



8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:
do saber acadêmico à prática social"



Sistema de Previsão de Marés para Litoral Brasileiro e Territórios de Relevante Interesse.

Bruno Júlio de Oliveira¹, Jacqueline Barbosa Mendonça de Oliveira²,
Roberto Fioravanti Carelli Fontes³

¹ Campus Experimental do Litoral Paulista – São Vicente / SP;
Laboratório de Dinâmica de Estuários e Mares Costeiros (LADINeMC);
Bacharelado em Ciências Biológicas com Habilitação em Biologia
Marinha; bruno.julio.o@hotmail.com; Bolsa de Extensão.

² Campus Experimental do Litoral Paulista – São Vicente / SP;
Laboratório de Dinâmica de Estuários e Mares Costeiros (LADINeMC);
Bacharelado em Ciências Biológicas com Habilitação em Biologia
Marinha; jack_lline@hotmail.com.

³ Campus Experimental do Litoral Paulista – São Vicente / SP;
Laboratório de Dinâmica de Estuários e Mares Costeiros (LADINeMC);
Professor Doutor / orientador; rcfontes@clp.unesp.br.

Eixo: 3 – “Novas Tecnologias: Perspectivas e Desafios”

Resumo

As marés são alterações frequentes na altura da superfície dos oceanos, em um determinado ponto, originadas a partir das forças gravitacionais da Lua e do Sol, combinadas com o movimento da Terra. Seus efeitos são mais pronunciados nas zonas costeiras e em regiões rasas, onde sofre processos de amplificação, podendo chegar até 15 metros entre a maré alta e a baixa em locais específicos. O fenômeno de marés atua diretamente sobre diferentes processos costeiros físicos e biológicos, e também em aspectos antrópicos, como a ocupação da zona litorânea, navegação e utilização das praias para o turismo. Dessa maneira, a previsão de marés tem importância dos aspectos tanto ecossistêmicos, quanto socioeconômicos. O objetivo do presente trabalho foi desenvolver uma ferramenta de consulta pública online, com representação tabular e gráfica, de previsões de marés em pontos específicos do litoral brasileiro, destinado à comunidade científica, acadêmica, navegadores, surfistas e população em geral; de forma a divulgar o nome e as atividades da UNESP relacionadas às Ciências do Mar. A partir da identificação de alguns pontos de interesse foram coletadas constantes harmônicas de tábuas de marés disponibilizadas pela FEMAR (Fundação de

Estudos do Mar). Estas constantes harmônicas foram implantadas no software XTide (versão 2.13.2-4.fc20), instalado em um servidor Linux. A implementação desse software possibilitou o processamento, visualização e apresentação dos resultados, que são acessíveis através de um servidor na Web localizado no site do Campus do Litoral Paulista

Palavras Chave: *previsão de maré, Brasil*

Abstract:

The tides are frequent changes in the height of the sea surface, at a certain point, originated from the gravitational forces of the Moon and the Sun, combined with the movement of the earth. Its effects are more pronounced in coastal and shallow areas, where it undergoes amplification processes, reaching up to 15 meters between high tide and low in specific locations. The phenomenon of tides acts directly on different physical and biological coastal processes, and also in man-made aspects, such as the occupation of the coastal zone, navigation and use of beaches for tourism. Thus, tidal forecast is important both aspects of ecosystem, as socioeconomic. The aim of this study was to develop an online public consultation tool, with tabular and graphical representation of weather tides at specific



8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:
do saber acadêmico à prática social"



points along the Brazilian coast, for the scientific, academic community, browsers, surfers and the general population; in order to disclose the name and UNESP activities related to Marine Sciences. From the identification of some points of interest were collected constant harmonic tide tables provided by FEMAR (Sea Research Foundation).

Introdução

As marés são fenômenos naturais com alta influência em regiões costeiras e rasas, aonde sua altura é amplificada. Sua relevância em áreas como as portuárias, processos de navegação, relações biológicas, utilização da praia para turismo e outros fatores antrópicos é indiscutível. Assim a previsão das marés é de alta importância nos aspectos tanto ecossistêmicos quanto socioeconômicos.

