

RELAÇÕES LITOESTRATIGRÁFICAS ENTRE ROCHAS MAGMÁTICAS E SEDIMENTARES CRETÁCEAS NA BACIA DE PERNAMBUCO, NORDESTE DO BRASIL

Marcos Antonio L. do NASCIMENTO¹, Zorano S. de SOUZA¹,
Renato M. D. de MATOS¹

¹ Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica (PPGG/UFRN), Campus Universitário,
Caixa Postal 1596, CEP 59078-970, Natal/RN, marcos@geologia.ufrn.br - ANP/PRH-22

Resumo – A pesquisa em bacias sedimentares requer abordar fatores como o preenchimento sedimentar, as feições tectônicas e a ocorrência de rochas magmáticas. A Bacia de Pernambuco (BP) situada no litoral sul pernambucano, oferece um bom exemplo para investigar a relação de suítes magmáticas eocretáceas no seu pacote sedimentar. A BP mostra da sua porção basal ao topo, rochas sedimentares das formações Cabo (siliciclásticos), Estiva (carbonatos) e Algodoads (siliciclásticos). Há cerca de 110 milhões de anos, esta bacia foi palco de um intenso magmatismo, em parte, sincrônico a deposição da Formação Cabo sendo representado por traquitos e riolitos, tendo ainda fluxos piroclásticos, basaltos e álcali-feldspato granito. Informações de superfície e subsuperfície mostram relações diretas de contato entre as rochas sedimentares da Formação Cabo e as vulcânicas. São comuns diques de traquitos e riolitos, bem como derrames e soleiras intercaladas na Formação Cabo. Relações entre vulcânicas também são observadas através da presença de diques de riolitos cortando derrames de traquitos. A identificação detalhada das relações entre esses diferentes litotipos é de grande importância para a melhor definição da litoestratigrafia desta bacia, bem como para a caracterização de fonte extra de calor, possíveis rochas selantes e trapas para aprisionamento de petróleo em subsuperfície.

Palavras-Chave: vulcânicas, magmatismo, Bacia de Pernambuco, rochas sedimentares.

Abstract – The research in sedimentary basins requires the approach of factors such as the sedimentary fill, tectonic features and the occurrence of magmatic rocks. The Pernambuco Basin (PB), located at the southern coast of the Pernambuco State, offers a good example to investigate the relationship of eocretaceous magmatic suites which intruded its sedimentary package. The PB is composed, from the bottom to the top, by sedimentary rocks belonging to the Cabo (siliciclastics), Estiva (carbonatics) and Algodoads (siliciclastics) formations. This basin was affected by a intense magmatism at about 110 million years ago, synchronous to the deposition of the Cabo Formation, and constituted by trachytes, rhyolites, pyroclastic rocks, basalts and alkali-feldspar granite. Surface and subsurface data show direct contact relationships between sedimentary rocks of the Cabo Formation and the volcanic rocks. Trachytes and rhyolites dikes are common, as well as flows and sills inserted into the Cabo Formation. Relationships among the volcanic rocks are also observed, where the rhyolitic dikes cut the trachytic ones. The detailed characterization of the relationships among those different lithotypes has a great importance for the best definition of the litho-stratigraphy of the PB, as well as to the characterization of extra heat source, possible sealing and trap rocks and for the storage of petroleum at subsurface.

Keywords: volcanics, magmatism, Pernambuco Basin, sedimentary rocks.

1. Introdução

Mais recentemente vem sendo retomado diversos estudos que abordam a influência do magmatismo em bacias sedimentares brasileiras (Alves *et al.* 2000, Bender *et al.* 2001, Alves & Rodrigues 2002, Roisenberg *et al.* 2002, Eiras & Wanderley Filho 2002, Eiras & Wanderley Filho neste congresso), principalmente enfatizando os fatores positivos, que em muito casos chegam a superar os negativos. O magmatismo pode favorecer na fonte extra de calor para a geração de hidrocarbonetos, como rocha-reservatório e selante, como marcos estratigráficos e para datação de rochas sedimentares (maiores detalhes ver Eiras & Wanderley Filho neste congresso).

