



Neotectônica Atuante na Região do Baixo Rio Sergipe

José Batista Siqueira¹ & Vitor Emmanuel Paes Silveira¹

Resumo: Na Bacia do Rio Sergipe, região litorânea do estado homônimo, a Formação Barreiras apresenta-se depositada sobre rochas da Sub-Bacia de Sergipe, do Cretáceo, e da Faixa de Dobramentos Sergipana, Neoproterozóica. Este trabalho mostra as estruturas originadas devido à atuação da Neotectônica na Formação Barreiras, e suas relações com o arcabouço tectônico da Faixa de Dobramentos Sergipana. As atividades foram desenvolvidas em etapas, que envolveram revisão bibliográfica, traçado dos fotolineamentos a partir da drenagem no software geomática, análise estatística no spring e interpretação. Os fotolineamentos do embasamento com trends NE devem relacionar-se com as falhas normais, e os trends de direção NW com as falhas de transferência. As falhas e fraturas medidas com orientação N10E a NNW estariam relacionadas às falhas normais aproximadamente N-S do estágio inicial da abertura da Bacia Sergipe-Alagoas. A ortogonalidade entre as falhas NE e NW, pode ser interpretado como resultado da alternância de direção entre os tensores sub-horizontais σ_2 e σ_3 .

Palavras-Chave: Neotectônica; Formação Barreiras; Reativação de Falhas.

Abstract: In the Sergipe River Basin, in the coastal region of the homonymous state, the Barreiras Formation is deposited on rocks of the Sergipe Sub-Basin, the Cretaceous, and the Sergipana, Neoproterozoic Fold Strip. This work shows the structures originated due to Neotectonics active in the Barreiras Formation, and its relations with the tectonic framework of the Sergipana Fold Strip. The activities were developed in stages, which involved bibliographical revision, tracing of photolinements from the drainage in the geomatic software, statistical analysis in the spring and interpretation. The basement photolinements with NE trends should relate to normal faults, and the NW direction trends with transfer faults. Faults and fractures measured with orientation N10E to NNW would be related to normal faults approximately N-S of the initial opening stage of the Sergipe-Alagoas Basin. The orthogonality between the NE and NW faults can be interpreted as a result of the alternating direction between the sub-horizontal tensors σ_2 and σ_3 .

Keywords: Neotectonics; Barreiras Formation; Fault Reactivation.

¹ Universidade Federal de Sergipe - UFS

Autor para correspondência: José Batista Siqueira

Universidade Federal de Sergipe - UFS. Av. Marechal Rondon s/n – 49100 000 - São Cristóvão - SE, Brasil.

E-mail: oju296@gmail.com

Recebido em 02 de Dezembro de 2016 / Aceito em 08 de Maio de 2017.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta evidências de neotectônica na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe/SE, na área referente ao seu baixo curso, região litorânea, onde ocorrem depósitos sedimentares da Formação Barreiras, principal marcador dessa deformação atual. A denominação Formação Barreiras como já é bastante difundida na literatura, será adotada neste trabalho. O termo “Grupo Barreiras” é uma proposta de Mabessone *et al.* (1972), que na década de 1980 já havia sido abandonada pelo autor principal.

De acordo com Saadi (1993) o termo neotectônica foi empregado pela primeira vez em 1948 pelo geólogo soviético V. A. Obruchev para definir movimentos da crosta terrestre que se instalaram durante o Terciário Superior e Quaternário. Pavlides (*apud* Lima, 2000), trata neotectônica como o estudo de eventos tectônicos jovens que ocorreram ou ainda estão ocorrendo em uma região qualquer após sua orogênese ou ajustamento tectônico mais significativo.

O termo neotectônica durante muito tempo foi alvo de discussões, principalmente em se tratando da abrangência de tempo entre regiões de margem ativa e margens passivas. Pois, para a primeira situação, os movimentos são considerados mais intensos e recentes, enquanto para a última os movimentos podem ser mais antigos e mais lentos. No caso da margem brasileira, Hasui (1990) considera como início de regime neotectônico o começo da deposição da Formação Barreiras e dos últimos pacotes das bacias marginais e o fim das manifestações magmáticas no Mioceno Médio.

Na área estudada, destacam-se setores com estruturação impressa nas

rochas da Formação Barreiras. Este tipo de feição foi descrito em alguns trabalhos pioneiros e atestam a ocorrência de eventos neotectônicos na região Nordeste (Jardim de Sá, 2001; Bezerra *et al.*, 2006; Lima *et al.*, 2006; Souza *et al.*, 2008).

Com base nestes princípios este trabalho tem como objetivo caracterizar as estruturas originadas pela neotectônica atuante na Região do Baixo Rio Sergipe (Figura 1), e interpretar suas possíveis relações com o arcabouço tectônico da Faixa de Dobramentos Sergipana e da Bacia Sergipe-Alagoas.

2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo situa-se dentro dos limites da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, na região do seu baixo curso, entre os paralelos 10°40'00”S e 11°00'00”S (Figura 1).

Nessa região ocorrem rochas da Faixa de Dobramentos Sergipana, Neoproterozóica, a noroeste; e as rochas originalmente depositadas durante o Cretáceo, que compõem o preenchimento da Bacia Sergipe-Alagoas. Sobrepondo essas seqüências destacam-se as rochas sedimentares terciárias mio-pliocênicas da Formação Barreiras e depósitos quaternários marinhos e fluviais (Figura 1).

3. METODOLOGIA DE TRABALHO

Na execução deste trabalho, as atividades foram desenvolvidas em etapas. A primeira etapa consistiu em uma revisão bibliográfica sobre a geologia e arcabouço tectônico da Faixa de Dobramentos Sergipana, da Bacia Sergipe-Alagoas e estudos relacionados à Neotectônica no Brasil, com destaque para região Nordeste. Na segunda etapa, foi vetorizada a rede de drenagem através de imagens de satélite com

auxílio do software, Google Earth e utilizando-se shapefiles de curvas de nível da topografia do Estado de Sergipe, disponibilizados em CD pela Secretaria de Recursos Hídricos do estado.

A partir da drenagem, foram traçados os fotolineamentos da área no software geomática, e os shapefiles foram exportados e utilizados para tratamento estatístico. Também foram utilizados critérios de interpretação, tais como: a retilinearidade de trechos fluviais, o alinhamento de um ou vários cursos d'água e a repetitividade no sentido de suas deflexões. Estes critérios podem indicar importantes corredores estruturais, que podem corresponder a traços de falha. Ao passo que variações na direção de cursos d'água de uma microbacia para outra podem indicar limites de blocos

tectônicos ou direções de basculamentos diferentes.

Os trabalhos de campo foram fundamentais para a caracterização de feições em afloramento, as quais serviram para comprovação da atuação da Neotectônica na área objeto desta pesquisa. Foram caracterizadas e medidas durante esta etapa direções e mergulhos das fraturas e falhas, através dos critérios amplamente divulgados na literatura a exemplo de Fossen (2012), as quais afetam as rochas da Formação Barreiras. Com os dados obtidos a partir das medidas realizadas em campo foram gerados estereogramas e rosetas, no software Openstereo para tratamento de dados estruturais, os quais foram em seguida interpretados.

