

6º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

CARACTERIZAÇÃO DA FORMAÇÃO SUAPE NA FAIXA COSTEIRA DA BACIA DE PERNAMBUCO

AUTORES:

Maria Fernanda B. Maia¹, José Antonio Barbosa², Haydon Peter Mort², Felipe Ribeiro Santana¹, Mário de Lima Filho², Virgínio Henrique Neumann², Maurílio Amâncio de Moraes²

INSTITUIÇÃO:

¹PRH-26/ANP/UFPE, ²LAGESE-DGEO-UFPE

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 6º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás- 6º PDPETRO, realizado pela Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás-ABPG, no período de 09 a 13 de outubro de 2011, em Florianópolis-SC. 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 6ºPDPETRO.

CARACTERIZAÇÃO DA FORMAÇÃO SUAPE NA FAIXA COSTEIRA DA BACIA DE PERNAMBUCO

Abstract

A new proposed stratigraphic unit, Suape Formation, from the Pernambuco Basin is described, regarding the main features that allow its differentiation from the underlying Cabo Formation. Our proposition is principally based on the question that the two units, before regarded as one unique formation, represent two different sedimentary tectonic-phases, with specific characteristics. The investigation was based on analysis carried out on samples from a well core that crossed a complete siliciclastic sequence (Aptian-Albian), and outcrops along the coastal zone of the basin. We analyzed thin sections and conducted geochemical analyses (DR-X and ICP). The results of chemical analyses showed that the source material for the two units changed over time, suggesting an important shift of provenance, mainly driven by an interplay between tectonic control of rock source and the degree of reworking. The better characterization of the Suape Formation represents an important contribution to our knowledge of the Pernambuco Basin and its sedimentary infill. The characterization of the units yield preliminary insights about possible reservoirs occurrences within the stratigraphic units, showing that the Suape Formation represents better prospection opportunities than the basal Cabo Formation.

Introdução

A Bacia de Pernambuco (Fig. 1) estende-se por todo o litoral sul do Estado de Pernambuco e está delimitada pela Zona de Cisalhamento de Pernambuco (ZCPE), a norte, e pelo Alto de Maragogi ao sul (Barbosa & Lima Filho, 2006; Barbosa et al, 2008a). O conhecimento estratigráfico da bacia foi desenvolvido com base em afloramentos e poços executados na região costeira, já que não existem até o presente, poços na região *offshore*. A coluna sedimentar da bacia, excluindo a Formação Barreiras e coberturas quaternárias, anteriormente era composta por quatro unidades: Fm. Cabo (Aptiano-Albiano), Fm. Estiva (Cenomaniano-Turoniano), Fm. Algodoads (Santoniano-Campaniano?) (Lima Filho, 1998; Lima & Pedrão 1989; Lima Filho & Santos, 2001). Ainda, a sucessão sedimentar aptiana-albiana é afetada por rochas vulcânicas da suíte magmática Ipojuca, cuja idade foi estabelecida em ~102 milhões de anos (Neo-Albiano) (Lima Filho, 1998; Nascimento, 2003). O intervalo siliciclástico da bacia, definido como uma única unidade, se expandia do Aptiano ao Albiano (Cobra, 1960; Beurlen & Cobra, 1960; Alheiros, & Ferreira, 1989). Os estudos pioneiros definiram que a unidade Cabo, com base na faciologia observada principalmente em superfície, abrangeria todo o intervalo de depósitos continentais de idade cretácica, e que a mesma apresentaria uma sucessão faciológica associada à formação de leques aluviais, que progradavam para lagos tectônicos: fácies proximais (conglomerados polimíticos, arcóseos e siltitos); fácies medianas (arenitos arcóseos médios); fácies distais (folhelhos e siltitos) (Alheiros, 1987, Alheiros & Ferreira, 1989). Trabalhos posteriores mantiveram essa interpretação que reunia os depósitos em uma grande unidade dividida em três principais grupos de litofácies: basal, ou inferior, (aluvial proximal), médio (fluvio-aluvial) distal (fluvio-lacustre) (Cruz, 2002; Nóbrega & Lima Filho, 2003; Nascimento, 2003; Campelo, 2004; Almeida *et al.*, 2005). No entanto, Lima Filho (1998), que realizou uma excelente revisão da estratigrafia da bacia, já levantava questões a respeito da Formação Cabo. O autor observou que a fácies basal ocorre ao longo da região próxima da borda da bacia, e que a fácies mediana ocorreria na região norte e extremo sul da faixa costeira, aparentemente tendo sido erodida da porção central por efeito de tectonismo, ao passo que a fácies distal do proposto sistema de leques ocorreria na porção sul. Lima Filho (1998) também observou o caráter notadamente sin-tectônico da fácies basal, e afirmou que em afloramentos é possível claramente distinguir a diferença entre os estratos tidos como a Formação Cabo “típica”, se referindo à fácies de conglomerados e arenitos grossos basais, e os estratos posicionados acima destes.