As marés são ondas periódicas, de águas rasas, resultantes das forças gravitacionais da Lua e do Sol em conjunto com as forças centrífugas da rotação terrestre que podem ser influenciadas por fatores não regulares como a geomorfologia costeira, batimetria local e processos meteorológicos como ventos e variações na pressão atmosférica.

As ondas geradas a partir das resultantes da ação gravitacional da Lua do Sol e da Terra são denominadas de marés astronômicas, apresentam periodicidade e padrões regulares que podem ser previsíveis através do estudo dos registros passados de nível de mar num dado local, possibilitando a criação de tábuas de marés futuras.

As interações de todas as forças e fatores que geram e influenciam as marés são muito complexas e para se obter previsões em um local é necessário a análise harmônica dos registros de nível de mar do local de estudo.

A partir da análise harmônica de uma série temporal de registros de nível do mar pode se obter as amplitudes e fases das componentes geradoras de maré, ou componentes harmônicas, que são os parâmetros astronômicos que descrevem o regime de marés no local de estudo.

A aplicação do conhecimento dos valores das componentes harmônicas pode levar a criação de previsões de marés no local de estudo.

Objetivos

These harmonic constants were deployed on XTide software (version 2.13.2-4.fc20), installed on a Linux server. The implementation of this software enabled processing, visualization and presentation of results, which are accessible through a Web server located on the site of the Coastal Campus of São Vicente.

Keywords: Tide prediction, Brazil.

O presente projeto objetiva:

- Desenvolver e disponibilizar um meio de consulta para previsões do nível do mar (marés) em pontos de interesse do litoral brasileiro;
- Organizar e apresentar a informação sobre as marés, em forma tabular e gráfica, permitindo ao usuário rápido acesso;
- Fazer um sistema disponível à comunidade científica, acadêmica, navegadores, surfistas e população em geral;
- Divulgar o nome e as atividades da UNESP relacionadas às Ciências do Mar.

Material e Métodos

Caracterização da área de estudo

O Brasil se destaca por possuir a maior zona litorânea da América Latina. A Zona Costeira brasileira, estabelecida como patrimônio nacional no parágrafo 4º do art. 225 da Constituição Federal, compreende uma área de 8.500 km², e mais de 7 mil km de extensão em linha contínua, voltados para o Oceano Atlântico (Fig. 1).

Essa região abrange 17 estados e 395 municípios, distribuídos do Norte equatorial ao Sul



Figure 1. Representação do Brasil, com destaque à sua zona litorânea.



8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:
do saber acadêmico à prática social"



temperado do país. A região é composta por águas frias, no sul e sudeste, e águas quentes, no norte e nordeste. A paisagem do litoral brasileiro é bem diversificada, composta por dunas, praias, ilhas, recifes, costões rochosos, recortes litorâneos como baías, manguezais / estuários, restingas, brejos, falésias, lagoas e marismas. Desses ecossistemas destacam-se os manguezais, berçários de diversas espécies marinhas e de água doce e os recifes de coral, aclamados como os mais diversos habitats marinhos do mundo.

A partir da identificação de pontos de interesse ao longo do litoral brasileiro, como estuários, portos, canais de navegação, acessos, praias etc., foram coletadas suas respectivas tábuas maregráficas.

Provedor das tábuas de componentes harmônicas

Para calcular as variações de maré utiliza-se as componentes harmônicas empíricas já registradas. Estes dados, em sua maioria, foram obtidos em consultas no site da FEMAR (Fundação de Estudos do Mar) (Fig. 2), que disponibiliza online um catálogo de estações maregráficas brasileiras com 281 tabelas ao longo dos 17 estados litorâneos

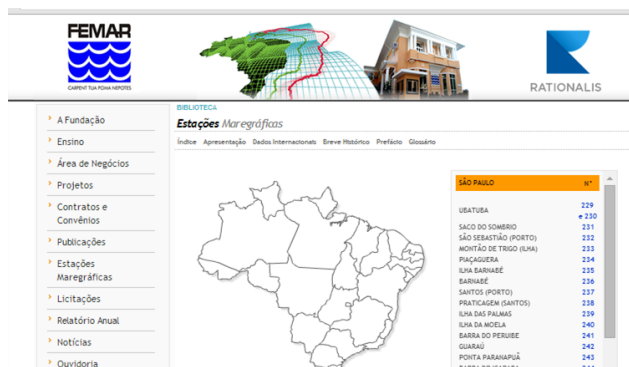


Figure 2. Representação do FEMAR. Identificação dos estados brasileiros e pontos com tábuas de mare.

brasileiros.

