



IMPACTO DA MARÉ METEOROLÓGICA NO NÍVEL DO MAR PARA A BAÍA DE SEPETIBA-RJ

Eduarda Pinto Borba^{1*}
Gregório Luiz Galvão Teixeira^{2*}
*Alessandro Mendonça Filippo*³

RESUMO

A proposta desse trabalho é ampliar o conhecimento sobre as oscilações da Maré Meteorológica (MM) em situações extremas na Baía de Sepetiba – RJ, por meio da caracterização desse fenômeno e sua relação com os sistemas sinóticos. Os dados de nível do mar foram adquiridos no Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO), do Centro de Hidrografia da Marinha (CHM). Os dados de reanálise (vento e pressão) foram do ERA-5. Os dados utilizados se referem ao período entre os anos de 2014 a 2015. Para tal, o dado aplicado foi a subtração da maré prevista do nível observado para se obter o nível não-Astronômico. A MM foi obtida por intermédio da filtragem no domínio da frequência por meio da Transformada inversa de Fourier. O algoritmo de detecção de extremos de picos e cavados da MM foi aplicado com uma estatística aplicada que detecta valores acima de 95%. Por fim, foi feita uma análise conjunta desses períodos dos extremos da MM com os dados de reanálises. O tempo resposta entre os extremos

¹ Oceanógrafa e mestranda em Oceanografia Física pela UERJ. Email: eduardapborba@gmail.com

² Oceanógrafo físico e mestre em Eng. Ambiental pela UFES, Professor de Oceanografia, Marés e Geologia e Geofísica do CIAARA. Email: gregorio.luz@marinha.mil.br

³ Oceanógrafo pela UERJ, mestre e doutor em Geociências pela UFF, Professor Associado do Depto. Oceanografia Física e Meteorologia da Faculdade de Oceanografia da UERJ.

de pressão e MM foi, em média, de 43 horas. A taxa de variação da MM e da pressão, em média, foram, respectivamente, de 0,66 cm e 0,14 hPa. Verificou-se que quanto menor o tempo resposta, maior a variação da MM. Este trabalho buscou mostrar a quantificação de parâmetros da MM por meio de um método simples, o que permitirá que essa quantificação possa ser replicada e possa servir de referência para outros estudos. O conhecimento destes parâmetros é de suma importância na tomada de decisão quanto à segurança da navegação, uma vez que a MM impacta diretamente na previsão de maré e na definição dos níveis de redução.

Palavras-chave: Maré Meteorológica, Níveis Extremos, Tempo Resposta, Taxa de variação, Transformada Inversa de Fourier, Baía de Sepetiba.

ABSTRACT

This work aims to expand the knowledge about the Meteorological Tide (MM) oscillations in extreme situations in Sepetiba Bay - RJ, through the phenomenon characterization and its relationship with the synoptic systems. The sea level data was obtained from the National Oceanographic Data Center (BNDO) of the Navy Hydrography Center (CHM). The reanalysis data (wind and pressure) were from the ERA-5. The data used refer to the period between the years 2014 to 2015. To this end, the predicted tide was subtracted from the measured level to obtain the non-astronomical level. The MM was obtained by filtering in the frequency

WWdomain through the inverse Fourier transform. The algorithm for detecting extremes of peaks and troughs of MM was applied together with an applied statistic that detects values above 95%. Finally, a joint analysis of these periods of the extremes of the MM was made with the reanalysis data. On average, the response time between the extremes of pressure and MM was 43 hours. The rate of variation of MM and pressure on average were respectively 0.66 cm and 0.14 hPa. It was found that the shorter the response time, the greater the variation of MM. This work sought to show the quantification of MM parameters through a simple method, which will allow this quantification to be replicated and serve as a reference for other studies. Knowing these parameters is of paramount importance in decision-making regarding navigation safety, since the MM directly impacts the tide forecast and the definition of reduction levels.

Keywords: Meteorological Tide, Extreme Levels, Time Response, Rate of variation, Inverse Fourier Transform, Sepetiba Bay.

