



Feições Sísmicas de Correntes Marinhas Profundas na Borda Sudoeste do Atlântico

Rogério de Araújo Santos – UFF- Petrobras, Rio de Janeiro

Copyright 2009, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 11th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Salvador, Brazil, August 24-28, 2009.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 11th 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

Seismic features are described to show how deep-water currents historically act on the floor and the continental margin of southwest border of South-Atlantic ocean. Special seismic processing techniques are applied to improve the final quality of seismic 2D lines from the shelf and retrieve from them better images of seismic facies for the events correlated to the action of deep marine currents during the Tertiary period. Such currents are associated to both gravity and termohaline effects, and their characteristics print peculiar facies over seismic data which can be helpful to the stratigraphic and sedimentological understanding of the evolution of eastern south american continental margin. In such region, these currents are responsible by the transport and accumulation of large amount of sediments which constitute several and very important hidrocarbon reservoirs and seals.

Introdução

O número de estudos geocientíficos relacionados a corpos sedimentares do Terciário, localizados em bacias da margem continental sul-sudeste da América do Sul, tem se multiplicado nas últimas décadas, principalmente para aqueles cujos modelos e processos de sedimentação são associados a correntes de turbidez, uma vez que no interior de seus poros tem havido inúmeras descobertas de importantes jazidas de hidrocarbonetos. Nessa margem, tais descobertas têm se concentrado, majoritariamente, sobre regiões paleo-fisiográficas de plataforma continental e talude, em leques de fundo, leques de talude, lobos, canais submarinos e outros corpos sedimentares associados aos processos de correntes de turbidez.

Para essas descobertas, o papel das análises sísmicas, que são baseadas em grande quantidade de dados de alta qualidade (muitos levantamentos 3D), tem sido fundamental para o sucesso do entendimento de padrões faciológicos, estruturais e estratigráficos dos corpos sedimentares pesquisados e seus ambientes de sedimentação.

Quando a área geográfica dos ambientes de sedimentação avança bacia adentro, para regiões batimétricas mais profundas, além do sopé continental, outros tipos de correntes oceânicas, tais como as correntes termoalinas, passam a ter importante papel nos processos de sedimentação, pois além de funcionar como agentes erosivos, elas interagem com as correntes de turbidez na construção de novos corpos sedimentares. Sob o efeito dessa interação e ação, os modelos geológicos conceituais de construção de corpos sedimentares desenvolvidos, tradicional e unicamente, a partir de correntes de turbidez, deixam de ser válidos e novas concepções devem ser estabelecidas, para que se conjugue o efetivo resultado de todas as correntes oceânicas que atuam nos sedimentos pré-depositados, ou pré-construídos, sobre os fundos oceânicos.

Nesse aspecto, constata-se que, na área de estudo em questão, a sísmica não tem tido papel tão positivo quanto o citado anteriormente, por duas razões principais: a escassez de dados (regionais 2D) e a idade (e qualidade) dos dados sísmicos disponíveis. Tais razões, por si só, limitam o entendimento da atuação histórica das correntes termoalinas de fundo oceânico nos processos sedimentares atuantes nessas regiões mais profundas do Atlântico.

Correntes termoalinas de fundo oceânico são movimentos de massas de águas produzidos quando as densidades das águas mais superficiais dos oceanos aumentam devido às acentuadas diminuições de temperatura ou aumentos das salinidades em regiões oceânicas particulares próximas aos pólos. As causas do aumento de tal densidade podem estar relacionadas ao resfriamento da água do mar ou ao excesso de evaporação sobre a precipitação pluvial, ou ainda ao aumento da formação de gelo polar e um consequente aumento de salinidade das águas circunvizinhas, aumento esse causado pela ejeção do excesso de gelo formado para o interior dos oceanos. Esse aumento de densidade na parte superficial dos oceanos faz com que tais águas submerjam e desloquem águas profundas residentes, gerando um fluxo vertical de águas superficiais, atingindo uma profundidade intermediária, ou próxima do fundo, dependendo da densidade dessas águas.

Uma das conseqüências desse movimento é a geração de um fluxo horizontal, no qual águas recém-submersas deslocam e ocupam as posições das águas antigas residentes. Como esses processos de formação de águas mais densas, estão fundamentalmente associados à forte redução de temperatura (ou aumento de salinidade devido à formação de gelo), eles têm origem em regiões de altas latitudes próximas aos pólos. Estas águas frias e densas, após submergir, fluem lentamente em direção ao equador (velocidades médias de 1cm/s), através de correntes que atuam mecanicamente sobre os assoalhos de todos os oceanos da Terra.

