

5º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

CORRELAÇÃO ESTRATIGRÁFICA DOS HORIZONTES PRODUTORES DE PETRÓLEO DAS BACIAS SEDIMENTARES BRASILEIRAS MARGINAIS

AUTORES:

Rodolfo Ithamar Souto Maior; Jadsonn Rodrigo Queiroz de Oliveira; Odivan Nunes Marques Júnior; Antônio Gilberto de Oliveira Jales; Luiz Carlos Lobato dos Santos

INSTITUIÇÃO:

Universidade Potiguar – *Campus* Mossoró, Rio Grande do Norte

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 5º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás- 5º PDPETRO, realizado pela a Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás-ABPG, no período de 15 a 22 de outubro de 2009, em Fortaleza-CE. Esse Trabalho foi selecionado pelo Comitê Científico do evento para apresentação, seguindo as informações contidas no documento submetido pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pela ABPG. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões da Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás. O(s) autor(es) tem conhecimento e aprovação de que este Trabalho seja publicado nos Anais do 5ºPDPETRO.

CORRELAÇÃO ESTRATIGRÁFICA DOS HORIZONTES PRODUTORES DE PETRÓLEO DAS BACIAS SEDIMENTARES BRASILEIRAS MARGINAIS

Abstract

The aim of this work was to produce a stratigraphic correlation of the main oil and gas producers on the sedimentary basins from the Brazilian Atlantic Continental shore. In this sense, several basins were studied such as: Potiguar; Sergipe-Alagoas; Recôncavo Baiano; Campos and Santos basin. The focus was to point out the age of each basin considering the eras and the geologic periods.

Introdução

Praticamente todos os hidrocarbonetos explorados no mundo provêm de rochas sedimentares, cuja grande maioria tem sua gênese na era cenozóica. A maior parte da produção petrolífera brasileira, ao contrário, é oriunda de sedimentos mesozóicos. Estudos estratigráficos realizados por instituições brasileiras renomadas, tais como Petrobras e Serviço Geológico Brasileiro (CPRM), mostram uma semelhança entre as idades geológicas das principais bacias brasileiras produtoras de petróleo, especialmente aquelas da margem leste. Neste trabalho, fez-se uma correlação estratigráfica dos principais horizontes produtores de hidrocarbonetos nas bacias sedimentares da margem atlântica brasileira a fim de se elucidar a razão da alta produção petrolífera se concentrar na região litorânea.

A Estratigrafia mostra, de forma decrescente, em termos de idade geológica, as camadas de subsuperfície formando um verdadeiro mapa da compleição geológica do planeta. Acerca da atual disposição dos continentes, bem como da conformação oceânica, surgiram diversas teorias. Porém, uma ganhou bastante força por ter provado que os continentes ainda hoje estão se afastando, demonstrando assim que se voltarmos no tempo a massa de terra já esteve um dia unida e assim constituída recebeu a denominação de *pangea*. O escopo do presente trabalho foi o estudo da geologia observando-se quais seriam as áreas da litosfera mais propícias à deposição de matéria orgânica de forma tal que fosse criada, através de milhões de anos, um ambiente com conteúdo e continente (óleo e rocha geradora) envolto num sistema anaeróbico. Este ambiente propício é formado pelas bacias sedimentares, as quais se formam pelo acúmulo de sedimentos de outras rochas especialmente desgastadas por processos erosivos.

Esse processo de formação das rochas sedimentares é de forma tal que permite que a estratigrafia determine como se deu tal constituição. No bojo deste processo, se deu o que posteriormente se denominou de *rift*, ou seja, designa as grandes fraturas tectônicas existentes nos fundos oceânicos, ocupando, geralmente, uma posição central, permitindo a deposição e preservação dos sedimentos no decorrer de milhares de anos. A formação de petróleo, diante do acima descrito, compreende, na verdade, a toda uma seqüência de eventos que corresponde ao funcionamento síncrono de quatro elementos (rochas geradoras maduras, rochas reservatório, rochas selantes e trapas) e dois fenômenos geológicos dependentes do tempo: migração e sincronismo (Milani *et al.*, 2001). Assim, o fenômeno da grande produção petrolífera nas bacias da margem continental brasileira é explicado, inicialmente, pela deriva continental, compreendendo a formação do *rift* e respeitando a seqüência dos elementos em sincronia como descrito acima.