1. INTRODUÇÃO

A oscilação do nível do mar é influenciada por diversos processos astronômicos e meteoceanográficos desencadeados por forçantes. A compreensão desses processos e suas forçantes, torna-se fundamental para o planejamento de obras costeiras de defesa contra possíveis eventos ambientais extremos, visto que metade da população global vive a 100 km do mar (PUGH; WOODWORTH, 2014).



Além disso, grande parte das maiores cidades do mundo estão localizadas na zona costeira ou próximas a ela, e as consequências na infraestrutura dessas cidades afetariam também os 90% do comércio global transportado pelo mar (PUGH; WOODWORTH, 2014).

O nível não-astronômico (NnA) corresponde a uma variação do nível do mar, causada principalmente por efeitos meteorológicos. A atmosfera pode induzir variações no nível do mar em escalas de tempo que vão desde minutos a anos, o que faz com que o NnA englobe diversas frequências (MELO F^o, 2017). Comumente, essa oscilação é correlacionada com os regimes de ventos na superfície do mar e com a variação da pressão atmosférica nos oceanos (MELO F^o, 2017).

O NnA, ao contrário da maré astronômica, apresenta baixa previsibilidade. Para obtê-lo a partir de dados de um marógrafo, basta subtrair a série temporal da maré prevista do nível observado (MELO F^o, 2017; PUGH, 1987). Isso resultará em valores positivos (sobre-elevações) e negativos (rebaixamento), que têm como origem forçantes não-astronômicas. A sobre-elevação pode causar inundações urbanas, destruição de estruturas costeiras, assoreamento de canais, acidentes de navegação, inundações de píeres e marinas, rompimento de amarras de barco, entre outros. O rebaixamento pode causar danos às embarcações, como encalhamentos, pois a maré fica abaixo do nível de redução (COELHO; TEIXEIRA; TEIXEIRA, 2016; PUGH, 1987). Em águas rasas esse conhecimento preciso da altura da água em relação ao fundo possibilitará uma navegação segura das embarcações.

Segundo MELO F^o (2017), os períodos da banda do NnA no espectro vão de 2 horas a 1 ano. Este autor decompõe o NnA em 3 sub-bandas, a saber: a Sazonal, a Meteorológica e a de Tempestade, em faixas de períodos de 1 ano a 30 dias, de 30 a 3 dias e de 3 dias a 2 horas, respectivamente. Devido ao NnA apresentar componentes de natureza não-determinística, trabalhos como de MELO F^o (2017) e NETO (2021) mostram que é possível obter uma série temporal apenas com as frequências de interesse com Transformada Inversa de Fourier (FTIF) (THOMPSON; EMERY, 2014) e com filtros digitais (FRANCO, 2009; THOMPSON, 1983).

As previsões da maré astronômica que se encontram nos cálculos das Tábuas de Maré em alguns casos tornam-se irrelevantes, pois os valores de altura do nível do mar observado podem diferir significativamente do nível de maré prevista, devido aos efeitos meteorológicos (FUCHS; TEIXEIRA; NZUALO (2021); MELO F^o, 2017). Apesar da importância das forçantes astronômicas, há locais, tais como Rio Grande, em que as análises espectrais da maré mostram uma energia mais significativa nas frequências da banda não-astronômica do nível do mar e uma diminuição na energia das frequências astronômicas (MELO F^o, 2017; PUGH, 1987). Isso revela a importante influência que a intensidade e a duração dos efeitos meteorológicos têm sob a oscilação do nível do mar, assim como as características topográficas do local, visto que, quando as forçantes atuam em águas rasas, seus efeitos são intensificados, (NUNES, 2007; PUGH, 1987).

As zonas costeiras sofrerão maior impacto das variações do nível do mar quando houver a conjunção de ressacas com maré astronômica em períodos de sizígia, havendo mais parte alagada para a onda se deslocar. Essa combinação aumenta a probabilidade de danos à costa e à população, principalmente sobre regiões costeiras de baixo gradiente topográfico e densamente povoadas (PUGH, 1987).

