



## Fluxo de processamento aplicado aos dados de sismica de alta resolução em ambiente de Plataforma Continental. Exemplo: Macau-RN

Moab Praxedes Gomes<sup>1</sup>, Helenice Vital<sup>1,2</sup>, José Wilson de Paiva Macedo<sup>1,3</sup>, 1 – Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica-PPGG, Universidade Federal do Rio Grande do Norte-UFRN, PRH-ANP 22, Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha e Monitoramento Ambiental-GGEMMA; 2 – Departamento de Geologia-DG, pesquisadora CNPq; 3 – Departamento de Física Teórica e Experimental-DFTE

Copyright 2008, SBGF - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no III Simpósio Brasileiro de Geofísica, Belém, 26 a 28 de novembro de 2008. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do III SimBGF, mas não necessariamente representa a opinião da SBGF ou de seus associados. É proibida a reprodução total ou parcial deste material para propósitos comerciais sem prévia autorização da SBGF.

### Resumo

Este trabalho apresenta uma proposta de fluxo de processamento para dados de sismica de alta resolução sistematizando os fundamentos teóricos em suas etapas, que ponderam diversos fatores na organização desse fluxo. Utilizou-se o programa ReflexW 4.5 (K. J. Sandmeier) para aplicação teórica-prática do processamento, e dados de sismica rasa levantados pelo transdutor X-Star SB 512i (tipo chirp, Edge Tech) na região de Plataforma Continental do litoral norte do RN. O fluxo padroniza uma seqüência lógica de processos (edição do traço, deconvolução, ganho, migração, etc) para esse tipo de dado, revelando possíveis dificuldades e suas soluções.

### Introdução

Devido o crescente interesse por áreas plataformais, muitos estudos têm utilizado os métodos de geofísica rasa. Geralmente tais estudos visam a caracterização geológico-estratigráfica cenozóica desse ambiente (e.g. Schwarzer et al., 2006; Souza, 2006; Gomes et al., 2008; Vital et al.; 2008;), sendo a sismica de alta resolução um dos principais métodos empregados. Entretanto, considerando a resolução desse método sísmico em profundidades máximas entre 30 e 300 metros (escala superior a sismica convencional), seus dados brutos possuem respostas e ruídos de aquisição que derivam das relações entre as propriedades do método e o ambiente de aplicação (interação alta frequência com o meio atravessado, ruídos da embarcação e dos fluatores do equipamento, não compensação das ondas, atenuação com a profundidade e com o tipo de material, registro de chegada múltipla de sinal, dentre outros), diferenciando, muitas vezes, do processamento utilizado na sismica convencional.

A aplicação de um fluxo pode tornar-se dispendiosa no processamento de diferentes dados, no entanto seguindo-se critérios fundamentais (comportamento de uma onda de alta frequência, impedância acústica do meio, funcionamento dos filtros, tipo de ganho, etc) é

possível a obtenção de um resultado com qualidade muito superior. Assim, o fluxo proposto delimita-se nas características específicas dos dados de X-Star, coletados sobre a região de Plataforma Continental da Bacia Potiguar adjacente ao município de Macau (Figura 1). Foram utilizados os recursos disponíveis do programa ReflexW 4.5 para se obter a parametrização do processamento, contando com etapas básicas (necessárias para um fluxo geral), e alguns processos suplementares que podem ser utilizados a fim de melhorar a performance do processamento (tempo de máquina) e/ou da qualidade dos dados. Além dos fins da interpretação dos dados também é possível fazer avanços significativos na configuração dos parâmetros de aquisição do dado, melhorando, por exemplo, a frequência de aquisição, o intervalo entre os traços, o tempo de registro, etc.

### Metodologia

Os dados brutos de sismica rasa, coletados com o perfilador sísmico X-Star (perfilagem contínua tipo chirp), foram gravados no formato \*.jsf (formato EdgeTech) utilizando-se o programa de aquisição Discovery SB 3100 da EdgeTech. As linhas sísmicas armazenadas, foram convertida e carregadas para o formato interno do ambiente ReflexW (Figura 2). O ReflexW foi a ferramenta utilizada para validar a elaboração e a aplicação do fluxo de processamento para os dados de sismica rasa. O ReflexW possui módulos interativos para processamento e interpretação de dados de Sísmica 2D (e GPR), em particular o *2D-Data-Analysis*, suportando diversos padrões de gravação desses dados, inclusive o formato \*.jsf.

Para o processamento do tipo de dado em questão (sismica rasa), algumas modificações no fluxograma de um processamento sísmico devem ser feitas a fim de se adaptar ao imageamento de subsuperfície (Artusi et al, 2007; Bruneta, 2005). Por esta razão, as principais etapas do processamento abrangem os objetivos de se editar a geometria do traço, extrair ruídos indutivos, picos anômalos de amplitude (*spike*), de fontes externas, superficiais (*Ground Roll*) e múltiplas de fundo marinho, equalizar a amplitude do sinal e o decaimento de energia do sinal, analisar velocidades e interpretar a seção.

