

OMARSAT 2017 IEAPM-MB

- CMG(EN-RM₁) FABRICIO
- Importância do OMAR/OMARSAT:
- Principais Trabalhos apresentados no OMARSAT
- Diferentes abordagens para modelagens de ondas superficiais de gravidade
- Destruição da Praia do Forte em jun/2010
- Tsunami no Japão em mar/2011
- Acidente na ciclovia da Av Niemeyer em 21/04/2016 às 11hs

OMARSAT 2017

- CMG(EN-RM₁) FABRICIO
- Importância do OMAR/OMARSAT:
- Rede remo marco da integração em alto nível da MB, da academia e da indústria civil com simulação numérica de vórtices e correntes, modelo a ser seguido (22 teraflops, 138 do mundo em 2008, única máquina brasileira);
- Integração da comunidade científica de oceanografia física e engenharia costeira e oceânica em torno das idéias e projetos da MB/IEAPM pela manutenção de uma intenção estratégica nessa direção;
- Formação de carreiras nessa área, transformação da percepção da natureza em sistemas e modelos de previsão e planejamento tático e estratégico;

OMARSAT 2017 IEAPM-MB

- CMG(EN-RM₁) FABRICIO
- Participações no OMAR:
- 1995 – Simulação Numérica de Ondas Superficiais de Gravidade com o MEC;
- 1997 – Obras costeiras da MB;
- 2005- **APLICAÇÃO DA ESTATÍSTICA DE EXTREMOS DE WEIBULL COM TRÊS PARÂMETROS PARA ANÁLISE DE DADOS DE ONDAS E DE VENTOS NO OCEANO ATLÂNTICO SUL – PRODUÇÃO DE ATLAS DE ONDAS EXTREMAS.**

OMARSAT 2017 IEAPM-MB

- **2007 - APLICAÇÃO DA ESTATÍSTICA DE EXTREMOS DE WEIBULL COM TRÊS PARÂMETROS PARA ANÁLISE DE DADOS DE ONDAS, DE VENTOS E DE MARÉS NO OCEANO ATLÂNTICO SUL**
- **2009 - Variação de nm em Cananéia, calculada em 2,44mm/ano muito próximo de 1,3 a 2,5mm/ano (valores médios mundiais e medido pelo IBGE 2,5mm/ano em Imbituba) – Valor obtido por metodologia de extremos.**

Ondas da Tese

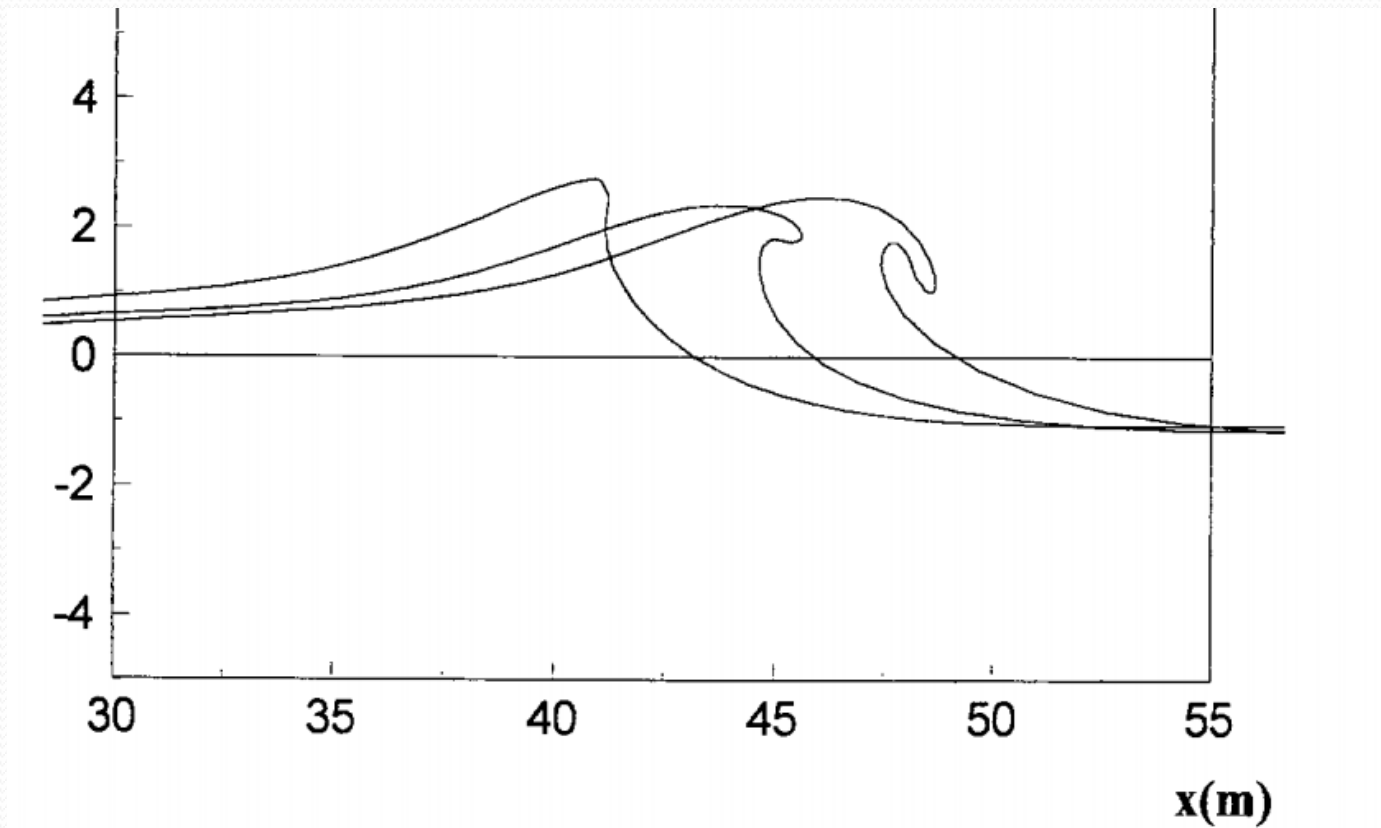
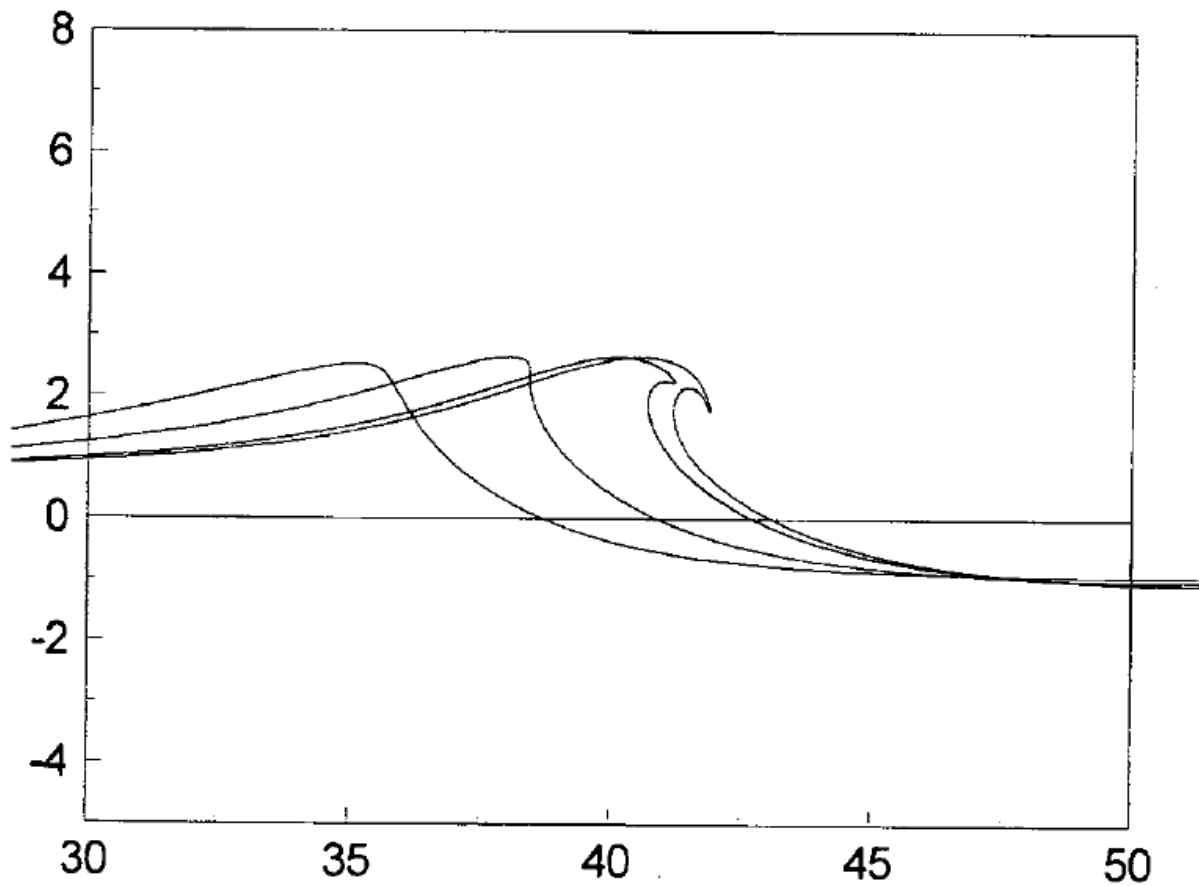


FIG. V.7 ONDA 2ª ORDEM ESTUDO DE REBENTAÇÃO ALGORITMO COM SPLINE OVERHAUSER.



OMARSAT 2017 IEAPM-MB

- CMG(EN-RM₁) FABRICIO
- TÓPICOS:
- CONFIABILIDADE DO ENROCAMENTO DA PRAIA DO FORTE;
- EVENTOS EXTREMOS MAJORADOS PELA MAIOR ENERGIA DOS OCEANOS;
- MODELAGEM SINTÉTICA COM MATLAB PARA GERAÇÃO DE ONDAS SUPERFICIAIS DE GRAVIDADE UTILIZANDO O MÉTODO DA APROXIMAÇÃO DE ROE PARA A SOLUÇÃO DE RIEMANN APLICADA A UM ESQUEMA DE VOLUMES FINITOS.

SITUAÇÃO DA PRAIA DO FORTE

- ATAQUES SOFRIDOS POR ONDAS EM 01/06/1997 E
- DEPOIS EM 09/04/2010 E EM 14/06/2010 COM ONDAS DE ATÉ 9M DE HS

RESSACAS NA PRAIA DO FORTE



RESSACA CONT.



CONT.



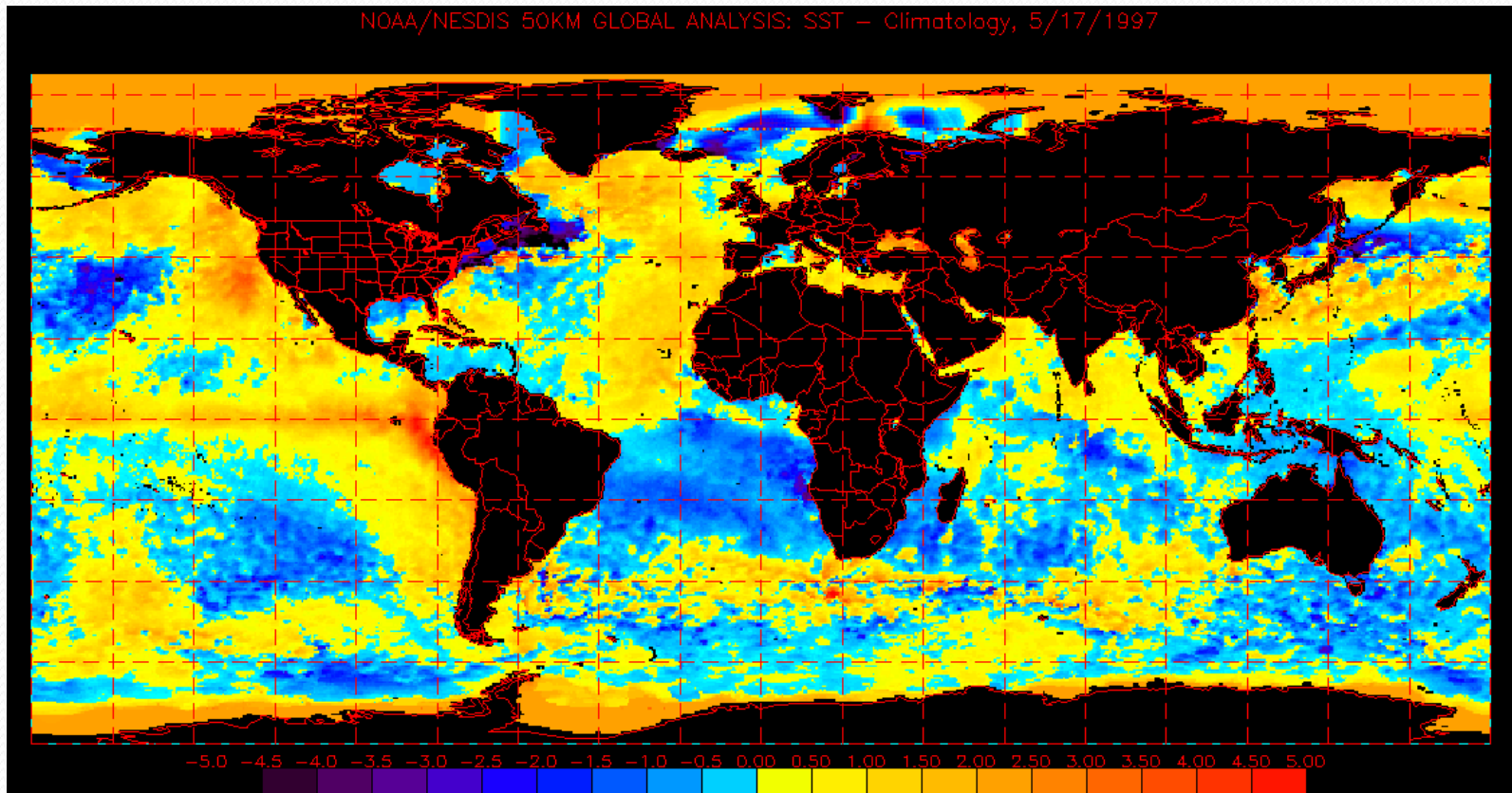
CONT.



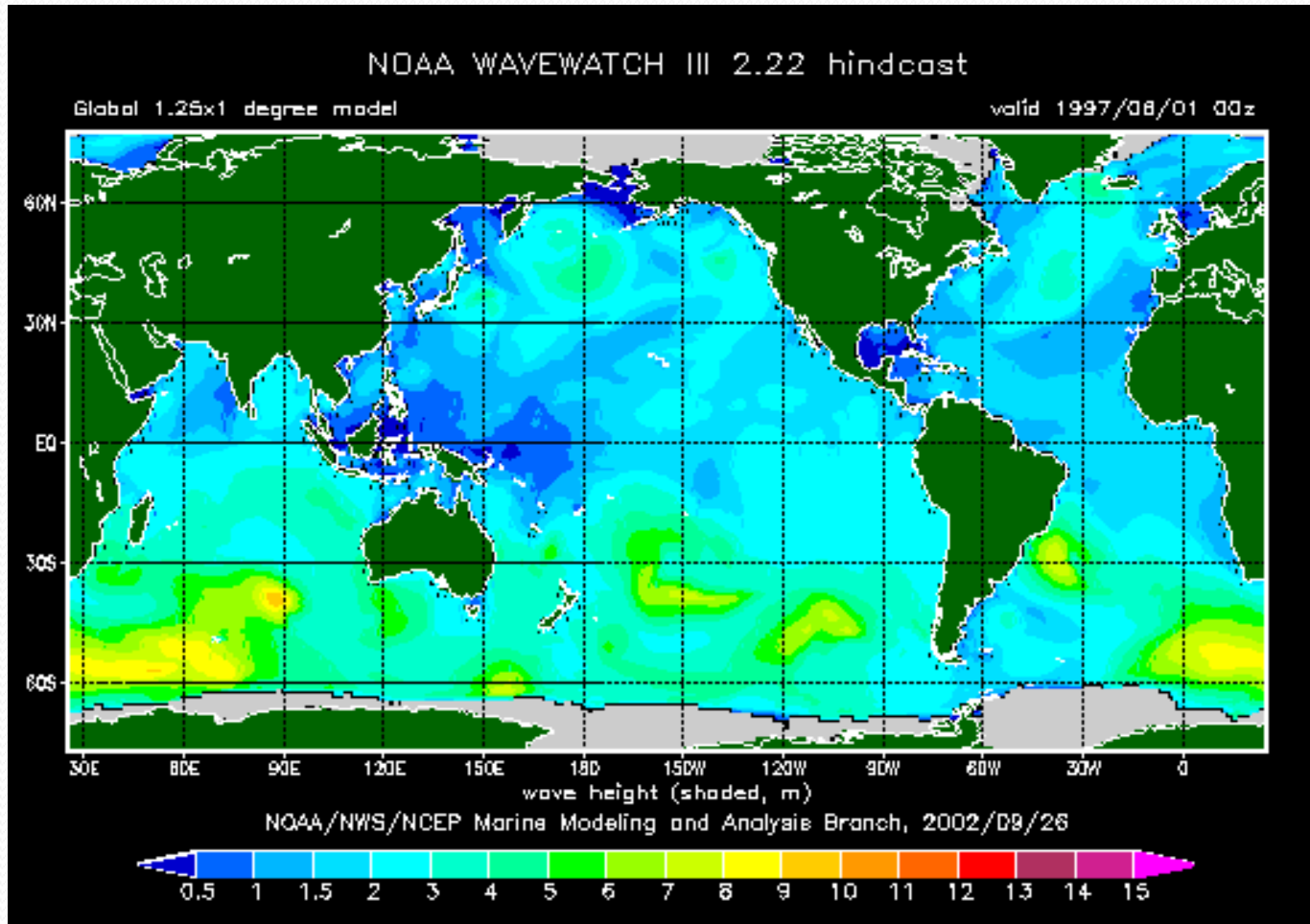
CONT.