Nessa perspectiva, é de extrema importância a realização de pesquisas sobre as oscilações da maré meteorológica (MM) para ampliar o conhecimento na costa brasileira, em particular na região sul e sudeste, onde a componente não-astronômica tem uma importância significativa no nível do mar (MELO F^o, 2017; FUCHS; TEIXEIRA; NZUALO, 2021). Além do mais, estudos na região referida nesse trabalho tornam-se interessantes, uma vez que o fenômeno de maré meteorológica, em momentos extremos, pode amplificar o rebaixamento e a sobre-elevação do nível do mar, assim como em ambientes portuários, uma vez que a maré meteorológica pode trazer riscos à navegação e limitar as operações portuárias.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Caracterizar a Maré Meteorológica em situações extremas na Baía de Sepetiba – RJ

2.2. Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral, foram definidos objetivos específicos, a saber:

- Reconhecer os extremos da MM;
- Relacionar os casos extremos da MM com processos Meteoceanográficos;
- Calcular o tempo resposta entre a MM e a Pressão ao nível médio do mar (PNMM);
- Calcular as Taxas de variação da MM e da PNMM.

3. DADOS E MÉTODOS

3.1. Área de Estudo

O sistema estuarino Baía da Ilha Grande e Baía de Sepetiba (SEBIGS) representa a transição entre o litoral rochoso da Serra do Mar e as planícies sedimentares da Baixada Fluminense a leste (RUELLAN, 1944; ALMEIDA, 1976; ASMUS e FERRARI, 1978; FERRARI, 1990 apud KJERFVE *et al.*, 2021). A região de estudo está localizada na Plataforma Continental Sudeste Brasileira (PCSE), que é delimitada pelos Cabo Frio (23°S), no Rio de Janeiro, e de Santa Marta (28° 40' S), em Santa Catarina, estendendo-se desde a costa até a sua borda, entre as isóbatas de 100 m e 200 m, e possui orientação predominante na direção NE-SW, com comprimento aproximado de 1.100 km (COELHO, 2010). Esse sistema tem uma área de 775 km² e se estende 120 km ao longo de um eixo oeste-leste. A BS tem uma área de 305 km² e uma largura máxima de 15 km (KJERFVE *et al.*, 2021), limitada pela Serra do Mar à nordeste, pela Serra de Madureira ao norte, pelo maciço da Pedra Branca à sudeste e pela Restinga da Marambaia ao Sul (ROCHA *et al.*, 2010; TEIXEIRA *et al.*, 2017). A BS tem relevância social, econômica e



política devido à Base de Submarinos da Marinha, a outros três portos ou terminais instalados em seu interior (TEIXEIRA *et al.*, 2016) e a diversas plantas industriais localizadas nessa baía. Esse complexo estuarino possui um alto potencial pesqueiro e turístico, além de ser um criadouro natural para diversas espécies por conta de sua extensa área de mangue e estuários (CREED *et al.*, 2017; TORQUETI, 2019).

A principal forçante hidrodinâmica é a maré local (ALVES, 2009; SIGNORINI, 1980), com a presença de variações não astronômicas devido às variabilidades meteorológicas, como as frentes frias polares. Estas últimas são reflexos do clima local, ocorrendo principalmente durante o inverno (CAVALCANTI; KOUSKY, 2009; DERECZYNSKI *et al.*, 2022; KJERFVE *et al.*, 2021)

