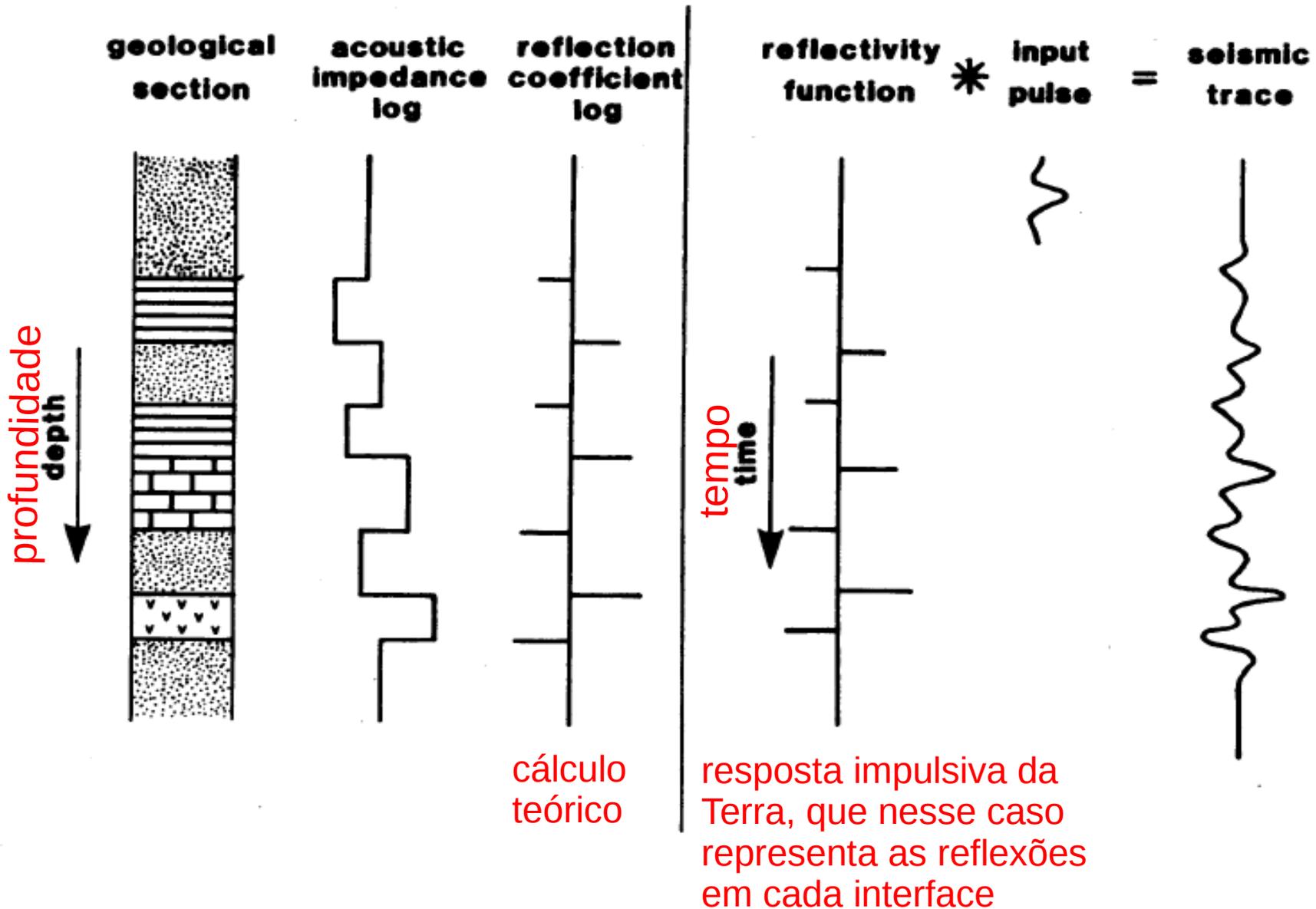


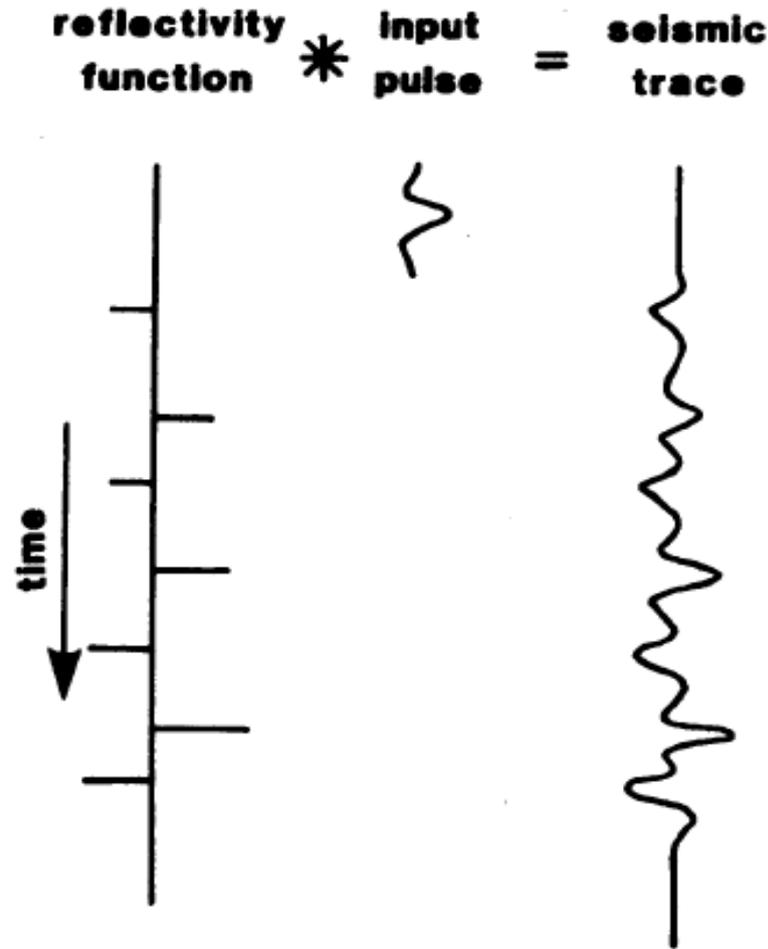
MODELO CONVOLUCIONAL DO TRAÇO SÍSMICO

From geology to seismogram



MODELO CONVOLUCIONAL DO TRAÇO SÍSMICO

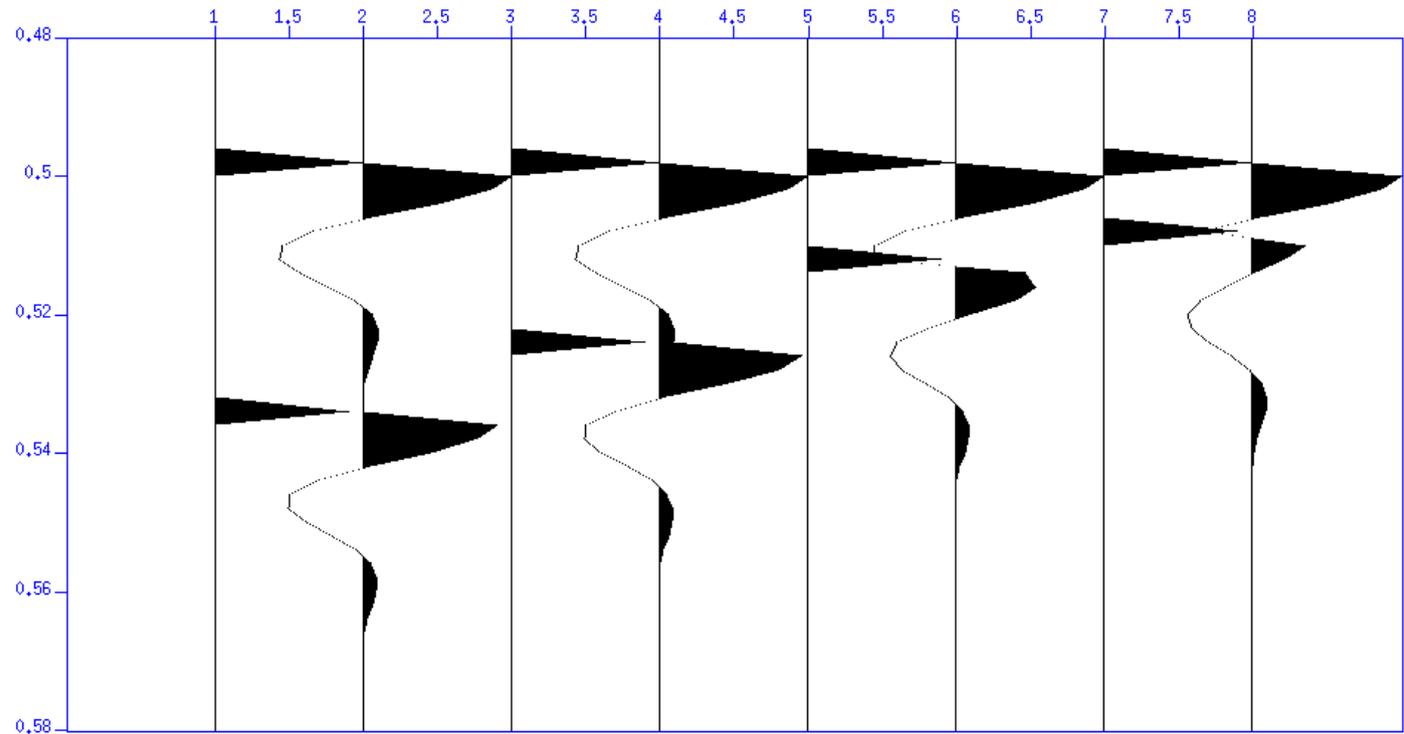
Do sismograma para a Geologia: O objetivo do **Filtro inverso** é retirar a wavelet ($w[t]$) do traço sísmico ($x[t]$), recuperando assim a resposta impulsiva da Terra ($e[t]$), que corresponde a imagem em tempo dos refletores



wavelet X resolução vertical

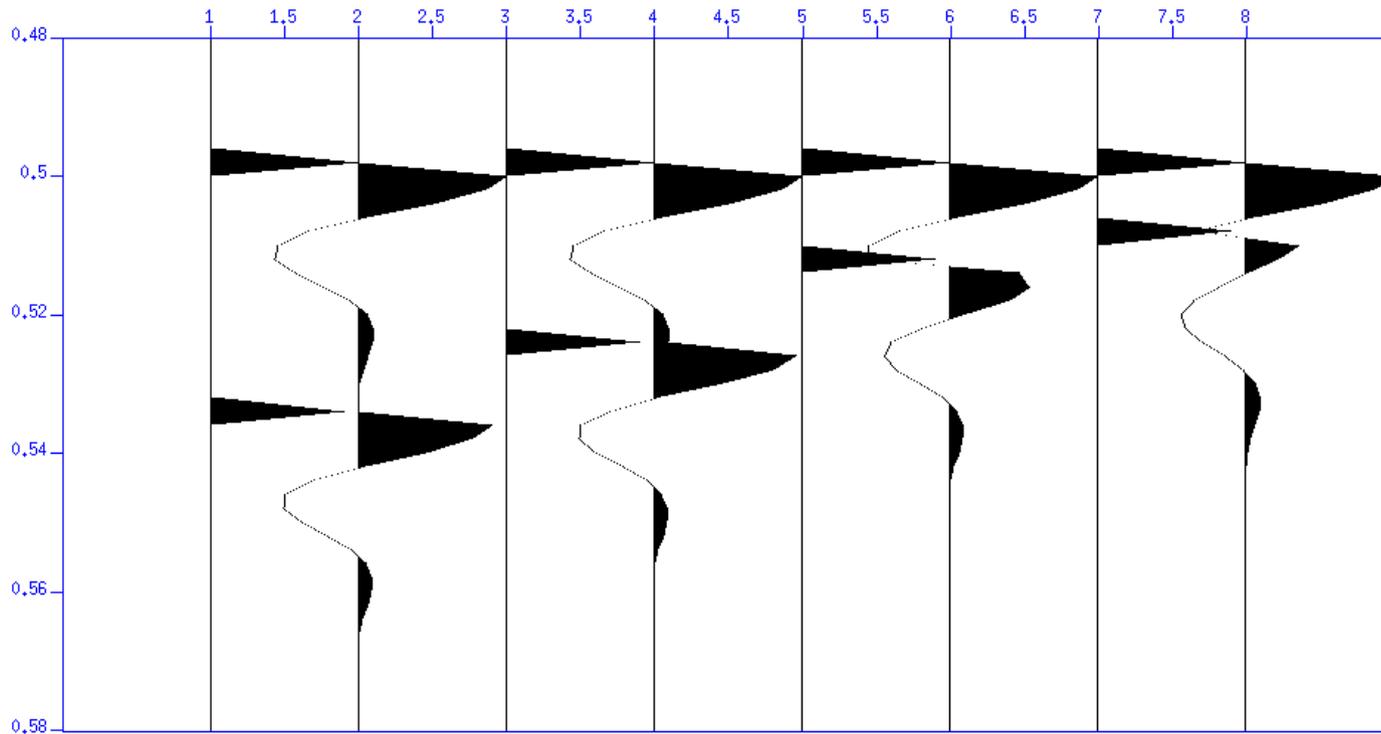
Todos os traços de número par (2, 4, 6 e 8) são a convolução do traço anterior (1, 3, 5, 7) com a mesma wavelet.

