	3,00
Umidade relativa (%)	81,32	39,00	99,00
Temperatura do ar (°C)	25,17	22,00	29,10
Pressão atmosférica (mbar)	1011,40	998,02	1018,30
Pluviosidade (mm)	0,02	0	6,00

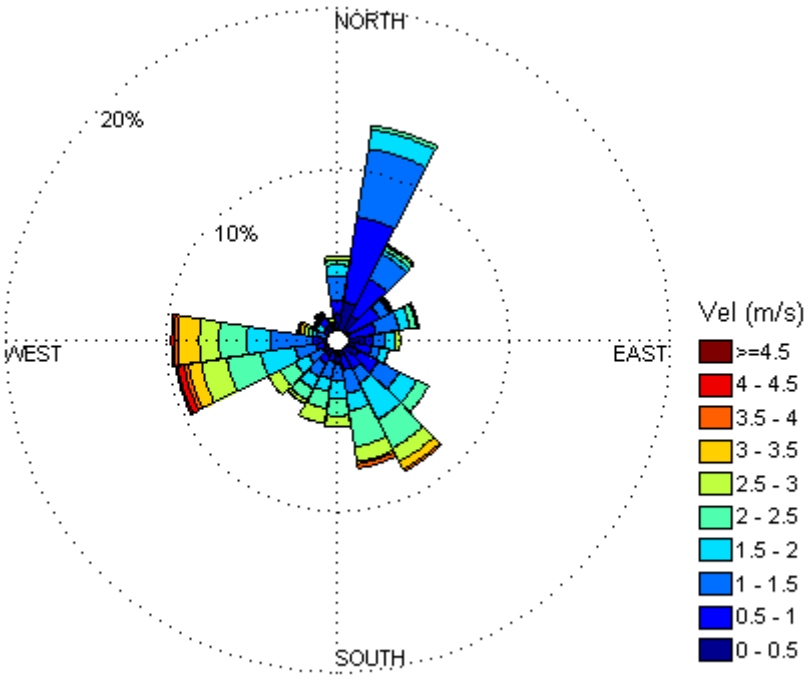

Figura 11 - Rosa de direção e intensidade do vento em outubro de 2018.

