

Evidências de magmatismo e Intrusões ígneas na seção Pré-cone Bacia da Foz do Amazonas.

Raphael Victor Aleixo Vasconcellos¹, Egberto Pereira², Renato L. Silveira¹, Elaine M. Loureiro¹ e Zaque Alves³

¹Especialista em Geologia e Geofísica da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.

²Professor da Universidade Estadual do Rio de Janeiro

³Consultor da IHS

Este texto foi preparado para a apresentação no V Simpósio Brasileiro de Geofísica, Salvador, 27 a 29 de novembro de 2012. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do V 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

A Bacia da Foz do Amazonas localiza-se no extremo noroeste da plataforma continental brasileira, mais precisamente na margem equatorial (Figura 1). Esta margem se distingue da margem leste brasileira, principalmente, pela existência de esforços transtensivos que culminaram com a criação de falhas transformantes de direção E-W, que levaram a criação de bacias do tipo *pull apart*. Essas estruturas profundas serviram de condutos para o magmatismo descrito neste trabalho. Esta bacia, ainda se difere das demais bacias brasileiras, devido à existência de um expressivo pacote sedimentar depositado nos últimos 11 Ma., que pode chegar a mais de 10.000 metros de sedimentos, denominada Cone Amazônico. Dessa forma, a mesma ainda apresenta um arcabouço estratigráfico pouco compreendido.

Introdução

Recentes descobertas no Oeste africano de campos como Tweneboa e Jubilee em turbiditos do Campaniano/Turoniano despertaram a busca por análogos na margem equatorial brasileira. Há também descobertas comprovadas na Guiana Francesa (Zaedyus) em turbiditos análogos aos da margem Oeste africana, abrindo assim a possibilidade de se encontrar hidrocarbonetos em turbiditos, de mesma idade, na margem equatorial brasileira.

Esta margem, assim como a própria Bacia da Foz do Amazonas, é considerada uma região carente de estudos. Assim, este trabalho pretende contribuir para um maior conhecimento geológico desta área, que talvez represente a região mais desconhecida e complexa de nossa plataforma continental. Vasconcellos, (2012) realizou observações para as formações mais antigas que o Cone Amazônico (de 11 Ma.) como, por exemplo, a influência de intrusões ígneas nas formações Caciporé/Codó posicionadas na sequência rifte, atingindo até mesmo a Formação Limoeiro (sequência pós-rifte), bem como a presença de falhas normais que atingiram a plataforma carbonática do Amapá, relacionadas à feição ígnea mapeada. Deste modo, fica claro que a feição ígnea descrita não é restrita à fase pré-rifte (Fm. Calçoene) como já estabelecido e descrito por outros trabalhos (Brandão e Feijó, 1994 e Figueiredo *et al.* 2007)

conhecida na bacia. No entanto, amostras datadas deste material magmático indicam uma idade Triássica (cerca de 200 Ma). Aparentemente, há pulsos no centro do corpo ígneo que podem ser mais novos do que 200 Ma., relacionados à reativações de falhas. Tal feição ígnea pode ter sido o substrato para a formação de uma plataforma mista (intercalação de siliciclásticos com carbonatos), que na bacia estaria representada pela Formação Limoeiro.

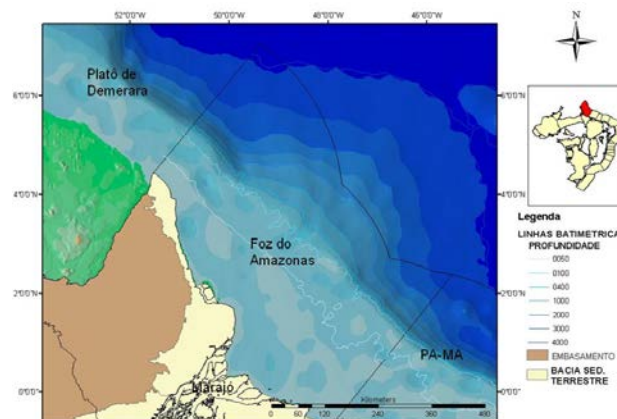


Figura 1 – Localização da Bacia da Foz do Amazonas.

Metodologia

Para esta análise foram utilizados dados sísmicos em tempo e poços. A partir da integração e análise chegou-se a conclusão da existência das feições ígneas de composição basáltica toleítica. Além disso, foram utilizados dados públicos do levantamento magnetométrico EMAG2 (Figura 2), que se encontram disponibilizados no site <http://geomag.org/models/emag2.html>. Esses dados foram utilizados para a confirmação da existência de intrusões ígneas na linha *strike* 0047-1067, interpretada utilizando o software *Kingdon*®. (Figura 3).

