



UFRJ

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE TECNOLOGIA - ESCOLA POLITÉCNICA



MODIFICAÇÃO DA ONDA DE MARÉ NA BOCA DO ESTUÁRIO DO RIO AMAZONAS

Castro, G.B.M. de; Gallo, M.N.; Vinzon, S.B.; Borba, C.H. de O.

O que é um estuário?

- Segundo a definição clássica de Pritchard (DYER, 1997) um estuário é um corpo de água semiconfinado que tem ligação livre com o mar e onde ocorre a mistura das águas marinhas e fluviais, estas últimas provenientes da drenagem do interior das terras.
- Esta definição não leva em consideração a região onde ainda ocorre a influência da onda de maré, embora não haja mistura com água salgada.
- Neste trabalho adotou-se uma definição de estuário mais abrangente, incluindo o trecho inferior do rio onde o escoamento é afetado tanto pela vazão fluvial como também pela propagação da maré (HARLEMAN e LEE, 1969, PRANDLE e CROOKSHANK, 1974, DYER, 1997, VINZON, 1998).

Maré x Estuário

- A propagação da maré em estuários sofre influência de:
 - Atrito de fundo
 - Vazão fluvial
 - Mudanças de geometria do canal
- Consequências:
 - Amortecimento (amplitude de cheia menor que a de estiagem, redução da celeridade ou aumento de fase)
 - Variação no nível médio (dissipação de energia gerando gradiente de pressão)
 - Assimetrias nas curvas de nível e velocidade (tempo diferente para períodos de enchente e vazante)

Área de estudo: Estuário do Rio Amazonas

- Estação maregráfica em Ponta do Céu (Lat.: 0.761667 Long.: -50.118333)
- Ponto de entrada para os navios



Aquisição de dados

- UNIPILOT (COOPERATIVA DE APOIO E LOGISTICA AOS PRATICOS DA ZP 1 LTDA) para a estação maregráfica de Escola do Igarapé Grande do Curuá - Barra Norte
- Sensor de boia (SE200) e um radar presentes na estação maregráfica
- Desde o dia 13/11/2017 até data atual, $\Delta t = 10$ min



