



V SEMINÁRIO E WORKSHOP EM ENGENHARIA OCEÂNICA

Rio Grande, 07 a 09 de Novembro de 2012

NOVAS TÉCNICAS DE APRESENTAÇÃO DE DADOS METEOCEANOGRÁFICO

Carlos E. Parente¹ e Izabel C. Nogueira²

¹ Universidade Federal do Rio de Janeiro
Programa de Engenharia Oceânica – COPPE/UFRJ
Av. Horacio Macedo 2030, Cidade Universitária, RJ, Brasil
e-mail: parente@peno.coppe.ufrj.br

² Universidade Federal do Rio de Janeiro
Programa de Engenharia Oceânica – COPPE/UFRJ
Av. Horacio Macedo 2030, Cidade Universitária, RJ, Brasil
e-mail: izabelchristina@peno.coppe.ufrj.br

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma técnica para plotar a evolução de parâmetros meteoceanográficos em relação ao tempo, à distância ou à outra variável independente, técnica denominada PLEDS (Plotting Evolution of the Directional Spectrum). Essa técnica permite um entendimento mais claro do processo em análise, sendo aplicável a estudos de ondas, ventos, correntes, marés e acústica submarina.

Palavras-chave: *Técnicas de Plotagem; Dados meteoceanográficos;*

1. INTRODUÇÃO

A técnica aqui apresentada pode ser utilizada em diversos campos do estudo de dados meteoceanográficos. Abaixo serão descritos alguns desses casos:

Ondas - A DAAT (*Data Analysis with Adaptive Technique*) é uma técnica *wavelet* de processamento de dados direcionais de ondas, desenvolvida por Parente (1999).

Normalmente, em todas as técnicas espectrais, como periodograma e outras de maior resolução, os parâmetros são calculados a partir de médias obtidas de segmentos fixos do registro. No caso de ondas, em um registro de 1024 amostras (pontos), é prática comum obter-se médias de 16 segmentos de 64 pontos, o que corresponde a uma análise com 32 graus de liberdade. Essa técnica de alisamento admite o processo como estacionário e tem como objetivo ressaltar suas componentes invariantes e cancelar ou diminuir as características variantes (ruído), melhorando a confiança estatística do estimador.

No caso de ondas de gravidade, além das características variantes, pode haver também outros tipos de ruído produzidos por resposta incorreta do sistema de medição, influências do sistema de fundeio ou interferência da estrutura. Além disso, a mistura de mares de direções diferentes produz interações não-lineares e, conseqüentemente, não estacionaridades no processo.

As médias tendem a mascarar a ocorrência de um evento isolado (evento aqui significa a dominância de um grupo de ondas de uma determinada faixa de frequências/períodos se propagando em um setor de direção). Contudo,

todos os esquemas, incluindo os de maior resolução, paramétricos ou adaptativos, usam essa técnica de média de segmentos fixos, com ou sem superposição de segmentos. A DAAT usa também um esquema de alisamento por médias, porém, selecionando os segmentos que vão compor essa média. Frequentemente a análise é feita em 4, 5 ou 6 bandas, as quais são representativas do clima de ondas local. Vale ressaltar que o número de bandas de frequência (períodos) é adaptativo.

Uma explicação detalhada da aplicação dessa técnica *wavelet* para ondas pode ser encontrada em Parente (1999). Um breve resumo dessa técnica será apresentado a seguir:

- 1) Normalmente são utilizadas três séries independentes – *heave*, *pitch* e *roll*; *heave* e 2 deslocamentos ou pressão e 2 velocidades. Para cada banda uma *wavelet* (com uma janela aplicada) é gerada e convolvida com cada série.
- 2) Valores sequenciais da convolução permitem o cálculo da direção principal pela técnica de máxima entropia de Lygre e Krogstad (1986) e da energia para cada segmento.
- 3) A estabilidade da direção principal para segmentos sequenciais permite selecionar os eventos estáveis em direção e representativos do processo. Assim, obtêm-se os valores de energia em frequência e direção a partir dos eventos selecionados.
- 4) Os resultados finais são os valores de energia (espectro) e direção de cada banda, os quais são plotados com uma técnica chamada PLEDS (*Plotting the Evolution of the Directional Spectrum*).

