



ESTILOS ARQUITETURAIS DE TURBIDITOS NA BACIA DO ESPÍRITO SANTO

Alan Patrick Bischoff & Marlos Lipsky, Gerência de Geologia Marinha – E&P-SERV/PETROBRAS

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

Durante sua evolução, a margem brasileira foi cenário de inúmeros eventos de fluxos gravitacionais turbulentos, os quais geraram os mais importantes reservatórios petrolíferos em produção no Brasil na atualidade.

Os diferentes cenários deposicionais desenvolvidos nos últimos milhões de anos na Bacia do Espírito Santo demonstram um imenso potencial para aplicação de modernas técnicas de reconhecimento de análogos de reservatórios (Hercos & Schreiner, 2007).

A crescente melhoria das ferramentas e técnicas geofísicas vem possibilitando significativos avanços na caracterização de sistemas turbidíticos, principalmente em relação às geometrias deposicionais, às dimensões dos corpos rochosos e seu empilhamento estratigráfico.

A partir de dados de sísmica de reflexão de uma região da referida bacia, diversas imagens foram compostas demonstrando a evolução de sistemas turbidíticos desenvolvidos entre o Mioceno Superior e o Holoceno.

Os principais estilos arquiteturais reconhecidos nestes sistemas podem ser enquadrados na classificação proposta por Moraes *et al.* (2006) para reservatórios de águas profundas: (a) complexos de canais sinuosos; (b) complexos de canais amalgamados; (c) complexos de canais discretos e (d) complexos de canais distributários e lobos.

Estes estilos arquiteturais são recorrentes no tempo geológico e seu desenvolvimento está estritamente relacionado com a variação relativa do nível do mar nos últimos 10 M.a. Deste modo, foi possível reconhecer quatro distintos estágios deposicionais: Estágio 1: desenvolvimento de complexos de canais sinuosos conectados a vales incisos; Estágio 2: desenvolvimento de complexos de canais amalgamados e complexos de canais discretos; Estágio 3: desenvolvimento de complexos de canais distributários e lobos conectados a ravinas; Estágio 4: desenvolvimento de complexo de canais discretos intercalados com sedimentação hemiplégica.

Concomitante à sedimentação, ocorreram processos halocinéticos que influenciaram nos padrões deposicionais de todos os sistemas, principalmente em relação ao desenvolvimento e migração dos canais.

Introdução

Este trabalho foi embasado nas considerações propostas em uma região da Bacia do Espírito Santo (Bischoff *et al.*, 2008). Os sistemas estudados ocorrem em profundidades não superiores a 350m do substrato marinho atual, principalmente na região fisiográfica do sopé do talude.

Metodologia/ Problema Investigado

Os trabalhos desenvolvidos pela gerência de Geologia Marinha da Petrobras concentram-se no estudo dos elementos geológicos que compõe o assoalho marinho atual, principalmente em regiões oceânicas profundas de bacias sedimentares do tipo margem passiva.

Este assoalho pode apresentar uma grande variação em relação à espessura e idade dos sedimentos envolvidos. Neste projeto, a principal fonte de dados foi um volume sísmico 3D, do qual diferentes atributos geofísicos foram trabalhados de modo a evidenciar as feições geológicas mais significativas da área.

A priori, foi reconhecido que esta área encontra-se sobre parte da atual plataforma continental, desenvolvendo-se por todo o talude até seu sopé. Por ser uma região de contrastes abruptos de declividade com recorrência episódica de influxos oriundos de sistemas fluviais (a exemplo do Rio Doce), nota-se o desenvolvimento de dois paleo-vales incisos que chegaram a atingir mais de 5km de largura. Nesta mesma região, atualmente encontram-se dois cânions de cerca de 100m de largura. Utilizando-se de atributos como a amplitude do dado sísmico, foram mapeados 3 horizontes que representam refletores regionais abaixo do atual piso oceânico da área (Figura 1).