Em se tratando das bacias sedimentares brasileiras, percebe-se que há uma enorme região de rochas sedimentares que pode ser associado a uma considerável presença de petróleo e/ou gás em território

nacional. Em algumas regiões, observa-se uma maior propensão para a exploração desta fonte de energia, como a Bacia Potiguar, Bacia Sergipe-Alagoas, Bacia do Recôncavo Baiano, Bacia de Santos e a Bacia de Campos (RJ).

A história tectônica da Bacia Potiguar teve início no Neocomiano, podendo ser dividida em três fases distintas, quais sejam: rifte, transicional e deriva continental (Neto, 2003). A deposição sedimentar propriamente dita da Bacia Sergipe-Alagoas ocorre somente a partir do Neocarbonífero, com a deposição de sedimentos de origem glacial, culminando no Plioceno com sedimentos marinhos rasos (Nogueira *et al.*, 2003). A tectônica da Bacia Sergipe-Alagoas muito se assemelha àquelas das bacias da margem continental nordestina, cujo *rift* que a originou há cerca de 130 milhões de anos progredia de sul a norte, em direção ao último elo entre os continentes africano e sul-americano, situado entre Pernambuco e Paraíba, na margem oeste, e a Nigéria, na margem leste (Fontes, 1980).

A Bacia do Recôncavo Baiano surgiu num dos vários estreitos e profundos lagos criados a partir de um sistema de fossas tectônicas, cujo tectonismo ocorrera quando do cisalhamento da crosta litosférica, na crista do geoanticlinal (Botelho, 1986). Quanto à Bacia de Campos (RJ), a partir do Neoalbiano, a tendência geral de aumento do nível do mar e a subsidência térmica geraram alterações importantes no estilo da sedimentação desta bacia. Entre o Neoalbiano e o Eocenomaniano foi depositada uma sequência sedimentar com espessuras variando entre 90 e 180 m, que constituem o sistema turbidítico conhecido como Arenito Namorado (Barboza *et al.*, 2003).

A evolução da fase *rifte* da Bacia de Santos resulta da propagação da ruptura das placas sul-americana e africana, no Eo-Cretáceo. O *rift* Sul-Atlântico propagou-se de sul para norte, controlado pela distribuição de tensões regionais que condicionou a atenuação litosférica em ampla faixa de deformação, com estruturas de direção aproximada N-NNE na porção sul da Bacia de Santos, com inflexão para N40-50E na porção norte de Santos e, novamente, inflexão para N-NNE a norte do Alto de Cabo Frio (Chang *et al.*, 2008).

Metodologia

As cinco bacias brasileiras mais importantes foram consideradas para o desenvolvimento desta pesquisa: Potiguar; Sergipe-Alagoas; Recôncavo Baiano; Campos e Santos. Inicialmente, buscou-se uma maior compreensão de conceitos como deriva continental e de *rift*. A estratigrafia de seqüências na base multidisciplinar de análise de bacias sedimentares caracteriza os padrões de empilhamento e mapeamento de discordâncias e seqüências deposicionais, determinando superfícies-chaves. Desta forma, a estratigrafia de seqüências pode ser utilizada para o seqüenciamento estratigráfico de sucessões sedimentares em bacias do tipo *rift*, correlacionando as respectivas idades geológicas como norteadores de horizontes produtores. Assim, após mostrar a correlação existente entre as principais bacias produtoras de hidrocarbonetos, mediante estudo bibliográfico, este artigo pode instigar trabalhos futuros com vistas a verificar uma provável relação entre tais jazidas e suas proximidades da costa.