Os traços 1, 3, 5, 7 são respostas impulsivas que correspondem à reflexão no topo e na base de uma mesma camada.



Quando a duração da *wavelet* for maior que a distância em tempo da reflexão em duas interfaces, ocorre a sobreposição das *wavelets*.

wavelet X resolução vertical



O objetivo do **Filtro inverso** é aumentar a resolução vertical

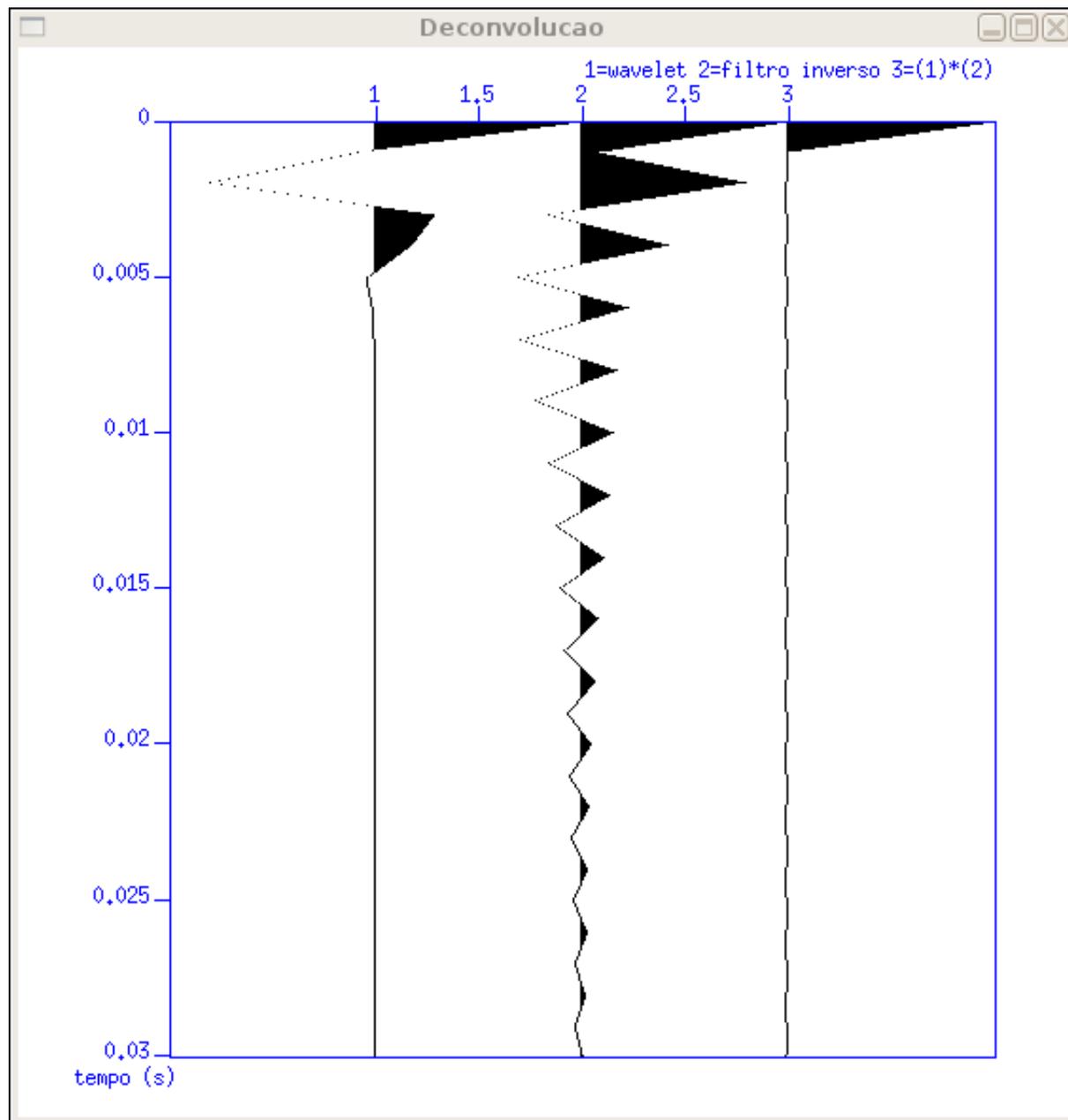
O processo de **filtragem inversa** também é conhecido por “**deconvolução**”.

filtro inverso

$$w_t * a_t = \delta_t$$

↑
wavelet

↑



filtro inverso

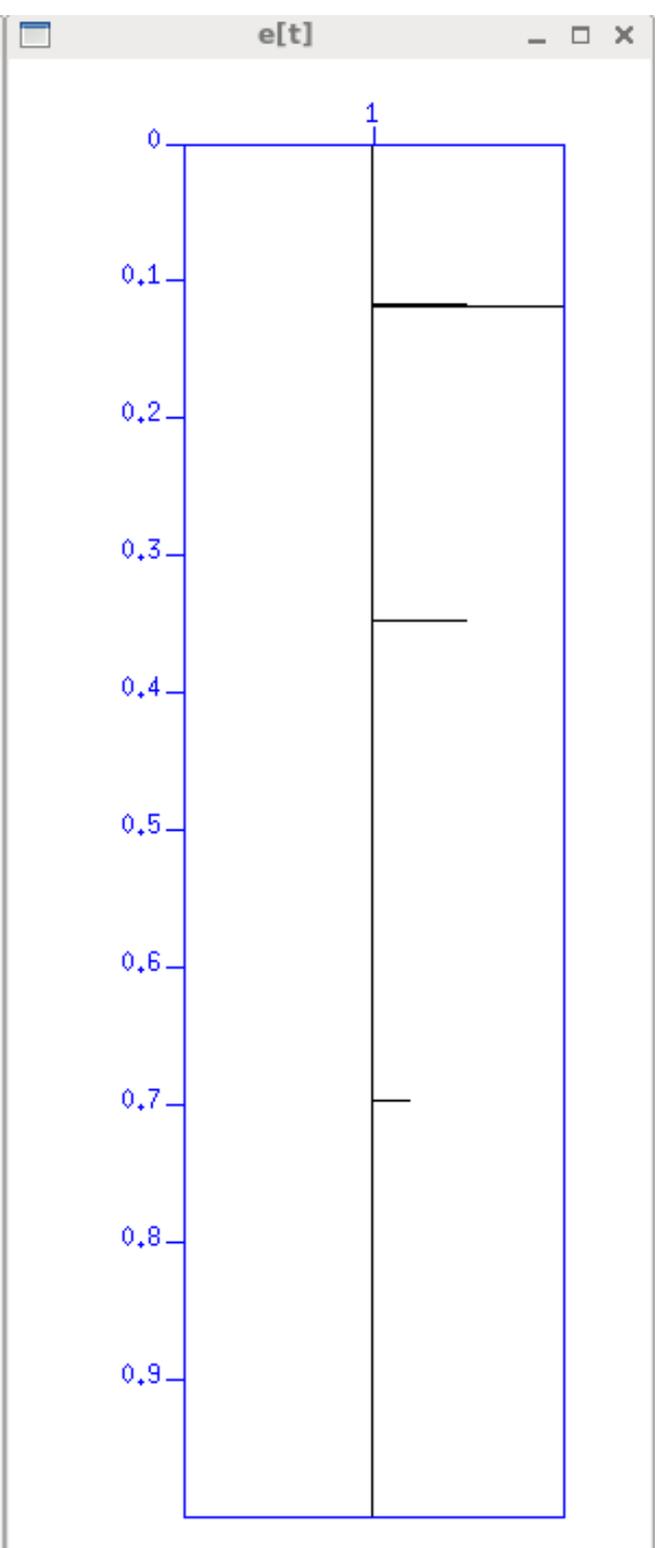
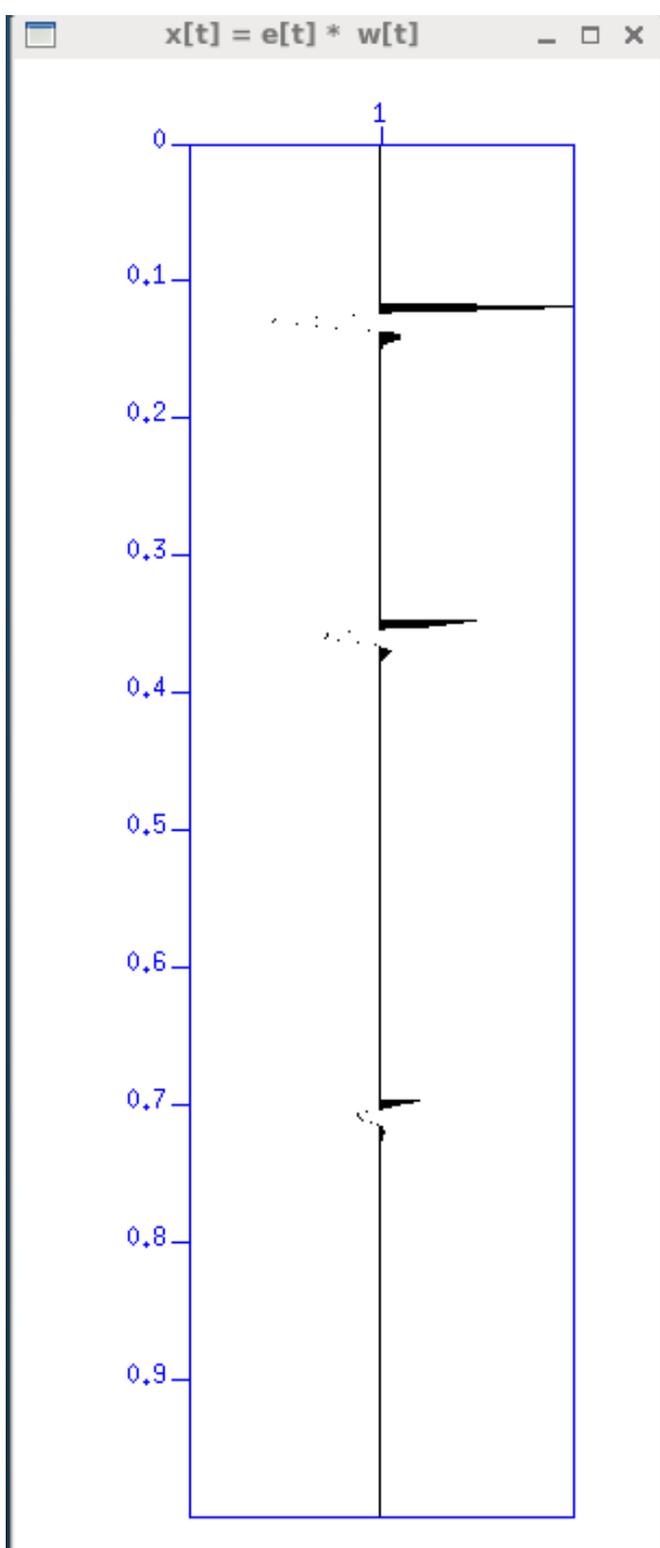
$$w_t * a_t = \delta_t$$