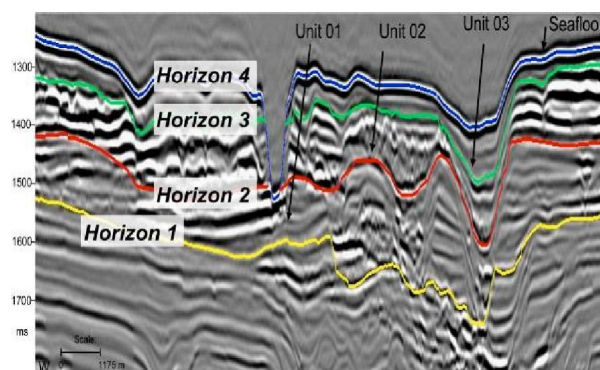


Figura 1 – Exemplo de seção sísmica com os horizontes mapeados.

Resultados

Ao extrair a amplitude dos pacotes entre os horizontes sísmicos mapeados foi possível visualizar os depósitos arenosos ocorrentes no tempo correspondente (em vermelho na Figura 2).

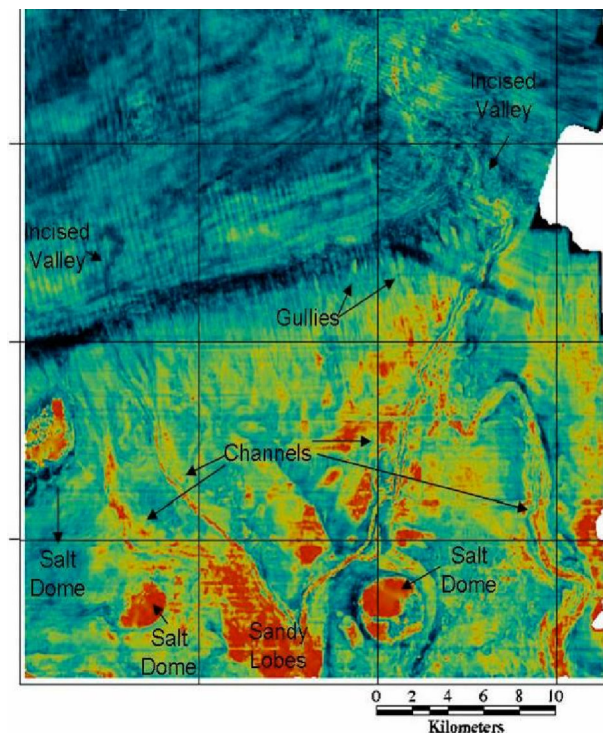


Figura 2 – Mapa de amplitude RMS evidenciando a morfologia dos depósitos arenosos ocorrentes entre 200 a 350 milissegundos abaixo do atual piso oceânico. As cores quentes em forma de canais e lobos estão associadas com a presença de sedimentos arenosos.

Estes depósitos foram interpretados como gerados por correntes de turbidez relacionados principalmente a uma fonte fluvial (turbiditos hiperpicnais) e subordinadamente a colapsos de uma borda de plataforma bastante arenosa, visto pela erosão dos vales incisos em uma paleo linha de praia (Figura 4).

Os principais estilos arquiteturais reconhecidos nestes depósitos foram a: complexos de canais sinuosos; b: complexos de canais amalgamados; c: complexos de canais discretos e d: complexos de canais distributários e lobos. Uma identificação mais detalhada das feições reconhecidas encontra-se ilustrada no Anexo 1 deste trabalho. A evolução destes sistemas está estritamente relacionada com a variação relativa do nível do mar, sendo caracterizada em quatro estágios: Estágio 1: desenvolvimento de complexos de canais sinuosos conectados a vales incisos; Estágio 2: desenvolvimento

de complexos de canais amalgamados e complexos de canais discretos; Estágio 3: desenvolvimento de complexos de canais distributários e lobos conectados a ravinas; Estágio 4: desenvolvimento de complexo de canais discretos intercalados com sedimentação hemiplégica (Anexo 2).

Depósitos de deslizamento, escorregamento e fluxo de detritos ocorrem associados em todos os estágios, visto que os mais expressivos desenvolveram-se durante o Estágio 2 (Figura 3).