Apesar das pesquisas estarem sendo retomada atualmente, o magmatismo já era visto como importante para a geologia do petróleo em bacias sedimentares brasileiras (Zalán *et al.* 1985, Mizusaki 1986, Conceição 1992, Conceição *et al.* 1993, entre outros). Isto também já era observado em outras bacias sedimentares que ocorrem no resto do mundo, a exemplo dos trabalhos de Schiuma (1988), Orchuela *et al.* (1989) e mais recentemente Chen *et al.* (1999). No entanto, no Brasil, as novas e grandes descobertas de hidrocarbonetos em reservatórios turbidíticos veio deixando as pesquisas com relação ao magmatismo em segundo plano, com uma menor importância.

Períodos com ocorrências de magmatismo são identificados em diversas bacias sedimentares brasileiras, como observada atualmente em cartas estratigráficas das bacias do Paraná, de Solimões, de Campos, entre outras. Esses episódios magmáticos caracterizam fases importantes na evolução geológica dessas bacias.

A Bacia de Pernambuco também é um exemplo de bacia com evento magmático apresentado em sua carta estratigráfica (Feijó 1994, Lima Filho 1998). Assim, esta bacia vem oferecer um excelente exemplo para a investigação da relação de suítes magmáticas neocretáceas no seu pacote sedimentar. Desta forma, este trabalho apresenta as diferentes relações existentes entre as rochas magmáticas e sedimentares, favorecendo na melhor definição da litoestratigrafia desta bacia.

2. A Bacia de Pernambuco

A Bacia de Pernambuco compreende uma estreita faixa paralela ao litoral pernambucano, possuindo uma forma alongada na direção N20°E, com uma extensão aproximada de 80 km e largura máxima de 12 km na sua porção emersa. Ela tem sua estratigrafia melhor conhecida na porção emersa (Lima Filho 1998), restando muitas incógnitas em sua parte *offshore*, em função da falta de acesso aos dados. Geograficamente, esta bacia limita-se a norte com a região metropolitana de Recife e a sul com a cidade de São José da Coroa Grande, na divisa com o Estado de Alagoas. O limite geológico a norte é dado pelo Lineamento Pernambuco, a sul pelo Alto de Maragogi e a oeste pelo Maciço Pernambuco-Alagoas como observado na Figura 1.

