



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**PADRÕES DE DEFORMAÇÃO CONJUGADO E  
ORTORRÔMBICO DAS ESTRUTURAS DEFORMACIONAIS  
NA FORMAÇÃO BARREIRAS (NEÓGENO) NE DA BAHIA,  
BRASIL.**

Danielle Sampaio Nascimento

SALVADOR

2019

**PADRÕES DE DEFORMAÇÃO CONJUGADO E ORTORRÔMBICO DAS  
ESTRUTURAS DEFORMACIONAIS NA FORMAÇÃO BARREIRAS (NEÓGENO)  
NE DA BAHIA, BRASIL**

DANIELLE SAMPAIO NASCIMENTO

Orientador: Prof. Dr. Luiz Cesar Correa-Gomes

Co-Orientador: Prof. Dr. Carlos César Uchôa de Lima

Dissertação de Mestrado  
apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Geologia do Instituto  
de Geociências da Universidade  
Federal da Bahia como requisito  
parcial à obtenção do Título de  
Mestre em Geologia, Área de  
Concentração: Marinha, Costeira e  
Sedimentar.

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Universitário de Bibliotecas (SIBI/UFBA),  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Sampaio Nascimento, Danielle  
Padrões de deformação conjugado e ortorrômbico das  
estruturas deformacionais na Formação Barreiras  
(Neógeno) NE da Bahia, Brasil / Danielle Sampaio  
Nascimento, Luiz César Corrêa-Gomes, Carlos César  
Uchôa de Lima. -- Salvador, 2019.  
47 f. : il

Orientador: Luiz César Corrêa-Gomes.  
Coorientador: Carlos César Uchôa de Lima.  
Dissertação (Mestrado - Geologia) -- Universidade  
Federal da Bahia, Instituto de Geociências, 2019.

1. Formação Barreiras. 2. Padrão conjugado. 3.  
Padrão ortorrômbico. 4. Neotectônica. I. Corrêa-Gomes,  
Luiz César. II. Uchôa de Lima, Carlos César. I. Corrêa-  
Gomes, Luiz César. II. Uchôa de Lima, Carlos César.  
III. Título.

DANIELLE SAMPAIO NASCIMENTO

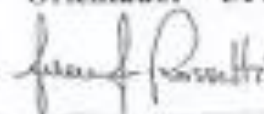
PADRÕES DE DEFORMAÇÃO CONJUGADO E ORTORRÔMBICO DAS  
ESTRUTURAS DEFORMACIONAIS NA FORMAÇÃO BARREIRAS (NEÓGENO)  
NE DA BAHIA, BRASIL.

Trabalho apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Geologia na área de concentração Geologia Marinha, Costeira e Sedimentar em 28/05/2019.  
28/05/2019.

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA:



Dr. Luiz Cesar Correa Gomes  
Orientador – UFBA



Dra. Dilce de Fátima Rossetti  
Examinadora Externa – INPE



Dr. Carlson de Matos Maia Leite  
Examinador Externo – UFBA

Salvador – BA  
2019

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradeço a Deus por ter me dado o dom da vida, disposição e saúde física e mental para realizar este trabalho.

Esta realização também não seria possível sem o apoio incondicional da minha família, minha mãe, Rita de Cássia, meu pai Humberto e meu irmão Diego pelo apoio e incentivo durante toda minha vida acadêmica assim como nos 2 anos do mestrado.

Ao meu orientador Prof. Dr. Luiz César Corrêa-Gomes que teve bastante disposição, dedicação e persistência ao meu orientar. Ao meu co-orientador Carlos Uchôa por suas contribuições dicas e ensinamentos.

Aos colegas que me ajudaram diretamente e indiretamente na elaboração, coleta e tratamento de dados deste trabalho especialmente Rebeca que com sua calma e dom de ensinar se dispôs à me ajudar.

A CAPES pelo fornecimento da bolsa de mestrado e ao Projeto Rife Bahia II pelo financiamento da viagem de campo.

## RESUMO

A Formação Barreiras é uma cobertura sedimentar terrígena que ocorre de modo quase contínuo na costa brasileira e se distribui desde o estado do Amapá até o Rio de Janeiro. A área de pesquisa localiza-se no contexto do Cráton São Francisco e abrange parte do embasamento cristalino, Orógeno Salvador -Esplanada- Boquim, a Bacia do Recôncavo (Formação Marizal) e o Domínio Neógeno/ Quaternário, representado pela Formação Barreiras e coberturas recentes, perfazendo uma área de aproximadamente 809,7 Km<sup>2</sup>, situa-se entre os municípios de Camaçari, Estado da Bahia e o extremo-sul do Estado de Sergipe. No intuito de entender como foi o processo de deformação estrutural nos sedimentos da Formação Barreiras o presente trabalho tem o objetivo de propor modelo geométrico neotectônico com base nas principais estruturas deformacionais presentes nos sedimentos da Formação Barreiras. Como objetivo específico tem-se: i) traçar os lineamentos estruturais em imagem de satélite ii) comparar os dados de campo com os dados obtidos em imagem de satélite ii) determinar a herança estrutural do embasamento iii) integrar os dados e v) propor modelo geométrico neotectônico. Para alcançar o objetivo proposto este trabalho foi realizado em etapa pré campo, campo e pós-campo. Foi necessário utilizar imagens de satélite e traçar lineamentos estruturais no modelo digital de terreno, trabalho de campo e plotagem dos dados de campo em software para obtenção de rosetas. A comparação dos dados estruturais obtidos nos diferentes domínios geológicos, tanto através da análise imagens como nos trabalhos de campo apontam para um alinhamento das estruturas medidas desde o embasamento, até os sedimentos do Neógeno, reforçando a ideia de reativação de falhas e atestando a ação da neotectônica. A distribuição e a variedade de estruturas deformacionais neotectônicas definem padrões estruturais conjugado e ortorrômbico.

**Palavras-chave:** Formação Barreiras; deformação; neotectônica

## **ABSTRACT**

The Barreiras Formation is a terrestrial sedimentary cover that occurs almost continuously along the Brazilian coast and is distributed from the state of Amapá to Rio de Janeiro. The research area is located in the context of the São Francisco Craton and includes part of the crystalline basement, Orogen Salvador-Esplanada- Boquim, the Recôncavo Basin (Marizal Formation) and the Neogene / Quaternary Domain, represented by the Barreiras Formation and recent sediment coverage, making up an area of approximately 809.7 km<sup>2</sup>. The area includes the municipalities of Camaçari, the state of Bahia and the extreme south of the state of Sergipe. In order to understand what was the process of structural deformation in the Barreiras Formation sediments, this work aims to propose a neotectonic geometric model based on the main deformational structures present in the Barreiras Formation sediments. The specific objective is: i) to trace the structural lineaments in satellite imagery ii) to compare the field data with the data obtained in satellite imagery ii) to determine the structural inheritance of the basement iii) to integrate the data and v) to propose a geometric model neotectonic. To achieve the proposed objective this work was carried out in pre-field, field and post-field stages. It was necessary to use satellite images and trace structural lineaments in the digital terrain model, fieldwork and field data plotting in software to obtain rosettes. The comparison of the structural data obtained in the different geological domains, both through the images analysis and in the field works, points to an alignment of the measured structures from the basement to the Neogen sediments, reinforcing the idea of fault reactivation and attesting the action of the neotectonic. The distribution and variety of neotectonic deformational structures define conjugate and orthorhombic structural patterns.

**Keywords:** Formation Barreiras, deformation, neotectonics

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO II - ARTIGO - PADRÃO DE DEFORMAÇÃO ORTORRÔMBICA NEOTECTÔNICA NA FORMAÇÃO BARREIRAS NE DO ESTADO DA BAHIA, BRASIL.....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO III- CONCLUSÕES.....</b>	<b>40</b>
<b>APÊNDICE A –JUSTIFICATIVA DA PARTICIPAÇÃO DOS AUTORES.....</b>	<b>41</b>
<b>ANEXO A- REGRAS DE FORMATAÇÃO DA REVISTA GEOLOGIA USP. SÉRIE CIENTÍFICA.....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXO B- COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO ARTIGO.....</b>	<b>48</b>



## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUÇÃO GERAL

---

A Formação Barreiras é ainda uma unidade sedimentar sob debate, havendo divergências quanto à sua denominação, contexto paleoambiental, idade e controle estrutural. (Bigarella e Andrade, 1964, Suguio, 1998), se trata de uma unidade sedimentar pouco explorada na literatura geológica por motivos diversos. Um deles é sem dúvida por se tratar o desconhecimento de ocorrências de minerais metálicos de importância econômica e a carência de um detalhamento estratigráfico dificulta sua correlação com os depósitos que ocorrem nas demais regiões do país.

Existe uma controvérsia mantida por diversos autores (Moura Fé, 2014) sobre a denominação desta unidade, que ora é tratada como grupo e ora como formação justamente pela ausência de sincronismo entre as denominações. Tendo em vista os estudos já realizados na costa nordeste da Bahia (Rossetti & Domingues, 2012; Vilas Boas et al. 2001, Lima, 2010) onde se descreveu diversas faciologias sabe-se no entanto que a denominação de formação ocorre pelo fato de não haver comprovações de que existe uma subdivisão estratigráfica local.

Outro aspecto referente à Formação Barreiras ainda aberto a debate refere-se a propostas anteriores de deposição em ambiente sedimentar marinho. Para o caso da Formação Barreiras no Estado da Bahia, havia proposta inicial de deposição fluvial, mas essa interpretação foi revista devido ao registro de estruturas sedimentares primárias atribuídas a processos de maré (Rossetti & Dominguez, 2012).

A sedimentação da Formação Barreiras resultou de um conjunto de fatores (tectônicos, climáticos e ambientais) que resultou numa extensa cobertura sedimentar terrígena neógena registrada desde o estado do Amapá até o Rio de Janeiro (Arai, 2006, Costa-Júnior, 2008, Nunes, 2011). Segundo Ucha (2000), na faixa costeira ao norte do Estado da Bahia, a Formação Barreiras constitui a unidade litoestratigráfica de maior expressão aflorante, com uma área de cerca de 30% da sua superfície, perfazendo um total aproximado de 560.000 hectares.

A área de estudo abrange geologicamente a porção setentrional do Cráton do São Francisco (Almeida, 1977) Domínio Arqueano - Paleoproterozoico denominado Cinturão

Salvador-Esplanada-Boquim assim como o Domínio Mesozoico representado pela Formação Marizal e o Domínio Neógeno expresso pela Formação Barreiras.

Buscando minimizar as lacunas ainda existentes sobre a Formação Barreiras alguns questionamentos nortearam a confecção deste trabalho:

- Qual a influência do embasamento nas estruturas deformacionais da Formação Barreiras?
- Como ocorrem e quais são as estruturas neoformadas?
- Como é o modelo geométrico associado às estruturas neotectônicas da Fm. Barreiras na área de estudo?

### 1.1 Localização e acessos

A área de estudo está situada no litoral norte do estado da Bahia desde o município de Camaçari adentrando o extremo sul do estado de Sergipe e abrange cerca de 809,7 Km<sup>2</sup>. Distante cerca de 150 Km da cidade de Salvador, o principal acesso é realizado através da BA-099 ou Linha Verde, que liga os estados da Bahia e Sergipe (Figura 1). O acesso internamente é feito através de estradas pavimentadas e não pavimentadas a partir da BA-099.

