

4 Resultados

Neste capítulo serão apresentados os testes feitos com a opacidade 3D. Nestes testes reproduzimos, inicialmente, os resultados obtidos pela opacidade 2D em Silva[30]. Serão apresentados também os resultados obtidos com a opacidade 3D sobre o dado sintético domo e sobre um dado real. Como último exemplo são geradas imagens utilizando a decomposição espectral.

No exemplo quatro, foram utilizados dados que fazem uso da técnica de decomposição espectral. Estes dados foram cedidos por Ruthner[28], gerados no aplicativo WebSintesi desenvolvido pela Petrobras em parceria com o Tecgraf/PUC-Rio. Foi utilizada a decomposição espectral, nas frequências de 10 Hz, 18 Hz e 26 Hz, sobre um dado real.

4.1. Exemplo 1 – Reprodução da Opacidade 2D

Utilizando a função de transferência que faz uso da multiplicação de canais, equação (2), é possível reproduzir os resultados obtidos com a opacidade 2D. A seção 2.2.5.2 mostra os resultados da utilização da opacidade 1D e 2D no dado sintético domo. A Figura 19 mostra o uso da opacidade 3D reproduzindo a opacidade 2D. A Figura 20 representa a tabela de cores 1D utilizada no volume primário.

Há três volumes carregados, porém apenas dois deles estão contribuindo para a imagem final. Isto se deve ao fato de que o volume terciário possui uma tabela de cores associada que é toda branca e opacidade igual a 1 em todo o seu domínio. O uso de uma tabela de cores toda branca faz com que a cor resultante não seja influenciada pelo atributo.

O volume secundário também possui associada uma tabela de cores toda branca. Entretanto, existe uma área do domínio marcada como sendo não visível. Esta área é a mesma marcada como sendo não visível no volume secundário do histograma apresentado na Figura 12.

Os atributos utilizados foram: amplitude como volume primário, fase instantânea como volume secundário e frequência instantânea como volume terciário. Neste caso o volume terciário não tem influência alguma.

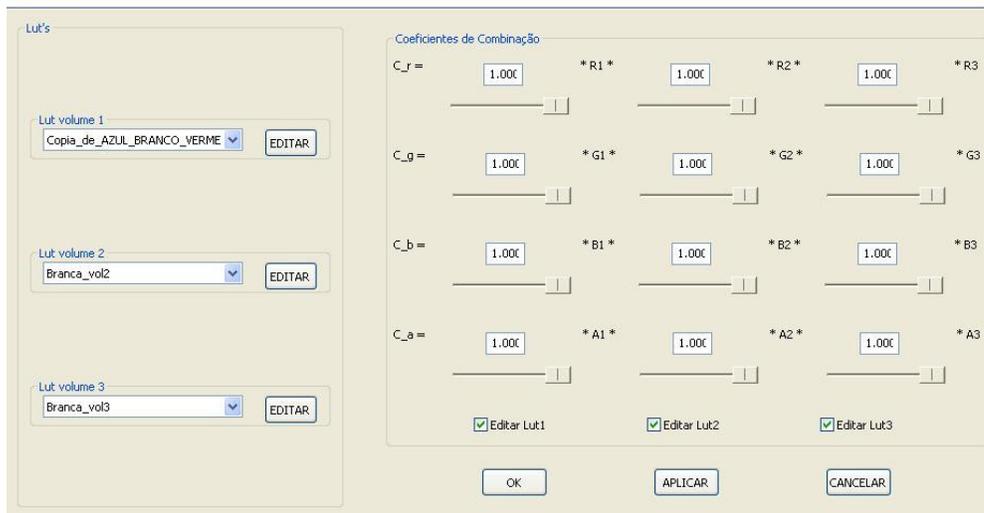
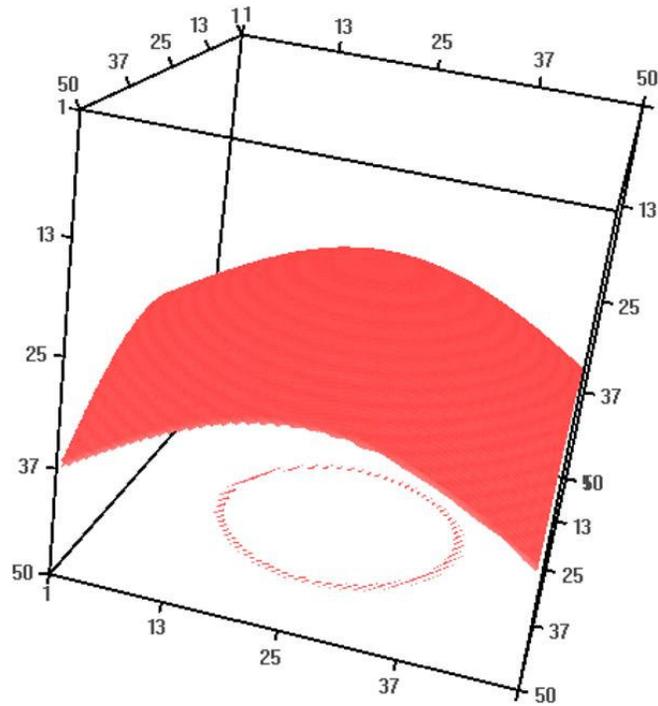