Segundo o autor entre a Formação Cabo “típica” e os estratos superpostos ocorreria uma discordância, também reconhecível nos dois poços perfurados pela PETROBAS na faixa costeira da bacia (2 CP e 9 JG). Segundo o autor os estratos interpretados como pertencentes a porção superior da Formação Cabo, mas que representariam um outro padrão de sedimentação, são arcoseanos, de coloração avermelhada amarelada e compostos por quartzo, K-feldspatos, biotita e muscovita. Lima Filho (1998) decidiu com base na descoberta dessa discordância e na diferenciação dos estratos dividir a Formação Cabo em dois intervalos: a Formação Cabo Superior e Inferior. Esta proposição foi desde então utilizada por trabalhos posteriores (Nascimento, 2003; Campelo, 2004; Almeida et al., 2005).

Barbosa et al. (2009) observou que os trabalhos anteriores, com base no perfil do poço 2 CP, incluíram aproximadamente 90% da coluna sedimentar da bacia na Formação Cabo, incluindo os depósitos aptianos (P-260-P-260) e albianos – um intervalo de aproximadamente 15 Ma. O autor também observou que apesar de não haver uma variação no ambiente de deposição na transição Aptiano-Albiano, como ocorre nas bacias vizinhas, cujo Albiano marca a fase de ingressão marinha, a sequência siliciclástica guarda duas fases tectono-sedimentares distintas. A porção basal, aptiana-estaria ligada a fase de deformação mecânica da bacia, enquanto que o intervalo Albiano foi depositado sob o domínio da fase de subsidência termal, pós-rifte, com maior calma tectônica (Barbosa et al., 2009). Os autores observaram que é possível verificar nos perfis do poço 2 CP que há uma discordância entre o intervalo basal que contém os conglomerados, intercalados com arenitos e siltitos, e a porção superior que não contém conglomerados e que apresenta uma granodecrescência ascendente (Fig. 2). Também é possível observar pela faciologia do poço 2 CP que durante o Aptiano há um pulso de formação de conglomerados e em seguida uma redução da granulometria em direção ao topo do Aptiano. A sucessão albiana, pós-rifte, apresenta ciclos de variação granulométrica, aparentemente, mais comum a sistemas fluviais/fluvio-lacustres (Fig. 2). A posição da discordância observada no poço 2 CP, coincide com a transição Aptiano-Albiano, como é observado nas demais bacias marginais e que representa nestas a discordância rifte-pós-rifte. A ausência de sedimentação claramente marinha no Albiano da bacia, e de depósitos evaporíticos que marcassem a transição dificultaram a interpretação dessa separação. Com base nestas premissas Barbosa et al. (2009) propuseram que a sucessão albiana, que não contém depósitos da fase rifte-, seja tratada como uma Formação distinta, denominada de Formação Suape (Fig. 1). É importante destacar que autores anteriores, com base na análise de dados bioestratigráficos e sedimentológicos, já haviam sugerido a existência dessa unidade (Lima & Pedrão, 1989; Lima Filho, 1998).