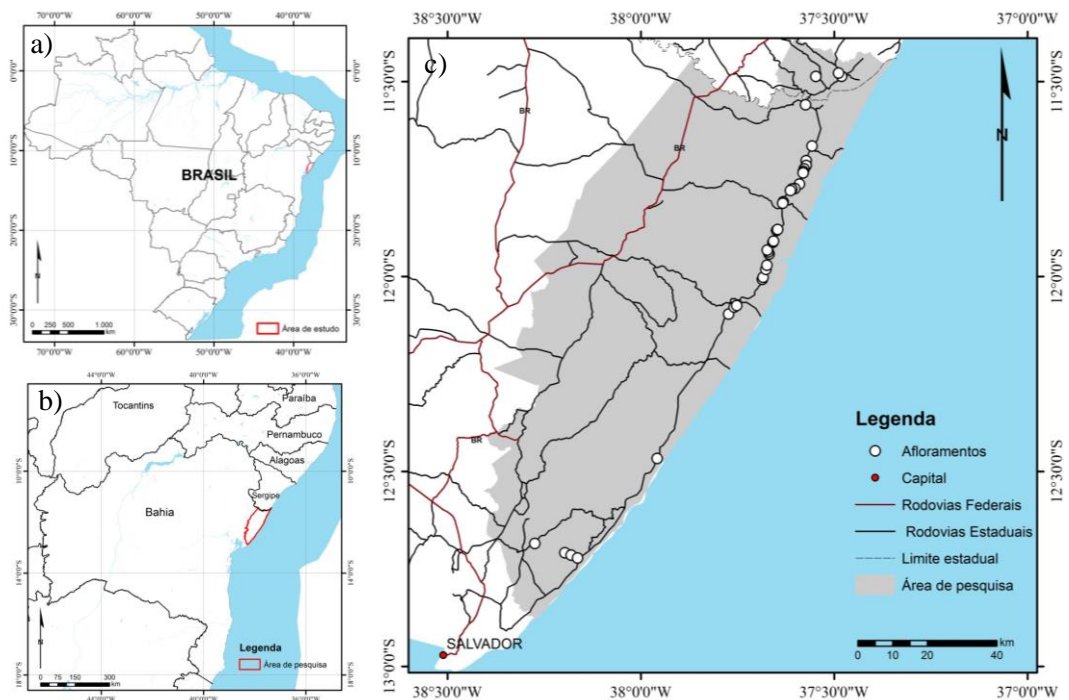


Figura 1- a) Mapa de localização da área de pesquisa no Brasil b) Mapa regional da área de pesquisa delimitado em vermelho c) Localização da área de pesquisa destacando a distribuição dos afloramentos visitados ao longo da costa nordeste da Bahia.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F.F.M (1977). O Cráton do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*, vol. 7, n.4, p. 349-364. Dezembro.
- ARAI, M. (2006). A grande elevação eustática do Mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras. *Geologia USP. Série Científica*, 6(2), 1-6.
- BIGARELLA JJ AND ANDRADE GO. 1964. Considerações sobre a estratigrafia dos sedimentos cenozóicos em Pernambuco (Grupo Barreiras). Recife: Universidade de Recife, Arq. Inst. Ciênc. Terra 2: 2-14
- COSTA JÚNIOR, M. P (2008). *Interações morfo-pedogenéticas nos sedimentos do Grupo Barreiras e nos leques aluviais pleistocênicos no litoral norte da Bahia – município de Conde*. 247f. Tese (Doutorado). Salvador: Instituto de Geociências – UFBA.
- LIMA, C. C. U. (2010). Evidências da ação tectônica nos sedimentos da Formação Barreiras presentes do litoral de Sergipe e ao norte da Bahia. *Revista de Geografia (Recife)*, 27(1), 140-151.
- MOURA-FÉ, M. M. Barreiras: Série, Grupo ou Formação? (Barreiras: Serie, Group or Formation?) (2014). *Revista Brasileira de Geografia Física*, 7(6), 1055-1061
- NUNES, F. C., da Silva, E. F., & Vilas-Boas, G. D. S. (2011). Grupo Barreiras: características, gênese e evidências de neotectonismo. *Embrapa Solos-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)*.
- ROSSETTI & DOMINGUEZ (2012). Tabuleiros Costeiros. In: Barbosa, J.S.F. (ed) *Geologia da Bahia, pesquisa e atualização*. CBPM, Série Publicações . Geologia da Bahia Pesquisa e Atualização,14, 365-393
- UCHA, J.M (2000). *Processos de transformação latossolo - Espodossolo Sobre Os Sedimentos do Grupo Barreiras nos Tabuleiros Costeiros do Litoral Norte do Estado da Bahia*. Tese (Doutorado). Salvador. Instituto de Geociências – UFBA
- VILAS BÔAS, G. S., SAMPAIO, F. J., & Pereira, A. (2001). The Barreiras Group in the Northeastern coast of the State of Bahia, Brazil: depositional mechanisms and processes. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 73(3), 417-427.

## CAPITULO II

**ARTIGO – PADRÕES DE DEFORMAÇÃO CONJUGADO E ORTORRÔMBICO  
DAS ESTRUTURAS DEFORMACIONAIS NA FORMAÇÃO BARREIRAS  
(NEÓGENO) NE DA BAHIA, BRASIL****Nascimento.D.S<sup>1</sup>, Corrêa-Gomes. L.C<sup>2</sup>, Lima. C.C.U<sup>3</sup>, Barbosa, R. J.<sup>3</sup>**

Universidade Federal da Bahia (UFBA). Programa de Pós-Graduação em Geologia. Rua Barão de Jeremoabo, s/n. Instituto de Geociências, Ondina, Salvador, Bahia/Brasil.

**RESUMO**

A Formação Barreiras (Neógeno) é uma unidade geológica terrígena que ocorre no Brasil desde o Estado do Amapá ao Rio de Janeiro e tem despertado muito debate, tanto em relação ao ambiente deposicional, quanto à neotectônica. O presente trabalho tem como objetivo propor modelo geométrico neotectônico com as estruturas deformacionais que ocorrem nos afloramentos desta unidade. A área de pesquisa está inserida no contexto do Cráton São Francisco e situa-se entre os municípios de Camaçari, Estado da Bahia e o extremo-sul do Estado de Sergipe, abrangendo as rochas do embasamento cristalino, da Bacia do Recôncavo e grande extensão da Formação Barreiras, além de coberturas Pleistocênicas e Holocênicas. Na etapa pré-campo, foram utilizadas imagens de satélite para traçar os lineamentos estruturais no modelo digital de terreno. Nos trabalhos de campo foram realizadas medidas das juntas e falhas, que posteriormente foram plotadas no software Stereonet, para obtenção de rosetas. Os resultados apontaram para a existência de uma herança estrutural do embasamento, nos sedimentos da Formação Barreiras, comprovada através medidas de campo N040°-N050°, N150°-N160° compatível com medidas do Cinturão Salvador Esplanada-Boquim e Bacia do Recôncavo. Ainda foi possível constatar que essas medidas seguem padrões de fraturamento ortorrômbico e conjugado na qual a Formação Barreiras passou por uma fase de deformação dútil e que houve reativações sob condições variáveis de esforços.

**Palavras – chave:** Formação Barreiras, padrão conjugado, padrão ortorrômbico, neotectônica

**ABSTRACT**

The Barreiras Formation (Neogen) is a terrestrial geological unit that occurs in Brazil from the state of Amapá to Rio de Janeiro and has aroused much debate, both regarding the depositional and neotectonic environments. The present work aims to propose neotectonic geometric model with the deformational structures that occur in the outcrops of this unit. The research area is inserted in the context of the São Francisco Craton and is located between the municipalities of Camaçari, Bahia State and the extreme south of Sergipe State, encompassing the crystalline basement rocks of the Recôncavo Basin and large extent of the Barriers Formation, in addition to Pleistocene and Holocene coverings. In the pre-field stage, satellite images were used to trace the structural lineaments in the digital terrain model. In the field work, measurements of joints and faults were performed, which were later plotted in Stereonet software to obtain rosettes. The results pointed to the existence of a structural

inheritance of the basement in the Barreiras Formation sediments, proven by field measurements  $N040^{\circ}$  -  $N050^{\circ}$ ,  $N150^{\circ}$  -  $N160^{\circ}$  compatible with measurements of the Salvador Esplanada-Boquim Belt and Recôncavo Basin. It was also possible to verify that these measures follow patterns of orthorhombic and conjugated fracturing in which the Formation Barreiras went through a phase of riptile deformation and that there were reactivations under varying stress conditions.

**Keywords:** Formation Barreiras, conjugate pattern, ortorrombic pattern, neotectonics

## 1. INTRODUÇÃO

No Estado da Bahia, a Formação Barreiras aflora de modo quase contínuo na forma de exuberantes falésias e em cortes de estrada. Nesse cenário, vários estudos têm sido desenvolvidos, abordando os seus os aspectos faciológicos, paleoambientais, tectônicos e morfológicos.

A área de estudo desta pesquisa situa-se na costa nordeste do Estado da Bahia, entre os municípios de Camaçari e o extremo-sul do Estado de Sergipe. Por se tratar de uma área densamente povoada, que abriga diversos empreendimentos imobiliários, é de fundamental importância um estudo voltado aos aspectos tectônicos e deformacionais já que as fragilidades tectônicas, tais como juntas e falhas, podem servir de planos para possíveis movimentos de massa.

Dentre os estudos da Formação Barreiras na Bahia, destacam-se os de Rossetti & Dominguez (1996) e Rossetti *et al.* (2013) no qual discorrem sobre a influência marinha na deposição dos sedimentos no litoral norte da Bahia. Vilas Boas *et al.* (2001) evidenciou mecanismos e processos deposicionais da Formação Barreiras no recôncavo baiano. No sul da Bahia destacam-se os trabalhos de Lima *et al.* (2006) que relacionou as anomalias de drenagem com falhas e basculamento de blocos e Corrêa-Gomes *et al.* (2004), que utilizou métodos de inversão, e fez estudos de campo de tensão na Formação Barreiras e nas coberturas Quaternárias litorâneas no sul baiano. Lima, (2010) aborda as evidências da ação tectônica na costa nordeste da Bahia, a partir de trabalhos de campo.

Geologicamente, a área de pesquisa está inserida no contexto do Cráton São Francisco e abrange parte do embasamento cristalino, Domínio Arqueano/Paleoproterozoico, representado pelo segmento norte do Orógeno Salvador Esplanada Boquim, o Domínio Paleozoico/Mesozoico e o Domínio Neógeno - Quaternário, representado pela Formação Barreiras, e Coberturas Pleistocênicas e Holocênicas.

Dentre os questionamentos que norteiam este trabalho pretende-se saber qual a influência que as estruturas do embasamento causaram na deformação da Formação Barreiras, como ocorre e quais são as estruturas pós - deformacionais e, a partir dos trabalhos de campo obter o modelo geométrico neotectônico no qual demonstre a relação entre as estruturas.

O objetivo deste estudo é propor o modelo geométrico neotectônico da área estudada, a partir da identificação dos lineamentos estruturais em imagens de satélite, comparando-os com os dados obtidos em campo. Adicionalmente será avaliada a influência da herança estrutural do embasamento nas estruturas da Formação Barreiras.

## 2.CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

A área de estudo localiza-se na porção nordeste do Cráton São Francisco, que é uma entidade tectônica do Ciclo Brasileiro, em que o seu substrato geológico adquiriu estabilidade ao final do Evento Transamazônico sendo limitada por faixas móveis datadas do mesmo ciclo (Almeida, 1977). O Cráton São Francisco é formado por quatro segmentos crustais :Bloco Gavião, composto de rochas graníticas, granodioríticas e migmatíticas, Bloco Jequié, composto de migmatitos com enclaves de supracrustais, Bloco Serrinha, composto por ortognaisses graníticos-granodioríticos e tonalíticos e Bloco Itabuna-Salvador-Curaçá (ISC), composto por tonalitos-trondhjemitos e faixas de rochas supracrustais ssociadas a gabros/basaltos de back-arc ou fundo oceânico (Barbosa & Sabaté,2002).

Além dos domínios precambrianos, afloram na área de estudos, sedimentos da Bacia do Recôncavo (Juro-Cretáceo), da Formação Barreiras (Neógeno) como mostra na Figura 1.

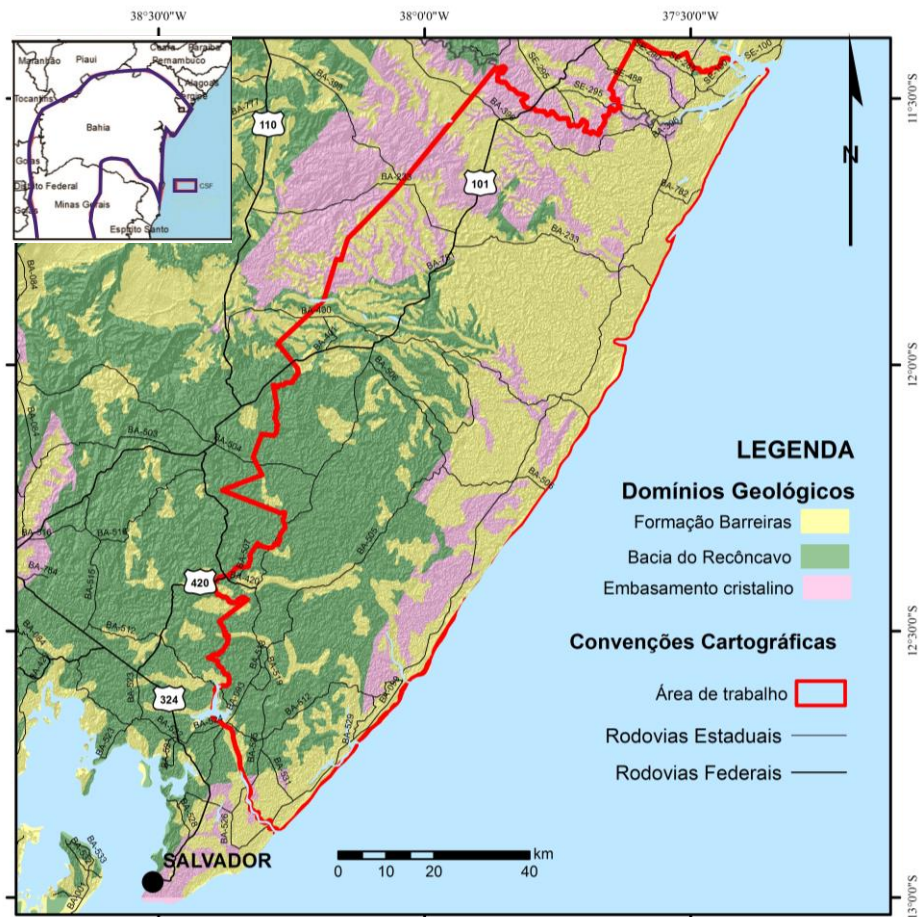


Figura 1- Mapa Geológico Simplificado da área de pesquisa (delimitado em vermelho) localizada na costa nordeste do Estado da Bahia com os principais domínios geológicos inserido no contexto do Cráton São Francisco (delimitado em azul).