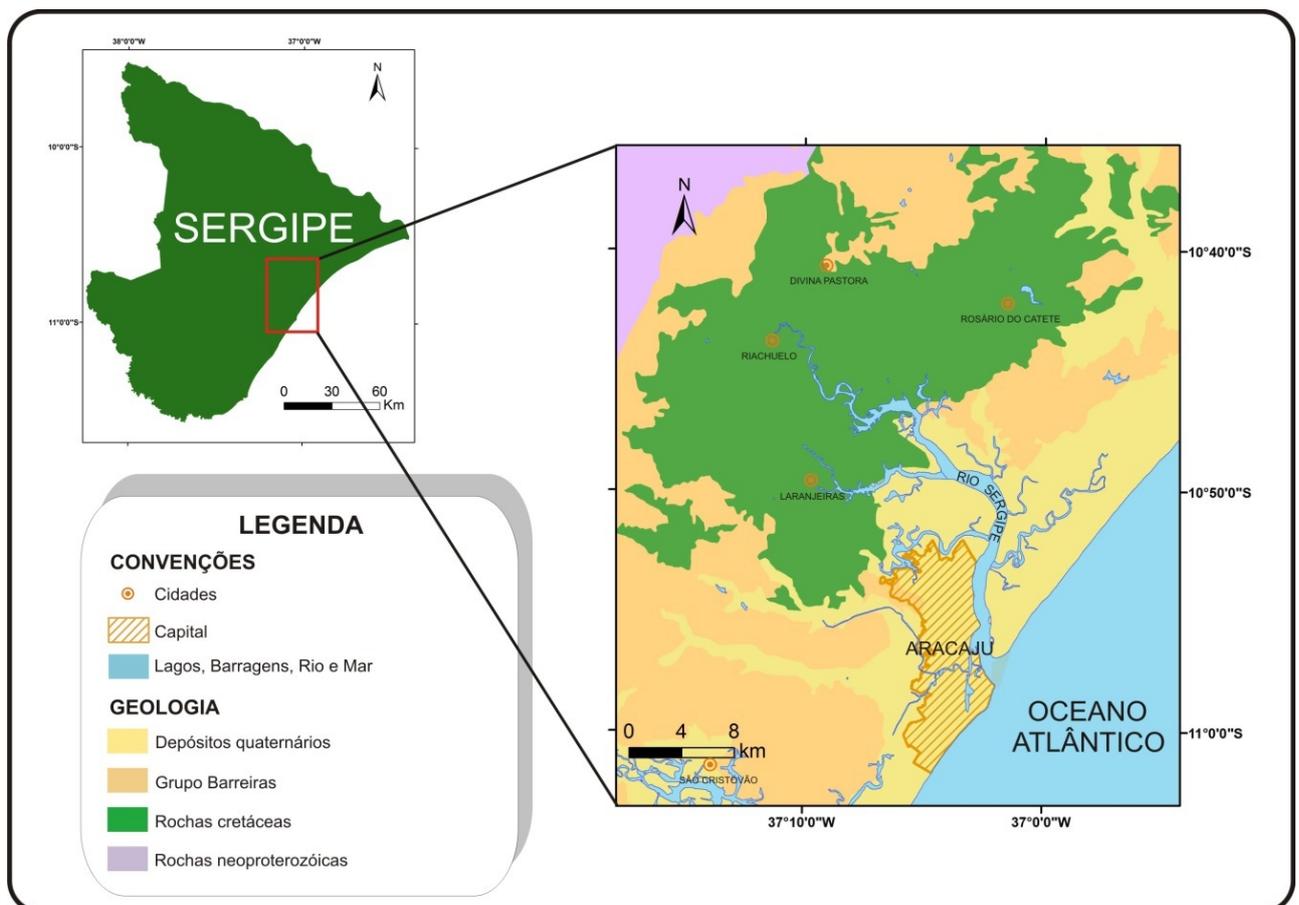


Figura 1: Mapa de localização e geologia simplificada. Fonte: Adaptado de CPRM (2003).

4. GEOLOGIA REGIONAL

Neste item serão abordados os principais aspectos geológicos e estruturais do embasamento e da bacia, visando dar suporte a evolução e compreensão do quadro geotectônico.

O contexto geológico da área é representado por litotipos que compreendem rochas do Crato São Francisco, bem como da Faixa de Dobramentos Sergipana (FDS). A Bacia Sergipe-Alagoas (BSEAL) é representada por rochas sedimentares silisiclásticas e carbonáticas. Os depósitos equivalentes a Formação Barreiras na área, têm ocorrência expressiva ao longo de toda a região costeira.

A Faixa de Dobramentos Sergipana (FDS) está dividida em cinco domínios litotectônicos, denominados de Sul para Norte: Estância, Vaza Barris, Macururé, Poço Verde-Marancó e Canindé. Sendo os três primeiros

domínios sedimentares e os dois últimos, terrenos alóctones acrescentados durante o Neoproterozóico (Figura 2). Esses domínios estão separados pelas zonas de cisalhamento Neoproterozóicas, Itaporanga (ZCI), São Miguel do Aleixo (ZCSMA), Belo Monte-Jeremoabo (ZCBMJ) e Macururé (ZCM) Bueno *et al.* (2009).

A Bacia Sergipe-Alagoas (BSEAL) tem o mais completo registro sedimentar dentre as bacias marginais brasileiras, com sedimentos dos estágios Sinéclise, Pré-rifte, Rifte, Transicional e Drifte. A BSEAL está dividida em duas sub-bacias: a Sub-bacia de Sergipe (SBSE), meridional e a Sub-bacia de Alagoas (SBAL) setentrional; sendo a primeira delimitada pela Falha de Itaporanga a sul e pelo Rio São Francisco a norte, e a última limitada a norte pelo Alto de Maragogi.