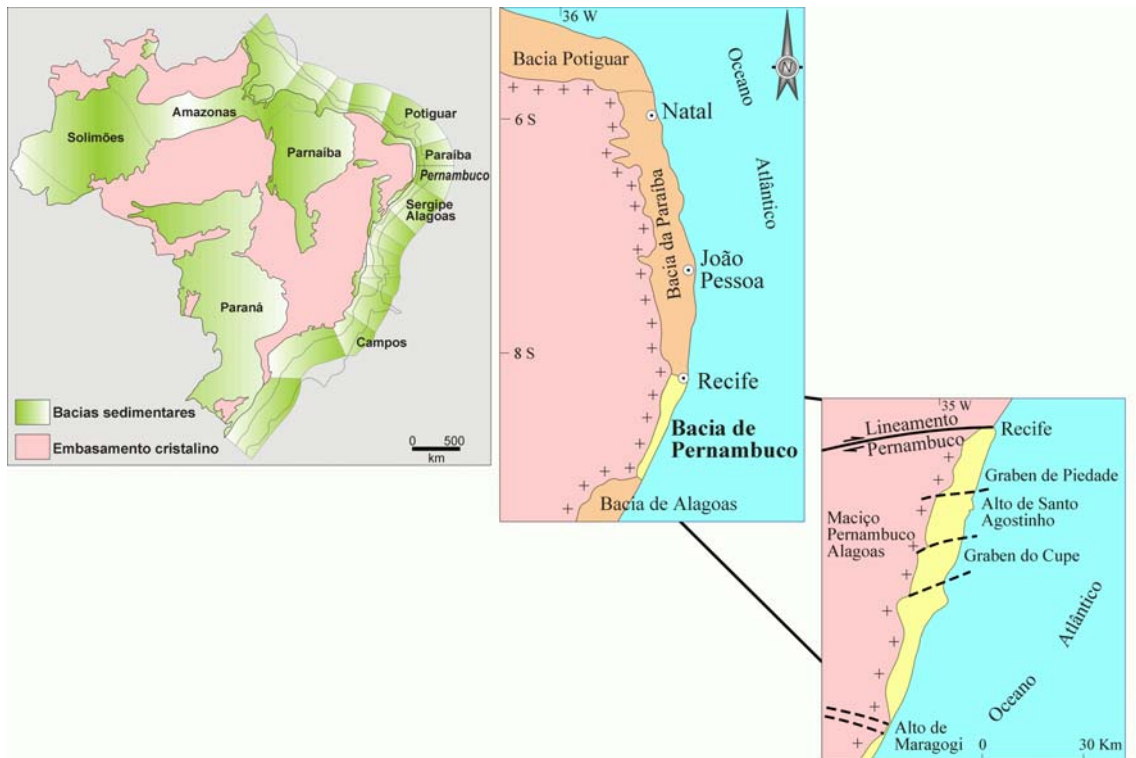


Figura 1: Mapa de localização da Bacia de Pernambuco no contexto das bacias sedimentares brasileiras.

As observações na porção *onshore* mostram que a bacia é composta na sua seção basal pelas rochas da fase rifte, de idade Aptiana-Albiana, caracterizadas pelos litotipos da Formação Cabo e da Província Magmática do Cabo (este último sendo detalhado mais adiante). A Formação Cabo é constituída por três fácies representativas de um sistema de leques aluviais identificadas como: a) fácies proximal, dada por conglomerados com seixos de gnaisses e granitos do embasamento; b) fácies mediana, marcada por arenitos conglomeráticos a médios arcoseanos; e c) fácies distal, formada por arenitos arcoseanos finos, intercalados com camadas argilosas, além de folhelhos pretos anóxicos. Representando a fase drifte da bacia são encontrados calcários e margas da Formação Estiva, com idade variando entre Albiano e Cenomaniano/Turoniano, caracterizando um ambiente transgressivo. Após o Turoniano ocorreu um segundo ciclo de sedimentação, marcado por uma fase regressiva, caracterizada pelos litotipos da Formação Algodoads, que são representados por um sistema fluvial entrelaçado a meandrante, caracterizado por conglomerados, arenitos médios a finos e argilitos. Por fim, sucedendo todas as litologias precedentes são observadas ainda na bacia rochas da Formação Barreiras, terraços pleistocênicos e sedimentos quaternários.

3. A Província Magmática do Cabo

A Bacia de Pernambuco mostra ampla variação de rochas vulcânicas e subvulcânicas associadas com rochas sedimentares, estando ambas relacionadas ao estágio rifte. Estas rochas compreende a Província Magmática do Cabo, ou alternativamente a Suíte Magmática Ipojuca (Cruz 2002), e é constituída principalmente por traquitos a traquiandesitos e riolitos, contendo ainda rochas de fluxo piroclástico (ignimbritos), basaltos e álcali-feldspato granito (Granito do Cabo). Essas rochas ocorrem em praticamente toda a bacia, embora predominando na região de Cabo-Ipojuca e Serinhaém, sob a forma de diques, derrames, soleiras, *plugs*, lacólitos ou corpos semi-circulares. Relações de campo e dados ^{40}Ar - ^{39}Ar da literatura (Lima Filho & Szatmari 2002) mostram que as rochas magmáticas definem pulsos sucessivos, os mais antigos representados pelos ignimbritos e pelo Granito do Cabo (*ca.* 110 Ma), e os mais jovens por basaltos, traquitos e riolitos (*ca.* 103-100 Ma).

4. Diferentes Relações Entre o Magmatismo e as Rochas Sedimentares

Observações de superfície e subsuperfície apontam para uma forte relação entre as diferentes rochas vulcânicas e sedimentares na Bacia de Pernambuco, neste segundo caso, em especial os arenitos grossos a médios da Formação Cabo. Outro fator importante que auxilia na melhor caracterização da litoestratigrafia da bacia são as diferentes relações identificadas também entre as próprias rochas vulcânicas.

Os dados de campo mostram que as rochas sedimentares da Formação Cabo são fortemente afetadas pelas rochas magmáticas, todavia, podem ser encontrados piroclásticas félsicas e traquitos, por vezes, sotopostos aos arenitos desta formação. São evidentes a presença de diques subverticais, de direção NE, de traquitos cortando os arenitos médios a grossos, com acamamento de baixo ângulo, dessa formação, como visto na Figura 2a, por vezes, gerando uma fina borda de resfriamento no contato entre essas duas litologias. Todavia é mais abundante a presença de traquitos como derrames e/ou soleiras intercalados nos litotipos da Formação Cabo. Riolitos também ocorrem intercalados na Formação Cabo, por vezes mostrando apófise cortando o acamamento da rocha sedimentar como exemplificado na Figura 2b. Também são encontrados riolitos sob a forma de domos afetando a Formação Cabo com todo o conjunto sendo capeado pelas rochas da Formação Algodoads como observado na Figura 3. Há ainda riolitos truncando siltitos da Formação Cabo, onde o acamamento sedimentar de mergulho suave (cerca de 20°), modificada para aproximadamente 60° no local da intrusão, como exemplificado na Figura 4.