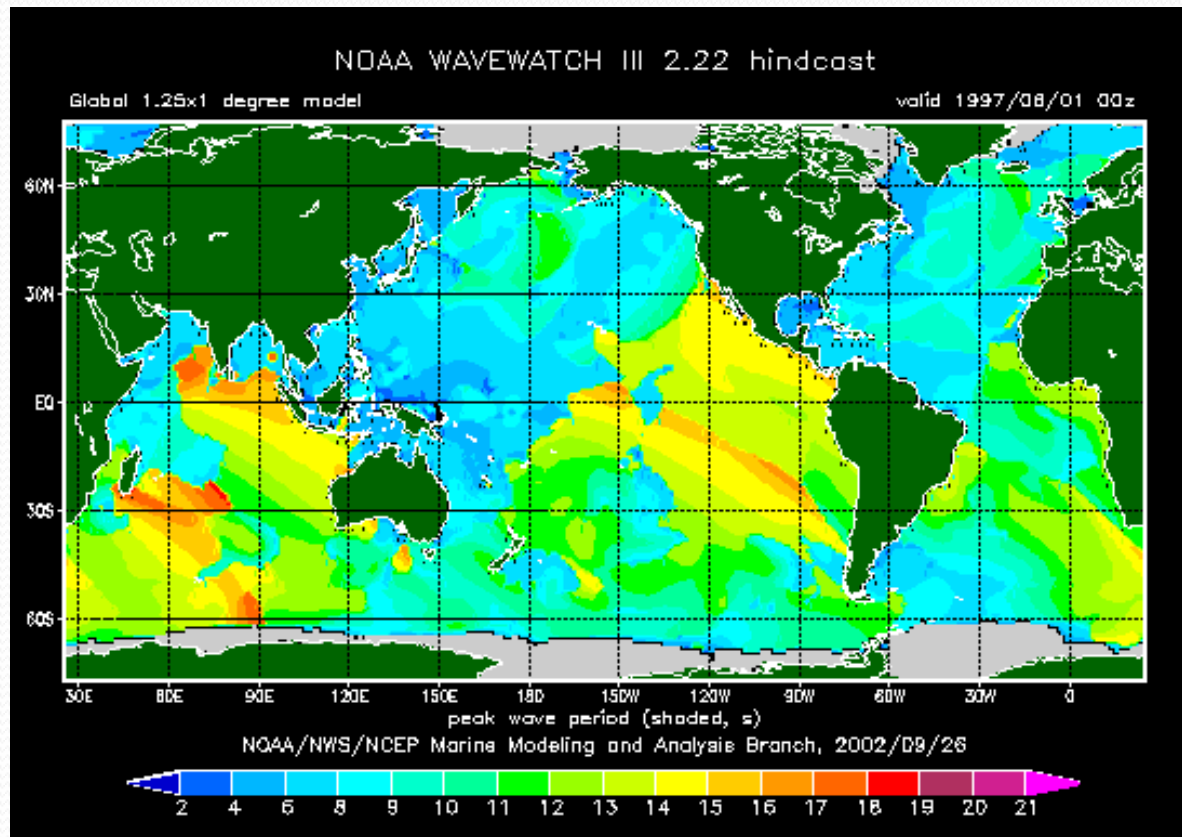
ANÁLISE DA CLIMATOLOGIA 05/97



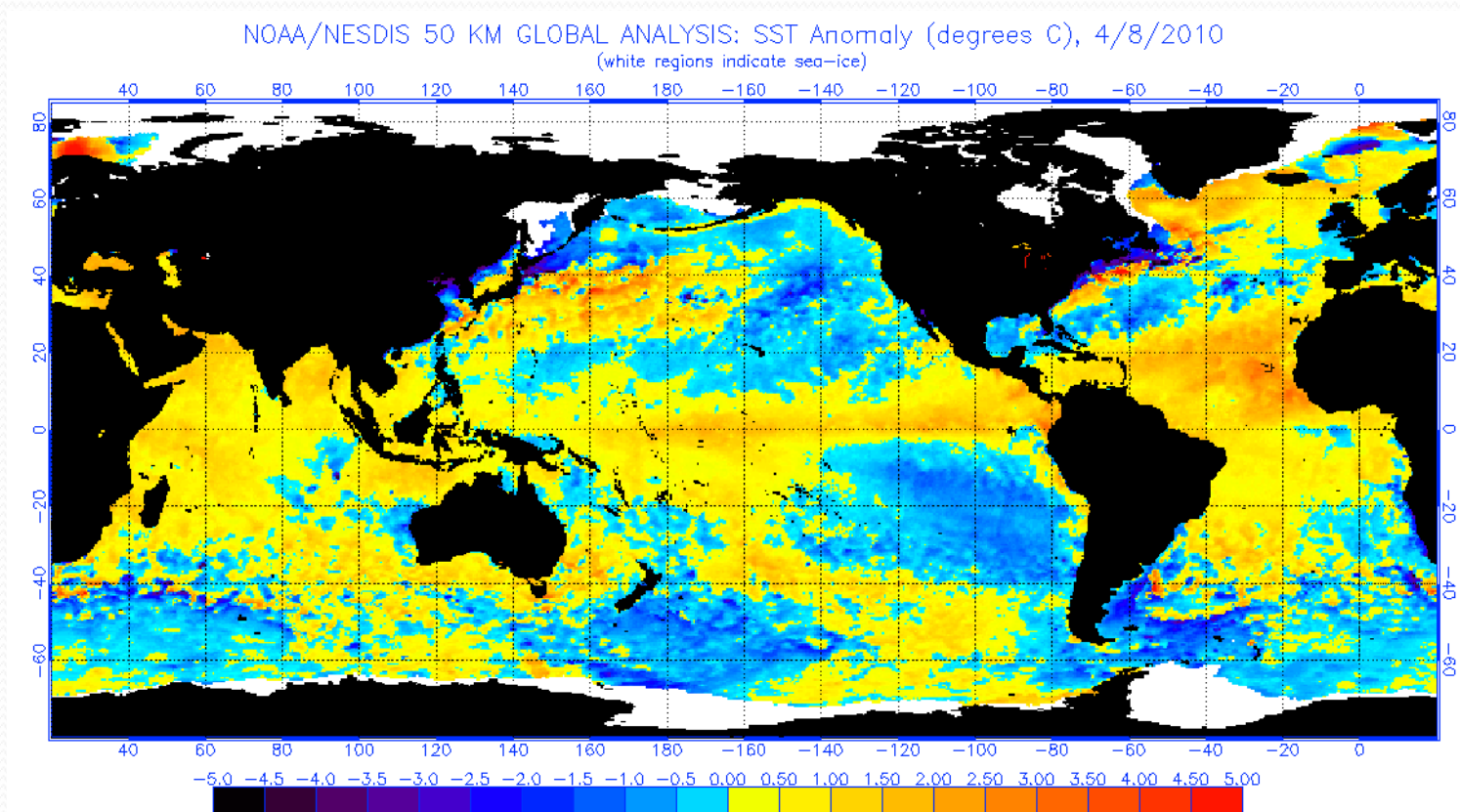
WW3 - COM DESTRUIÇÃO PARCIAL DA ORLA



97 períodos

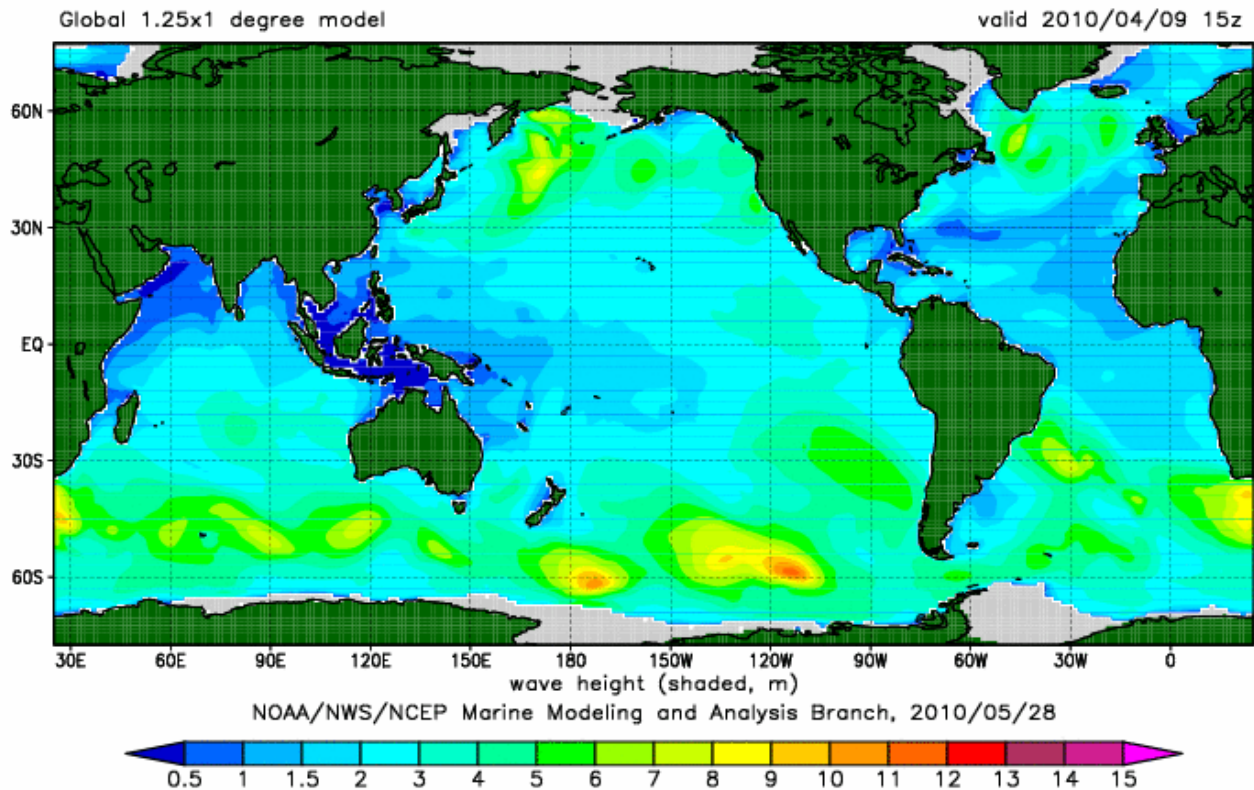


TSM 08/04/2010

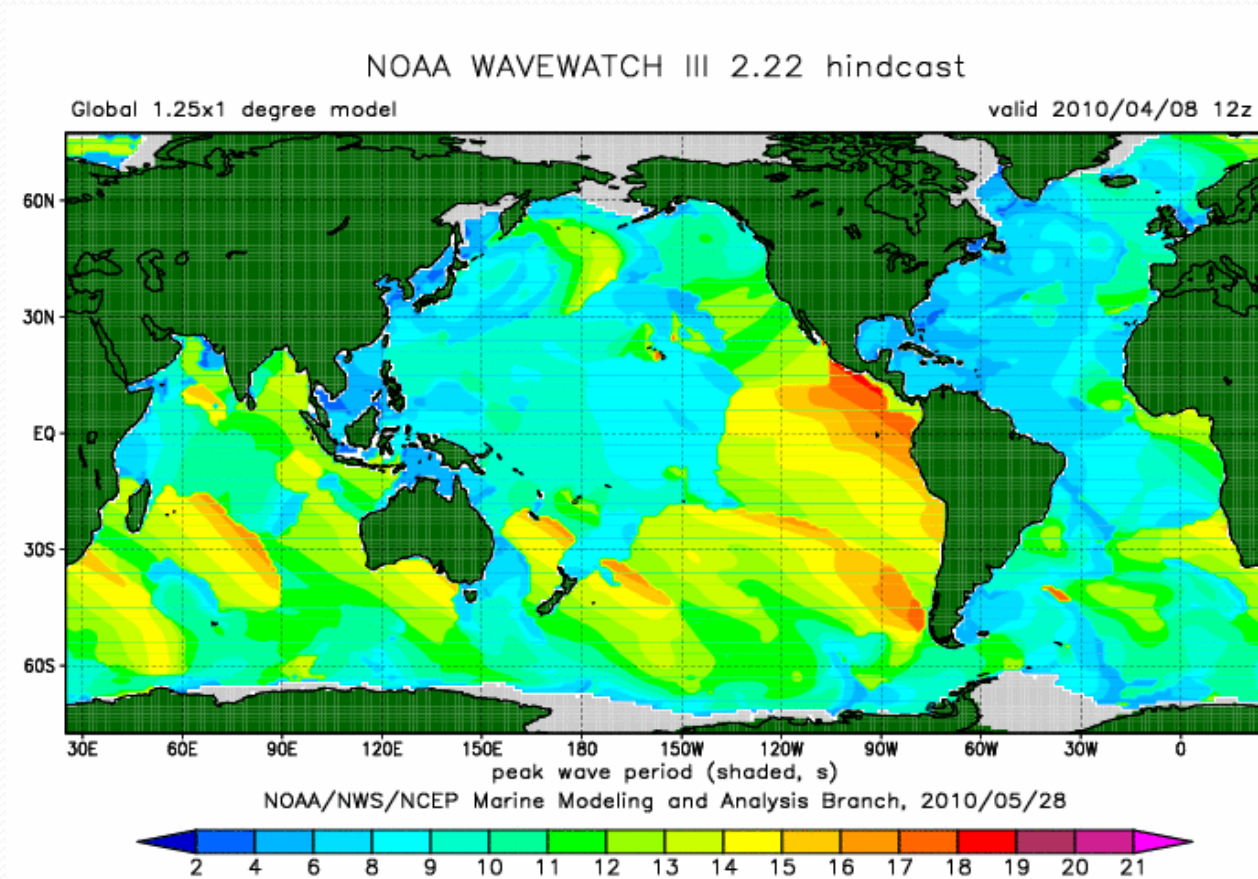


WW3 09/04/2010 PERDA DA AREIA

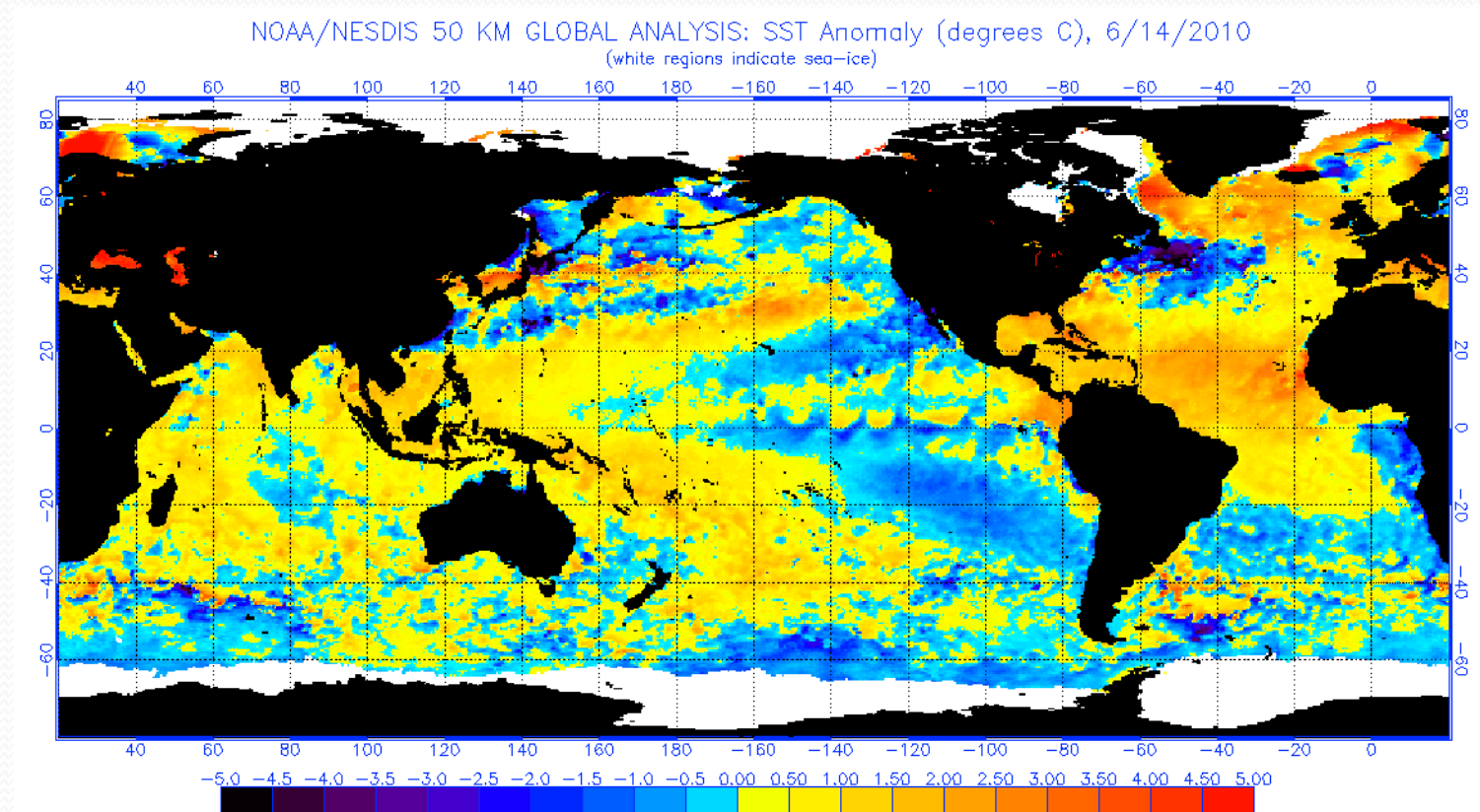
NOAA WAVEWATCH III 2.22 hindcast



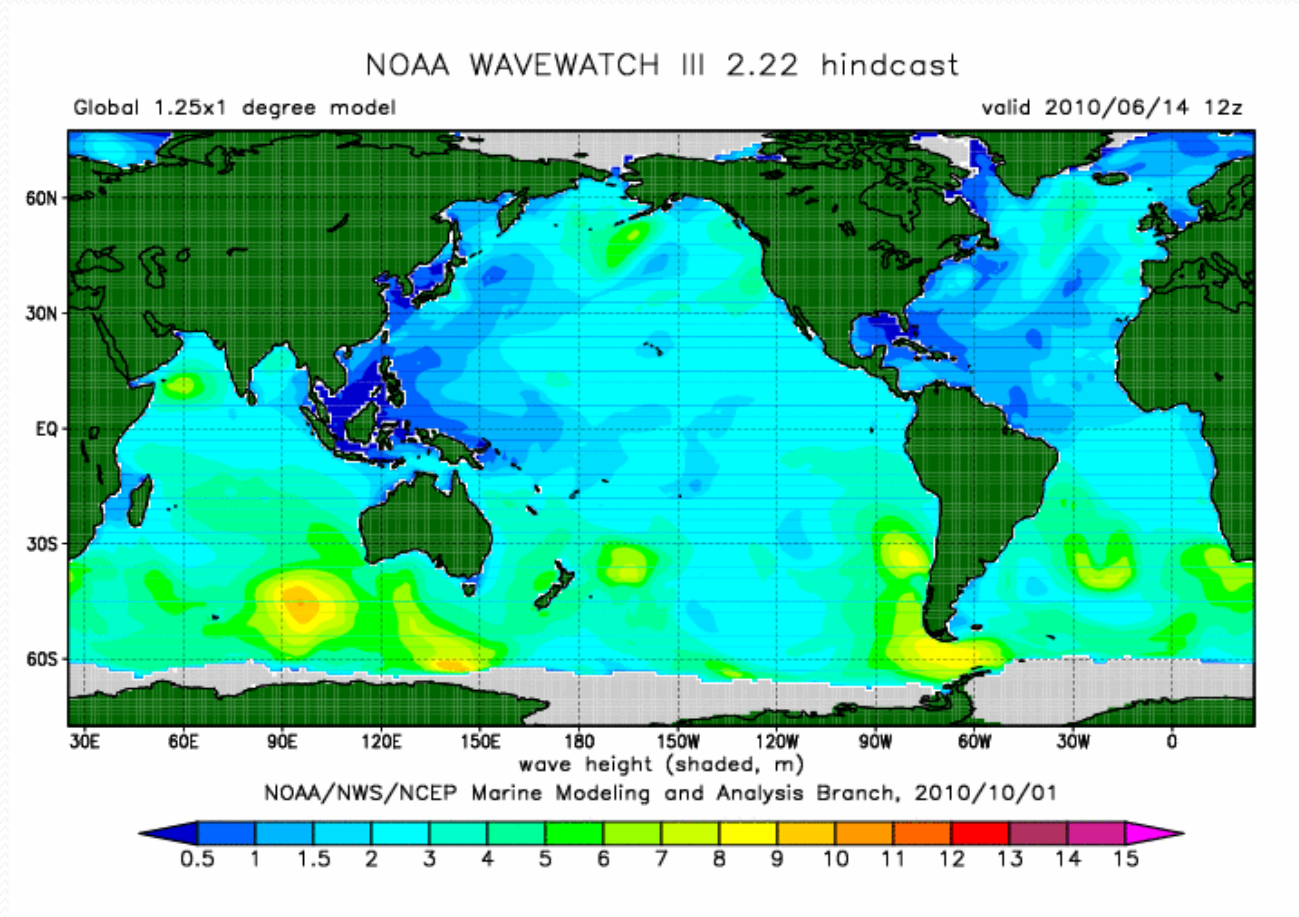
WW3 08/04/2010 PERÍODO



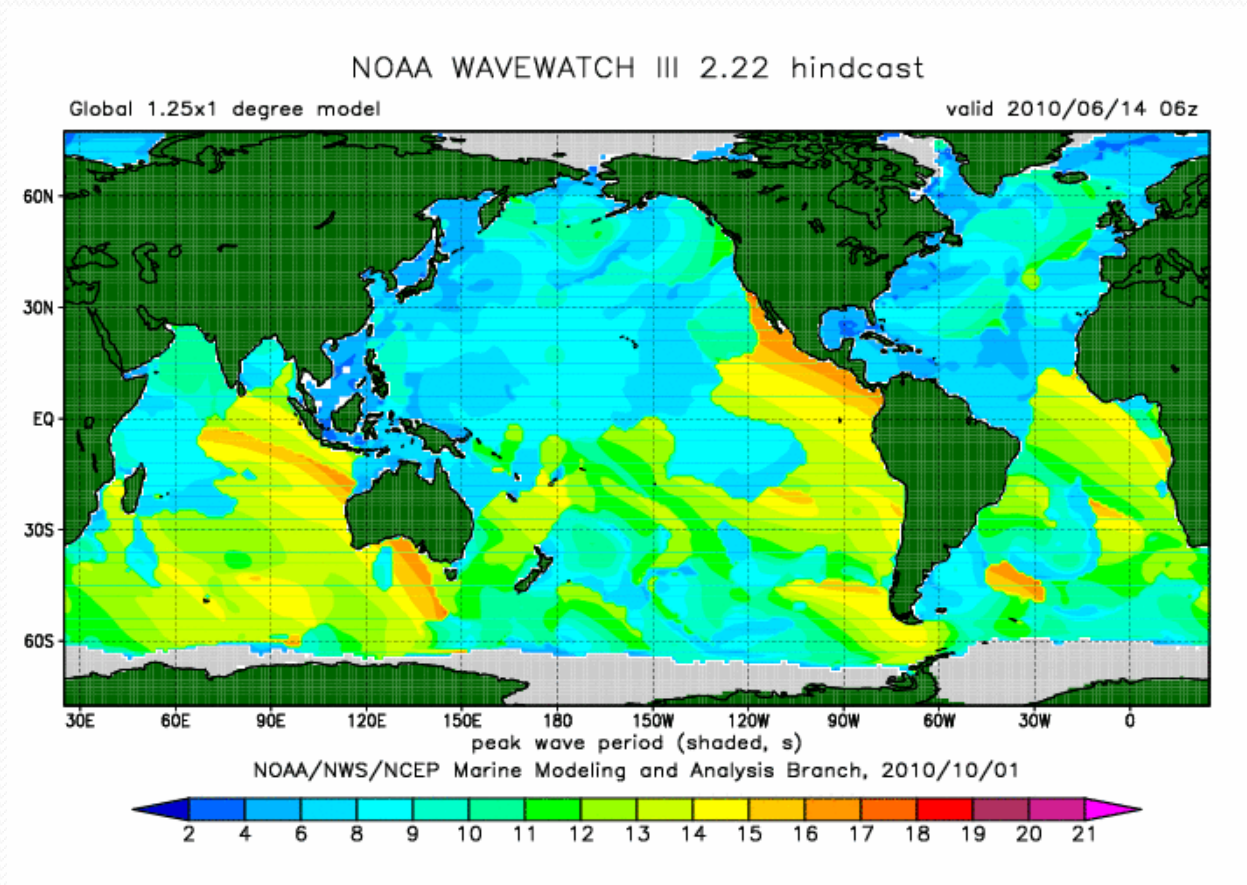
TSM 14/06/2010



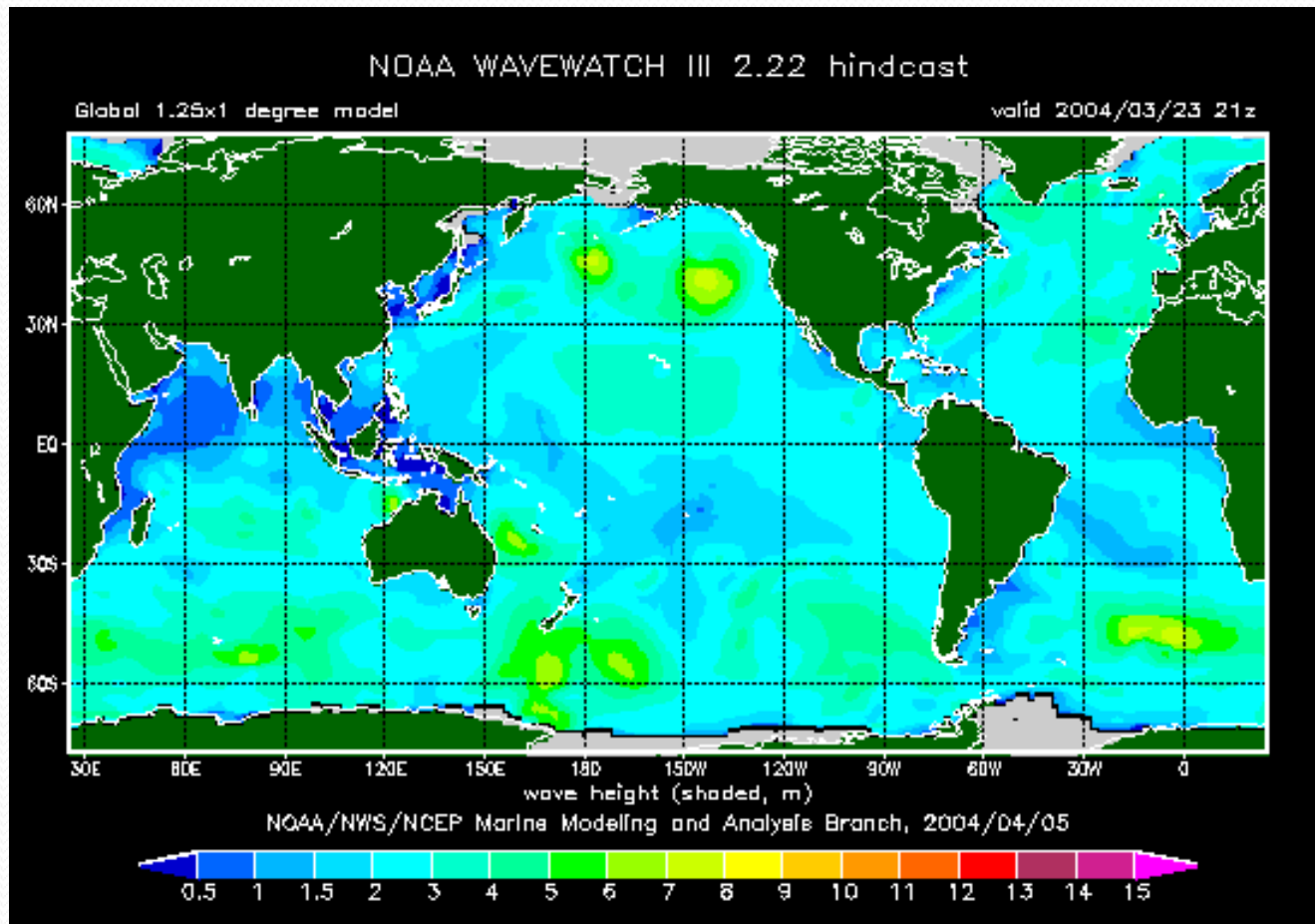
WW3 - GRANDE ATAQUE DAS ONDAS



DISTRIBUIÇÃO DE PERÍODO observar intrusão pelo norte bem no momento da mudança de el-niño para la-niña

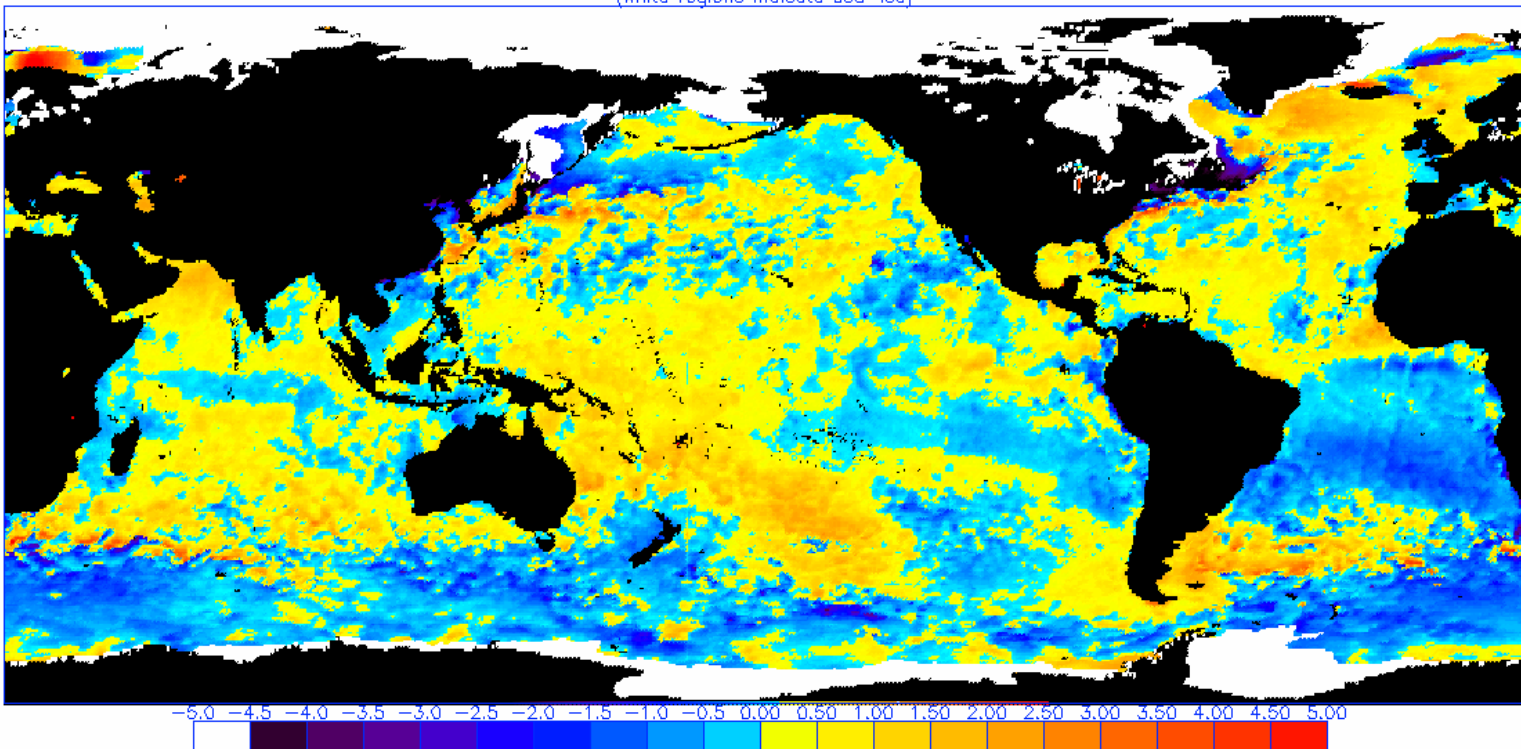


Catarina

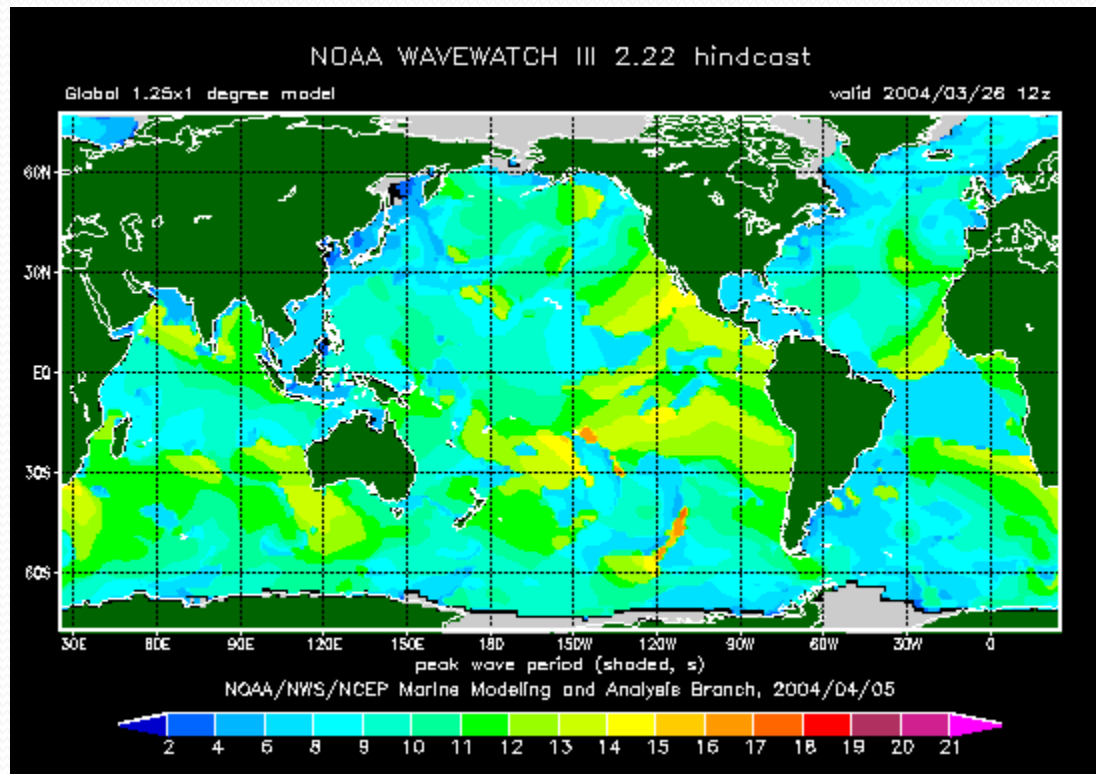


Catarina anomalia de TSM

NOAA/NESDIS 50 KM GLOBAL ANALYSIS: SST – Climatology (C), 3/23/2004
(white regions indicate sea-ice)