Quando existem constrições fisiográficas do fundo oceânico que restrinjam tais correntes (estrangulamentos ou barreiras topográficas profundas), elas são aceleradas, contornam tais constrições e aumentam seu poder de erosão e transporte de sedimentos já depositados. Nessas situações, as velocidades dessas correntes atingem velocidades médias em torno de 20 a 30cm/s, podendo chegar a 100cm/s sob algumas fortes constrições.

Em suas desacelerações, tais correntes constroem, por gravidade, novos corpos sedimentares (a partir do material transportado), que se organizam em geometrias e aspectos sedimentares peculiares, podendo recobrir grandes extensões areais dos assoalhos oceânicos. Esses corpos, assim construídos, são conhecidos como derivas sedimentares de águas profundas ou apenas derivas sedimentares.

Economicamente, tais derivas têm tido importante papel geológico tanto como camadas-selo quanto como reservatórios de hidrocarbonetos em diversas bacias do mundo.

Ambientalmente, uma maior produção e a atuação erosiva das correntes termoalinas estão geralmente associadas a fatores climáticos, entre eles as grandes glaciações a partir dos pólos. Nesses períodos, tal atuação erosiva pode imprimir padrões texturais contínuos de reflexões verticalmente discordantes nos dados sísmicos. Esses padrões podem, assim, guardar correlações com a história da evolução climática dos oceanos e da própria Terra.

Na margem continental sul-sudeste da América do Sul, as correntes termoalinas profundas têm sido mais efetivas há cerca de 29 Ma, desde o Oligoceno precoce, época que corresponde, aproximadamente, à abertura da parte profunda da Passagem de Drake, ao sul do Atlântico, e ao isolamento termal do continente antártico, causado pelo início da circulação da corrente circumpolar antártica (ACC).

Esses dois eventos oceânicos teriam propiciado uma maior geração de águas de fundo da Antártica (AABW), que é considerada a corrente termoalina mais densa e profunda a circular pelo Atlântico sudoeste em direção ao equador.

A verdadeira época de início de atuação da AABW no Atlântico Sul ainda é um importante tema investigado por diversos estudos internacionais.

Nesse aspecto, a maior fonte de informações globais tem sido os dados obtidos pelas perfurações dos Projetos DSDP-ODP, que na área aqui estudada ocorreram ao longo das bacias da Argentina e do Brasil.

Análises de colunas geológicas oriundas dessas perfurações na vizinhança da passagem de Vema e da Elevação do Rio Grande, têm registrado a presença de inúmeras espécies de diatomáceas oriundas da Antártica, que seriam trazidas pelas águas da AABW a partir de tal continente.

Medidas oceanográficas da AABW moderna registram conteúdos relativamente altos de O_2 , quando comparado com águas superficiais, o que confirmaria a origem polar dessas águas onde seriam alimentadas por águas superficiais oxigenadas, uma vez que, sem tais alimentações, elas deveriam estar completamente depletadas desse O_2 devido aos permanentes processos de oxidação do material orgânico existente em seu teor.

O objetivo deste estudo aqui apresentado é o mostrar a ação das correntes termoalinas e de redeposição no Atlântico sudoeste, ao longo do período Terciário, analisando suas atuações históricas na margem continental sul-sudeste da América do Sul impressas e dados sísmicos regionais 2D. Para atingir esse objetivo são usadas informações sísmicas em regiões geográficas que compreendem paleo-fisiografias que abrangem desde a plataforma continental até a planície abissal de tal margem, desde a região sul da Bacia da Argentina até à cadeia de Vitoria Trindade (Canal Columbia).

Tais regiões englobam as partes profundas frontais às bacias Malvinas (Sul e norte), San Jorge, Rio Salado, Colorado, Pelotas, Santos e Campos, onde foram realizados os levantamentos geofísicos do Projeto Leplac Meridional, do consórcio BGR, da Universidade do Texas e do Projeto CentralAtlán.

Este trabalho é parte integrante de uma pesquisa de Tese de Doutorado no Instituto de Geociências da UFF.

Metodologia

A estrutura desta parte da pesquisa busca subsidiar o entendimento do papel das feições geológicas de fundo oceânico e das correntes termoalinas, na erosão, transporte e construção de derivas sedimentares de águas profundas durante o Terciário.