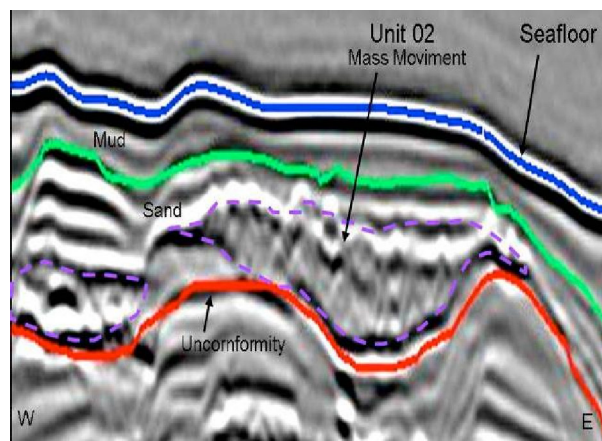


Figura 3 – Seção sísmica mostrando locais com sismofácies caóticas e descontínuas, interpretadas como depósitos de deslizamentos, escorregamentos e fluxos de detritos, provavelmente lamosos, produtos de colapsos pouco evoluídos do talude.

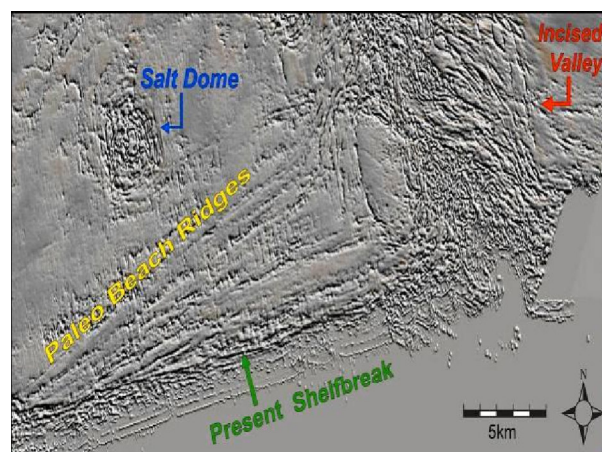


Figura 4 – Time-slice em 356 milissegundos abaixo do atual fundo do mar obtido em um cubo composto pela sobreposição do volume sísmico com o volume de coerência, evidenciando a presença de paleo cordões litorâneos e de grandes vales incisos.

Discussão e Conclusões

Considera-se que o pacote estudado apresenta um progressivo afogamento dos sistemas, evidenciado por alguns fatores como: i) a unidade mais antiga apresenta o maior desenvolvimento dos vales incisos, possivelmente correspondente a maior erosão da área; ii) neste mesmo período nota-se o desenvolvimento de cordões litorâneos (Figura 4) junto a atual quebra da plataforma, sugerindo um rebaixamento do nível do mar na ordem de 100m, visto que esta região atualmente está afogada por uma lâmina de água com média de 130m; iii) observa-se uma retração dos sistemas das porções mais distais para as mais proximais (Anexo 2), bem como uma diminuição em sua intensidade e eficiência, considerando que nos estágios 0 e 1, grande parte das areias deveriam depositar-se em regiões mais distais comportando-se como zonas de *bypass* de sedimentos.

Concomitante à sedimentação, ocorreram processos halocinéticos que influenciaram nos padrões deposicionais de todos os sistemas, principalmente em relação ao desenvolvimento e migração dos canais, bem como nos processos de fluxo de detritos (Figura 5).

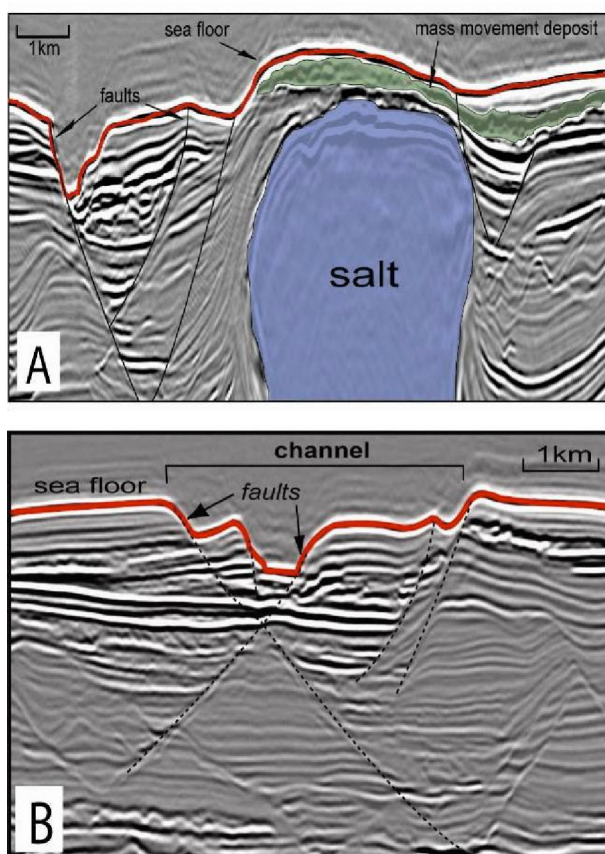


Figura 5 – Influência dos processos alocinéticos no desenvolvimento dos canais e fluxos de detritos.