Na PLEDS são consideradas 4 dimensões: direção, tempo, energia e frequência (cores). Uma quinta dimensão também é possível se considerarmos a largura das figuras proporcional ao espalhamento direcional (*spread*).

A situação meteorológica na costa sudeste do Brasil pode ser representada esquematicamente na Fig. 1. Observa-se a presença do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) estacionado sobre a região, o qual caracteriza a situação de bom tempo na Baía de Campos, com grande estabilidade atmosférica. Essa estabilidade é cessada à medida que se aproximam da região de estudo as frentes frias provenientes do sul produzindo uma situação meteorológica caracterizada como mal tempo. No mal tempo a geração de ondas pode estar associada tanto aos ciclones (baixa pressão) quanto aos anticiclones (alta pressão).

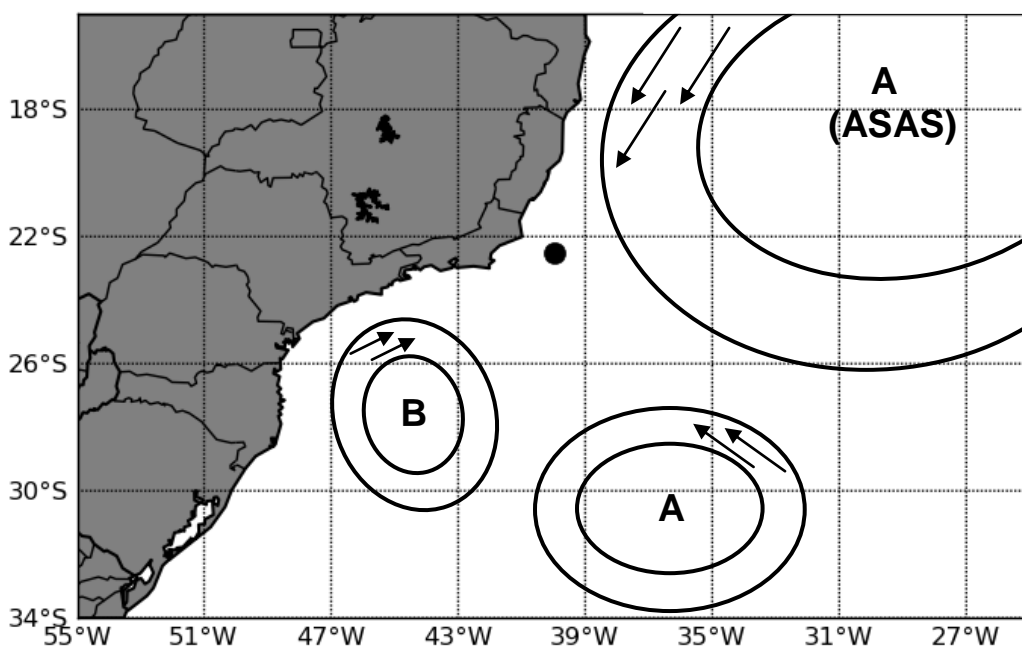


Figura 1 – Situação Meteorológica da costa Sudeste do Brasil.

Na Fig. 2 é apresentado um exemplo da técnica PLEDS aplicada à análise de ondas na Baía de Campos. Para essa região, utilizou-se 4 bandas (direção e energia) plotadas em função do tempo. Experiências têm mostrados que essas bandas são suficientes para representar o clima de ondas local. Os períodos mais energéticos são obtidos a partir do espectro 1D e guardados para uma análise geral. A Fig. 2 apresenta um exemplo da situação de bom tempo na região de Campos que ocorreu em março de 1992. Observa-se a presença de ondas de alta frequência (faixa em

azul) correlacionada com os ventos locais, ondas da banda 2 e 3 (verde e amarelo, respectivamente), que são produzidas pela circulação do ASAS e ondas de baixa frequência (faixa vermelha), denominada *swell*.