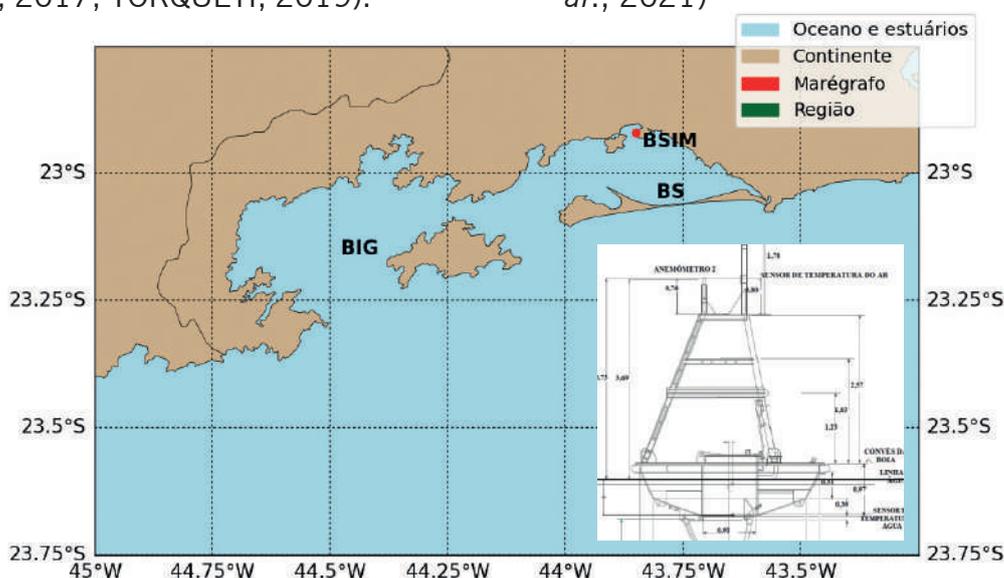


Figura 1 – Mapa da localização geográfica da área de estudo adjacente da Estação Maregráfica Base de Submarinos da Ilha da Madeira (EMBSIM) que está localizada no SEBIGS

3.2. Dados

Como já citado anteriormente, as elevações do nível de mar foram obtidas na EMBSIM, localizada na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. A estação em questão é dotada de um marégrafo de boia e contrapeso. Os dados de alturas do nível do mar (NM) observados abrangem os anos de 2014 e 2015. Estes dados foram adquiridos através do Banco Nacional de Dados Oceanográficos, do Centro de Hidrografia da Marinha (BNDO/CHM), e possuem uma taxa de amostragem horária, resultando em 8782 elementos

de altura. Os dados de vento a 10 m da superfície nas componentes u e v e da PNMM foram obtidos pelo banco de dados de reanálise do ERA5 (ECMWF e *Analysis*), no mesmo período dos dados de NM.

3.3. Nível não-astronômico

Após obtenção da curva da maré astronômica (previsão harmônica), foi utilizada a metodologia de MELO F^o (2017) para a obtenção do nível não-astronômico. O autor afirma que para obter o NnA

num certo maregrama basta subtrair a maré astronômica (previsão harmônica) da maré observada local ($NM(t)$).

$$NnA(t) = NM(t) - Na(t)$$

equação (1)

3.4. Transformada de Fourier (TF)

Para se entender o fenômeno conforme o espectro, o intervalo de todas as possíveis frequências de cada sub-banda não-astronômica, também analisado como o espectral de energia (MELO F^o, 2017), foi necessário transformar o sinal que estava, anteriormente, no domínio do tempo para o domínio da frequência. Para tal finalidade, usou-se o método TF. Desse modo, foi possível decompor, quantificar e avaliar as diferentes componentes do sinal não-astronômico, por meio da distribuição de energia ao longo de todas as suas componentes, e determinar os limites de frequência da banda de interesse. Este trabalho utilizou como referência o intervalo proposto por MELO F^o (2017).

3.5. Transformada Inversa de Fourier (TIF)

A sub-banda MM tem os limites estabelecidos entre 30 dias e o Período Inercial (P_{Inercial}). Para definir os limites de frequência da MM, foi calculado o P_{Inercial} local (equação 2) para a latitude 22° 55,9' W, na qual o marégrafo da BSIM está localizado (CSANADY, 1982; MELO F^o, 2017).

$$P_{Inercial} = \frac{2\pi}{f}$$

equação (2)

Após definir esses limites da MM (Tabela 1), essa informação será utilizada como referência para obter a curva desse fenômeno através da TIF. Esse método irá recompor o sinal de Fourier, isto é, reconstituir a curva da MM de acordo com os limites estabelecidos (MELO F^o, 2017).