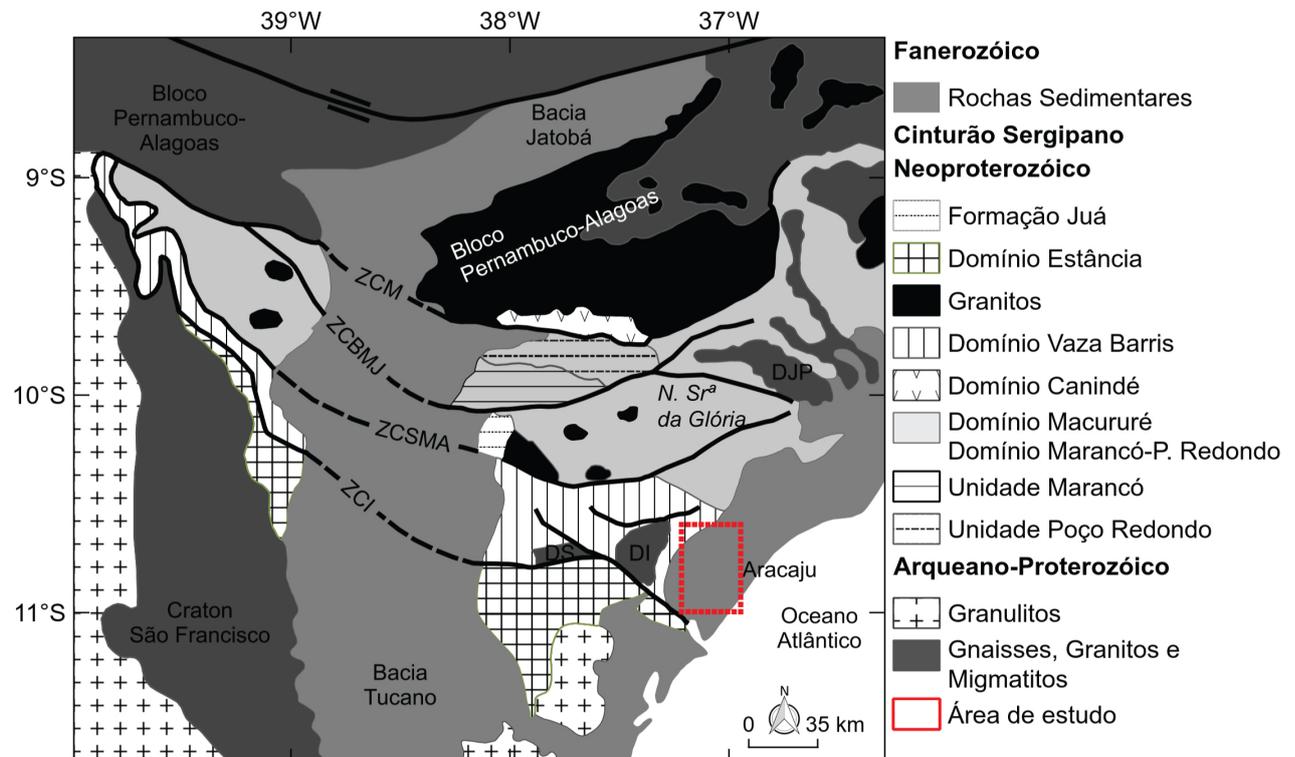


Figura 2: Mapa exibindo os principais domínios da Faixa de Dobramentos Sergipana. Fonte: Adaptado de Bueno *et al.* (2009).

A Formação Barreiras com idade atribuída ao Mioceno de acordo com Rossetti *et al.* (2013) e os terraços holocênicos completam as sequências litológicas da bacia. Essa formação é caracterizada por sua ocorrência contínua em tabuleiros ao longo de grande parte da costa brasileira, compreendendo a zona costeira entre os estados do Rio de Janeiro e Amapá. Os sedimentos que compõem essa formação são cascalhos, conglomerados, areias finas e grossas e níveis de argila, por vezes, com matriz caulínica de coloração variada (predominando cinza e vermelho), fracamente compactados, angulosos e mal selecionados (King, 1956; Schaller, 1969; CPRM, 2001).

Apesar de trabalhos anteriores classificarem o ambiente deposicional da Formação Barreiras como estritamente continental ao longo de toda sua área de ocorrência, foram comprovados depósitos com influência marinha em algumas regiões como no norte do Brasil, Sul da Bahia (Arai, 2006), em Alagoas (Rossetti & Góes, 2009) e nas margens equatorial e leste (Rossetti *et al.*, 2013). Ainda no nordeste brasileiro, Vilas Bôas (2001) estudando a Formação Barreiras no litoral norte da Bahia observou características deposicionais dominantes de leques aluviais e sistemas de rios entrelaçados relacionados com relevos íngremes, resultado de ação tectônica.

Alheiros *et al.* (1988) também encontraram um sistema deposicional em alto gradiente na região compreendida entre João Pessoa e Recife, com depósitos aluviais a oeste; progredindo para sistemas de rios entrelaçados e depósitos flúvio-lagunares a leste, assim como King (1956) que também descreve uma possível deposição dos sedimentos por leques aluviais a oeste progredindo para uma provável fácies lagunar a leste, no estado de Sergipe.

A sedimentação dessa formação está ligada a fatores climáticos influenciados por mudanças no nível do mar, onde durante períodos de mar baixo predominava o clima árido e durante mar alto o clima se tornava úmido (Bigarella & Andrade *apud* Vilas Bôas, 2001); e a soerguimentos epirogenéticos (Bigarella e Ghignone *apud* Vilas Bôas, *op. cit.*) que vêm ocorrendo desde o Terciário inferior.

Em Sergipe, Ponte (1969) verificou que a Formação Barreiras apresenta-se na forma de um lençol tabular acunhado em direção a oeste, com espessura de 20 a 30 metros nas áreas próximas à borda da bacia e de 100 a 120 metros quando próximo à costa. Altitudes de 150 metros são encontradas próximo às bordas da bacia, e diminuem para sudeste até as falésias litorâneas que têm suas escarpas protegidas por massas silicificadas de silcretes a 50 metros de altura.

Feições características de neotectonismo como dobras e falhas com rejeitos de metros afetando rochas da Formação Barreiras em Sergipe foram evidenciadas e interpretadas em trabalhos anteriores (King, 1956; Matos, 2013; inclusive com deformações de camadas cretáceas sotopostas (Lima *apud* Cruz, 2008). Variações de espessura de camadas da Formação Barreiras foram descritas no norte e sul da Bacia de Sergipe, respectivamente por Ponte (1969) e Tricart & Silva (1968), onde adelgaçamentos em altos estruturais e espessamentos em baixos foram atribuídos à *atividade tectônica concomitante à sua deposição*. Outros estudos a exemplo de (Bezerra *et al.*, 2001, 2007, 2008; Nóbrega *et al.*, 2005; Ferreira *et al.*, 2008; Nogueira *et al.*, 2010) comprovam a ocorrência de deformação no Mioceno e Pos-Mioceno da margem Brasileira, a qual influenciou a sedimentação e topografia dessa região.

5. ARCABOUÇO TECTÔNICO DA BACIA SERGIPE ALAGOAS

O arcabouço da Bacia Sergipe Alagoas (BSEAL) está relacionado basicamente a duas fases tectônicas distintas. A primeira instalou-se com o predomínio da subsidência mecânica, caracterizando o estágio de rifteamento e posteriormente com a subsidência térmica o estágio pós-rifte.

Durante o estágio rifte foram geradas falhas normais ou de componente normal. As falhas N-S de grande rejeito afetam os estratos mais basais dos grupos Igreja Nova, Perucaba e Coruripe. Já os falhamentos de direção E-W são mais comuns na Sub-bacia de Sergipe (SBSE), e controlam alguns compartimentos importantes. As estruturas NE são as de maior expressividade e aparecem deslocadas por falhas de transferência ou ligadas a falhas de alívio de direção NW ou próximas de E-W (Ojeda & Fugita 1974; Destro 1995).

Lana & Milani (1986) sugerem a ocorrência de duas fases tectônicas distintas dividindo a própria Tectônica Rifte. A primeira resultou em falhas direcionais NE que resultaram em sistemas transtracionais onde foram gerados grabens assimétricos N-S, à semelhança do que ocorre no rifte Recôncavo-Tucano-Jatobá. A segunda fase ocorreu a partir do Andar Alagoas, controlada pela Linha de Carneira Alagoas e estaria ligada à reativação e geração de falhas normais NE e as falhas NW associadas às zonas de transferência.

