

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



TÍTULO DO TRABALHO:

**REATIVAÇÃO RÚPTIL DA ZONA DE CISALHAMENTO PERNAMBUCO LESTE?
IMPLICAÇÕES DOS RESULTADOS NA EVOLUÇÃO DA BACIA DE PERNAMBUCO**

AUTORES:

¹Sérgio P. Neves, ¹Gorki Mariano, ¹Isaac Thompson C. A. Santos, ¹Cristiane M. Lima

INSTITUIÇÃO:

Universidade Federal de Pernambuco

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.

REATIVAÇÃO RÚPTIL DA ZONA DE CISALHAMENTO PERNAMBUCO LESTE? IMPLICAÇÕES DOS RESULTADOS NA EVOLUÇÃO DA BACIA DE PERNAMBUCO

Abstract

A área estudada é composta por rochas metamórficas, dos tipos: ortognaisses, correspondente ao embasamento da região; paragnaisses, estes intercalando-se a quartizitos definindo uma sequência parasedimentar supracrustal; e variações miloníticas (protomilonitos, milonitos e ultramilonitos) relacionadas a zonas de cisalhamento. Além de corpos graníticos tradicionalmente definidos como sin a tardi cinemáticos em relação a orogenia brasileira.

Estudados os aspectos microestruturais e definidas as paragênes minerais, estimou-se nos ortognaisses características metamórficas indicativas de fácies Xisto verde e Anfibolito, indicando uma variação na temperatura de metamorfismo nesta região.

Em relação ao comportamento das feições estruturais da área, evidenciou-se num contexto geral uma foliação de alto ângulo de direção NE-SW e mergulho para sudeste. Lineações contidas nestas foliações possuem caimento sub-horizontal e estão na maioria dos casos próximas ao paralelismo com os planos as contêm, ora megulhando para NE e ora para SW.

Como principal feição metamórfica e estrutural da área tem-se a Zona de Cisalhamento Pernambuco (ZCPE), a qual perfaz a área de leste a oeste com uma largura variando entre 2 e 4 km, esta possui direção aproximada E-W e está litologicamente relacionada a milonitos e suas variações. A ZCPE apresentou indicadores cinemáticos principalmente dos tipos: porfiroclastos com sombra de pressão e foliação S-C, os quais indicaram uma tectônica de rejeito direcional dextal.

Ocorrem ainda zonas de cisalhamento de importância secundária em relação a magnitude das deformações ocasionadas pela ZCPE, estas posicionam-se com direções variando entre NE-SW a ENE-WSW, ou seja, em obliquidade com a Zona de Cisalhamento Pernambuco. Tais zonas também estão relacionadas a milonitos e ocorrem na área espaçadamente de leste a oeste, separadas por porções não cisalhadas. Esta informação associada ao comportamento de suas direções definiu para estas feições zonas de cisalhamento sistemáticas com recobrimento a direita, nas quais evidencia-se transcorrência dextral.

Uma feição interessante de comportamento rúptil mapeada, é a presença falhas transcorrentes que ocorrem no interior da ZCPE em dois padrões direcionais distintos: um NNW – SSE, este sinistral, e outro NE-SW, para a qual não foi possível determinar o sentido do movimento. Tais falhas foram definidas como par cisalhante, tardio à formação das foliações dos milonitos na ZCPE, mas provavelmente decorrente de uma fase final do evento Basiliano.

Uma litologia diferenciada foi mapeada em campo, trata-se de um dique basáltico de direção N-S que trunca a foliação de sua encaixante. Esse litotipo é de suma importância no que se refere ao objetivo do trabalho, uma vez que este mapeamento foi realizado com enfoque em evidências de reativação da ZCPE. No entanto sua estrutura encontra-se intensamente fraturada, fraturas estas preenchidas por alteração secundária (calcita), o que impossibilita a aplicação de métodos de datação, nos quais se obteria a informação necessária para sugerir a ocorrência de reativação ou não da ZCPE no cretácio durante a abertura do Oceano Atlântico.