Resultados e Discussão

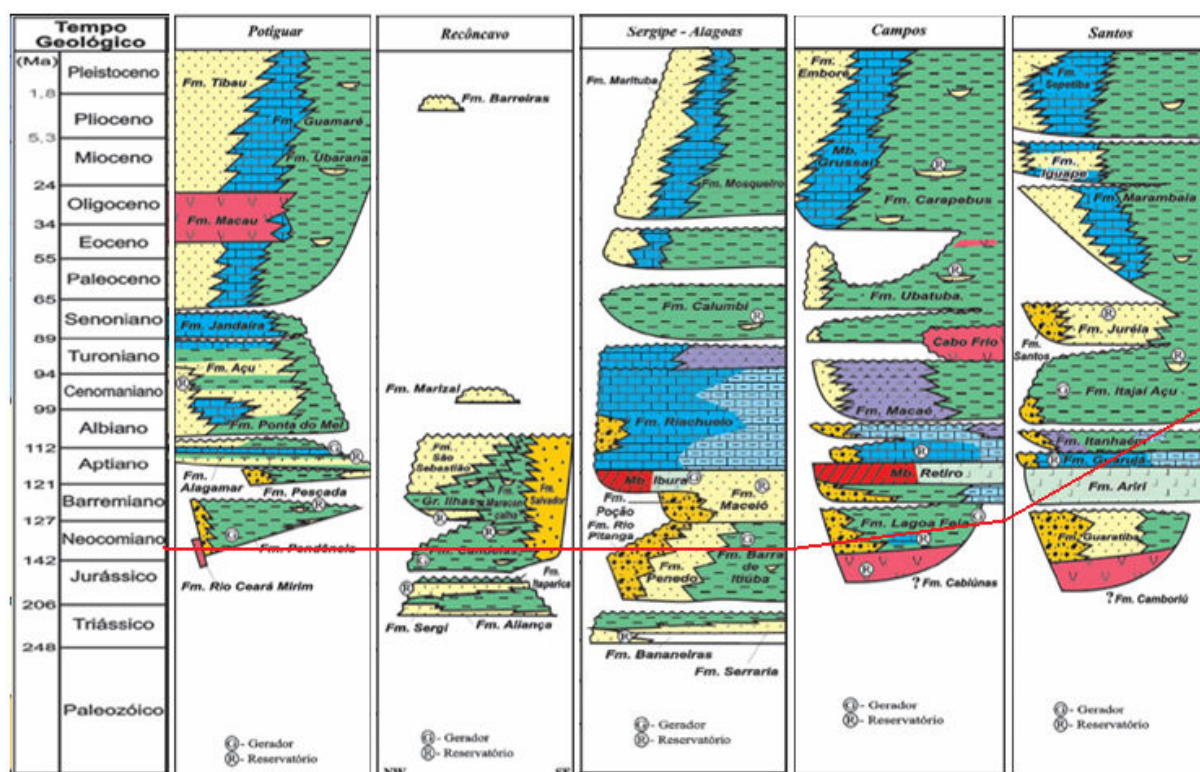
Após uma análise das cartas estratigráficas elaboradas pela Petrobras S/A e pelo Serviço Geológico Brasileiro (CPRM), explicitando a gênese das bacias supracitadas, conseguiu-se identificar uma correlação estratigráfica que compreende um intervalo entre 142 e 94 milhões de anos atrás. As bacias Potiguar, Recôncavo Baiano e de Sergipe-Alagoas compreendem a formação de rochas geradoras com

5º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS

a presença de folhelhos em um mesmo período, qual seja, o período neocomiano (142 a 127 milhões de anos).

A Bacia de Campos, após a análise do material bibliográfico, foi caracterizada com uma origem de rochas geradoras com presença de folhelhos inserida no período barremiano (127 a 121 milhões de anos), ou seja, imediatamente posterior ao período neocomiano. Já a Bacia de Santos teve como gênese de suas rochas geradoras com a presença de folhelhos inserida no período cenomaniano (99 a 94 milhões de anos).