Tabela 1: Período Inercial calculado para a latitude local

	Latitude	T _{Inercial}	Frequência (cpd)	Dias
BSIM (RJ)	22,93°	30,8003	0,7792	1,28

3.6. Reconhecimento de Extremos

Para identificar os extremos de sobre-elevação e rebaixamento, foi calculada a média aritmética destes extremos e calculado o intervalo de confiança para a média das sobre-elevações ($\bar{x}_{cristas}$) e dos rebaixamentos (\bar{x}_{cavas}), separadamente. O reconhecimento dos extremos seguiu as seguintes condições:

$$Se, MM \geq \bar{x}_{cristas} + 1,96 \sigma_{MMcristas} = \text{Extremo de sobre - elevação}$$

$$Se, MM \leq \bar{x}_{cavas} - 1,96 \sigma_{MMcavas} = \text{Extremo de rebaixamento}$$

Os valores inferiores ou iguais às \bar{x}_{cavas} , serão os extremos de rebaixamento e valores superiores ou iguais às $\bar{x}_{cristas}$, serão os extremos de sobre-elevações. A estimativa com 95% de confiabilidade se deu partir de uma função com base no cálculo de derivadas para obter uma estimativa mais conservadora de ambos os extremos (SPIEGEL; SCHILLER; SRINIVASAN, 2004).



3.7. Tempo Resposta (TR) e Taxa de Variação (TV)

Para caracterizar a MM será calculado o Tempo Resposta da variação máxima da MM, devido à variação máxima da pressão durante os rebaixamentos (Tr_r) (equação 3) e sobre-elevações (Tr_s) (equação 4). Também será calculada a taxa de variação da MM (TVMM) (equações 5 e 6) e da pressão (TVP) (equações 7 e 8) durante os rebaixamentos (r) e sobre-elevações (s).

$$Tr_r = t_{cavaMM} - t_{cristapressão} \quad \text{equação (3)}$$

$$Tr_s = t_{cavaMM} - t_{cristapressão} \quad \text{equação (4)}$$

$$TVMM_s = \frac{\Delta MM_{cava-crista}}{\Delta t_{cava-crista}} \quad \text{equação (5)}$$

$$TVMM_r = \frac{\Delta MM_{crista-cava}}{\Delta t_{crista-cava}} \quad \text{equação (6)}$$

$$TVP_s = \frac{\Delta P_{crista-cava}}{\Delta t_{crista-cava}} \quad \text{equação (7)}$$

$$TVP_r = \frac{\Delta P_{cava-crista}}{\Delta t_{cava-crista}} \quad \text{equação (8)}$$

3.8. Estatística

O conjunto de dados da série foi utilizado para avaliar estatisticamente a relação entre a Maré Meteorológica e a PNMM.

3.9. Correlação de Pearson

O uso do coeficiente de correlação determina a relação entre duas propriedades. O coeficiente pode variar de +1 a -1. O valor de correlação mais próximo a 1,

indica forte correlação. Já mais próximo de zero, indica correlação fraca. Nesse trabalho, correlacionamos os métodos entre si, em função da covariância, de dois em dois, para avaliar se há uma relação linear, mais próximo a 1, entre os níveis não-astronômicos.

A equação para o coeficiente de correlação é:

$$\text{Correl}(X, Y) = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 \sum(y - \bar{y})^2}} \quad \text{equação (9)}$$

Onde: \bar{x} e \bar{y} são as médias da amostra MÉDIA (matriz1) e MÉDIA (matriz2).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir do cálculo do Período Inercial local para a BSIM (latitude = 22 93°), os limites de frequência da subdivisão do NnA foram estabelecidos. Os limites da MM foram de 0,033 a 0,779 cpd para a região de estudo. A partir do conhecimento dos limites de frequências de cada sub-banda, foi reconstituída a curva de cada uma delas por meio da TIF.