Com base na proposta de Barbosa et al. (2009), o presente trabalho buscou uma caracterização dos depósitos que pertenceriam a essa unidade em termos geoquímicos e microfaciológicos, com o objetivo de obter uma melhor individualização desta em relação a formação Cabo. A condução de trabalhos de campo e a aquisição de novos dados geoquímicos permitiram uma melhor compreensão da relação e das diferenças entre as duas unidades.

Metodologia

A abordagem investigativa incluiu a análise de lâminas delgadas realizadas em rochas das duas formações propostas: Cabo e Suape, a partir de amostras do poço 2 CP-01-PE e de afloramentos; análises químicas executadas em amostras do poço e de afloramentos. Foram realizadas 80 análises de difratometria de raios-X e 40 análises de ICP/MS. A interpretação das tectono-fases de sedimentação foram baseadas na observação de perfis do poço 2 CP, e de afloramentos que ocorrem na zona de litoral onde os estratos da Formação Suape estão expostos, o que também permitiu uma caracterização das unidades a luz da estratigrafia de sequência.

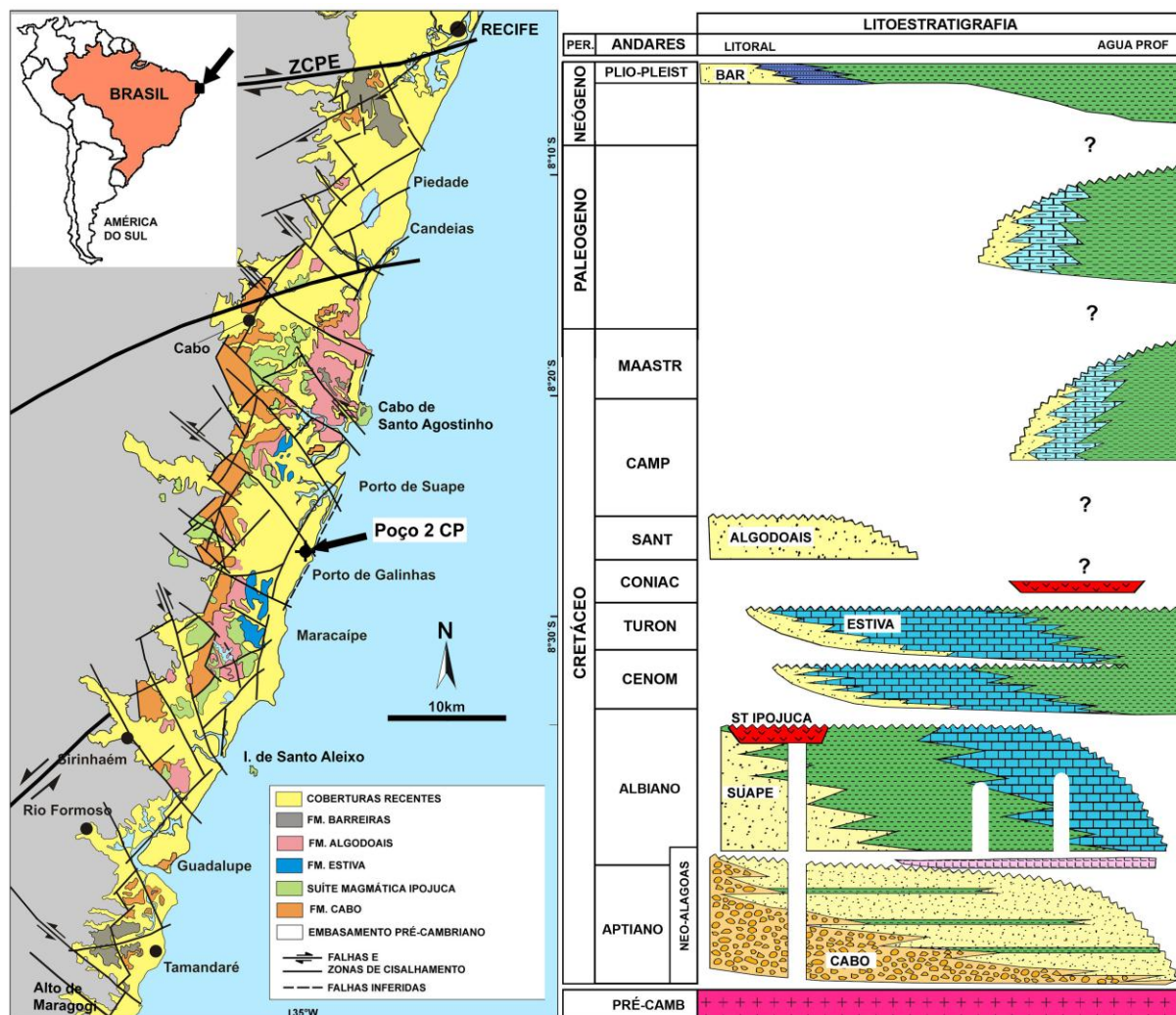


Figura 1 – A direita, mapa de localização da Bacia de Pernambuco e seu mapa geológico simplificado (partir de Lima Filho, 1998), com a localização do poço 2 CP-01-PE. A esquerda a carta estratigráfica da Bacia de Pernambuco conforme proposto por Barbosa et al., (2009), com a inclusão da Formação Suape, separada da Formação Cabo pela discordância rifte-drifte.