Todos os sistemas descritos encontram-se confinados em calhas de direção preferencial NW/SE e NE/SW subordinada, com direção de fluxo predominante para SE e SW subordinada (Figura 6).

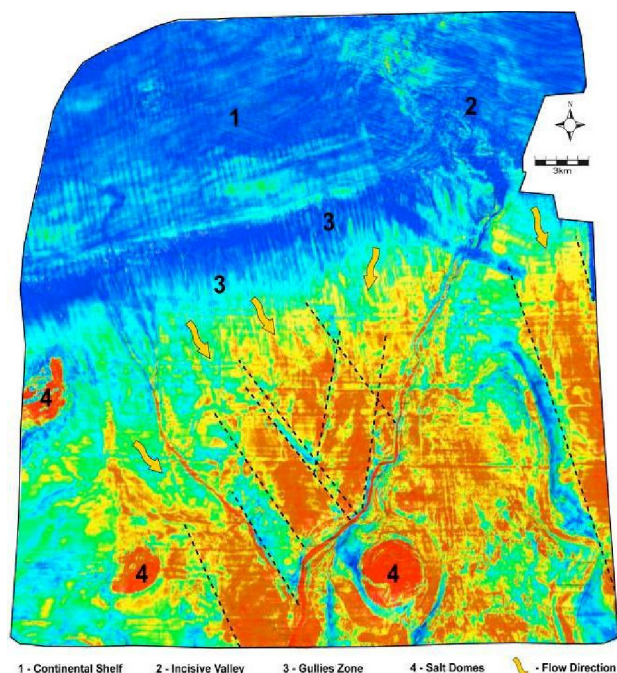


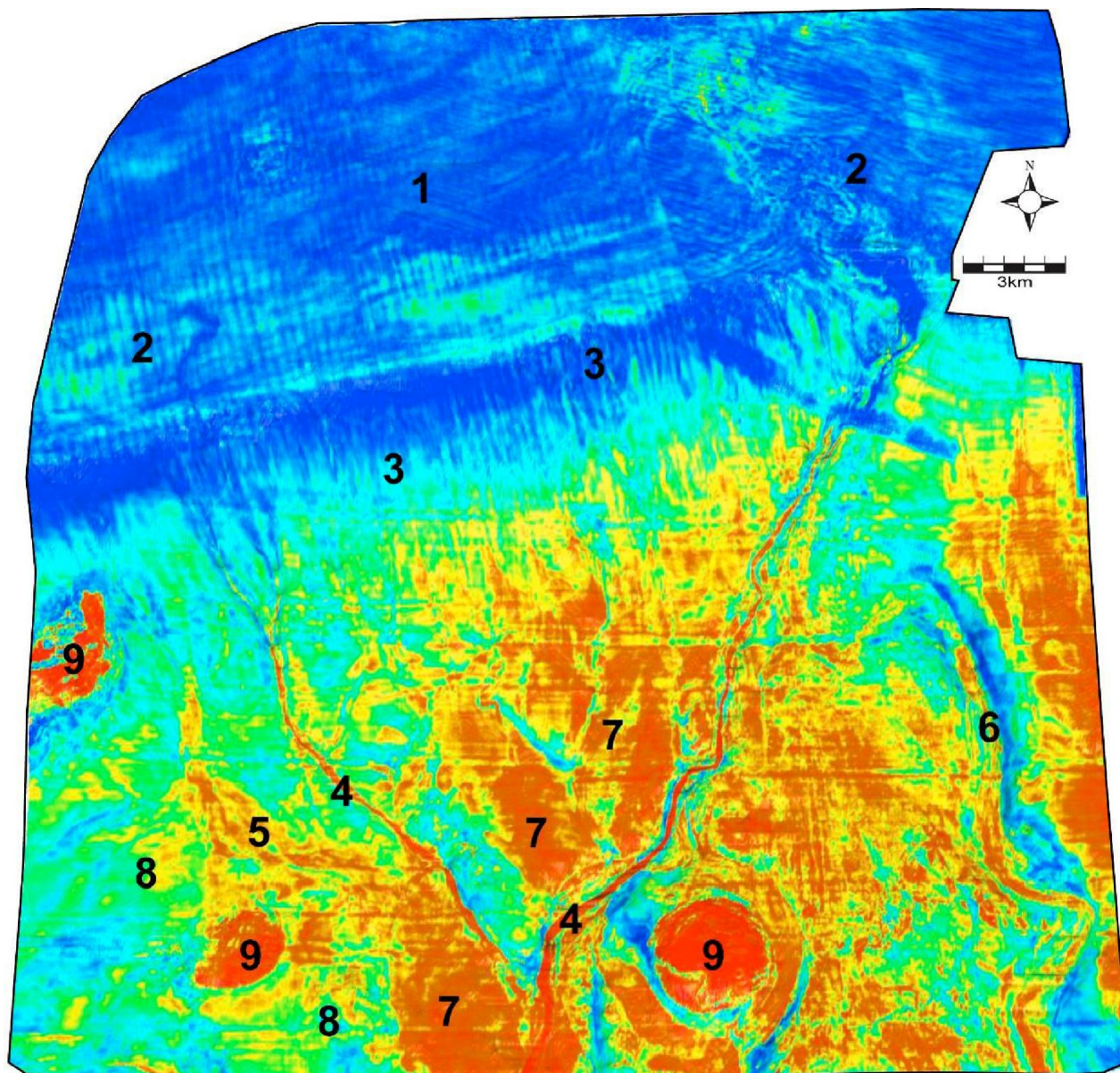
Figura 6 – Calhas deposicionais de direção NE e NW com fluxo principal para SE.