Figura 2: (a) Dique subvertical de traquito cortando arenitos da Formação Cabo; (b) Riolito nas camadas da Formação Cabo com presença de apófise formado durante o evento tectônico.

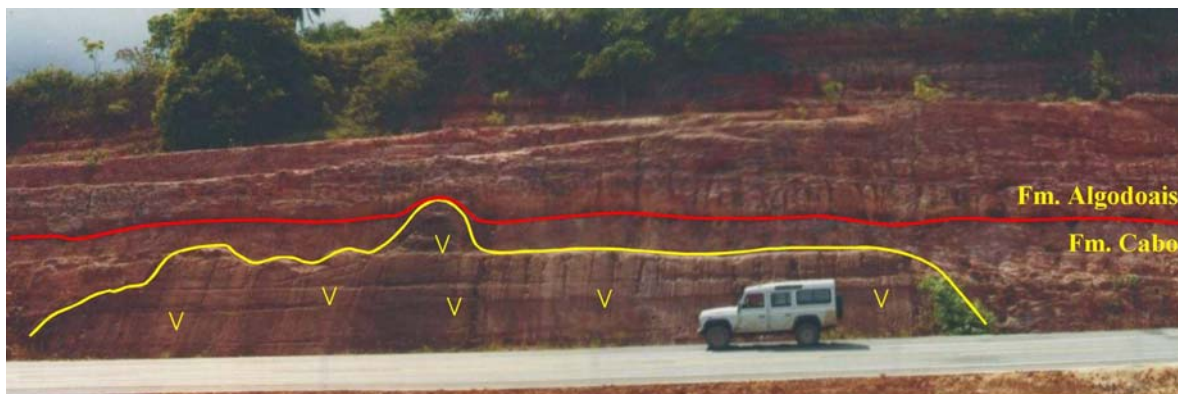


Figura 3: Domo riolítico afetando os arenitos da Formação Cabo, sendo ambos capeados pelos arenitos da Formação Algodãois.

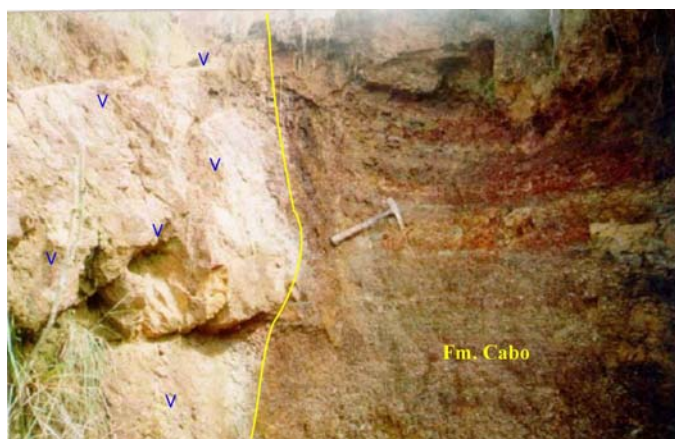


Figura 4: Dique de riolito cortando os siltitos da Formação Cabo. Notar a mudança brusca no mergulho do acamamento sedimentar.

Em dados de poços também é clara a presença de vulcânicas intercaladas na Formação Cabo, especialmente na fácies média a fina, a exemplo do que é observado nos poços 2-CP1-PE e 9-JG-1. De acordo com Pinho (1994) e Lima & Pinho (1997) é possível identificar uma maior presença de rochas como riolito e traquito, e mais subordinadamente basalto, afetando a Formação Cabo em subsuperfície, onde é evidente a formação de processos de ilitização e silicificação nessas rochas sedimentares afetadas pelo vulcanismo.