Resultados

Dados Geoquímicos

Uma avaliação preliminar dos resultados das análises geoquímicas revelou que uma diferenciação entre as unidades Suape e Cabo fica evidenciada de forma geral. No entanto a pesquisa buscou uma relação que evidenciasse de forma mais interessante essa diferença. Uma correlação com base nos elementos terras raras leves (ETRL) e terras raras pesados (ETRP) foi feita, o que ajudou a identificar inclusive uma possível variação na contribuição da fonte (Fig. 3). Os ETRL são pouco solúveis e altamente resistentes ao fracionamento em sistemas geoquímicos de baixa temperatura, e a modificação nos teores desses elementos sugere que a fonte de sedimentos era diferente para as duas formações (Duddy, 1980; Scheepers & Rozendaal, 1993). A Formação Cabo apresenta maior conteúdo de ETRP, possivelmente devido a influência do embasamento adjacente como fonte durante a fase rifte, a Formação Suape apresenta uma relação maior no conteúdo de ETRL, possivelmente por dois motivos: 1 – a mudança da fonte, devido a transição da drenagem de radial, durante a fase rifte, para axial na fase pós-rifte; 2 – o retrabalhamento de rochas já depositadas pela fase rifte, com atuação do intemperismo, dentro da própria bacia, na fase de subsidência termal, pós-rifte (Fig. 5).