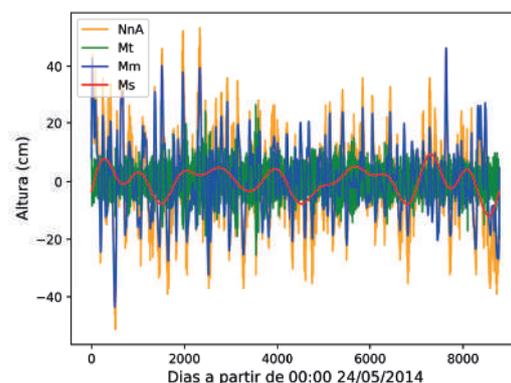


Figura 2 – Gráfico da série temporal do Nível não-Astronômico (NnA) junto das suas 3 sub-bandas reconstituídas pela TIF. Mt = Maré de Tempestade; Mm = Maré Meteorológica; Ms = Maré Sazonal

De modo a quantificar os eventos extremos, ou seja, os eventos que estão acima da média dos picos, e os eventos que estão abaixo da média das cavas, foi utilizado o método de reconhecimento de extremos. A figura 3 representa os 25 extremos de cristas e cavas da MM. Nesta figura os pontos de reconhecimento das datas 05/05/2015 e 08/05/2015, de sobre-elevação, e 22/05/2015 e 24/05/2015 de rebaixamento estão sobrepostas. Os círculos roxo e rosa foram ampliados para uma melhor visualização dos 25 extremos, 13 cristas e 12 cavas.

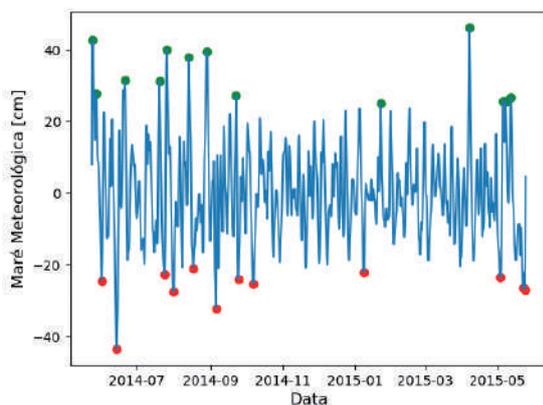


Figura 3 – Extremos de sobre-elevação e rebaixamento da Maré Meteorológica com 95% de confiabilidade obtidos através do método de reconhecimento de extremos

Após o reconhecimento dos 25 extremos, foi realizada a análise conjunta dos dados da MM com os dados de vento e pressão filtrados na banda meteorológica. Na figura 4 está representada essa análise para o caso mais extremo de rebaixamento. A MM atingiu -43,469 cm. Assim, foi possível calcular as variações entre as cavas e os picos da pressão e da MM, como demonstrado na figura 5. Além de observar os ventos favoráveis durante os casos de rebaixamento e sobre-elevação.

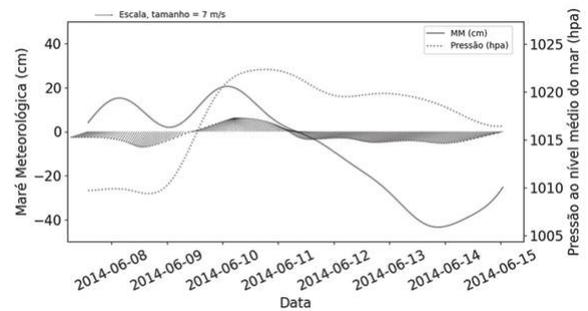


Figura 4 – Gráfico da análise conjunta das variáveis MM, PNMM e vento do caso 1 de rebaixamento