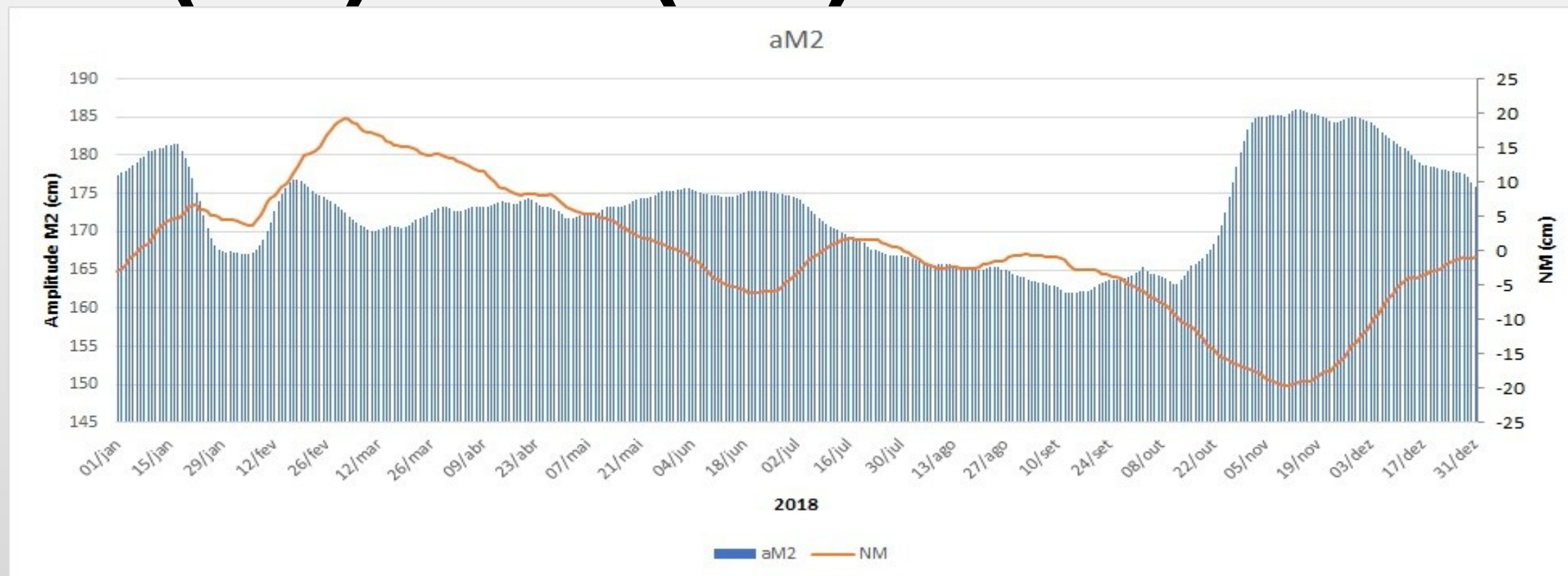
Tratamento dos dados

- Análise Tradicional X Análise Modificada
- Análise harmônica de 32 dias móveis e $\Delta t = 10$ min
- Dados utilizados: 01/01/2018 à 31/01/2019 (análise de 32 dias)
- Problemas:
 - a) Apenas um dos sensores forneceu dados: utilizar dados obtidos desse sensor
 - b) Nenhum dos sensores forneceu dados:
 - b.1) Se o intervalo sem dados for menor do que 1 hora, utilizar interpolação linear dos dados
 - b.2) Se o intervalo sem dados for maior do que 1 hora, utilizar previsão de maré para preencher a lacuna de dados.

Metodologia aplicada

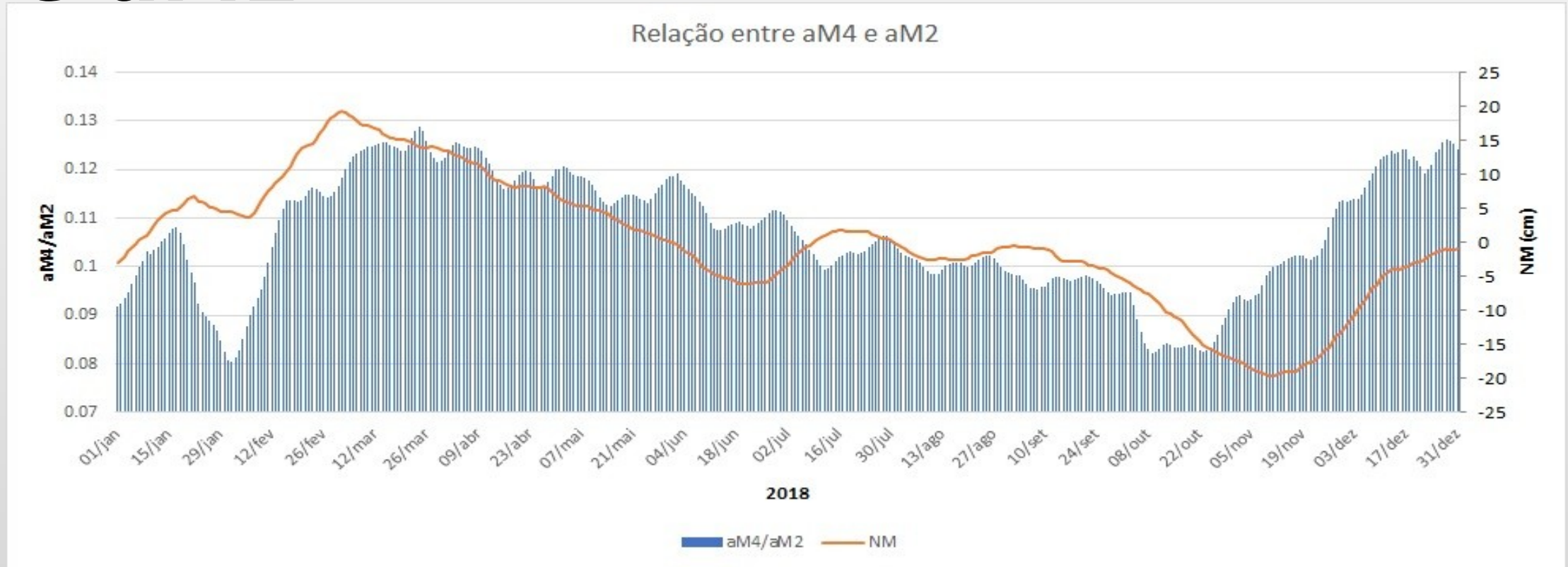
- MATLAB R2016a, da MathWorks Inc.
- T-Tide (PAWLOWICZ et al., 2002)
- Loop para o período de dias analisados (1 : 365)
- Função sprintf para intervalos de leitura em planilhas Excel
- Função sprintf para nomes de arquivos de saída
- Função 'output' dentro da rotina T-Tide: exportar .csv
- Conversão .csv para .xls
- Macro do Excel para tratar dados (organizar em várias colunas) e facilitar leituras futuras

Resultados - Amplitude de M2(cm) e NM(cm)