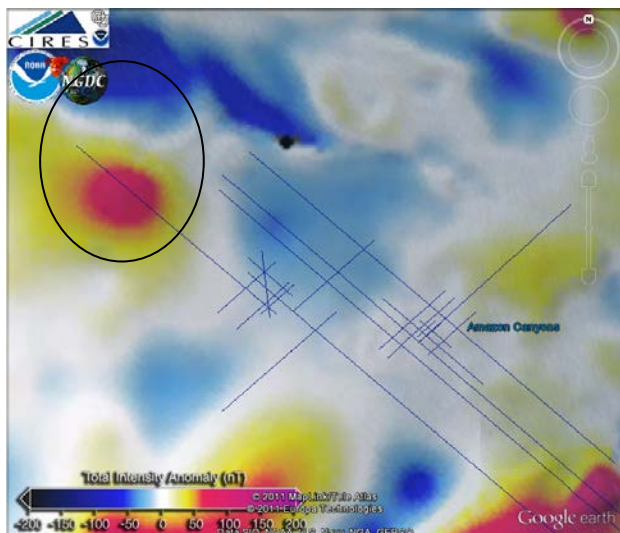


Figura 2 – Mapa magnetométrico (intensidade total nT) na região estudada. Com destaque para área com intrusão ígnea. <http://geomag.org/models/emag2.html>

Resultados

Na linha strike 0047-1067 foi possível reconstruir uma parte significativa da história evolutiva da Bacia da Foz do Amazonas (Figura 3). Interpretou-se a partir da análise de refletores uma estrutura ígnea deformando a Formação Caciporé (sequência Rifte) e, possivelmente, a Formação Limoeiro (sequência Pós-rifte). Aparentemente, esta feição ígnea intruiu em sedimentos da Formação Calçoene. Na carta estratigráfica da bacia (Figueiredo *et al.*, 2007) é indicada a existência de intercalações ígneas, somente na Formação Calçoene de idade pré-rifte (Juro-Triássica). No entanto, a análise da linha deixa evidências de que este material ígneo pode estar intercalado com sedimentos, até mesmo, da Formação Limoeiro (fase pós-rifte) ou, no mínimo, afetado a mesma através de falhas. Foi utilizado um mapa magnetométrico total (Figura 2) para confirmação da existência da feição ígnea, descartando-se a possibilidade de eventuais diápiros de argila, sendo que este último é muito comum no domínio compressional da tectônica gravitacional da bacia.

O estudo desta linha sugere também a existência de uma drenagem que corria de noroeste para sudeste, perpendicular ao sistema fluvial atual (indicado por seta amarela). Tal feição progradacional de geometria sigmoidal refere-se à plataforma mista da Formação Limoeiro do Cretáceo Superior, formada pela deposição predominante de rochas siliciclásticas e intercalações de carbonatos.

A região a NW da seção sísmica 0047-1067 apresenta uma sedimentação da Fm. Caciporé contemporânea ao evento magmático gerando feições de crescimento em função da presença de falhas de crescimento e espessamento de seção em depocentro localizado.

Aparentemente, o material ígneo basáltico intruiu os sedimentos até pelo menos a deposição da Formação Limoeiro, de forma muito semelhante às feições de guyots, que ocorrem atualmente na Bacia do Ceará. Este fato não seria uma surpresa, pois falhas transformantes afetam a Bacia da Foz do Amazonas assim como toda margem Equatorial Brasileira e são decorrentes de esforços distensionais, que culminaram com a separação dos continentes sul-americano e africano, estando ativas até o presente momento.

É possível interpretar uma primeira fase associada à deposição dos sedimentos pré-rifte com refletores plano-paralelos, porém esta estrutura ígnea já se encontrava em atividade criando assim depósitos vulcano-clásticos característicos da Formação Calçoene. A Figura 4 apresenta um detalhe da área de ocorrência das rochas ígneas, onde se pôde registrar a ocorrência de diversos eventos magmáticos, muito semelhante a uma grande cratera.

A deposição da sequência rifte, envolvendo as formações Caciporé e Codó (Figueiredo *et al.*, 2007) inicia-se, principalmente, em grabens profundos e desenvolvidos como, por exemplo, aquela observada na área a NW da linha sísmica. Em seguida, inicia-se a deposição de sedimentos de uma plataforma mista descrita inclusive em amostra de calhas e testemunhos, tratando-se de sedimentos clásticos finos intercalados com níveis de carbonatos denominados Formação Limoeiro.