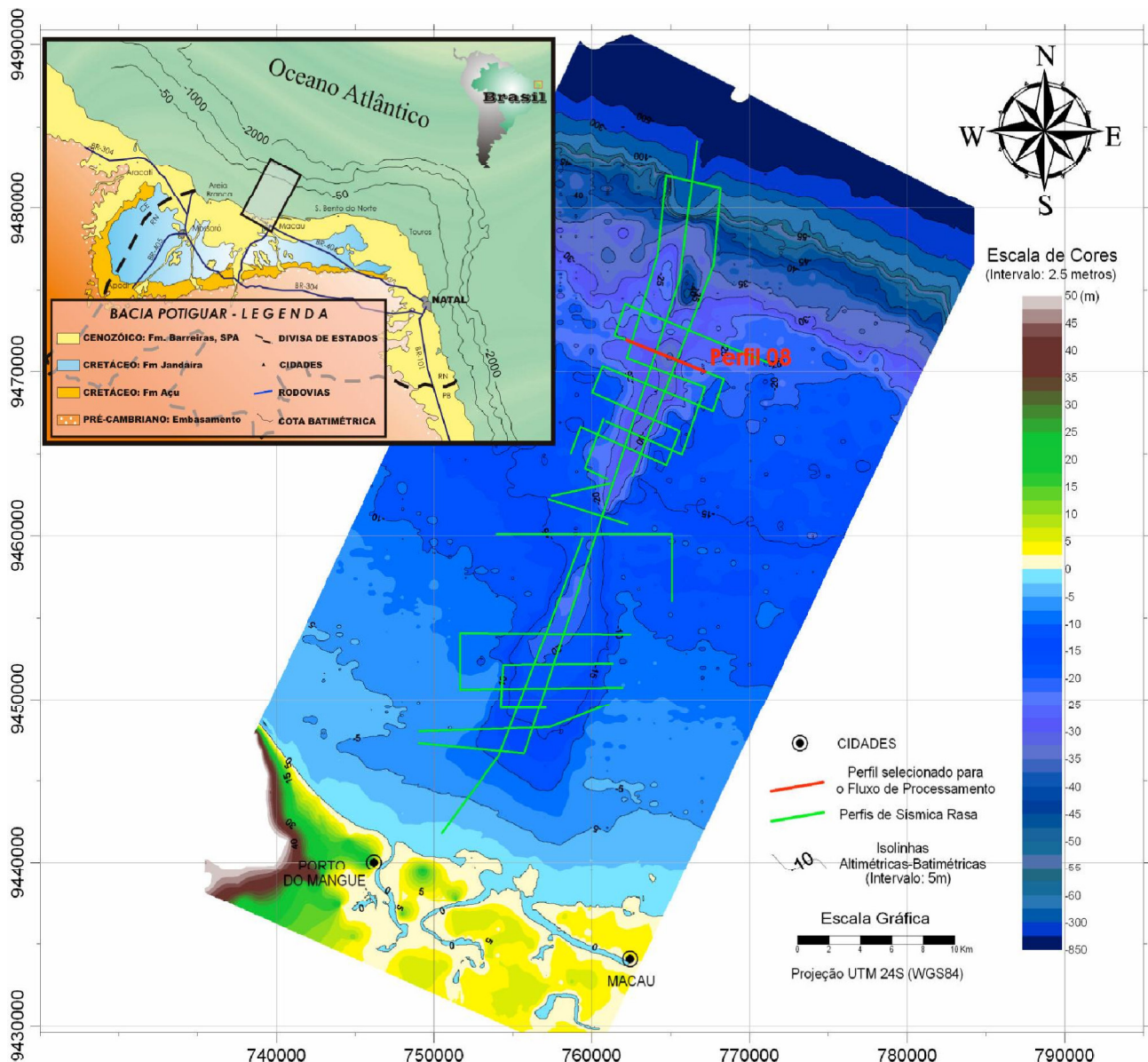


Figura 1 - Localização da área de estudo. Linhas verdes representam perfis sísmicos de alta resolução utilizados neste estudo. O perfil 08 (em vermelho) é apresentado como exemplo na figura 2.

## Resultados

O fluxo é apresentado em oito etapas com suas subdivisões e aplicações (Figura 3).

**Leitura do Dado** → O dado é inserido no ReflexW com suas coordenadas XYZ, unidades de distância e tempo, no formato de entrada (\*.jsf) e é convertido para o formato interno (taxa 16 ou 32 bit).