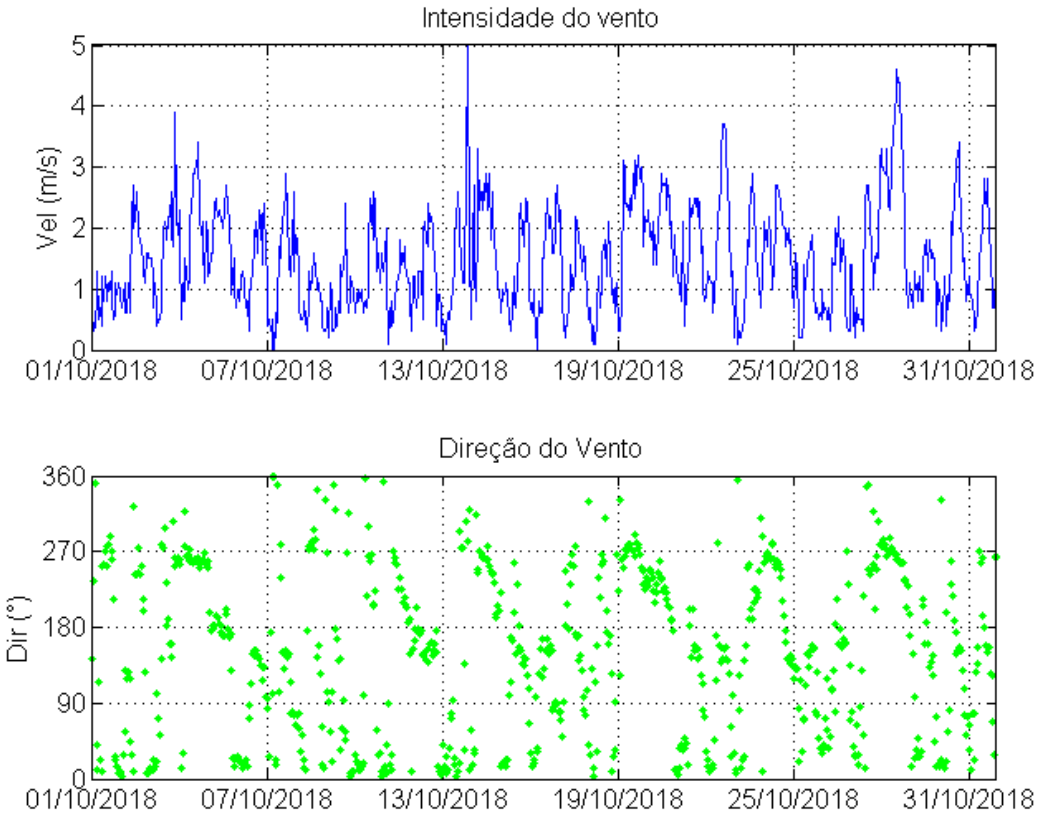

Figura 12 - Série temporal de intensidade e direção do vento em outubro de 2018.

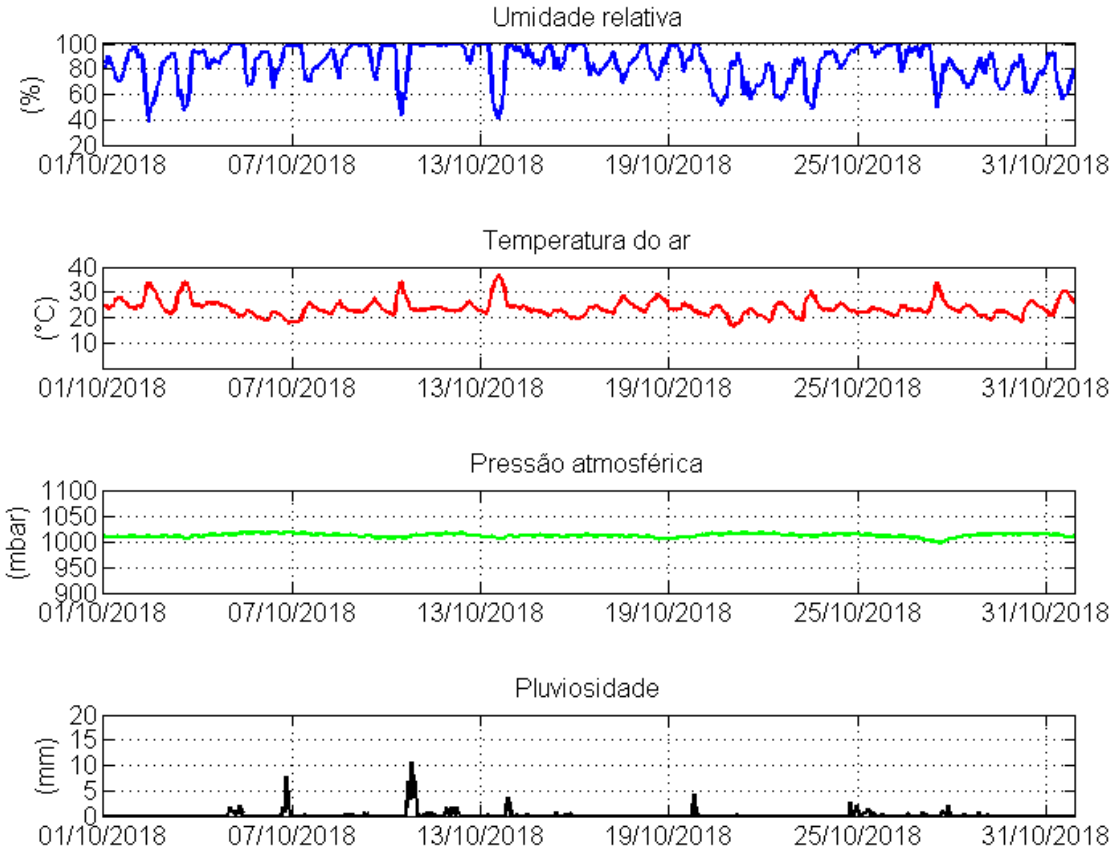

Figura 13 - Séries temporais dos dados meteorológicos para outubro de 2018.

5.2. Dados oceanográficos

Os dados medidos de variação do nível do mar na estação de Arraial do Cabo indicaram uma amplitude de nível máxima de 1,05, alcançando valores máximos e mínimos de nível de 0,93 m e -0,48 m, respectivamente, em período de maré de sizígia (Figura 14).