Figura 19 – Reprodução da opacidade 2D utilizando a opacidade 3D

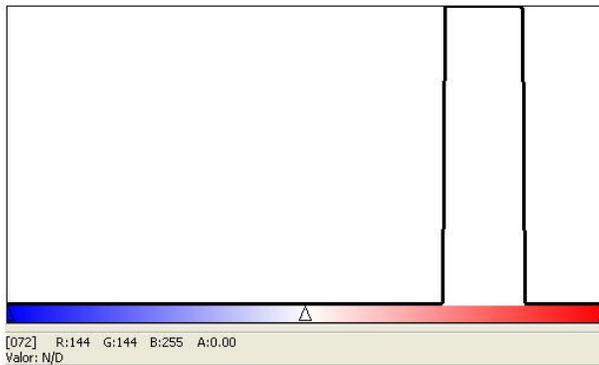


Figura 20 – Reprodução da tabela de cores utilizada na Opacidade 1D

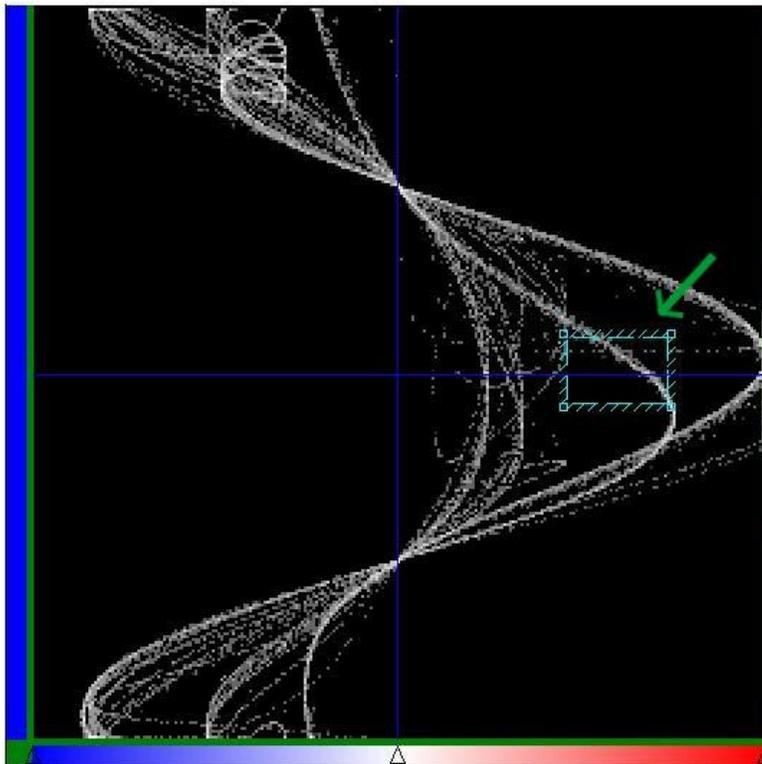


Figura 21 – Reprodução do histograma da Figura 12 utilizado para gerar a Figura 13

Os limites desta área selecionada variam da posição 186 a 221, da tabela de cores associada ao eixo horizontal (referente ao volume primário - amplitude) e da posição 116 a 140 do eixo vertical (referente ao volume secundário - fase instantânea).

4.2.

Exemplo 2 – Utilização da Opacidade 3D no Dado Sintético

A opacidade 2D trouxe um ganho para a visualização volumétrica de um dado sísmico sintético, como foi visto na seção 2.2.5.2, no dado domo, reproduzido acima no Exemplo 1.

A Figura 22 mostra a comparação entre a opacidade 1D, a opacidade 2D e a opacidade 3D. Nesta figura é utilizada uma função de transferência multidimensional que faz uso da multiplicação de canais para gerar a combinação dos volumes utilizados.

