



## Processamento de uma linha sísmica 2D usando a interface GêBR

Adelson L. de Oliveira & Rosângela Corrêa Maciel - Universidade Federal do Rio Grande do Norte-UFRN

Copyright 2011, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica.

This paper was prepared for presentation at the Twelfth International Congress of the Brazilian Geophysical Society, held in Rio de Janeiro, Brazil, August 15-18, 2011.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the Twelfth International Congress of The Brazilian Geophysical Society and do not necessarily represent any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of The Brazilian Geophysical Society is prohibited.

### Abstract

**The Seismic method is widely used in studies related to Engineering geology, is also often used in petroleum exploration because it allows the investigation of deep targets. Through the propagation of elastic waves that travel through the ambient investigated is possible to make an analysis of the intended target and the processing seismic data obtained. The seismic data processing is performed by softwares developed specifically for this function. Among the various softwares found on the market stands the Seismic Unix (SU) for be of free distribution, making it one of the softwares most used in the Institutes of Education of Geophysics. This work aims to perform a processing of a set of seismic data acquired in the Gulf of Mexico using Seismic Unix under a platform also free called GêBR, an interface of flow control launched in Brazil which allows processing seismic data, including housing programs as the SU. The principal objectives of this work are to apply the interface GêBR and through her facilitate the manipulation of seismic data.**

### Introdução

A GêBR surgiu para viabilizar, por ser uma plataforma de distribuição livre e código aberto, e facilitar o processamento de dados sísmicos através de uma interface gráfica mais amigável que dispõe de ferramentas de fácil gerenciamento, dispensando o usuário da utilização de linhas de comando. A primeira versão da GêBR foi lançada em 2005 e até hoje o programa vem sendo pesquisado e desenvolvido por grandes Universidades brasileiras, como a UNICAMP, UFBA, UFPA, UFPR e UFRN. A plataforma GêBR é de grande importância para todos os pesquisadores e alunos universitários, que foram beneficiados com a criação da mesma. Além de ser de fácil aquisição por ser livre, diferente dos demais programas disponíveis no mercado de altíssimo custo, ainda torna o processamento sísmico mais didático e permite maior homogeneidade no ensino aos alunos de graduação dos cursos de Geofísica. Este trabalho propõe implementar um fluxograma de processamento de dados sísmicos obtidos no Golfo do México usando a plataforma GêBR, a qual utiliza as rotinas do SU em seus módulos de processamento de dados.

### GêBR

Hoje a GêBR está na versão 0.10.1 postada em 22 de janeiro de 2011, versão que foi utilizada para esse trabalho. A interface mostrada pelo programa GêBR (Figura 1) se assemelha muito ao sistema operacional Windows, facilitando ao usuário o manuseio dos módulos dentro dos quais estão agrupadas as rotinas de processamento do SU. Além disso, conta com um sistema de ajuda dentro do próprio programa e também através do site do projeto. Uma das principais características da GêBR é a de se adaptar facilmente a vários programas, oferecendo a seus utilizadores a opção de implementar programas próprios através da ferramenta de desenvolvimento DéBR (Figura 2), que compõe o pacote do projeto GêBR. Dessa forma, o usuário poderá além de utilizar a GêBR adicionar módulos portando seus programas.

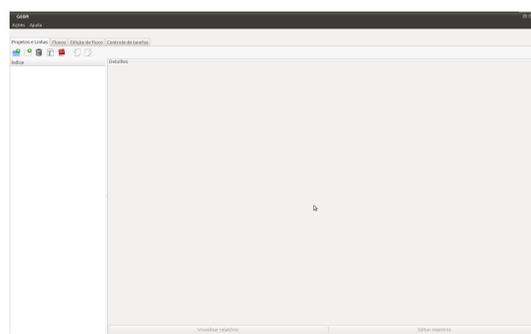


Figure 1: Tela principal da GêBR.