$$x_t = w_t * e_t$$

$$x_t * a_t = w_t * a_t * e_t$$

$$x_t * a_t = e_t$$

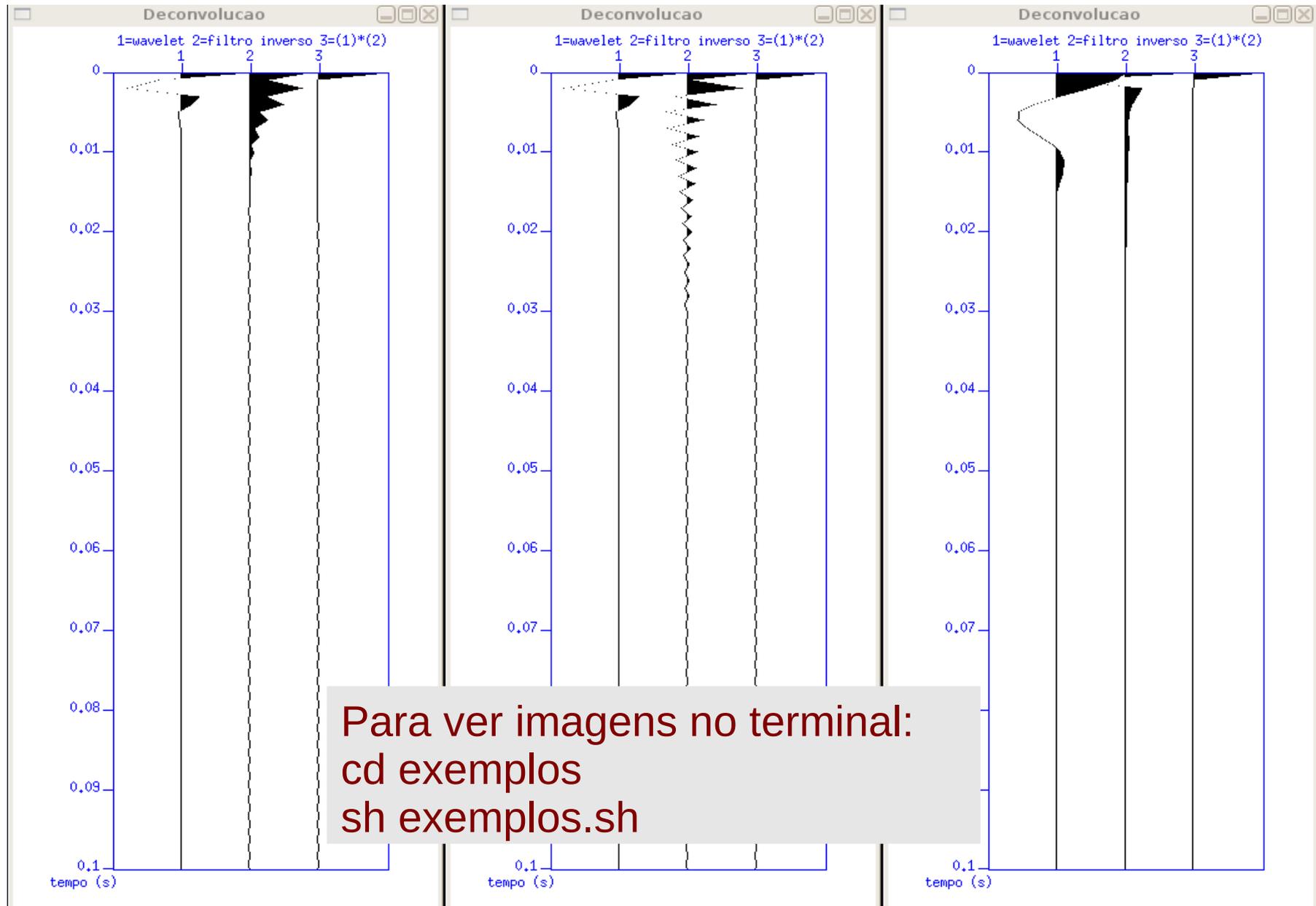
deconvolução

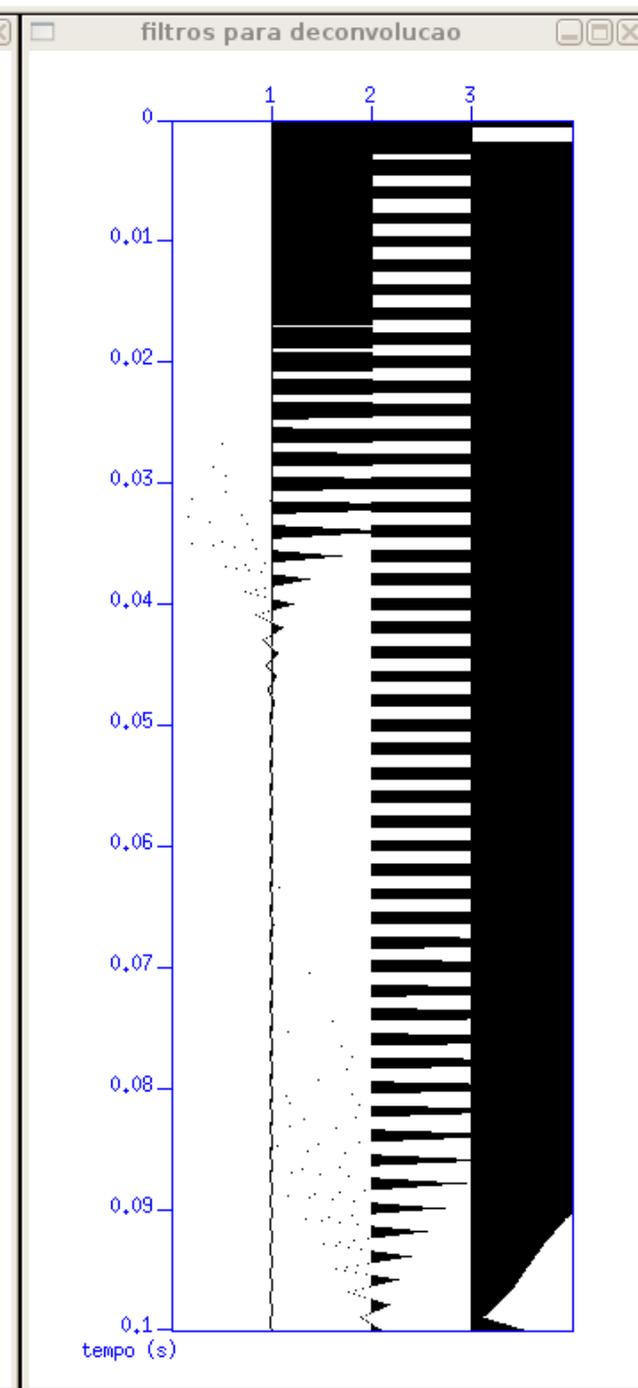
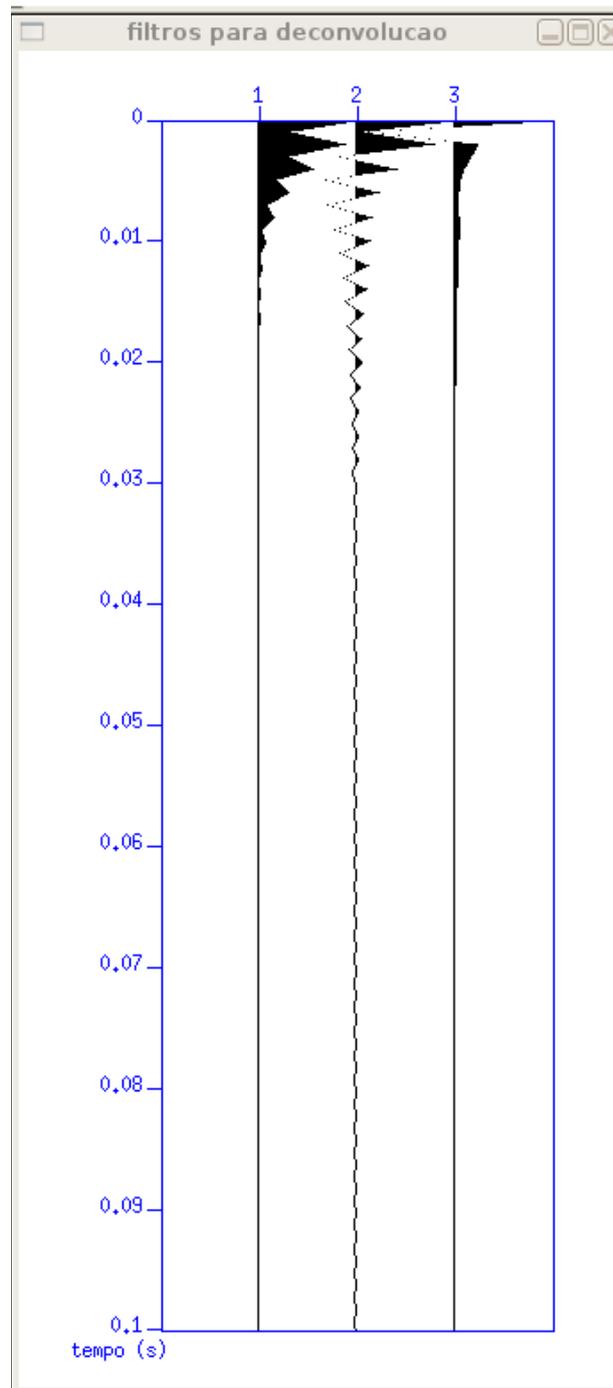
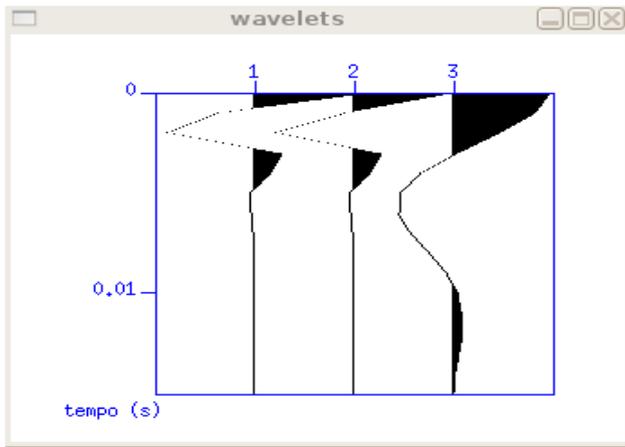


filtro inverso

$$W_t * a_t = \delta_t$$

Diferentes *wavelets* => diferentes filtros





display original

*com ganho de display
(perc=30)*

Wavelets são sinais finitos

O **filtro inverso** é infinito.

O truncamento do tamanho do filtro implica em erro na deconvolução.