A Figura 1 mostra as interações entre as bacias e os respectivos períodos. Pode-se observar que houve uma predominância genética de três bacias correspondentes ao período neocomiano (Potiguar, Recôncavo Baiano e Sergipe-Alagoas). A Bacia de Campos foi caracterizada em um período imediatamente posterior e a Bacia de Santos destoou das demais



LITOLOGIA

	Ígnea Básica		Halita
	Marga		Anidrita
	Calclutito		Folhelho
	Calcarenito		Siltito
	Coquina		Arenito
	Carbonato		Diamictito
	Conglomerado		
	Embasamento pré-cambriano		
			

Figura 1: Correlação estratigráfica das Bacias Potiguar, Recôncavo Baiano, Sergipe-Alagoas, Campos e Santos (Bizzi *et al.*, 2003).

Considera-se que a deriva continental associada à sequência em *rift*, bem como a deposição sedimentar, tiveram origem comum. Como explicar o distanciamento em períodos geológicos, especialmente no tocante a Bacia de Santos, quanto à origem das rochas geradoras? Deve-se mencionar que a “Geologia” é uma ciência natural, a qual possui, como objeto, o estudo dos agentes de formação e transformação das rochas, da composição e disposição das mesmas na crosta terrestre, sendo denominada, por tal fato, de ciência da terra. Assim, por não se tratar de uma ciência exata, não poderia deixar de abarcar em sua conceituação certas variáveis que ajudam a explicar fenômenos que aparentemente destoam da regra geral. No caso da Bacia de Santos, na qual houve um maior distanciamento em se tratando de períodos geológicos, há uma explicação científica para lidar com tal variante.

A Figura 2(a) ilustra as relações entre contemporaneidade entre a subsidência e o soerguimento e a Figura 2(b) ilustra as relações temporais entre a criação do espaço e o aporte sedimentar, o que facilitará para uma melhor compreensão do fenômeno descrito.