### 2.1 Embasamento Cristalino

O embasamento Arqueano-Paleoproterozoico na área de estudo é representado pelo segmento nordeste do Orógeno Itabuna-Salvador-Curaçá (OISC) (Barbosa e Sabaté, 2002 e 2004) denominado Cinturão Salvador Esplanada-Boquim. O OISC foi originado após a

colisão dos quatro blocos arqueanos (Gavião, Serrinha, Jequié e Itabuna-Salvador-Curaçá) e apresenta na sua parte média uma ramificação para nordeste, na altura do paralelo de Salvador, que se prolonga até o Estado de Sergipe. Essa ramificação compõe o Cinturão Salvador-Esplanada-Boquim (CSEB) e se estende desde a cidade de Salvador, ao sul, até o município sergipano de Boquim. (Barbosa, *et al.* 2018).

O Cinturão Salvador-Esplanada-Boquim foi descrito por Oliveira (2014), como um segmento rochoso representado litotopicamente por uma faixa de rochas metamórficas contendo gnaisses, migmatitos, granitóides e granulitos. Subordinadamente encontram-se encraves básicos, níveis de kinzigitos, lentes de quartzitos e diques fissurais ácidos a intermediários (Oliveira, 2014). Este Cinturão também é conhecido como Cinturão Bahia Oriental –Ramo Costeiro que bordeja a costa da Bahia até o sul de Sergipe.

## 2.2 Bacia do Recôncavo

Quanto ao Domínio Juro-Cretáceo, este corresponde à Bacia do Recôncavo, inserida no Sistema de Riftes, Recôncavo-Tucano-Jatobá, que teve sua origem a partir dos primeiros esforços de ruptura do supercontinente Gondwana que ocorreram no Jurássico Superior e no Cretáceo Inferior (Szatmari *et al.*, 1985). De acordo com Magnavita (1992) a fase rifte e pós rifte iniciou no Cretáceo Inferior com a evolução do rifte do Recôncavo-Tucano-Jatobá, tendo sido depositados o Grupo Santo Amaro (Formações Itaparica, Água Grande e Candeias); a Formação Salvador; o Grupo Ilhas (formações Marfim, Taquipe e Pojuca); e formações São Sebastião, Marizal e Sabiá, com as duas últimas tendo evolução pós-rifte.

A Bacia do Recôncavo está controlada pela estruturação NE-SW do Ramo Costeiro do Cinturão Bahia Oriental, balizada pelas falhas de Maragojipe (a noroeste) e de Salvador (a sudeste). Estas últimas são resultantes da reativação de zonas de cisalhamento profundas que representam as suturas paleoproterozoicas entre este ramo do cinturão e os blocos Itabuna-Curaçá e Salvador-Ilhéus, respectivamente (Kosin, 2009).

A Formação Marizal (Cretáceo Inferior) apresenta diversos elementos arquiteturais diagnóstico de sistemas fluviais e leques aluviais. Os afloramentos são compostos predominantemente por arenitos mal selecionados e conglomerados (Lima, *et al.*, 2000).

## 2.3 Formação Barreiras e Coberturas Recentes

Os sedimentos da Formação Barreiras na costa nordeste da Bahia, segundo Vilas Boas *et al.*, (2001), consistem predominantemente de: areia fina a grossa; argilas cinza-avermelhadas, roxas e amareladas; arenitos conglomeráticos cinza-esbranquiçados mal selecionados, com matriz de caulinita. Mais raramente, existem conglomerados polimíticos, com seixos de gnaisses e quartzo leitoso, flutuante em uma matriz arenosa mal selecionada. As areias e arenitos exibem estratificação cruzada tabular, laminação horizontal ou podem se apresentar maciças.

De acordo com Araújo *et al.*, (2006) e Moraes *et al.*, (2006) a Fm. Barreiras foi primeiramente atribuída a ambientes essencialmente continentais dos tipos fluvial entrelaçado e leque aluvial. Posteriormente, essa unidade sedimentar foi reinterpretada como formada em uma série de ambientes litorâneos influenciados por correntes de maré, relacionados a sistemas deposicionais estuarinos (Rossetti *et al.*, 2013).

Na costa nordeste da Bahia, Vilas Boas *et al.*, (2001) sugerem que os sedimentos desta Unidade foram depositados por fluxo de detritos, através de canais fluviais entrelaçados e leques aluviais. A reconstituição paleoambiental, primeiramente fornecida para a Formação Barreiras exposta ao longo de bacias sedimentares da margem equatorial brasileira, foi

estendida para depósitos correlatos aflorantes no nordeste do Brasil constatando a influência marinha na deposição desses sedimentos (Rossetti e Góes, 2009; Rossetti *et al.*, 2011, 2013).

Segundo Rossetti *et al.*, (2012) além das associações faciológicas de leques aluviais retrabalhados por ambiente fluvial estão presentes depósitos de barra de desembocadura, deltas dominados por marés, praia e antepraia.

Os depósitos continentais arenosos que sobrepõem a Fm. Barreiras são denominadas genericamente de Pós-Barreiras e são caracterizados por sua composição arenosa, fortemente intemperizados associados à paleossolos lateríticos (Mabesoone *et al.*, 1972).

Os principais tipos de depósitos quaternários são: Depósitos de Leques Aluviais, Terraços Marinhos Pleistocênicos, Terraços Marinhos Holocênicos, Depósitos Eólicos, Depósitos Flúvio-lagunares, Depósitos Aluvionares, Faixa de Praia Atual e Arenitos de Praia (Barbosa e Dominguez, 1996).

#### 2.4 Compartimentação estrutural

A costa nordeste do Estado da Bahia é influenciada pelas estruturas rúpteis (zonas de fraqueza) do Cinturão Salvador Esplanada Boquim e Bacia do Recôncavo (Figura 2). Os limites da Bacia do Recôncavo são dados pelo Alto de Aporá, a norte e noroeste, pelo sistema de falhas da Barra, a sul, pela falha de Maragogipe a oeste, e pelo sistema de falhas de Salvador, a leste (Milhomen *et al.*, 2003).

As principais falhas/estruturas que ocorrem na Bacia do Recôncavo são: sistema de falhas de Maragogipe (N010°), falha de Salvador (N030°), falha de Mata-Catu, falha de Itanagra-Araçás (N150°), falha da Barra (N090°) e o Alto de Aporá (Figura 3). Na Bacia do Recôncavo, a deformação rúptil apresenta duas importantes falhas limitantes: a falha de Maragogipe (~N10°) a oeste e a falha de Salvador (~N30°) a leste (Silva, 2013).

As falhas que modelam as bacias do tipo rifte são as longitudinais, paralelas ao comprimento maior da bacia, e as transversais, correspondentes às falhas transferentes cujos *strikes* são paralelos à orientação da extensão regional (Corrêa-Gomes *et al.*, 2011).

Diversos trabalhos (Vilas-Boas *et al.*, 2001; Lima *et al.*, 2006, Lima *et al.*, 2014) relataram dados geológicos e evidências geomorfológicas da atividade neotectônica ao longo da região costeira do Nordeste do Brasil que em grande parte afetou os sedimentos da Formação Barreiras. De acordo com Bittencourt *et al.*, (1999), essa atividade neotectônica é associada ao desenvolvimento de estirpes extensionais, resultantes da deformação de flexão da litosfera, devido à carga sedimentar depositada em margem continental. Estas estirpes têm magnitude para promover a reativação de falhas antigas e a geração de novas falhas (Vilas-Boas *et al.*, 2001).





Figura 2- Arcabouço estrutural da Bacia do Recôncavo. Principais falhas :1- Maragogipe, 2-Falha de Salvador, 3-Falha de Mata-Catu, 4-Falha de Itanagra-Araçás, 5- Falha da Barra e 6- Alto de Aporá .Fonte: Modificado de Milhomen *et al* (2003) e Corrêa-Gomes e Destro (2012). Fonte: Milhomen *et al.*, (2003).

### 3. ESTADO DA ARTE

#### 3.1 Formação Barreiras

Os primeiros estudos sobre a Formação Barreiras ocorreram no início do século XX quando Branner (1902) faz referência a esta unidade em seu trabalho sobre a geologia do Nordeste do Brasil. Posteriormente citam-se os trabalhos de Moraes (1924) e Oliveira e Leonardos (1943) que a denominaram de Série das Barreiras. Em seguida Bigarella e Andrade (1964) e Mabesoone (1972) redefinem a unidade como Grupo. Segundo Mabesoone *et al.*, (1991) as unidades antes individualizadas representariam apenas variações faciológicas e foram reposicionadas à categoria de Formação.

Estudos mais recentes apresentam um predomínio na utilização de “Formação Barreiras”, tais como Balsamo *et al.*, (2010), Rossetti e Góes (2009), mas isso não é algo hegemônico (Moura-Fé, 2014).

É consenso entre boa parte dos autores (Arai, 2006, Costa-Júnior, 2008, Nunes, 2011) que a sedimentação da Formação Barreiras é oriunda de uma conjunção de fatores ambientais que envolveram mudanças climáticas, oscilações do nível do mar e movimentos tectônicos que determinaram a configuração atual do litoral brasileiro, especificamente no Nordeste. O debate sobre a idade da Formação Barreiras é intenso, mas o período principal na qual se deu a deposição e deformações é o Néogeno (Arai, 2006).

A Formação Barreiras é tradicionalmente considerada como de origem continental, com evidências de estruturas de ambiente fluvial e fluvial entrelaçado mas a influência marinha já vem sendo considerada por muitos, através de evidências paleontológicas e

sedimentológicas (associação de fácies e estruturas sedimentares) reconhecidas na região Norte e Nordeste no país (Rossetti & Dominguez, 2012, Rossetti, 2013).

Para Mabesoone *et al.*, (1972) e Ghignone (1979) os sedimentos tiveram origem a partir de erosão e deposição de camadas lateríticas que seria portanto material intemperizado. No entanto a ideia de que o soerguimento e o concomitante abatimento de áreas litorâneas favoreceram a deposição dos sedimentos Barreiras é defendida por muitos autores e que levaram a propor modelos deposicionais como Bossi *et al.*, (1982), Alheiros *et al.*, (1988), Rossetti *et al.*, (1989) e Arai (2006).

Segundo Nunes (2011) a sedimentação da Formação Barreiras está relacionada a superfícies de aplainamentos, originadas pela separação do continente africano e sul-americano e sofrendo interferências das mudanças climáticas muito intensas no Cenozóico. A gênese da Formação Barreiras está associada a diferentes ciclos de erosão e deposição, por conseguinte, a sucessivas superfícies de aplainamentos, originadas por pulsos tectônicos e climáticos.

No final do Terciário, o ajustamento isostático produziu o soerguimento das bordas do Atlântico Sul, havendo um basculamento das placas em direção ao interior dos continentes, expondo à erosão uma faixa de 100 km a 300 km de largura ao longo dos litorais de ambos os continentes, que serviu de fonte de sedimentos para as bacias interiores e costeiras favorecendo a deposição desta Unidade (Arai, 2006).

### 3.2 Neotectônica no Brasil

Hasui (1990) relacionou a origem do neotectonismo no Brasil à migração do continente sul-americano e consequente abertura do Atlântico Sul, iniciada no Terciário Médio, por considerar que essas movimentações ocorrem até os dias atuais. O interesse pelas atividades tectônicas ocorridas no Neógeno na margem continental brasileira, segundo Lima (2000) se deu a partir da década de 1980 quando começou a se relacionar os eventos sísmicos desencadeados no nordeste brasileiro com a tectônica recente. Como marcos desses eventos o início da deposição da Formação Barreiras e do último pacote das bacias costeiras (Hasui, 1990).

A neotectônica brasileira é influenciada por esforços compressivos advindos da associação dos tensores produzidos na dorsal Meso-Atlântica e na zona de subducção da Placa de Nazca (evento formador da Cadeia Andina). A litosfera continental situada no interior da Placa Sul-americana é submetida a esses esforços, de maneira que o resultado dessas tensões seja um arranjo compressivo, de direção aproximada E-W na maior parte da placa (Lopes, 2008).

Segundo Costa-Júnior (2008) a sedimentação Barreiras é considerada um verdadeiro testemunho de importantes eventos geológicos de escala continental (abertura do Oceano Atlântico Sul, tectonismo hidro e lito-isostático e orogênese andina). Com isso notou-se que a tectônica influenciou de forma considerável na sedimentação desta Unidade seja em eventos contemporâneos ou pós-deposicionais, pois a reativação de falhas promoveu espaço para acumulação de sedimentos.

Os métodos de investigação empregados no estudo neotectônico associam o estudo das feições geomórficas regionais com as zonas de tensões. Destaca-se a investigação de sismos recentes, na qual se determina as tensões que estão atuando nas áreas sismogênicas, as ferramentas de sensoriamento remoto, mapeamento morfotectônico, análise da rede de drenagem, padrões de relevo, campos de tensão, dentre outros.

As primeiras manifestações neotectônicas foram registradas na Bahia por Sampaio (1916) interpretado por Branner (1920) como movimentos de falhas (Saadi, 1993). Ainda se destacam King (1956), Tricart (1957) que localizaram feições ou efeitos localizados e/ou específicos da atividade neotectônica próximo à Baía de Todos os Santos.