Filtro de Wiener: filtro de forma obtido pelo método dos “Mínimos quadrados”

Teoria: Ver notas de aula

$$\begin{bmatrix} \Phi_{xx}(0) & \Phi_{xx}(1) & \Phi_{xx}(2) & \cdots & \Phi_{xx}(N) \\ \Phi_{xx}(1) & \Phi_{xx}(0) & \Phi_{xx}(1) & \cdots & \Phi_{xx}(N-1) \\ \Phi_{xx}(2) & \Phi_{xx}(1) & \Phi_{xx}(0) & \cdots & \Phi_{xx}(N-2) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \Phi_{xx}(N) & \Phi_{xx}(N-1) & \Phi_{xx}(N-2) & \cdots & \Phi_{xx}(0) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Phi_{\tilde{y}x}(0) \\ \Phi_{\tilde{y}x}(1) \\ \Phi_{\tilde{y}x}(2) \\ \vdots \\ \Phi_{\tilde{y}x}(N) \end{bmatrix}$$

filtro inverso

$$w_t * \mathbf{a}_t = \delta_t$$

$$x_t = w_t * e_t$$

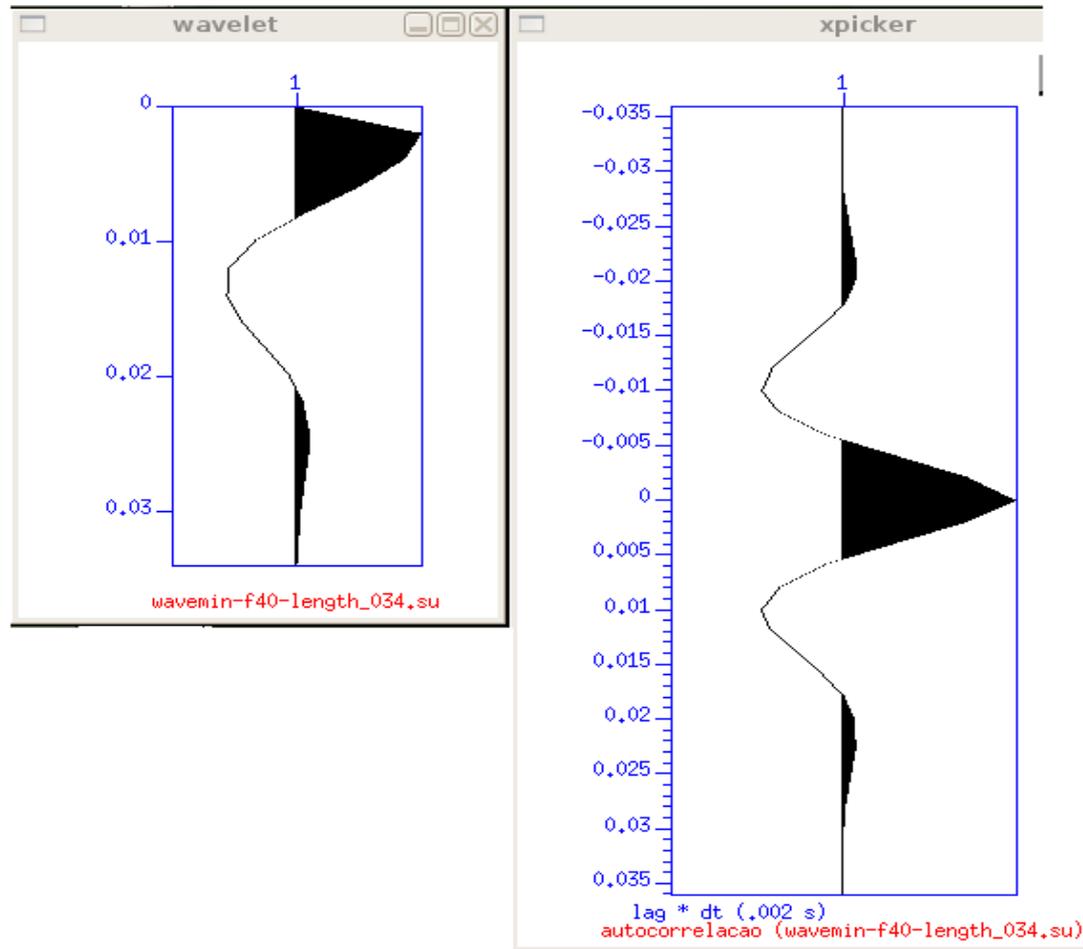
$$x_t * \mathbf{a}_t = w_t * \mathbf{a}_t * e_t$$

$$x_t * \mathbf{a}_t = e_t$$

- para o filtro inverso: $\tilde{y}_t = \delta_t$
- a_k (ou a_t) é a incógnita do sistema, ou seja, o filtro que se deseja obter.
- x_t no sistema é a wavelet ou pode ser o traço sísmico que contém a wavelet, quando: $\phi_{xx}(\tau) = P \phi_{ww}(\tau)$

Para explicar a relação: $\phi_{xx}(\tau) = P\phi_{ww}(\tau)$

Utilizando a **wavelet** como sinal de entrada para o cálculo da matriz de autocorrelação



Utilizando o traço sísmico como sinal de entrada para o cálculo da matriz de autocorrelação