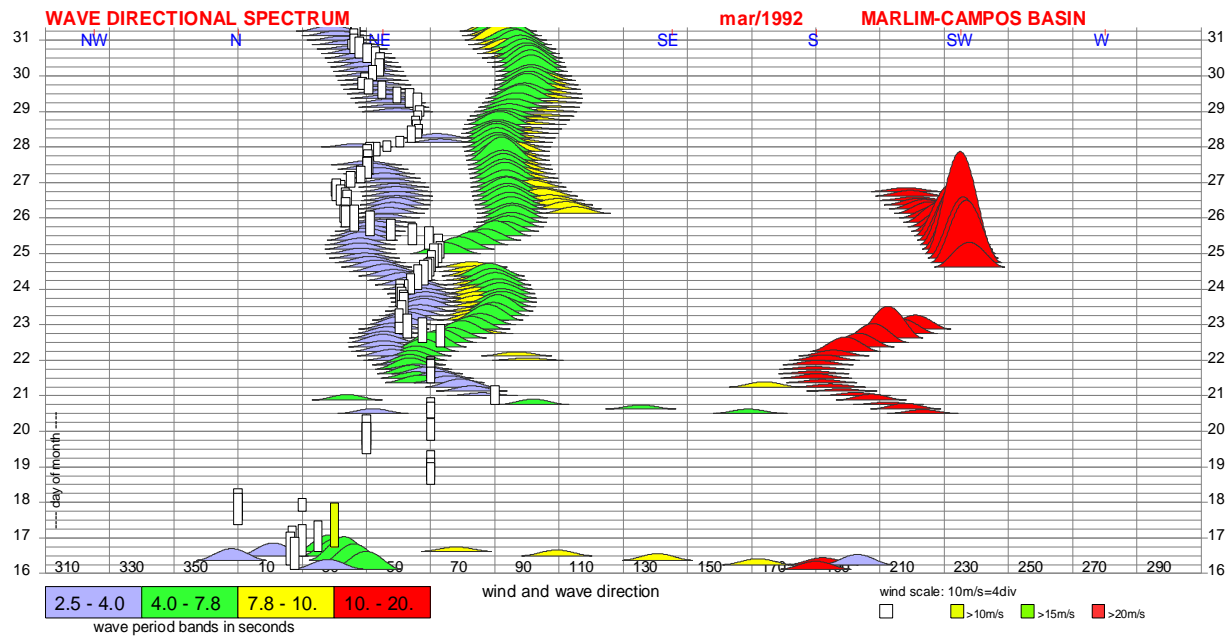


Figura 2 – Situação de Bom Tempo na Bacia de Campos – Março de 1992.

Ventos – A técnica PLEDS também pode ser usada para plotar a evolução do vento, como mostrado na Fig. 3. O vento é plotado com pequenas barras verticais, sendo a altura proporcional à velocidade do vento. Se a velocidade do vento excede um determinado valor, as barras recebem uma outra coloração.

Um comportamento que fica claro quando se utiliza plotagens como a PLEDS é a rondada do vento em consequência da passagem de uma frente fria. No hemisfério sul o vento ronda no sentido anti-horário. Na Fig. 3 nota-se a entrada de 3 frentes durante o período analisado, a primeira no dia 2 de maio e as outras nos dias 7 e 15 do mesmo mês.

Cabe ressaltar que técnicas especiais de filtragem passa-baixa foram implementadas com o objetivo de suavizar as variações do vento (o mesmo é feito para as ondas).