Com relação a Formação Algodãois, suas rochas encontram-se capeando as vulcânicas como visto na Figura 5, denotando assim serem mais jovens que esse magmatismo. Isto é corroborado através da presença de seixos vulcânicos na fácies conglomerática desta formação, predominando rochas de composição traquítica (Nascimento & Souza 2001).

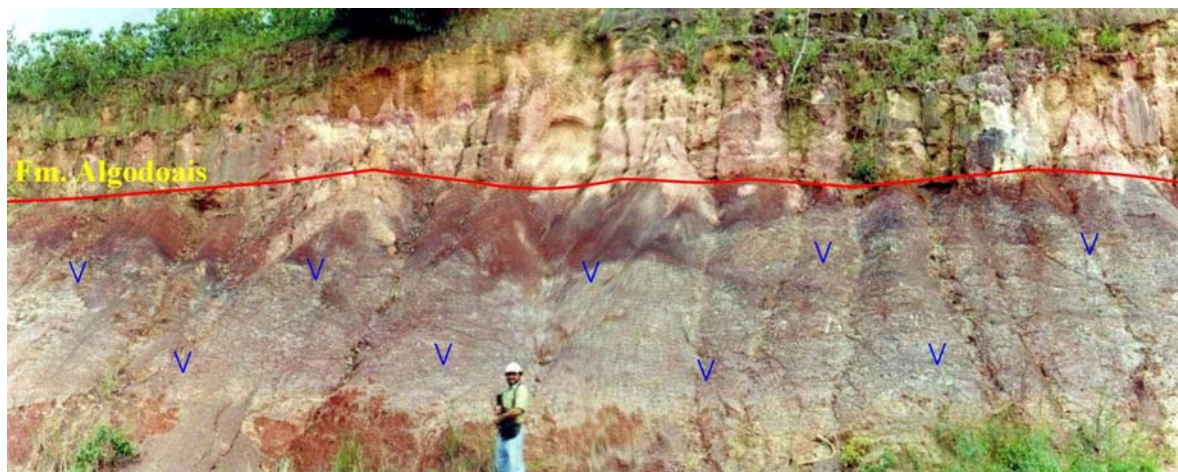


Figura 5: Derrame de traquito capeado por arenitos grossos a finos da Formação Algodãois.

Em campo observam-se também diferentes relações entre as próprias rochas vulcânicas, com destaque para a presença de um dique, escalonado por salto contínuo, de riolitos interceptando os derrames mais antigos de traquitos como observado na Figura 6. Contudo, relações sin-magmáticas entre riolitos e traquitos denotam uma certa contemporaneidade entre esses dois litotipos, deixando claro a presença de diferentes pulsos de rochas riolíticas na Província Magmática do Cabo.