Introdução

Este trabalho foi desenvolvido com caráter de monografia do curso de Geologia, e consistiu principalmente na realização de um mapeamento geológico e estrutural de detalhe, buscando evidências da reativação da Zona de Cisalhamento Pernambuco (ZCPE) na sua porção leste, durante o Cretáceo. Reativação esta associada ao desenvolvimento das bacias costeiras de Pernambuco e Paraíba. Este estudo é parte de uma pesquisa mais ampla que visa compreender toda a estruturação e evolução das Bacias Pernambuco e Paraíba, dentro do projeto: Estudo Geodinâmico das Bacias Sedimentares Onshore do Tipo Rift de Sergipe-Alagoas e Pernambuco e Seus Embasamentos Cristalinos, coordenado pelo Professor Dr. Mário Ferreira de Lima Filho.

Neste trabalho são apresentadas as unidades litológicas da área mapeada com ênfase nos aspectos estruturais, especialmente no que concerne a zonas de falha e cisalhamento e às texturas e estruturas metamórficas nelas contidas e apresentado um mapa geológico com as novas informações adquiridas durante o desenvolvimento dos trabalhos de campo.

Metodologia

A determinação geológica/estrutural da área foi feita a partir de levantamentos bibliográficos sobre a geologia regional da área, trabalhos de campo, trabalhos de gabinete, além de trabalhos de laboratório.

O trabalho de campo foi efetuado com o auxílio das cartas topográficas Gurjaú (SC.25-V-A-II-2-SE), Jaboatão (SC.25-V-A-II-2-NE), Tapacurá (SC.25-V-A-II/2-NOMI-1371/2-NO), Vitória de Santo Antão (SC.25-V-A-II-1-NE), Massaranduba (SC.25-V-A-II/2-SOMI-1371/2-SO) e Pacas (SC.25-V-A-II-1-SE), todas na escala 1:25.000. Além da folha topográfica Vitória de Santo Antão (SC.25-V-A-II) na escala 1:100.000 e o mapa geológico Vitória de Santo Antão (SC.25-V-A-II) também na escala 1:100.000 (Rocha, 1985).

As etapas de mapeamento geológico foram concluídas com a visita a 83 afloramentos. A utilização de fotografias aéreas também foi imprescindível na composição do mapa geológico, para tanto foram utilizadas 40 fotos na escala 1:30.000 com o intuito de auxiliar na interpretação das feições litológicas e estruturais da área.

Durante as etapas de mapeamento foi dada importância especial à identificação de rochas magmáticas e estruturas geradas num evento pós-brasiliano e que fosse possível datação, tais como diques e sills de rochas vulcânicas, pseudotaquilitos e cataclasitos.

Resultados e Discussão

As informações coletadas durante o desenvolvimento deste trabalho permitiram concluir que a área de estudo trata-se de uma região exposta a intenso metamorfismo regional e dinâmico, este último com maior expressividade na parte central da área, onde se encontra a Zona de Cisalhamento Pernambuco. A geologia da área é composta por embasamento cristalino definido por ortognaisses granitos a dioríticos, sobreposto por rochas supracrustais pelíticas (paragnaisses) e quartzíticas, além das variações miloníticas, as quais estão relacionadas às zonas de cisalhamento presentes na área.

Para a individualização litológica do embasamento utilizamos as características de campo e petrográficas, além de descrição detalhada de lâminas delgadas. Mineralogicamente os ortognaisses granitos a dioríticos são compostos por: quartzo; feldspato potássico principalmente ortoclásio, além de pertita, mimerquita e microclina; e plagioclásio. O quartzo muitas vezes encontra-se estirado, definindo a foliação e quase sempre com extinção ondulante. O feldspato potássico é representado por cristais reliquiais e podem estar sofrendo corrosão, fraturamento, apresentarem orientação e mais

raramente recristalizados. Os plagioclásios muitas vezes sofrem sericitização e podem também estar fraturados, corroídos e orientados. Além das fases formadoras de rochas, também estão presentes: biotita, principal formadora de foliação; hornblenda, titanita, apatita, epidoto e opacos.