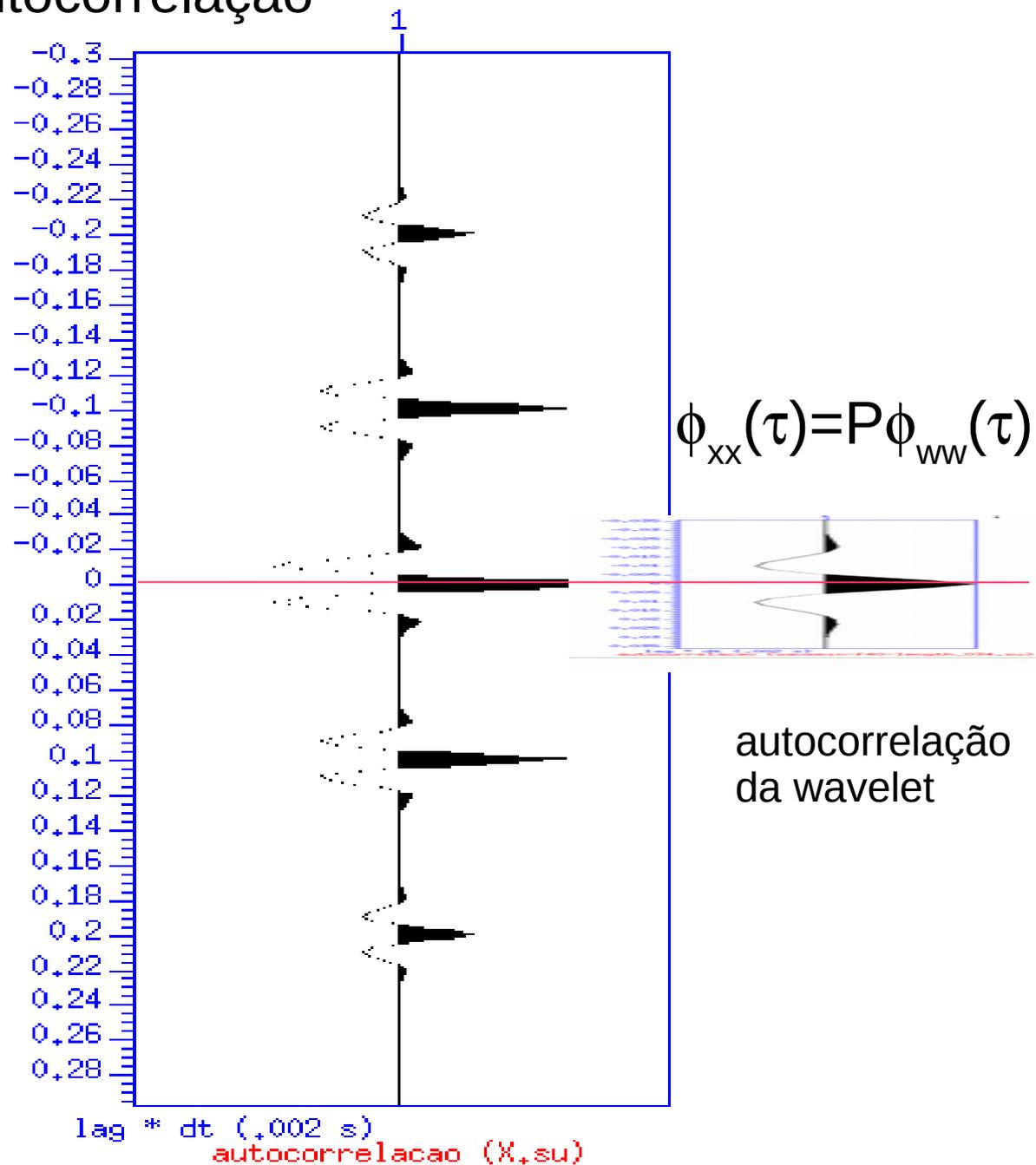
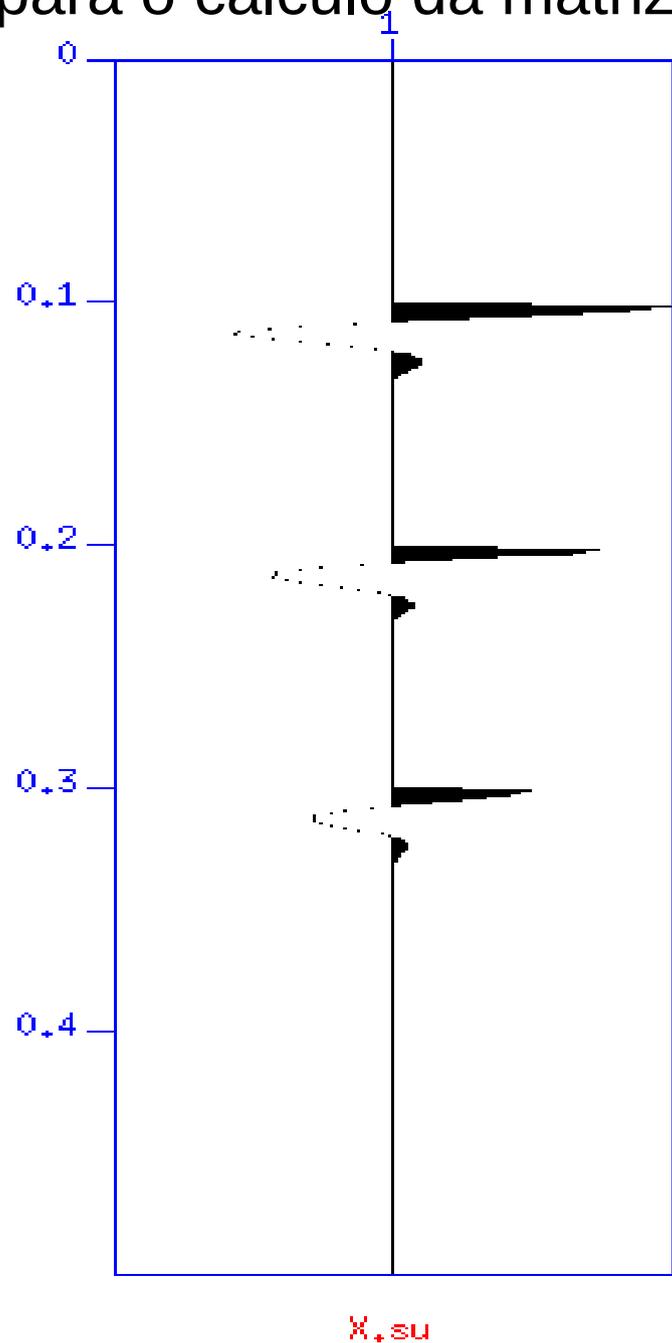
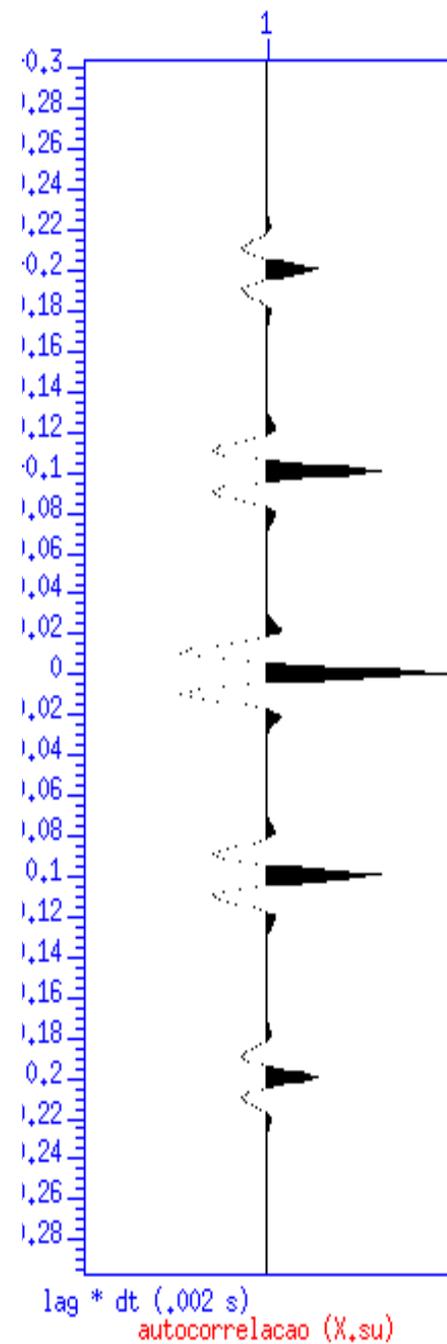
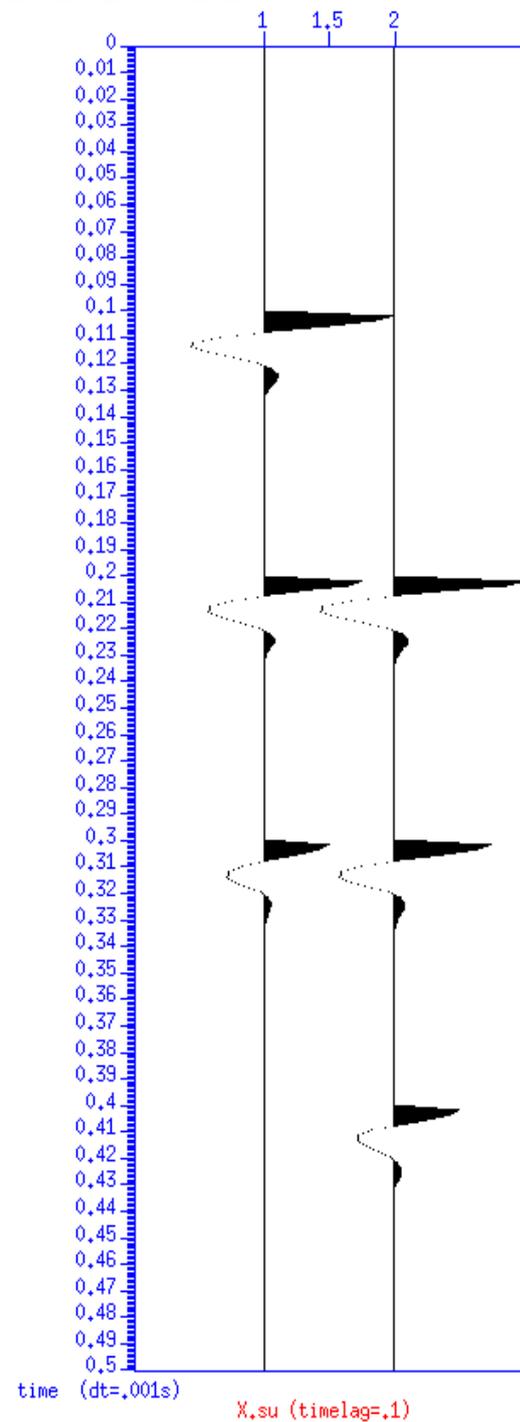
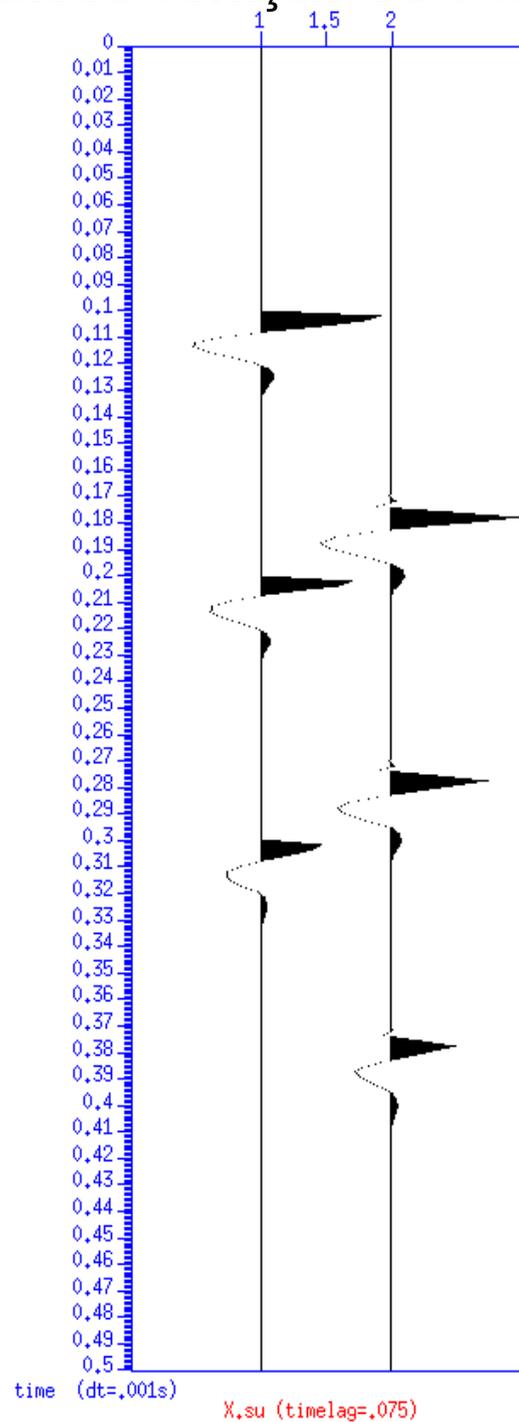
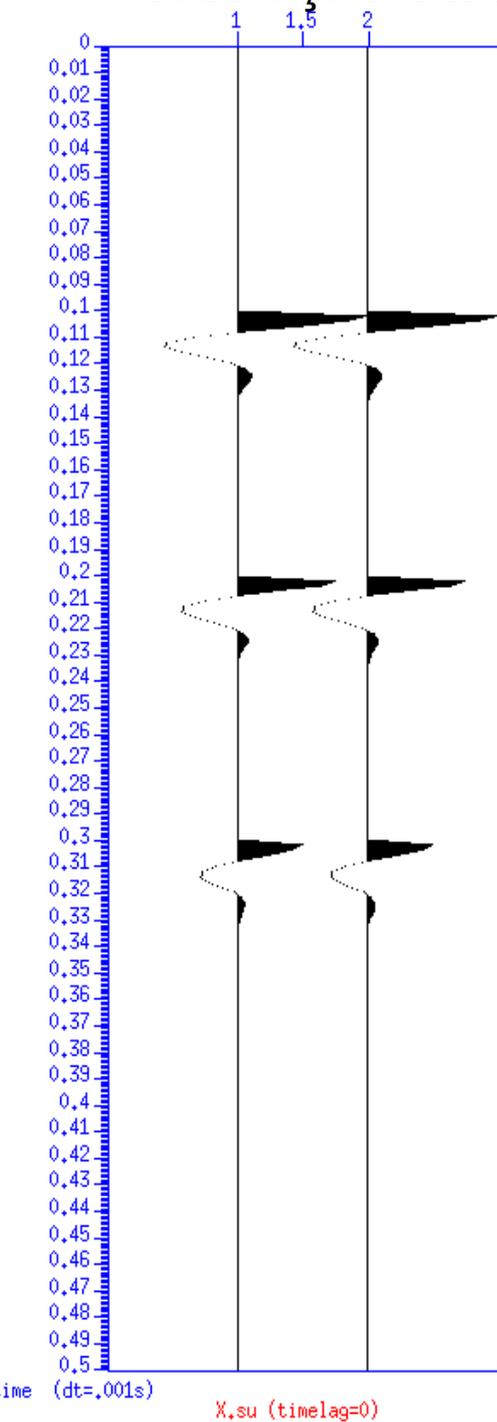
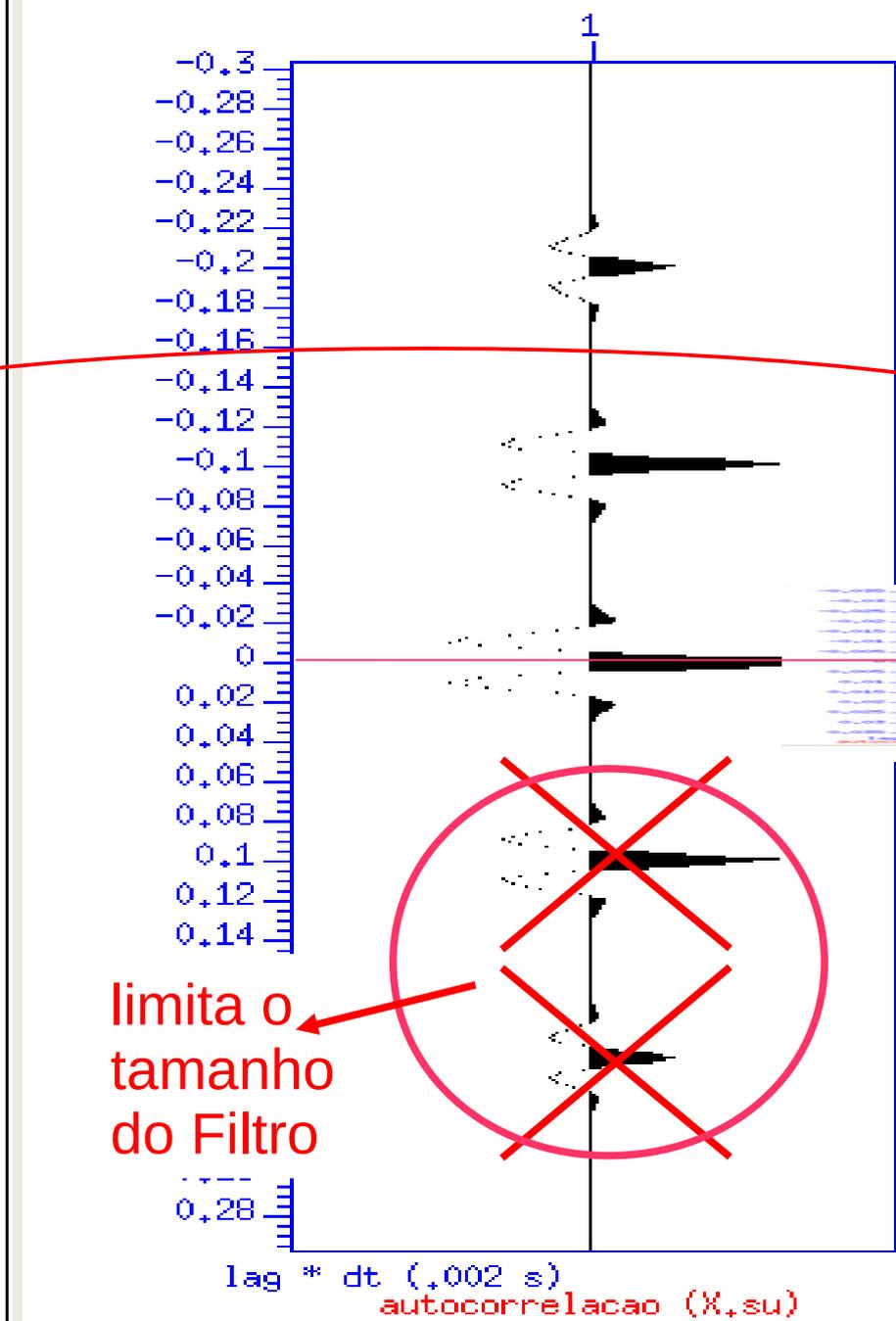
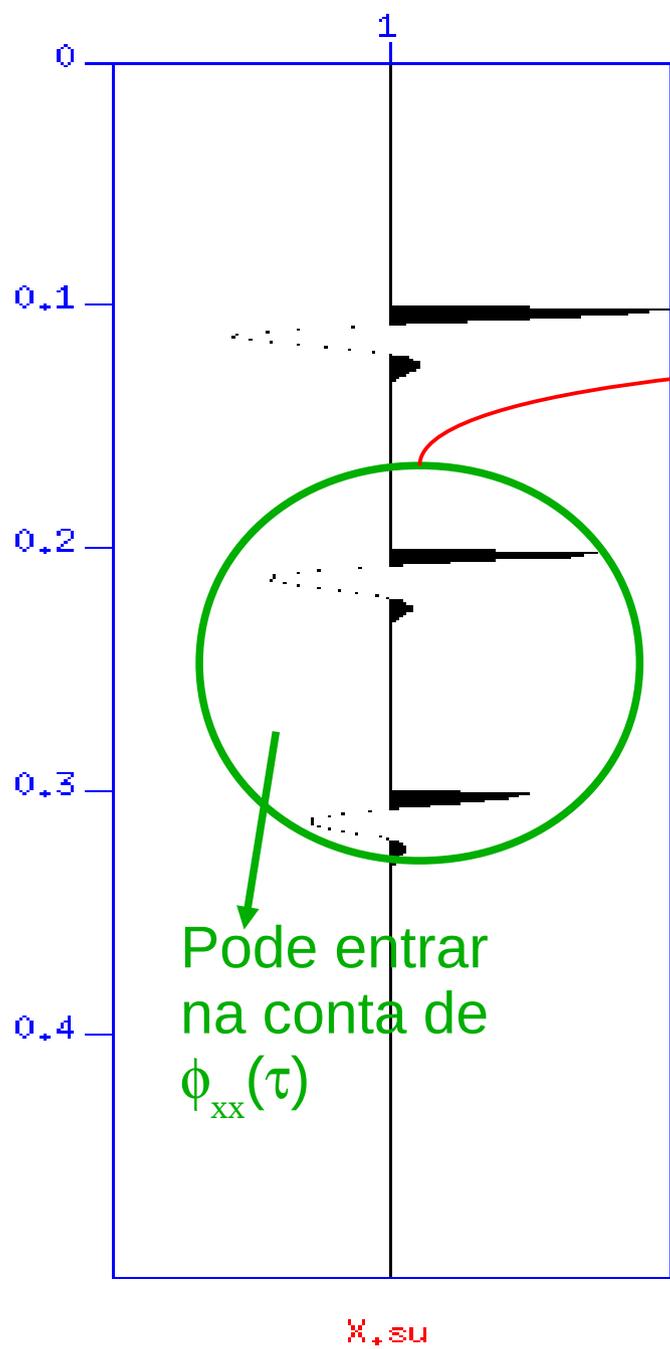