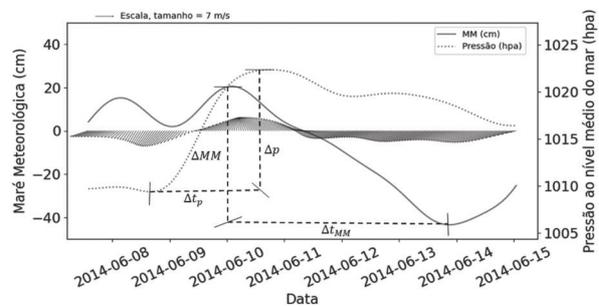


Figura 5 – Gráfico da análise conjunta das variáveis MM, pressão e vento do caso 1 de rebaixamento, exemplificando o cálculo da variação do mínimo até o máximo da pressão no tempo e da variação do máximo até o mínimo da MM no tempo

Além das análises conjuntas, foram calculadas as taxas de variação e tempos de respostas entre as variáveis pressão e MM, uma vez que essas variáveis podem ser utilizadas na análise primária da dinâmica do processo, que advém da resposta da MM frente a ação da pressão. Os resultados desses cálculos se encontram apresentados na Tabela 2. Esses cálculos não foram realizados para o caso 2 de sobre-elevação por conta da ausência de dados pretéritos do nível do mar, não sendo possível analisar as cavas e cristas anteriores da MM e da pressão, respectivamente.



Tabela 2: Casos de sobre-elevação (S) e rebaixamento (R) com seus respectivos tempos de resposta (TR), taxa de variação da MM (TVMM) e taxa de variação da pressão (TVP)

Casos		TR (dias)	TVMM (cm/dia)	TVP (hpa/dia)
Caso 2	S	-	-	-
Caso 1	S	0,83	22,80	3,60
Caso 3	S	1,17	30,72	3,60
Caso 4	S	2,96	16,56	2,16
Caso 5	S	0,75	26,64	2,40
Caso 6	S	3,38	11,52	1,68
Caso 7	S	1,29	24,00	2,64
Caso 8	S	0,88	13,44	4,80
Caso 9	S	2,21	16,56	3,36
Caso 10	S	0,67	16,56	4,56
Caso 11	S	0,71	11,76	3,12
Caso 12	S	1,42	21,84	3,60
Caso 13	S	1,58	19,44	2,40
Caso 1	R	3,08	16,80	6,72
Caso 2	R	0,25	21,36	6,96
Caso 3	R	2,46	12,72	6,72
Caso 4	R	2,08	7,44	1,20
Caso 5	R	0,75	10,32	1,44
Caso 6	R	1,58	9,60	0,72
Caso 7	R	1,88	11,04	1,92
Caso 8	R	1,58	28,32	3,12
Caso 9	R	2,92	11,04	1,68
Caso 10	R	3,96	1,68	2,64
Caso 11	R	1,83	12,72	1,68
Caso 12	R	3,04	4,56	10,56

Os casos extremos tiveram um tempo resposta médio de 43 horas, a taxa de variação da MM e da pressão, em média, foi de 0,66 cm/hora e 0,14 hPa/hora, respectivamente. Na TVMM ocorreu uma diferença das taxas de variação de rebaixamento (12,30 cm/dia) e de sobre-elevação (19,32 cm/dia), isso pode estar relacionado com a intensidade dos ventos de SW relacionados com as passagens das frentes frias.

O tempo resposta médio (TR) de 1,80 dias indica que a variação máxima da MM, devido à variação máxima da pressão, é esperada após este período. O valor do TR calculado é superior ao $T_{Inercial}$, o que pode estar relacionado ao fato de que este processo é influenciado pelo efeito de rotação da Terra.

