

6 Conclusões

A maior parte dos programas comerciais utilizados pela indústria do petróleo para análise de fácies sísmicas não explicitam, de forma clara para o usuário, detalhes dos algoritmos usados no processo de classificação de padrões sísmicos. Especificamente, o número de fácies sísmicas é arbitrado de forma empírica pelos programas. Uma das contribuições desta tese é a estimativa do número de fácies sísmicas através do agrupamento dos mapas de Kohonen, que podem ser arbitradas a partir da visualização da matriz-U ou sugerida via índice de Davies-Bouldin dos agrupamentos analisados com o algoritmo K-means dos vetores protótipos formados pelo SOM.

A formação do mapa de fácies sísmicas, através do agrupamento do SOM bidimensional com número de vetores protótipos muito maior do que o número de fácies sísmicas esperadas, mostrou-se uma ferramenta bastante poderosa, não somente para a identificação do número de fácies, mas também para a formação dos mapas. Pelo que foi verificado na literatura, quando o SOM foi aplicado por outros autores para análise de fácies sísmicas, os vetores protótipos ou os índices dos mapas de Kohonen foram utilizados como resultado final da análise, independente do mapa formado ser unidimensional ou bidimensional. Por exemplo, o programa Stratimagic sugere o uso de mapas unidimensionais (Poupon et al., 2003), o que torna impossível a identificação direta do número de grupos presentes no sinal, forçando o usuário a variar o número de fácies sísmicas em análises não-supervisionadas.

Sugere-se para trabalhos futuros a verificação de outras formas alternativas para agrupamento dos vetores protótipos SOM aplicado à análise de fácies sísmicas. Algoritmos aglomerativos utilizando dendograma podem ser experimentados, assim como a própria utilização do SOM para agrupamento numa abordagem hierárquica. Outra forma de agrupamento sugerida seria através da segmentação da matriz-U (Costa, 2003).

Sugere-se também, a possível utilização de mapas tridimensionais de Kohonen, como forma de melhorar a relação de espacialidade entre os vetores protótipos formados e o dado sísmico.

Embora o algoritmo para análise de fácies sísmicas, utilizando o agrupamento do SOM, tenha se mostrado bastante eficaz para análises não-supervisionadas, ele se mostrou sensível à escolha dos atributos arbitrados para a análise. Verificou-se que ruídos na interpretação podem levar a resultados de fácies sísmicas incoerentes. Particularmente, foi mostrado que a análise de fácies sísmicas utilizando formas de onda do sinal na região do reservatório pareceu bastante sensível a ruídos de interpretação.

De fato, a análise detalhada de atributos sísmicos requer uma interpretação sísmica de alta qualidade, bastante consistente com o evento geológico estudado. Baseado nesta constatação buscou-se ao longo desta tese o desenvolvimento de ferramentas para geração de atributos que diminuíssem a sensibilidade relacionada à interpretação sísmica. Especificamente, o principal objetivo desta tese foi buscar ferramentas para detecção e caracterização de sinais em tempo e em frequência conjuntamente. Com tal objetivo, duas formas para caracterização de sinais foram utilizadas: uma através do algoritmo de “matching pursuit” e outra através da transformada wavelet.

A localização conjunta em tempo e em frequência, que o algoritmo de “matching pursuit” com átomos de Gabor realiza, se mostrou útil como uma ferramenta apropriada para detecção de eventos sísmicos. Uma das contribuições sugeridas foi a utilização da localização de eventos sísmicos no tempo do algoritmo como ferramenta auxiliar no mapeamento de horizontes (“picking”) na interpretação sísmica.

Como o conteúdo em frequência pode estar relacionado à espessura das camadas, sugere-se um futuro estudo sobre a utilização de algum atributo relacionado ao conteúdo em frequência obtido com o algoritmo de “matching pursuit”.

O principal resultado desta tese foi obtido observando-se que toda a representação tempo – frequência pode ser interpretada como um padrão sísmico e utilizada como entrada para um sistema de classificação de padrões como o proposto no Capítulo 3, utilizando o agrupamento do SOM, e não somente através da geração de um único atributo relacionado à distribuição tempo – frequência.

No caso da utilização da transformada wavelet sem decimação, a localização de eventos no tempo é ainda melhor que o “matching pursuit”, embora a localização em frequência seja pior. Como a evolução das amplitudes dos máximos do módulo da transformada wavelet caracterizam as singularidades de um sinal, neste caso as WTMLA foram utilizadas como

vetores de atributos sísmicos relacionados aos eventos detectados e os resultados obtidos também foram muito bons.

A integração dos Mapas Auto-organizáveis de Kohonen como ferramenta de reconhecimento de padrões associada aos padrões gerados utilizando o algoritmo de “matching pursuit” e transformada wavelet sem decimação se mostrou uma ferramenta bastante eficaz na caracterização de reservatórios utilizando sísmica 3D.

Os resultados obtidos com dados sísmicos 3D sugerem que a aplicação de análise tempo – frequência pode ser utilizada para análises 4D. Tal afirmação se baseia no fato de que as anomalias já exploradas em uma determinada área provavelmente teriam seu conteúdo tempo – frequência, ou singularidade associada, alterada devido a mudanças existentes no meio devido à produção de óleo e/ou gás.

Devido à falta de modelos com características relacionadas às propriedades físicas de reservatórios reais de petróleo, não foi realizada a análise de correlação das análises de fácies sísmicas realizadas com as fácies sedimentares. Sugere-se, portanto, a construção de modelos para geração de sinais sísmicos sintéticos para o estudo detalhado de fácies sísmicas geradas pelos algoritmos propostos, possibilitando, inclusive, o desenvolvimento de algoritmos para análise supervisionada de fácies sísmicas.