No final do estágio rifte, correspondente ao Aptiano (Andar Alagoas), os regimes de subsidência térmica e mecânica provavelmente tiveram atuação conjunta na BSEAL. A partir do Albiano, com o controle da

subsidência térmica é iniciada a tectônica Pós-Rifte ou Drifte. Conforme Cruz (2008), nesta ocasião foram reativadas as falhas de direção NE que afetaram o embasamento, as seqüências transicional e rifte, além das rochas contemporâneas a essa tectônica representadas pelas formações Riachuelo e Cotinguiba. Estes fatos mostram a recorrência de eventos tectônicos ao longo da história evolutiva da bacia, com manifestações nas seqüências de preenchimento, e propagando-se até as unidades mais recentes (Siqueira, 2005).

6. NEOTECTÔNICA

O primeiro autor a definir tal termo foi o geólogo soviético Obruchev (*apud* Saadi, 1993), quando descreveu tais movimentos como referentes ao período Neógeno e Quaternário, os quais têm influência sobre o relevo atual da Terra. Depois várias definições começaram a surgir levando em consideração aspectos como: clima, morfologia e o contexto geotectônico local.

Contextualizando o termo de acordo com a particularidade de cada local Hancock (1994) propôs que aspectos ditos neotectônicos iniciam-se quando a configuração atual de limites de placa relevantes para a região foi estabelecida. Para Saadi (1993) com o consenso de que independente da relação temporal a neotectônica está intimamente ligada às feições da morfologia atual, a postulação elaborada pela INQUA em 1978 mostra-se a mais aceita pela comunidade, onde tanto eventos sísmicos instantâneos como aqueles de idade superior a 107 anos enquadram-se como neotectônicos.

Alguns trabalhos do final do século XVI e início do século XX relataram a ocorrência de abalos sísmicos no nordeste do Brasil, como o de Capanema

(1859) no Rio Grande do Norte, Branner (1912) sobre tremores no sertão baiano e no Ceará e recôncavo baiano, Sampaio (*apud* Lima, 2000). Posteriormente começaram a surgir trabalhos que evidenciaram aspectos neotectônicos, como Freitas (*apud* Saadi, 1993) que delineou aspectos da tectônica de acordo com critérios geológicos e geomorfológicos e King (1956) relacionando a geomorfologia da parte oriental do país com eventos tectônicos recentes. Porém tais estudos vieram à tona nos anos 70, com a construção de grandes obras de engenharia civil (Haberlehner *apud* Lima 2000). Apenas Hasui (1990) trata da neotectônica no Brasil a partir das reativações tectônicas de falhas preexistentes do Pré-Cambriano ao Cenozóico, e refere-se aos movimentos neotectônicos aplicados no Brasil como ligados a processos relacionados à deriva do continente sul-americano. No caso o autor relaciona a neotectônica aos movimentos intraplaca da deriva continental, excluindo movimentos distensivos de abertura do oceano. Dessa forma considerando como balizadores dos eventos tectônicos recentes o início da deposição da Formação Barreiras e dos últimos pacotes das bacias marginais e o fim das manifestações magmáticas no território brasileiro no Mioceno médio, cerca de 12 Ma, como está sendo considerado neste trabalho.

A presença de eventos neotectônicos no Brasil é fato, porém sua origem varia de acordo com a particularidade de cada região. A reativação de zonas de falhas preexistentes foi apresentada por Hasui (1990), que relacionou falhas pré-cambrianas à neotectônica baseando-se no fato de que reativar uma linha de fraqueza exige menos esforços que a

geração de uma nova falha. Porém tanto a nucleação quanto a reativação dependem de outros fatores como a orientação da falha preexistente em relação aos esforços e a intensidade destes.

As tensões atuantes na região nordeste e principalmente em sua margem têm diferentes origens, e não se apresentam de maneira uniforme. A movimentação constante desde o Mioceno da placa sul-americana gera uma compressão paralela a E-W e distensão N-S que combinada com outros mecanismos locais como a carga sedimentar de uma bacia pode gerar movimentações strike-slip (Assumpção, 1992; Bezerra, 1998). O afastamento desigual da dorsal meso-oceânica entre as partes meridional e setentrional também são uma evidência disso, provocando tensões compressivas de direção predominante NW-SE, com algumas variações E-W e N-S (Saadi, 1993).

Nas áreas das bacias marginais a influência da carga sedimentar na flexura do continente tem se revelado como de grande importância no controle tectônico. Essa relação entre a acumulação e deformação está presente desde que a margem continental e a zona costeira, envolveram-se de maneira sincrônica, o que explicaria a distribuição da Formação Barreiras e contribuiria para a atividade neotectônica na região.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O neotectonismo é um dos principais mecanismos controladores da morfologia do relevo da zona da costa brasileira atual, e o papel mais relevante da neotectônica na evolução do litoral brasileiro pode ser demonstrado, de maneira inquestionável, pelas bacias marginais. Essas bacias foram mais

ativas do Cretáceo ao Terciário, porém as falhas principais estão ativas até hoje.

Muitos pesquisadores referem-se à neotectônica como indutor decisivo da atual configuração geomorfológica do Brasil, especialmente na faixa litorânea, alguns evidenciando seus reflexos na sedimentação e evolução de diferentes sequências geológicas, dentre elas a Formação Barreiras e Pós-Barreiras (Bezerra, 1998; Lima, 2000; Fortunato, 2004) dentre outros.

Segundo King (1956), em seu estudo do litoral oriental do Brasil, a Formação Barreiras sofreu esforços tectônicos no final do Terciário ou no Pleistoceno que o inclinou para o mar na direção ESE. Para Tricart & Silva (1968), estudando a geomorfologia da Bahia e Sergipe, a disposição da Formação Barreiras em patamares escalonados em níveis altimétricos representaria a influência da neotectônica. Além disso, o basculamento da superfície em direção norte-sul, a inclinação das camadas, a retilinização e o paralelismo dos canais fluviais também representariam influências da neotectônica.

Essas observações são corroboradas pelas evidências que serão mostradas a seguir através de dados de campo obtidos nas rochas da Formação Barreiras. Os resultados obtidos através dos dados nas escalas macro e mesoscópicas, e a sua integração, visam à compreensão do campo de esforços atuantes na região do baixo Rio Sergipe (Figuras 1, 2 e 3).

Na área objeto desta pesquisa destacam-se vários afloramentos da Formação Barreiras, porém as evidências de deformação tectônica nas rochas representantes dessa formação estão restritas às exposições ao longo de cortes de estrada em sua maioria. É um processo cujo resultado é expresso em

zonas ou corredores específicos, possivelmente ligadas ao basculamento de estruturas rúpteis do embasamento, em especial aquelas aflorantes próximo à borda da bacia, conforme observado por Lima (1987).