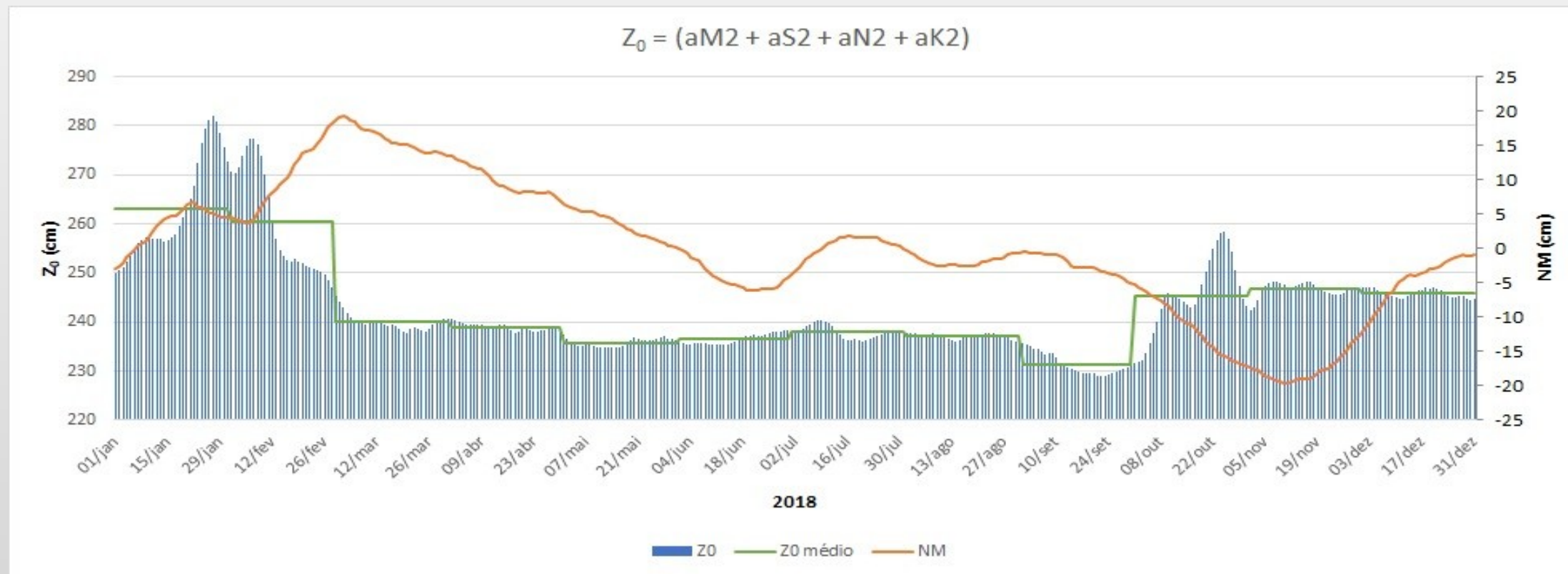
- Modulação das amplitudes de maré devido à presença da vazão fluvial (caráter não estacionário da maré)
- Variações de amplitude de M2 de aproximadamente 185 cm (na seca) para 162 cm (na cheia do rio).

Resultados - Relação entre aM4 e aM2 e aM2



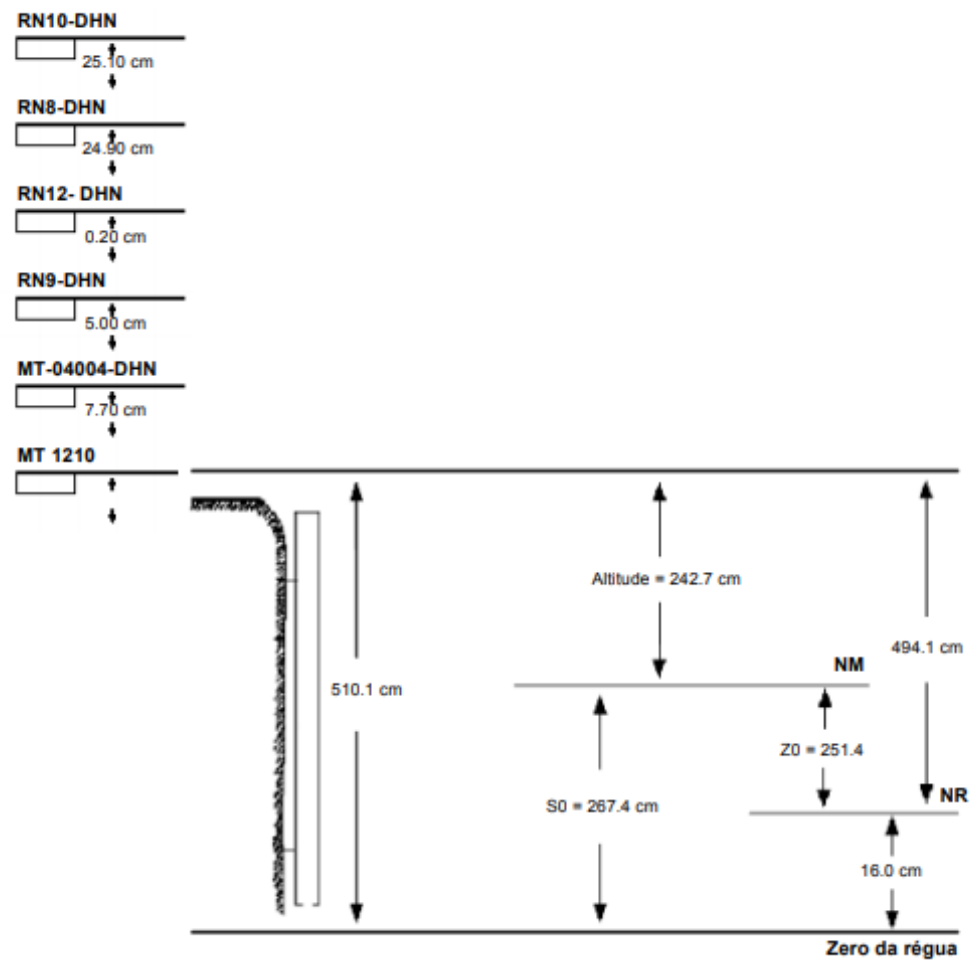
- A evolução da relação de aM4/aM2 mostra o caráter não linear da onda de maré e a contribuição de vazão na assimetria da onda, apresentando maior influência nos períodos de cheia.