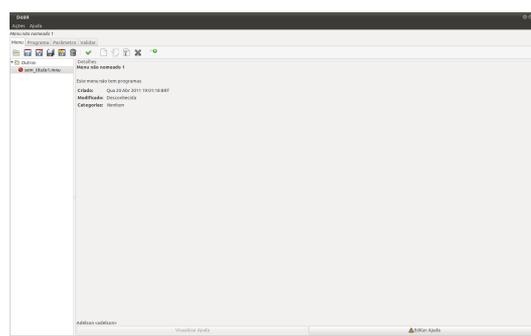


Figure 2: Tela principal da DéBR.

### O Dado Sísmico

O dado sísmico marinho adquirido no Golfo do México utilizado no processamento, de acordo com Abreu (2005): "é de uma linha sísmica 2D, adquirida com o arranjo End-on com aproximadamente 40 km de extensão. O

dado possui um corpo de sal relativamente grande entre 2,2 e 2,7s nas seções em tempo, que gera diversas múltiplas. A geologia abaixo deste corpo é muito difícil de ser amostrada por causa da alta velocidade do corpo de sal o que gera uma alta impedância acústica. Só é possível amostrar as estruturas abaixo do corpo de sal através das ondas que descem e sobem por reflexão pelos lados do corpo, entretanto, essas ondas chegam bastante atenuadas e mascaradas”.

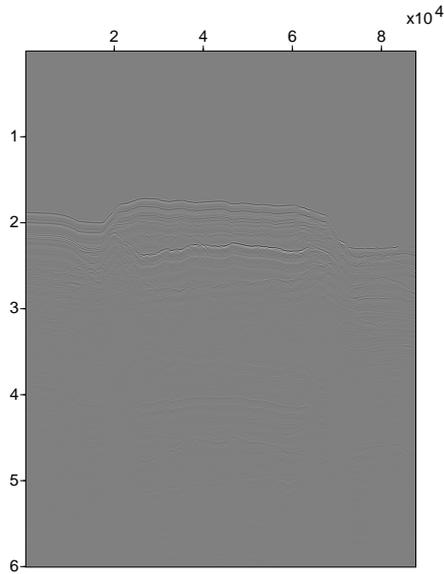


Figure 3: Dado do golfo Original - sem processamento.

## Processamento

Antes do processamento propriamente dito algumas etapas devem ser executadas, essas recebem o nome de pré-processamento e consistem na mudança de formato do dado, através de edições e correções. Abaixo apresentamos o fluxograma de processamento aplicado ao dado especificando o módulo da Gêbr utilizado.

### Fluxograma

- CARREGAMENTO DA GEOMETRIA - diretamente no SU
- CORREÇÃO DE DIVERGÊNCIA ESFÉRICA - SU Window - SU Div Correction - SU Sort - Concatenate
- DECONVOLUÇÃO - SU Perf
- FILTRAGEM DE FREQUÊNCIA - SU Dip Filter
- ANÁLISE DE VELOCIDADES - SU Velan
- CORREÇÃO DE NMO - SU Nmo
- EMPILHAMENTO - SU Stack

### Carregamento da Geometria

Essa etapa consiste em gravar no header do dado adquirido as coordenadas do tiro, os receptores, o CMP,

o offset entre outras informações. O carregamento da geometria é de extrema importância, pois um simples erro no preenchimento de algum parâmetro pode gerar erros nas demais etapas do processamento. Na GêBR temos algumas ferramentas para executar o carregamento como o menu Geometry Tables e SU Geometry, porém nesta etapa não utilizamos a GêBR, gravamos os parâmetros do header diretamente com as rotinas sushw e suchw.

### Correção de Divergência Esférica

Após o carregamento da geometria passamos para as correções de amplitude. Alguns fatores na hora da aquisição contribuem para a diminuição ou perda da amplitude do sinal com o tempo que a onda se propaga, isso acontece devido à divergência esférica, perdas por transmissão, absorção, reflexões, dispersão e a curvatura da superfície do refletor. A correção da divergência esférica tenta aproximar a amplitude da onda que foi registrada com o início da onda de saída. a GêBR a correção foi feita utilizando os módulos SU Window, SU Div Correction, SU Sort e Concatenate. Na Figura 4 apresentamos o menu do módulo SU Div Correction.