Lima (2002) fez o estudo detalhado das fácies e ambientes deposicionais da Fm. Barreiras no litoral sul do Estado da Bahia e também sugeriu os campos de tensão que atuaram na geração do intenso fraturamento além de comprovar a atuação da neotectônica através da análise dos direcionamentos das drenagens. Posteriormente Lima (2010) publicou trabalho sobre a atuação da neotectônica nos sedimentos da Fm. Barreiras na costa nordeste evidenciando estruturas de liquefação e estruturas rúpteis.

Ainda na região sul do Estado da Bahia, Corrêa-Gomes *et al.*, (2012), identificaram os padrões de orientações dos planos de falhas e dos campos de tensão e Nascimento (2012), mostrou a herança do embasamento e definiu os padrões de campos de tensão responsáveis pela geração das fraturas que afetaram a Fm. Barreiras no sul do estado.

### 3.3 Padrões de fraturamento do embasamento e discussão conceitual

A importância de estruturas antigas na construção e evolução de bacias tipo rifte tem sido mencionada há algum tempo por vários autores (Milani & Davison 1988, Magnavita 1992, Corrêa-Gomes *et al.*, 2005a, Silva 2009), que destacaram o paralelismo entre as falhas de borda das bacias e as orientações das foliações metamórficas do embasamento proximal. Por outro lado, muito pouco aparece citado sobre como isso acontece, segundo quais parâmetros mecânicos e, com base em dados de campo, quais são as relações geométricas existentes entre as estruturas extensionais e as foliações e lineações minerais herdadas do embasamento (Corrêa-Gomes *et al.*, 2011).

Existem várias classes de simetria associadas às tramas minerais de rochas (Paterson & Weiss 1961, Twiss & Moores 2006): triclínico, monoclínico, cilíndrico, esférico e ortorrômbico. O ortorrômbico correspondente à simetria de um bloco retangular com três lados ortogonais entre si e com três diferentes comprimentos, sendo caracterizada pela presença de três planos espelhos de simetria ortogonais entre si, os quais bissectam o bloco e são paralelos às suas três faces (Corrêa-Gomes *et al.*, 2011).

Reches (1978) percebeu que múltiplas falhas geralmente são explicadas por múltiplas fases de deformação e, sendo assim, não podem ser explicadas pelas teorias comuns de falhamento, além disso, múltiplas falhas estão associadas à deformação tridimensional. De acordo com Reches (1978), para falhas com simetria ortorrômbica em um material de força coesivo, a orientação de falhas que minimiza o trabalho realizado por cargas depende da tensão a que o corpo é submetido. Contudo, a análise é complementar àquelas de Anderson (1951). Este último analisou falhas sob condições de limite de tensão, enquanto Reches (1978) analisou falhas sob condições de limite de deformação.

Segundo Corrêa-Gomes *et al.*, (2012) o conhecimento dos modos de falhamento é importante para entender as relações espaciais entre os planos de falha e os campos de tensão geradores. O termo “Trama de Fraturamento” deve ser entendido como o arranjo tridimensional de planos de falhas e juntas associados a um ou mais eventos de quebra de uma rocha e tem semelhante significado geométrico de uma trama de simetria mineral

O modelo de fraturamento ortorrômbico de Reches (1978), se aplica ao conjunto de falhas necessárias para acomodar a deformação tridimensional de um corpo contendo muitas falhas (Figura 3). Sabe-se atualmente, que a simetria ortorrômbica nada mais é que o resultado da simetria mineral com seu correspondente rúptil, sendo que esta simetria na maioria das vezes é herdada do embasamento cristalino (Corrêa-Gomes *et al.*, 2011).

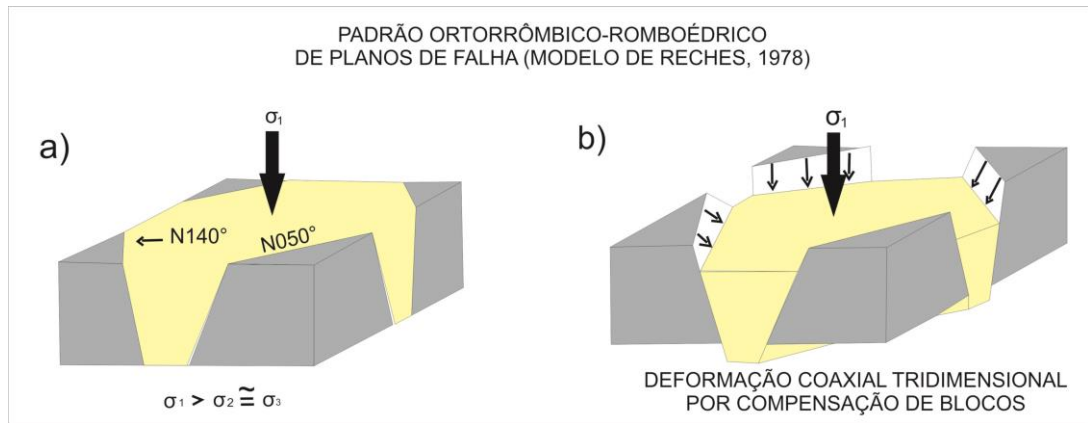


Figura 3 -a) Ilustração do modelo ortorrômbico-romboédrico (Reches, 1978) b) Modelo no qual se formam quatro sets de falhas com simetria ortorrômbico-romboédrica. Adaptado de Corrêa-Gomes et al (2005b).

Por outro lado, quando são estudados os tipos de fraturas conjugadas ou de cisalhamento simples, significa que a deformação provocou movimento rotacional no corpo. Esse movimento pode gerar uma série de fraturas. As descontinuidades que se desenvolvem encontram-se em um modelo de fratura denominado de Modelo de Riedel (Riedel shear): onde ocorrem as seguintes estruturas: - fratura de tensão (ou partição) T: fratura de extensão ou distensão - fratura de cisalhamento de RIEDEL (sintética ou R) - fratura de cisalhamento conjugada de RIEDEL (antitética ou R') - fratura de cisalhamento P (sintética secundária) - fratura de cisalhamento X (sintética secundária) - fratura de cisalhamento Y ou D, que se forma paralelamente ao binário em casos extremos (Salamuni,2010). A figura 4 representa as possibilidades de fraturas em um ambiente de deformação dútil.

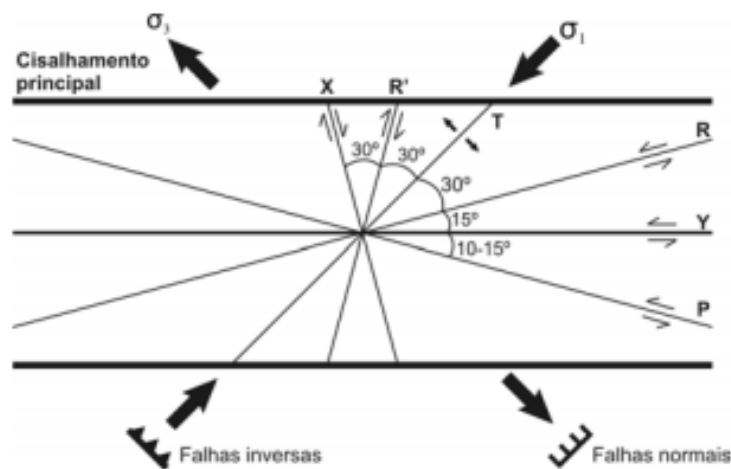


Figura 4: Modelo de Riedel, representação das fraturas geradas em sistema transcorrente sinistral. A tensão sigma 1 compressiva pode gerar juntas tipo T e suas subsequentes R, Y e P e suas conjugadas. Fonte: Santos et al (2011)

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Pré-Campo e Geoprocessamento

Na etapa pré-campo foi elaborado o mapa de lineamentos através do Modelo digital de Elevação (MDE). Para a confecção do mesmo utilizou-se imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) obtidas gratuitamente no site da USGS da costa nordeste da Bahia sendo esta escolha feita pela facilidade de acesso e pela resolução espacial condizente com o

objetivo do estudo. O tratamento da imagem foi realizado através do Software ArcGis 10.1, onde inicialmente utilizou-se a técnica de mosaico das imagens com o auxílio da ferramenta Clip e para melhorar o contraste do relevo utilizou-se o ângulo de inclinação solar em 8 posições 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 235°, 270°. Os lineamentos do modelo digital de terreno foram traçados através da ferramenta AzimuthFinder® e identificados os parâmetros geomorfológicos sugeridos por Amaro *et al.*, (1991): cristas alinhadas, fundos de vale e drenagens (feições positivas ou negativas), expressões topográficas tais como linhas ou segmentos de escarpas (limites erosivos e/ou litológicos), mudanças texturais/estruturais abruptas nos terrenos, elementos indicativos de estruturas geológicas.

Logo em seguida os lineamentos foram filtrados em função da unidade geológica sendo divididos em: i) lineamentos do embasamento cristalino; e ii) lineamentos da bacia do Recôncavo e iii) lineamentos da Formação Barreiras. A delimitação da área de pesquisa foi feita com a intenção de obter um maior número de lineamentos e posteriormente um melhor aproveitamento dos dados.

A aquisição dos azimutes das estruturas lineares foi determinada por uma linguagem de programação através de scripts gerados pelo programa *Easy Calculator (Spacial Techniques)*. O comprimento das estruturas foi calculado em metros e quilômetros através da ferramenta *calculate geometry* do próprio Arcgis.

Os lineamentos traçados tiveram suas direções e comprimentos medidos, e foram lançados no software *StereoNet*® (Duyster, 2000) com o objetivo de originar gráficos de rosáceas de direção para quantidade de medidas e para o comprimento acumulado das estruturas. Estas técnicas utilizadas para as imagens permitiram a análise e o estudo prévios da geometria das macroestruturas encontradas na região estudada.

#### 4.2 Campanha de Campo

A campanha de campo foi realizada entre os dias 10 a 14 de setembro de 2017 e foram visitados um total de quarenta afloramentos entre o embasamento cristalino (Arqueano-paleoproterozoico), e Formação Barreiras (Neógeno) e Coberturas recentes (Quaternário). Foi feito um planejamento do campo com base nas vias mais acessíveis aos afloramentos, principalmente da Formação Barreiras que perfaz a maior parte da área e é o maior objetivo do estudo.

A principal via de acesso foi a BA-099 e suas estradas vicinais. A área abrange até o extremo sul do Estado de Sergipe e totaliza 809,7 km<sup>2</sup>.

Dos quarenta afloramentos visitados foram obtidas medidas de falhas e juntas, eixos de dobras, paleocorrente e superfície de deposição primária (S0) das Unidades da Formação Barreiras e a foliação do embasamento cristalino.

Foi utilizado material básico de campo como bússola, GPS, caderneta de campo, lupa martelo e máquina fotográfica. Em campo as medidas foram registradas e organizadas em tabelas do Microsoft Excel. As medidas em bússola seguiram a regra da mão direita e utilizado o método de medida dos planos de falha atribuindo-se pesos, conforme utilizado por Nascimento (2012).

#### 4.3 Tratamento de dados – Pós- campo

A etapa pós-campo foi destinada ao tratamento dos dados obtidos em campo. Iniciado primeiramente com a organização das medidas em uma planilha geral no Microsoft Excel no qual os dados estruturais foram separados por afloramento, coordenadas, data, hora, tipo de estrutura, peso, litotipo e unidade geológica. Na sequência foram gerados os diagramas estereográficos utilizando o software Stereonet e em seguida utilizado o CorelDRAW X3 para editar e importar os diagramas das medidas estruturais.

Dentre os mapas confeccionados têm-se os mapas de localização, geológico, lineamentos e estruturais utilizando o software Argis 10.1 Após a obtenção dos resultados de

campo foi possível associá-los com aqueles obtidos no modelo digital de elevação e compará-los. A etapa seguinte foi correlacionar a herança do embasamento com as estruturas neoformadas, e relacionar as mesmas com o modelo geométrico neotectônico.

#### 4.4 Análise Geométrica

O objetivo da análise estrutural geométrica é obter um ou mais padrões e correlações espaciais e temporais entre as estruturas. Após essa fase são feitos os levantamentos geológicos de campo onde as estruturas presentes em afloramentos devem apresentar sua orientação medida a partir de seus principais elementos estruturais.

Nesta fase do estudo são identificados os padrões dos lineamentos traçados analisando os gráficos de rosáceas de quantidade de medidas e de comprimento acumulado. Para a identificação dos padrões geométricos de falhas e fraturas, foi feito um tratamento estatístico levando-se em conta as unidades geológicas a que as estruturas estavam associadas. O estereograma de frequência mostra a quantidade de vezes a estrutura ocorre e o de comprimento demonstra a persistência desta estrutura.

## 5. RESULTADOS

Os resultados obtidos serão apresentados na seguinte ordem: apresentação dos dados das estruturas de lineamentos do modelo digital de elevação (MDE), dados de campo e herança do embasamento.

### 5.1 Lineamentos morfoestruturais SRTM

No modelo digital de elevação obtido através da imagem SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) foi possível traçar lineamentos estruturais nas três unidades geológicas (Figura 5). Em toda área de estudo foram extraídos 1.290 lineamentos com comprimento acumulado de 6.112 km representados em diagramas de rosetas. Os dados serão representados primeiramente pelo Embasamento Cristalino seguido da Bacia do Recôncavo e, finalmente, da Formação Barreiras.