ilustração da autocorrelação do traço sísmico

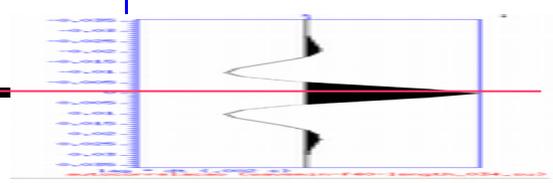


lag * dt (.002 s)
autocorrelacao (X.su)

Cálculo da matriz de autocorrelação do sinal de entrada (traço sísmico)



$$\phi_{xx}(\tau) = P \phi_{ww}(\tau)$$

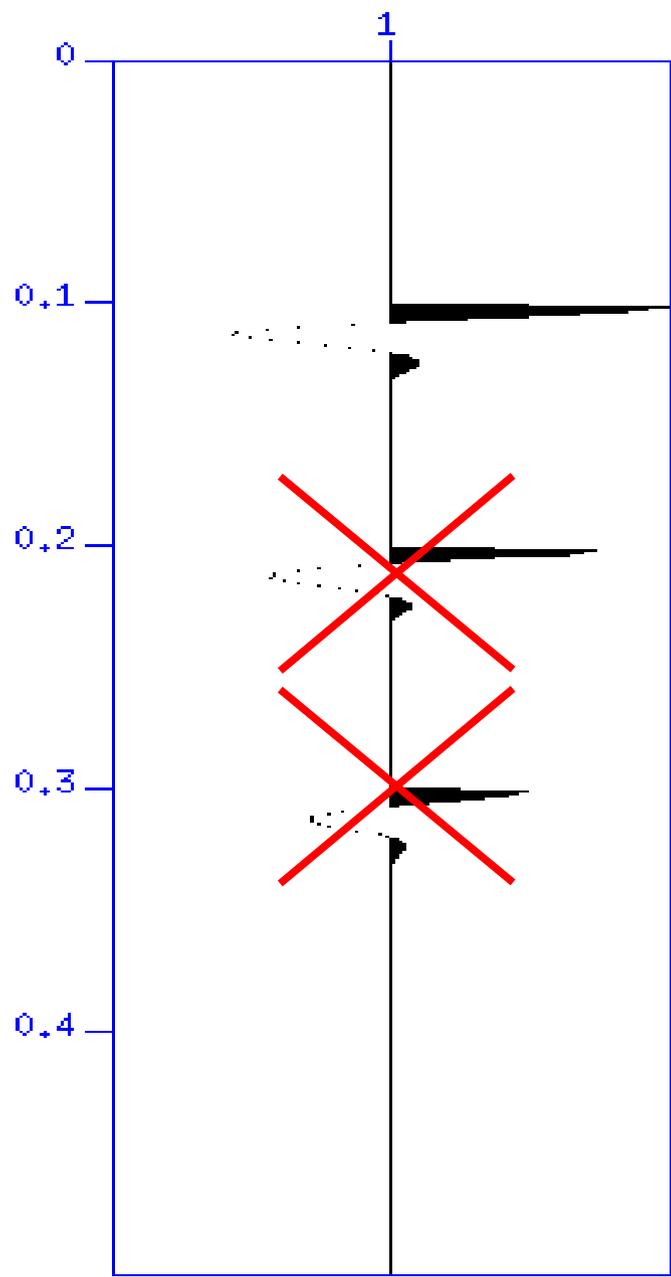


autocorrelação da wavelet

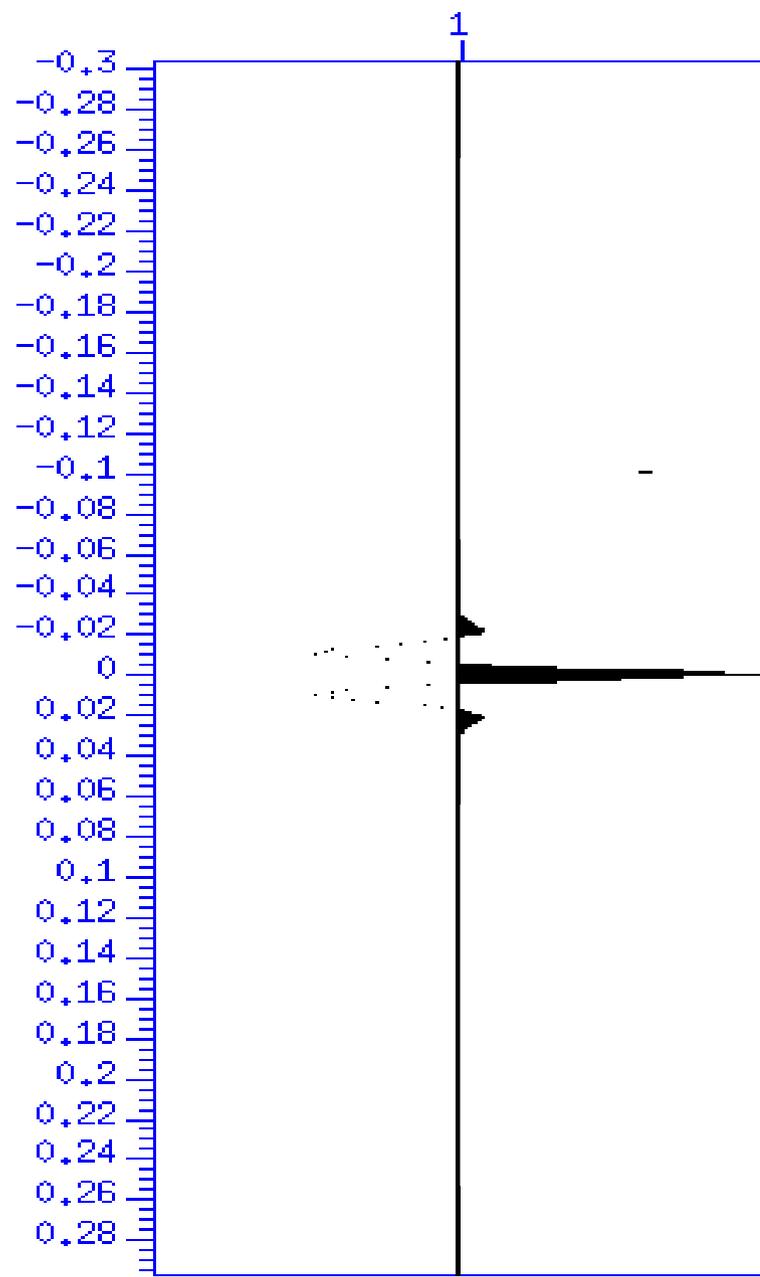
Discutir sobre a Aleatoriedade da Resposta impulsiva

OUTRA OPÇÃO

Cálculo da matriz de autocorrelação do sinal de entrada (**traço sísmico**)