Para melhor descrição de tais feições, denomina-se aqui de feições primárias, aquelas que são construídas com a maior parte dos sedimentos que chegam às bacias e que sofrem os efeitos erosivos das correntes de fundo (termoalinas), e que são as fontes de sedimentos para a construção para novos corpos. É importante ressaltar que correntes de fundo atuam também, logicamente, sobre outras derivas que sejam construídas previamente. Entretanto, elas serão aqui denominadas de feições secundárias, aquelas que são geradas pelo transporte e/ou retrabalhamento de grãos previamente sedimentados através de correntes de fundo.

Descrivem-se assim as características físicas das águas oceânicas e os principais fenômenos de geração de correntes superficiais e de fundo oceânico, suas atuações nos assoalhos oceânicos e interações com outras correntes. Destaca-se nessa parte o papel das correntes termoalinas, principalmente quando são aceleradas e erodem mais acentuadamente os fundos oceânicos por onde atuam, por vezes amplificadas através de suas maiores produções e rebaixamentos do nível do mar, relacionadas a épocas de maior resfriamento das regiões de altas latitudes.

Stow (1994) sintetiza os principais fatores sedimentares aqui abordados quando descreve a existência de três processos principais que são capazes de erodir, transportar e depositar sedimentos de diversas origens em regiões de mares profundos:

- 1 – processos de resedimentação, com transporte de massas e fluxos de gravidade, que transportam sedimentos transversalmente ao talude, a partir de áreas de plataforma rasas para as partes profundas das bacias, guiadas por forças de gravidade (incluem-se as correntes de turbidez)

2 – correntes de fundo, que são basicamente geostróficas e geradas pelos contrastes de temperatura e/ou densidade. Durante seus fluxos erodem e transportam material sedimentar longitudinalmente aos taludes e

3 – correntes superficiais que interagem com a sedimentação pelágica

Abordam-se então, algumas das principais formas de interação entre os diversos processos de resedimentação, de transportes de massas e de fluxos de gravidade, que operam transversalmente às plataformas continentais, e as correntes de fundo que operam ao longo dos taludes existentes, as quais modificam a fisiografia primária de cada corpo sedimentar, a partir da erosão, transporte e deposição dos grãos, gerando derivas sedimentares de águas profundas.

Apresenta-se uma análise conjunta de feições sísmicas na busca de padrões de fácies que possam ser associados ao comportamento histórico das correntes termoalinas atuantes nessa região de estudo. Essa definição visa colaborar com a pesquisa geocientífica a respeito de tais correntes, envolvendo suas atuações e conseqüências na margem sul-sudeste da América do Sul, que são aqui é aqui associada a fatores climáticos e a conseqüências econômicas. Para estas últimas, busca-se identificar novas oportunidades de detecção de reservatórios e selos de hidrocarbonetos na área das bacias aqui analisadas. Neste sentido, a análise dos parâmetros que controlam a formação dos reservatórios em águas profundas, como hoje conhecidos, é uma parte crítica na concepção geocientífica dos modelos geológicos de geração, migração, armazenagem e trapeamento de hidrocarbonetos, com alta importância econômica para a indústria petrolífera brasileira.

Uma parte desses parâmetros está associada ao aporte de sedimentos para o interior das bacias; outra parte está associada a eventos de tectônica rígida e de sal e, uma terceira parte está associada à eustasia - variação global do nível do mar - conseqüência de ciclos de resfriamento/aquecimento nos pólos, principalmente aqueles parâmetros relacionados às fases de glaciações na Antártica, mais especificamente no Mar de Weddell, região onde ocorre a principal parte de produção da AABW (a outra parte ocorre em altas latitudes do Atlântico Norte) (Reid, 1996)

Mais especificamente, este estudo aqui apresentado visa colaborar com o entendimento geológico da área analisada, objetivando oferecer uma melhor compreensão das geometrias, interações paleotopográficas e estruturas dos corpos sedimentares oceânicos da margem continental sudeste sul-americana, em seus modelos deposicionais tradicionais e em outros modelos, menos conhecidos, com aspectos de reservatórios e selantes de hidrocarbonetos, gerados a partir da mobilização de materiais resedimentados, erodidos e transportados por padrões de correntes de fundo que seguem direções marcantes no Atlântico Sul, conforme ilustradas na figura 1.

Agradecimentos

Desejo agradecer à Petrobras pelo suporte a esta pesquisa e ao Prof. Dr. Luiz Antonio P.Gamboa, pela orientação e apoio dedicados.

Bibliografia

Flood, R.D.; Shor, A . N. , 1988. Mud waves in the argentine Basin and their relationship t oregional bottom circulation patterns. In Deep-Sea Research, vol. 35, No 6, pp. 943-971

Stow, D.A . V. , 1994 – Deep-sea processes of sediment transport and deposition. Em: Pye, K (ed.) Sediment Transport and Depositional Processes. Blackell, Oxford, p.257-291.