Pode-se observar na Figura 22.(a) a presença dos efeitos de borda na tentativa de isolar o evento sísmico de interesse. Na Figura 22.(b), a opacidade 2D consegue eliminar os efeitos de borda, isolando o evento sísmico de interesse. A opacidade 3D filtra ainda mais o resultado da opacidade 2D, eliminando o ruído que aparece na base do volume sísmico.

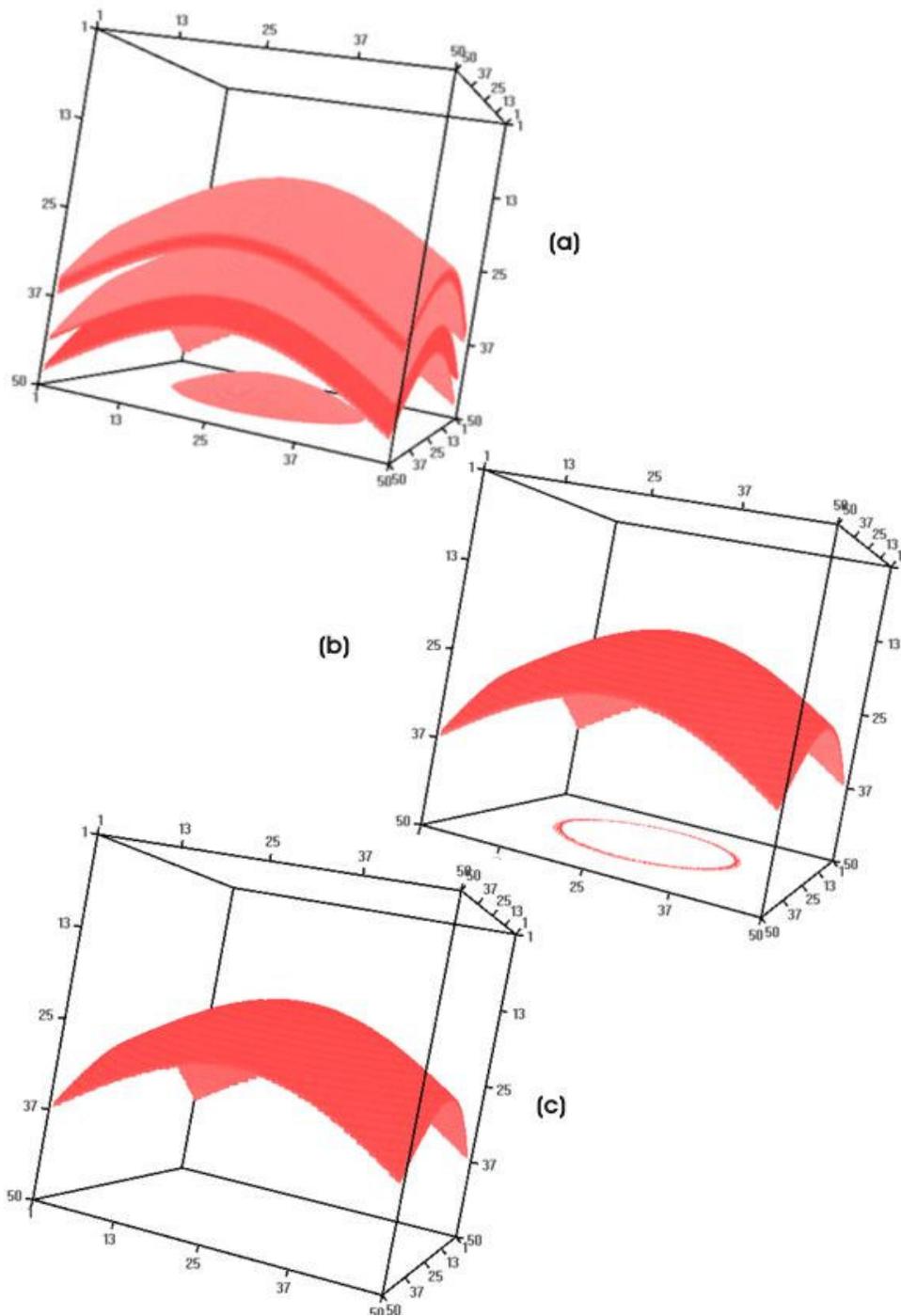


Figura 22 – (a) Opacidade 1D; (b) Opacidade 2D; (c) Opacidade 3D.

Para gerar a Figura 22.(c) foram utilizadas as tabelas de cores descritas no Exemplo 1, com a tabela de cores referente ao volume terciário tendo apenas uma região marcada como sendo visível, com valores entre 0 (zero) e 72 (setenta e dois). Esta tabela de cores está reproduzida na Figura 23. A tabela de cores é toda representada pela cor branca.