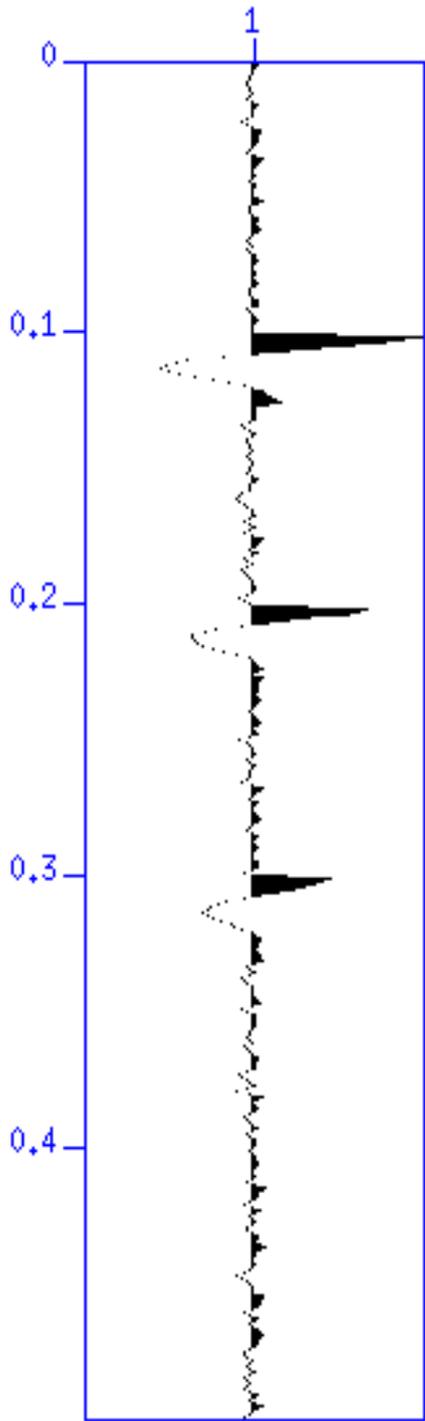
X.su



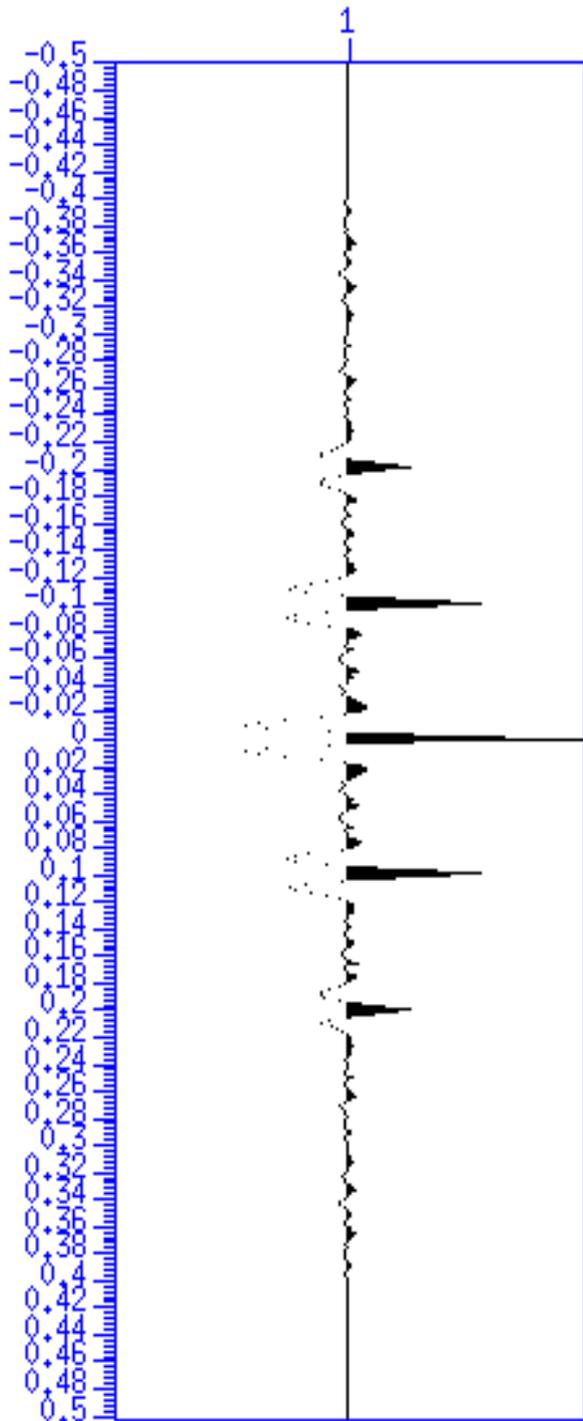
lag * dt (.002 s)
autocorrelacao (X.su)

autocorrelação da wavelet

Efeito do ruído no cálculo da autocorrelação



X-noise.su



lag * dt (.002 s)
autocorrelacao (X-noise,su)

Deconvolução Preditiva

Ver notas de aula.

E o slide seguinte para completar a teoria das notas de aula.

Deconvolução Preditiva ($\alpha = 1$)

$$r_N = \Phi_{xx}(N)$$

Quando $\alpha=1$, o filtro de erro de predição corresponde ao filtro inverso de Wiener

$$\begin{pmatrix} r_0 & r_1 & r_2 & r_3 & r_4 \\ r_1 & r_0 & r_1 & r_2 & r_3 \\ r_2 & r_1 & r_0 & r_1 & r_2 \\ r_3 & r_2 & r_1 & r_0 & r_1 \\ r_4 & r_3 & r_2 & r_1 & r_0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r_1 \\ r_2 \\ r_3 \\ r_4 \\ r_5 \end{pmatrix}$$

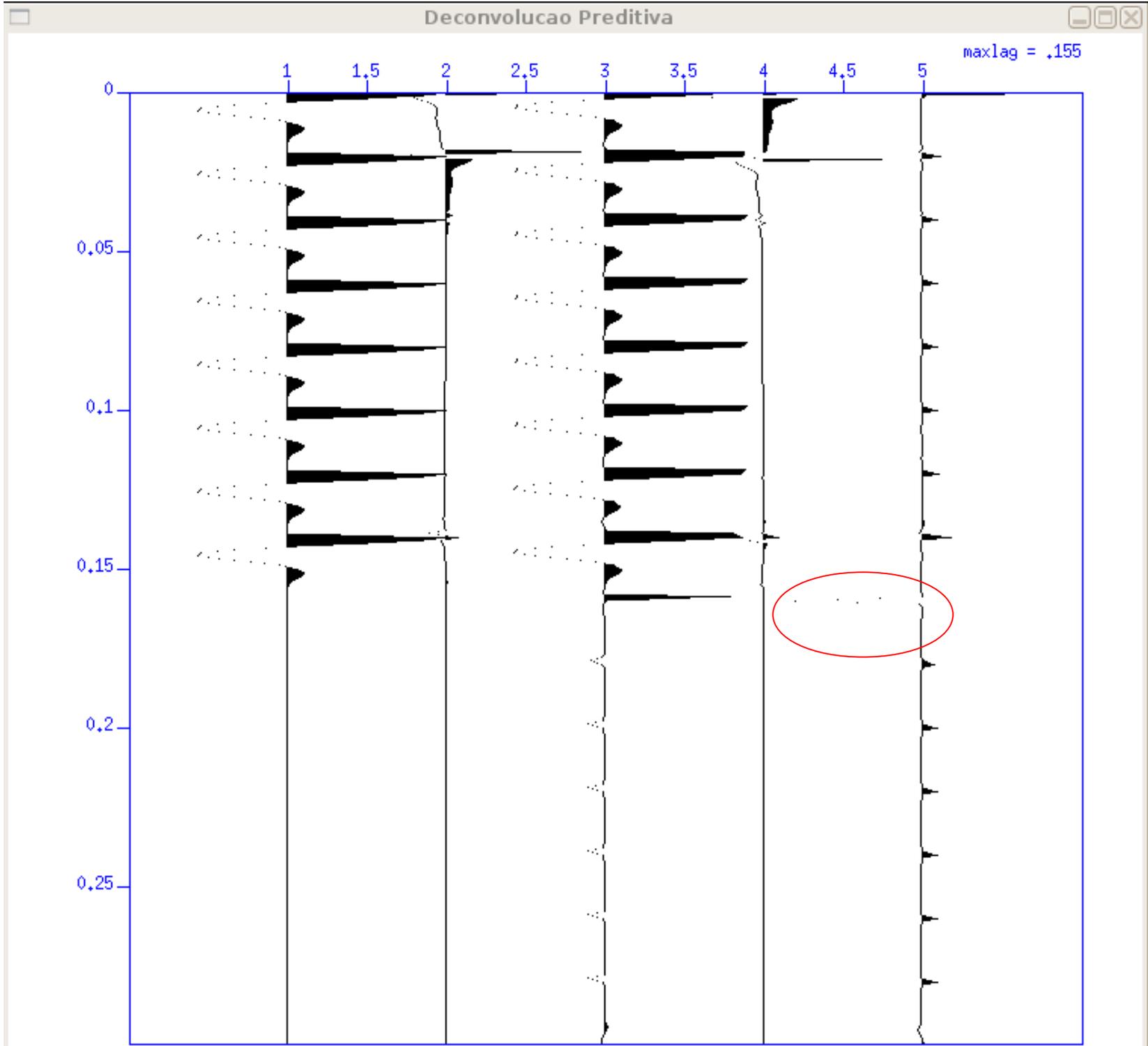
$$\begin{pmatrix} -r_1 & r_0 & r_1 & r_2 & r_3 & r_4 \\ -r_2 & r_1 & r_0 & r_1 & r_2 & r_3 \\ -r_3 & r_2 & r_1 & r_0 & r_1 & r_2 \\ -r_4 & r_3 & r_2 & r_1 & r_0 & r_1 \\ -r_5 & r_4 & r_3 & r_2 & r_1 & r_0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} r_0 & r_1 & r_2 & r_3 & r_4 & r_5 \\ r_1 & r_0 & r_1 & r_2 & r_3 & r_4 \\ r_2 & r_1 & r_0 & r_1 & r_2 & r_3 \\ r_3 & r_2 & r_1 & r_0 & r_1 & r_2 \\ r_4 & r_3 & r_2 & r_1 & r_0 & r_1 \\ r_5 & r_4 & r_3 & r_2 & r_1 & r_0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ -a_0 \\ -a_1 \\ -a_2 \\ -a_3 \\ -a_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} L \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

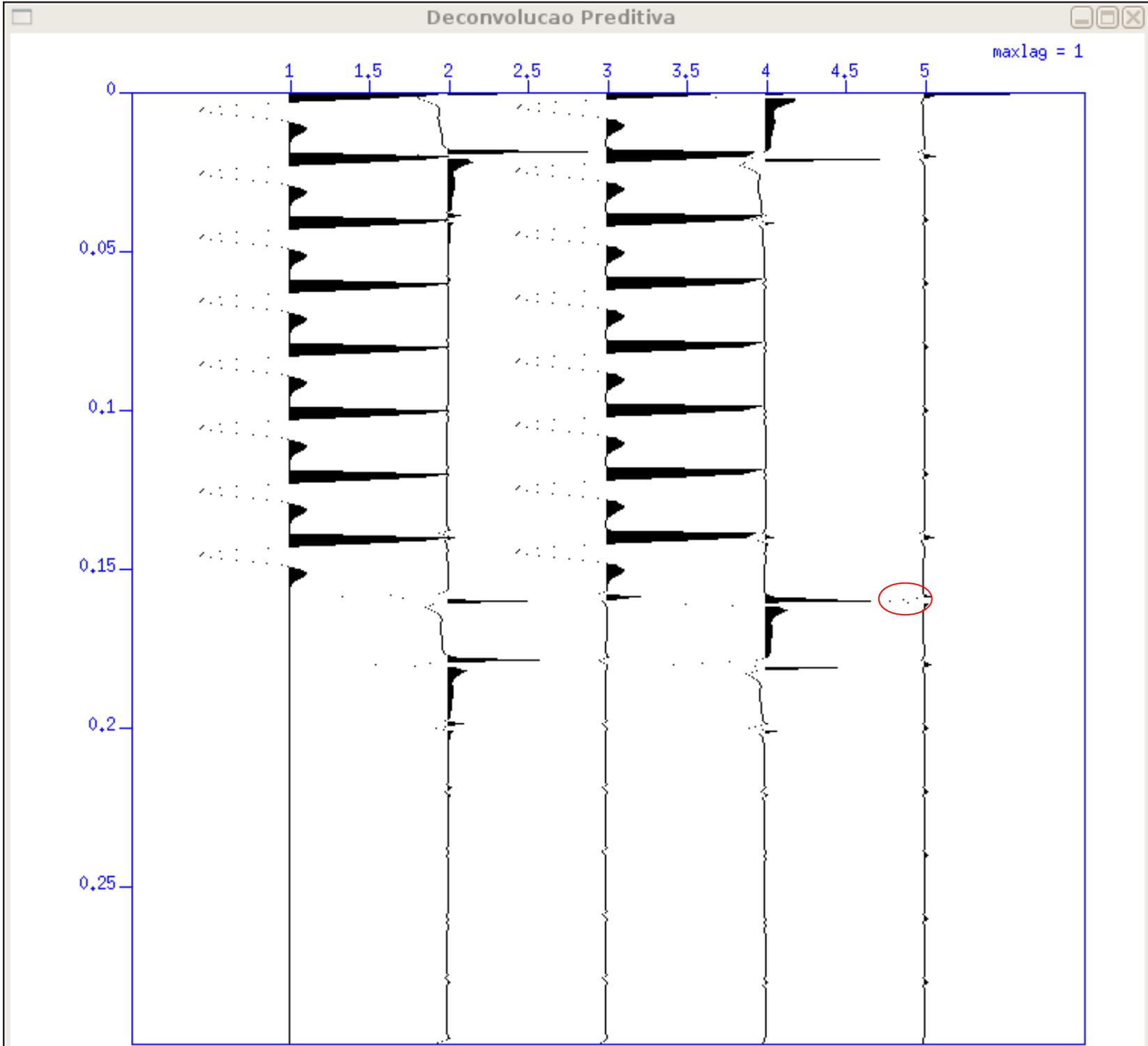
L equivale a um fator de escala no valor da correlação cruzada da saída desejada (δ_t) com o sinal de entrada.