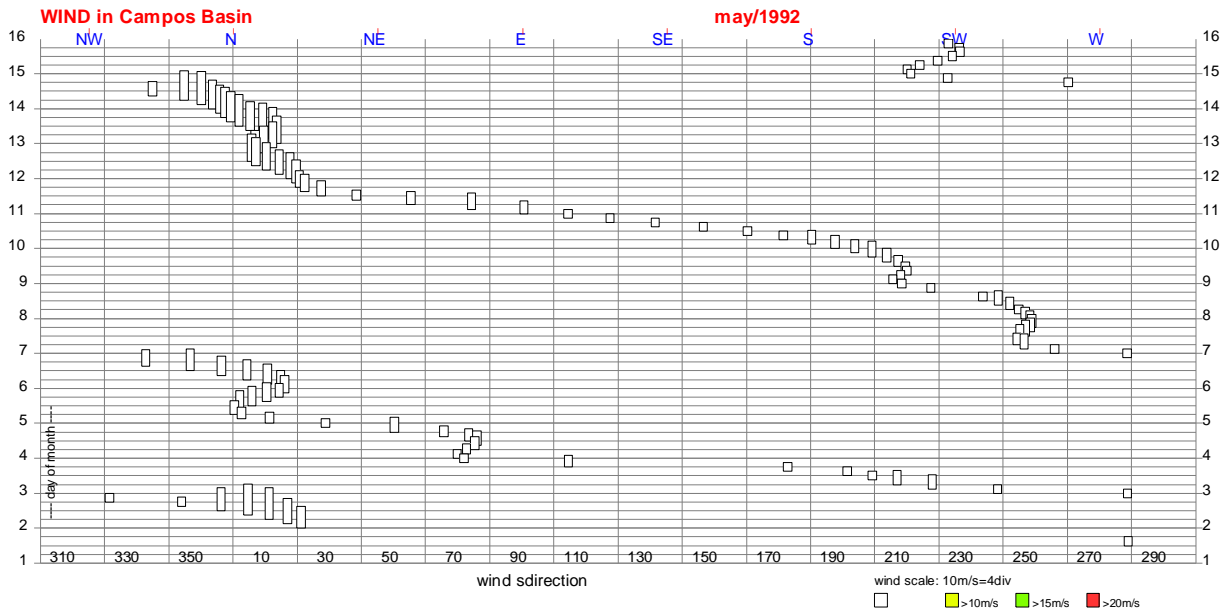


Figura 3 – Vento na Bacia de Campos – Maio de 1992.

Correntes - Os ADCPs tornaram-se um dos instrumentos mais amplamente usados para determinação de perfis de correntes. A técnica PLEDS pode ser muito útil para mostrar a evolução dos perfis de correntes ao longo do tempo. Nessa técnica a corrente é plotada para diferentes profundidades, sendo cada profundidade representada por uma cor. Os resultados do ADCP são mostrados na Fig. 4 para diferentes camadas. A direção das correntes para cada camada está plotada em função do tempo, sendo cada camada representada por uma cor e a altura das figuras coloridas proporcional à velocidade das correntes. Ressalta-se que a direção da corrente está de acordo com a convenção usual, para onde vai.

Existem 4 dimensões: direção, tempo, profundidade da camada e velocidade. Para a melhor visualização, optou-se por plotar o rumo do vento, ao invés da direção de proveniência. Dessa forma, o vento pode ser plotado simultaneamente e, portanto, pode ser relacionado com a camada superficial da corrente.

Correntes inerciais podem ser facilmente detectadas e quantificadas, tal como a inversão da corrente em diferentes camadas. Sabe-se que o período inercial na Bacia de Campos é aproximadamente 32 horas.