7. ANÁLISE DE DADOS

7.1 Fotolineamentos do Embasamento

A seguir são mostrados os resultados da análise dos lineamentos no contexto do embasamento e na região da bacia. Na porção noroeste da área de estudo (Figuras 1 e 2), ocorrem às rochas do embasamento que compõem a FDS. Nas imagens de radar SRTM foram traçados de forma automática os principais fotolineamentos (Figura 3), os quais foram plotados em diagrama de roseta e agrupados em trends. Destaca-se para região noroeste da área, que representa o embasamento a direção N50-80W como trend principal, e as direções N50-70E como trends subordinados (Figuras 3 e 4).

7.2. Fotolineamentos do Baixo Rio Sergipe

Na região do Baixo Rio Sergipe, a direita do paralelo 680000, foram traçados fotolineamentos de forma automática (Figura 3) e plotados em diagrama de roseta. Destaca-se para essa região sudeste da área, onde, estão depositados os sedimentos do preenchimento da Sub-Bacia Sergipe, as coberturas mio-pliocênicas da Formação Barreiras e as holocênicas que formam os depósitos costeiros; como trend principal a direção N50-65E e subordinados as direções NNE e N40-60W (Figura 5). Isso reflete em geral as feições estruturais rúpteis implantadas nos sedimentos do preenchimento da bacia.

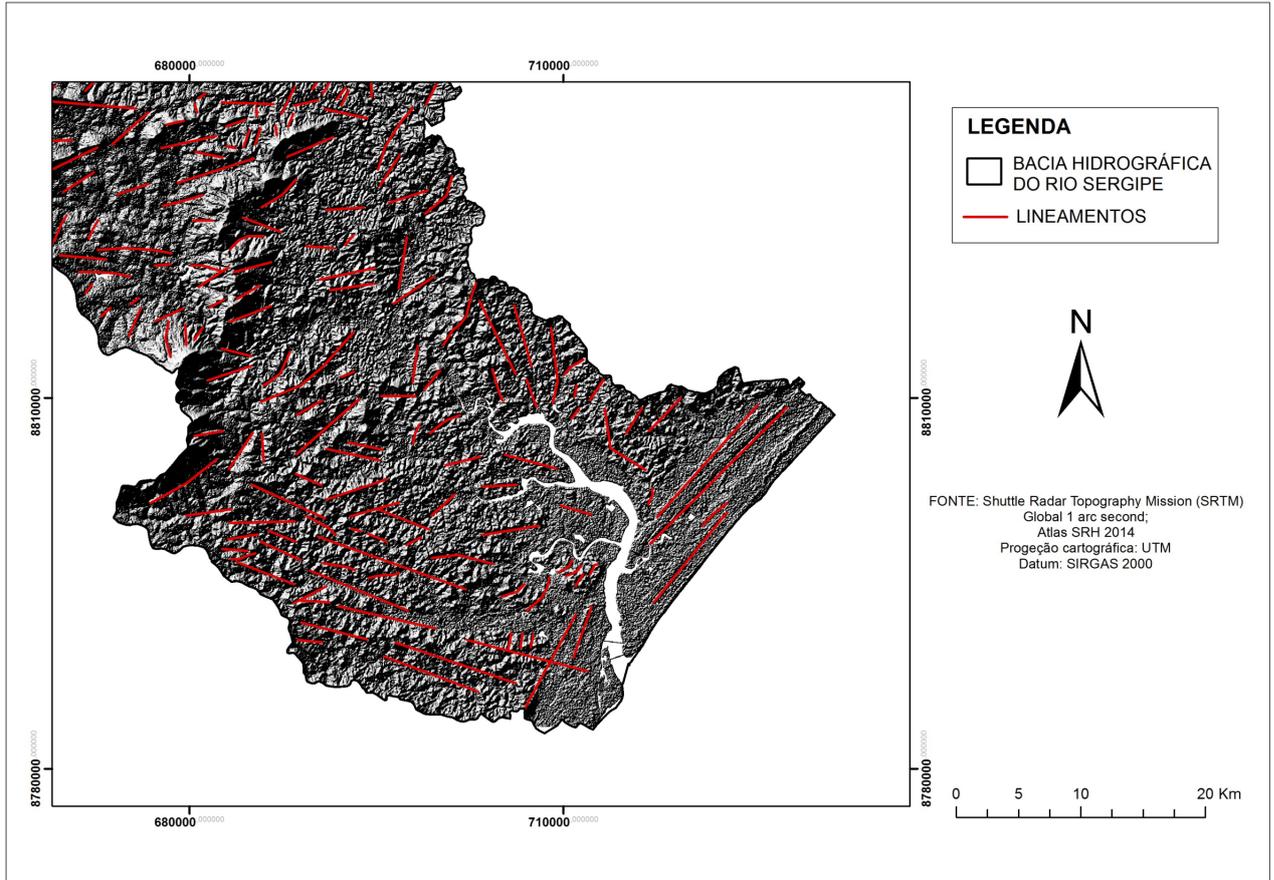


Figura 3: Principais fotolineamentos obtidos da Imagem SRTM do embasamento e da região do Baixo Rio Sergipe.

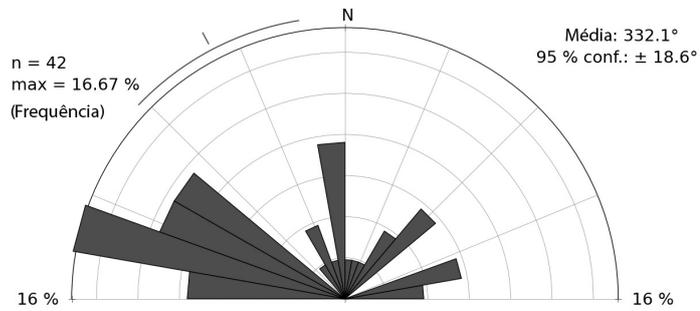


Figura 4: Diagrama de rosetas dos fotolineamentos do embasamento.

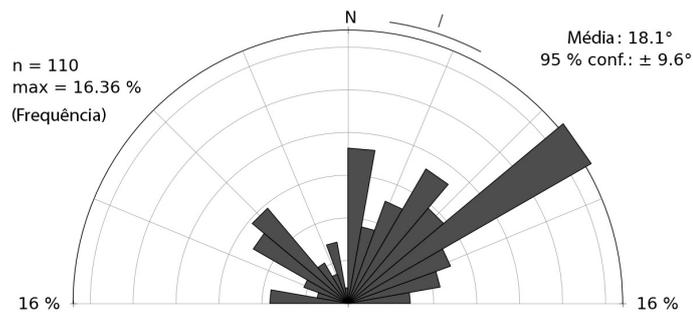


Figura 5: Diagrama de rosetas dos fotolineamentos da região do Baixo Rio Sergipe.

8. AFLORAMENTOS

Durante as campanhas de campo foram detalhados diversos afloramentos onde as rochas da Formação Barreiras exibem feições características de deformação neotectônica, as quais serão mostradas a seguir, tomando como exemplo de caso afloramentos específicos.