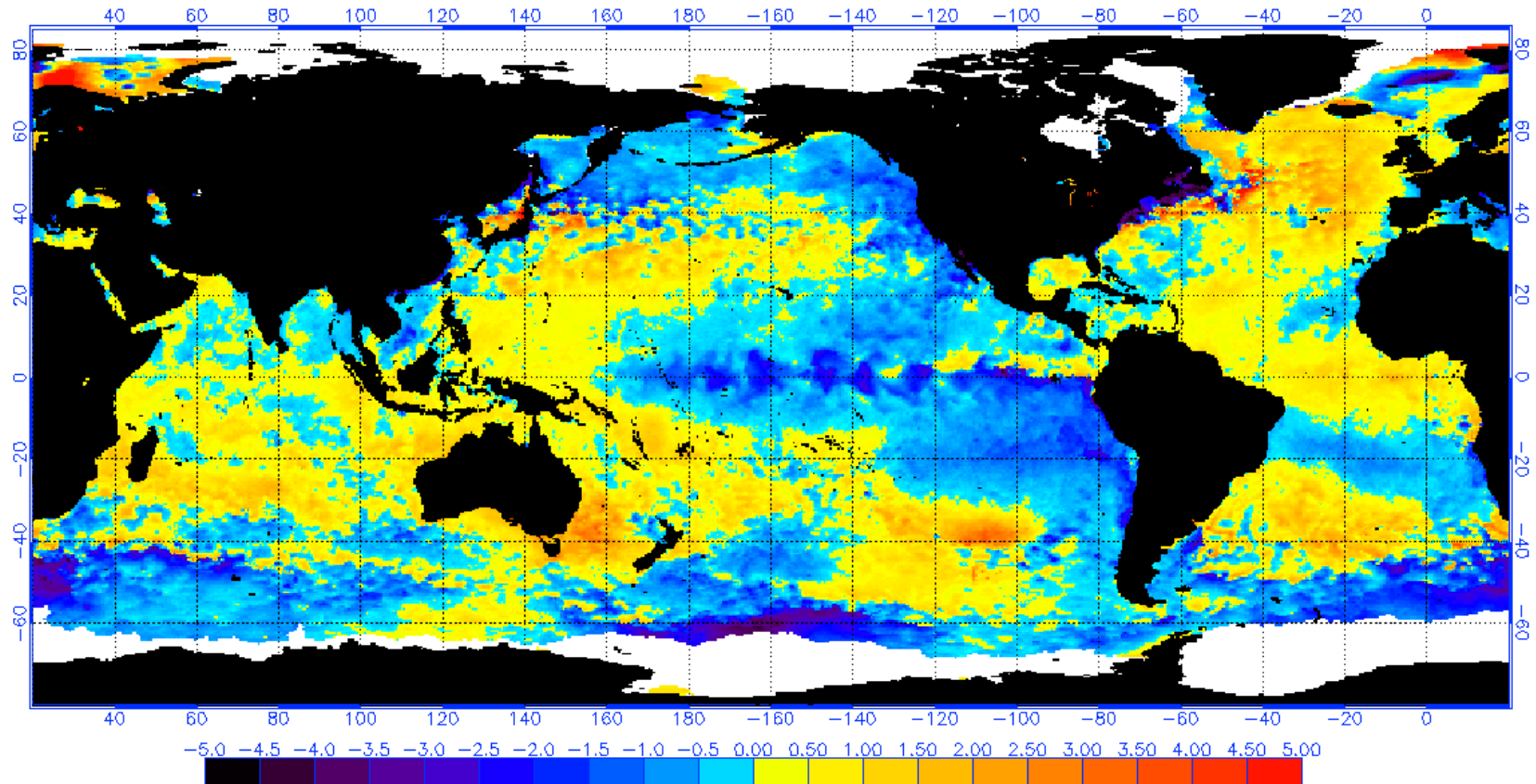


Catarina Períodos

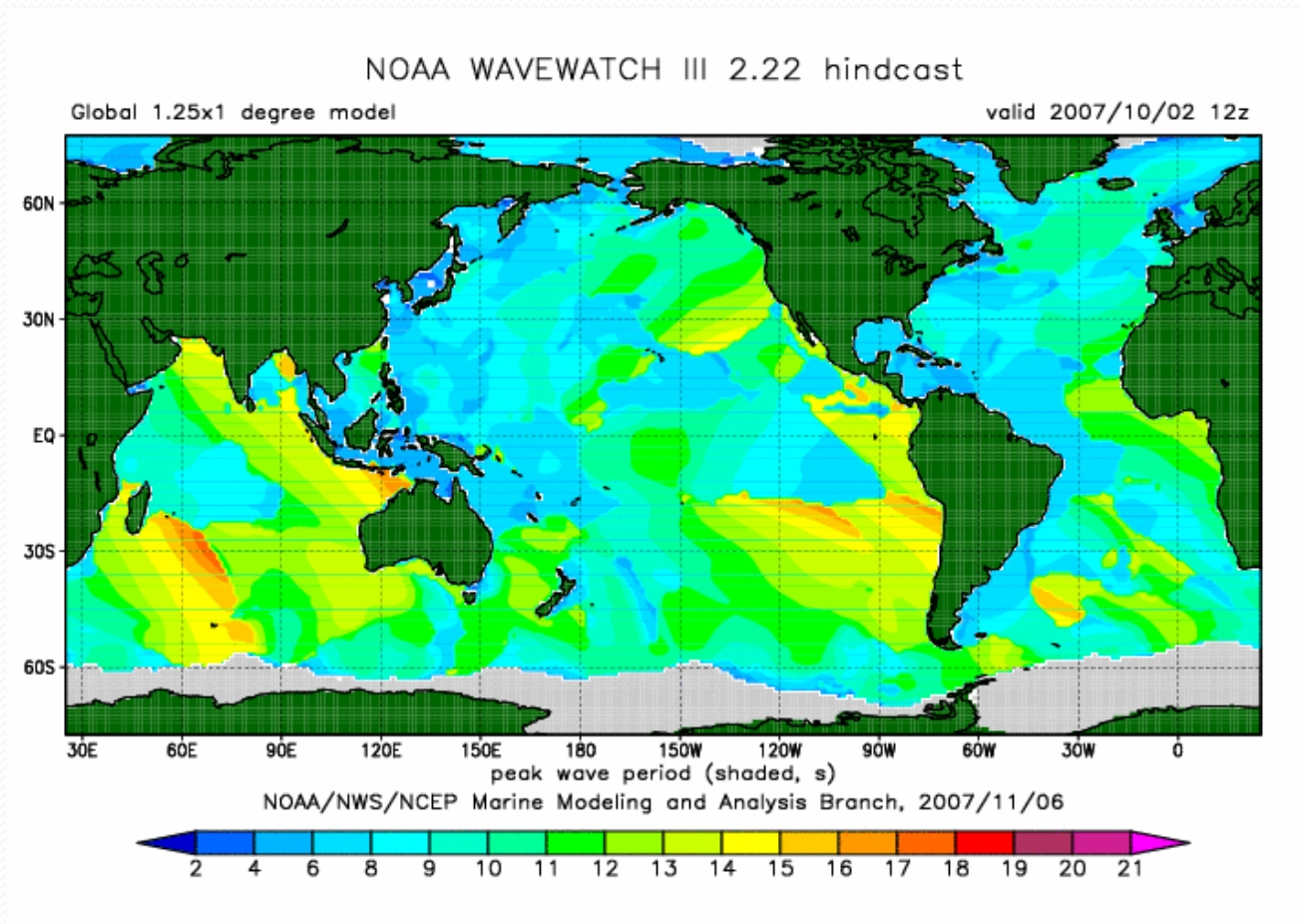


Efeito la-ninã out/2007

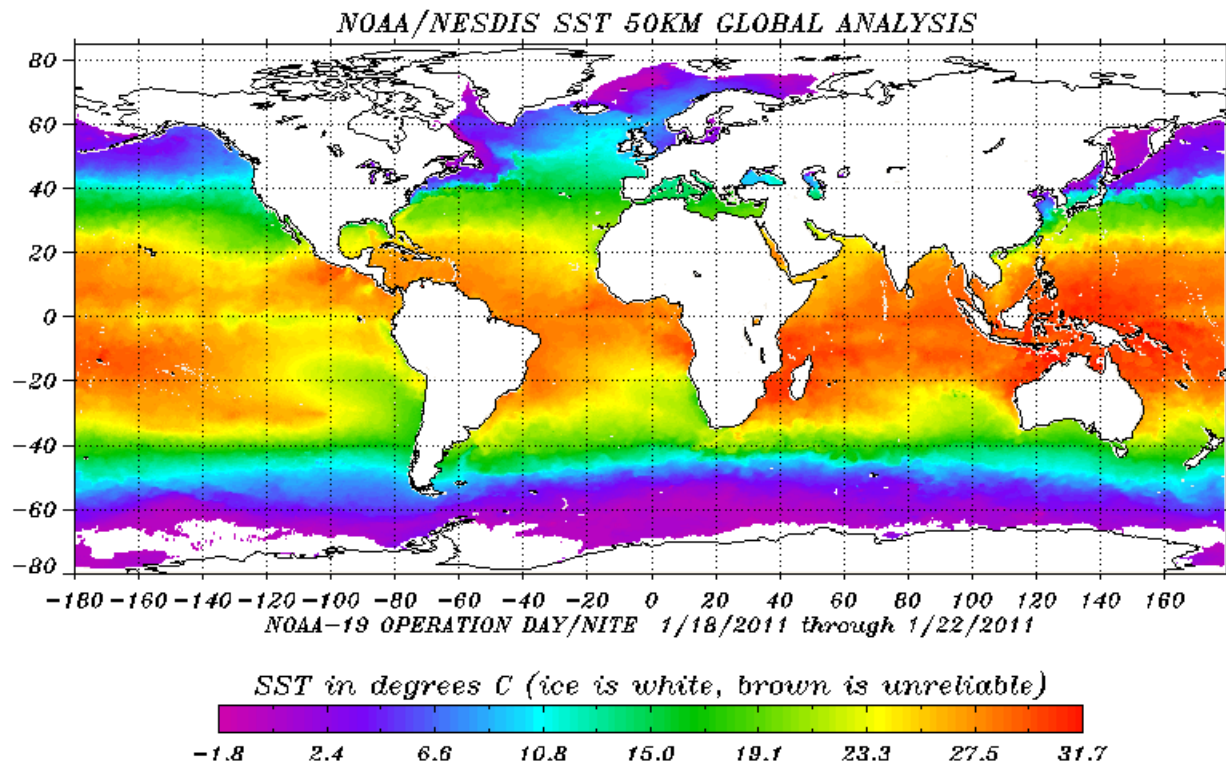
NOAA/NESDIS 50 KM GLOBAL ANALYSIS: SST Anomaly (degrees C), 12/10/2007
(white regions indicate sea-ice)



La-niña períodos com intrusão do norte



Situação atual

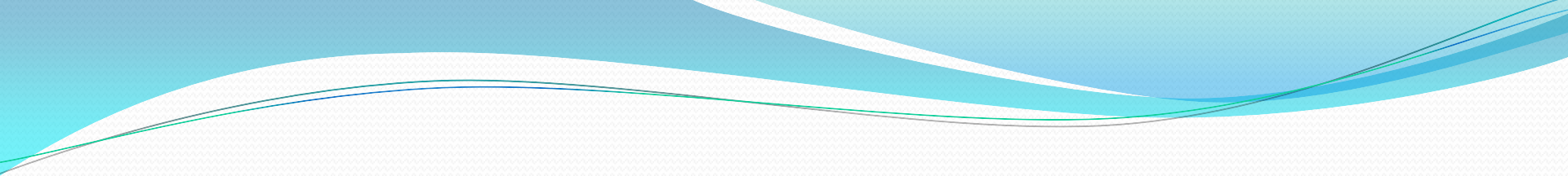


Possível explicação

- As ondas de norte de longo período, levam por advecção águas mais frias que sustentam la-ninã e as ondas de sul e de longo período, levam por advecção águas mais quentes e sustentam o el-ninõ.

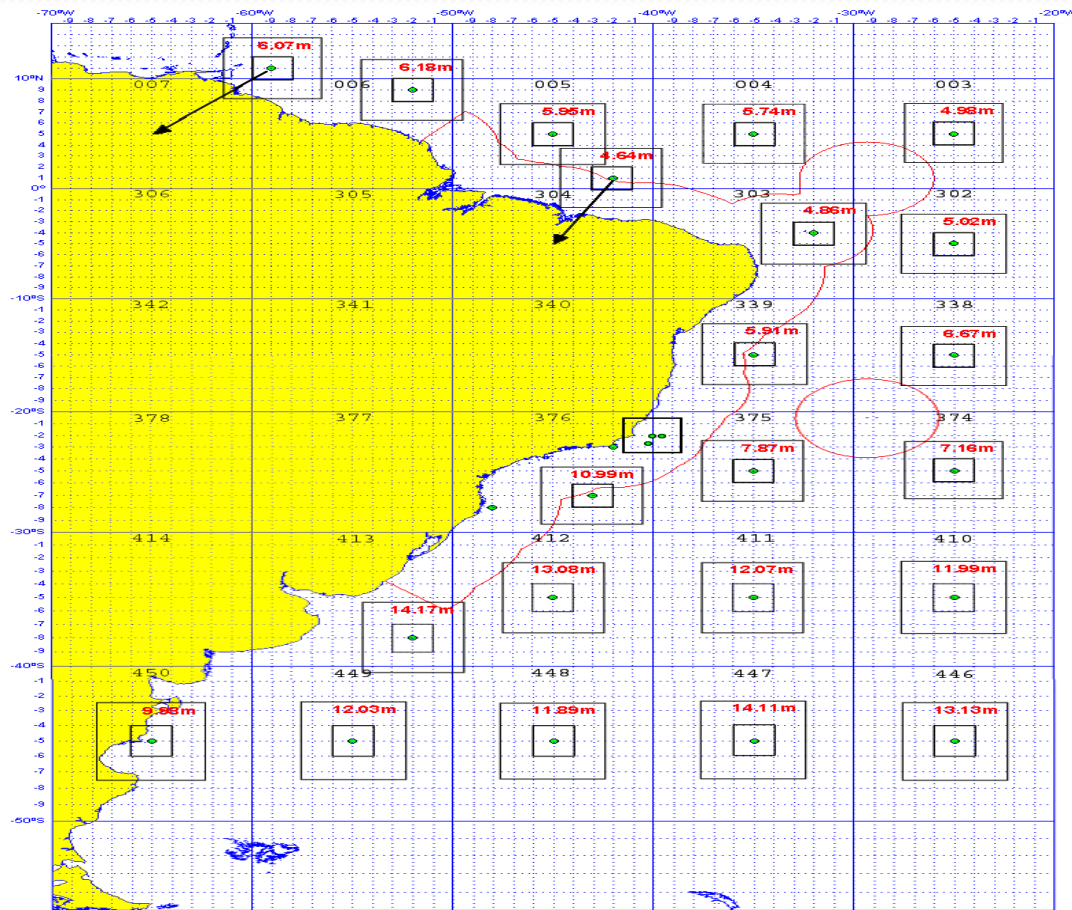
ANÁLISE DE EXTREMOS WEIBULL 3P COM VARIAÇÃO DA MODA

Arquivo	1 ANO	5 ANOS	10 ANOS	20 ANOS	30 ANOS	40 ANOS	50 ANOS	100 ANOS	HS MAX	HS MAX(Dados)
gmd_374_5x5_1992_2002	5.81	6.3	6.51	6.71	6.83	6.91	6.97	7.16	5.8	6.9
gmd_375_5x5_1992_2002	6.26	6.85	7.09	7.33	7.47	7.57	7.64	7.87	6	6
gmd_376_5x5_1992_2002	8.32	9.28	9.68	10.08	10.31	10.47	10.6	10.99	8.7	9.3
gmd_410_5x5_1992_2002	9.48	10.39	10.77	11.15	11.36	11.51	11.63	11.99	9.4	9.4
gmd_411_5x5_1992_2002	9.4	10.37	10.77	11.17	11.4	11.56	11.68	12.07	9.07	9.07



MAPA TR=100 ANOS

TR=100 ANOS



COMPARAÇÃO DAS ONDAS

TR=1ANO

- QMD 375 H= 6,26M
- QMD 376 H = 8,32M
- QMD 411 H = 9,4M

TR=100 ANOS

- QMD 375 H = 7,87M
- QMD 376 H = 10,88M
- QMD 411 H = 12,07M

ESTIMATIVA TR PARA HS=9M

- QMD 375 TR > 100 ANOS
- QMD 376 TR = ENTRE 3 E 5 ANOS
- QMD 411 TR < 1 ANO (MAIS DE UMA VEZ POR ANO)

IDENTIFICAÇÃO DE NOVO EXTREMO

- EVENTO OBEDECE DUAS PROBABILIDADES, UMA COM $TR < 10$ ANOS PARA A OCORRÊNCIA DO EL-NINÕ
- OUTRA APÓS A FORMAÇÃO DO EL-NINÕ ONDE OS EVENTOS DO QMD 411 AGORA PODEM DESLIZAR PARA O QMD 376 (DUAS OU MAIS VEZES POR ANO COMO EM 2010) DEPENDENDO DA FORMAÇÃO DOS CICLONES ET.
- MUDANDO ASSIM A DISTRIBUIÇÃO DE EXTREMOS NO QMD 376 (EVENTO COM $TR < 4$ ANOS OCORRENDO COM $TR < 6$ MESES)

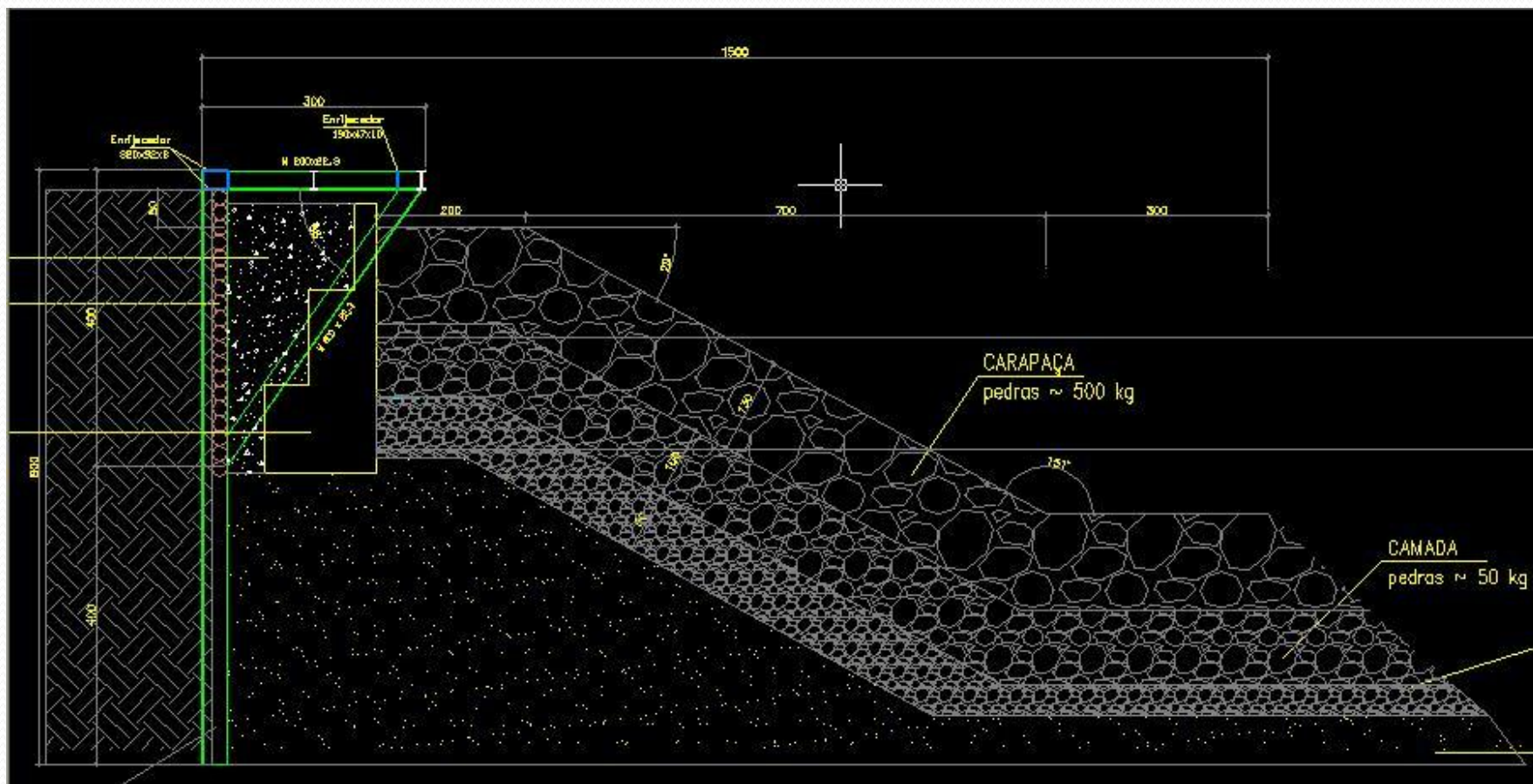
NOVO EXTREMO CONT.

- A OUTRA PROBABILIDADE A CONSIDERAR É A DO AUMENTO DA TSM NO ATLÂNTICO TROPICAL E SUL E O ENFRAQUECIMENTO DO ANTI-CICLONE
- COM ESSES DOIS EFEITOS JUNTOS E QUE TENDEM A AUMENTAR COM A MAIOR ENERGIA DO MAR (EL-NINÕ PACÍFICO E ATLÂNTICO JUNTOS)
- A JANELA DE EVENTOS EXTREMOS FICA ABERTA MAIS TEMPO TRAZENDO O QMD 411 OU ATÉ O QMD 447 COM HS = 14,11M TR = 100 ANOS COM PISTA PARA SE

NOVO EXTREMO CONT

- ISSO AINDA SEM CONSIDERAR QUE NOVOS EXTREMOS PODEM SER ALOCADOS PARA OS QMD EM FUNÇÃO DA NOVA ENERGIA DISPONÍVEL NO SISTEMA.

PROTEÇÃO ATUAL DA PRAIA DO FORTE



PROTEÇÃO REAL

- MENOR POIS NÃO FOI FEITA A BERMA E O TALUDE ESTÁ MAIS INCLINADO.
- COM O PROJETO ANTERIOR A ORLA ESTARÁ PROTEGIDA ATÉ ONDAS DE 1M ARREBENTANDO NA BEIRA.
- COMO O PROCESSO DE ACÚMULO DE ENERGIA NOS OCEANOS PROSSEGUE, OS CICLONES E SEUS EFEITOS PODEM SER MAJORADOS
- INDICANDO NECESSIDADE DE REVER AS PREMISSAS E USAR $TR=10$ MIL ANOS

CÁLCULO DO ENROCAMENTO 1

Calculo do enrocamento da Praia do Forte

$H := 1.$ altura da onda em m

$w_r := 2.5$ massa espec da pedra em tf/m³

$$Sr := \frac{w_r}{1.02}$$

$Sr = 2.451$ relação entre o peso esp da pedra e da água do mar

$\theta := 29 \cdot \frac{\pi}{180}$ $\theta = 0.506$ angulo do talude em rd

$$\cot(\theta) = 1.804$$

$KD := 1.2$ COEF DE ESTABILIDADE variando de 1.1 a 9.5 tribar

$$W := w_r \cdot \frac{H^3}{KD \cdot (Sr - 1)^3 \cdot \cot(\theta)}$$

$W = 0.378$ peso da pedra em tf (0,75 a 1,25 com 50% > W)

2a camada

$W2 := W \cdot 0.1$ $W2 = 0.038$ pedra da 2a camada em tf

CÁLCULO DO ENROCAMENTO 2

H := 1

Cálculo para enrocamento graduado econômico até hs=1,5m

K_{rr} := 2.5 coef de estabilidade para enrocamento graduado no corpo do talude

$$W50 := w_r \cdot \frac{H^3}{K_{rr} \cdot (S_r - 1)^3 \cdot \cot(\theta)}$$

$\theta_1 := \theta \cdot \frac{180}{\pi}$ $\theta_1 = 29$ ângulo do talude com a horizontal em graus

W50 = 0.181 peso da pedra em tf (0,125 a 4 W50 a 1,25 com 50% > W50)

W_{min} := 0.125 · W50 W_{min} = 0.023 peso min em tf

W_{max} := 4 · W50 W_{max} = 0.726 peso max em tf

es_{pmin} := es_{pt} es_{pmin} = 2.872 Valor da espessura mínima em m do enrocamento

CÁLCULO DO ENROCAMENTO

- O CÁLCULO EM CAMADAS FOI SUPLANTADO PELA NECESSIDADE URGENTE DE LANÇAR AS PEDRAS NA RESSACA DE 14/06/2010 EM UMA CAMADA ÚNICA DE PEDRAS GRADUADAS

SOLUÇÃO COMPLETA

- ENROCAMENTO SUBMERSO PARA HS = 8M (HS 14M ALTO-MAR) qmd 376: tr 100 hs 10,99m TR = 1000 hs = 12,25m, tr 10mil anos hs = 13,48m e (100mil Hs=14,68; 1 milhão hs = 15,86m)
- APÓS DEFINIR A ONDA DE ALTO-MAR ELA DEVE SER TRANSPORTADA POR MODELO ATÉ A COSTA
- ENGORDAMENTO DA PRAIA
- CONCLUSÃO DAS BERMAS DOS ENROCAMENTOS E MUROS DE PROTEÇÃO
- PROTEÇÃO ATUAL ESTIMO TR \leq 10 ANOS (HS 9M ALTO-MAR E 5M a 300 M DA PRAIA, COMO OBSERVADO)
- PELA IMPORTÂNCIA DA PROTEÇÃO DEVE SER TR = 10MIL ANOS.