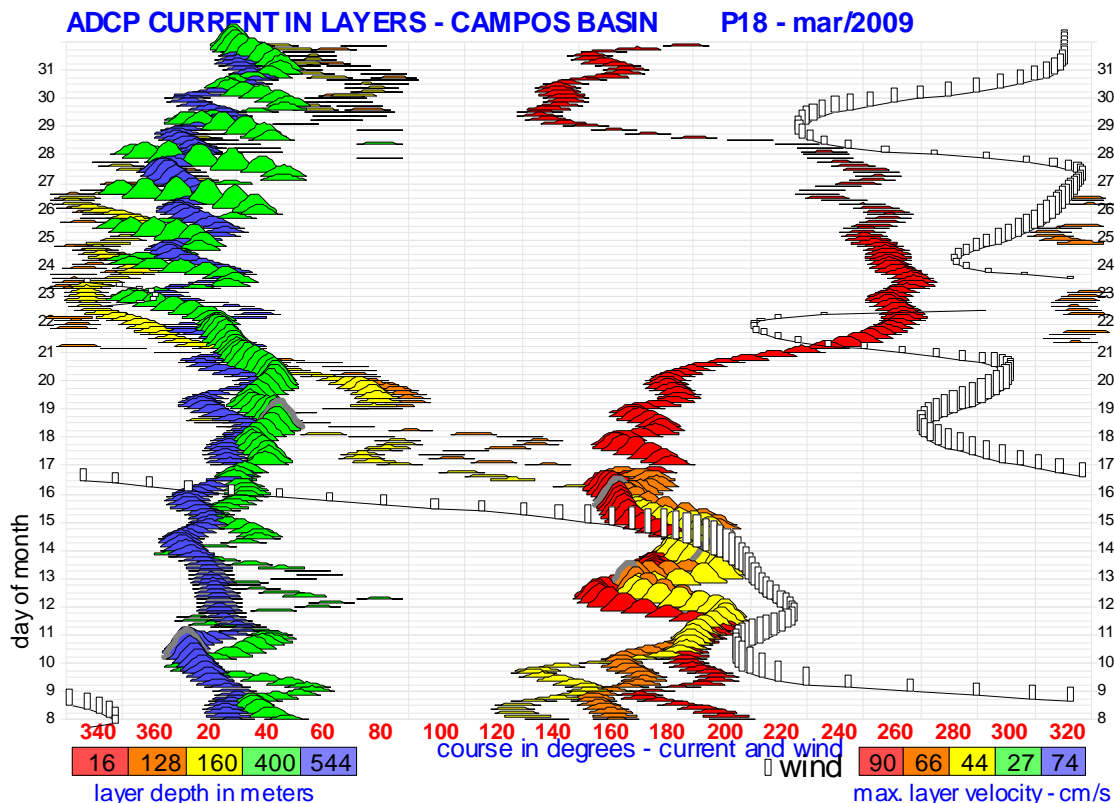
Dependendo do quão variável são os valores de velocidade ao longo das diferentes camadas, a velocidade da corrente pode ser normalizada em função do valor máximo de cada camada, como indicado na Fig. 4. Nessa Figura é apresentado um perfil de ADCP para a Bacia de Campos, o qual foi medido em uma plataforma *offshore*.

A comunidade oceanográfica tem realizado um grande esforço com o objetivo de entender a dinâmica das correntes nessa importante região oceânica brasileira. A utilização da PLEDS na análise de dados de correntes pode representar um considerável ganho ao entendimento dessa dinâmica.

A partir da análise da Fig. 4, por exemplo, pode-se observar claramente o domínio da Corrente do Brasil, fluindo em direção sul-sudoeste, nas camadas superficiais. Em maiores profundidades, por outro lado, nota-se que há uma inversão de fluxo para norte-nordeste, associado a uma outra corrente, denominada Corrente de Contorno Intermediária (CCI).

Diversas outras feições podem ser observadas a partir da Fig. 4, por exemplo:

- ⤴ Direção de Inversão das correntes – observa-se que nos gráficos de 128 e 160 m de profundidade a corrente muda de direção;
- ⤴ Oscilações inerciais podem ser mais facilmente observadas nas camadas profundas. É possível utilizar um filtro passa-baixa nos vetores das correntes, atenuando, dessa forma, essas oscilações;
- ⤴ Intensificação das correntes em algumas ocasiões e camadas;



Figuras 4 – Correntes em diferentes camadas da Bacia de Campos – Março de 2009.