No afloramento localizado no Povoado Bomfim, Município Divina Pastora, (Figura 6) destacam-se camadas argilosas avermelhadas e esbranquiçadas na base, sobrepostas por camada arenosa com algumas concreções oxidadas; camadas lateríticas e cascalhos com seixos e grânulos de quartzos ocorrem no topo. Todo o pacote está

afetado por fraturas e falhas escalonadas ao longo de toda sua extensão, resultando no rebaixamento do bloco central. São falhas normais, com rejeitos que variam entre centímetros e metros.

Próximo ao povoado Mussuca o afloramento da Formação Barreiras, (Figuras 7 e 8), é composto por depósitos siliciclásticos, pouco ou não consolidados, mal selecionados, de cores variegadas. São areias finas a grossas, argilas cinza-avermelhadas, com matriz caulínica. O corte é paralelo à rodovia na direção NW-SE e exibe feições típicas de falhas normais. Essas zonas de falhas são caracterizadas por material caulínico preenchendo os planos, nos quais há registro de estrias indicativas de



Figura 6: Feições de Neotectônica no Grupo Barreiras acima. Indicação de movimentos relativos de falhas abaixo. (Visada para SE). O círculo indica o homem como escala.

movimentação tectônica (Figura 8). Essas feições no conjunto caracterizam a neotectônica atuante na Formação Barreiras.

As falhas têm direção NE, e rejeitos que variam entre centímetros e metros. Também ocorrem falhas de

direção NW, porém sem rejeito visível. Estrias e degraus marcam os planos de falha de ambas as direções. As feições estruturais exibidas na Figura 8, são sugestivas de um movimento compatível com falha normal.



Figura 7: Falhas normais caracterizando a deformação Neotectônica no Grupo Barreiras. (Visada para NE). O círculo indica o martelo como escala.



Figura 8: Detalhe da foto anterior com estrias impressas no espelho da falha preenchido por caulim. (Visada para NE).

Às margens da rodovia BR-101, sentido Itaporanga D'Ajuda, no município de São Cristóvão aflora um pacote de sedimentos argilosos e arenosos acamadados alternadamente, e pouco consolidados da Formação Barreiras. Esse afloramento em corte de estrada está disposto no sentido E-W, tem cerca de 100 m de comprimento por 10 m de altura.

Nesse local verificam-se estruturas

em graben e horst, além de falhas escalonadas em dominó a leste (Figura 9). A terminação em discordância angular dos marcadores em roxo, amarelo e marrom no topo à direita e inclinação das mesmas, são sugestivos da existência de um paleocanal instalado preferencialmente num antigo bloco baixo posteriormente reativado após a deposição das camadas.

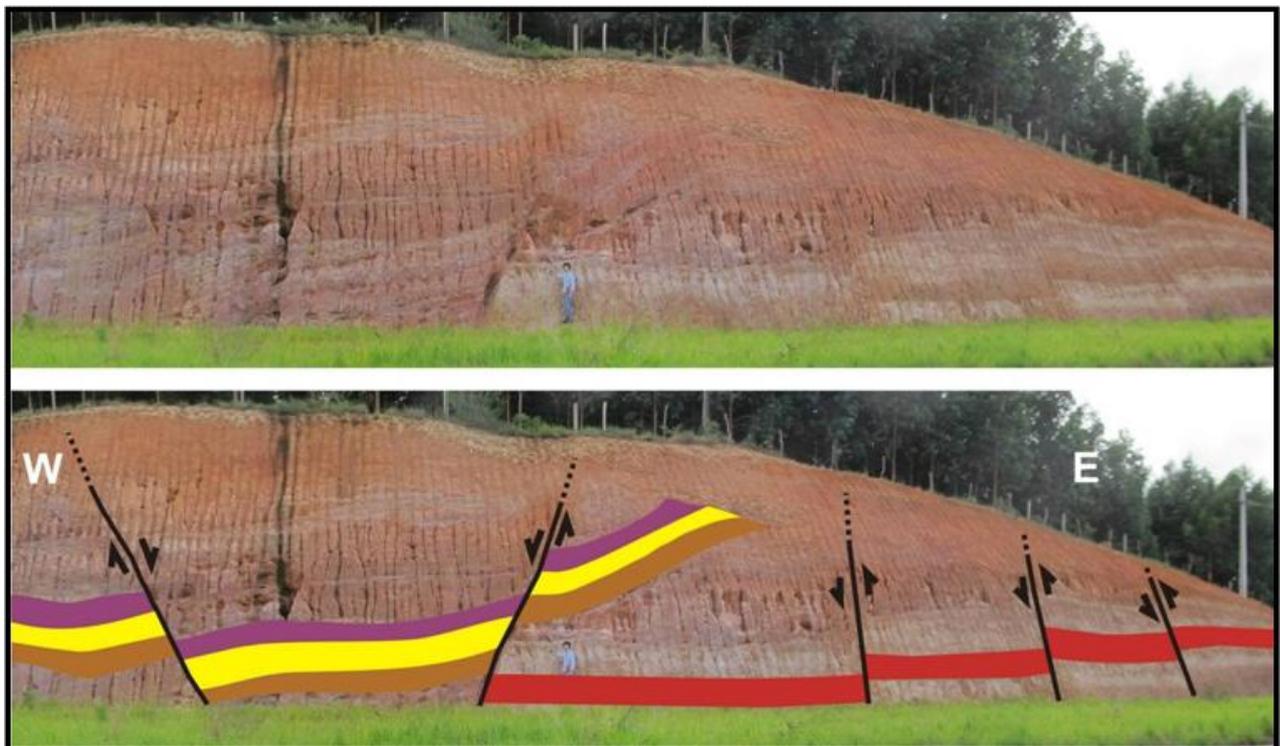


Figura 9: Falhas na Formação Barreiras com feições de graben e horst no lado esquerdo, e escalonadas à direita. (Visada para Sul).

Nas figuras 10.1 a 10.5, as rosetas da parte superior representam as direções das falhas e fraturas medidas em afloramentos, as quais se mostram distribuídas com maior frequência no quadrante NW e com trend subordinado no quadrante NE. Nos estereogramas da parte inferior das Figuras 10.1 a 10.5 foram plotados os dados de direção e mergulhos dos planos de falhas e fraturas, e também obtidas às direções dos campos de esforços, onde as estrelas

de cor azul representam σ_1 subvertical, a vermelha σ_2 e verde σ_3 sub-horizontais. Verifica-se também uma alternância de direção entre os tensores σ_2 e σ_3 .