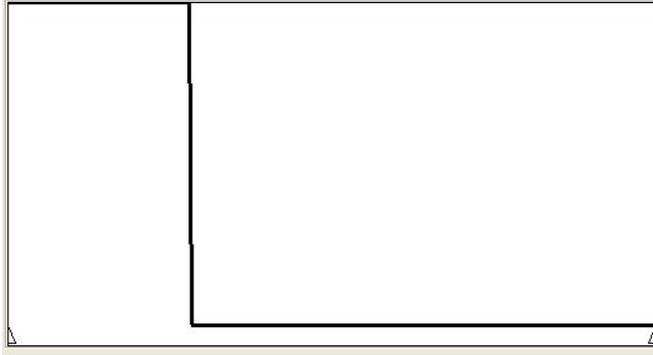


Figura 23 – Tabela de cores associada ao volume terciário.

4.3.

Exemplo 3 – Utilização da Opacidade 3D em Dados Reais.

A seguir será apresentado o resultado da opacidade 3D em um dado sísmico real, utilizando a função de transferência com multiplicação de canais. Os volumes utilizados tiveram como atributos a amplitude, a fase instantânea e a frequência instantânea. Porém, a opacidade 3D dá liberdade ao usuário de escolher quaisquer três dos atributos sísmicos disponíveis. Fica sob a responsabilidade do intérprete avaliar qual combinação de três atributos obtém melhor resultado.

A Figura 24 mostra o resultado da opacidade 3D utilizando tabelas de cor branca para os volumes secundário e terciário. Os intervalos marcados como visíveis seguem os intervalos utilizados na visualização da opacidade 1D e 2D da Figura 25.