Deconvolução Preditiva

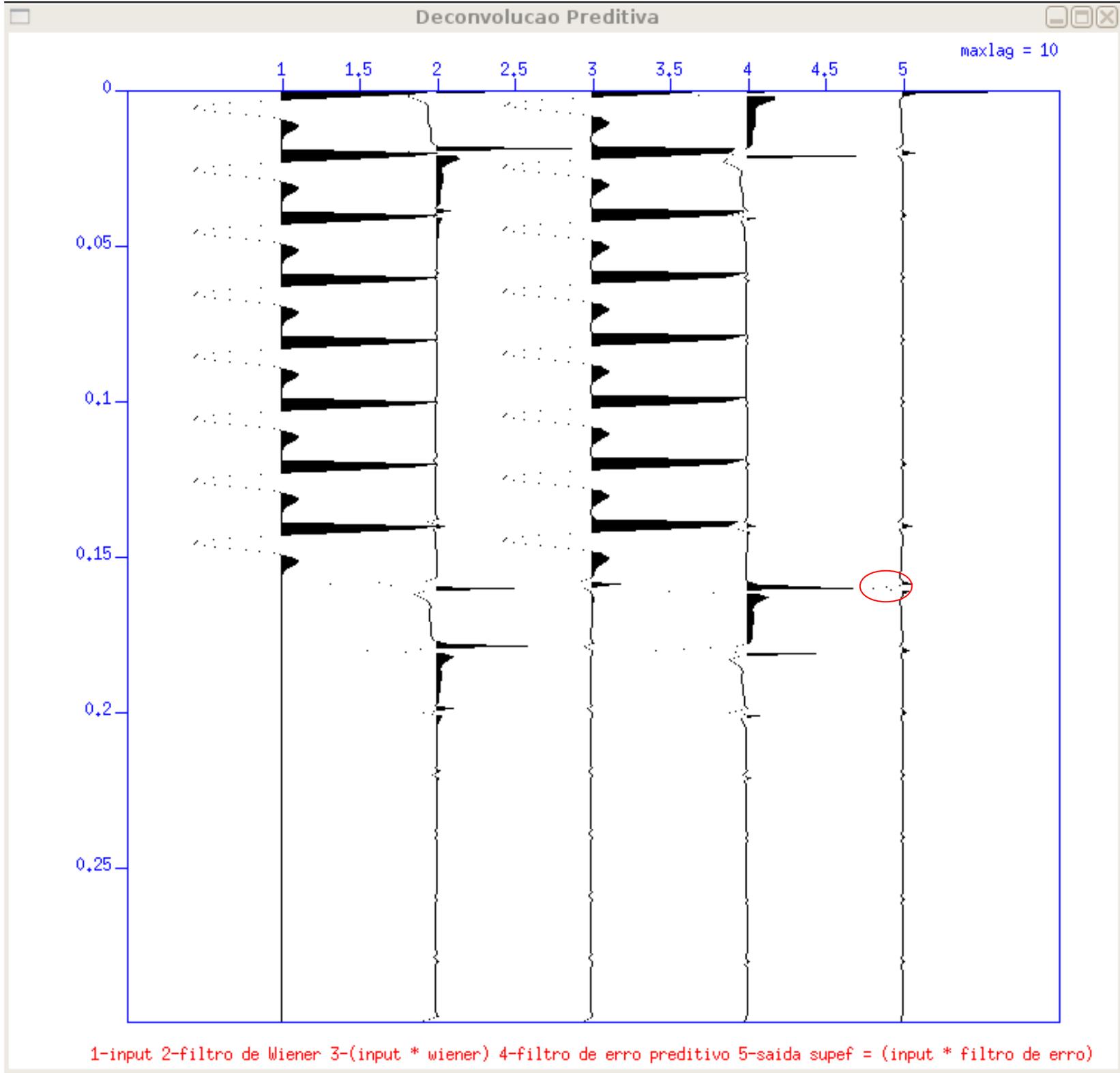
Script **t3.sh** para simulação da deconvolução preditiva
(dos exemplos dos 4 próximos slides)

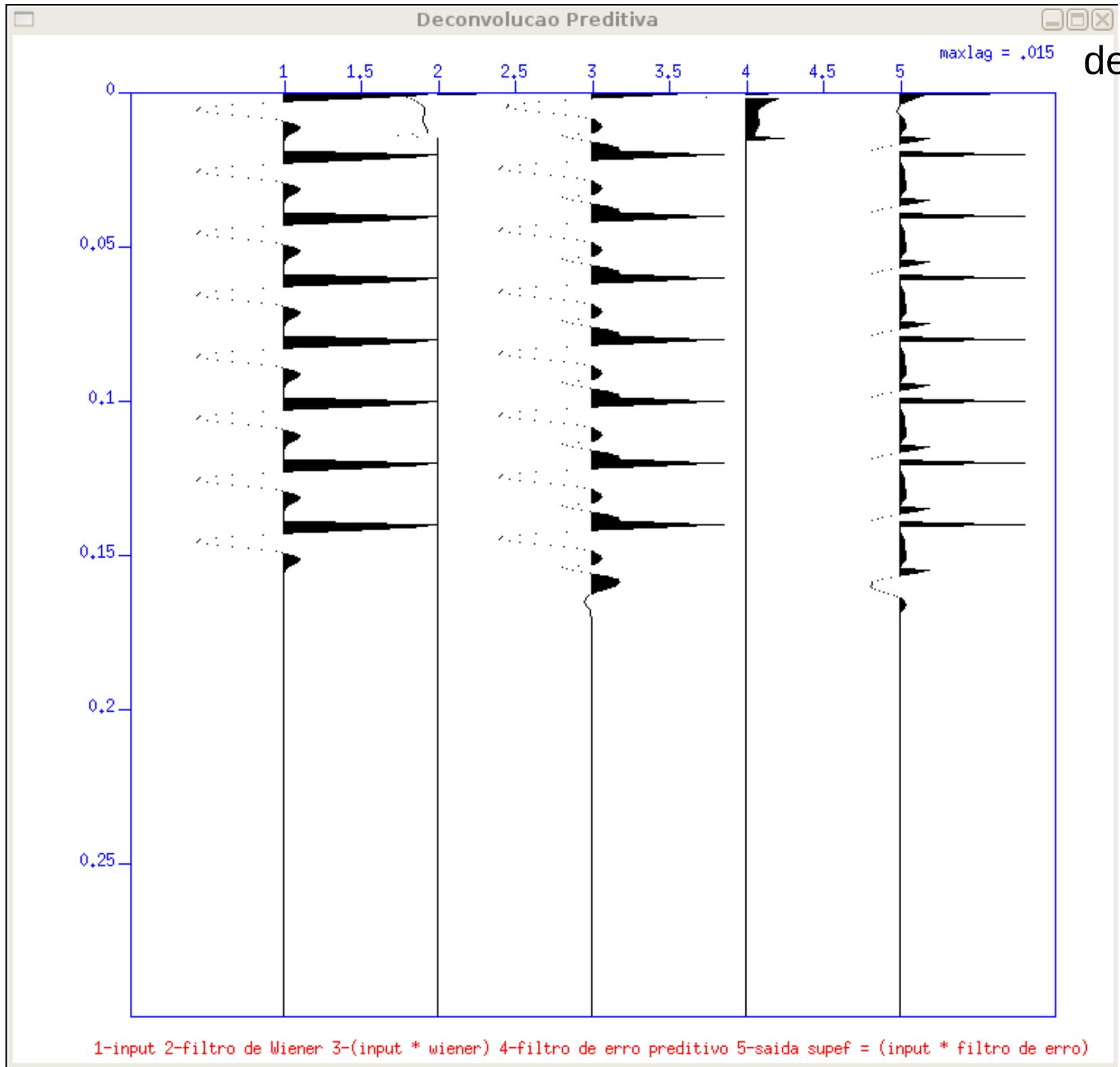


1-input 2-filtro de Wiener 3-(input * wiener) 4-filtro de erro preditivo 5-saida supef = (input * filtro de erro)



1-input 2-filtro de Wiener 3-(input * wiener) 4-filtro de erro preditivo 5-saida supef = (input * filtro de erro)





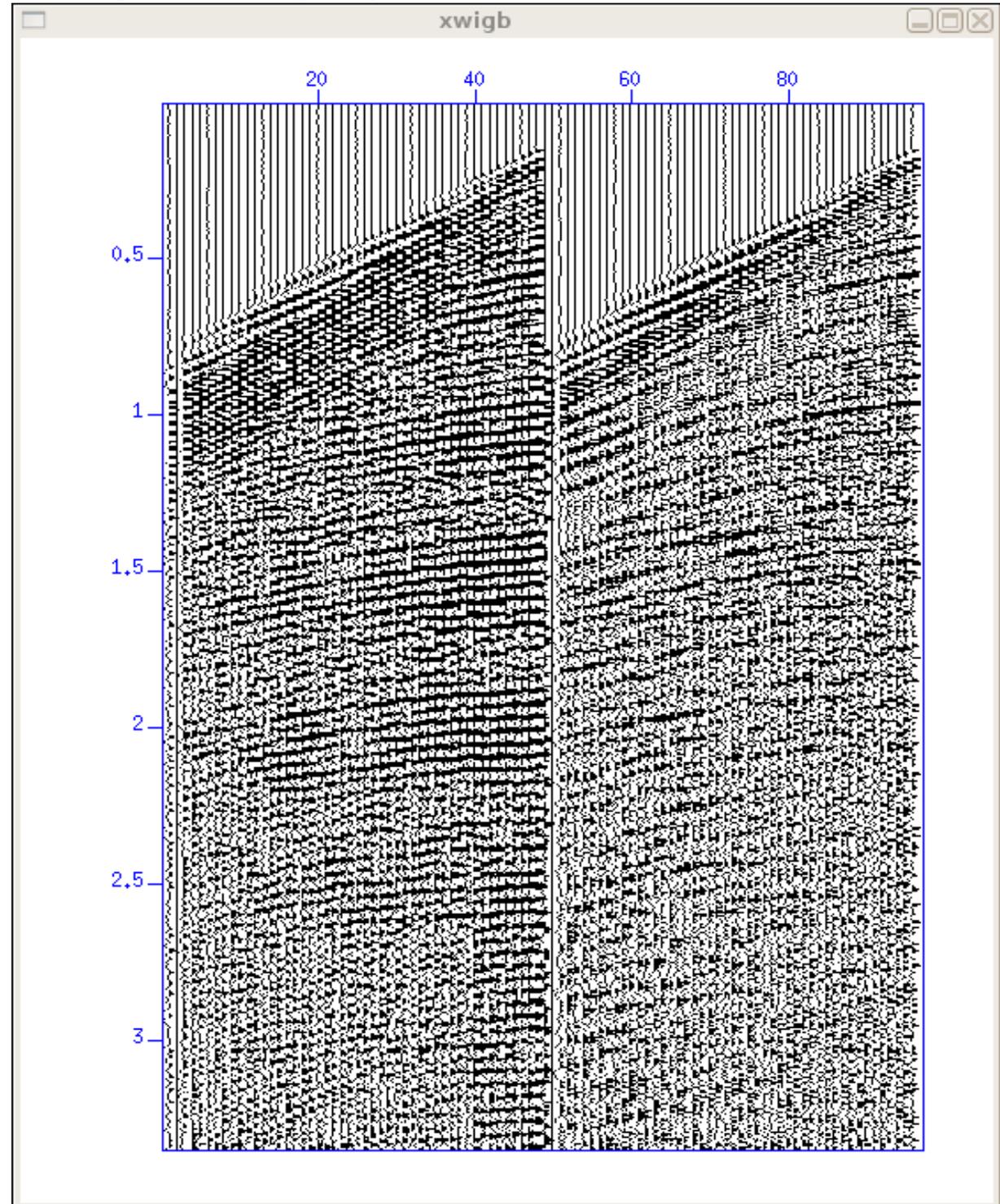
default

1-input 2-filtro de Wiener 3-(input * wiener) 4-filtro de erro preditivo 5-saida supef = (input * filtro de erro)

```
cat ozdata.16tpow2 idecon.su | suxwigb perc=90 &
```

Exemplo dados
reais:
cd oz16

script idecon.sh



Exemplo nos dados de Nankai