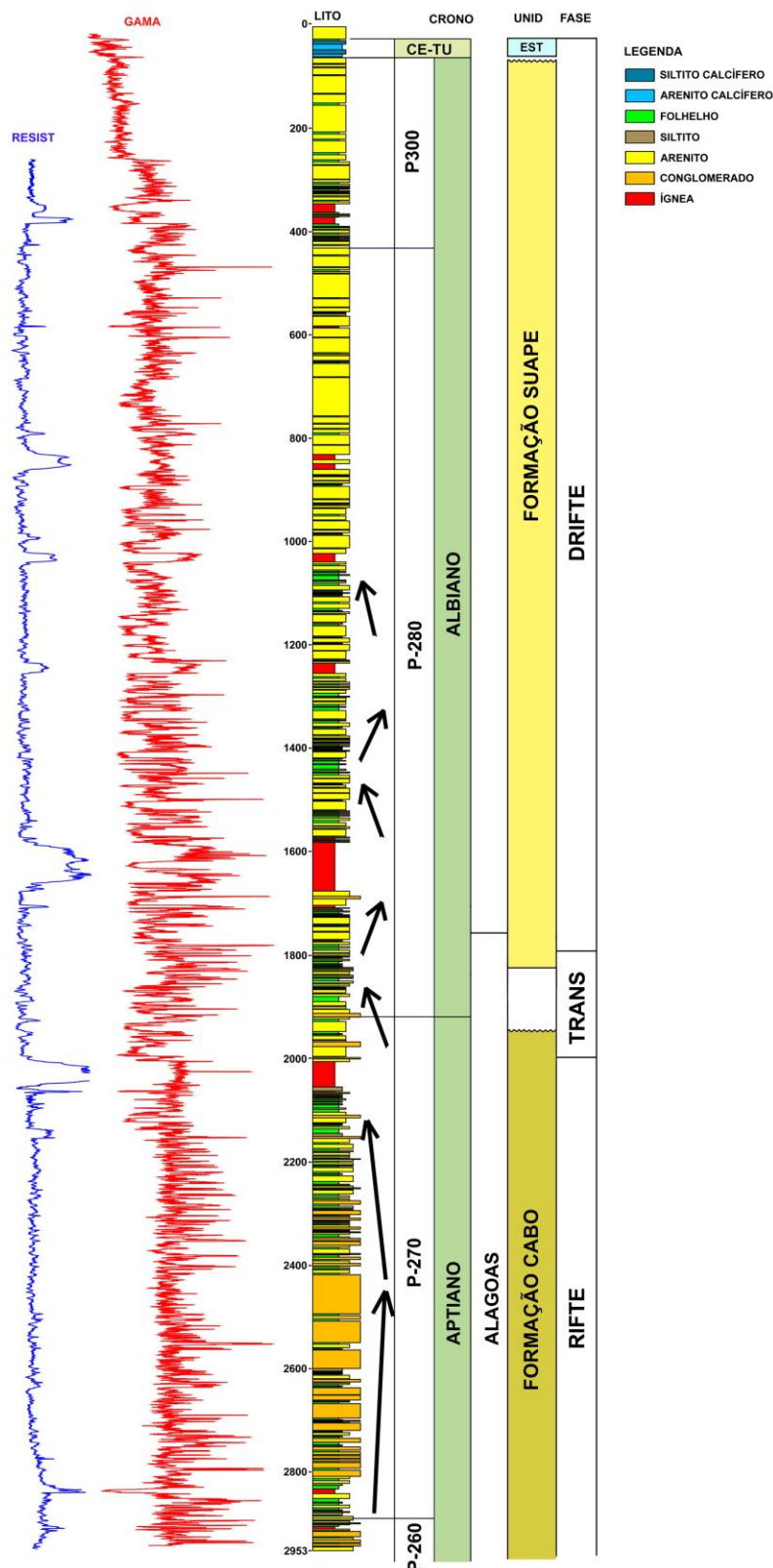


Figura 2 – Perfil do poço 2CP conforme Barbosa et al. (2009). Observar a discordância na passagem Aptiano-Albiano e a variação nos perfis de raios-gama para cada intervalo. Também é possível observar que os conglomerados são restritos a tectono-fase rifte, proposta por Lima Filho (1998) como formação Cabo “típica”. As setas pretas indicam a ocorrência de um pulso de formação de conglomerados no Aptiano, possivelmente associado à tectônica rifte, que decai para o topo do Aptiano. Após a discordância, a formação Suape exibe pulsos de variação da granulação compatíveis com a sedimentação de sistemas fluvio-deltaica-lacustre.

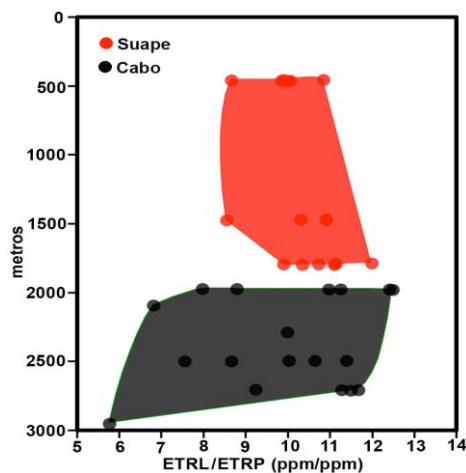


Fig. 3 – Correlação da abundância dos elementos Terras Raras Leves (ETRL) e Pesados (ETRP), analisados em amostras do Poço 2 CP. A Formação Suape apresenta maior enriquecimento em ETRL em comparação com a Formação Cabo, que apresenta maior proporção de ETRP.