Resultados - Z0 (cm) e NM (cm)



- Variação do Z0 ao longo do ano de 2018, junto com sua variação mensal. Perceba-se que nesse ano houve uma variação aproximadamente de 50 cm em Z0 e 35 cm em NM, coincidindo com as épocas de cheia e seca do rio.

Diagrama



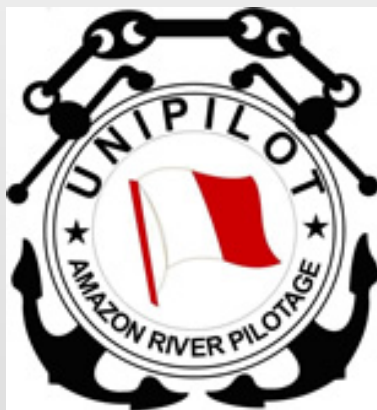
Esquema



Conclusões

- Conhecer as variações de níveis atingidos pela maré neste tipo de ambiente, são de muita importância nos levantamentos batimétricos e na navegação da região.
 - Determinar máximo calado para navegação no local
- A disponibilidade de séries longas são fundamentais para considerar os efeitos da variação da vazão fluvial nas componentes da maré.
- Os resultados desta análise mostraram a participação da vazão fluvial no amortecimento das componentes semidiurnas e também a variação da distribuição de energia da maré astronômica nas altas (M4) frequências, responsáveis pela assimetria da onda.
- A participação da vazão fluvial será investigada futuramente

Agradecimentos



LABORATÓRIO DE DINÂMICA
DE SEDIMENTOS COESIVOS



Referências

- Estação maregráfica:
[https://www.marinha.mil.br/chm/sites/www.marinha.mil.br.chm/files/dados_de_mare/10656 - igarape grande do curua f-41 padrao v2-19.pdf](https://www.marinha.mil.br/chm/sites/www.marinha.mil.br.chm/files/dados_de_mare/10656_-_igarape_grande_do_curua_f-41_padrao_v2-19.pdf)
- Tábua de maré:
https://www.marinha.mil.br/chm/sites/www.marinha.mil.br.chm/files/dados_de_mare/tabuaigarape.pdf
- Dronkers, J.J. 1964. Tidal Computation in Rivers and Coastal Waters. North-Holland, New York
- Dyer, K.R. 1997. Estuaries. A Physical Introduction. John Wiley & Sons Friedrichs, C.T.; Aubrey, D.G. 1994. Tidal Propagation in Strongly Convergent Channels.
- Journal of Geophysical Research (99): 3321-3336
- Gallo, M.N. 2004. A influência da vazão fluvial sobre a propagação da maré no estuário do rio Amazonas. Tese M.Sc., Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 111 p.
- Pawlowicz, R.; Beardsley, B.; Lenttz, S. 2002. Classical Tidal Harmonic Analysis including Error Estimates in MATLAB using T_TIDE. Computers & Geosciences 28, pp.929-937.
- Pugh, D.T. 1987. Tides, surges and mean sea level. Swindon, John Wiley & Sons, England, 472 p.
- Shetye, S.R.; Gouveia, A.D. 1992. On the role of geometry of cross-section in generating flood dominance in shallow estuaries. Estuarine, Coastal and Shelf Science 35: 113-126

Obrigado!