As tábuas (Fig. 3, no Anexo 1) foram selecionadas a partir da identificação dos pontos de interesse ao longo do litoral brasileiro. Estas contêm dados referentes ao nome de cada estação; localização; organização responsável pelo marégrafo; período analisado; o método utilizado na análise harmônica; a classificação da maré; nível médio do mar; médias das preamares e baixa-mares; quantidade de componentes analisadas; referências de nível; observações do local e 30 componentes

harmônicas principais com suas respectivas alturas e fases.

Em locais com tábuas duplas, selecionamos a tábua pela data da análise (mais recentes) e que apresentavam referências de nível de coleta de dados.

Modelo de previsão de maré pelo software "XTide"

Os dados de componentes harmônicas

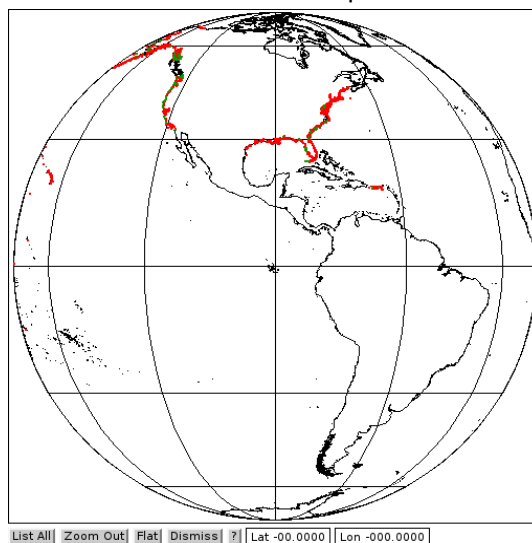


Figure 4. Representação do software XTide.

previamente selecionadas e coletadas da FEMAR foram inseridos no software XTide (versão 2.13.2-4.fc20) (Fig. 4), instalado em um servidor Linux, através do recurso *tide Editor* do próprio software.

Os dados principais foram as amplitudes e fases de diversas componentes, bem como nível médio do mar e outras informações. A partir desse banco de dados o software possibilita obter as previsões para o nível do mar, representando as características da estação analisada.

Plataforma de divulgação: site



8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:
do saber acadêmico à prática social"

Realização:
unesp
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
PROEX
PROEXTENSÃO

A implementação desse software possibilitou o processamento, visualização e apresentação dos resultados, que são acessíveis através de um servidor na Web (Fig. 5) localizado no site do Campus do Litoral Paulista.



Figure 5. Sistema de Previsão de Marés disponibilizado em plataforma digital pelo Campus Experimental do Litoral Paulista em sua Web-page.

Resultados e Discussão

Pelas configurações de apresentação do software XTide em site próprio (Fig. 6), com os pontos da costa inseridos e as constantes harmônicas coletadas, é possível selecionar a consulta de marés pela estação (Fig. 7) e período desejados (Fig. 8), obtendo como resultado as previsões de marés das selecionada (Fig. 9).



Figure 6. Representação da página inicial do site próprio do software.

Índice das Estações

Location	Type	Coordinates
Barnabé - SP	Ref	23.9361° S, 46.3389° W
Barragem de Japira - SP	Ref	24.6913° S, 47.4668° W
Barragem de Pombal - SP	Ref	24.3389° S, 47.0009° W
Bom Abrigo - SP	Ref	25.1248° S, 47.9673° W
Casimira - SP	Ref	25.0169° S, 47.9250° W
Conceição da Barra - ES	Ref	18.6294° S, 39.6805° W
Granari - SP	Ref	24.3815° S, 46.9891° W
Itapicuru - SP	Ref	24.7007° S, 47.5505° W
Ilha Barnabé - SP	Ref	23.9333° S, 46.3333° W
Ilha da Moeda (Santos) - SP	Ref	24.0530° S, 46.2701° W
Ilha das Palmas - SP	Ref	24.0138° S, 46.3329° W
Ilheus - SP	Ref	24.1802° S, 46.7952° W
Itapicuru - BH	Ref	12.0692° S, 37.6561° W
Montes de Itaja (ILHA)	Ref	23.8639° S, 45.7833° W
Piraciguara - SP	Ref	23.8806° S, 46.3833° W
Ponta Paranaíba - SP	Ref	24.4003° S, 47.0148° W
Pratigrama (Santos) - SP	Ref	23.9976° S, 46.3001° W
Saco do Sombro (Ilha de São Sebastião - parte leste)	Ref	23.9028° S, 45.2500° W
Santos (PORTO) - SP	Ref	23.9600° S, 46.3022° W
São João da Barra RJ	Ref	21.6407° S, 41.0500° W
São Sebastião - Porto	Ref	23.8139° S, 45.4000° W
Ubatuba (antigas instalações do IGG)	Ref	23.4639° S, 45.0472° W
Ubatuba (trapiche de atracação da estação de pesquisa do IOUSP)	Ref	23.5000° S, 45.1250° W