MODELAGEM SINTÉTICA

- MAIS MATEMÁTICA EMBUTIDA
- MENOS LINHAS DE CÓDIGO EM MATLAB
- SEM PRÉ OU PÓS PROCESSAMENTO
- VISUALIZAÇÃO DO PROCESSO EM TEMPO REAL
- MAIOR ROBUSTEZ DO ALGORITMO
- VASTA GAMA DE PROCESSOS PODEM SER TRATADOS

SOLUÇÃO DE ROE PARA O PROBLEMA DE RIEMANN COM ELEMENTOS DE GODUNOV DE 1ª ORDEM

Google

roe approximate riemann solution

Pesquisar

Aproximadamente 3.240 resultados (0,11 segundos)

Pesquisa avançada

Tudo

Imagens

Vídeos

Notícias

Livros

Mais

Procurar livros

Pesquisar na Web

Pesquisar páginas em Português

Qualquer visualização

Visualização parcial e completa

Visualização completa

Qualquer documento

Livros

Revistas

Exibição em lista

Exibição em grade

Em qualquer data

[Analytical and numerical methods for wave propagation in fluid media: Volume 7](#) - Página 139



Krzysztof Murawski - 2002 - 239 páginas - Visualização

8.5.2 The **Roe approximate Riemann** solver We consider a one-dimensional **Riemann** problem at the cell edge for the system, given by Eq. (8.29). At the left side of the edge, there is the state u_l , on the right side u_r . The **solution** of the ...
books.google.com

[Numerical Solution of Hyperbolic Partial Differential Equations](#) - Página 312



John A. Trangenstein - 2009 - 597 páginas - Visualização

In general, MHD computations **approximate** a **Roe** matrix by flux derivatives at some intermediate state; this is more like a weak-wave **Riemann** solver. Note that if the **solution** to the **Riemann** problem consists of a single discontinuity, ...
books.google.com

[Numerical Methods for Conservation Laws](#) - Página 183



Randall J. LeVeque - 1994 - 214 páginas - Visualização

(16.40) For nonlinear systems of equations a similar form is possible, based on the extension to nonlinear scalar problems indicated above coupled with a linearization based on **Roe's approximate Riemann solution**. ...
books.google.com - Mais edições

[Computational methods for astrophysical fluid flow. Volume 199](#) - Página 63



Randall J. LeVeque, Oskar Steiner, Alfred Gautschy - 1998 - 508 páginas - Visualização

An entropy-violating **solution** is calculated, (c) Same problem with an entropy-fix in the **Roe** solver **Roe** [195] presents the analogous formulas for the full Euler equations. **Approximate Riemann** solvers of this type have been developed for ...

Roe cont.

- Aproximação de Roe para a solução de Riemann para o problema de fluxo de elementos de volumes finitos proposto por Godunov
- Um problema de Riemann, na teoria das equações hiperbólicas, pode ser colocado como havendo um dado estado para $x \leq 0$, e outro estado diferente para $x > 0$ e em $t=0$ a parede de separação desse dois estados é retirada e sua mistura começa.
- A solução de Godunov pode ser vista como a cada incremento de tempo a célula i consiste de três regiões, uma esquerda que será afetada pela solução de Riemann na interface $i-1/2$, outra no centro sem ser afetada e outra à direita que será afetada pela solução de Riemann na interface $i+1/2$; Como a solução de Riemann pode ser obtida semi-analiticamente, os estados são medianizados e calculado o elemento $q_{i,n+1}$.

Cont.

- A componente hiperbólica das equações podem ser expressas de forma conservativa e sugere a utilização da solução do problema de Riemann aproximada para acompanhar com precisão o comportamento de onda. O algoritmo que será descrito utiliza a aproximação de Roe de Riemann com uma aplicação em volumes finitos. Grades de volumes finitos são ideais para a modelagem 3D de geometrias complexas. A aplicação de volumes finitos define um sistema de coordenadas que é localmente alinhado com a interface do celular. Trabalhando no sistema de coordenadas simplifica o cálculo do vetor de fluxo.
- O solucionador Roe- Riemann aproximado, concebido por Phil Roe, é um solucionador de Riemann aproximado baseado em torno do regime de Godunov e envolve encontrar uma estimativa para o fluxo entre as células numéricas ou fluxo Godunov na interface entre duas células computacionais U_i e U_{i+1} e, em alguns discretizada no espaço-tempo do domínio computacional.

Cont.

Sistema Hyperbolico quasi-linear (Wikipédia)

Um sistema não linear

Um sistema não-linear de equações diferenciais parciais hiperbólicas que representa um conjunto de leis de conservação em uma dimensão espacial pode ser escrita na forma:

$$\frac{\partial \mathbf{U}}{\partial t} + \frac{\partial \mathbf{F}}{\partial x} = 0.$$

Aplicando a regra da cadeia do segundo termo temos o sistema quase-linear da hipérbole

$$\frac{\partial \mathbf{U}}{\partial t} + A(\mathbf{U}) \frac{\partial \mathbf{U}}{\partial x} = 0,$$

onde A é o jacobiano da matriz do vetor de fluxo \mathbf{F}

Cont.

A Matriz de Roe

O método de Roe consiste em encontrar uma matriz $\tilde{A}(U_i, U_{i+1})$ que é assumida como constante entre duas células. O problema de Riemann pode então ser resolvido como um verdadeiro sistema linear hiperbólico em cada interface celular. A matriz Roe deve obedecer as seguintes condições:

- Garantir ser diagonalizável com autovalores reais, garante que o novo sistema linear é verdadeiramente hiperbólico.
- Coerência com o jacobiano exato Quando $U_i, U_{i+1} \rightarrow U$

exigimos que $\tilde{A}(U_i, U_{i+1}) = A(U)$

- Conservando: $F_{i+1} - F_i = \tilde{A}(U_{i+1} - U_i)$

Phil Roe introduziu um método de vetores de parâmetros para encontrar essa matriz para alguns sistemas de leis de conservação.

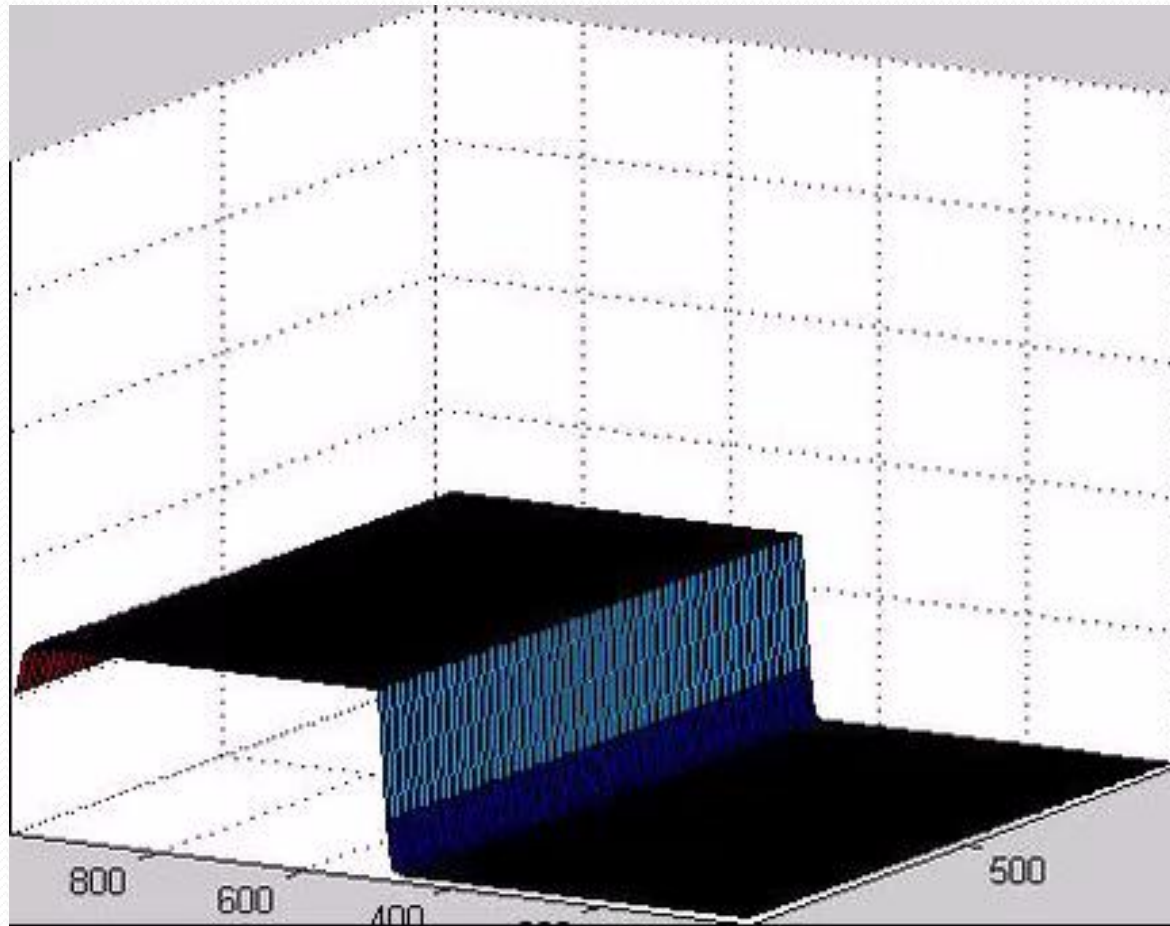
Cont.

- **O fluxo intercélula**
- Uma vez que a correspondente matriz de Roe para a interface entre duas células é encontrada, o fluxo entre as células é dado pela resolução do sistema quase linear, como um verdadeiro sistema linear.
-
-
- Assim as variáveis $h_1(x,y)$ e $h_2(x,y)$ e $h_3(x,y)$ são respectivamente a altura da lâmina
- d' água e os momentos em x e y respectivamente, que após a aplicação do método acima, permite o avanço no tempo e no espaço da modelagem.
-
- A matriz \tilde{A} possui auto-valores reais e um conjunto completo de auto-vetores linearmente independentes
- A solução exata desse problema aproximado pode ser obtida em função dos auto-vetores. Na matriz \tilde{A} os auto-valores são as velocidades das ondas e os auto-vetores da direita representam caminhos de ondas simples no espaço fase, e os auto-vetores da esquerda definem as equações características.
-
- Como característica principal dessa abordagem é um modelo matematicamente sólido e ao mesmo tempo enxuto e que necessita de poucas linhas de código Matlab, e permite o acompanhamento do resultado da modelagem, passo à passo e em tempo real com visualização simultânea.
-
- Pelas suas características de consistência matemática e simplicidade de implementação, mostra uma nova tendência em modelagem, com modelos ditos sintéticos, com um núcleo matemático duro e seu algoritmo correspondente e demais partes simples e intuitivas, fáceis de mexer por terceiros.
-
- O script em Matlab utiliza uma aproximação de primeira ordem de Godunov para o método dos volumes finitos com o método da aproximação de Roe para resolver o problema de Riemann para estimar os fluxos de massa e os fluxos de momentum.

FILMES DE ONDAS

- Apresentação dos resultados

VIDEO TSUNAMI



QUEBRA DE ONDA VF

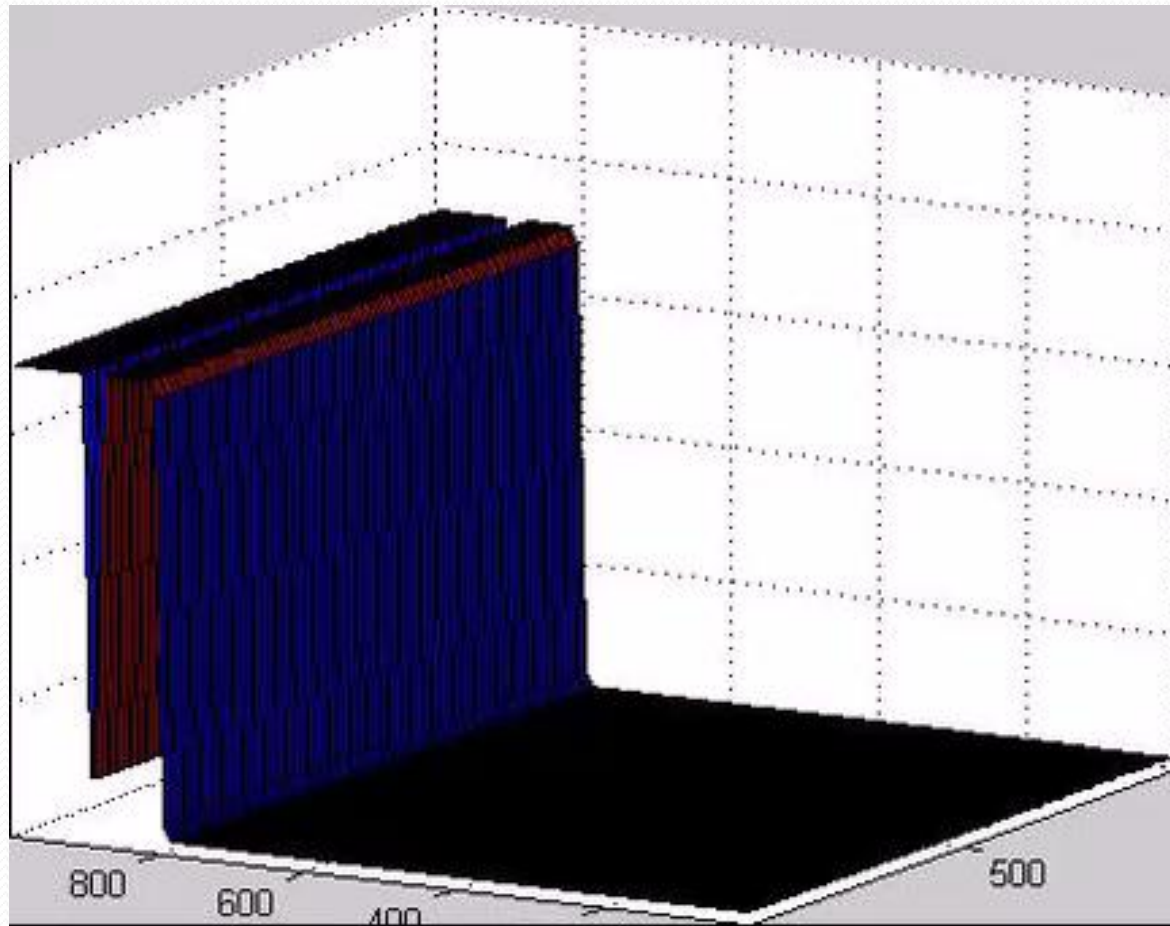


Figura 1

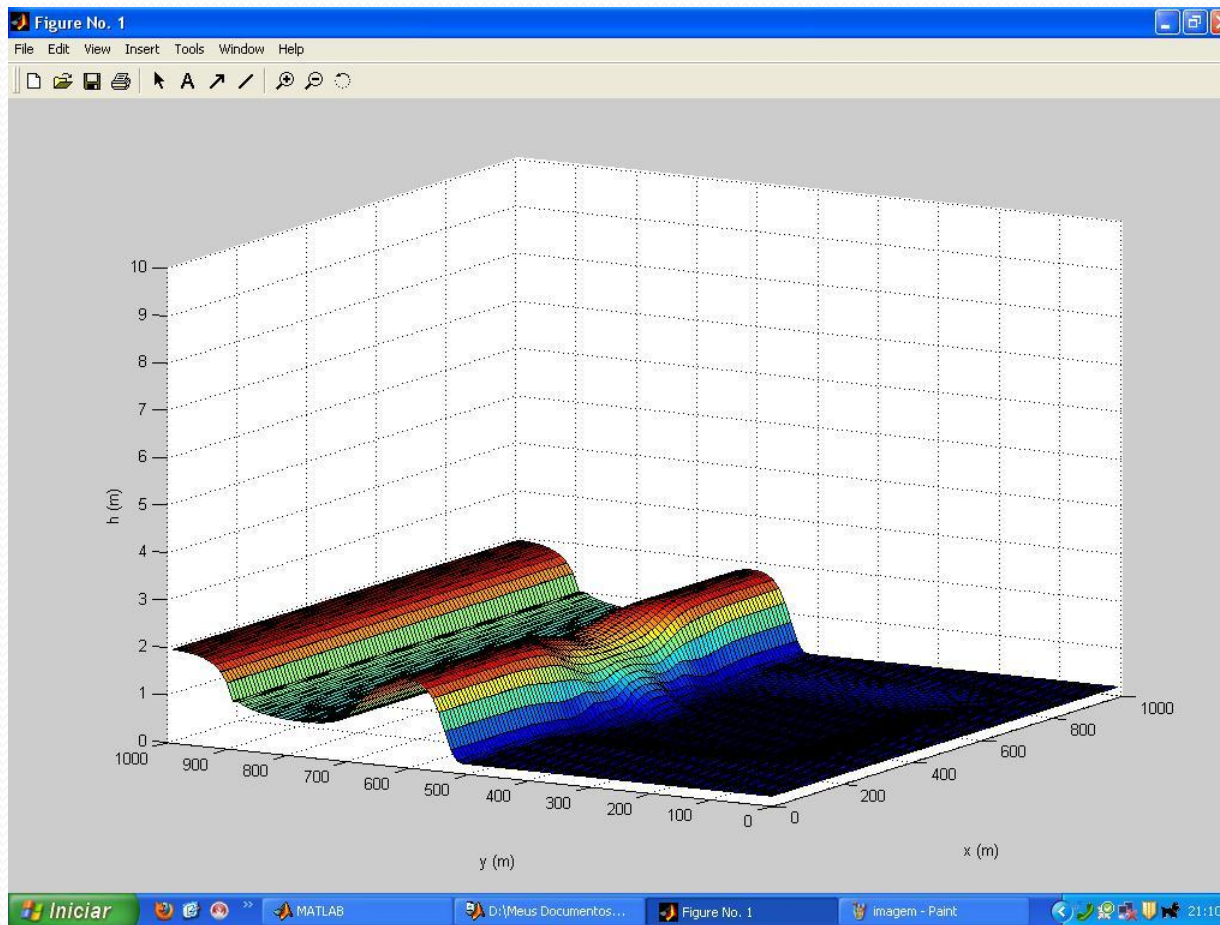
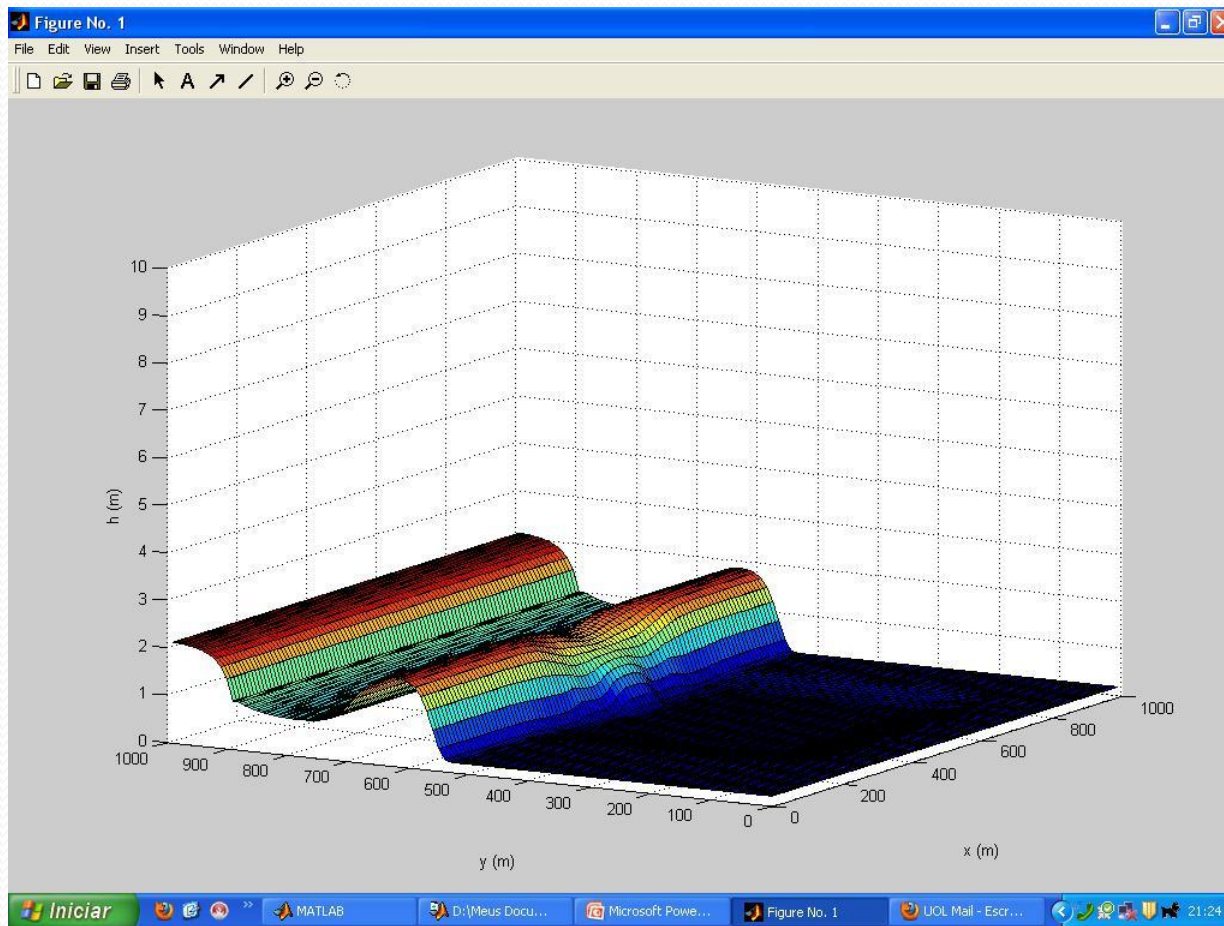