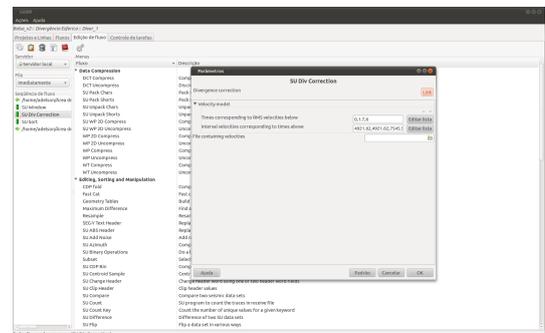


Figure 4: Interface da GêBR com o preenchimento do módulo SU Div Correction.

Primeiramente dividimos o dado em quatro partes (utilizando o módulo SU Window) com o objetivo de que a correção fosse sensível ao afastamento. Após esse procedimento, aplicamos a correção através do módulo SU Div Correction, com a qual definimos os valores das velocidades e os intervalos de tempo correspondente. Por último organizamos o dado (com o módulo SU Sort) e juntamos as quatro partes (usando o módulo Concatenate). A seção de afastamento mínimo, após aplicação da correção, é mostrada na Figura 5.

### Deconvolução

Segundo o modelo convolucional a resposta impulsiva da Terra (refletividade), convolvida com o pulso sísmico, dão origem ao traço sísmico (os registros feitos durante o experimento sísmico). O objetivo da deconvolução do pulso é retirar o efeito do mesmo. Quando a deconvolução é efetiva o conteúdo de frequência do dado é aumentado e a resolução vertical é melhorada. No menu do módulo SU PEF (mostrado na Figura 6), definimos o primeiro retardo para o filtro (0,004) e o retardo padrão da predição (0,001), além de ligar a opção de ruído aditivo relativo. O resultado após a deconvolução é mostrado na Figura 7.

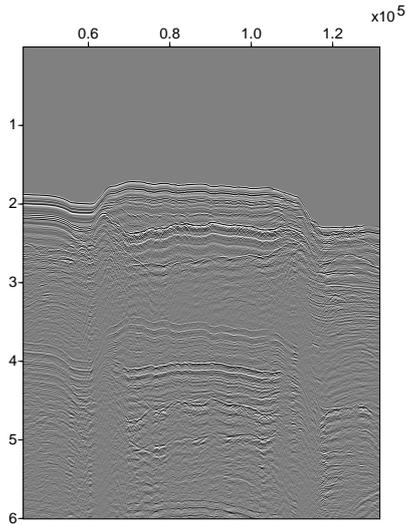


Figure 5: Seção de afastamento mínimo após a correção de divergência esférica.

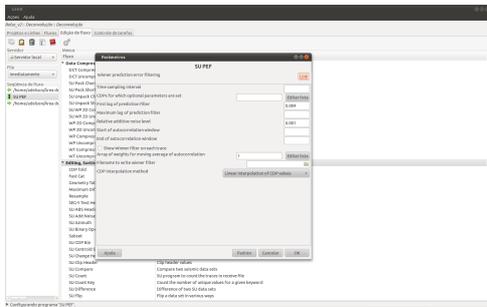


Figure 6: Interface da GêBR com o preenchimento do módulo SU PERF.

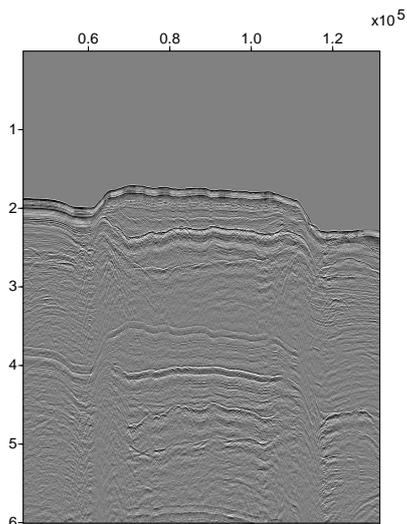


Figure 7: Seção de afastamento mínimo após a deconvolução.