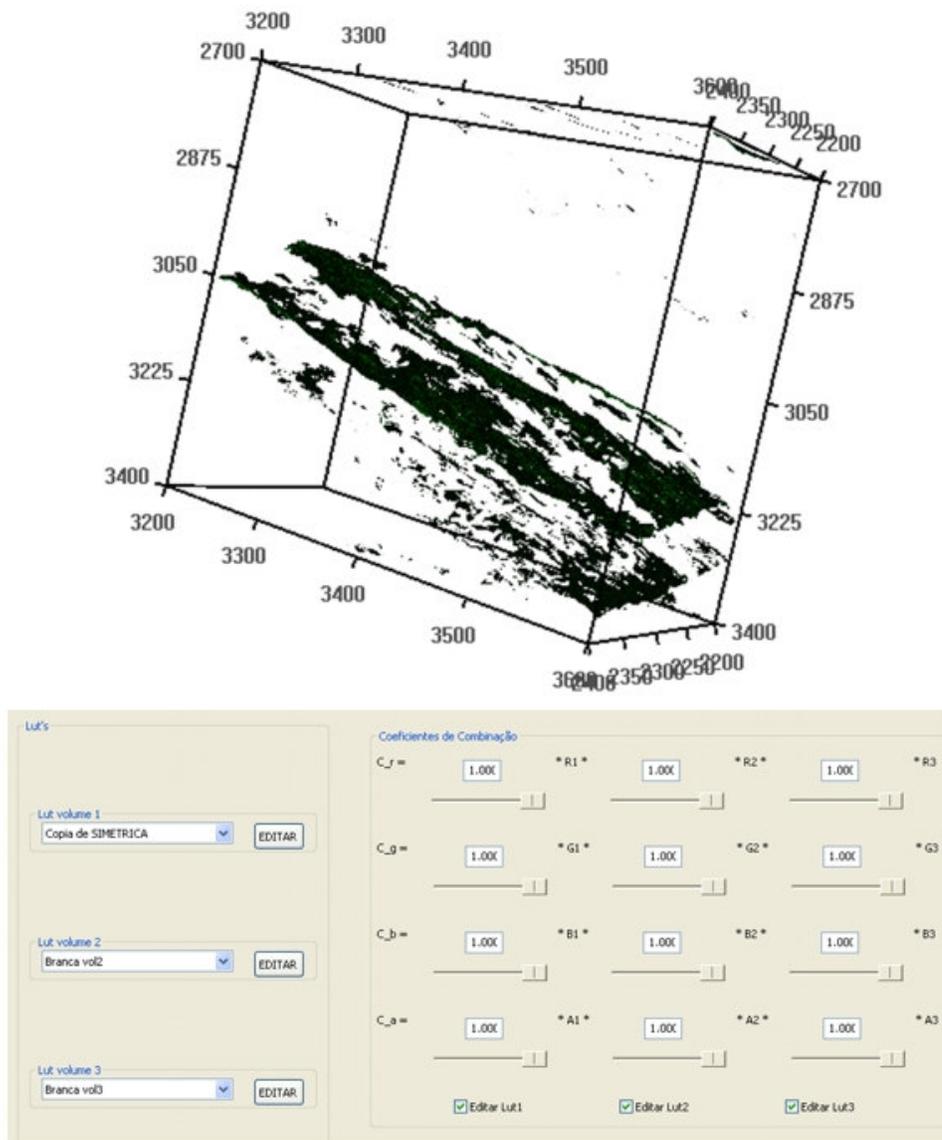


Figura 24 – Resultado da opacidade 3D com dado real

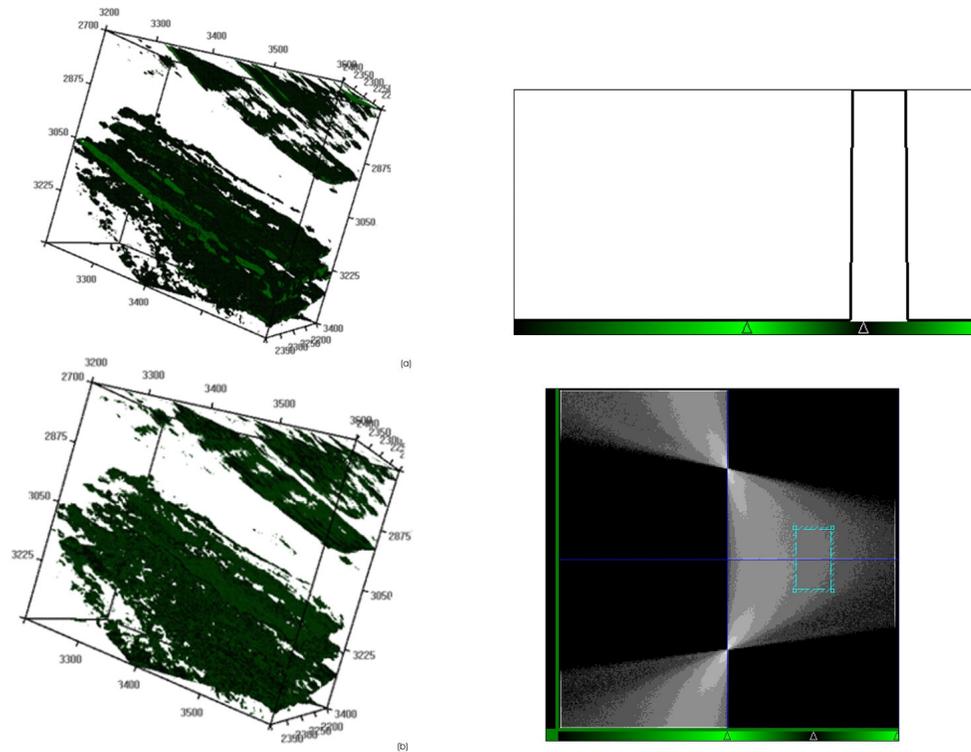


Figura 25 – Reprodução da comparação entre a opacidade 1D (a) e a opacidade 2D (b)

Também é possível reproduzir os resultados obtidos pela opacidade 2D na 3D, utilizando a tabela de cores do volume terciário branca e com todos os valores marcados como visíveis.

Na Figura 26 tem-se a comparação entre os resultados das três opacidades. Na opacidade 1D existe muito ruído na parte superior do dado e o evento de interesse está escondido entre outras camadas. A opacidade 2D conseguiu filtrar um pouco do ruído presente na parte superior do dado. O evento de interesse já começa a tomar forma.

Na opacidade 3D o ruído da parte superior do dado é quase que filtrado por completo. O evento de interesse aparece mais destacado.