Dados Petrográficos

Em lâminas de testemunhos do poço 2 CP observou-se que há várias diferenças granulométricas, morfométricas e texturais entre os depósitos das formações Cabo e Suape. A Formação Cabo é caracterizada por conglomerados e arenitos arcóseos médios a grossos, cujos grãos detríticos apresentam-se angulosos a sub-angulosos em matriz argilosa. A Formação Suape apresenta arenitos finos a médios, arcóseos, arenitos argilosos e argilitos vermelhos, com abundantes grãos de feldspatos. Os arenitos da Formação Suape são em geral micáceos e apresentam melhor maturidade textural (Fig. 4).

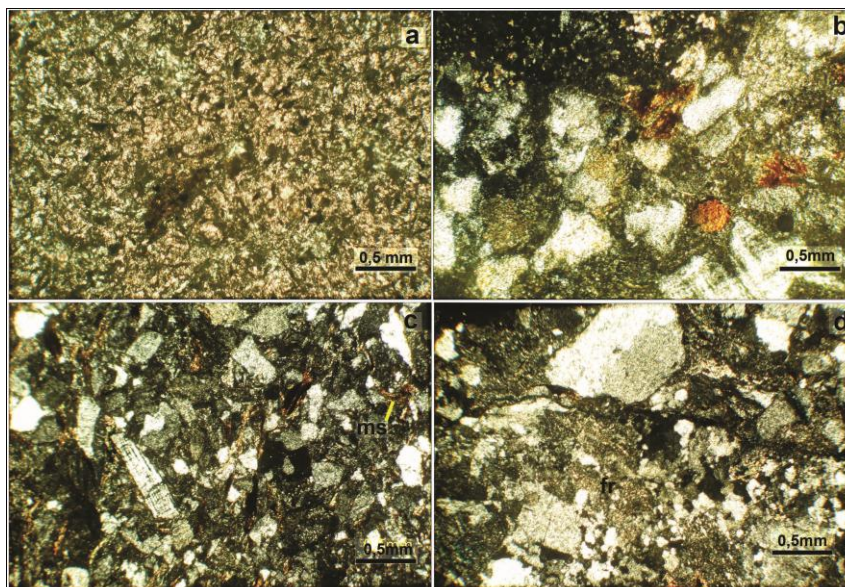


Figura 4 – Micrografias de arenitos das formações Suape e Cabo encontrados no poço 2 CP. a) siltito com matriz argilosa (caulínica), e cimento de óxido de ferro, rico em cristais de biotita e muscovita com cloritização (Suape, prof. 1008m nX); b) Arenito fino a médio com matriz argilosa e fragmentos de plantas oxidados, abundante em feldspatos (Suape, prof. 1465m nX); c) Arenito fino a médio, anguloso, matriz argilosa e rico em muscovita (ms), com cimento de óxido de ferro (Cabo, prof. 2285m nX); d) arenito conglomerático, anguloso a subanguloso, apresentando fragmentos de rocha granítica (fr), com matriz argilosa e cimento de óxido de ferro (Cabo, prof. 2706m nX).

Discussão

A leitura preliminar dos resultados das análises petrográficas e geoquímicas permitiram adicionar mais algumas informações a respeito da proposição feita por Barbosa et al. (2009) de tratar os estratos albianos da Bacia de Pernambuco como uma unidade estratigráfica diferente. O estudo sistemático dos dados geoquímicos fornecerá informações ainda mais detalhadas com respeito à proveniência e características diagenéticas das duas formações, além de fornecer dados sobre as condições climáticas que dominavam em cada período. O detalhamento da coluna estratigráfica da Bacia de Pernambuco se reveste de importância devido ao fato de que nos últimos anos a perspectiva exploratória para a bacia aumentou muito. Então, o incremento em seu conhecimento resulta em uma importante contribuição para o seu aproveitamento econômico. Uma das mais importantes contribuições, em relação à diferenciação das duas unidades, seria a identificação das melhores perspectivas em termos de reservatórios siliciclásticos. O reconhecimento de depósitos associados as duas tectono-fases de sedimentação, rifte e pós-rifte (Fig. 5), é importante do ponto de vista da correlação e estudo sistemático do potencial petrolífero da bacia, já que esta, juntamente com a faixa a norte da ZCPE, encontra-se em uma zona de evolução geológica complexa e que corresponde a última fase de propagação do rifte Atlântico (Barbosa et al., 2008b).