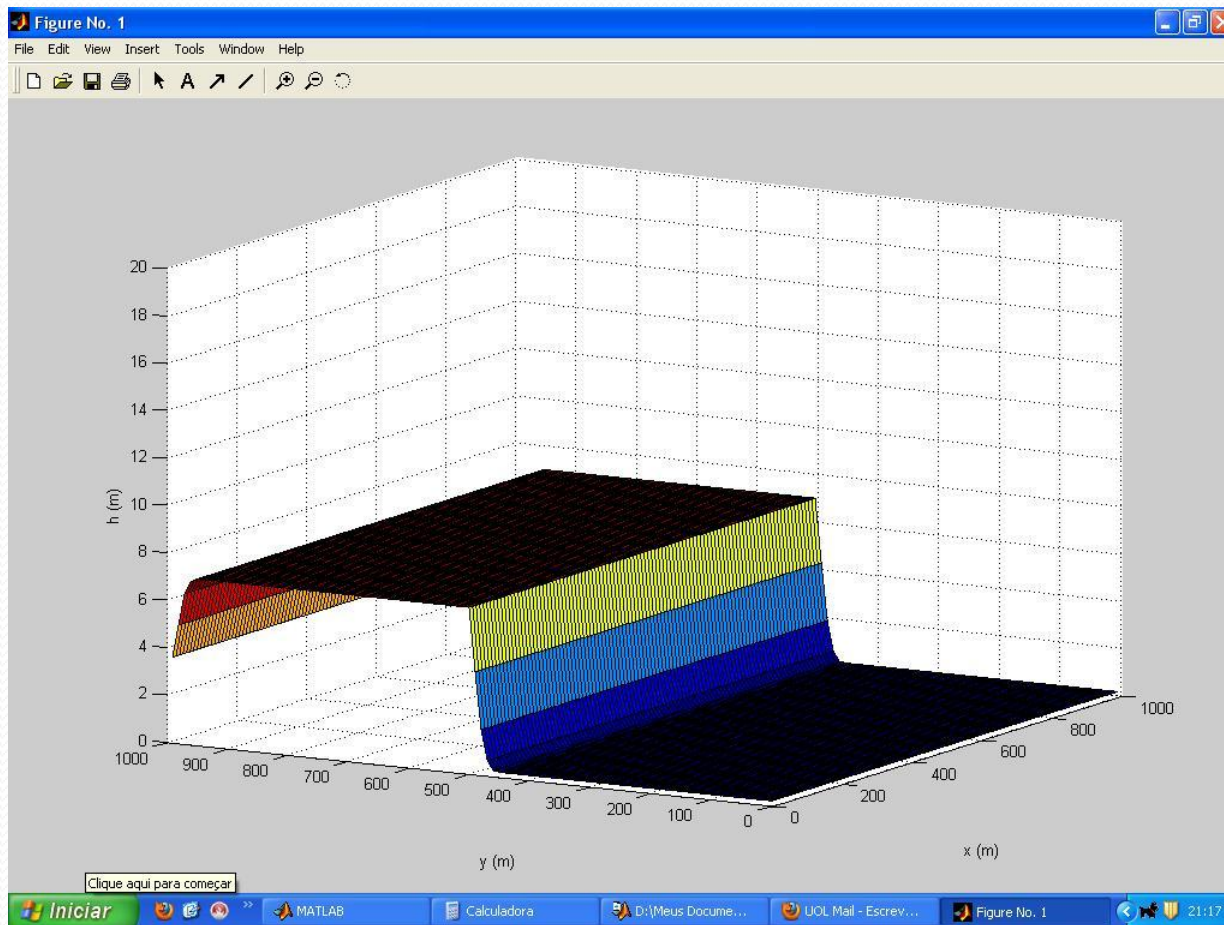
Figura 2



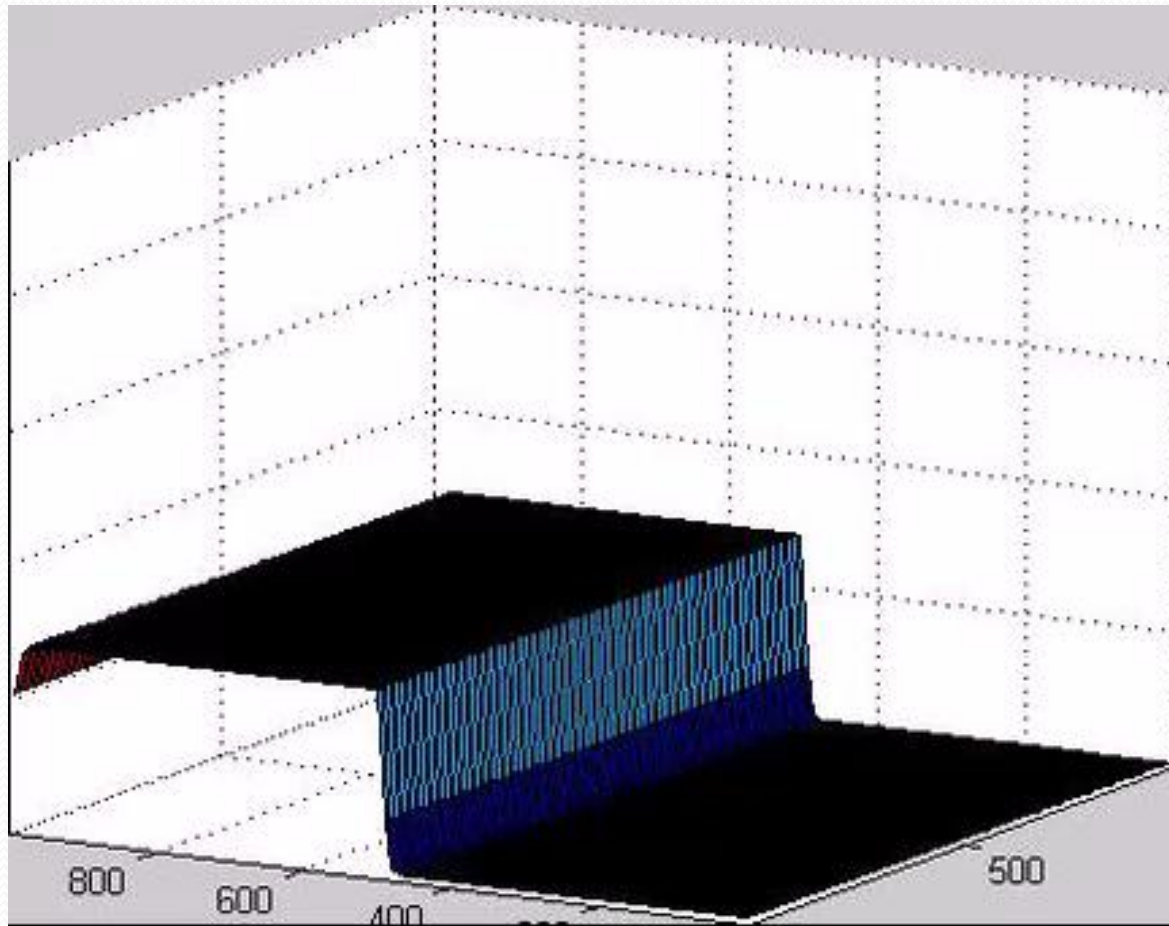
Obs:

- As ondas modeladas mostram que a forma do tubo é relacionada com a perturbação de profundidade, sem relação com a altura da onda.
- Uma relação entre a perturbação e o talude ou o número de Iribarren pode ser obtida

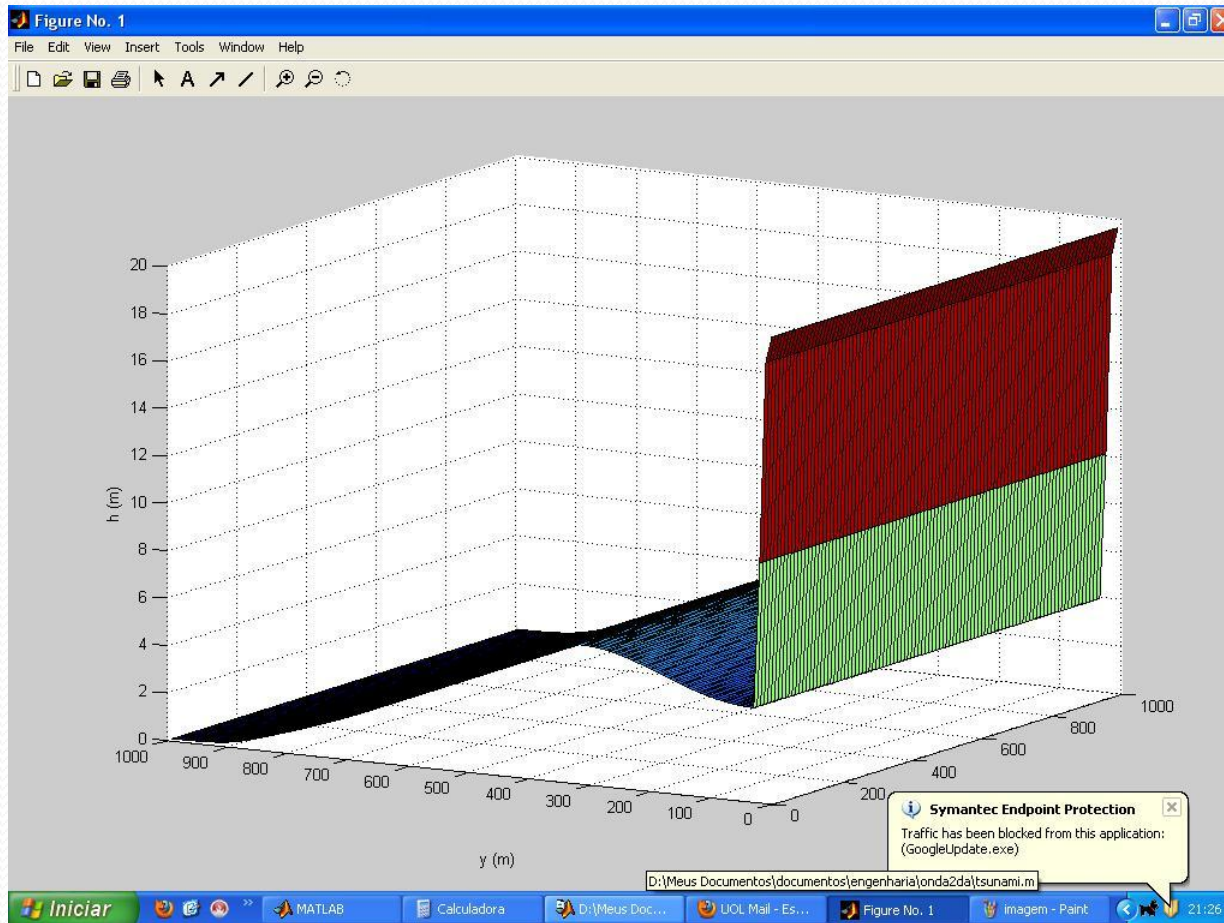
Tsunami - modelagem



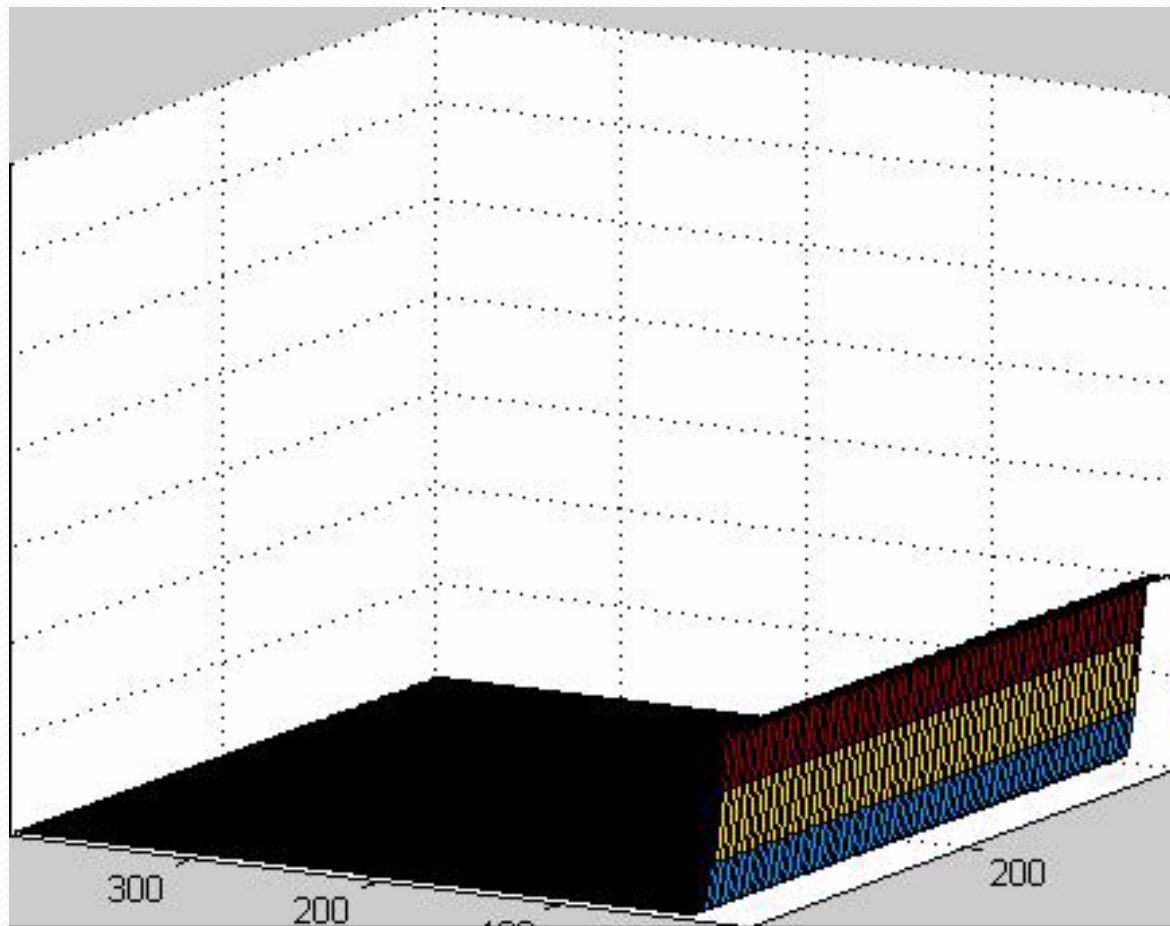
TSUNAMI



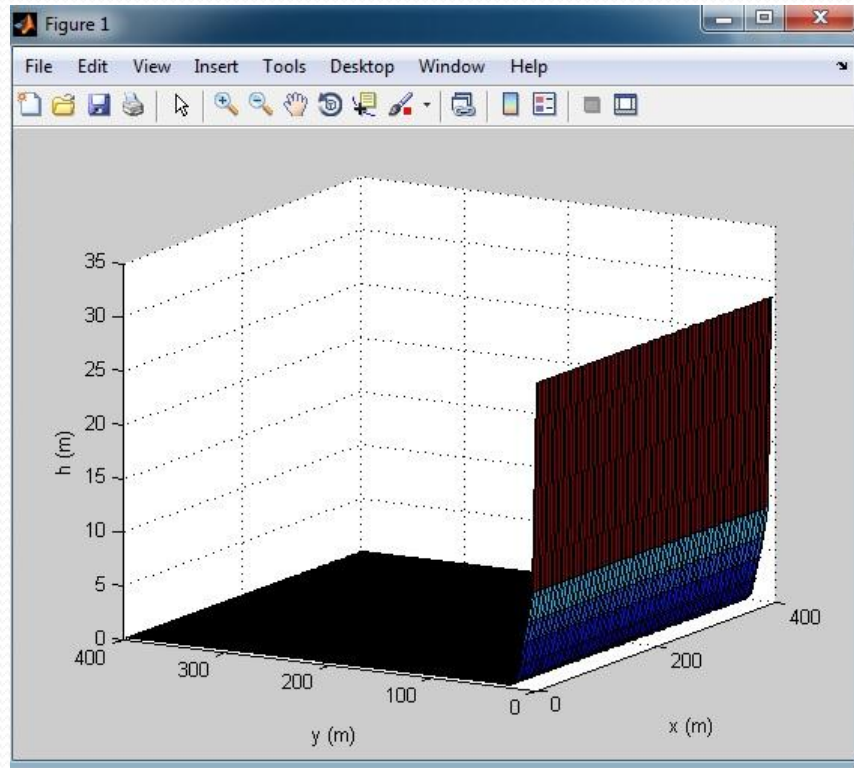
Tsunami- modelagem



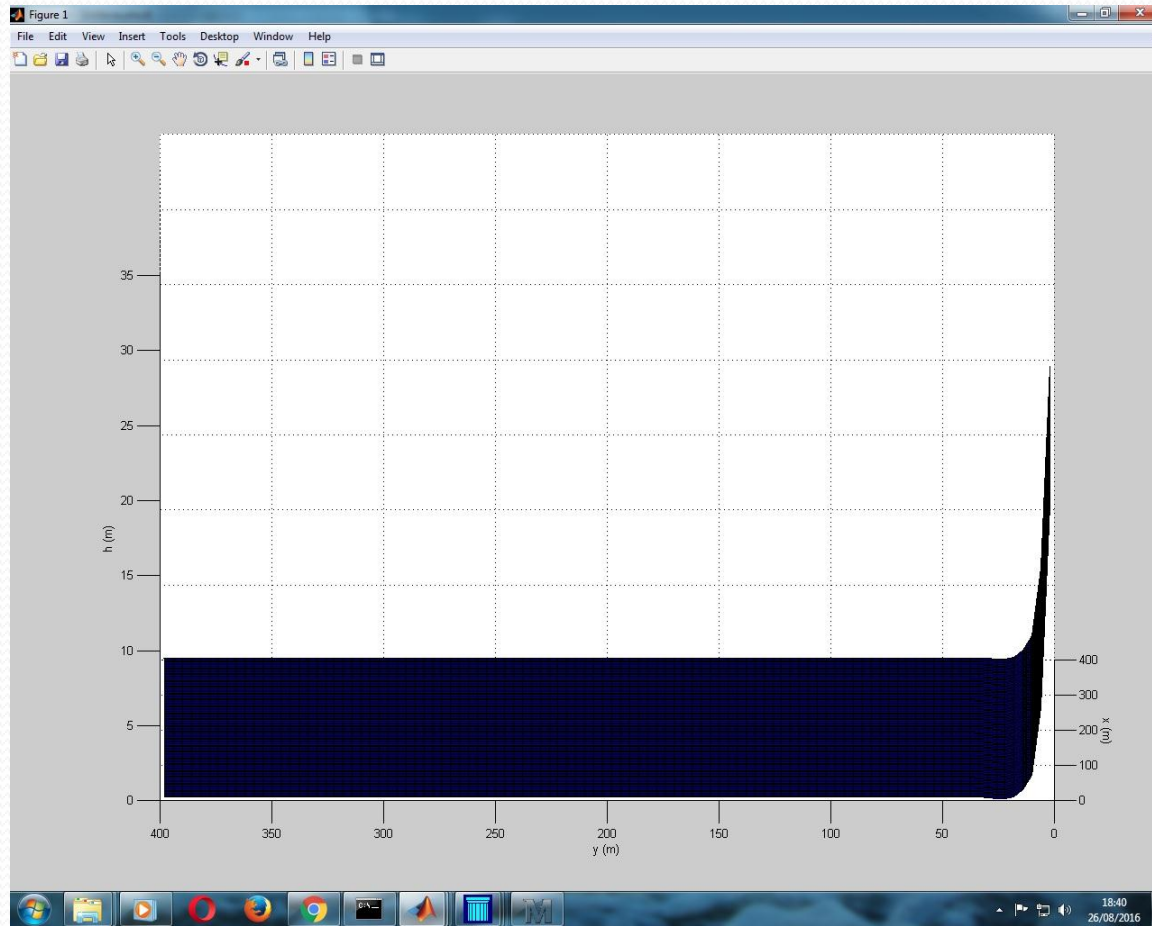
CICLOVIA DO RIO



CICLOVIA



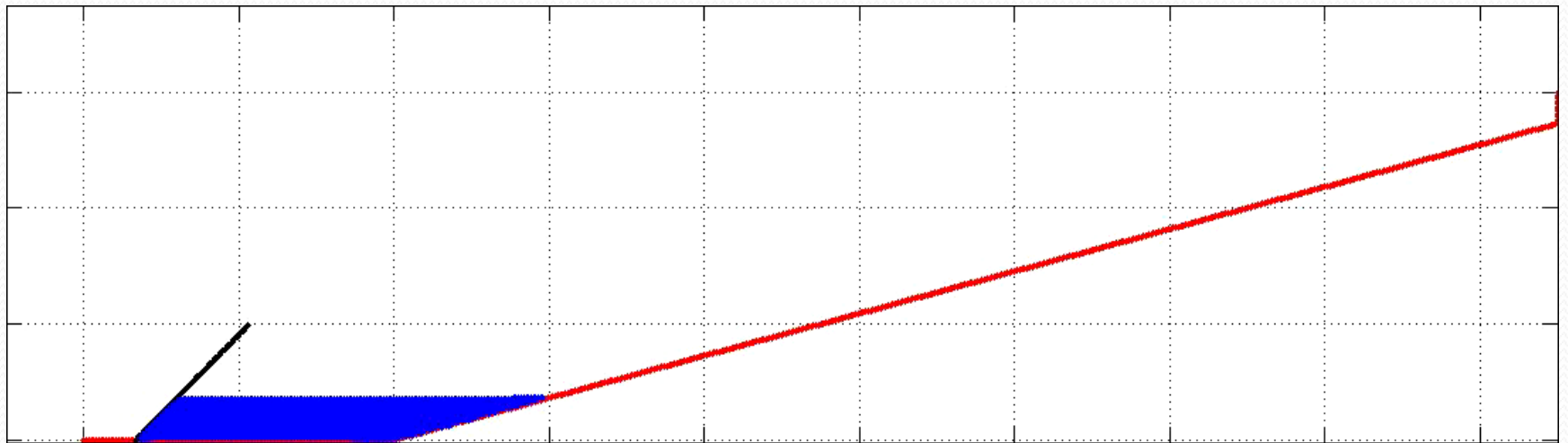
CICLOVIA



CICLOVIA CÁLCULO

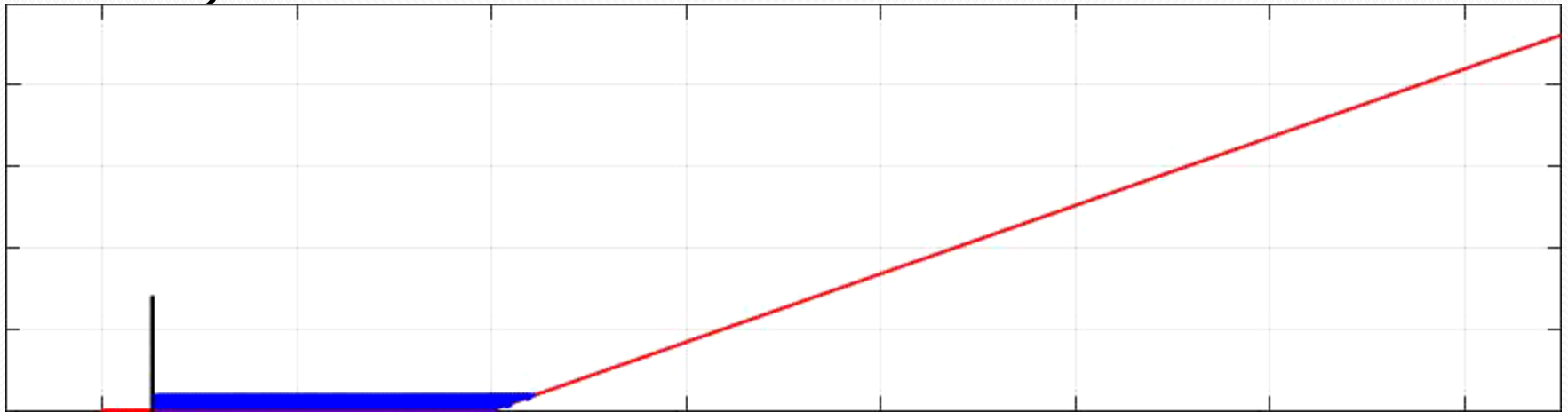
- Pela espessura do jato e altura de galgamento o esforço na plataforma pode variar de 6tf/m a 18tf/m considerando um jato com 1m de espessura e onda variando de 4 a 7m e período de 15 a 18 seg
- Se o jato atingir 2m de espessura os esforços seriam os mesmos pois a energia potencial seria a mesma e a cinética também e essa energia seria distribuída por toda a largura da plataforma. Num primeiro momento e depois aplicada em apenas um lado da plataforma provocando sua instabilidade.

CICLOVIA Ir 5,5



CICLOVIA

- Ir 6.3



CICLOVIA

- Por um cálculo como modelo reduzido a onda na ciclovia pelo modelo SPH, melhor tratado adiante iria produzir um galgamento de 12m, como o ocorrido passou dos 30m, como visto no modelo anterior, fica a hipótese de ter ocorrido uma soma simultânea de duas ou três ondas produzindo uma rogue wave, que se repetiu por alguns minutos e depois cessou.

Tsunami - análise

- A onda do tsunami modelada, com $h = 7\text{m}$, $L = 500\text{m}$ e $V = 15\text{m/seg}$, chegou a atingir 20m de altura ao chocar-se com uma parede vertical, indicando como devem ser dimensionados os muros verticais contra tsunamis.
- Pois diferente das ondas superficiais de gravidade, os tsunamis agem mais como uma torrente de um rio em uma onda de cheia, e suas estruturas de proteção devem agir também como barragens, e com alturas obtidas por modelos como esse.

Scripts em matlab

- Ver no site:
<http://sanders.eng.uci.edu/matlabcodes.html>

SPHYSICS

- SITE:https://wiki.manchester.ac.uk/sphysics/index.php/SPHYSICS_Home_Page

- 
- EQUAÇÕES BÁSICAS
 - TEORIA HIDRODINÂMICA DAS PARTÍCULAS SUAVISADAS

Contents

1. THEORETICAL BACKGROUND	9
1.1. The SPH method	9
1.2. The weighting function or smoothing kernel	9
1.3. Momentum equation	10
1.3.1. Artificial viscosity	10
1.3.2. Laminar viscosity	11
1.3.3. Laminar viscosity and SPS	11
1.4. Continuity equation	12
1.5. Equation of state	12
1.6. Moving the particles	13
1.7. Thermal energy	13
1.8. Density Renormalization	13
1.9. Kernel Renormalization	14
1.9.1. Kernel Correction	15
1.9.2. Kernel Gradient Correction	15
1.10. Riemann Solver formulation	16
1.10.1. Definition of the Riemann Problem.	16
1.10.2. Non-conservative Riemann Formulation.	18
1.10.3. Conservative Riemann Formulation.	19
1.10.4. The HLLC Approximate Riemann Solver.	19
1.10.5. Higher-order Reconstruction and MUSCL-based schemes	20
2. IMPLEMENTATION	23
2.1. Time stepping	23
2.1.1. Predictor-Corrector scheme	23
2.1.2. Verlet scheme	24
2.1.3. Symplectic scheme	24
2.1.4. Beeman scheme	24
2.2. Variable time step	25
2.3. Computational efficiency: linked list	25
2.4. Boundary conditions	27
2.4.1. Dynamic Boundary conditions	27
2.4.2. Repulsive Force Boundary Conditions	29
2.4.3. Periodic Open Boundaries	30
2.4.4. Floating Objects	31
2.5. Changing limits	32
2.5.1. Fixing the limits	32
2.5.2. Changing the limits in Z+	33
2.5.3. Limits in X, Y or Z- directions	33
2.6. Restart runs & checkpointing (repetitive restarts)	34

1. THEORY

1.1. The SPH method

The main features of the SPH method, which is based on integral interpolants, are described in detail in the following papers (Monaghan, 1982; Monaghan, 1992; Benz, 1990; Liu, 2003; Monaghan, 2005). Herein we will only refer to the representation of the constitutive equations in SPH notation. In SPH, the fundamental principle is to approximate any function $A(r)$ by

$$A(r) = \int A(r') W(r-r', h) dr' \quad (1.1)$$

where h is called the smoothing length and $W(r-r', h)$ is the weighting function or kernel. This approximation, in discrete notation, leads to the following approximation of the function at a particle (interpolation point) a

$$A(r) = \sum_b m_b \frac{\Delta_b}{\rho_b} W_{ab} \quad (1.2)$$

where the summation is over all the particles within the region of compact support of the kernel function. The mass and density are denoted by m_b and ρ_b respectively and $W_{ab} = W(r_a - r_b, h)$ is the weight function or kernel.