A unidade metassedimentar consiste em basicamente paragneisses pelíticos com intercalações de quartzitos. Os paragneisses pelíticos são compostos por quartzo, feldspato potássico e plagioclásio, além de serem ricos em biotita e muscovita com predomínio da primeira, contendo também bastante granada. Os quartzitos são essencialmente compostos por quartzo e vez por outra são encontradas biotitas em sua estrutura.

As rochas miloníticas a ultramiloníticas ocorrem na região como rochas derivadas de processos de deformação intensos, estes são definidos como provenientes de faixas de baixa e alta temperaturas.

No entanto os cinturões de alta temperatura, relacionados aos milonitos e protomilonitos, são predominantes na área perfazendo dezenas de quilômetros tanto no interior da ZCPE como nas zonas de cisalhamento transversais a esta. A este contexto deformacional estão relacionados: microfraturas preenchidas por quartzo em cristais de feldspato potássico; recristalização de quartzo e feldspatos organizados em bandas deformacionais; presença localizada de mimerquita; e estabilidade de biotita e hornblenda indicando condições de metamorfismo no facies anfibolítico.

As faixas de baixa temperatura são representadas pelos ultramilonitos e se restringem a faixas delgadas com algumas centenas de metros de extensão. A estes está relacionada uma assembléia mineral quartzo-biotita (marrom e verde)-epidoto-clorita, a qual é tipicamente de condições da fácies xisto verde (400-800° C).

Embora ocorram principalmente relacionadas à ZCPE as rochas miloníticas podem ser localmente encontradas fora deste contexto, relacionadas a falhas e zonas de cisalhamento secundárias, oblíquas à ZCPE. Tais zonas de cisalhamento ocorrem na área espaçadamente de leste a oeste com direções variando entre NE-SW e ENE-WSW de forma a definirem recobrimento a direita (Fig. 53) e possuindo rejeito direcional dextral.

A respeito dos aspectos estruturais, tanto o embasamento como as rochas supracrustais e as variações miloníticas ocorrem na área com foliação de alto ângulo. No geral estas foliações obedecem a uma direção preferencial NE-SW, estando na maioria dos casos com mergulhos para SE. As lineações de estiramento mineral associadas às foliações miloníticas possuem sentido de caimento ora para NE ora para SW, sendo tais estruturas mais frequentemente localizadas nas rochas miloníticas dentro da ZCPE. Tais lineações podem caracterizar processos deformacionais polifásicos, o que aqui corresponde primeiro a fase deformacional de formação da foliação de alto ângulo e segundo ao período de transcorrência que gera as lineações.

De forma menos frequente também ocorrem lineações de estiramento em planos de falhas, tais lineações estão paralelas ou próximas ao paralelismo com os planos que as contêm. A intensidade de caimento das lineações é sempre suave ficando subhorizontal nas zonas cisalhamento.

Um caso isolado de dobramento ocorre nos metassedimentos na porção extremo NW da área (Rocha, 1990) podendo ser relacionado a um sistema compressivo em função da ocorrência de lineações com forte caimento (85°).

As lineações de caimento suave a subhorizontais associadas a planos de foliação tectônica vertical permitem estabelecer a forte influência de um regime tectônico transcorrente para a área.

Baseado em trabalhos anteriores realizados não só nesta área mas também no entorno da mesma, foi possível observar que as rochas do embasamento têm idade de cristalização em torno de 2.2-2.0 G.a (Santos, 1995; Van Schmus et al., 1995; Brito Neves et al., 2001a,b; Neves et al., 2004, 2006), estando relacionadas à Orogenia Transamazônica, correspondem ao principal período de formação crustal para a Província Borborema. Subseqüentemente ocorreu deposição de rochas sedimentares caracterizadas pela ocorrência de um ambiente transicional entre continental e marinho.