Do total de lineamentos traçados (1.290), 140 medidas (11,16%) apresentam direção preferencial N150°-160°, 126 medidas (9,76%) apresentam direção N130°-N140°, 109 medidas (8,44%) têm direção N020°-030°, 94 medidas (7,28%) tem direção de N110°-120° e 64 medidas (4,96%) tem direção de N070°-080°. Já as direções de maior comprimento acumulado são 63.0 Km para N130°-140°, 61.4 Km para N150°-160°, 49.6 Km para N120°-130°, 4,41 Km para N100°-110° e 39.3 Km para N040°-050°. A Figura 5 representa o resultado dos lineamentos traçados na imagem SRTM.

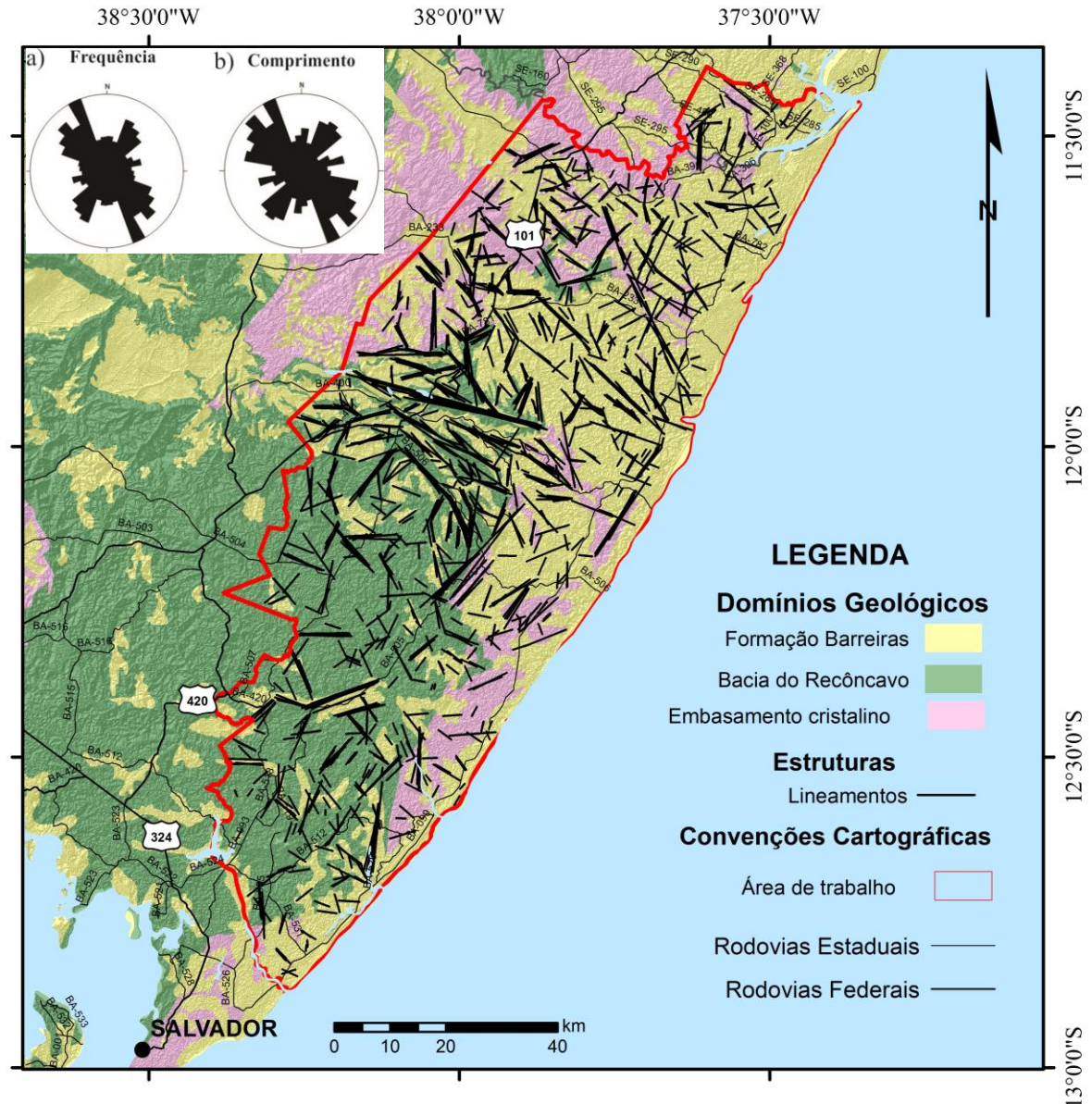


Figura 5- Mapa de lineamentos estruturais totais com os principais Domínios geológicos e os respectivos diagramas em rosetas com pétalas de  $10^\circ$  em  $10^\circ$  em a) Frequência e b) Comprimento dos lineamentos morfoestruturais totais da área de pesquisa.

## 5.2 Lineamentos totais

O embasamento cristalino, que corresponde ao Cinturão Salvador-Esplanada-Boquim é constituído por gnaisses, migmatitos e granulitos, foram traçados 393 lineamentos e os resultados para a direção e comprimento estão detalhadas na.

A quantidade de lineamentos obtidos na Bacia do Recôncavo foi de 579 medidas. A unidade que compreendem a Bacia do Recôncavo na área de pesquisa é a Formação Marizal.

Os lineamentos da Formação Barreiras totalizaram 962 medidas.

A Figura 6 representa os diagramas de rosetas das principais direções de frequência dos lineamentos e respectivos e comprimentos por unidade geológica mostrando os trends principais.

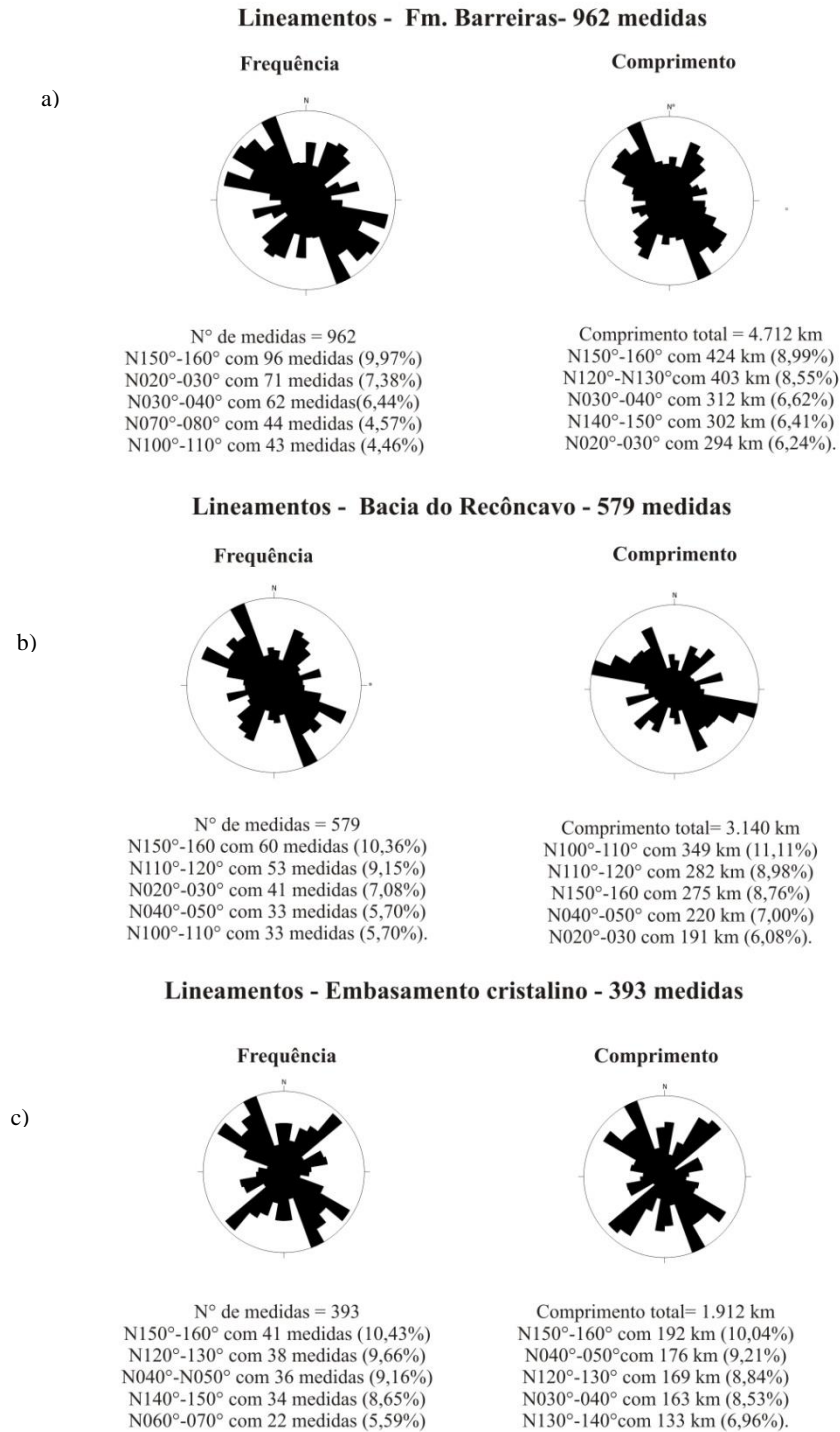


Figura 6- Diagramas em rosetas com pétalas de 10° em 10° mostrando a frequência e comprimento dos lineamentos morfoestruturais obtidos por delimitação da imagem em satélite das três unidades geológicas a) Formação Barreiras b) Bacia do Recôncavo e c) embasamento cristalino.



## 6.2 Dados estruturais de Campo

Em campo foram visitados 40 afloramentos distribuídos entre as Unidades do embasamento cristalino, Bacia do Recôncavo e Formação Barreiras. Nos afloramentos da área de estudo catalogou-se estruturas em todas as Unidades descritas, como dobras (42 medidas), falhas e fraturas (juntas) com 386 medidas, superfície de deposição primária (S0) (61 medidas), paleocorrentes (79 medidas), foliação primária (35), falhas e fraturas do embasamento (42 medidas) e lineação de estiramento mineral (06 medidas). Os dados estruturais serão apresentados por Unidade Geológica.

### *Embasamento Cristalino*

No embasamento cristalino, foram obtidas medidas da foliação principal das rochas do Cinturão-Salvador-Esplanada-Boquim no qual são caracterizadas pelo bandamento composicional máfico e félsico, composto por minerais de biotita, quartzo e feldspato. O espaçamento entre as foliações é de alguns centímetros e os minerais ocorrem com bordas esféricas, por vezes recristalizados (figura 7).

O embasamento cristalino é representado pelas rochas máficas do Cinturão Salvador-Esplanada-Boquim. No embasamento foram obtidas medidas de foliação, fraturas e lineação de estiramento mineral ( Figura 8).



Figura 7- Foliação primária em gnaiss intemperizado do Cinturão Salvador- Esplanada-Boquim área de pesquisa.

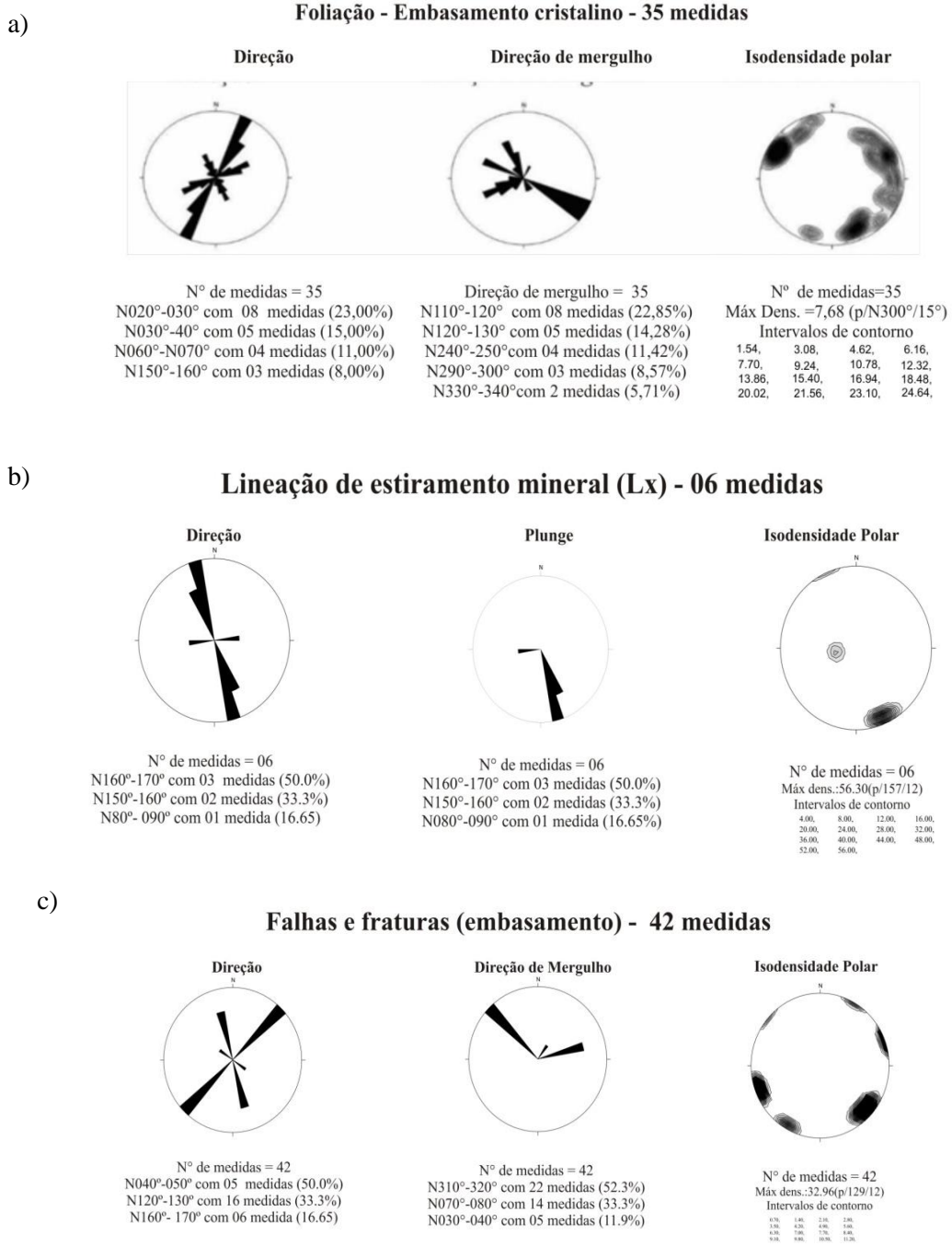


Figura 8- Diagramas em rosetas com pétalas de 10° em 10° com direção, mergulho/plunge e isodensidade polar em a) foliação metamórfica principal, b) lineação de estiramento mineral c) falhas e fraturas do embasamento cristalino.