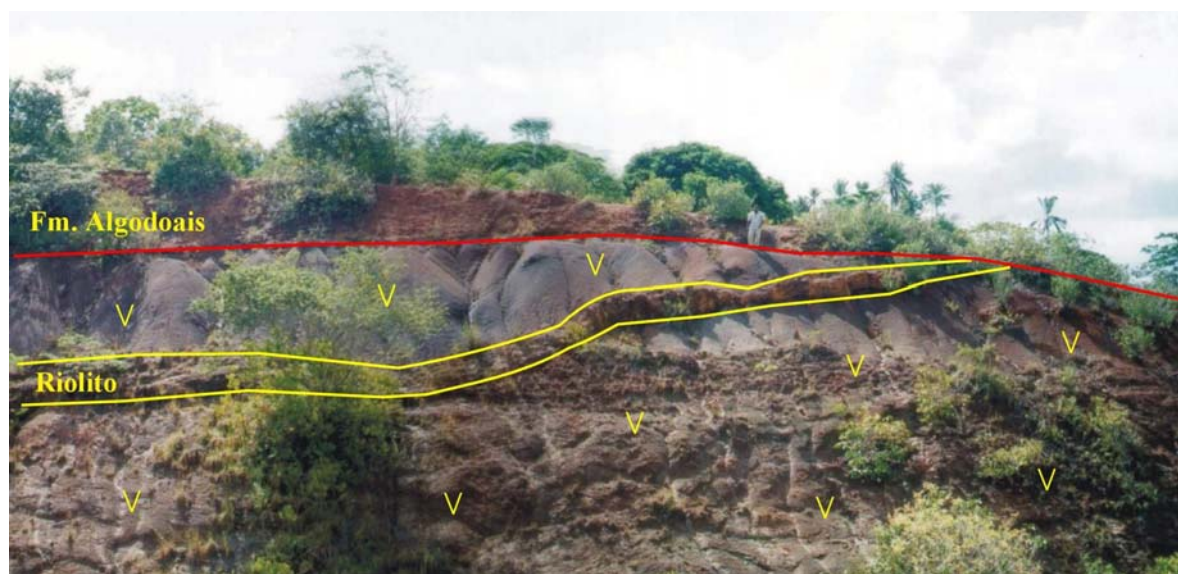


Figura 6: Derrame de traquito interceptado por dique de riolito mostrando-se escalonado por salto contínuo. Notar que ambos os litotipos vulcânicos são capeados pelos arenitos da Formação Algodóais.

6. Considerações Finais

As relações de campo adicionadas aos dados de poços deixam evidentes a contemporaneidade entre a deposição das rochas sedimentares da Formação Cabo e as vulcânicas da Província Magmática do Cabo durante a fase rife da Bacia de Pernambuco, o que pode ter ocasionado no período de deposição dessas rochas sedimentares um aumento na temperatura gerando, mesmo que parcialmente, o “cozimento” dessas rochas. A presença de borda de resfriamento e os processos de ilitização e silicificação confirmam este parcial cozimento, podendo assim originar rochas selantes favorecendo no armazenamento e aprisionamento de petróleo. O aporte de fluidos magmáticos derivados de intercalações / soleiras recorrentes das intrusivas nas rochas da Formação Cabo também devem ter contribuído, a depender do volume de material, da temperatura dos fluidos e da duração dos eventos magmáticos, para o aquecimento, a remobilização e a maturação da matéria orgânica porventura existente nas fácies distais dessa formação. Por fim, as estruturas geradas através das intrusões magmáticas nas rochas sedimentares observadas em superfície, podem ser úteis para um maior entendimento com relação a possíveis trapas formadas em subsuperfície, como já mencionados em trabalhos como os de Zalán *et al.* (1985), Conceição (1992) e Conceição *et al.* (1993).

Com relação a deposição da Formação Algodóais sobre as vulcânicas já previamente formadas, confirmada através da presença de seixos na fácies conglomerática, denota que não houve nenhum envolvimento térmico entre essas diferentes rochas durante a deposição dessa formação, pelo menos no que concerne ao evento magmático cretácico (110-100 Ma).

Por fim, as relações de campo observadas entre as próprias rochas vulcânicas deixam clara que as mesmas foram formadas em um curto espaço de tempo, contudo, é possível que tem havido diferentes pulsos de magmas ácidos, com rochas riolíticas mais jovens, atestada pelo exemplo dos diques que cortam derrames de traquitos.

7. Agradecimentos

O primeiro autor agradece à Agência Nacional do Petróleo (ANP) pela concessão da bolsa de estudo e pelo financiamento das pesquisas. Os autores são gratos aos colegas Jaime F. Eiras (UFPA, ANP/PRH-06), Daisy B. Alves (PETROBRAS/CENPES) e Joaquim R. Wanderley Filho (PETROBRAS/UN-BSOL) pelo incentivo e auxílio na elaboração de trabalhos sobre a influência de magmatismo em bacias sedimentares.