As estruturas aqui encontradas se enquadram consistentemente com pesquisas anteriormente já feitas. Tomando isto como apoio, o embasamento, milonitos e as rochas metassedimentares foram deformadas durante o ciclo Brasiliano, que foi o período de grande importância para a formação das foliações e lineações existentes na região 650-640 M.a. (Neves., 2003).

A Zona de Cisalhamento Pernambuco é a principal feição metamórfica e estrutural da área, sendo caracterizada por uma forte foliação milonítica subvertical, apresentando rejeito direcional dextral definido principalmente por critérios cinemáticos do tipo foliação S-C e porfiroclastos de feldspatos sigmoidais ou com sombra de pressão. A ZCPE perfaz a área em sua porção central de leste a oeste variando em largura de 2 a 4 km. A ela está associada essencialmente a litologia milonítica de protólito granítico, sobre os quais ocorrem variações da temperatura de deformação, resultando em porções localizadas de ultramilonitos, mas prevalecendo os milonitos propriamente dito.

Dentro da Zona de Cisalhamento Pernambuco leste ocorrem ainda falhas transcorrentes, em duas direções principais, uma delas truncando a foliação, para a qual foi atribuída sentido de movimento sinistral e outra paralela à mesma, na qual não foi possível determinar o sentido de movimento. Tais comportamentos das falhas resultam em um ângulo de aproximadamente 60° entre as mesmas, logo estas possivelmente atuam como par conjugado. Além disto, as falhas mencionadas evidenciam uma tectônica posterior à geração da foliação presente na ZCPE, pertencendo provavelmente ao final do mesmo evento tectônico.

Durante o desenvolvimento deste trabalho não foram encontrados indícios fortes de reativação tectônica da ZCPE durante a abertura das bacias marginais. Todas as feições rúpteis podem ser explicadas como tendo sido geradas em uma fase tardia dentro do mesmo ciclo tectônico (ciclo Brasiliano).

É importante ressaltar que trabalhos adicionais são necessários para que seja de fato comprovado a ausência de reativação da ZCPE, uma vez que o único pulso magmático (dique basáltico) que foi encontrado na área cortando a ZCPE e com orientação N-S, compatível com a tectônica relacionada a abertura do Atlântico, não pode ter sua idade determinada em função do elevando grau de alteração secundária.

Conclusões

A área de estudo é caracterizada pela ocorrência de rochas metamórficas e algumas intrusões ígneas em sua porção sul. Dentre as rochas metamórficas estão as ortoderivadas correspondentes ao embasamento, as paraderivadas e os protomilonitos, milonítios e ultramilonitos. Os ortognaisses foram definidos como tendo protólitos graníticos a dioríticos, as rochas paraderivadas são paragnaisses pelíticos com intercalações quartzíticas, os protomilonitos, milonitos e ultramilonitos possuem como protólitos rochas graníticas, as intrusões graníticas são sin a tarditectônicas em relação à orogênese brasileira.

Em um contexto geral as unidades metamórficas apresentaram foliação de alto ângulo, e critérios cinemáticos diversos, como: porfiroclastos com sombra de pressão e cauda de recristalização; mica fish; kinkbands e foliação S-C, que indicam a importância dos movimentos transcorrentes.

Como principal feição estrutural, encontra-se a Zona de Cisalhamento Pernambuco Leste, na qual ocorrem os milonitos com foliação de alto ângulo, associadas a lineações de caimento suave a subhorizontais evidenciando tratar-se de movimento transcorrente. Falhas que truncam a foliação milonítica em duas direções opostas, foram interpretadas como produto da fase final de mesmo um evento.

As faixas de milonitos transversais a ZCPE mostram recobrimento a direita como já foi proposto por Neves e Mariano (1999).