*Filtro de frequência*

Esta etapa possibilita a seleção de uma faixa de frequências de interesse que está presente nos dados, chamada faixa dominante, e na qual está contida a maior parte das informações. Para efetuar essa parte do processamento temos que especificar o tipo de filtro que vamos utilizar (normalmente na sísmica é utilizado o filtro passa-banda), bem como a janela de frequência que queremos que fique no dado. Na GêBR existe uma infinidade de módulos inseridos no menu **Filtering, Transforms and Attributes** que podem ser utilizados no processo de filtragem de acordo com o objetivo do processamento. No caso do dado do golfo utilizamos o módulo SU Dip Filter (ver Figura 8). O resultado, após essa etapa, é mostrado na Figura 9.

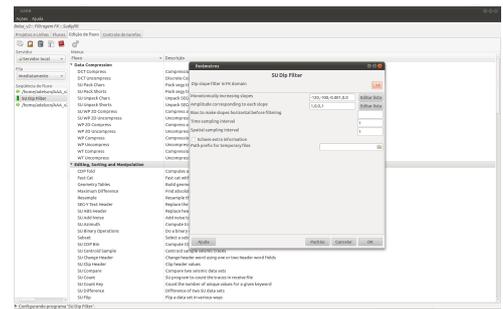


Figure 8: Interface da GêBR com o preenchimento do módulo SU Dip Filter.

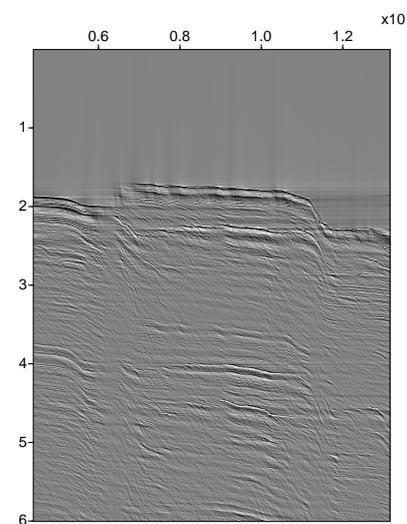


Figure 9: Seção de afastamento mínimo após a filtragem de frequência utilizando filtro passa-banda.

*Análise de Velocidade*

Trata-se de uma das etapas de maior importância no processamento, na qual determinamos um modelo de velocidades a partir do dado sísmico. A análise é executada para determinados grupos de CMP's pré-selecionados dos dados e produz um modelo de velocidade RMS no domínio do tempo. Na GêBR

utilizamos o módulo Velan CMP (Figura 10), no qual para cada família CMP uma seção de coerência é produzida. Os valores mais elevados nesta seção indicam a presença de potenciais eventos de reflexão. É de responsabilidade do intérprete selecionar os pontos associados à reflexões primárias. No menu definimos o arquivo de entrada (input), definimos o nome do arquivo que conterá os picks (output), definimos o primeiro CDP a ser analisado, bem como o intervalo entre as CDP's e a quantidade de CDP's que serão analisadas. Em seguida, preenchemos o restante do menu com os valores relativos ao dado (ver Figura 10). O resultado final deste fluxo é um arquivo de parâmetros contendo os pares tempo-velocidade, no formato esperado pelo programa SU NMO.

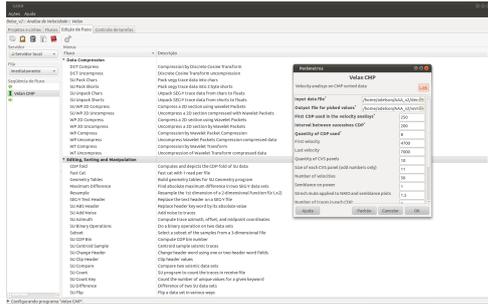


Figure 10: Interface da GêBR com o preenchimento do módulo Velan CMP.