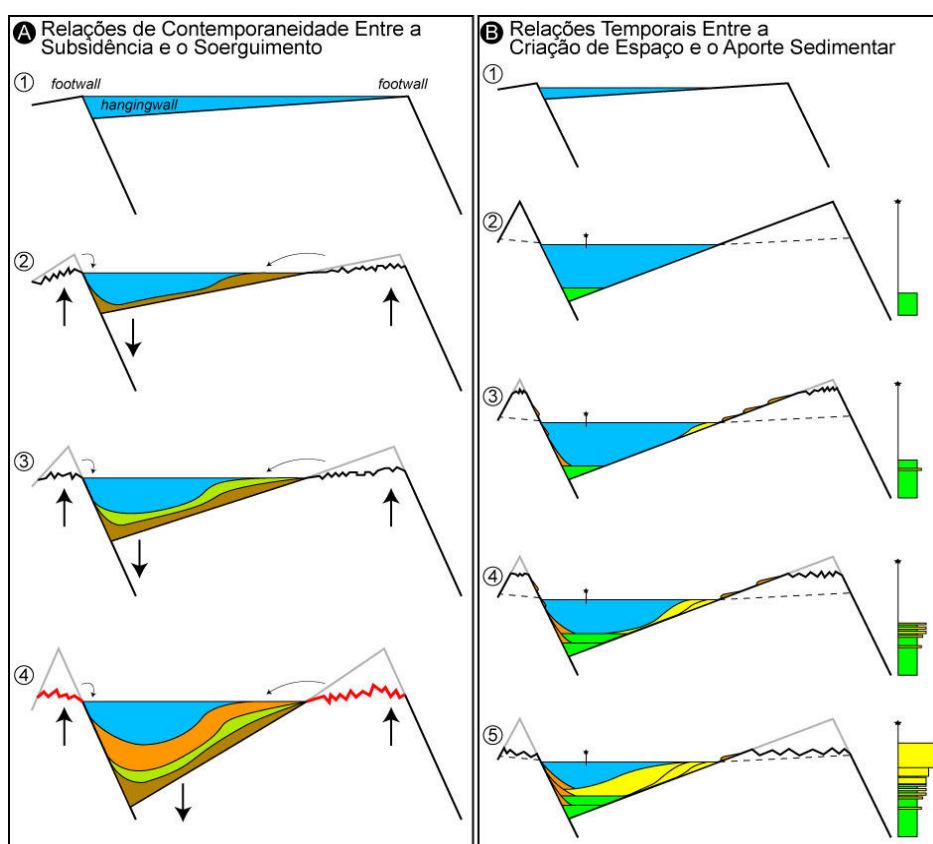


Figura 2: (a) Modelo evolutivo apresentando a relação entre soerguimento no *footwall* e subsidência no *hangingwall* devido a um pulso tectônico; e conseqüentemente, a deposição de um pacote sedimentar no *hangingwall*, associado temporalmente a uma erosão lateralmente adjacente no *footwall*; (b) Modelo evolutivo apresentando a relação entre a criação de espaço devido a um pulso tectônico e a chegada atrasada do aporte sedimentar relacionado a este pulso (Kuchle, 2003).

Um único pulso tectônico gera ao mesmo tempo erosão e deposição. Porém, o evento deposicional observado no registro sedimentar ocorre atrasado em relação ao seu pulso tectônico gerador. Isso ocorre porque o pulso é instantâneo no tempo geológico (gerando espaço no *footwall*, e soerguendo o *hangingwall* instantaneamente), mas a área disponível para erosão no *hangingwall* leva um período de

tempo geológico até ser erodida, transportada e depositada no *footwall*, o qual teve uma criação de espaço instantânea ao pulso (Kuchle, 2007).

Assim, um pulso tectônico é retratado na forma de uma rápida criação de espaço, sem um aporte efetivo, caracterizando uma sucessão deposicional de folhelhos lacustres profundos (Rochas Geradoras), sucedida por uma progradação da margem flexural/axial de arenitos e sedimentos grossos deltaicos (Rochas Reservatório) e costeiros lacustres associados à progradação atrasada em relação ao pulso tectônico responsável (Figura 3).

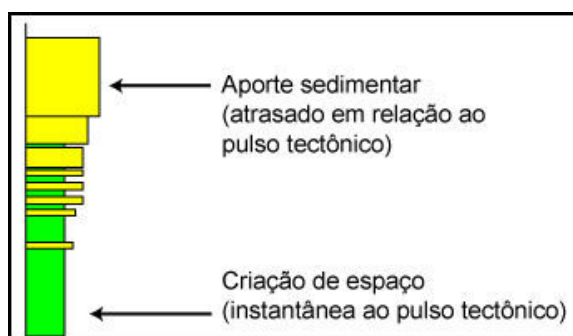


Figura 3: Relação atrasada no registro sedimentar entre a criação de espaço e o aporte de sedimentos, devido a um pulso tectônico (Kuchle, 2007).

Desta maneira, eventos deposicionais oriundos da margem flexural e axial sin-pulso são retratados na forma de sedimentos finos de lago profundo, e eventos deposicionais pós-pulso são compostos por sedimentos grossos deltaicos e costeiros, associados ao aporte atrasado em relação ao pulso.

Portanto, o distanciamento geológico, especialmente no tocante a Bacia de Santos, pode ser plenamente elucidado baseado no atraso do aporte sedimentar que compreendeu sua gênese. No entanto, na seqüência sedimentar subsequente, há uma perfeita correlação entre as Formações Iatajaí-Açu e Formação Juréia, da Bacia de Santos (idade cenomaniano), e as rochas das Formações Açu e Ponta do Mel, na Bacia Potiguar. De mesma idade, apresentam as Formações Macaé e Ubatuba, na Bacia de Campos. Portanto, no segundo pulso sedimentar, essas rochas mostram correlação extremamente próxima.