8. Referências

- ALVES, D. B., FONSECA, T. C. O., FARIA, R. T., SZATMARI, P., EIRAS, J. F., WANDERLEY FILHO, J., MENEZES, J. R. C., FIGUEIRAS, A. J. M. ICP-MS melhora a correlação estratigráfica das soleiras de diabásio da Bacia do Solimões. In: *Rio Oil & Gas Expo and Conference*, Rio de Janeiro, CD-Rom, Trabalho IBP32300, out, 2000.
- ALVES, D. B., RODRIGUES, R. Influência das intrusões ígneas nos folhelhos devonianos da Bacia do Amazonas. In: *Simpósio sobre vulcanismo e ambientes associados*, 2, Belém : SBG, p. 51-51, nov, 2002.
- BENDER, A. A., EIRAS, J. F., WANDERLEY FILHO, J. R., BARBOSA FILHO, C. M. Quantificação 3D da evolução termal da Bacia do Solimões e suas implicações petrolíferas. In: *Simpósio de Geologia da Amazônia*, 7, CD-Rom, Belém : SBG, nov, 2001.
- CHEN, Z., YAN, H., LI, J., ZHANG, G., ZHANG, Z., LIU, B. Relationship between tertiary volcanic rocks and hydrocarbons in the Liaohe Basin, People's Republic of China. *Am. Assoc. Petr. Geol.*, v. 83, n. 6, p. 1004-1014, 1999.
- CONCEIÇÃO, J. C. J. Estilos estruturais associados a intrusões ígneas em bacias sedimentares. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 157p, 1992.
- CONCEIÇÃO, J. C. J., ZALÁN, P. V., DAYAN, H. Deformações em rochas sedimentares induzidas por intrusões magmáticas: classificação e mecanismos de intrusão. *Bol. Geoc. Petr.*, v. 7, n. 1/4, p. 57-91, 1993.
- CRUZ, L. R. *Mapeamento geológico da região de Cabo (PE), Sub-Bacia de Pernambuco*. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Curso de Geologia, Natal, Relat. Graduação, 74p, 2002.
- EIRAS, J. F., WANDERLEY FILHO, J. R. Ocorrências de petróleo relacionadas a rochas magmáticas fanerozóicas. In: *Simpósio sobre vulcanismo e ambientes associados*, 2, Belém : SBG, p. 54-54, nov, 2002.
- EIRAS, J.F., WANDERLEY FILHO, J. R. Sistemas petrolíferos ígneo-sedimentares. In: *Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo & Gás*, 2, Rio de Janeiro, jun, 2003. (neste evento)
- FEIJÓ, F. J. Bacia Pernambuco-Paraíba. *Bol. Geoc. Petr.*, v. 8, p. 143-147, 1994.
- LIMA FILHO, M. F. *Análise estratigráfica e estrutural da Bacia Pernambuco*. Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 139p, 1998.
- LIMA FILHO, M. F., SZATMARI, P. Ar-Ar geochronology of volcanic rocks of the Cabo Magmatic Province (CMP) – Pernambuco Basin. In: *Simpósio sobre vulcanismo e ambientes associados*, 2, Belém : SBG, p. 59-59, nov, 2002.
- LIMA, W. S., PINHO, G. D. C. Petrographic characterization of the syn-rift volcanics from the Cabo Province, northeastern Brazil and its relations to the surrounding sediments. In: IGCP Project 381 - South Atlantic Mesozoic Correlations, Rio de Janeiro, *SAMC News*, v. 7, p. 18-20, 1997.
- MIZUSAKI, A. M. P. *Rochas ígneo-básicas do Neocomiano da Bacia de Campos – caracterização e comportamento como reservatório de hidrocarbonetos*. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 104p, 1986.
- NASCIMENTO, M. A. L., SOUZA, Z. S. Caracterização petrográfica e geoquímica de rochas traquíticas na Província Magmática do Cabo, Bacia de Pernambuco, Nordeste do Brasil. In: *Simpósio de Geologia do Nordeste*, 19, Natal : SBG, p. 264-265, nov, 2001.
- ORCHUELA, I. A., ARTEAGA, M., PALADE, S. E. Reservorios en rocas ígneas de yacimientos gaseíferos en Cuenca Neuquina. BIP, p. 114-124, 1989.
- PINHO, G. C. Descrição das lâminas delgadas de amostras de calha do Poço 2-CPE-1-PE. Aracaju/SE, DENEST/DIREX/SELAG, PETROBRAS, Publicação interna, 1994.
- ROISENBERG, A., MIZUSAKI, A. M. P., BORBA, A. W. Reservatórios não-convencionais de hidrocarbonetos – exemplos em rochas vulcânicas. In: *Simpósio sobre vulcanismo e ambientes associados*, 2, Belém : SBG, p. 68-68, nov, 2002.
- SCHIUMA, M. F. Reservorios de hidrocarburos en rocas ígneas fracturadas. BIP, p. 35-45, 1988.
- ZALÁN, P. V., CONCEIÇÃO, J. C. J., ASTOLFI, M. A. M., APPI, V. T., WOLFF, S., VIEIRA, I. S., MARQUES, A. Estilos estruturais relacionados a intrusões magmáticas básicas em rochas sedimentares. *Bol. Técn. Petr.*, v. 28, n. 4, p. 221-230, 1985,