Ao avaliar a influência das componentes astronômicas e meteorológicas na variação do nível local no mês de outubro verificou-se que a maré astronômica foi responsável por 89,38% (817,75 cm² de variância do total de 914,24 cm²) da oscilação de nível gerada nas proximidades da estação de Arraial do Cabo (Quadro 2). As componentes meteorológicas contribuíram em 8,75% nas oscilações totais de nível ocorridas em outubro de 2018. Indicando, portanto, que a análise de variação de nível do mar realizada com base em maré astronômica é capaz de representar de forma satisfatória o padrão oscilatório do mar na região de interesse.

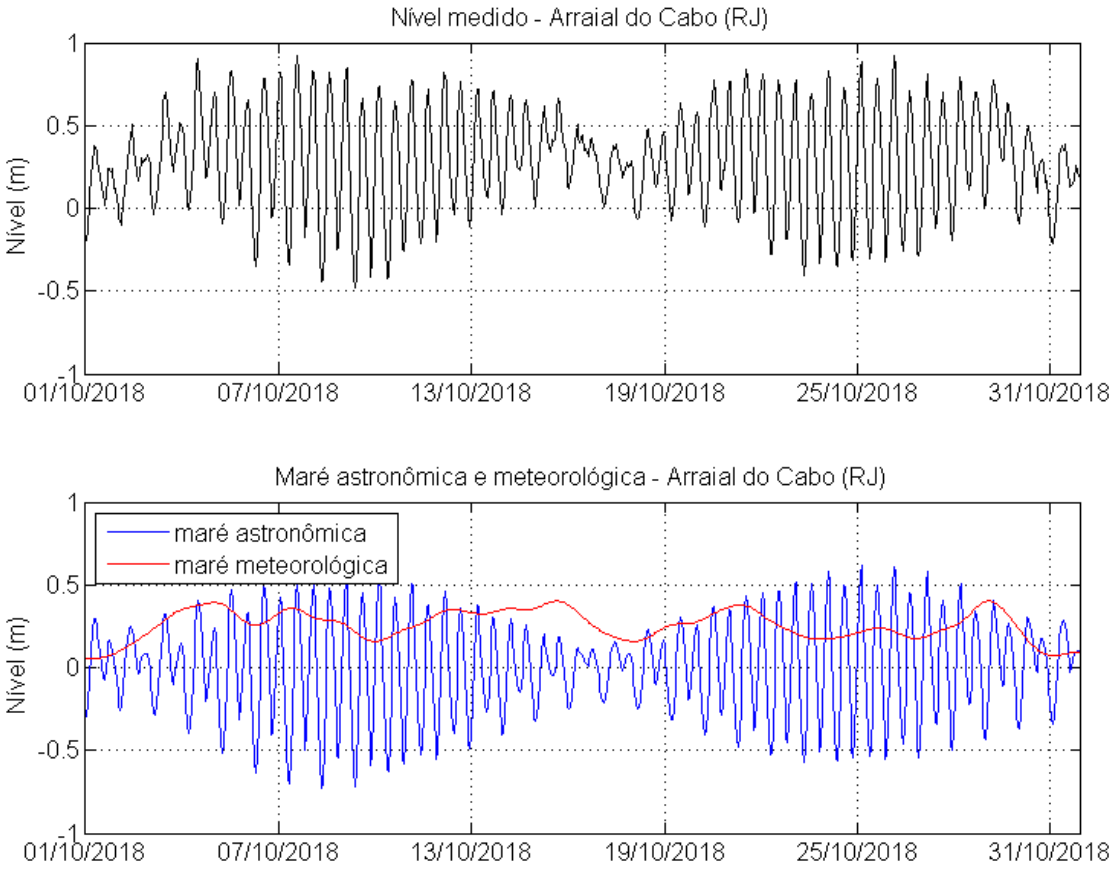

Figura 14 - Nível medido (quadro superior) e maré astronômica e meteorológica (quadro inferior) com base nos dados medidos pela Estação maregráfica de Arraial do Cabo (RJ).

Quadro 2 – Valores de variância do nível observado e componentes de maré astronômica e meteorológica.

	Arraial do Cabo	Praia de Itaipu
Nível observado (total)	914,24 cm²	-
Maré astronômica	817,75 cm²	703,42 cm²
Mare meteorológica	80,82 cm²	-

Com base na série de maré astronômica da Praia de Itaipu construída através das constantes harmônicas da Carta FEMAR 185, foi encontrada uma amplitude máxima de 0,96 m, com valores máximos e mínimos de nível de 0,64 m e -0,68 m, respectivamente, em período de sizígia (Figura 15). A maré segue um regime semidiurno, característico da região, com dois ciclos diários de preamar e baixamar, sendo o primeiro ciclo com amplitude mais intensa.