**Correção de NMO e Empilhamento**

A correção de NMO, aplicada corretamente, desconta o sobretempo de reflexão devido ao afastamento entre a fonte e o receptor, remapeando o evento para o tempo de reflexão associado a configuração de afastamento nulo. A partir do modelo de velocidade, corrigimos nos dados o efeito NMO, tornando os eventos horizontalizados, assim podemos somar os traços para obter a seção de afastamento nulo, o que fazemos através dos módulos SU NMO (Figura 11) e SU Stack (Figura 12), respectivamente e sequencialmente. No módulo SU NMO é necessário inserir no menu as funções velocidades que foram adquiridas na análise de velocidade (Figura 11). No módulo SU Stack basta definir a entrada e saída do dado, a única orientação para utilização desse módulo é que na entrada do dado o arquivo esteja organizado em CMP's e corrigidos de NMO (Figura 12). O resultado final apresentamos na Figura 13, a seção afastamento nulo simulada através do empilhamento.

**Conclusão**

Outras etapas de processamento podem ainda ser aplicadas ao dado, como por exemplo: atenuação de múltiplas, migração em tempo, e migração em profundidade. Mas através das etapas aplicadas pudemos concluir que não resta dúvidas quanto a capacidade da interface GêBR juntamente com o Seismic Unix no processamento sísmico, já que neste trabalho conseguimos realizar as etapas do processamento com facilidade, obtendo um resultado final com excelente qualidade (Figura 13). Em nenhum momento encontramos erros na utilização da plataforma GêBR, o que reflete o amadurecimento do projeto.

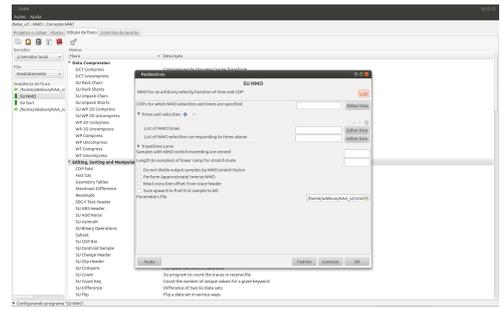


Figure 11: Interface da GêBR com o preenchimento do módulo SU NMO.

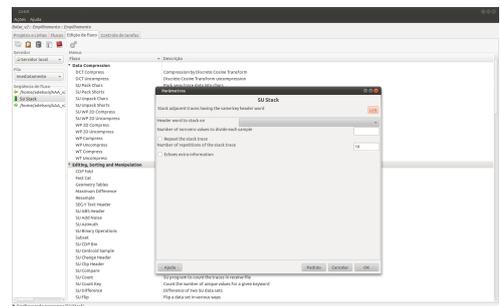


Figure 12: Interface da GêBR com o preenchimento do módulo SU Stack.

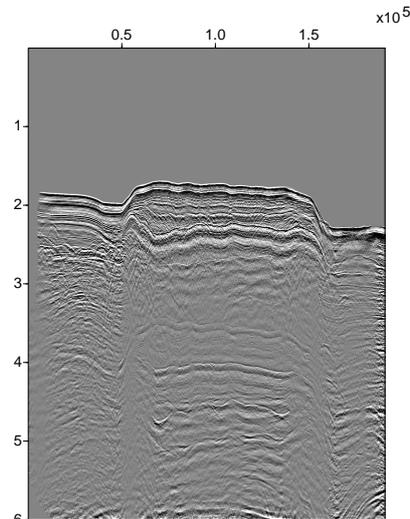


Figure 13: Seção Afastamento Nulo - simulada no empilhamento.

**Referências**

Abreu, S. A., 2005, Processamento de dados sísmicos do golfo do México usando o Seismic Unix, Trabalho de Graduação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brasil.

Cohen, J. e Jr., J. S., 2002, The New SU User's Manual, Colorado School of Mines.

Silva, M. G. da., 2004, Processamento de dados sísmicos da bacia do Tacutu, Dissert. de Mestrado, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brasil.

GêBR Home Page, <http://www.gebrproject.com>

Ferreira, E. L., 2009, Atenuação do Ground-Roll utilizando a plataforma GêBR, Trabalho de graduação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brasil.

Yilmaz, O., 2001, Seismic Data Analysis: Processing, Inversion and Interpretation of Seismic Data, Society of Exploration Geophysicists, Tulsa.