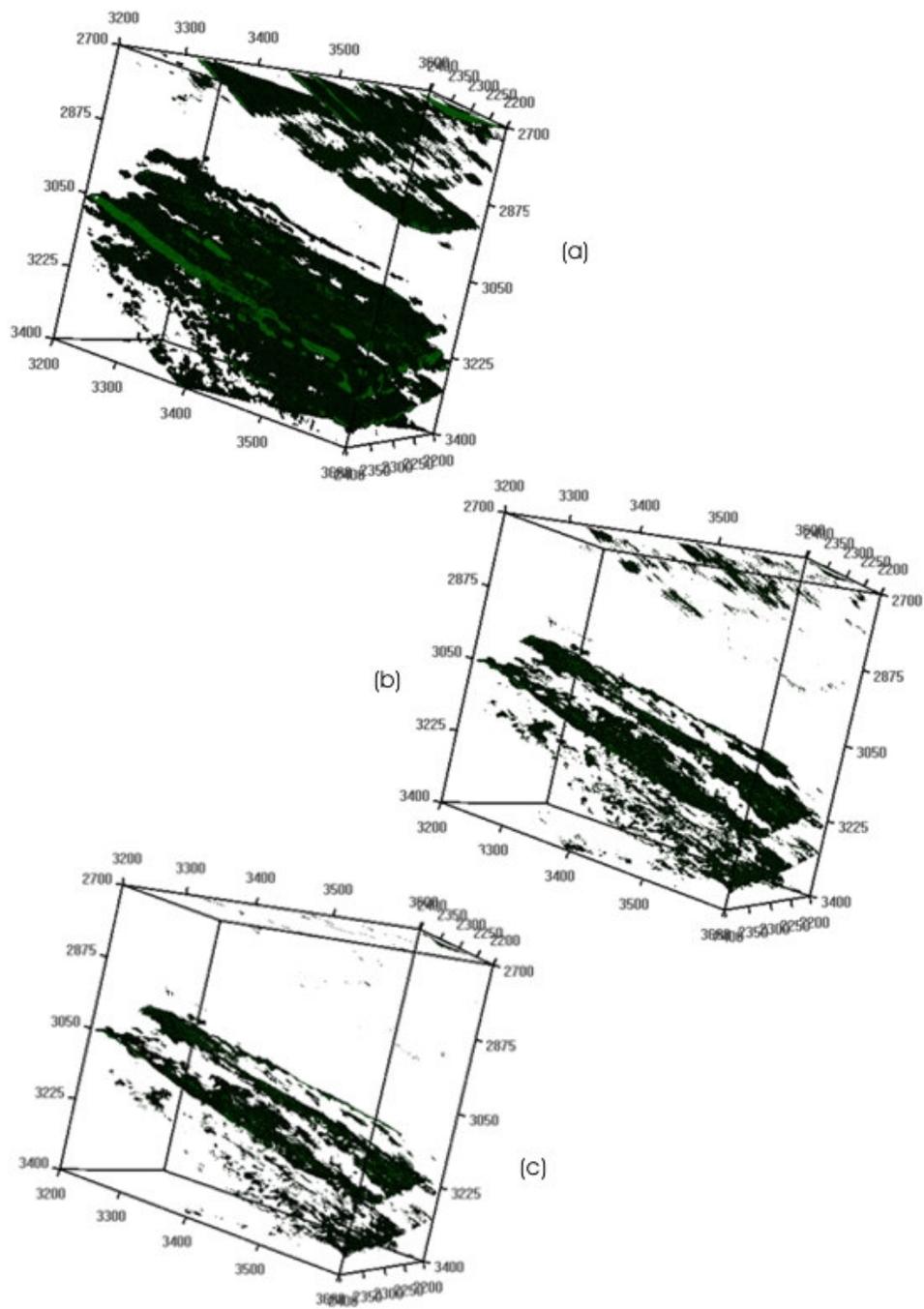


Figura 26 – (a) Opacidade 1D; (b) Opacidade 2D; (c) Opacidade 3D

4.4.

Exemplo 4 – Opacidade 3D Utilizando a Decomposição Espectral

Uma outra utilização da técnica de opacidade 3D é realizar uma combinação de atributos provenientes da decomposição espectral, a fim de prover uma visualização de duas ou mais faixas de frequência, simultaneamente.

Partyka[26] utiliza a decomposição espectral na faixa de 16 Hz e 26 Hz. Partyka[26] define um “cubo 4D de tempo-frequência”. Para montar o cubo 4D, Partyka[26] define uma fatia no tempo e, em seguida, faz a decomposição espectral dessa fatia. O resultado é inserido no cubo, fazendo com que o mesmo passe a ter os pontos x , y e *tempo* originais e mais as frequências provenientes da decomposição espectral. Com isso o intérprete pode navegar no espaço, no tempo ou na frequência do dado sísmico. O dado resultante desta técnica é muito maior que o dado original, o que pode vir a ser um problema para dados sísmicos maiores.

Esta idéia está presente na opacidade 3D, sendo que não é necessário criar o “cubo 4D”. Todos os valores da decomposição espectral estão presentes no volume sísmico que está sendo visualizado. A visualização de uma amostra é dada pela combinação dos três atributos sísmicos que compõem a amostra.

Na Figura 27 estão representadas quatro fatias sísmicas, todas provenientes do mesmo volume sísmico e na mesma amostragem de tempo. A figura (a) representa o atributo sísmico amplitude, que é a forma mais comum de obtenção do dado sísmico. Na figura (b) encontra-se a decomposição espectral na frequência de 10 Hz. Nesta imagem pode-se observar mais à direita um canal sísmico tomando forma. A decomposição espectral na frequência de 18 Hz se encontra na figura (c), onde um reservatório aparece na parte superior do dado com um pequeno canal à direita da imagem. Utilizando a frequência de 26 Hz, representada na figura (d), além do canal e do reservatório observam-se falhas.