Agradecimentos

Aos colegas do E&P-EXP/IABCS/ACP pela liberação do dado e a todos os colegas da Geologia Marinha que contribuíram significativamente no desenvolvimento deste projeto, principalmente ao Marco Antônio da Silveira pelas discussões dos modelos geológicos adotados e à Simone Schreiner pelo incentivo à pesquisa.

Referências

- Bischoff, A. P; Lipsky, M; Schreiner, S. 2008 - Geohazard Assessment BM-ES-21 block, offshore Espírito Santo Basin, Brazil. Internal Report, Petrobras, No. 972.305-08. 45p.
- Hercos, C.M. & Schreiner, S. 2007 – Os diferentes cenários deposicionais de águas profundas das bacias do Espírito Santo e Norte de Campos e seu potencial como análogos. IV Seminário de Interpretação Exploratória da Petrobras, Vitória – ES.
- Moraes, M. A. S; Blaskovski, P.R; Paraizo, P. L.B. 2006 - Arquitetura de reservatórios de águas profundas. Boletim de Geociências da Petrobrás, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 7-25, nov. 2005/maio 2006.



1 - Continental Shelf

2 - Incised Valley

3 - Gullies Zone

4 - Discrete-Channel Complex

5 - Amalgamated-Channel Complex

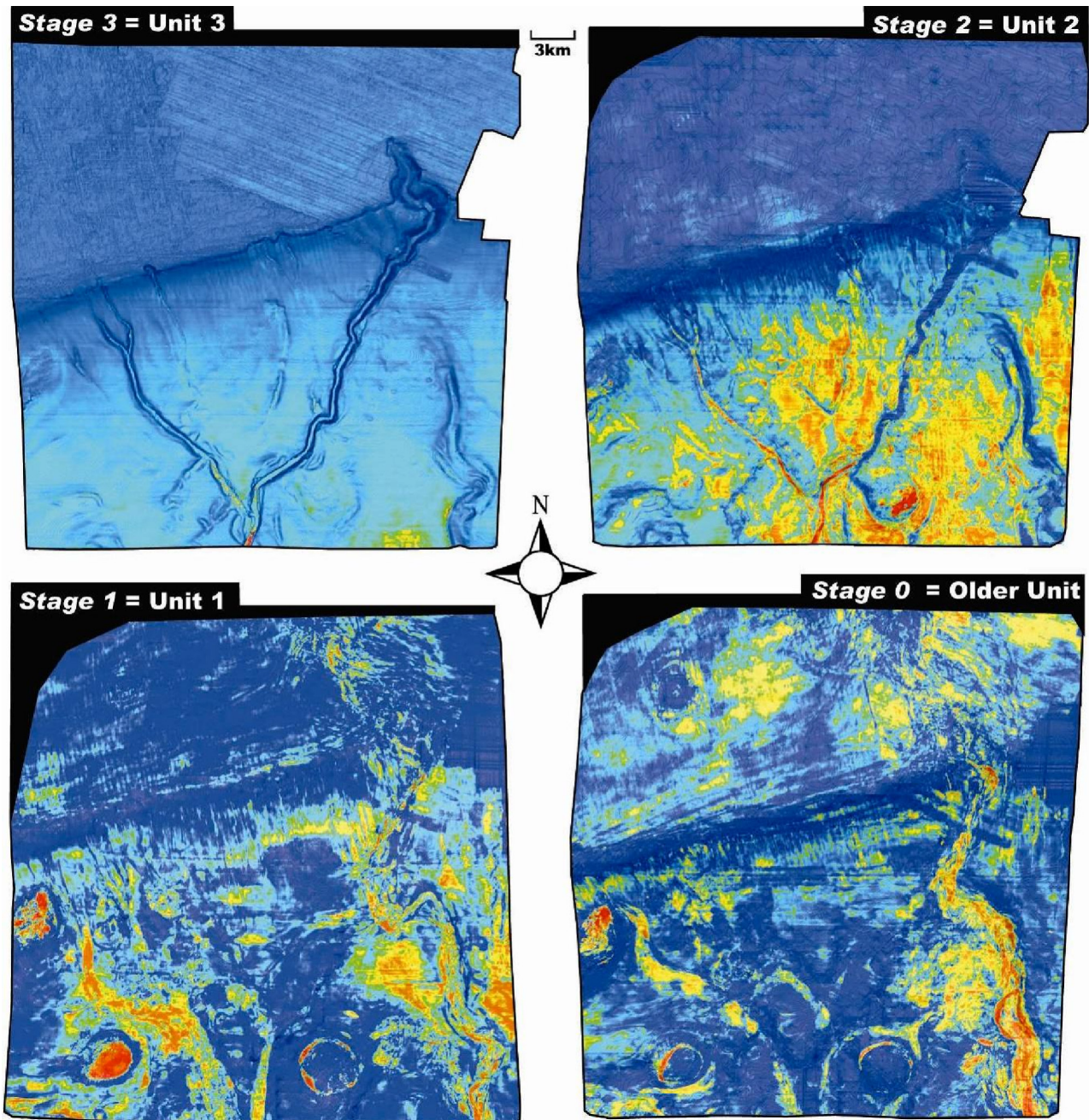
6 - Moderate-Sinuosity-Channel Complex

7 - Frontal Lobe