1.2. The weighting function or smoothing kernel

The performance of an SPH model is critically dependent on the choice of the weighting functions. They should satisfy several conditions such as positivity, compact support, and normalization. Also, W_{ab} must be monotonically decreasing with increasing distance from particle a and behave like a delta function as the smoothing length, h , tends to zero (Monaghan, 1992; Benz, 1990; Liu, 2003). Kernels depend on the smoothing length, h , and the non-dimensional distance between particles given by $q = r/h$, r being the distance between particles a and b . The parameter h , often called influence domain or smoothing domain, controls the size of the area around particle a where contribution from the rest of the particles cannot be neglected.

In SPHysics, the user can choose from one of the following four different kernel definitions:

1) Gaussian:

$$W(r, h) = \alpha_D \exp(-q^2) \quad (1.3)$$

where α_D is $1/(\pi h^2)$ in 2D and $1/(\pi^{3/2} h^3)$ in 3D

2) Quadratic:

$$W(r, h) = \alpha_D \left[\frac{3}{16} q^2 - \frac{3}{4} q + \frac{3}{4} \right] \quad 0 \leq q \leq 2 \quad (1.4)$$

where α_D is $2/(3h^2)$ in 2D and $5/(4\pi h^3)$ in 3D

3) Cubic spline:

$$W(r, h) = \alpha_D \begin{cases} 1 - \frac{3}{2} q^2 + \frac{3}{4} q^3 & 0 \leq q \leq 1 \\ \frac{1}{4} (2 - q)^3 & 1 \leq q \leq 2 \\ 0 & q \geq 2 \end{cases} \quad (1.5)$$

where α_D is $10/(7\pi h^2)$ in 2D and $1/(\pi h^3)$ in 3D.

4) Quintic (Wendland, 1995):

$$W(r, h) = \alpha_D \left(1 - \frac{q}{2} \right)^4 (2q + 1) \quad 0 \leq q \leq 2 \quad (1.6)$$

where α_D is $7/(4\pi h^2)$ in 2D and $21/(16\pi h^3)$ in 3D.

The tensile correction (Monaghan, 2000) is automatically activated when using kernels with first derivatives that go to zero with decreasing inter-particle spacing.

1.3. Momentum equation

The momentum conservation equation in a continuum field is

$$\frac{Dv}{Dt} = -\frac{1}{\rho} \nabla p + g + \Theta \quad (1.7)$$

where Θ refers to the diffusion terms.

Different approaches, based on various existing formulations of the diffusive terms, can be considered in the SPH method to describe the momentum equation. Three different options for diffusion can be used in SPHysics: (i) artificial viscosity, (ii) laminar viscosity and (iii) full viscosity (laminar viscosity + Sub-Particle Scale (SPS) Turbulence).

1.3.1. Artificial viscosity

The artificial viscosity proposed by Monaghan (1992) has been used very often due to its simplicity. In SPH notation, Eq. 1.7 can be written as

$$\frac{d^2 v_a}{dt^2} = -\sum_b m_b \left(\frac{p_b}{\rho_b^2} + \frac{p_a}{\rho_a^2} + \Pi_{ab} \right) \nabla_a W_{ab} + g \quad (1.8)$$

$$P = B \left[\left(\frac{\rho}{\rho_0} \right)^\gamma - 1 \right] \quad (1.17)$$

where $\gamma = 7$ and, $B = c_s^2 \rho_0 / \gamma$ being $\rho_0 = 1000 \text{ kg m}^{-3}$ the reference density and $c_s = c(\rho_s) = \sqrt{(\partial P / \partial \rho)}|_{\rho_s}$ the speed of sound at the reference density.

1.6. Moving the particles

Particles are moved using the XSPH variant (Monaghan, 1989)

$$\frac{d\mathbf{x}_a}{dt} = \mathbf{v}_a + \epsilon \sum_b \frac{m_b}{\rho_{ab}} \mathbf{W}_{ab} \quad (1.18)$$

where $\epsilon = 0.5$ and $\rho_{ab} = (\rho_a + \rho_b) / 2$. This method moves a particle with a velocity that is close to the average velocity in its neighborhood.

1.7. Thermal energy

The thermal energy associated to each particle is calculated using the expression given by Monaghan (1994)

$$\frac{de_a}{dt} = \frac{1}{2} \sum_b m_b \left(\frac{F_{ab}}{\rho_a^2} + \frac{F_{ba}}{\rho_b^2} + \mathbb{V}_{ab} \right) \mathbf{v}_{ab} \cdot \nabla_a W_{ab} \quad (1.19)$$

where \mathbb{V}_{ab} refers to viscosity terms, which can be calculated using the different approaches mentioned above.

1.8 Density Reinitialization

While the dynamics from SPH simulations are generally realistic, the pressure field of the particles exhibits large pressure oscillations. Efforts to overcome this problem have concentrated on several approaches including correcting the kernel (for an overview see Bonet & Lok, 1999) and developing an incompressible solver. One of the most straight forward and computationally least expensive is to perform a filter over the density of the particles and then re-assign a density to each particle (Colagrossi and Landrini, 2003). There are two orders of correction, zeroth order and first order.

Zeroth Order – Shepard Filter

The Shepard filter is a quick and simple correction to the density field, and the following procedure is applied every 30 time steps

$$\rho_a^{new} = \sum_b \rho_b \tilde{W}_{ab} \frac{m_b}{\rho_b} = \sum_b m_b \tilde{W}_{ab} \quad (1.20)$$

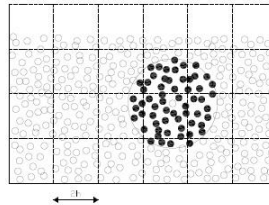


Figure 2.1: Set of neighboring particles in 2D. The possible neighbors of a fluid particle are in the adjacent cells but this only interacts with particles marked by black dots.

The SPHysics code in 2D sweeps through the grid along the x -direction, for each z -level. Around each cell, the E, N, NW & NE neighbouring cells are checked to minimise repeating the particle interactions. Thus, for example, when the centre cell is $i=5$ and $k=3$ (see scheme in Figure 2.2), the target cells are (5,4), (4,4), (6,4) and (6,3). The rest of the cells were previously considered through the sweeping (e.g. the interaction between cell (5,3) and (5,2) was previously accounted when (5,2) was considered to be the centre cell).

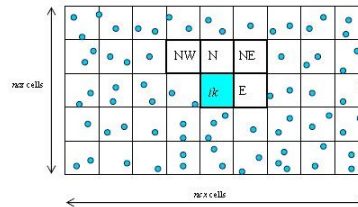
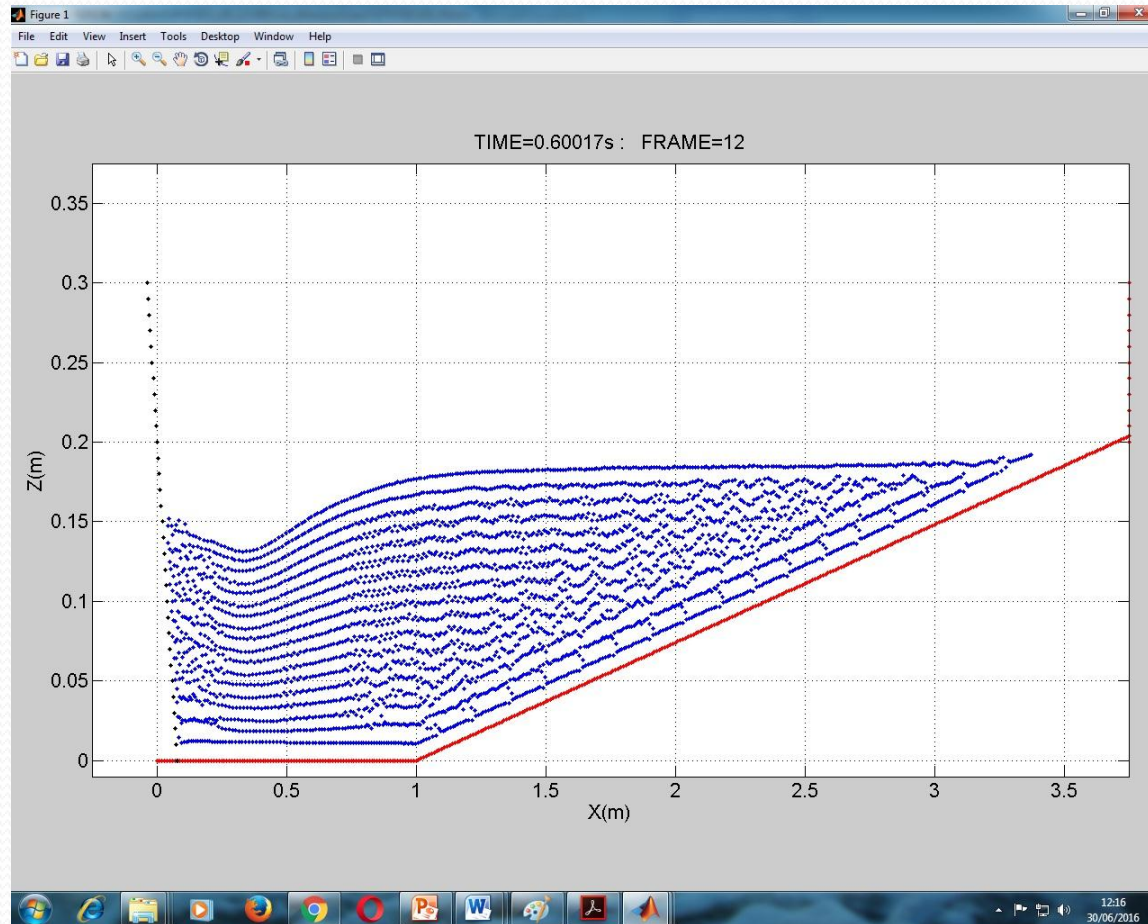


Figure 2.2: Sweeping through grid cells in 2D. Starting from the lower left corner, particles inside the center cell ik interact with adjacent cells only in E, N, NW and NE directions. The interactions with the rest of the cells W, S, SW & SE directions were previously computed using reverse interactions.

- As diferenças fundamentais do MEC e o SPH é que no primeiro todos os n pontos são usados na montagem e uma matriz $n \times n$ e quando há um toque da crista da onda na sua base o processo para, já no método SPH apenas algumas partículas, dentro de um raio de influência, são usadas para determinar a atualização da partícula em questão, e como os modelos “meshless”, sem malha, as partículas podem se misturar que o processo não para.

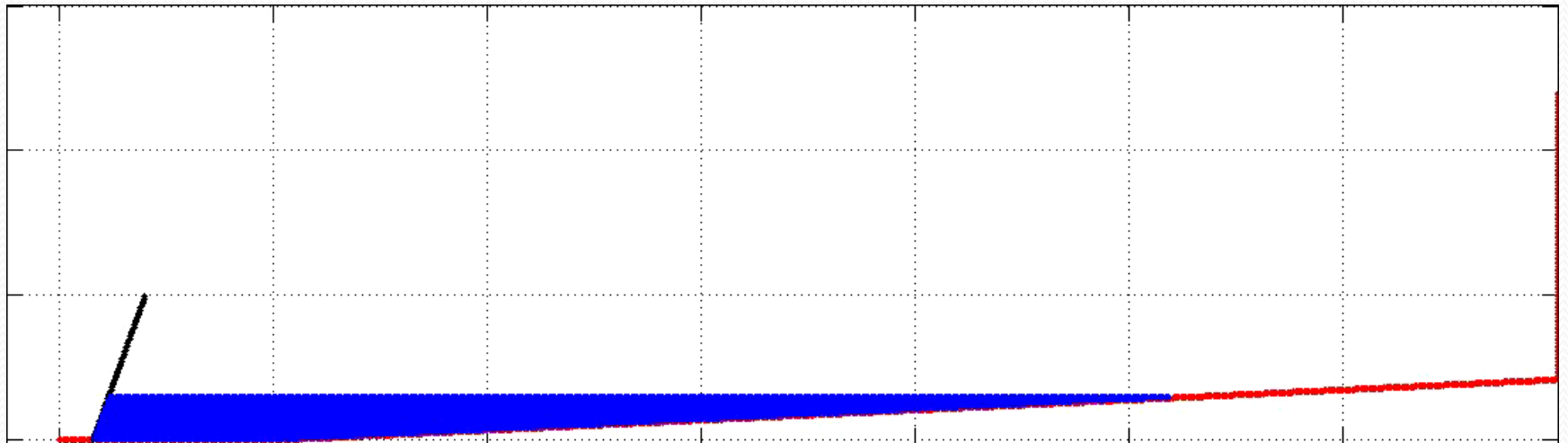
MODELAGEM DE ONDAS



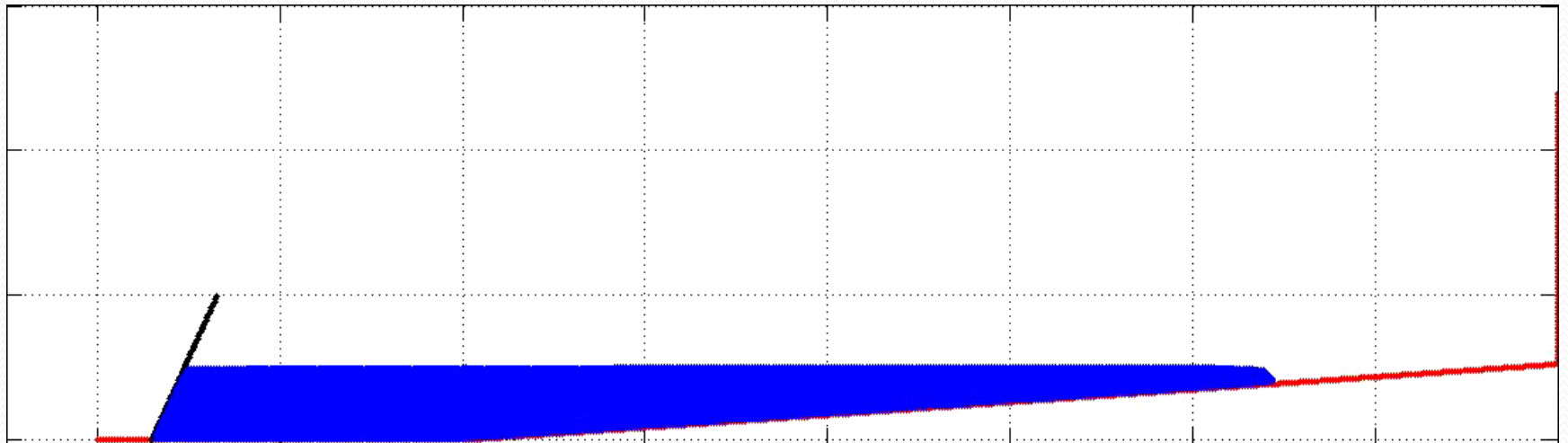
QUEBRA DE ONDAS

- COEF DE IRIBARREN

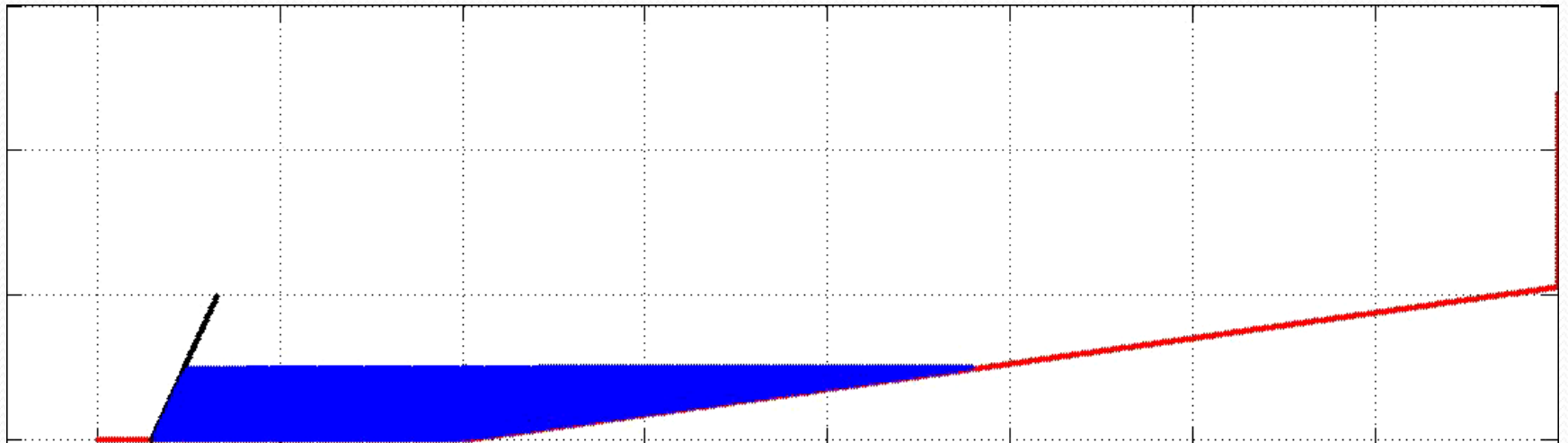
ONDA DESLIZANTE Ir 0,22



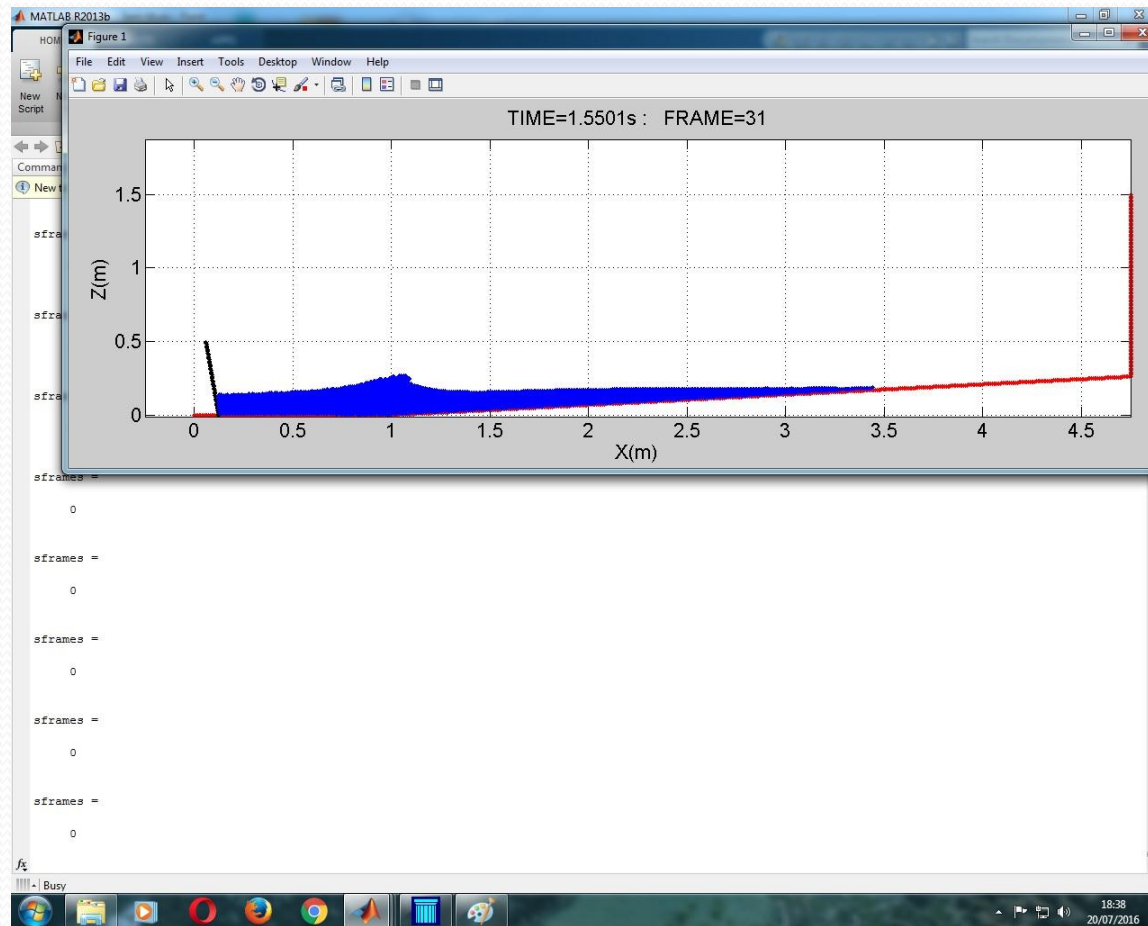
ONDA MERGULHANTE Ir 0,55



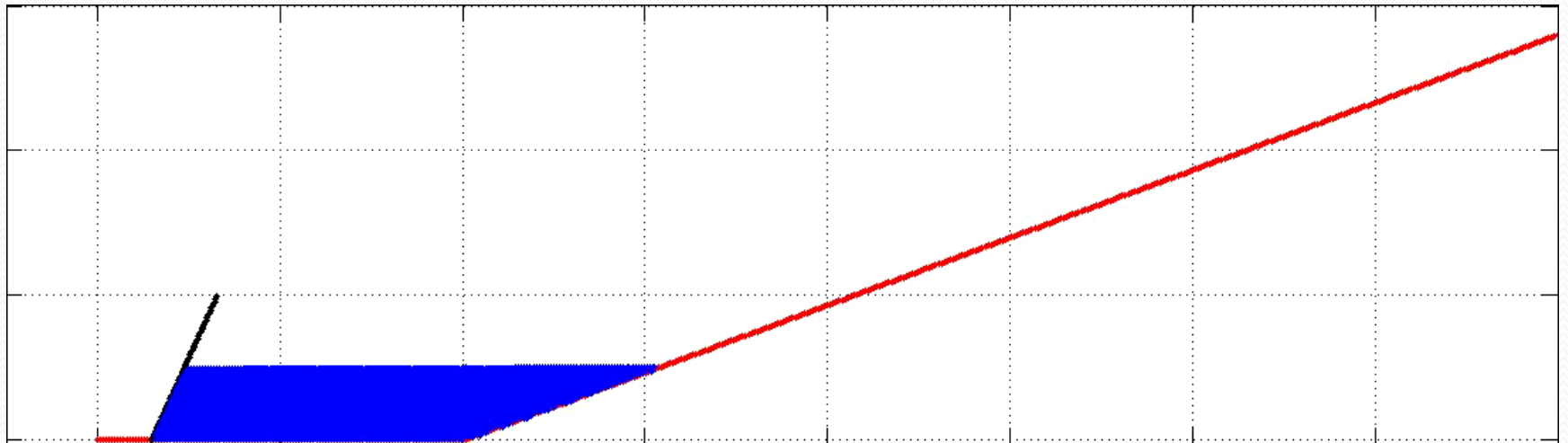
COLAPSANTE $I_r=1,22$



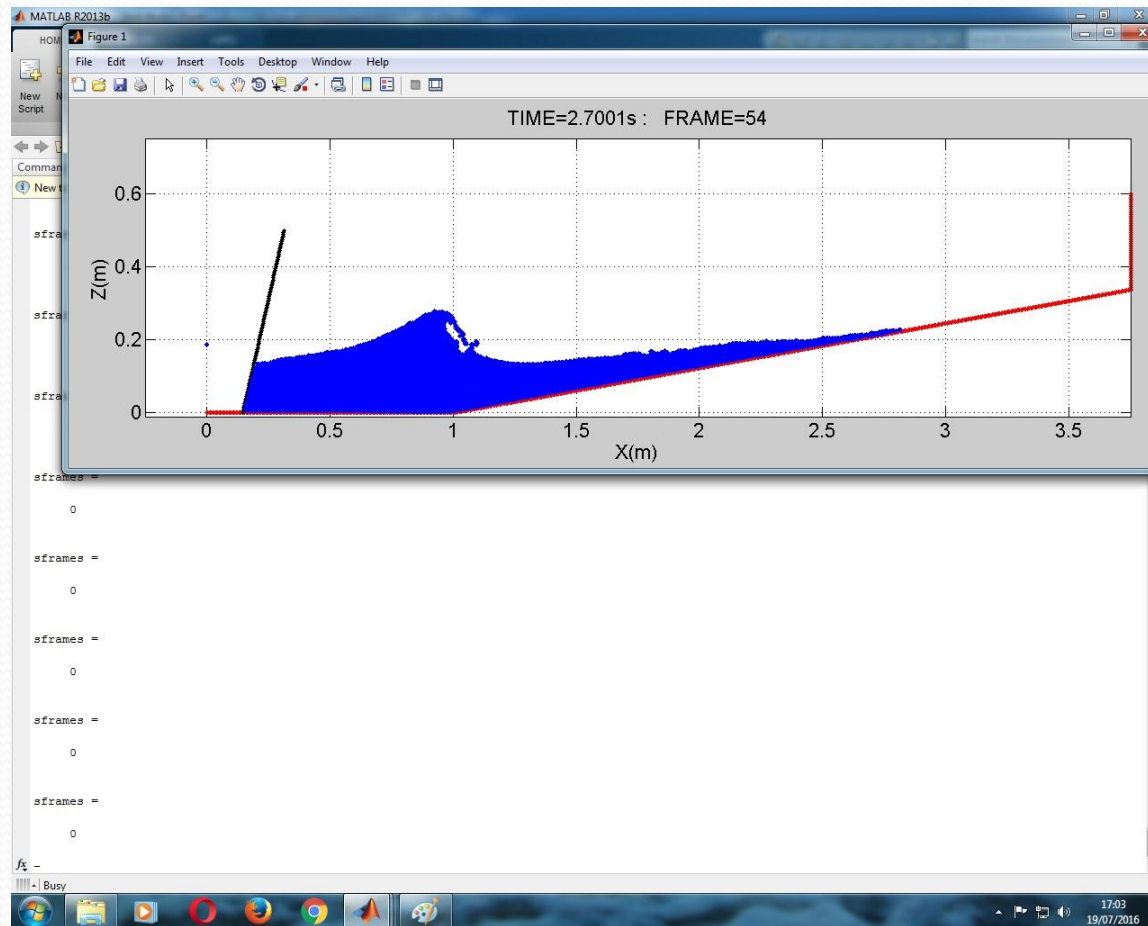
DESLIZANTE



IMPULSIVA $Ir=2,95$



MERGULHANTE



MERGULHANTE

The screenshot displays the Microsoft PowerPoint 2010 interface. The title bar indicates the file is 'OMARSAT 2017 IEAPM.ppt' in 'Modo de Compatibilidade'. The ribbon is set to 'Ferramentas de Vídeo', with the 'Reprodução' sub-ribbon active. The main slide area features a title box containing the text 'Clique para adicionar um título' and a chart area with a red line and a blue area. The taskbar at the bottom shows the system tray with the time '16:10' and date '21/07/2016'.