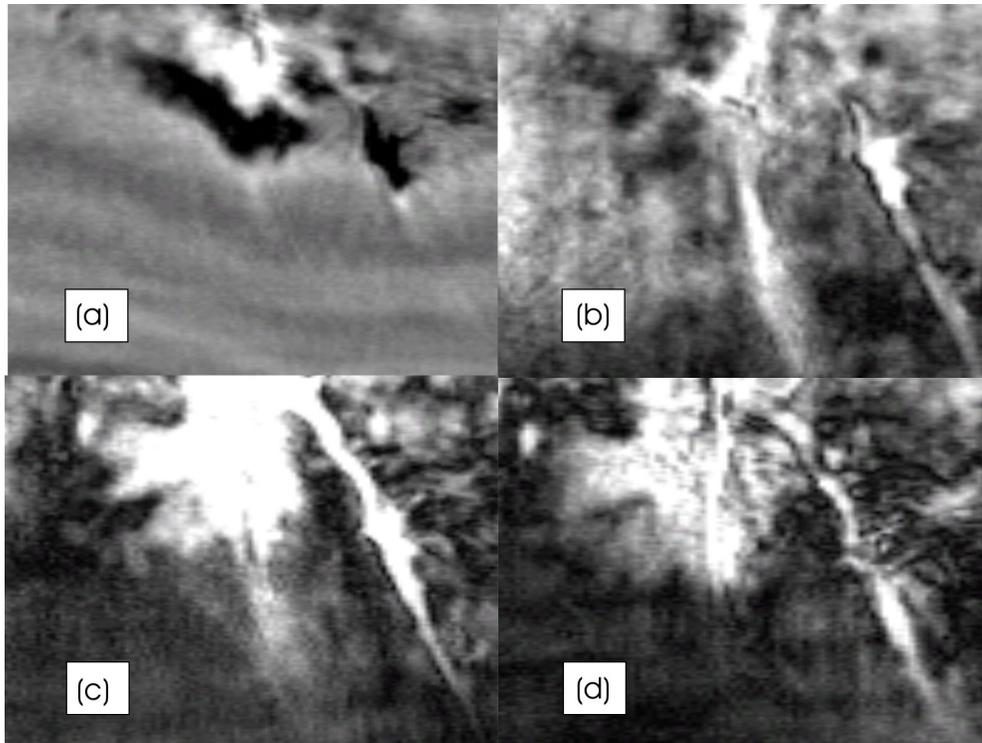


Figura 27 – Fatias no tempo. (a) Amplitude; (b) 10 Hz; (c) 18 Hz; (d) 26 Hz

A Figura 28 apresenta duas técnicas de interpretação utilizando a opacidade 3D para interpretação da decomposição espectral. Na Figura 28(a) e Figura 28(b) foram utilizadas a tabela de cores PRETO_BRANCO para os três volumes associados à visualização. A utilização desta tabela de cores é explicada pela Figura 28(b). A cor preta é formada pela combinação de (R, G, B) igual a $(0, 0, 0)$, enquanto que a cor branca é formada pela combinação de (R, G, B) igual a $(255, 255, 255)$. Os tons de cinza que se encontram no meio da tabela de cores são formados também por iguais valores de vermelho, verde e azul.

Ao utilizar apenas o canal de cor vermelho para visualizar o volume primário é como se houvesse uma tabela de cores associadas que tivesse os canais verde e azul sempre iguais a zero e o canal vermelho crescendo de zero a duzentos e cinquenta e cinco. Fazendo o volume secundário tendo apenas o coeficiente do canal verde igual a um e o volume terciário tendo apenas o coeficiente do canal azul igual a um, tem-se a Figura 28(b).