**Geometria** → Fase de processamento na qual são inseridas as informações a respeito da localização de cada fonte e cada receptor, no caso do transdutor X-Star, a localização de cada traço, através de suas

coordenadas. Essas informações serão inseridas no *fileheader* dos traços sísmicos, preferencialmente no início do processamento, permitindo que todas as etapas posteriores possam ser realizadas.

**Análise Espectral do Dado** → As duas primeiras etapas permitem analisar o dado bruto e identificar a existência de ruídos, que pode ser feita visualmente ou por análise espectral. Visualizar os espectros de amplitude instantânea x tempo de trânsito, amplitude x frequência, frequência x *wavenumber* e frequência x tempo de trânsito do dado, possibilita uma aplicação mais acurada das correções de amplitude no dado.



Figura 2 – Exemplo de dado coletado pelo perfilador de subfundo X-Star apresentado na interface do Programa ReflexW 4.5. Para localização ver perfil em vermelho na figura 1.

**Ganho/Filtros** → Com o aumento da frequência do sinal na aquisição a profundidade de penetração diminui, e naturalmente ocorre a absorção da energia pelo meio causando um rápido decaimento das amplitudes dos traços com o tempo de propagação. A perda por espalhamento geométrico é a principal causa para o decréscimo da amplitude, pois a amplitude do pulso sísmico na frente de onda decresce à medida que ela se espalha, logo em seguida pela absorção e transmissão.

**Deconvolução** → A resposta sísmica é descrita pela convolução da assinatura da fonte (*wavelet*), com o coeficiente de reflexão, mais ruídos. Muitos fatores envolvem-se para gerar a assinatura da fonte e podem ser determinados prestando-se uma correção determinística, a deconvolução (filtro inverso). Partindo de pressupostos estatísticos faz-se a deconvolução estocástica ou preditiva. Esta etapa permite atenuar o principal efeito indesejado, as reflexões múltiplas, melhorando a resolução temporal dos traços. Também pode ser usada para minimizar o efeito de outros processos.

**Análise de Velocidades** → Devido a inexistência registros litológicos de poços para os primeiros 200 a 300 metros, as velocidades foram inferidas baseando-se em dados sedimentológicos de superfície (Vital et al., 2008) e pressuposições estratigráficas da variação do nível do mar. A análise de velocidades permitirá inferir profundidades mais próximas da realidade, uma vez que se tenha o mapeamento dos refletores amarrados a geologia dos estratos.

**Migração** → A alta frequência do sinal proporciona uma maior distinção das reflexões, ou seja, maior resolução, a qual é centimétrica. Cada obstáculo encontrado pela frente de onda representa um espalhador, defletindo a energia nas mais diversas direções. Parte da energia que

retorna é captada pelo transdutor, decorrido o tempo de percurso fonte-espalhador-receptor. A migração sísmica focaliza a energia espalhada na posição do ponto espalhador, normalmente chamado de difrator. O dado migrado depende das velocidades utilizadas em cada meio no qual ocorreu a propagação. A migração em tempo é aquela onde o meio é descrito por um campo de velocidades sem variações laterais e se houver variações laterais de velocidades, tem-se a migração em profundidade.

**Interpretação da Seção Sísmica** → Com base nos princípios da estratigrafia e fácies sísmicas (Vail, 1987; van Wagoner et al., 1987) são destacados numa seção interpretada efeitos comuns observados na área: gás espalhado interrompendo a estratificação, gás confinado ressaltando um refletor, transparência acústica em argila ou gás, padrão de corais, areia, afloramento rochosos (*beachrocks*), clinoflexões, terminações de refletores, discordâncias erosivas, paleocanais, dentre outros.

### Discussão e Conclusões

A aplicação prática do fluxograma de processamento organizado nesse trabalho com o dado de sísmica de alta resolução no ambiente marinho da Plataforma Continental do RN (área: Macau) mostrou que:

- A análise dos espectros de amplitude, frequência e tempo são de grande importância para a obtenção de imagens de alta qualidade de estruturas em subsuperfície.
- Ainda existem dificuldades na aplicação de algumas das funções do módulo do ReflexW para a retirada total das múltiplas e a compensação das perdas de amplitude vertical e horizontal. Por vezes pode-se obter uma ótima filtragem dos ruídos, porém muitos efeitos (como as

múltiplas) resistem aos tratamentos e forçam a perda de sinal.

- A análise de velocidade propriamente dita, deve ser definida através de um vínculo de velocidade de referência como perfis de poços.

Para as fases posteriores deste trabalho, sugere-se que sejam feitas maiores análises, abrangendo dados de outros perfiladores sísmicos de alta resolução (por exemplo: *Boomer*) principalmente no que diz respeito à compensação das perdas de amplitude e retirada das múltiplas, que consistem nos mais importantes passos na etapa de processamento para que se obtenha uma imagem de alta resolução de subsuperfície.