Pela proximidade da região de Arraial do Cabo e Praia de Itaipu, visto que ambas são atingidas pelo mesmo sistema meteorológico, pode-se atribuir um incremento energético decorrente de maré meteorológica à oscilação de nível encontrada em Itaipu semelhante àquela encontrada em Arraial do Cabo. Vale ressaltar, portanto, que a estação maregráfica de Arraial do Cabo está localizada em região mais abrigada, sofrendo possivelmente uma menor influência da componente meteorológica.

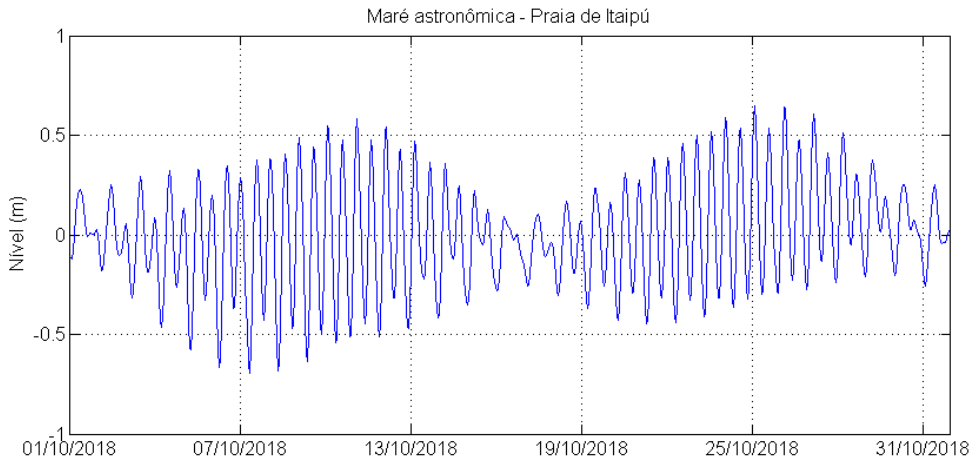

Figura 15 - Maré astronômica da Praia de Itaipu construída com base na Carta FEMAR 185.

6. CONDIÇÕES METEO-OCEANOGRÁFICAS DURANTE AS CAMPANHAS QUINZENAIS

Durante o mês de outubro foram realizadas duas campanhas quinzenais para coleta de dados de qualidade da água, no dia 4 e no dia 24 de outubro (Figura 16).

Figura 16 - Maré astronômica da Praia de Itaipu, com destaque em vermelho para os períodos das campanhas quinzenais.

A quarta campanha quinzenal ocorreu no dia 04/10/2018, entre 8:30h e 10:00h na Lagoa de Itaipu, 11:40h e 13:40h na Lagoa de Piratininga e 14:20h e 15:20h no Canal de Camboatá. Entre 6h e 13h a maré estava subindo, o que pode ter gerado durante a coleta de Lagoa de Itaipu e Canal de Camboatá um fluxo de enchente no sistema lagunar. Após às 13h a maré começou a descer, o que pode ter gerado um fluxo de vazante no sistema durante a coleta da Lagoa de Piratininga. Durante este período a maré estava numa situação de transição entre maré de quadratura e sizígia, com amplitude máxima de oscilação de nível de 0,7m (Figura 17).