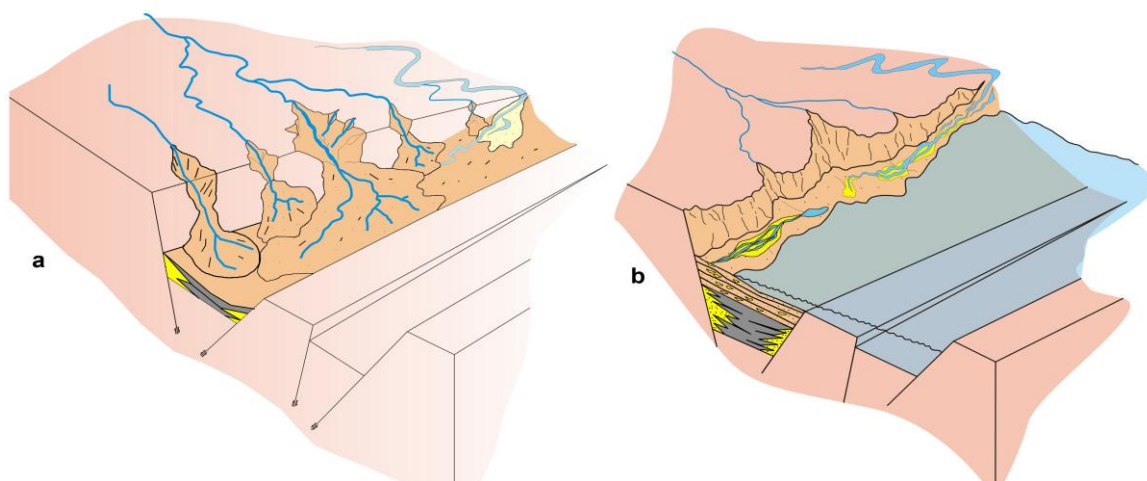


Figura 5 – Bloco diagrama mostrando as tectono-fases de deposição associadas as formações Cabo e Suape. a) deposição de sistemas de leques aluviais, durante a fase rifte, a partir da erosão do embasamento adjacente, com formação de níveis conglomeráticos, e drenagem radial; b) sistemas fluviais e fluvio lacustres rasos, influenciados por um período de calma tectônica, pós-rifte, com influência da drenagem axial e retrabalhamento de rochas já depositadas durante a fase rifte.

Conclusões

Ficou comprovada a caracterização da Formação Suape, como uma unidade individualizada com base na observação de dados geoquímicos e petrográficos. As variações nos padrões de ETR, combinado com as diferenças texturais e granulométricas observadas entre as formações Suape e Cabo sugerem um ambiente tectonicamente mais estável para a deposição da Formação Suape, com uma maior influência da sedimentação fluvio-deltaica-lacustre, sob um regime de maior calma tectônica, pós-rifte, com um possível retrabalhamento de depósitos mais antigos na área da própria bacia. A hipótese da mudança da proveniência, como um componente que também provocou as mudanças geoquímicas observadas será testada com o prosseguimento da pesquisa.

Agradecimentos

Ao programa PRH-26/ANP da UFPE e ao Laboratório de Geologia Sedimentar (LAGESE) da UFPE pelo apoio a realização das pesquisas na Bacia de Pernambuco.