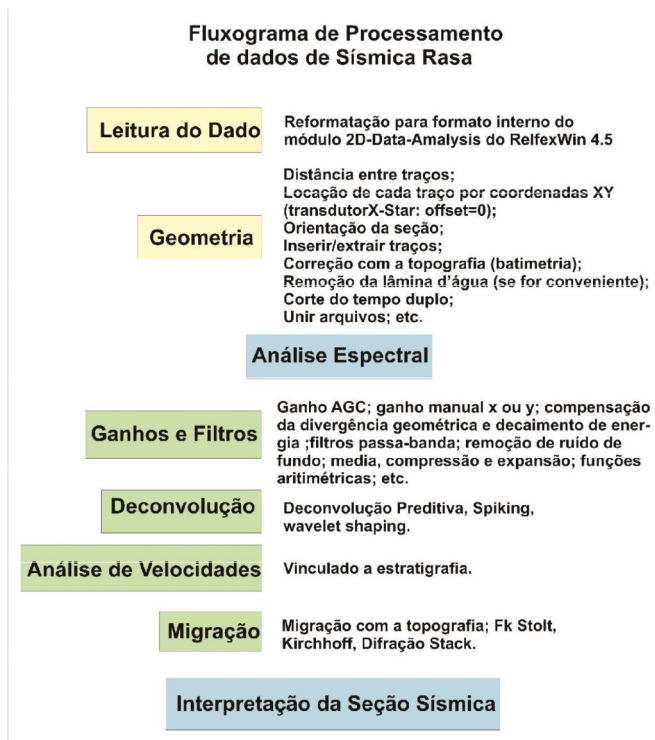


Figura 3 – Fluxograma de Processamento dos Dados Sísmicos de Alta Resolução.

### Agradecimentos

A Agência Nacional do Petróleo (ANP, PRH22) pela concessão de bolsa (MSc) ao primeiro autor. Esta pesquisa é parte da dissertação de mestrado do primeiro autor e tem apoio financeiro do projeto SISPLAT (FINEP / CTPETRO / PETROBRAS / CPRM). A UFRN pela infraestrutura disponibilizada através do Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica-PPGG e Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha e Monitoramento Ambiental-GGEMMA. Finalmente a todos os colegas de trabalho que o compõe o GGEMMA .

### Referências

Artusi, L. & Figueiredo Jr, A.G., 2007. SISMOESTRATIGRAFIA RASA DA PLATAFORMA CONTINENTAL DE CABO FRIO – ARARUAMA – RJ. Revista Brasileira de Geofísica. 25(Supl. 1): 7-16.

Brunetta, R., 2005. O processamento da sismica de reflexão rasa – desafios encontrados no estudo de modelos análogos a reservatórios fraturados. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Geologia, UFPR, 85 pp.

Gomes, M., Vital, H., Macedo, J.W. & Frazão, E.P., 2008. Incised valley system: insights from high-resolution seismic stratigraphy and geomorphologic modeling from the Açu River mouth and shelf, Potiguar Basin, NE Brazil. AAPG 2008 Annual Convention and Exhibition, abstracts volume, p.69.

Schwarzer, K., Stattegger, K., Vital, H. & Becker, M., 2006. Holocene coastal evolution of the Rio Açu Area (Rio Grande do Norte, Brazil). Journal of Coastal Research, SI39: 141-145.

Souza, L.A.P., 2006. Revisão crítica da aplicabilidade dos métodos geofísicos na investigação de áreas submersas rasas. Tese de Doutorado, Curso de Pós-Graduação em Oceanografia Química e Geológica, USP, 311pp.

Vail, P.R., 1987. Seismic stratigraphy interpretation using sequence stratigraphy, part 1: Seismic stratigraphy interpretation procedure. In: Bally AW (ed). Atlas of seismic stratigraphy, vol.1, AAPG Studies in Geology, 27: 01-10.

Van Wagoner, J.R., MITCHUM, R.M., POSAMENTIER, H. & Vail, P.R., 1987. Seismic stratigraphy interpretation using sequence stratigraphy, part 2: Key definitions of sequence stratigraphy. In: Bally AW (ed). Atlas of seismic stratigraphy, vol.1, AAPG Studies in Geology, 27: 11-14.

Vital, H., Stattegger, K., Amaro, V.E., Schwarzer, K., Frazão, E.P., Tabosa, W.F. & Silveira, I.M., 2008. A modern high-energy siliciclastic-carbonate platform: Continental shelf adjacent to northern Rio Grande do Norte State, northeastern Brazil. In: Recent advances in models of siliciclastic shallow-marine stratigraphy, SEPM SP 90: 175-188.