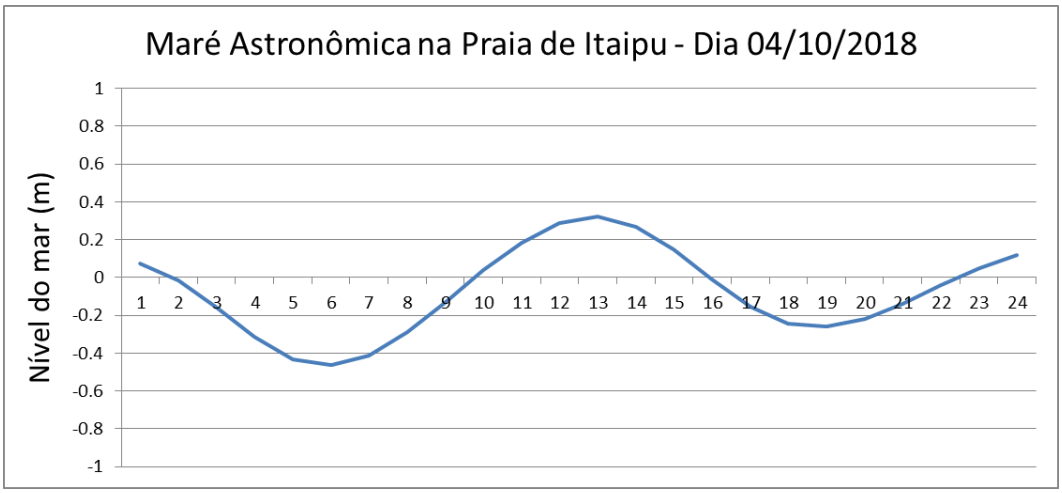

Figura 17 - Maré astronômica da Praia de Itaipu para o dia 04/10/2018 - Quarta Campanha Quinzenal.

A quinta campanha quinzenal ocorreu no dia 24/10/2018, das 10:00h às 12:15h na Lagoa de Piratininga e das 13:00h às 16:25h na Lagoa de Itaipu e Canal de Camboatá. Neste período a maré estava em condições de sizígia, com amplitude total de 1 metro (de 0,6m à -0,4m). Entre 9h e 15h a maré estava subindo, o que pode ter gerado em todo o período de coleta um fluxo de enchente no sistema lagunar.

O vento durante o período da coleta, para as duas campanhas realizadas, foi predominante do quadrante sudoeste (Figura 19). Este vento, na região, sopra do oceano para o sistema lagunar, o que favorece o empilhamento de água na costa e pode diminuir o escoamento da água da Lagoa de Itaipu no mar.

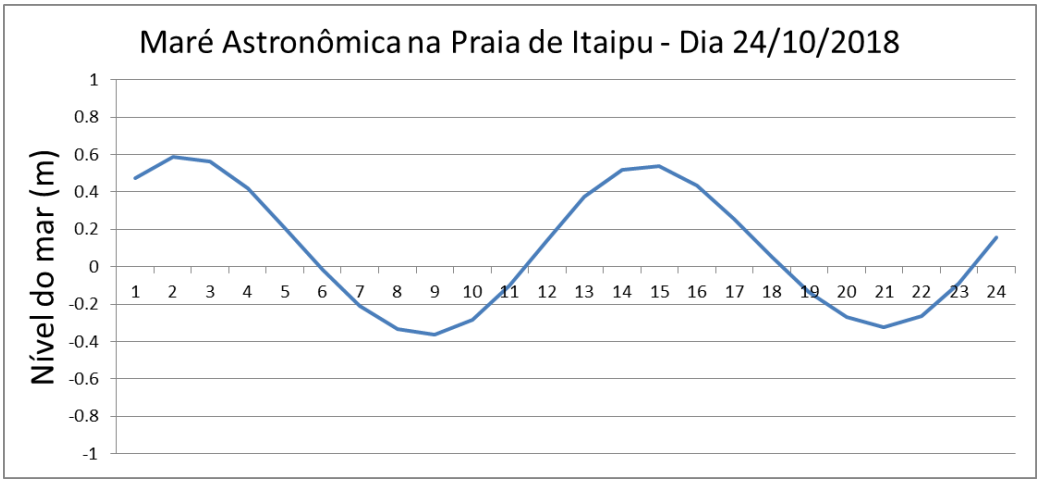

Figura 18: Maré astronômica da Praia de Itaipu para o dia 24/10/2018 - Quinta Campanha Quinzenal.