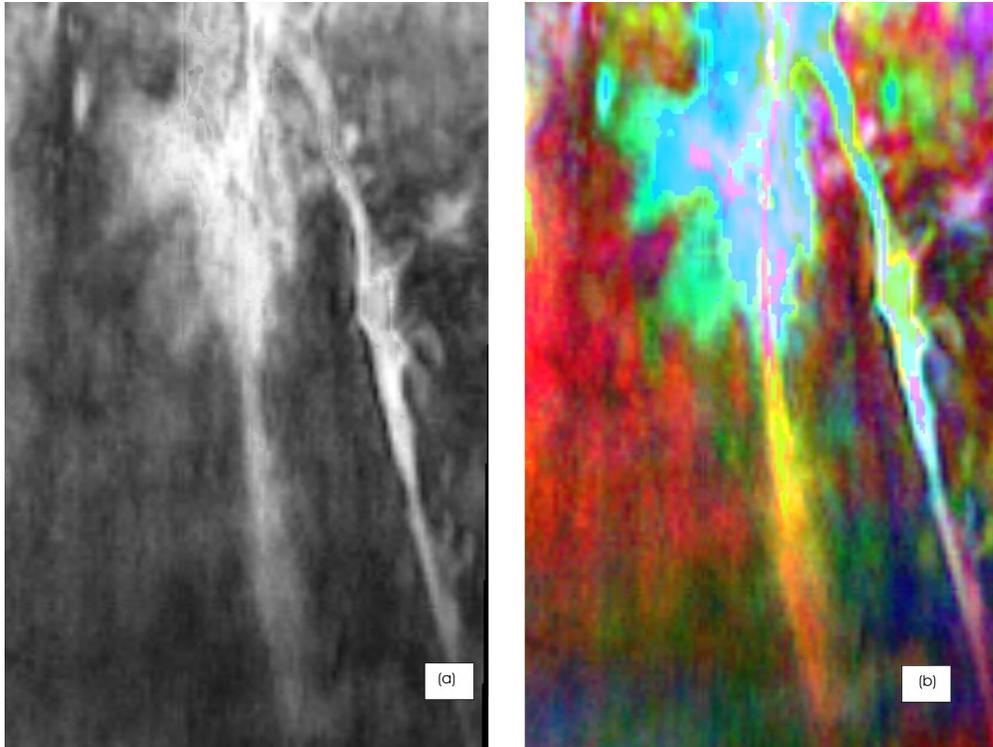


Figura 28 – Uso da Opacidade 3D com a decomposição espectral

Para melhor compreender a Figura 28 deve-se lembrar como são compostas as cores no sistema *RGB*. Por exemplo, o amarelo é uma combinação do vermelho e do verde, logo os *pixels* que estão em amarelo na Figura 28 possuem um valor alto no volume de 10 Hz (vermelho) e também no de 18 Hz (verde). Na parte da imagem que se encontra em vermelho temos uma resposta baixa nas frequências de 18 Hz (verde) e 26 Hz (azul) e uma resposta alta para a frequência de 10Hz (vermelho). A cor magenta é formada pela combinação das cores vermelha e azul, enquanto que a cor ciano é formada pelas cores azul e verde. Vale lembrar que a cor preta é formada pela ausência de cores, ou seja, pelos canais *R*, *G* e *B* iguais a zero e a cor branca pela soma de todas as cores, ou seja, pelos canais *R*, *G* e *B* iguais a duzentos e cinquenta e cinco. É interessante observar como o reservatório e os canais estão realçados nesta visualização.

A Figura 29 mostra a tabela de cores que resultou a Figura 28.

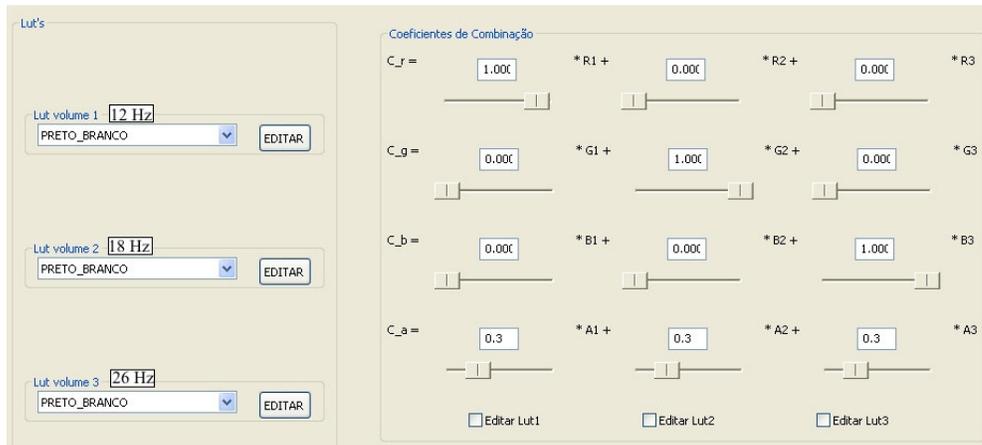


Figura 29 – Tabela de cores 3D que originou a Figura 28

Este exemplo mostra como a técnica de opacidade 3D se mostra poderosa quando se necessita dar ênfases diferenciadas a diferentes atributos.