8 - Crevasse Lobes

9 - Salt Domes

Anexo 1 – Estilos arquiteturais dos sistemas turbidíticos ocorrentes na área de estudo e principais feições associadas. Figura RMS confeccionada com dados de amplitude entre 0 e 300 milisegundos abaixo do assoalho oceânico atual.



Anexo 2 – Figura RMS demonstrando quatro principais estágios de sedimentação turbidítica dos últimos 10 M.a. na área de estudo. No Estágio 0, nota-se a ocorrência de complexos de canais alta-a-moderadamente sinuosos ao leste da área e pequenos complexos de lobos ao oeste, ocorrendo entre 340 a 440 milisegundos abaixo do atual piso oceânico. O Estágio 1 corresponde a sedimentação ocorrente entre 250 a 300 milisegundos abaixo do atual piso oceânico, onde se vê um decréscimo na intensidade dos complexos de canais sinuosos do leste e um incremento na sedimentação dos complexos de canais amalgamados a oeste. No Estágio 2 prevalecem complexos de lobos conectados a ravinas e complexos de canais discretos ocorrendo entre 50 a 130 milisegundos abaixo do atual piso oceânico. O Estágio 3 evidencia a sedimentação entre 0 e 50 milisegundos, com desenvolvimento de complexos de canais discretos intercalados à sedimentação hemipelágica .