Acústica Submarina – As Figuras 5 e 6 apresentam os resultados de parâmetros geoacústicos usando a técnica de inversão. Essa técnica pode ser descrita da seguinte forma:

O experimento é realizado em águas costeiras, objetivando determinar os parâmetros geoacústicos de fundo. Sequenciais pulsos (*pings*) acústicos de banda larga são transmitidos e recebidos a uma dada distância por um conjunto (*array*) de 4 hidrofones. A propagação é realizada por modos discretos, causados pela reflexão total na superfície e no fundo. Sendo assim, os sinais acústicos carregam informações sobre as características do fundo. Comparando o sinal recebido com o sinal produzido por um modelo de propagação, variando os valores dos parâmetros do fundo, é possível determinar esses parâmetros com uma técnica chamada MFT (*Matched Field*).

Cada pulso guarda uma distribuição de um dado parâmetro. Essas distribuições são alisadas e conectadas, usando ou a média ou os modos. Os parâmetros geométricos são conhecidos, porém também são invertidos, tais como a profundidade do receptor (RD), profundidade da fonte (SD) e a profundidade local (*depth*). A distância é conhecida e é usada nos modelos, sendo a inclinação do conjunto de hidrofones também invertida.

Os parâmetros geoacústicos invertidos são a velocidade no sedimento (*C-sed*), densidade do sedimento (*Rho-bottom*), atenuação nos sedimentos (*Att-sed*), atenuação no fundo (*Att-bottom*), velocidade no fundo (*C-bottom*) e a espessura do fundo (*thickness*). Nas seguintes Figuras 5 e 6 observa-se ótimos resultados obtidos a partir de 50 pulsos, sendo possível detectar pequenas diferenças entre os pulsos (Maia, 2009).

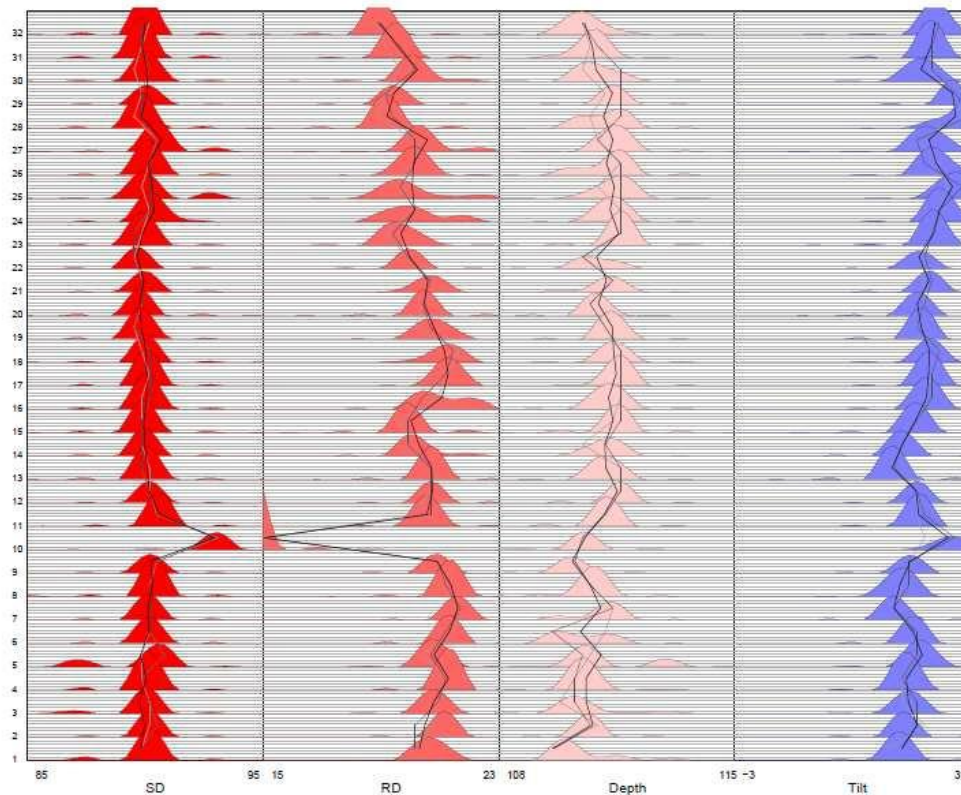


Figura 5 – Inversão dos parâmetros geométricos.