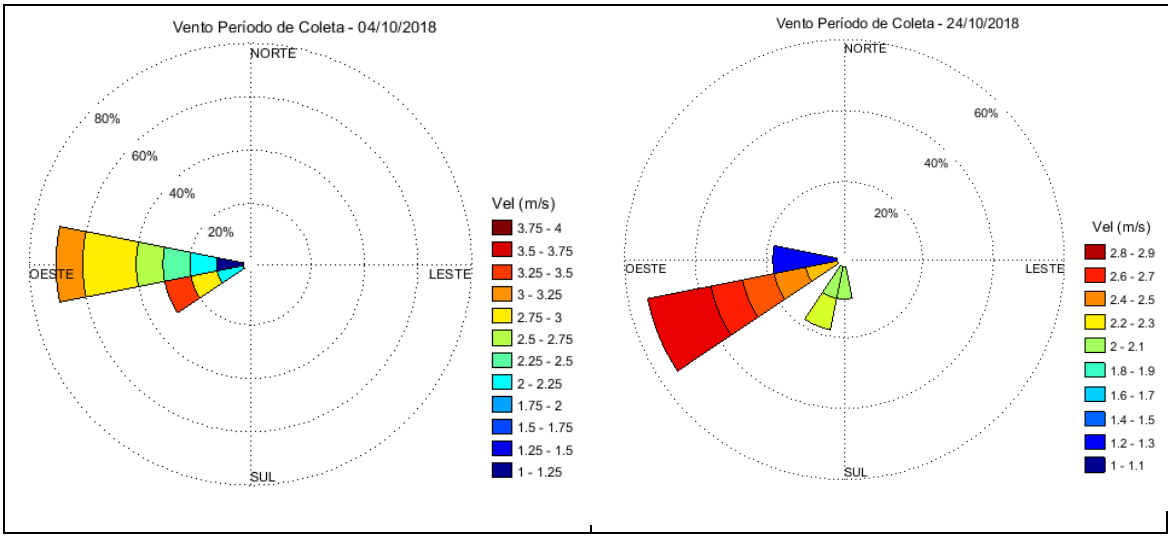

Figura 19: Rosa dos ventos para o período das duas campanhas realizadas em outubro.

7. EQUIPE TÉCNICA

No Quadro 3 está relacionada a equipe técnica da empresa consultora responsável pela execução dos estudos que compõem o Relatório em questão.

Quadro 3 – Equipe responsável pela elaboração do Relatório Técnico.

Profissional	Qualificação	Atividade
Tiago Finkler Ferreira	Biólogo, PhD em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (IPH/UFRGS), MsC em Ecologia (UFRGS)	Coordenação Geral
Anna Dalbosco	Oceanógrafa, Msc em Engenharia Ambiental	Caracterização Ambiental

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARNEIRO, M. E. R.; BARROSO, I. V.; RAMALHO, N. M.; AZEVEDO, C.; KNOPPERS, B. A.; KJERFVE, B.; KIRSTEIN, K. O. Diagnóstico ambiental do Sistema Lagunar Piratininga/Itaipu, Niterói, RJ. Parte II: hidroquímica. *In*: III simpósio de ecossistemas da costa brasileira: 196-203, 1993.

FONTENELLE, T. H.; CORRÊA, W. B. Urbanização efetiva e densidade de domicílios na Região Oceânica de Niterói (RJ) entre 1976 e 2010. Caminhos de Geografia, v.14, n. 45 p 172-182, 2014.

FONTENELLE, T. H.; CORRÊA, W. B. Uso e Cobertura do Solo (1976-2011) e os Desafios do Planejamento Urbano-Ambiental Integrado na Região Oceânica de Niterói. Revista GeoNORTE, Edição Especial, v. 3, n. 4, p. 1345-1357, 2012.

FONTENELLE, T. H; CORREÂ, W. B. Impactos da Urbanização no Espelho D'água dos Sistemas Lagunares de Itaipu e de Piratininga, Niterói (RJ), Entre 1976 e 2011. Boletim de Geografia, v. 32, n.2, p. 150-157, 2014.

MIZUBUTI, Satie. **O Movimento associativo de bairro em Niterói (RJ)**. 291 f. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.

RODRIGUES, Rodrigo Carvalho. **Caracterização da cobertura vegetal e do uso do solo da bacia hidrográfica do sistema lagunar Piratininga-Itaipu, Niterói – RJ**. 55 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2004.

SALANDÍA, Luís Fernando Valverde. **O papel da estrutura fundiária, das normativas urbanas e dos paradigmas urbanísticos na configuração espacial da Região Oceânica de Niterói, RJ.** Dissertação (Mestrado em Urbanismo) – Universidade Federal do Rio de Janeiro (PROURBE). Rio de Janeiro, 2001.

SEMADS – Bacias Hidrográficas e Rios Fluminenses Síntese Informativa por Macrorregião Ambiental Rio de Janeiro. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, Estado do Rio de Janeiro. Projeto PLANÁGUA SEMADS/GTZ. 2011.

PMSB, Plano Municipal de Saneamento Básico. Diagnóstico, descrição e análise do sistema do abastecimento público de água tratada e esgotamento sanitário. Prefeitura Municipal de Niterói, 2015.

MELO, Eloi. Maré meteorológica na costa brasileira. Tese de progressão docente apresentada Universidade Federal de Rio Grande, curso de Engenharia Civil Costeira e Portuária, 329 p, 2017.