A correlação, em média, do TR com as taxas de variação da MM e da pressão mostrou que o TR e a pressão apresentam uma correlação pequena positiva (0,06), sendo este valor de correlação não significativo. Já a correlação entre a TR e a MM apresentam uma correlação de - 0,54. Este valor sinaliza uma relação inversa, portanto, menores tempos de respostas estão relacionados com maiores taxas de variação da MM.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este trabalho teve como objetivo a caracterização da Maré Meteorológica frente aos processos meteoceanográficos. Em relação ao tempo resposta da MM e da pressão ao largo, espera-se em média 1,80 dias. A taxa de variação média da MM foi de 15,84 cm/dia, ocorrendo uma diferença significativa das taxas de variação de rebaixamento (12,30 cm/dia) e de sobre-elevação (19,32 cm/dia). Com estes resultados é possível ter uma noção quantitativa de parte da dinâmica do processo de formação e propagação destas ondas, o que permite utilizar esses parâmetros em modelos conceituais ou servir-se deles como referência para comparação de resultados de modelos hidrodinâmicos ou analíticos. Este trabalho é fruto da parceria formada entre o CIAARA e o Departamento de Oceanografia Física e Meteorologia da UERJ para estudos relativos às oscilações do nível do mar e de suas correntes associadas. Estes resultados embasarão trabalhos futuros, como dissertações, teses e artigos oriundos desta parceria.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. *et al.* Análise das Marés Meteorológicas em Leixões. 6^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária, n. Outubro, 2009.

ALVES, R.A. Variação Espacial da Relação entre as Amplitudes Harmônicas M2 e M4 das Correntes na Baía de Sepetiba-RJ. Anais Hidrográficos/ Diretoria de Hidrografia e Navegação, T.66, p 98-100. 2009.

CAVALCANTI, I.F.A.; KOUSKY, V.E. Frentes Frias Sobre o Brasil, In: CAVALCANTI, I.F.A (org,). Tempo e Clima no Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. E-book, Cap.9: p. 135-147. 2009.

COELHO, A. Método de previsão de maré oceânica, utilizando análise harmônica em sede 18,69 anos. 2016.

COELHO, *et al.* Impacto do processo de ressurgência costeira no NR: Caso Baía de Sepetiba. Congresso Brasileiro de Oceanografia. Salvador-Bahia, 2016.

DERECZYNSKI, C.; VASCONCELLOS, F.; KAISER, J.; GALLO, M.; MELO, G.; SILVEIRA I.; DOTTORI, M. Projeto de Caracterização Regional da Bacia de Santos – PCR – BS: Meteorologia e Oceanografia Física da Bacia de Santos. Vol. 3, rev. 02, dezembro, 2022.

FRANCO, A. A., Marés: Fundamentos, Análise e Previsão. DHN, 2^a edição. Niterói, 2009.

KJERFVE, B.; DIAS, G.T.M.; FILIPPO, A.; GERALDES, M.C. *Oceanographic and environmental characteristics of a coupled coastal bay system: Baía de Ilha Grande-Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brazil. Regional Studies in Marine Science.* Elsevier, v.41, 2021.

MELO F^o, E. *Maré Meteorológica na Costa Brasileira.* 2017. 328p. Tese (Professor Titular), Escola de Engenharia, Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande. 2017.

NEVES, C.; MUEBE, D. Vulnerabilidade, impactos e adaptação a mudanças do clima: a zona costeira. [s.l: s.n.].

PRATS, R. DE C. Avaliação e impactos da elevação do nível do mar no Porto de Santos (São Paulo, Brasil). p. 73, 2017.

PUGH, D. (1987) Tides, Surges and Mean Sea-Level. John Wiley, London.

SIGNORINI, S.R. *Study of the Circulation in Bay of Ilha Grande and Bay of Sepetiba: part II: an Assessment to the Tidally and Wind-driven Circulation Using a Finite Element Numerical Model, Brazilian Journal of Oceanography*, v. 29, nº.1, p 57-68. 1980. THOMPSON, R.O.R.Y. *Low-Pass Filters to Suppress Inertial and Tidal Frequencies. Journal of Physical Oceanography*, 1077- 1083, 1983.

THOMPSON, R.E., and EMERY, W.J. *Data Analysis Methods In Physical Oceanography.* Elsevier. 3^o edition. Oxford, 2014.