Figure 7. Representação do Índice de Estações opcionais no site próprio do software.

Data da previsão

Year: 2015 Month: 4 Day: 15 Go

Previsão Mensal

Year: 2015 Month: 4 Output: Web page Go

Previsão Anual

Year: 2015 Output: Web page Go

"busy" time

Sobre essa estação

Name: Santos (PORTO) - SP
In file: /usr/local/share/xtide_harm/comham.tcd
Station ID: countstabela Femar 237
Station ID: 8237
Coordinates: 23.9600° S, 46.3022° W
Country: Brazil
Time zone: America/Sao_Paulo
Native units: meters
Source: FEMAR
Restriction: Do not distribute
Comments: Localização: Na torre de passagem dos cabos elétricos pelo canal (Torre grande)
Organ. responsável: INPH / CODESP / DMH
Notes: Maré de Desigualdades Diurnas
Método Tidal: Liverpool Institute
Type: Reference station, tide
Meridian: -3:00
Datum: Mean Sea Level
Confidence: 10

Figure 8. Representação das opções de previsões que o no site próprio do software oferece.

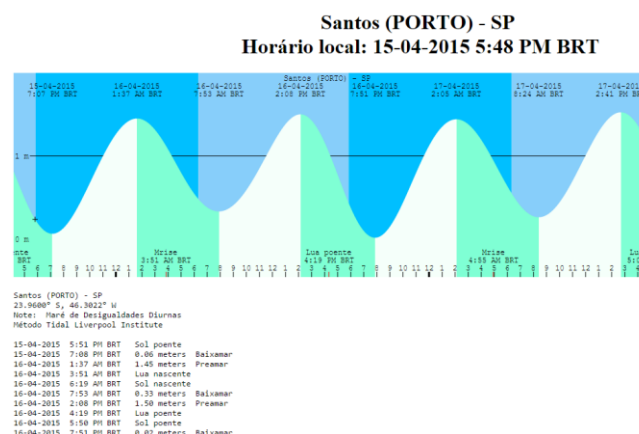


Figure 9. Representação do resultado de uma previsão de maré para a estação do porto de Santos pelo software.



8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:
do saber acadêmico à prática social"



Ao compararmos os resultados das previsões obtidas do sistema proposto com valores de tabelas em outros sistemas existentes, como o Departamento de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil (D.H.N.) e no site do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP), podemos dizer que os resultados obtidos reproduzem acertadamente os valores valores de nível do mar e os horários de ocorrências das preamares e baixa-mares, e dos períodos semi-diurnos, diurnos e quinzenais correspondents (Fig. 10).

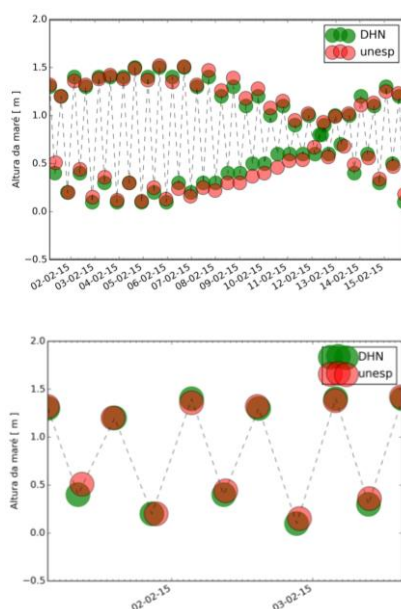


Figura 10. Comparação dos valores de nível do mar entre as previsões de referência (DHN) e dos resultados obtido pelo software XTide.