Seguindo os estudos feitos chegou-se a seguinte conclusão para a evolução geológica da área:

- a) formação da crosta (ortognaisses graníticos a dioríticos) em torno no período Transamazônico (ca 2,0 Ga) (Santos, 1995; Van Schmus et al., 1995; Brito Neves et al., 2001a,b; Neves et al., 2004, 2006).
- b) deposição de rochas sedimentares em um ambiente tipicamente transicional entre continental e marinho, com idade máxima de deposição em torno de 650 Ma.
- c) durante o ciclo Brasileiro ocorreram os processos deformacionais para os sedimentos e para o embasamento juntamente com a intrusão dos granitóides localizados ao sul da área. Durante este período as rochas pré-existentes foram deformadas em falhas e zonas de cisalhamento transcorrentes caracterizado pelos aspectos estruturais e suas orientações.

Um dos aspectos mais importantes revelados por este estudo é o fato de não terem sido encontradas rochas tais como pseudotaquilitos, brechas de falhas e intrusões que possibilitassem a proposição de reativação da ZCPE durante o desenvolvimento das bacias costeiras no Cretáceo. A única ocorrência de magmatismo basáltico cortando a foliação tectônica e com direção essencialmente N-S, que poderia ter relação direta com os eventos tectônicos que culminaram com a abertura do Atlântico, não pode ser datada em função do seu elevado grau de alteração secundária, caracterizada por abundantes cristais de calcita preenchendo fraturas e estruturas vesiculares.

Agradecimentos

Agradeço em especial ao meu orientador e amigo Professor Dr. Gorki Mariano, pelo apoio científico, companheirismo e sobre tudo pela paciência no desenvolvimento do trabalho. Sua ajuda foi de grande importância do início até a conclusão desta monografia.

Agradeço a minha amiga Cristiane Marques, sua ajuda técnica e incentivo, tanto nas etapas de campo como nos trabalhos de gabinete foram fundamentais.

Agradeço ao Professor Sérgio Pacheco Neves, pela ajuda nas etapas de campo, e por sempre estar disposto a tirar qualquer dúvida durante a realização do trabalho.

Agradeço ao Professor Dr. Mario de Lima Filho e à Bióloga Sônia Agostinho, pela orientação e incentivo em todas as etapas realizadas neste trabalho.

Agradeço à ANP e ao PRH 26 (Agência Nacional de Petróleo) pela bolsa e apoio financeiro nas etapas de campo.

Agradeço ao TECMA (Grupo de Tectônica e Magmatismo) que deu suporte para a elaboração deste trabalho.

Agradeço ao Departamento de Geologia – UFPE, pela estrutura que nos permite desenvolver os trabalhos científicos.

Referências Bibliográficas

- Brito Neves, B.B., Campos Neto, M.C., Van Schmus, W.R., Fernandes, T.M.G. and Souza, S.L., 2001. O terreno Alto Moxotó no leste da Paraíba (Maciço Caldas Brandão). *Revista Brasileira de Geociências* 31, 185-194.
- Neves et al., 2006. 70 m.y. of synorogenic plutonism in eastern Borborema Province (NE Brazil): temporal and kinematic constraints on the Brasiliano Orogeny. *Geodinamica Acta*.
- Neves, S.P., Araújo, A.M.B., Correia, P.B. and Mariano, G., 2003. Magnetic fabrics in the Cabanas Granite (NE Brazil): interplay between emplacement and regional fabrics in a dextral transpressive regime. *Journal of Structural Geology* 25, 441-453.
- Neves, S.P. and Mariano, G., 1999. Assessing the tectonic significance of a large-scale transcurrent shear zone system: the Pernambuco lineament, northeastern Brazil. *Journal of Structural Geology* 21(10), 1369-1383.
- Santos, E.J., 1995. O complexo granítico de Lagoa das Pedras: acreção e colisão na região de Floresta (PE), Província Borborema. PhD thesis Thesis, Universidade de São Paulo.
- Van Schmus, W.R., Brito Neves, B.B., Hackspacher, P. and Babinski, M., 1995. U/Pb and Sm/Nd geochronologic studies of the eastern Borborema Province, northeastern Brazil: initial
- Rocha, D.E.G.A.; Barbosa, A.J.; Silva Filho, M. A. Mapa Geológico Vitória de Santo Antão, CPRM Recife, 1985.