Referências Bibliográficas

- Almeida, C.B., Cruz, L.R., Jardim de Sá, E.F., Vasconcelos, P.M.P., Medeiros, W.E. 2005. Tectônica e relações estratigráficas na Sub-bacia de Pernambuco, NE do Brasil: contribuição ao conhecimento do rifte Atlântico Sul. *Boletim de Geociências da Petrobras*, **13**(2): 167-180.
- Alheiros, M.M. 1987. Caracterização sedimentológica da Formação Cabo – PE. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geociências, UFPE, 99 pp.
- Alheiros, M.M., & Ferreira, M.G.V.X., 1989. Considerações sedimentológicas e estratigráficas sobre a Formação Cabo, Pernambuco. *Revista Brasileira de Geociências*, **19**(1): 17-24.
- Barbosa, J.A. & Lima Filho, M.F. 2006. Aspectos estruturais e estratigráficos da faixa costeira Recife-Natal: observações em dados de poços. *Boletim de Geociências da Petrobras*. **14**(2): 287-306.
- Barbosa, J.A., Lima Filho, M., Neumann, V.H., Neto, J.C.J., Araújo, J.A.A. 2008a. Potencial exploratório das bacias da Paraíba e da Plataforma de Natal. In: *Rio Oil & Gas Conference 2008*, *Boletim de Trabalhos Técnicos*, 1-8 (IBP_1746).
- Barbosa, J.A., Lima Filho, M., Neumann, V.H., Fambrini, G.L., Ferraz, H. 2008b. Pernambuco Basin: A promising exploration frontier. In: International Geological Congress, 33rd, Oslo. *Abstracts* em CD-ROM (1290551).
- Barbosa, J.A., Lima Filho, M., Neto, J.C.J., Neumann, V.H., Ribeiro, F.S., Batista, A.P. 2009. Depósitos Albianos da Faixa Costeira da Bacia de Pernambuco: Proposição de uma nova unidade estratigráfica a Formação Suape.
- Beurlen, J.C & Cobra, R.Q.;1960; Novas localidades fossilíferas no litoral sul de Pernambuco. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 32, n.2, p. 7, 1960.
- Campelo, F.C.A. 2004. *Formação Cabo, Afloramento da Praia de Guadalupe. Caracterização de um Potencial Reservatório para Hidrocarbonetos*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geociências, UFPE, 150 pp.
- Cobra, R. Q, 1960; Geologia da região do Cabo de Santo Agostinho, Pernambuco. Belo Horizonte,1960, 70p. Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Minas Gerais.
- Cruz L.R. 2002. Mapeamento geológico da região de Cabo (PE), Sub-Bacia de Pernambuco. Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Relatório de Graduação, 74 p.
- Duddy I.R. 1980. Redistribution and fractionation of rare earth and other elements in a weathering profile. *Chemical Geology*. **30**: 363-381.
- Lima Filho, M. 1998. Análise Estratigráfica e Estrutural da Bacia Pernambuco. Instituto de Geociências - USP, São Paulo. Tese de Doutorado, 180 p.
- Lima Filho, M. & Santos, P.R.S. 2001. Biocronoestratigrafia da Bacia de Pernambuco – implicações ambientais e paleogeográficas. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **2**: 84-85.
- Lima, M.R e Pedrão, E. 1989. Análise palinológica de sedimentos da Bacia Cabo, Cretáceo do Estado de Pernambuco, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **61**(1): 73-84.
- Nascimento, M.A.L. 2003. Geologia, geocronologia, geoquímica e petrogênese das rochas ígneas cretácicas da província magmática do Cabo e suas relações com as unidades sedimentares da Bacia de Pernambuco, NE do Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, PPGUFRN, Tese de Doutorado, 235 p.
- Nóbrega, V.A., & Lima Filho, M. 2003. Estudos diagenéticos da sucessão de rochas siliclásticas do poço 2 CP-01-PE: uma contribuição aos reservatórios da Formação Cabo. *Estudos Geológicos*, **13**: 71-88.
- Scheepers R. and Rozendaal A. 1993. Redistribution and fractionation of U, Th and rare earth elements during weathering of subalkaline granites in SW Cape Province, South African Journal of African Earth Science. **17**: 41-50.