Aparentemente, o início da deposição da plataforma carbonática do Amapá coincide com o resfriamento da feição ígnea, pois na linha sísmica 0047-1067 é possível identificar que o material ígneo não reestrutura a mesma, embora haja algumas falhas que podem estar possivelmente relacionadas à intumescência desta intrusão ígnea de grandes proporções. Em suma, as análises dos dados sísmicos indicam que quando houve a deposição da plataforma carbonática, o material ígneo ainda se encontrava ativo. Feição semelhante a um atol deve ter sido formada sobre esta feição ígnea, com a fixação inicialmente de uma plataforma mista e posteriormente de uma plataforma carbonática. Observa-se uma subsidência diferenciada, onde na região à NW (esquerda) da linha há pouco espaço para deposição e a SE da linha (direita) há uma maior criação de espaço, onde ocorre deposição de corpos de geometria sigmoidal, referentes a uma progradação de plataforma mista e, posterior, substituição e progradação de uma plataforma carbonática.

Em um último estágio, já com a deposição do Cone Amazônico acima da plataforma carbonática, a qual ocorre de forma abrupta, percebe-se uma migração lateral de canais que geraram feições erosivas. É possível verificar este shift lateral do delta atual de sudeste para noroeste, ou seja, de A' para A.

Discussão e Conclusões (Arial Bold, 9) 300

Segundo Vasconcellos (2012) é possível remontar a história evolutiva da bacia e contribuir com entendimento da mesma no sentido de criar novas expectativas exploratórias para seção pré-cone da Bacia da Foz do Amazonas. A presença de uma feição ígnea criou uma interessante estruturação na região destacada na Figura 2. Esta feição identificada na linha 0047-1067 afeta as sequências pré-rifte (Fm. Calçoene), rifte (formações Caciporé e Codó) e mesmo a sequência pós-rifte (base da Formação Limoeiro). Fica claro que a feição ígnea identificada não é restrita à fase pré-rifte. No entanto, amostras datadas deste material magmático, amostrados no poço 1 APS 21 AP, indicam uma idade triássica (cerca de 200 Ma). Contudo, os pulsos observados no centro do corpo ígneo podem ser mais novos do que 200 Ma.; relacionados à reativações de falhas (Figura 4). Há também evidências que este evento vulcânico no mínimo afetou os carbonatos subjacentes, uma vez que falhas associadas à feição ígnea atingem os mesmos. Tal efeito pode estar associado à intumescência do local.

Distando cerca de 10 km da referida linha, o topo do poço 1APS 21 AP (Fugita, 2004) exhibe deposição de dolomitas que poderiam estar associadas a processos hidrotermais gerando assim melhores características de permo-porosidade. Uma possibilidade aqui levantada é que processos hidrotermais associados ao fim da ação do magmatismo podem gerar dolomitização dos carbonatos.

Concluiu-se que tal feição ígnea pode ter sido o substrato para a formação de uma plataforma mista (intercalação de siliciclásticos com carbonatos) que na bacia estaria representada pela Formação Limoeiro e, posteriormente, para a implantação da espessa plataforma carbonática Amapá. Esta feição ígnea criou grandes estruturas, que podem ser interessantes alvos exploratórios. Uma ferramenta útil para o reconhecimento dessas feições vulcânicas são os levantamentos

magnetométricos e gravimétricos, como o levantamento EMAG2 utilizado pelo presente trabalho.

O embasamento da bacia foi interpretado apenas na linha 0047-1067. Nesta linha verificou-se uma grande intrusão ígnea que está relacionada a falhas que envolvem o embasamento de direção NW-SE, e constantes reativações de falhas transformantes de direção E-W, responsáveis pela separação das placas sul-americana e africana. Esta linha sísmica corta a região de *grabens* alongados de direção NW-SE (*grabens* do Caciporé, Caciporezinho e Externo). Por fim, o mapa magnetométrico total mostrou uma feição bipolar característica de intrusões ígneas, sendo o mesmo importante para descartar por completo a possibilidade de argilocinese na região estudada.

Agradecimentos

As pessoas que de alguma forma contribuíram para este artigo. Em especial, aos geofísicos José Ribamar e André Rugenski que auxiliaram na área de métodos potenciais.

Referências

BRANDÃO, J. A. S. L.; FEIJÓ, F. J. Bacia da Foz do Amazonas. **Boletim de Geociências da Petrobrás**. Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 91-100, 1994.