### Domínio Neógeno /Fm. Barreiras

O Domínio Neógeno/ Quaternário é representado pelos sedimentos da Formação Barreiras e Coberturas Recentes. Esta Unidade recobre a maior parte da área de estudo e onde se obteve a maior parte da quantidade de dados para a elaboração deste trabalho. Foram obtidas medidas de falhas, fraturas, superfícies de deposição primária, eixo de dobras, paleocorrente e camadas misturadas (*mixed-layers*).

### Superfície de deposição primária (S0)

As medidas de superfície de deposição primária (Figura 9 a e b) foram obtidas a partir da reconstituição dos planos de acamamento nos sedimentos. As atitudes obtidas em campo totalizaram em 61 medidas .

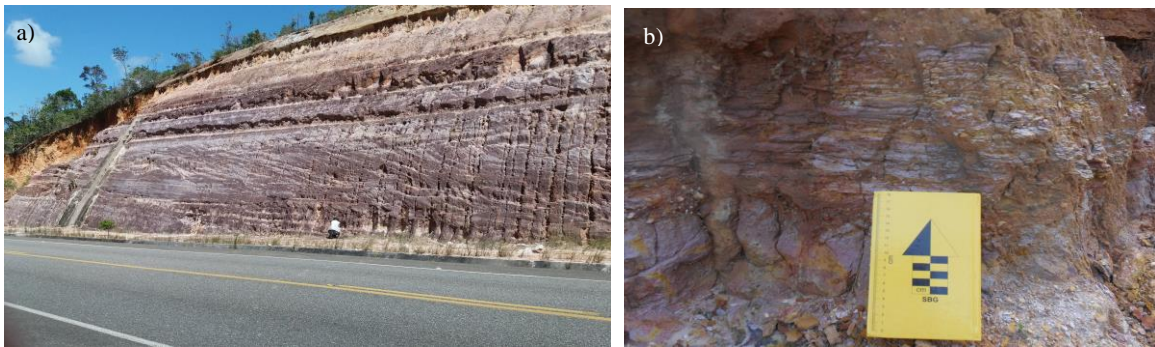


Figura 9- Nota-se em a) estratificação cruzada em afloramento da Fm. Barreiras às margens da BA-099 b) Superfície de deposição primária da Fm. Barreiras, intercalação de camadas argilosa e siltosa.

A figura 10 mostra a quantidade de medidas e os principais trends das superfícies primárias. Pode-se destacar 3 trends principais que são N080°-090°, N110°-120° e N120°-130°. O estereograma de isodensidade polar mostra maior concentração dos pólos dos planos na orientação N220°/081°.

### Superfície de Deposição Primária - Fm. Barreiras - 61 medidas

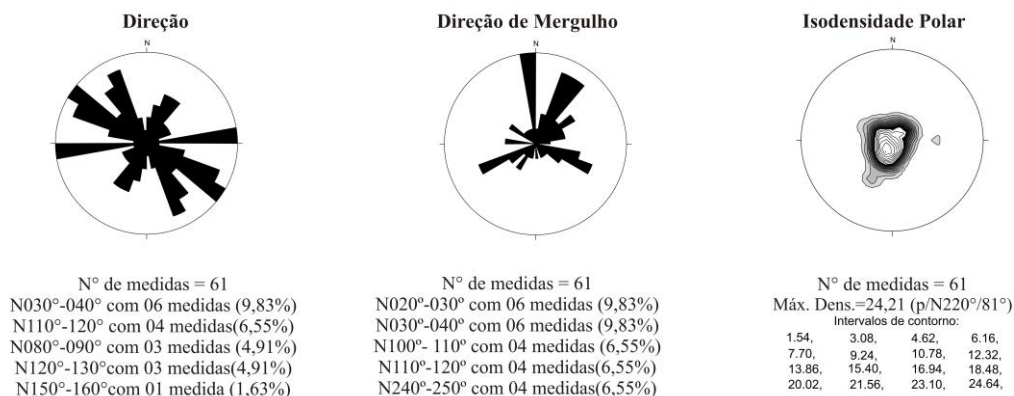


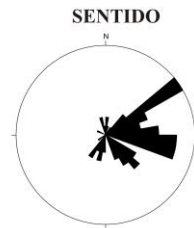
Figura 10- Diagramas em rosetas com pétalas de 10° em 10° da direção, mergulho e isodensidade polar da superfície de deposição primária da Fm. Barreiras.

### Paleocorrente

As medidas de paleocorrente totalizaram-se em 79 medidas, foram obtidas as direções em estratificações cruzadas e acanalada e imbricação de seixos. Como mostra a figura 11 as medidas predominaram para NE e E-SE, com pequenas diferenças entre os intervalos considerados. A figura 12 representa em mapa o sentido das paleocorrentes nos afloramentos visitados.

## PALEOCORRENTE

### Fm. Barreiras -79 medidas



Nº de medidas = 79  
 N050°-060° com 12 medidas (15,18%)  
 N080°-090° com 11 medidas (13,92%)  
 N090°-100° com 11 medidas (13,92%)  
 N060°-070° com 08 medidas (10,12%)  
 N100°-110° com 08 medidas (10,12%)

Figura 11- Diagrama de rosetas com pétalas de 10° em 10° da direção e suas principais medidas de paleocorrente.

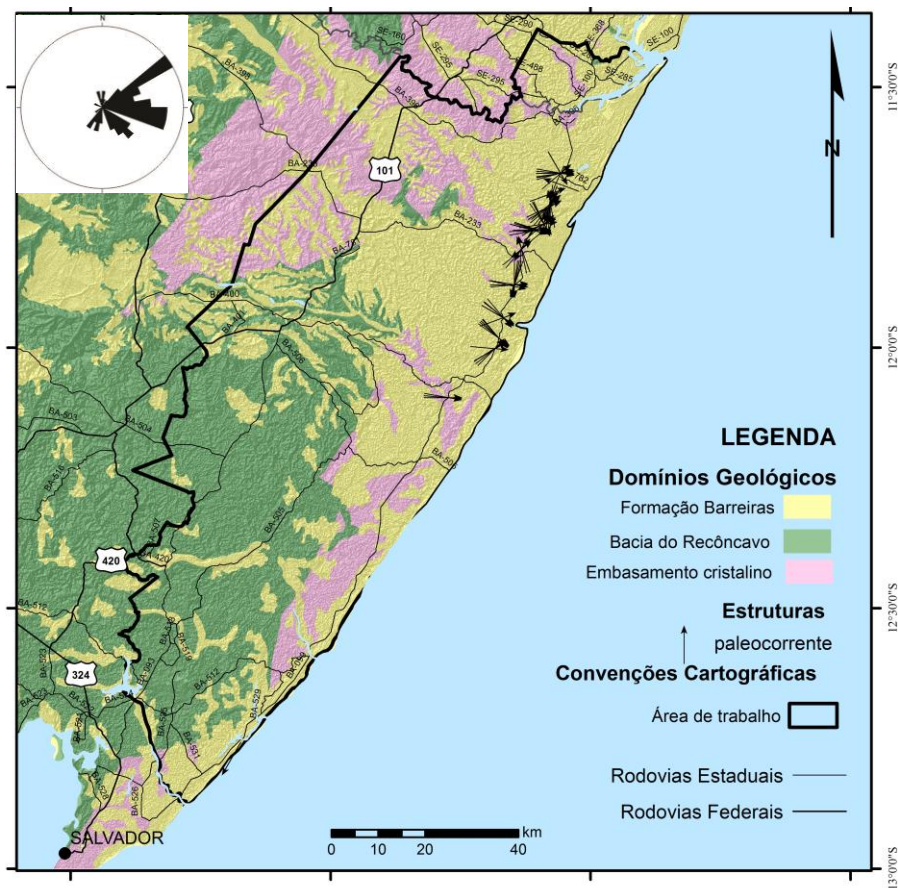


Figura 12 – Mapa de estruturas evidenciando o sentido da paleocorrente da Fm. Barreiras (setas em preto) obtidas em campo

### *Estruturas de liquefação/ dúcteis*

#### *Sedimentos misturados – mixed layers*

As estruturas identificadas em campo como camadas misturadas são indicativas de atividade sísmica sin-deposicional. Essas estruturas são caracterizadas por envolver camadas com distintos estados de saturação, podendo ambas terem ou não a mesma granulometria. As camadas menos saturadas, usualmente se fragmentam e são envolvidas pela camada mais saturada, que possuem comportamento mais plástico. Foram obtidas 18 direções do eixo mais longo das camadas misturadas sendo a maior parte das medidas com direção para SE. A figura 13 mostra o diagrama que representa todas as medidas de campo desta estrutura e a figura 14 é a estrutura em campo.

### MIXED LAYERS Fm. Barreiras -18 medidas



Nº de medidas = 18  
 N130°-140° com 09 medidas (61,11%)  
 N120°-130° com 07 medidas (38,88%)  
 N110°-120° com 04 medidas (22,22%)

Figura 13- Diagrama de rosetas com pétalas de 10° em 10° sentido para leste das medidas do eixo mais longo das *mixed-layers*.



Figura 14- Camadas misturadas em afloramento da Formação Barreiras. A camada mais escura, evidenciando menor saturação em água e é envolvida pela camada mais clara, que apresenta comportamento mais dúctil.

### *Eixo de dobras da Fm. Barreiras*

As atitudes dos eixos das dobras da Fm. Barreiras obtidas em campo somaram-se 42 medidas. As direções mais frequentes foram N120°-130° (16 medidas) e N030°-040° embora eixos secundários na direção NE tenham sido medidos. A figura 15 mostra o estereograma com as medidas de direção e plunge dos eixos das dobras obtidas em campo.

### **Eixo de dobras (Fm. Barreiras) - 42 medidas**

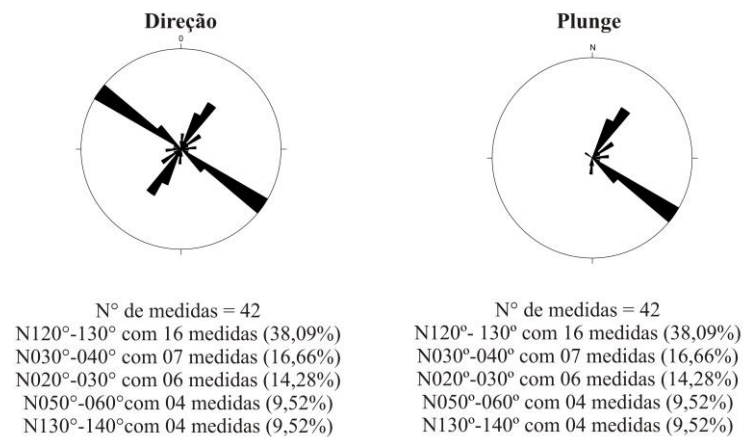


Figura 15- Diagrama de rosetas com pétalas de 10° em 10° das medidas dos eixos das dobras da Fm. Barreiras.

Quanto às direções de plunge de maior frequência são N120°-130° com 16 medidas (38,09%), N030°-040° com 08 medidas. A máxima densidade é 63.98 com maior concentração pólo para N000°-090°. A figura 16 representa as dobras da Formação Barreiras registradas em campo. A figura 17 representa em mapa a tendência dos eixos das dobras da área de pesquisa.