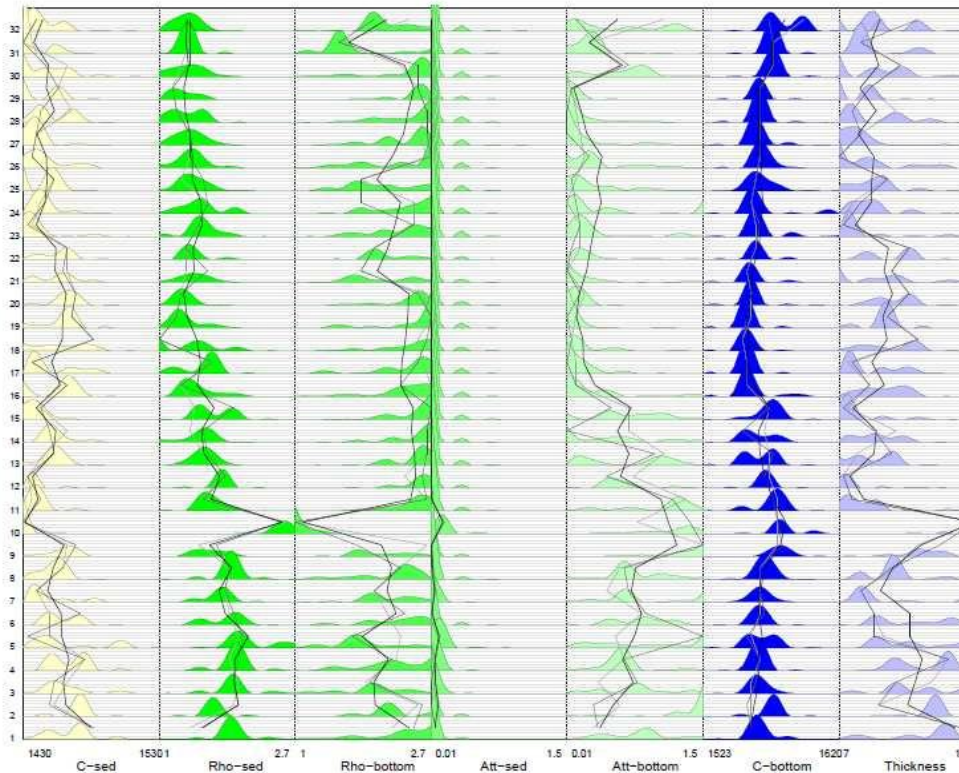


Figura 6 – Inversão dos parâmetros geoacústicos.

2. CONCLUSÕES

Alguns exemplos de análise de dados meteoceanográfico usando a técnica PLEDS foram apresentados nesse trabalho. O Laboratório de Instrumentação Oceanográfica (LIOc) do Programa de Engenharia Oceânica da COPPE/UFRJ, que trabalha com instrumentação oceanográfica e acústica submarina, tem aplicado essa técnica em teses e trabalhos científicos com grande sucesso. Nós acreditamos que a vantagem básica da PLEDS é permitir a associação de diferentes variáveis. No caso de ondas, por exemplo, a PLEDS permite visualizar todas as peculiaridades de diferentes estados de mar, os padrões de evolução de ciclones e anticiclones, a intensificação do vento, a ocorrência de swell distante e muitas outras possibilidades.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Parente, C.E.. 1999. A new technique for the determination of ocean wave directional spectrum – Ph.D. thesis – PENO/COPPE/UFRJ.
- Maia, L.P. 2010. Geoacoustic Inversion and passive source localization in Shallow Waters - M.Sc. dissertation – PENO/COPPE UFRJ.
- Lygre A., Krogstad, H.E. 1986. Maximum Entropy Estimation of the Directional Distribution in Ocean Wave Spectra, *Journal of Physical Oceanography*, 16, pp.2052-2060.

4. AVISO DE RESPONSABILIDADE

O(s) autor(es) é(são) os únicos responsáveis pelo material impresso incluído neste paper.