Reid, J.R., 1996. On the Circulation of the South Atlantic Ocean, Em Wefer G., Berger, W.H., Siedler,G. e Webb D.J. (eds); The South Atlantic: Present and Past Circulation. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp 13-43.

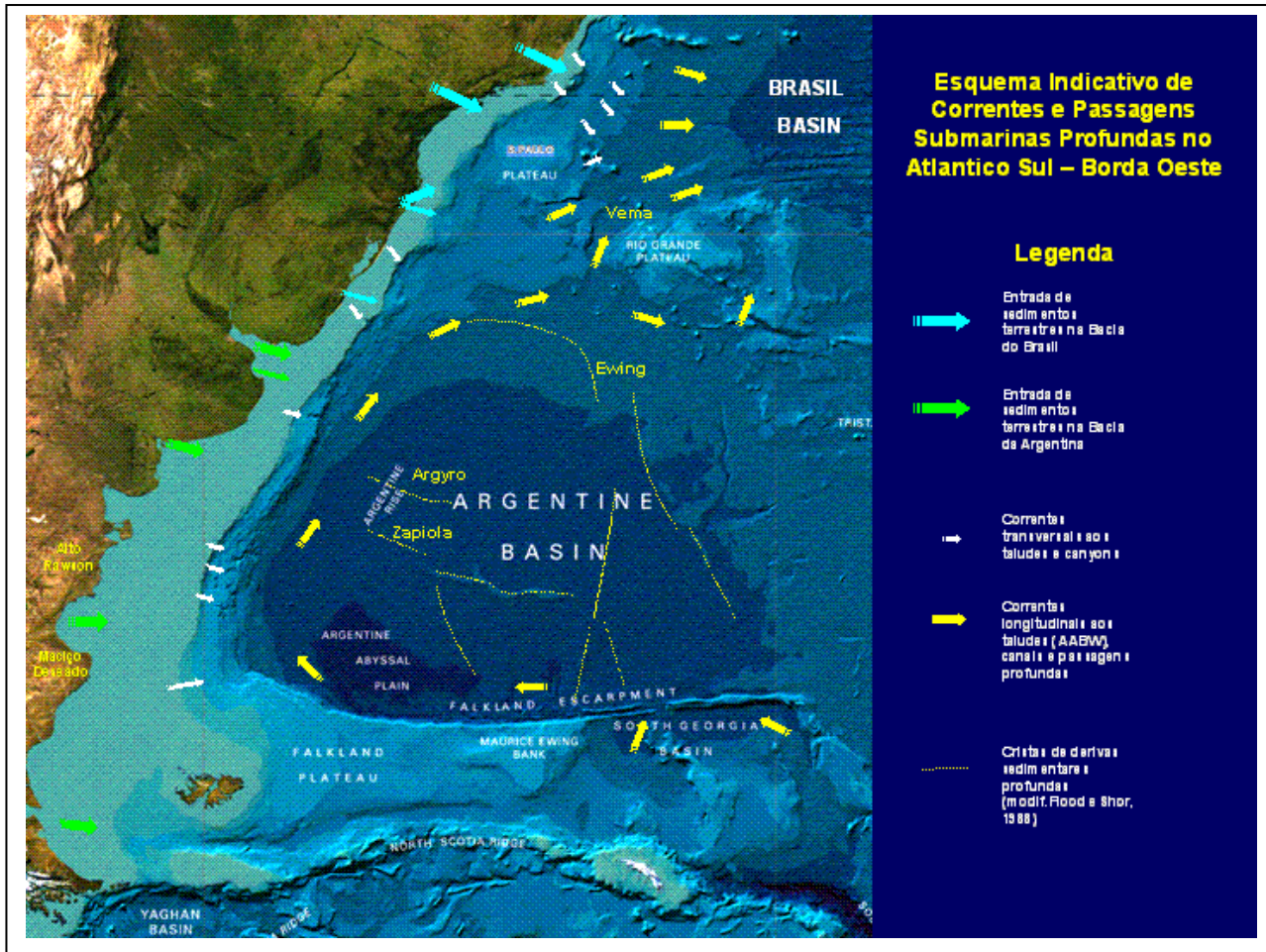


Figura 01 – Modelo esquemático com indicações das direções principais dos aportes de sedimentos, canyons submarinos, correntes de fundo, passagens profundas e derivas de fundo oceânico, nas Bacias da Argentina e do Brasil.