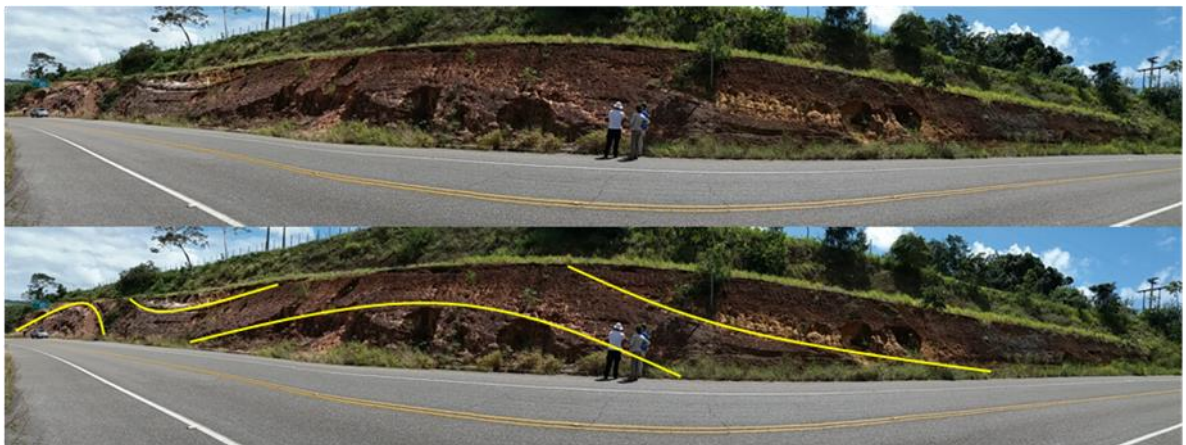


Figura 16- Sequência de sinclinais e anticlinais da Fm. Barreiras às margens da BA-099.

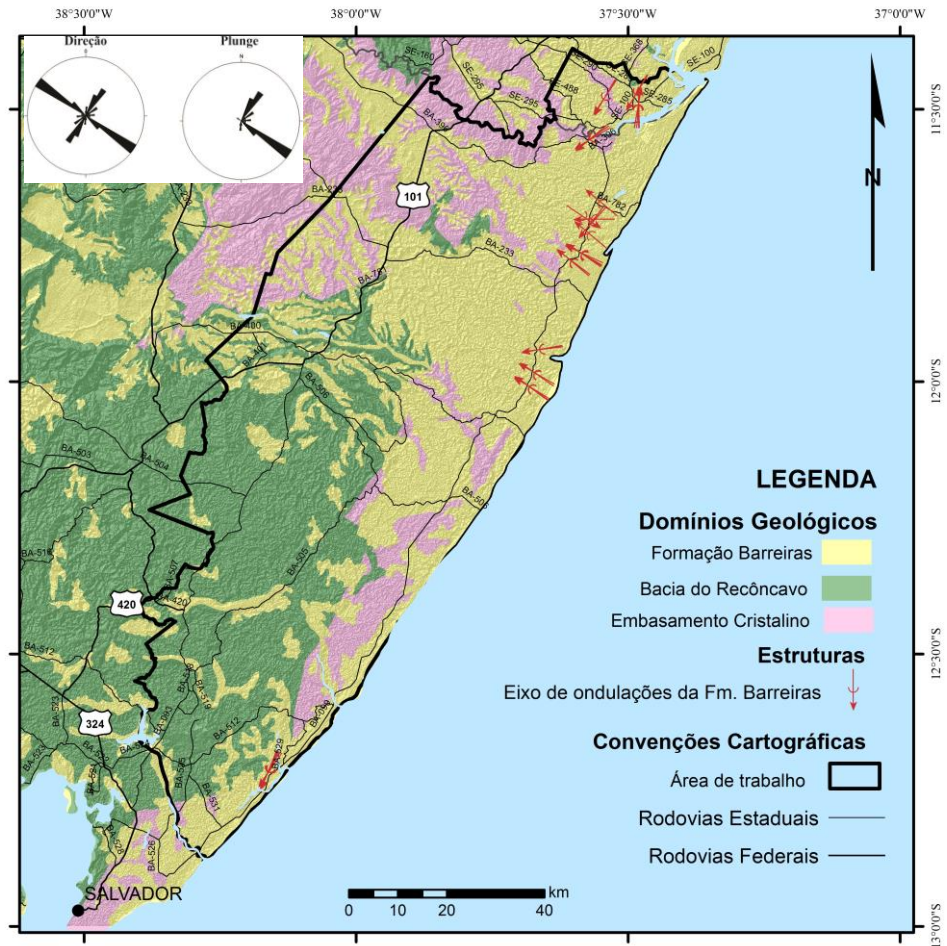


Figura 17- Mapa de estruturas evidenciando o sentido dos eixos das dobras da Fm. Barreiras (em vermelho) obtidas em campo.

**Estruturas rúpteis**

*Falhas e fraturas/juntas*

As falhas e juntas que interceptam a Fm. Barreiras na área de pesquisa apresentam direções preferenciais: N000°-010° e N010°-020° .

As direções de mergulho que se destacam são N040°-050°, N090°-100°, N120-130°. As medidas de isodensidade polar apresentam máxima densidade de 386 com maior concentração dos pólos para N219°/060°) (Figura 18).

**Falhas/Fraturas Totais - Fm. Barreiras - 386 medidas**

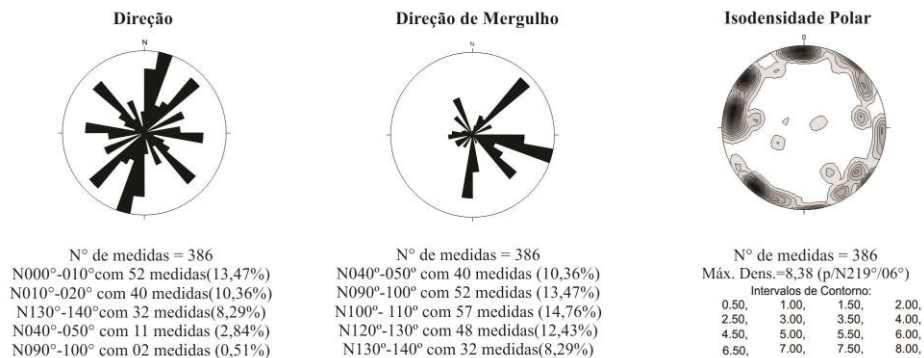


Figura 18- Diagrama de rosetas com pétalas de 10° em 10° com direção, mergulho e isodensidade polar das falhas e fraturas da Fm. Barreiras.

As falhas na formação Barreiras apresentam rejeito que variam entre centímetros e metro. A figura 19 mostra a descontinuidade da camada tracejada em vermelho e verde, demonstrando o deslocamento entre a mesma.

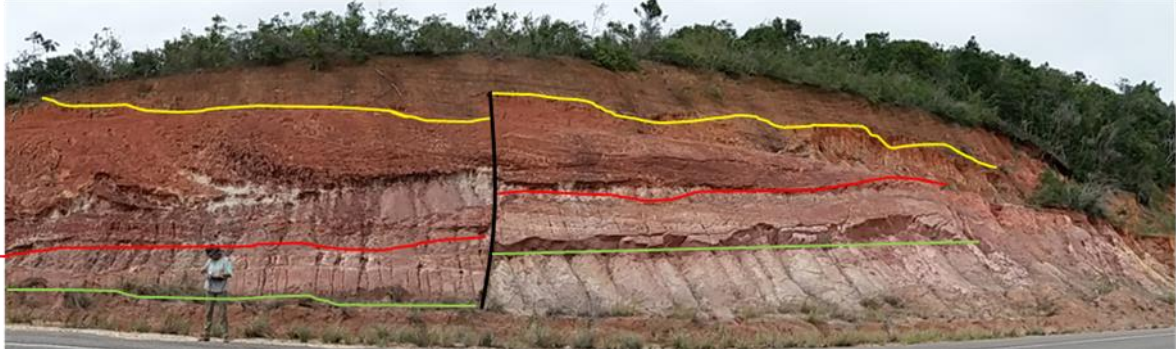


Figura 19 – Falha normal em afloramento na BA-099 evidenciando deslocamento de camadas.

A figura 20 mostra a distribuição das falhas e fraturas ao longo da área de pesquisa cuja configuração das medidas encontra-se ortogonais e conjugadas.

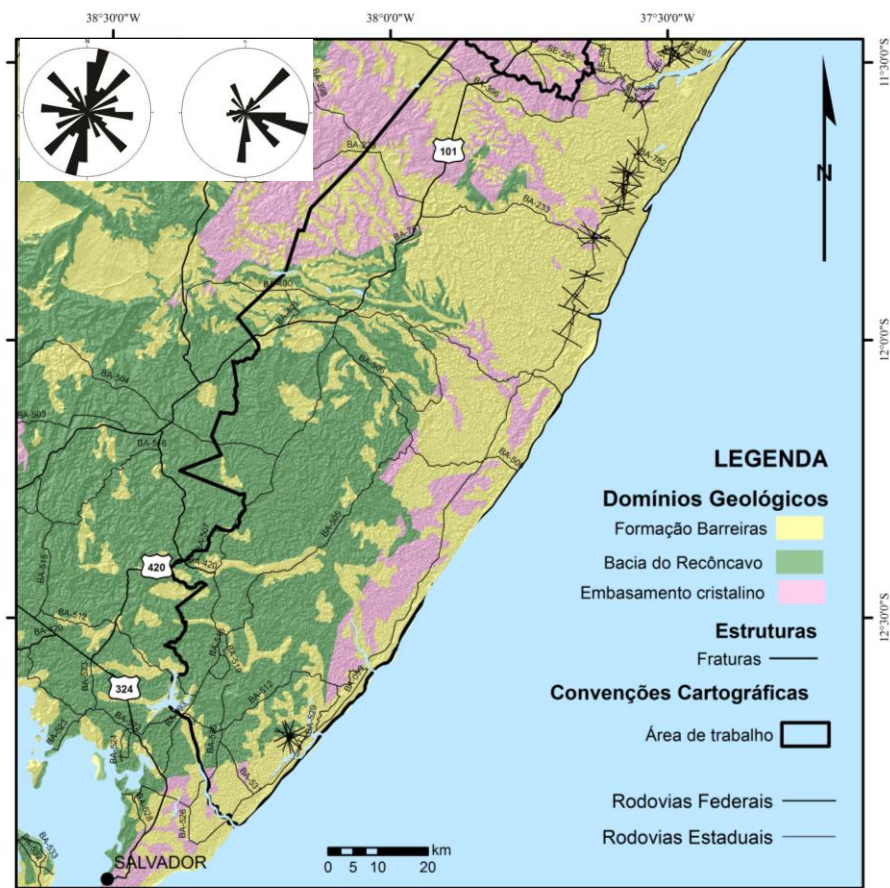


Figura 20-Mapa de fraturas distribuídas na Formação Barreiras



### 6.3 Lineamentos estruturais e herança do embasamento

Ao realizar uma análise comparativa entre os diagramas de rosetas obtidos através dos lineamentos estruturais em SRTM das três unidades geológicas representadas, podemos obter importantes informações a cerca da área de estudo. Dentre elas pode-se destacar o forte controle estrutural que o embasamento cristalino exerce tanto na Bacia do Recôncavo quanto na Formação Barreiras.

Os lineamentos ocorrem em dois grupos principais de direções NW-SE e NE-SW. Alguns planos de médio ângulo de mergulho, com direção NE também estão presentes e são, preliminarmente, interpretados como pares conjugados (fraturas de cisalhamento).

Nos lineamentos SRTM do Embasamento cristalino e da Bacia do Recôncavo observam-se que a frequência da direção N040°-050° se repete nas duas unidades com bastante expressividade.

Ocorre também na Fm. Barreiras e que sugere que essa estrutura foi reativada e reaproveitada nos pacotes sedimentares da Fm. Barreiras. A direção N150°-N160° ocorre nas três Unidades dos lineamentos SRTM. Isso ocorre também na Fm. Barreiras, o que sugere que essa estrutura foi reativada e reaproveitada nos pacotes sedimentares depositados no Neógeno. A direção N150°-N160° ocorre nas três Unidades dos lineamentos SRTM.

Em relação às medidas de falhas e juntas obtidas em campo da Fm. Barreiras especificamente pode-se afirmar que a herança estrutural do embasamento é confirmada pelas medidas N040°-050° e N010°-020° sendo esta última o traço estrutural do Orógeno Itabuna Salvador Curaçá e a medida da foliação principal do Cinturão Salvador Esplanada- Boquim. Ainda com relação às medidas de campo, têm-se as medidas de fraturamento que sugerem padrão ortorrômbico como é o caso de N40° $\perp$ N130°, N180° $\perp$ N100°. O padrão aproximadamente ortorrômbico persiste nos lineamentos SRTM da Fm. Barreiras como as medidas N150° $\perp$ N070°.

O padrão ortorrômbico significa que o conjunto de falhas ortorrômbicas é encontrado em rochas que passaram por uma única fase de deformação dútil e em muitos casos os padrões de fraturamento indicam que houve reativações sob condições variáveis de esforços (Fossen, 2013).

Comparando-se os padrões observados com as estruturas rúpteis regionais pode-se afirmar que a direção N150° presente nas três Unidades está relacionada com as Falhas de Itanagra-Araçás e Mata Catu, situada respectivamente na porção central e norte da Bacia do Recôncavo e onde se encontra uma maior frequência de lineamentos da imagem SRTM.