Conclusões

O território brasileiro possui uma predominância sedimentar em relação às rochas cristalinas, o que explica uma alta produtividade em seus domínios. Dentre as Bacias aqui existentes, optou-se por estudar as economicamente mais importantes. Dentre estas, verificou-se que, diante da origem comum, houve uma prevalência de equiparação em se tratando da gênese de rochas geradoras com a presença de folhelhos, caracterizando, assim, uma alta produção petrolífera, no período neocomiano. Neste, as Bacias Potiguar, Sergipe-Alagoas e Recôncavo Baiano tiveram origem geológica comum. A Bacia de Campos foi caracterizada em um período geológico imediatamente posterior. A bacia de Santos, que na análise realizada foi a única que destoou, teve, porém, sua adequação científica amparada no atraso do aporte sedimentar, quando comparado o primeiro pulso sedimentar de idade Neocominiano. No entanto, havendo correlação simétrica no segundo pulso sedimentar. Deste modo, pode-se afirmar que houve uma correlação estratigráfica coerente entre as bacias aqui estudadas, considerando seus

períodos geológicos, bem como sua alta produtividade e importância econômica para toda a produção petrolífera do país. O presente trabalho, portanto, mostra uma relação cronoestratigráfica entre as bacias marginais estudadas, bem como uma relação entre essas seqüências sedimentares e os melhores horizontes produtores comercialmente explorados no Brasil.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade Potiguar, *campus* Mossoró (RN), pelo irrestrito e incondicional estímulo, ao seu corpo discente, à pesquisa e ao estudo aprofundado dos conteúdos ministrados em sala de aula, assim como também aos professores Antônio Gilberto de Oliveira Jales e Luiz Carlos Lobato dos Santos, pelo inestimável auxílio no desenvolvimento e implemento do presente trabalho.

Referências Bibliográficas

- Barboza E.G., Tomazelli L.J., Viana A.R. 2003. **Análise preliminar da geometria deposicional dos Tubiditos do Campo de Namorado, Bacia de Campos, RJ.** In: ABPG, Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, 2, Rio de Janeiro. *Anais*, v.1, p.?-?
- Bizzi L.A., Schobbenhaus C., Vidotti R.M., Gonçalves J.H.. **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil.** Brasília: CPRM, 2003. Disponível em <<http://www.cprm.gov.br/publique/media/abertura.pdf>>. Acesso em: 14 de abril de 2009.
- Botelho M.A.B.. 1986. **Modelamento Sísmico na Bacia do Recôncavo usando a técnica de Traçamento dos Raios.** Tese de Doutorado, Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Geofísica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 192p.
- Chang H.K., Assine M.L., Corrêa F.S., Tinen, J.S., Vidal A.C., Koike L.. 2008. **Sistemas Petrolíferos e modelos de acumulação de hidrocarbonetos na Bacia de Santos.** *Revista Bras. de Geociências*, 38: 29-46.
- Fontes L.C.A.A.. 1980. **Determinação do Fluxo Geotérmico na Bacia Sedimentar Sergipe-Alagoas.** Dissertação de Mestrado, Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Geofísica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 83p.
- Kuchle J., Holz M., Sherer C.M.S., Fernandes F., Bedregal R.P.. 2007. **Mapeamento estratigráfico de bacias *rift* a partir de padrões de empilhamento e seus significados genéticos.** In: ABPG, Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, 4, Campinas. *Anais*, v.1, p.?-?
- Milani E.J., Brandão J.A.S.L., Zalán P.V., Gamboa L.A.P.. 2001. **Petróleo na margem continental brasileira: geologia, exploração, resultados e perspectivas.** *Brazilian Journal of Geophysics*, 18: 351-396.
- Neto O.C.P. 2003. **Estratigrafia de seqüências da plataforma mista neogênica na Bacia Potiguar, margem equatorial brasileira.** *Revista Bras. de Geociências*, 33: 263-278.
- Nogueira M.S., Lemos V.B., Terra G.J.S. 2003. **As “Coquinas” do membro Morro do Chaves, cretáceo inferior da Bacia de Alagoas, e seu potencial para reservatório de petróleo.** In: ABPG, Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, 2, Rio de Janeiro. *Anais*, v.1, p.?-?