OMARSAT 2017 IEAPM.ppt [Modo de Compatibilidade] - Microsoft PowerPoint

Ferramentas de Vídeo

Formatar Reprodução

Forma do Vídeo Avançar Alinhar

Borda do Vídeo Recuar Agrupar

Efeitos de Vídeo Painel de Seleção Girar

Organizar Tamanho

Altura: 7,16 cm

Largura: 25,4 cm

Visualizaç...

Executar

Correções

Cor

Moldura do Cartaz

Redefinir Design

Ajustar

Estilos de Vídeo

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

Slide 80 de 95 "Fluxo"

109%

16:10

21/07/2016

OMARSAT 2017 IEAPM.pptx - Microsoft PowerPoint

Arquivo Página Inicial Inserir Design Transições Animações Apresentação de Slides Revisão Exibição Ferramentas de Vídeo Formatar Reprodução

Colar Novo Slide Layout Redefinir Seção

Fonte: N I S abc AV Aa A

Parágrafo

Organizar Estilos Rápidos Desenho

Preenchimento da Forma Contorno da Forma Efeitos de Forma

Localizar Substituir Selecionar Edição

Área de Transferência

66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98

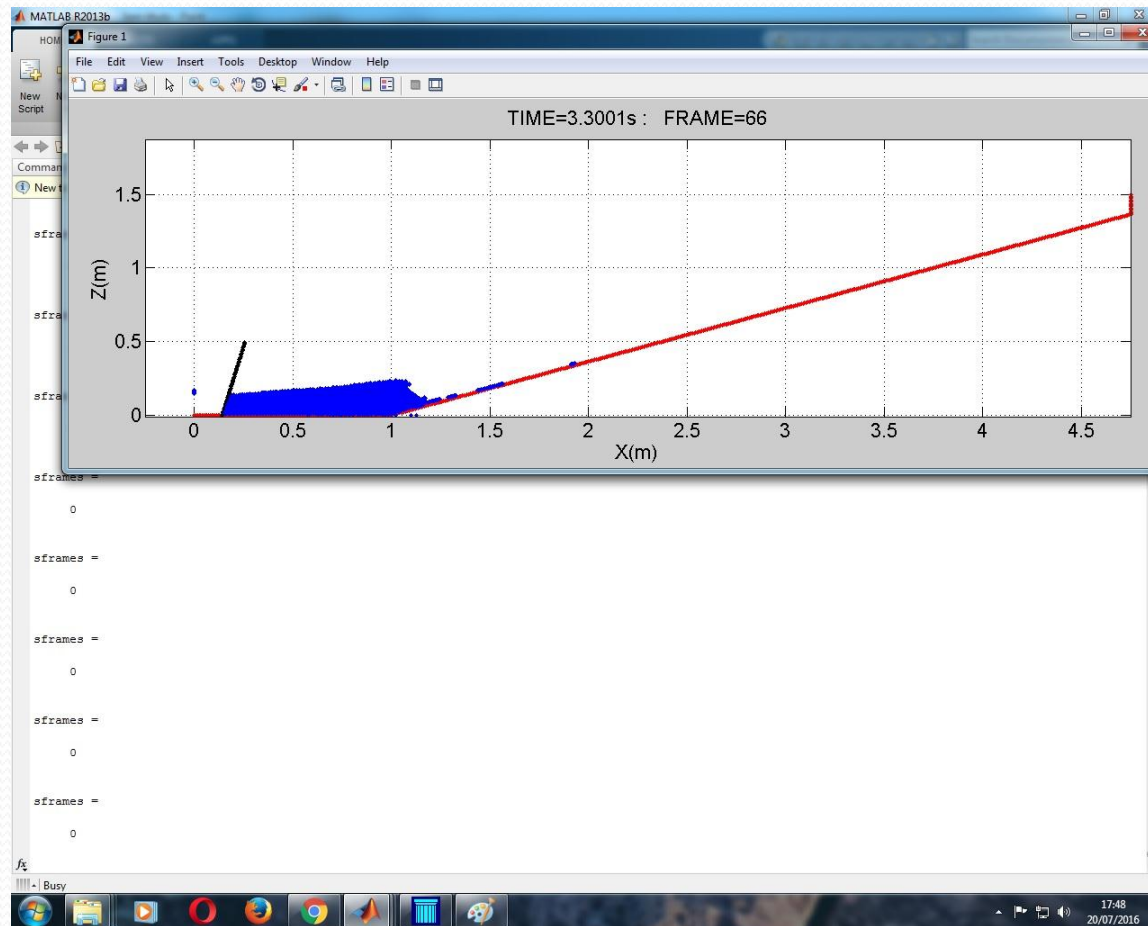
MERGULHANTE $t_r = 0,686$ paddle

00:03:84

Slide 82 de 101 "Fluxo" 109% 17:38 27/07/2016

The image shows a Microsoft PowerPoint slide titled "MERGULHANTE $t_r = 0,686$ paddle". The slide content is a video player displaying a blue-filled area under a curve on a grid, representing a hydrodynamic analysis of a paddle. The video player shows a progress bar at 00:03:84. The slide is part of a presentation with 101 slides, and the current slide is 82. The system tray at the bottom shows the date and time as 17:38 on 27/07/2016.

COLAPSANTE



OMARSAT 2017 IEAPM.ppt [Modo de Compatibilidade] - Microsoft PowerPoint

Ferramentas de Vídeo

Formatar Reprodução

Forma do Vídeo Borda do Vídeo Efeitos de Vídeo

Avançar Alinhar Recuar Painel de Seleção Girar

Altura: 7,16 cm Largura: 25,4 cm

Executar Correções Cor Moldura do Cartaz Redefinir

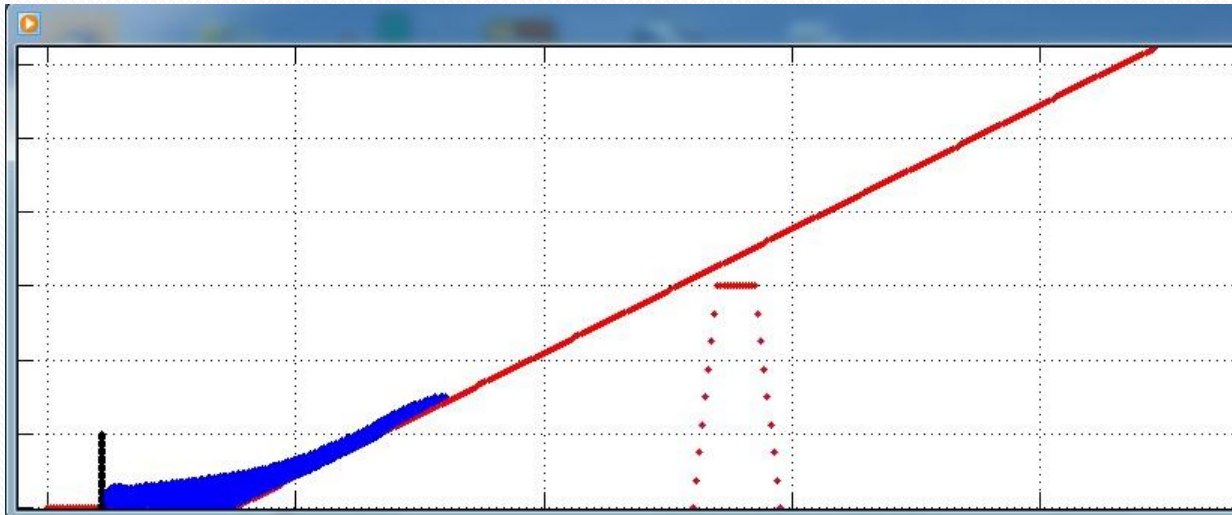
Visualiza... Estilos de Vídeo

66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98

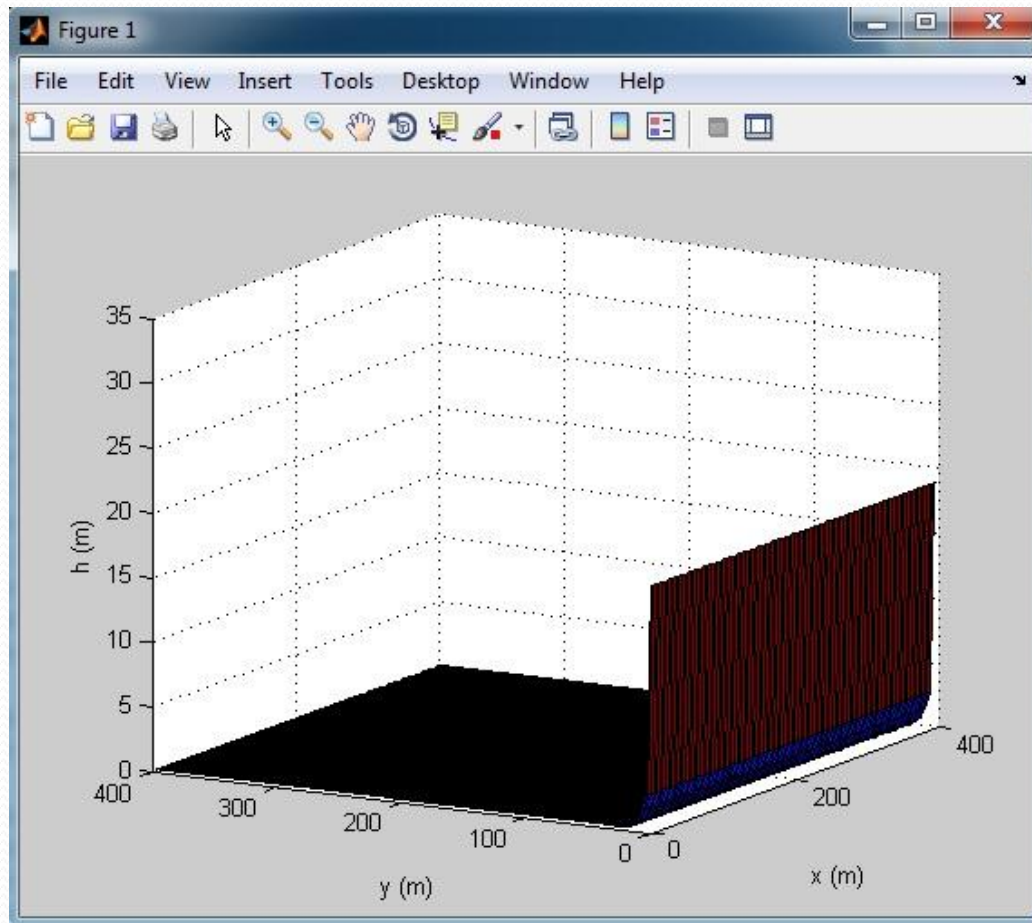
SURGING $I_r=3,05$

Slide 84 de 99 "Fluxo" 109% 15:34 23/07/2016

Ciclovia run-up



Ciclovia



Ciclovia profundidades

- Através do site:

http://www.gebco.net/data_and_products/gridded_bathymetry_data/

Obtive as batimetrias do local da ciclovia:

xllcorner -43.170000000000

yllcorner -23.000000000000

dx 0.006500000000

dy 0.008333333333

-2 -2

-3 -3

-2 -3

-4 -5

-7 -7

-7 -7

-12 -5

Ciclovía análise

- Em estudo da COPPE se conclui que foi uma onda de rebentação tipo impulsiva com 4m de altura que galgaria até 14m. Nos estudos anteriores no modelo SPH o coef de run-up foi de 3 assim o galgamento iria até 12m, bem próximo do valor anterior.
- Ocorre que a base da plataforma deve estar na cota +16 no mínimo e a ciclovía está na cota 25,85 em relação ao NR local. Logo a onda que provocou os estragos deve ser a onda com H_s 3m que ocorreu no dia segundo o WW_3 e que no cálculo do modelo

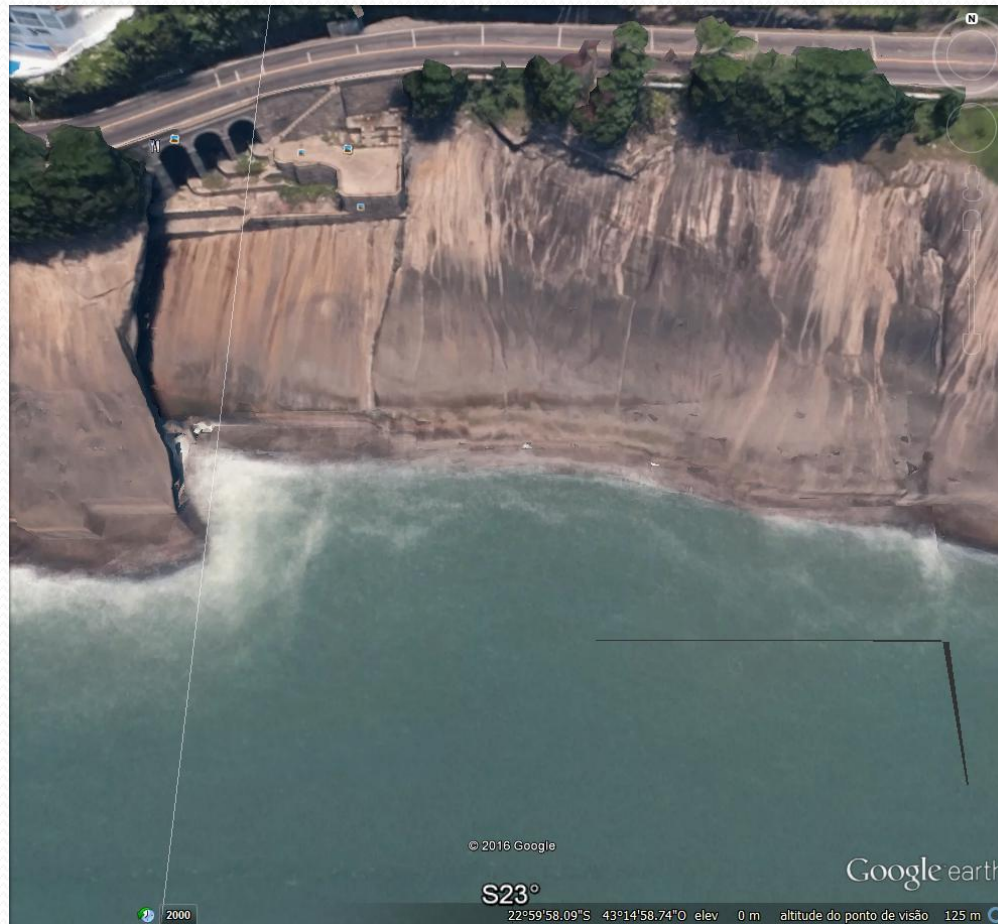
Ciclovia análise cont.

- De volumes finitos o galgamento atinge até os 20m, ou seja atinge a base da plataforma com força suficiente para subir com força explosiva atingindo 30m no final como se vê nas fotos.
- Para essa onda atingir o costão primeiro deve ter ocorrido, pela geo-morfologia do local, uma escavação da areia aumentando a profundidade até 7m.
- Por isso suponho que se tratou de um evento quase impossível de prever e a solução é local com um muro refletor no topo da muro vertical

Ciclovia Erosão



Ciclovia Alturas relativas



Ciclovia cont.

Edvardsen_Kåre.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

File Edit View Window Help

Home Tools Edvardsen_Kåre.pdf... x Sign In

21 / 128 100%

2.2 Wave Data

The data used is measured from the Northern North Sea between, 1973 and 2002. It include some hindcast data that's only been used to fill in gaps at the measured meteocean data set. This comes from DNMI Hindcast Archive, gridpoint 1415, between 1955 and 2001. All the meteocean data is obtained from [6].

In table 2.1, you can see all the wave date used for this report. The data here consist of h_s and t_p from 34 years in all directions, and it is used for estimating the 100-year extreme wave of the sea state.

Table 2.1. Joint frequency table of spectral peak period (s) (horizontal axis), and significant wave height (m). With a sea state duration of 3 hours for approximately 34 years. Obtained from [6].

a) All year - omni directional

Hs	SPECTRAL PEAK PERIOD																			SUM
	0-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	>20	
0-1	21	179	529	859	977	889	701	503	337	217	135	82	49	29	17	10	6	4	5	5550
1-2	5	141	959	2762	4683	5644	5411	4430	3245	2193	1399	855	507	294	167	94	53	29	36	32009
2-3	0	9	168	956	2604	4359	5230	4964	3980	2819	1822	1069	629	346	185	97	50	25	25	29368
3-4	0	0	9	127	634	1629	2633	3053	2777	2109	1398	835	461	239	118	56	26	12	9	16126
4-5	0	0	0	8	88	397	955	1460	1593	1349	941	566	303	148	67	29	12	5	3	7924
5-6	0	0	0	0	7	66	268	594	838	836	639	397	210	97	41	16	6	2	1	4019
6-7	0	0	0	0	0	6	49	177	352	445	393	263	141	63	25	9	3	1	0	1928
7-8	0	0	0	0	0	0	5	36	111	192	209	159	90	40	15	5	1	0	0	863
8-9	0	0	0	0	0	0	0	5	25	64	93	85	54	25	9	3	1	0	0	363
9-10	0	0	0	0	0	0	0	0	4	16	33	39	29	15	6	2	0	0	0	145
10-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9	15	14	8	3	1	0	0	0	55
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	6	4	2	1	0	0	0	20
12-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	0	0	0	7
13-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
14-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SUM	25	329	1667	4712	8993	12991	115255	15222	3262	10243	7075	4403	2495	1312	657	322	158	78	81	99280

Simulated observations of h_s and t_p are plotted in figure 2.2. This is to get a better overview of

Export PDF
Create PDF
Edit PDF
Comment
Combine Files
Fill & Sign
More Tools

Store and share files in the Document Cloud
Learn More

15:37
04/09/2016

Ciclovia cont.

Tabela 1 – Dados de ocorrência de ondas na Baía de Campos

Period → Height ↓	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	Total	%	Tmed
0.0-0.5	85171	166779	50632	10991	2167	425	110	25	13	7	5	0	316325	17.27	3.31
0.5-1.0	11867	208032	229458	111698	40289	11835	2862	547	132	49	17	0	616786	33.70	5.38
1.0-1.5	322	47777	164356	145537	73169	27184	7458	1481	271	55	32	0	467642	25.53	6.91
1.5-2.0	6	6545	64094	85930	53460	23925	7570	1592	266	41	25	0	243454	13.30	7.77
2.0-2.5	0	742	19753	38224	27785	14938	5689	1263	190	37	13	2	108816	5.93	8.41
2.5-3.0	0	82	5311	14769	12522	8057	3290	798	149	11	3	0	44992	2.46	8.96
3.0-3.5	0	6	1277	5433	5522	4149	1907	510	90	10	3	0	18907	1.03	9.50
3.5-4.0	0	1	309	2006	2350	1963	987	265	51	3	0	0	7935	.43	9.90
4.0-4.5	0	0	69	733	1117	973	535	168	33	1	0	0	3629	.20	10.32
4.5-5.0	0	0	12	234	513	507	321	60	11	0	0	0	1658	.09	10.68
5.0-5.5	0	0	4	83	230	271	165	52	6	0	0	0	811	.04	11.31
5.5-6.0	0	0	1	30	115	123	86	23	1	0	0	0	379	.02	10.98
6.0-6.5	0	0	0	8	39	69	35	12	0	0	0	0	163	.00	12.14
6.5-7.0	0	0	0	3	21	26	16	2	0	0	0	0	68	.00	11.16
7.0-7.5	0	0	0	0	5	18	15	2	0	0	0	0	40	.00	11.93
7.5-8.0	0	0	0	2	3	3	7	0	0	0	0	0	15	.00	11.60
8.0-8.5	0	0	0	0	2	3	1	0	0	1	0	0	7	.00	10.34
8.5-9.0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	4	.00	12.00
9.0-9.5	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	4	.00	11.25
9.5-10.0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	4	.00	11.50
10.0-10.5	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	.00	13.00
10.5-11.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00	-	-
11.0-11.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00	-	-
11.5-12.0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	.00	12.00
Total	97366	429964	535276	415681	219311	94475	31041	6800	1213	215	98	2	1831442	100.00	
%	5.32	23.48	29.23	22.70	11.97	5.16	1.69	.37	.07	.01	.00	.00			
Mean	31	64	1.06	1.39	1.60	1.81	2.01	2.10	2.02	1.82	1.49	2.17			

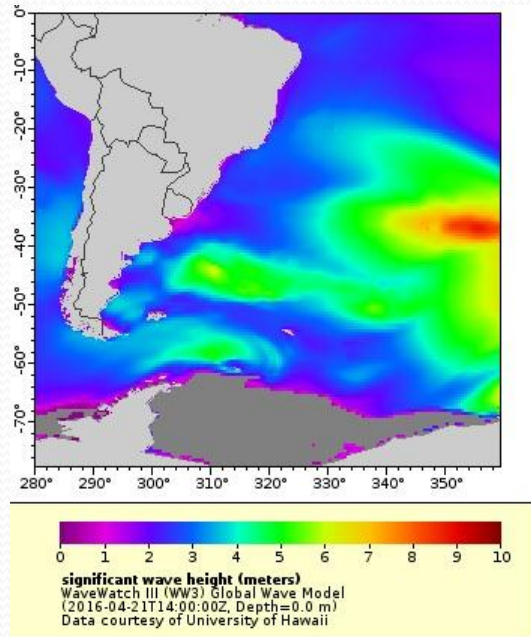
Ciclovia cont.

- Outra forma de ver a imprevisibilidade do fenômeno é analisar a probabilidade dessa onda com H_s 5,8 e T_p 18seg, pela análise do mapa anterior em outra área, só para se ter uma idéia temos $6/4019/34 = 0,0044\%$ a probabilidade de uma onda entre 5 e 6 m com 18 seg de período equivalente a um T_r de 22,7 mil anos. Portanto impossível de ser prevista pelos engenheiros.
- Mesmo considerando $H_s=3m$ com T_p de 15 a 18 seg a probabilidade seria $628/29368/34=0,06\%$ de ocorrência em um ano com $T_r= 1666$ anos.

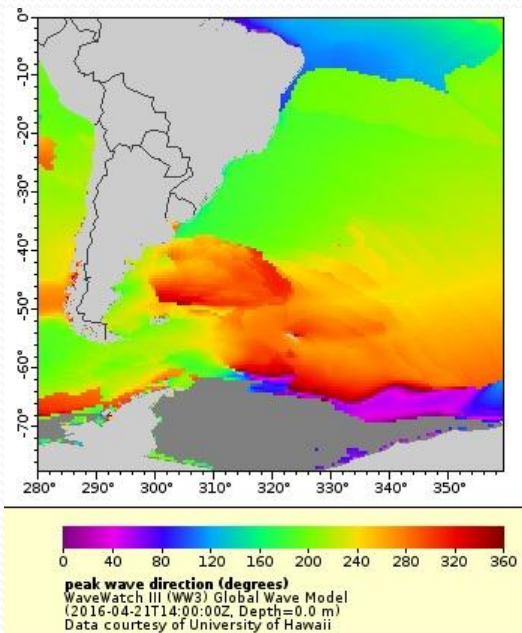
- Pela tabela para a bacia de campos considerando H_s 2,5 a 3m e T_p de 14 a 18 seg temos $p = 0,021/10 = 0,2\%$ ou $T_r = 500$ anos, considerando que a tabela abrange 10 anos de medição.

Ciclovia Hs dia 21/04/2016

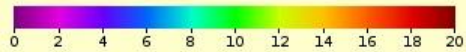
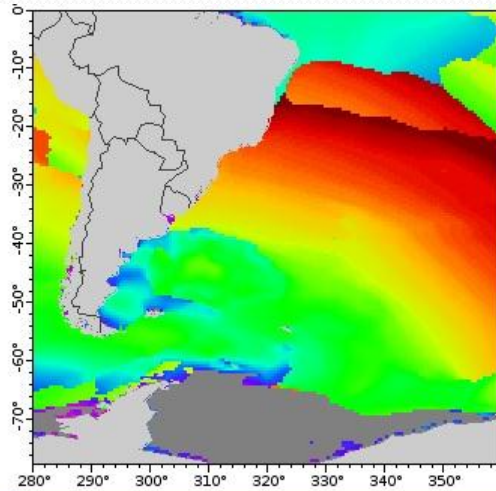
11hs



Ciclovia direção



Ciclovia período de pico



peak wave period (seconds)
WaveWatch III (WW3) Global Wave Model
(2016-04-21T14:00:00Z, Depth=0.0 m)
Data courtesy of University of Hawaii

Ciclovia

- O modelo WW3 mostrou pouco confiável com relação ao período de pico, indicando valores de até 23 seg, no ano anterior, quando a Tabela obtida em
- <http://www.mma.gov.br/gestao-territorial/gerenciamento-costeiro/smc-brasil2>

Tabela de Gerenciamento Costeiro

<http://www.mma.gov.br/gestao-territorial/gerenciamento-costeiro/smc-brasil2>

Direções	Frequência por Direção	Hs 50% (m)	Hs 90% (m)	Hs 99% (m)	Hs 12h (m)	Direções	Frequência por Direção	Tp 50% (seg.)	Tp 90% (seg.)	Tp 99% (seg.)	Tp 12h (seg.)
ESE	0.1%	1.06	1.33	1.52	1.56	ESE	0.1%	6.9	9.1	10.4	10.5
SE	24.9%	1.30	1.78	2.27	2.65	SE	24.9%	7.3	9.5	11.4	12.6
SSE	53.3%	1.48	2.14	2.73	3.32	SSE	53.3%	9.0	11.6	13.8	15.1
S	22.2%	1.88	2.72	3.58	4.23	S	22.2%	11.2	13.3	15.3	16.6
SSW	0.5%	1.22	2.03	3.42	3.72	SSW	0.5%	9.3	11.6	13.4	14.4
SW	0.0%	0.74	1.09	1.19	1.19	SW	0.0%	9.1	10.0	11.3	11.3

- No caso deste registro de 60 anos, o período de 12h corresponde a 0,0023⁰%, assim 99,998⁰% das ondas registradas teriam altura significativa inferior a HS₁₂.
Ou T_{p12}

Jornal O Globo | Notícias | W Iribarren number - Wikipé... x

← → ↻ 🏠 https://en.wikipedia.org/wiki/Iribarren_number#CITEREFBattjes1974 🔍 🌟 📄 ☰


Apps Sites Sugeridos

Wikidata item

Cite this page

Print/export

- Create a book
- Download as PDF
- Printable version

Languages  Add links

Definition [edit]

The Iribarren number – often denoted as *Ir* or ξ – is defined as:^[5]

$$\xi = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{H/L_0}}, \quad \text{with} \quad L_0 = \frac{g}{2\pi} T^2,$$

where ξ is the Iribarren number, α is the bed slope, H is the wave height, L_0 is the deep-water wavelength, T is the period and g is the gravitational acceleration. Depending on the application, different definitions of H and T are used, for example: for periodic waves the wave height H_0 at deep water or the breaking wave height H_b at the edge of the surf zone. Or, for random waves, the significant wave height H_s at a certain location.