FIGUEIREDO, J. J. P.; ZALAN, P. V.; SOARES, E. F. Bacia da Foz do Amazonas. **B. Geoci. Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 299-309, maio/nov. 2007.

FUGITA, A.M. Brasil Round 4: Foz do Amazonas Basin In: SEMINÁRIO JURÍDICO/FISCAL E WORKSHOP TÉCNICO DA QUARTA RODADA DE LICITAÇÕES. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/brasil-rounds/round4/round4/workshop/restrito/ingles/FozdoAmazonas_ing.PDF> Acesso em: 20 dez. 2011.

VASCONCELLOS, R.V.A., 2012. **Análise Estratigráfica do Campo de Pirapema na Bacia da Foz do Amazonas**. Dissertação de Mestrado UERJ. Março de 2012.

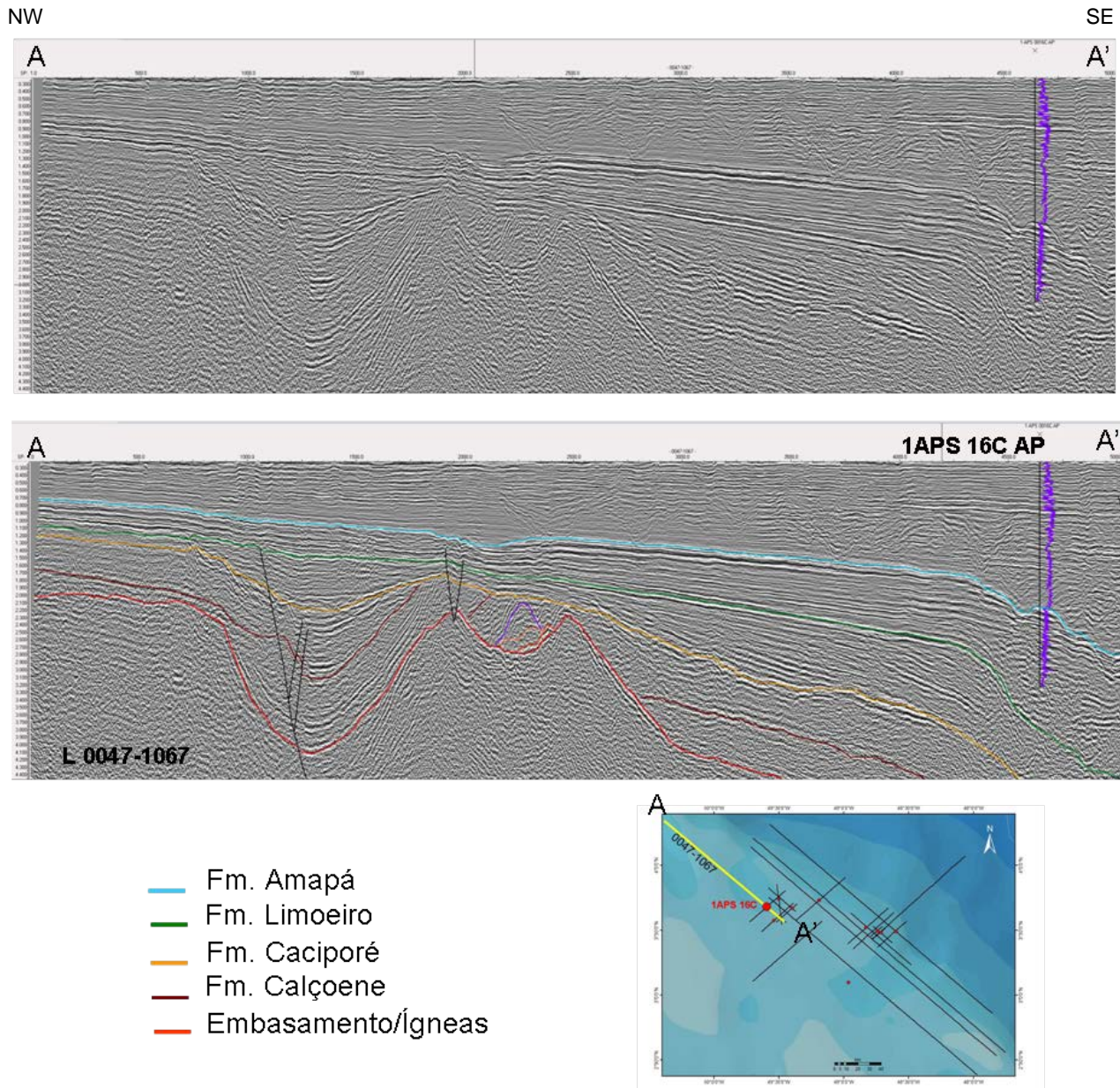


Figura 3 – Linha sísmica 0047-1067, apresentando as principais feições sedimentares, ígneas e estruturais.