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Formação Barreiras, que aflora na região do Baixo Rio Sergipe, apresenta-se afetada por feições de caráter rúptil, as quais refletem a relevância da neotectônica na evolução

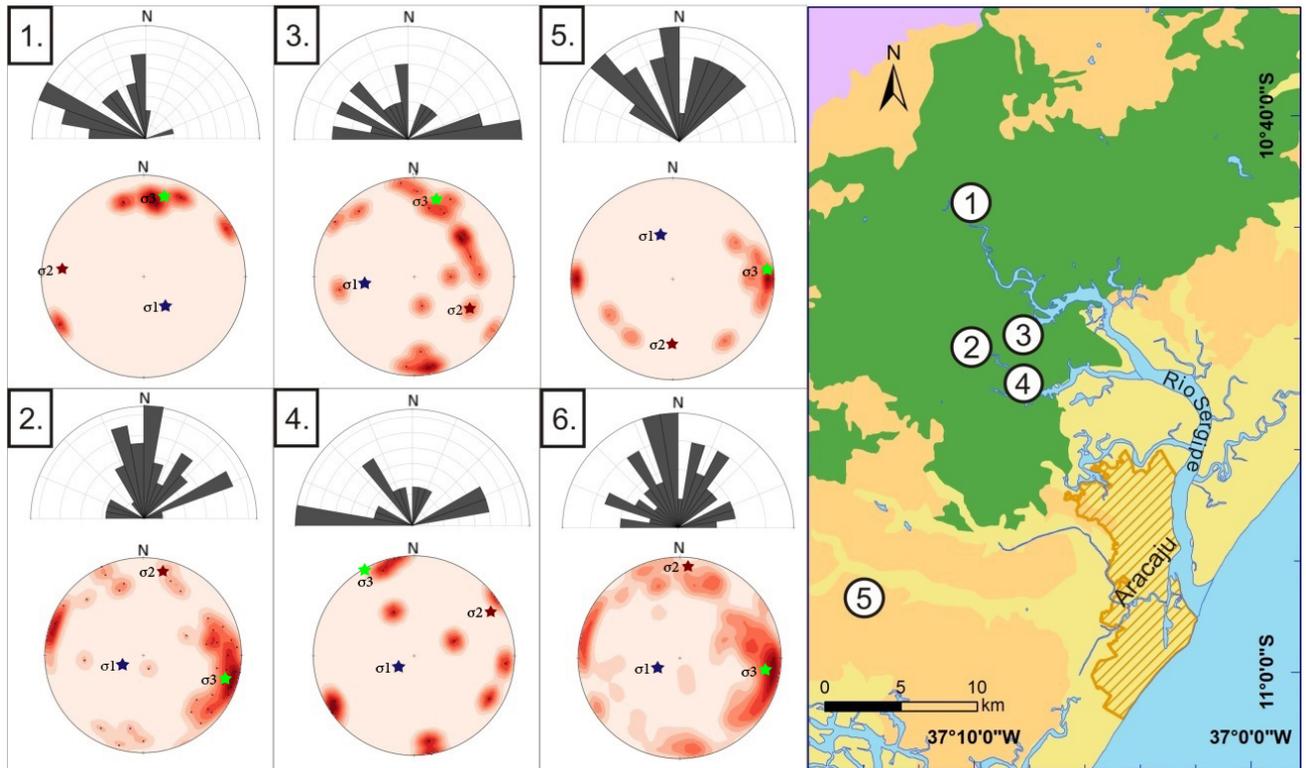


Figura 10: Diagrama de roseta das falhas e fraturas na porção superior e estereogramas com pólos de falhas e fraturas (Projeção no hemisfério inferior).

1-Povoado Bonfim. 2- Laranjeiras, 3- Mussuca, 4- Rio Cotinguiba, 5- São Cristóvão. 6- Integração dos dados de todos os afloramentos.

do litoral brasileiro, que tem sido demonstrado, de maneira inquestionável, nas bacias marginais. Essas bacias foram mais ativas do Cretáceo ao Terciário, porém as falhas principais estão ativas até hoje. E muitos pesquisadores se referem à neotectônica como indutor decisivo da atual configuração geomorfológica do Brasil, especialmente na faixa litorânea, alguns evidenciando seus reflexos na sedimentação e evolução de diferentes sequências geológicas, dentre elas a Formação Barreiras e Pós-Barreiras.

As opiniões aqui emitidas corroboram com esses pressupostos onde as falhas e fraturas medidas com orientação $N0^{\circ}-10^{\circ}$ e NNW estariam relacionadas às falhas normais aproximadamente $N-S$ do estágio inicial da abertura da Bacia Sergipe-Alagoas; as quais teriam se formado a partir de um

sistema transtracional gerado por falhas direcionais NE (Cruz, 2008). Já as falhas normais NE , trends $N30^{\circ}-40^{\circ}$ e $N50^{\circ}-60^{\circ}$ dos lineamentos da bacia, estariam ligadas são interpretadas como relacionadas às falhas geradas na segunda fase de abertura, controlada pela Linha de Charneira Alagoas e estaria ligada à reativação e geração de falhas normais NE , assim como mostra o trend $N30^{\circ}-40^{\circ}$ dos afloramentos. O trend $N150^{\circ}-160^{\circ}$ dos afloramentos é interpretado como correspondente ao trend das falhas de transferência ou de alívio geradas também na segunda fase de abertura da bacia e ortogonais às falhas NE (Lana & Milani, 1986; Destro, 1995).

O trend $N110^{\circ}-120^{\circ}$ das medidas dos afloramentos pode ser entendido como uma reativação de falhas do embasamento Neoproterozóico, onde as

principais direções de lineamento estrutural se encontram entre N100° e N120°.

As falhas e fraturas apresentadas mostram certa ortogonalidade entre si (Figuras 10.1 a 10.5). Isto pode ser observado entre as falhas que variam de N170° a N20° e as falhas de direção N110°-120°. Segundo Matos (2013), para que as falhas normais ocorram em padrões ortogonais é necessário que haja a alternância de posições entre os tensores σ_2 e σ_3 , enquanto σ_1 é vertical; e portanto a magnitude do σ_2 e σ_3 seriam aproximadamente iguais.

Essa variação de posição entre σ_2 e σ_3 pode ser observada quando comparando os tensores apresentados nos estereogramas deste trabalho nos povoados Bomfim e Laranjeiras (Figuras 10.1 e 10.2). Uma analogia deste exemplo é verificada quando comparamos os afloramentos e o do Povoado Bomfim com o de São Cristóvão (Figuras 10.1 e 10.5), onde o valor de σ_1 é sub-vertical em ambos, porém as posições entre σ_2 e σ_3 alternam-se.

As alternâncias nas direções entre os tensores σ_2 e σ_3 são interpretadas conforme a concepção de Matos (2013), onde para que as falhas normais ocorram em padrões ortogonais é necessário que haja a alternância de posições entre os tensores σ_2 e σ_3 , enquanto σ_1 é vertical, e portanto a magnitude do σ_2 e σ_3 seriam aproximadamente iguais. Porém esta observação não é fora de propósito, pois isso pode refletir a variação do regime de tensão experimentado em cada segmento da bacia, conforme observado por Siqueira & Reis (2009), portanto com reflexo e registro na Formação Barreiras.