Breaker types [edit]

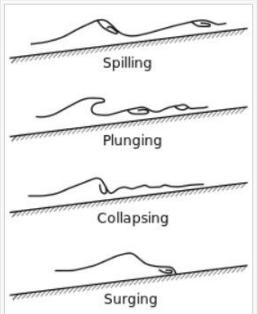
Further information: breaking wave


The type of breaking wave – spilling, plunging, collapsing or surging – depends on the Iribarren number. According to Battjes (1974), for periodic waves propagating on a plane beach, two possible choices for the Iribarren number are:

$$\xi_0 = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{H_0/L_0}} \quad \text{or} \quad \xi_b = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{H_b/L_0}},$$

where H_0 is the offshore wave height in deep water, and H_b is the value of the wave height at the break point (where the waves start to break). Then the breaker types dependence on the Iribarren number (either ξ_0 or ξ_b) is approximately:^[4]

breaker type	ξ_0 -range	ξ_b -range
surging or collapsing	$\xi_0 > 3.3$	$\xi_b > 2.0$
plunging	$0.5 < \xi_0 < 3.3$	$0.4 < \xi_b < 2.0$
spilling	$\xi_0 < 0.5$	$\xi_b < 0.4$



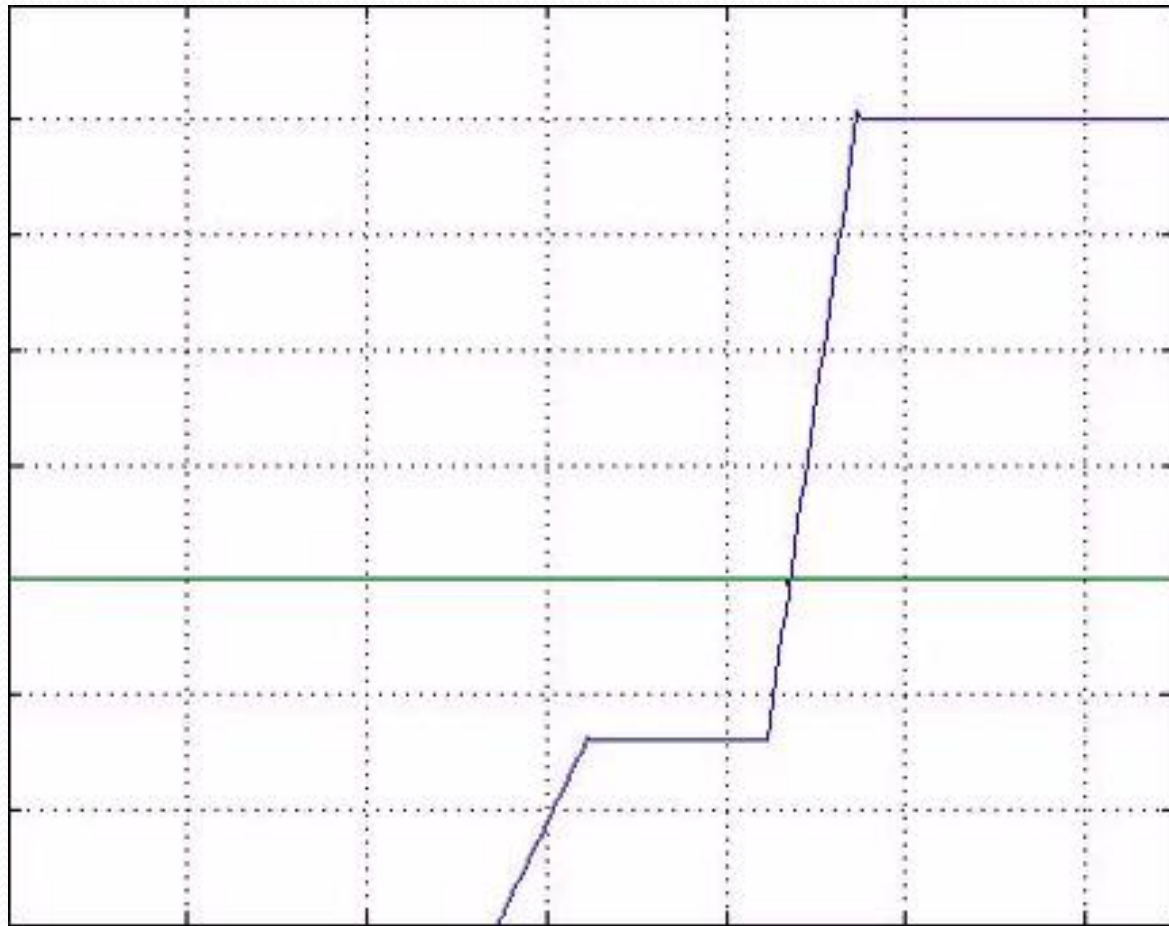
Breaker types. 

References [edit]

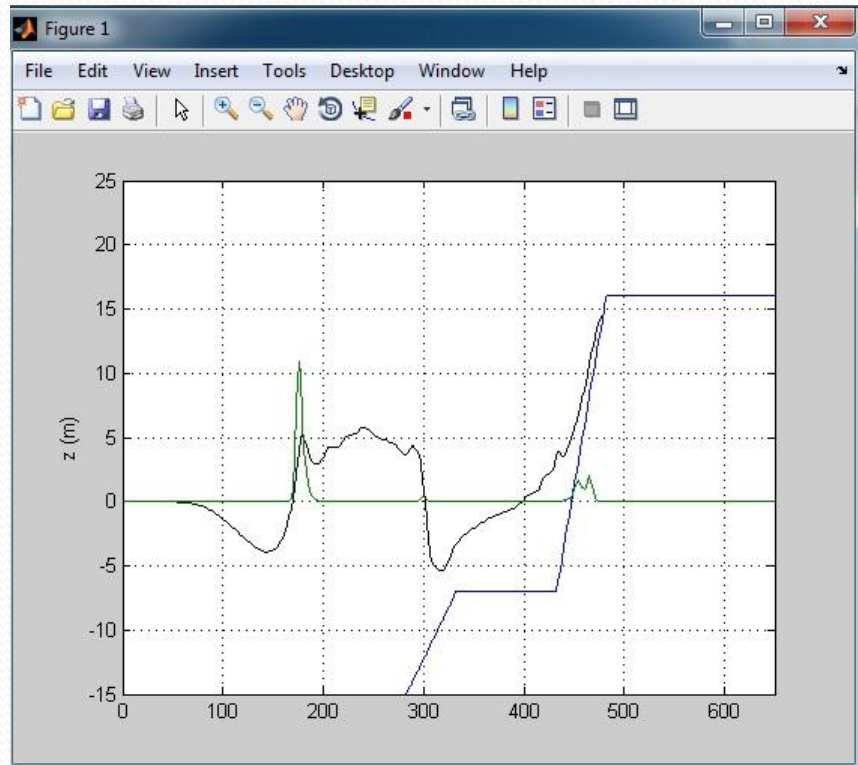
Footnotes [edit]

1. wave flume experiment^[1]

Ciclovia modelo pcolwave



pcolwave



pcolwave

- Nesse modelo para atingir um run-up de 15m foi necessário uma onda com $H_s=8\text{m}$ e $T_p = 19\text{seg}$, prof de 7m e ângulo do talude de 30 graus, um talude mais íngreme mesmo gerando um número de Iribarren mais elevado, gerava uma onda de refletida que impedia um galgamento maior.

pcolwave

- Nesse modelo com $H_s = 8\text{m}$ o run-up atinge 16m, para $T_p=18\text{seg}$, mostrando a dificuldade de passar dessa altura, esse foi o modelo menos conservativo

pcolwave

Originally Developed By:
Patrick J. Lynett* & Philip L.-F. Liu†
With Substantial Modifications and Additions By:
Khairil Irfan Sitanggang* & Dae-Hong Kim*

May 2008

1 Theoretical Background

The governing equations employed in this numerical model allow for the evolution of fully nonlinear (wave amplitude to water depth ratio = $O(1)$) and dispersive waves over variable bathymetry. Additionally, the generation of water waves by movement of the sea floor can be examined. The governing equations are given in the Appendix, which is a summation of the authors' analytical and numerical work concerning depth-integrated wave theory, submarine landslide modeling, and runup modeling. At this point in the development, modeling of submarine landslides cannot be performed by the user without some guidance by the author.

The user has a choice of using two different numerical schemes; a high-order finite difference (FD) method and a high-order finite volume (FV) method. The FD option is the "traditional" option, and is the scheme used by the original code. The FD option will provide very high accuracy and relatively quick computations. The downside of the FD option is that it is very sensitive to steep fronts and shocks, meaning that it is prone to crashing. The FV option uses a high-order, shock-capturing, approximate Riemann solver for the leading-order flux terms, and is generally extremely stable and accurate (see Appendix for details).

*Department of Civil Engineering, Texas A&M University, College Station, TX, USA

†School of Civil and Environ. Engrg. Cornell University, Ithaca, NY, USA

pcolwave

This scheme will add numerical dissipation for situations with poorly resolved shocks; where the wave is not resolved enough for the breaking model to turn on, the shock-capturing properties of the solver will maintain the steep front and dissipate energy numerically. The FV approach will also require 50 to 100 percent or more computational time, compared with the FD solution.

It is strongly recommended that the user choose the FV option. All examples provided with the source code use the FV option.

2 Numerical Background

The numerical model uses a fourth-order predictor-corrector scheme to march forward in time. Leading-order spatial derivatives are approximated to fourth order accuracy as well, while dispersive terms are second order accurate. The model is formally accurate to Δt^4 in time and $\Delta x^4, \mu^2 \Delta x^2$ in space. The corrector segment of the procedure is implicit in time, and uses iteration to arrive at a solution. Details of the numerical model are given in the Appendix.

pcolwave

13 Appendix A. Analysis of Multi-Layer Models

13.1 One-Layer Equation Model

For the one-layer model, the horizontal velocity vector is given as

$$\mathbf{U}_1 = \mathbf{u}_1 - \mu_o^2 \left\{ \frac{\kappa_1^2 - \kappa_1^2}{2} \nabla S_1 + (z_1 - \kappa_1) \nabla T_1 \right\} + O(\mu_o^4) \quad (2)$$

where

$$S_1 = \nabla \cdot \mathbf{u}_1, \quad T_1 = \nabla \cdot (h\mathbf{u}_1) + \frac{1}{\varepsilon_o} \frac{\partial h}{\partial t} \quad (3)$$

The exact continuity equation can be rewritten approximately in terms of ζ and \mathbf{u}_1 as:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{\varepsilon_o} \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial \zeta}{\partial t} + \nabla \cdot [(\varepsilon_o \zeta + h) \mathbf{u}_1] \\ & - \mu_o^2 \nabla \cdot \left\{ \left[\frac{\varepsilon_o^3 \zeta^3 + h^3}{6} - \frac{(\varepsilon_o \zeta + h) \kappa_1^2}{2} \right] \nabla S_1 \right. \\ & \left. + \left[\frac{\varepsilon_o^2 \zeta^2 - h^2}{2} - (\varepsilon_o \zeta + h) \kappa_1 \right] \nabla T_1 \right\} = O(\mu_o^4) \end{aligned} \quad (4)$$

Equation (4) is one of two governing equations for ζ and \mathbf{u}_1 . The momentum equation for \mathbf{u}_1 is

$$\begin{aligned} & \frac{\partial \mathbf{u}_1}{\partial t} + \varepsilon_o \mathbf{u}_1 \cdot \nabla \mathbf{u}_1 + \nabla \zeta + \mu_o^2 \frac{\partial}{\partial t} \left\{ \frac{\kappa_1^2}{2} \nabla S_1 + \kappa_1 \nabla T_1 \right\} \\ & + \varepsilon_o \mu_o^2 \left[(\mathbf{u}_1 \cdot \nabla \kappa_1) \nabla T_1 + \kappa_1 \nabla (\mathbf{u}_1 \cdot \nabla T_1) + \kappa_1 (\mathbf{u}_1 \cdot \nabla \kappa_1) \nabla S_1 + \frac{\kappa_1^2}{2} \nabla (\mathbf{u}_1 \cdot \nabla S_1) \right] \\ & + \varepsilon_o \mu_o^2 \left[T_1 \nabla T_1 - \nabla \left(\zeta \frac{\partial T_1}{\partial t} \right) \right] + \varepsilon_o^2 \mu_o^2 \nabla \left(\zeta S_1 T_1 - \frac{\zeta^2}{2} \frac{\partial S_1}{\partial t} - \zeta \mathbf{u}_1 \cdot \nabla T_1 \right) \\ & + \varepsilon_o^3 \mu_o^2 \nabla \left[\frac{\zeta^2}{2} (S_1^2 - \mathbf{u}_1 \cdot \nabla S_1) \right] = O(\mu_o^4) \end{aligned} \quad (5)$$

This one-layer model, often referred to as the "fully nonlinear, extended Boussinesq equations" in the literature (e.g. Wei & Kirby, 1995), has been examined and applied to a significant extent. The weakly nonlinear version of (4) and (5) (i.e. assuming $O(\varepsilon_o) = O(\mu_o^2)$, thereby neglecting all nonlinear dispersive terms) was first derived by Nwogu (1993). Nwogu, through linear and first-order nonlinear analysis of the equation model, recommended that $z_1 = -0.531h$, and that value has been, for the most part, adopted by other researchers

CONCLUSÕES

- Conclusão:
- - Diferentes tipos de tubos podem ser observados nas ondas
- As modelagens de ondas podem ser pelo Método dos Elementos de Contorno (o primeiro),;
- - Pelo método dos volumes finitos (o segundo) e o quarto;
- - Pelo Método das Partículas Hidrodinâmicas Suavizadas (SPH) o terceiro;

CONCLUSÕES

- - a maior energia no sistema oceano-atmosfera leva a uma maior variância e portanto a maiores e mais freqüentes eventos extremos;
- - o efeito El-niño se espalha por área semelhante que a área onde se espalham as ondas de maior período, que sobem pelo Pacífico Sul ou vem do Norte, o que pode indicar uma correlação entre o batimento dessas ondas e a área ocupada pelo El-niño e a alternância para La-ninã. Interessante observar essa co-dominância; Com el-niño dominam ondas de sul e com la-ninã, ondas do norte;
- - a confiabilidade da proteção da linha de costa da Praia do Forte deve ser reavaliada para $T_r = 10$ mil anos, dado seus enrocamentos terem para a cidade a mesma importância de uma barragem e os eventos extremos estarem mostrando uma tendência de maior ocorrência;
- - o mapa de altura significativa de ondas, por QMD, para um dado T_r , permite identificar as incoerências das ocorrências dessa ondas, mostrando que não se trata de um efeito remoto no tempo, e sim de uma mudança no deslocamento das ondas do QMD 411, podendo num dado ano de El-niño forte e TSM mais altas no atlântico tropical e sul, várias dessa ondas, em vários eventos distintos, serem enviadas para a Praia do Forte e para a Baía de Guanabara.

FILOSOFIA

- Prezados

De três teoremas do meta-conhecimento temos que:

a) de Wittgenstein: as palavras não conseguem representar a realidade última;

b) de Godel: qualquer sistema formal de axiomas será ou incompleto ou inconsistente;

c) de Roger Penrose: Computadores não processam significado.

O processamento de significado, e a realidade última são obtidos na evolução do ser onde a separação sujeito objeto é resolvida quando a mente deixa de se identificar com o cérebro e os pensamentos, e passa a se identificar com a consciência pura que observa sem discriminar. E a evolução vem de perceber em novos contextos de significados;

Do samadhi (reunificação do sujeito e do objeto mental), vem a iluminação, quando percebemos a nós mesmos como uma consciência ilimitada de onde flui a compaixão, a sensibilidade e o amor para toda a humanidade, e a partir de nossas escolhas conscientes, transformamos as emoções negativas em positivas e ação transformadora, atingindo a equanimidade perfeita e o fluxo da consciência pelos estados de mente, emoção, sensação e intuição.

Do Tai Chi, a cada respiração, elevamos o espírito de vitalidade para o topo da cabeça, estimulando o 30 tan tien e unindo intuição e razão, e ao expirar a energia se acumula no 10 tan tien e usa a energia do 20 tantien, energizando a coluna, mãos e pés, estimulando a parte física e emocional da consciência. Produzindo-se assim a consciência integrada, evoluída e iluminada.

Sugestões de Projetos

- Desenvolvimentos em Modelagem para o IEAPM
- - Sysbahia – Prof Rossman – Coppe/Eng. Oc. – modelo oceanográfico de múltiplo uso – modelagem de correntes em portos; erosão em praias; surfabilidade;
- - Procat – Prof Webe Mansur – Coppe/Eng. Civ – otimização em proteção catódica em embarcações;
- - Prosom – Otimização hidrodinâmica e acústica para cascos e propulsores;

Cont.

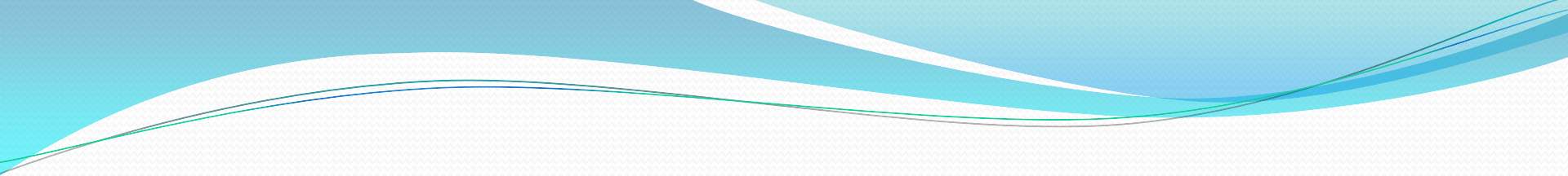
- - Prosub – Modelagem acústica de veículos robóticos autônomos, modelagem do problema inverso para detecção de minas enterradas;
- - AtlOndas – Valores de ondas extremas em todos os QMD pelo método de Weibull 3p modificado;
- - Solução do problema de Riemann, com a solução de Roe – modelagem de ondas, geração e propagação, canais de ondas, batedores, quebra, etc.
- - Pesquisa com o SPHYSICS 2D e 3D

Cont.

- - Explosão submarina
- - Estimativa de batimetria por imagem satélite de rebentação de ondas
- - Otimização de parâmetros de modelos do CHM
- - Modelagem acústica de tintas anti-reflexivas para submarinos
- - Produção de biodiesel para navios por algas

Cont.

- - Em todos esses projetos deve-se criar uma base de dados tratados, sistemas e modelos computacionais, e um banco de teses desenvolvidas, e links de pesquisa na internet, como forma de alavancar a criação, manutenção e disseminação do conhecimento e a formação de pessoal.

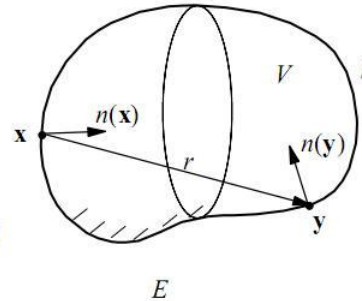
- 
- modelagem por elementos de contorno do ruído e hidrodinâmica do casco;
 - - idem para otimização de propulsores;
 - - idem para mapeamento do fundo e sub-fundo;
 - - modelagem de dados e previsão de extremos;
 - - garantia da qualidade e confiabilidade dos modelos;
 - - treinamento de pessoal em modelagem numérica;
 - - cálculo de tensões e confiabilidade estrutural;
 -

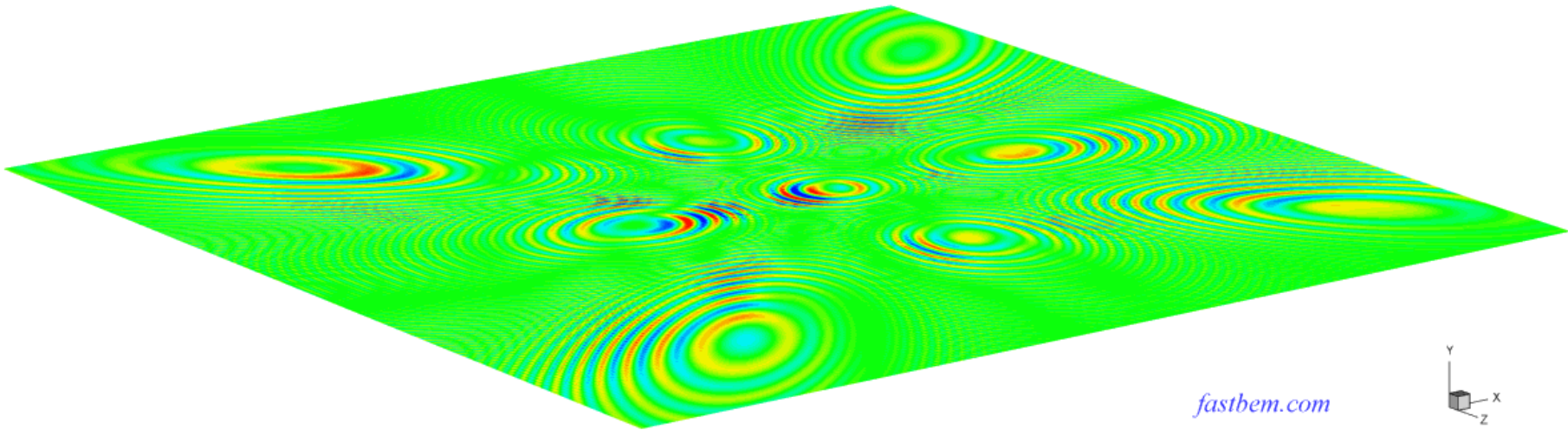
Acoustic Wave Problems

- Helmholtz equation:

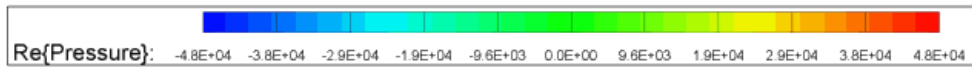
$$\nabla^2 \phi + k^2 \phi = 0$$

- ϕ - acoustic pressure
- $k = \omega / c$ - wave number
- Interior or exterior wave propagation problems, most suitable for the boundary element method





fastbem.com



- ***Fast, Accurate, Easy to Use, and Cost Effective!***
- Advanced acoustic simulation software based on the boundary element method (BEM) accelerated by the fast multipole (FMM), adaptive cross approximation (ACA), and highly optimized direct solvers. Fast and accurate wideband acoustic analysis from low to high frequencies without compromising the BEM model size and accuracy. Large-scale acoustic BEM models with unknowns (DOFs) up to several millions solved on PCs and even larger models on supercomputers. Predicting sound fields from machines, automobiles, aircrafts, electronic devices, underwater structures, audio equipment, interiors of buildings, environment, and many others.
- New Release V.3.0.0: Go to [Free Download](#). Join [FastBEM Network!](#)
- <http://www.fastbem.com/Download.html>

BEM_Introduction - Foxit Reader 3.0 - [BEM_Introduction]

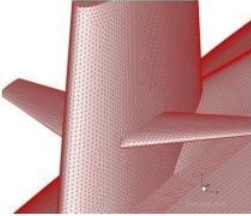
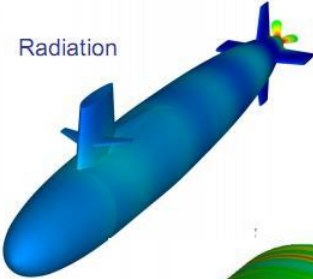
File Edit View Language Document Tools Advanced Window Help

Merge and Split PDFs

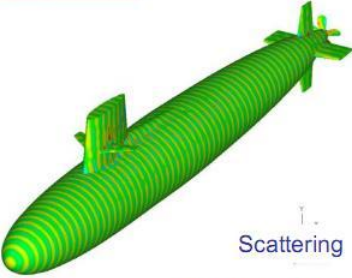
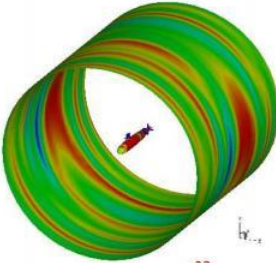
tbema07 13373 13395 BEM_Introduction

Skipjack Submarine Model

Radiation



DOFs = 250K
 $ka = 38.4$
Solved in 100 min. on a PC



Scattering

CAE Research Lab

32

Ready 32 / 42 81.53% Size: [10.00 * 7.50 in] 17:40



FIM