Conclusões

Com esse trabalho concluímos que o sistema de previsões é efetivo, pois pode representar adequadamente as características da maré em determinados pontos, como foi comprovada pela validação do sistema. E o software se mostra eficiente pois há possibilidade de inserção de novos pontos de previsões, conforme novos componentes harmônicos foram coletadas.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao laboratório LADINeMC pelo apoio ao desenvolvimento deste trabalho.

GARISSON, T. **Fundamentos de Oceanografia**. Editora: Cengage Learning Nacional. São Paul: Cengage Learning, 2010
MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Zona Costeira e Marinha**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-aquatica/zona-costeira-e-marinha>.
GODINHO, J. M. & ANTUNES, C. **Estudo da Análise Harmônica da maré aplicada ao marégrafo de Cascais**. In: VII CNCG – Conferência Nacional de Cartografia e Geodesia. 2011. Porto, Portugal.
JUNIOR, V. B. **Metodologia para geração de cartas de correntes de maré em sistemas estuarino e recintos portuário com aplicação na Baía de Todos os Santos, BA**. 176f. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica da Universidade Federal do Rio de Janeiro). 2009.
GODINHO, J. R. P. M. **Variação temporal das principais constituintes harmônicas da maré de Cascais**. 78f. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Geográfica – Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia da Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa). 2011.



8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:
do saber acadêmico à prática social"



Anexo 1

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

Nome da Estação :		SANTOS (PORTO) – SP			
Localização :		Na torre de passagem dos cabos elétricos pelo canal (Torre Grande)			
Organ. Responsável :		INPH / CODESP / DHN			
Latitude :		23° 57,3' S		Longitude : 46° 18,6' W	
Período Analisado :		01/01/56 a 23/12/56		Nº de Componentes : 32	
Análise Harmônica :		Método Tidal Liverpool Institute			
Classificação :		Maré de Desigualdades Diurnas			
Estabelecimento do Porto: (HWF&C)		II H 55 min		Nível Médio (Zo): 77 cm acima do NR.	
Média das Preamares Superiores (MHHW) :		141 cm acima do NR.		Média das Preamares Inferiores (MLHW) : 130 cm acima do NR	
Média das Baixa-mares Superiores (MHLW) :		29 cm acima do NR.		Média das Baixa-mares Inferiores (MLLW) : 7 cm acima do NR.	
CONSTANTES HARMÔNICAS SELECIONADAS					
Componentes	Semi-amplitude (H) cm	Fase (g) graus (°)	Componentes	Semi-amplitude (H) cm	Fase (g) graus (°)
Sa	10,2	025	MU ₂	2,1	122
Ssa	5,0	180	N ₂	5,4	149
Mm	4,2	289	NU ₂	0,4	139
Mf	1,7	141	M ₂	36,4	088
MTM	-	-	L ₂	1,6	037
Msf	1,5	121	T ₂	0,8	020
Q ₁	2,5	058	S ₂	22,5	091
O ₁	11,5	081	K ₂	7,4	082
M ₁	0,8	095	MO ₃	0,7	096
P ₁	2,3	136	M ₃	4,9	234
K ₁	6,3	143	MK ₃	2,5	117
J ₁	0,8	192	MN ₄	1,3	318
OO ₁	0,2	133	M ₄	2,6	355
MNS ₂	0,2	189	SN ₄	0,6	061
2N ₂	2,0	149	MS ₄	2,2	143
Referências de Nível: RN Alfândega, situada na Praça da República, no meio fio em frente ao prédio da Delegacia da Receita Federal (antiga Alfândega). RN 2 implantada na sapata da torre do lado do porto.					
Obs: Outros Períodos: 01/01/51 a 04/01/51; 14/11/59 a 15/12/59; 07/02/78 a 23/02/78; 27/02/78 a 27/03/78; 05/09/95 a 07/10/95. Existem outros períodos no INPH e na CODESP Consta das Tábuas das Marés.					

Código BNDO: 50225

Figure 3. Representação de tábua de components harmônicas da estação do Porto de Santos (SP), disponibilizada pelo provedor de domínio público do FEMAR.