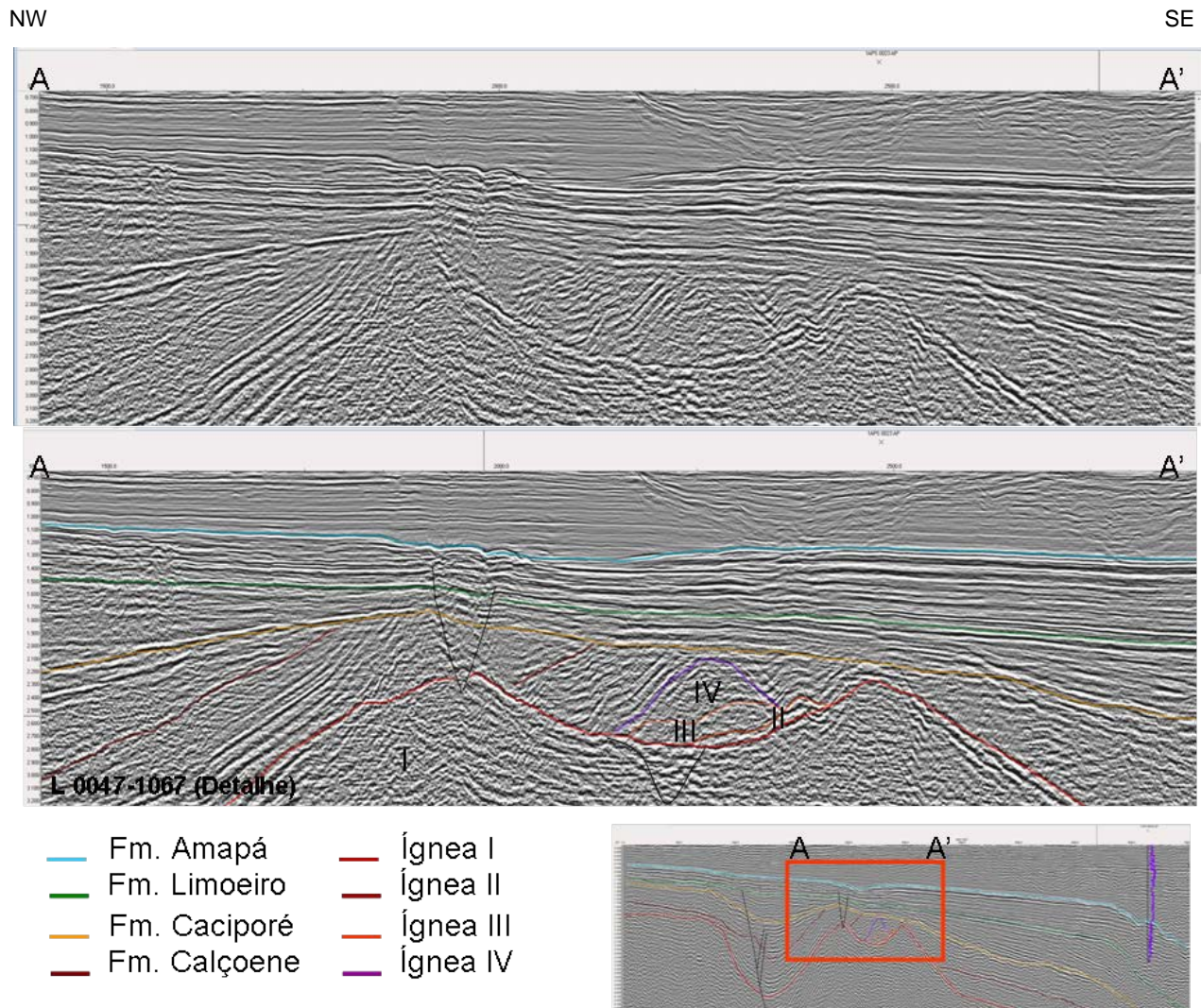


Figura 4 – Detalhe da área de ocorrência das rochas ígneas na Linha sísmica 0047-1067. As feições marcadas em I, II, III e IV representam diferentes episódios magmáticos.