Essas movimentações de caráter neotectônico, atuante na região do Baixo Rio Sergipe, provavelmente são

influenciadas pela deriva da placa Sul-americana, pela tensão compressiva no interior da placa, resultante da atuação de forças nos seus limites, tais como empurrões a partir da cadeia meso-oceânica (ridgepush) e nas margens convergentes. Ou podem refletir processos gravitacionais na continuidade do basculamento geral da bacia.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal de Sergipe - UFS pelo apoio institucional nesta pesquisa, e aos revisores da Revista de Geologia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALHEIROS, M.M.; LIMA FILHO, M.F.; MONTEIRO, F.A.J.; OLIVEIRA FILHO, J.S. Sistemas deposicionais na Formação Barreiras no Nordeste Oriental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35., Belém. Resumos Belém: SBG, 1988. p. 63. 1988.
- ARAI, M. A grande elevação eustática do Mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras. Geologia USP Série Cientia, São Paulo, 6(2) 1-6. 2006.
- ASSUMPÇÃO, M. The regional intraplate stress field in South America. Journal of Geophysical Research, 97:11889-11903. 1992.
- BEZERRA, F.H.R. Neotectonics in Northeastern Brazil. University of London, London, Ph.D. Thesis, 208 p, 1998.
- BEZERRA, F.H.R.; AMARO, V.E.; VITAFINZI, C.; SAADI, A. Pliocene-Quaternary fault control of sedimentation and coastal plain morphology in NE Brazil. Journal of South American Earth Sciences 14, 61-75. 2001.

- BEZERRA, F.H.R.; BRITO NEVES, B.B.; CORREA, A.C.B.; BARRETO, A.M.F.; SUGUIO, K. Late Pleistocene tectonic–geomorphological development within a passive margin: the Cariatá trough, northeastern Brazil. *Geomorphology* 97, 555-582. 2008.
- BEZERRA, F.H.R.; TAKEYA, M.K.; SOUSA, M.O.L.; NASCIMENTO, A.F. Coseismic reactivation of the Samambaia fault. *Tectonophysics* 430, 27-39. 2007.
- BUENO, J.F.; OLIVEIRA E.P.; MCNOUGHTON N.J.; LAUX J.H. U-Pb dating of granites in the Neoproterozoic Sergipano Belt, NE-Brazil: Implications for the timing and duration of continental collision and extrusion tectonics in the Borborema Province. *Collision and extrusion tectonics in the Borborema Province. Gondwana Research*, 15: 86-97. 2009.
- CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Geologia de Sergipe. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Mapa Geológico de Sergipe. pp. 5-61. 2003.
- CPRM - Geologia de Sergipe. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Mapa Geológico de Sergipe. pp. 5-61. 2001.
- CRUZ, L. R. Caracterização Tectono-Estratigráfica da Seqüência Transicional na Sub-Bacia de Sergipe. 116 f. Tese (Doutorado em Geodinâmica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.
- DESTRO, N. Release Fault: A variety of cross fault in linked extensional cross systems, in the Sergipe-Alagoas Basin, NE Brazil. *Journal of Structural Geology*, 17(5): 615-629. 1995.
- HASUI, Y. Neotectônica e aspectos fundamentais da tectônica ressurgente no Brasil. In: Workshop sobre neotectônica e sedimentação cenozóica continental no sudeste brasileiro, Belo Horizonte. *Boletim v.1*, p. 1-31. 1990.
- HANCOCK, P.L. 1994. Continental deformation. University of Bristol, U.K. 1st. Ed. Pp. 370-409.
- JARDIM DE SÁ, E.F. 2001. Tectônica cenozóica na margem equatorial da Província Borborema, Nordeste do Brasil (A contribuição da Geologia Estrutural no continente). In: SBG Núcleo Nordeste, Simp. Nac. Estudos Tectônicos, 8, Recife, atas, p. 25-28.
- KING, L.C. A Geomorfologia do Brasil Oriental. *Rev. Bras. Geogr.*, 2: pp. 147-265, 1956.
- LANA, M.C & MILANI, E.J. A microplaca do Nordeste brasileiro - um elemento dinâmico no rifteamento cretácico inferior. In: 34º Congresso Brasileiro de Geologia. Goiânia, p. 1131-1144. 1986.
- LIMA C.C.U.; VILAS BOAS G.S.; BEZERRA F.H.R. Faciologia e análise tectônica preliminar da Formação Barreiras no litoral sul do Estado da Bahia, Brasil. *Geologia USP Série Científica*, 6(2):71-80. 2006.
- LIMA, C.C. Estruturação pós-rift da porção sergipana da Bacia de Sergipe-Alagoas: O papel do basculamento e das descontinuidades do embasamento. Dissertação de mestrado, Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, 378p. 1987.
- LIMA, C.C. O Neotectonismo na costa do Sudeste e do Nordeste brasileiro. *Revista de Ciência & Tecnologia*. 15: 91-101. 2000.
- MATOS, V.B.M. Neotectônica da Formação

- Barreiras no litoral dos estados de Sergipe e Alagoas. 145 f. Monografia apresentada ao curso de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.
- NÓBREGA, M.A.; SÁ, J.M.; BEZERRA, F.H.R.; HADLER NETO, J.C.; IUNES, P.J.; OLIVEIRA, S.G.; SAEZ, C.A.T.; LIMA FILHO, F.P. The use of apatite fission track thermochronology to constrain fault movements and sedimentary basin evolution in northeastern Brazil. *Radiation Measurements* 39, 627-633. 2005.
- OJEDA, H.A.O & FUGITA A.M. Bacia Sergipe-Alagoas: Tectônica, evolução tecto-sedimentar e perspectivas petrolíferas. In: 28º Congresso Brasileiro de Geologia. Porto Alegre, p. 137-158. 1974.
- PONTE, F.C. Estudo Morfoestrutural da Bacia Sergipe-Alagoas. *Bol. Tec. Petrob.*, 12: pp. 439-474. 1969.
- ROSSETTI, D.F. & GÓES, A.M. Marine influence in the Barreiras Formation, State of Alagoas, Northeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 81, 741-755. 2009.
- ROSSETTI, D.F.; BEZERRA, F. H.R.; DOMINGUEZ, J. M.L. Late Oligocene –Miocene transgressions along the equatorial and eastern margins of Brazil *Earth-Science Reviews* 123: 87-112. 2013.
- SAADI, A. Neotectônica da Plataforma Brasileira: esboço e interpretação preliminares. *Geonomos*, 1 (1): pp. 1-15. 1993.
- SCHALLER, H. Revisão estratigráfica da Bacia de Sergipe/Alagoas. *Boletim Técnico da Petrobras*, Rio de Janeiro, 12(1):21-86. 1969.
- SIQUEIRA, J.B. A falha de carnaubais e o controle do Campo Alto do Rodrigues. In: X Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos IV International Symposium on Tectonics, Curitiba, p. 60. 2005.
- SIQUEIRA, J.B & REIS, A.F.C. Análise das tensões para os campos de Estreito e Alto do Rodrigues/RN. In: Seminário de reservas e reservatórios, Rio de Janeiro, p.95. 2009.
- TRICART, J. & SILVA, T.C. Estudos de Geomorfologia da Bahia e Sergipe. Salvador: Fundação Desenvolvimento da Ciência na Bahia, p. 167, 1968.
- VILAS BOAS G.S.; SAMPAIO F.J.; PEREIRA A.M.S. The Barreiras Group in the Northeastern coast of the State of Bahia, Brazil: depositional mechanisms and processes. *An Acad Bras Cienc* 73: 417–427. 2001.