Percebe-se também a influência da Falha de Maragogipe (N010°) refletiu no fraturamento da Fm. Barreiras. Por sua vez ocorrem com maior frequência nas medidas de campo as fraturas de direção N090° que corresponde à falha da Barra localizada na porção sul da Bacia do Recôncavo. Destacam-se também fraturas neoformadas, ou seja, provavelmente geradas na tectônica Miocênica com direção N060°-070° estrutura essa também verificada por Vilas Boas *et al.* (2001).

A família N010°-020° das falhas da formação Barreiras apresentam um grau de paralelismo com a linha de costa, o que sugere ser um plano de fraqueza que foi reaproveitado durante a abertura do Atlântico Sul, no Mesozoico, em que houve a ruptura do Pangea e a formação do Atlântico Sul. Neste período predominava o regime tectônico gravitacional, originando falhas de cinemática normal.

Através da comparação entre medidas de campo e SRTM pode-se perceber a relação de herança de embasamento Paleoproterozoico e Mesozoico na Formação Barreiras na costa nordeste da Bahia conseguindo separar estruturas reativadas daquelas neoformadas.

Considerando os principais trends de fraturamento nota-se a orientação dessas falhas e fraturas (juntas cujos padrões se intercalam em conjugado e ortorrômbico. Esse padrão é ora

neotectônico assim como herdado do embasamento cristalino, o padrão conjugado de faturamento. A figura 21 representa uma comparação entre as os trends das três unidades que predominam na área e sua influência no faturamento da Fm. Barreiras.

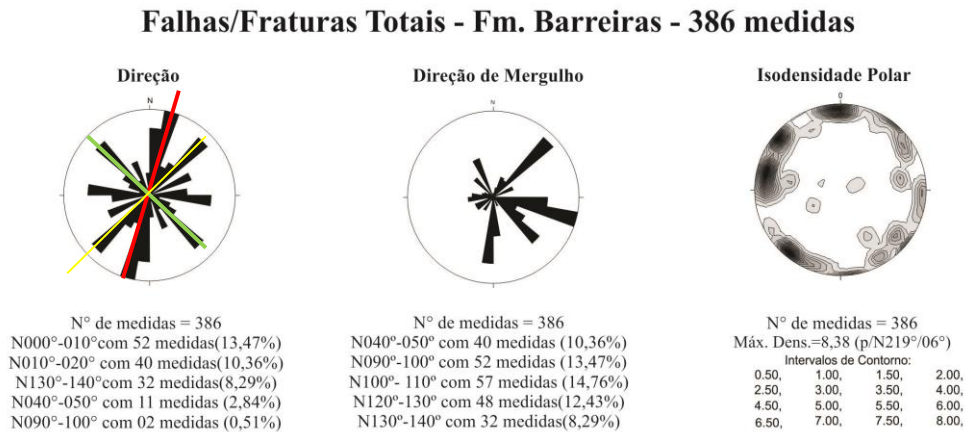


Figura 21- Herança estrutural do embasamento nas fraturas da Formação Barreiras. Em vermelho lineamentos no embasamento, em verde bacia do Recôncavo e em amarelo os lineamentos da Fm. Barreiras

#### 6.4 Integração dos dados e modelo geométrico de fraturamento

A análise das estruturas deformacionais rúpteis revelou uma íntima relação entre as falhas do embasamento e as estruturas deformacionais da Formação Barreiras.

A herança do embasamento proporciona importante papel na conformação das estruturas da Formação Barreiras na costa nordeste da Bahia, evidência disto são as medidas da superfície de deposição primária (S0) que apresentam padrão ortorrômbico com direção  $N120^{\circ}\perp 030^{\circ}$ , assim como os eixos das dobras que apresentam também padrão aproximadamente ortorrômbico com direção  $N110^{\circ}\perp 030^{\circ}$ , e as juntas e falhas obtidas em campo que também apresentam mesmo padrão com medidas  $N000^{\circ}\perp 090^{\circ}$ .

As medidas de paleocorrente da Fm. Barreiras apresentam direção para leste sendo estas paralelas às fraturas de padrão ortorrômbico do embasamento. Portanto sugere-se que a deposição dos sedimentos da Formação Barreiras foi controlada pelas fraturas ortorrômbicas preexistentes, ressaltando a importância do controle tectônico na sedimentação desta unidade.

A partir dos dados apresentados foi proposto o modelo neotectônico simplificado (Figura 22) na qual as principais estruturas da área de estudo estão representadas. Na unidade do embasamento cristalino predominam lineamentos de direção principal NW-SE e secundariamente NE-SW, ambos relacionados ao padrão do OISC e da Bacia do Recôncavo.

Com relação às estruturas de liquefação na área de estudo boa parte são atribuídas à eventos tectônicos que reativou falhas e produziu ondas sísmicas de até grau seis ou superior de magnitude, capaz de promover deformação em sedimentos arenosos e cascalhosos. Essas estruturas revelam que ocorreu um tectonismo sindeposicional. O variado tipo de estruturas de deformação obtidos na área de pesquisa é compatível com sismos de grande magnitude e apresentam direção preferencial NE-SW e SW-NE e estão relacionados também com a tectônica transcorrente Miocênica. Associado aos sismos acrescenta-se o fato destas estruturas terem sido deformadas em ambiente rico em fluidos.

As dobras que ocorrem ao longo dos afloramentos da BA-099 podem estar relacionadas à acomodação dos sedimentos da Formação Barreiras sob a Bacia do Recôncavo cuja conformação da mesma ocorre em sistemas e semi-gráben. Outra hipótese seria a

reativação de dois grandes sistemas tectônicos em que a compressão da Bacia do Recôncavo contra a borda do extremo Sul da Faixa Sergipana provocou a deformação nos sedimentos da Formação Barreiras.

Nesse mesmo sistema podemos perceber a influência de rochas Paleoproterozoicas à Mesozoicas na Formação Barreiras tornando, portanto, um importante acervo de informações que ajudam a minimizar a carência de informações a cerca desta unidade na área de estudo. A partir do conjunto de informação de campo e de imagens de satélite pode-se confirmar o caráter ortorrombico em todas as estruturas deformacionais. Além disso, foi possível associar as mesmas com a atuação de sismos recentes, configurando a Neotectônica.

Neste contexto geológico é importante recordar o debate sobre o quão ativa é uma margem passiva. Sabe-se que a origem dos campos de tensão neotectônicos na costa brasileira é atribuída à subducção andina e aos constantes esforços de empurrão da dorsal meso-Atlântica e que essa tensão afeta não só os sedimentos da costa nordeste da Bahia mas de outros estados do nordeste e de outras regiões.

Portanto, esta informação tem grande relevância para os estudos tectônicos atuais e futuros, pois pode-se associar de que forma os eventos tectônicos poderão atingir as construções civil na faixa litorânea da Bahia, além de ser um importante balizador de fraturas para prospecção de águas subterrâneas na faixa litorânea da Bahia.

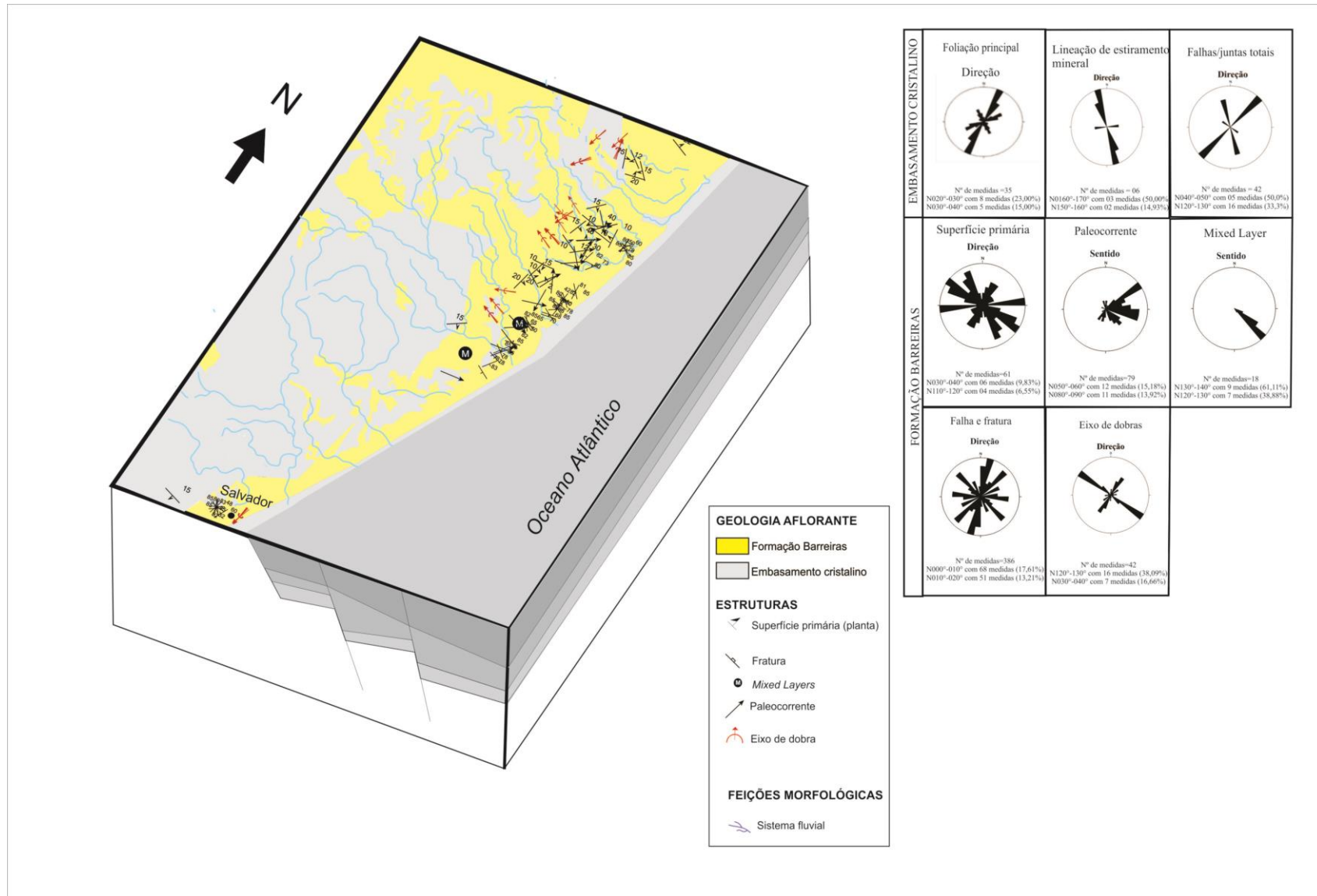


Figura 22- Modelo Neotectônico da área de pesquisa com ênfase às principais estruturas obtidas em campo.

## 7. CONCLUSÕES

- i) Considerando as medidas obtidas através das imagens SRTM pode-se dizer que as principais medidas do embasamento foram herdadas tanto da foliação metamórfica do Cinturão Salvador-Esplanada Boquim (N040°-N050°), quanto das falhas da Bacia do Recôncavo (Itanagra-Araçás,- Mata Catu).
- ii) O padrão ortorrômico herdado do embasamento e da Bacia é verificado nas medidas de campo e comprovadas nas principais estruturas da Formação Barreiras: superfície primária (S0), falhas e fraturas e eixo de dobras.
- iii) O padrão de paralelismo entre as paleocorrentes e as fraturas ortorrômicas sugere uma deposição sedimentar controlada pelas falhas e fraturas do embasamento.
- iv) As estruturas de liquefação em conglomerados, as ondulações assim como as mixed-layers são evidências de atividade tectônica (sísmica) durante o Neógeno que culminou com a geração de estruturas deformacionais neotectônicas.
- v) A Fm. Barreiras foi deformada segundo padrões estruturais (ortorrômico e conjugado) pré existentes no embasamento e na Bacia do Recôncavo.
- v) A origem dos campos de tensão é atribuída à interação de esforços de empurrão da dorsal meso-atlântica, á migração da placa sul-americana e á subducção andina.

Para complementação e aprofundamento do presente estudo é recomendável:

- i) Identificar os campos de tensão e principais motores geradores que deu origem ás falhas e fraturas da Fm. Barreiras;
- ii) Datar as idades da deformação a partir dos sedimentos deformados e investigar com detalhe os padrões de falha que venha a ocorrer nos solos que recobre os sedimentos da Fm. Barreiras na área de estudo.

## 8. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F.F.M (1977). O Cráton do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*, vol. 7, n.4, p. 349-364. Dezembro.
- ALHEIROS., M.M, Lima Filho., M.F, Monteiro., F.A.J., Oliveira Filho JS. (1988). Sistemas deposicionais na Formação Barreiras no Nordeste Oriental. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 35. Belém. Anais... Belém. SBG. 1988. v.2. p. 753-760
- ANDERSON, E.M., (1951). *The Dynamics of Faulting*. Oliver and Boyd, Edinburgh, 2nd ed.,191 pp.
- ARAI, M. (2006). A grande elevação eustática do Mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras. *Geologia USP. Série Científica*, 6(2), 1-6
- ARAÚJO, V. D., REYES-PERES, Y. A., de Oliveira Lima, R., Pelosi, A. P. D. M. R., Menezes, L., Córdoba, V. C., & Lima-Filho, F. P. (2006). Fácies e sistema deposicional da Formação Barreiras na região da Barreira do Inferno, litoral oriental do Rio Grande do Norte. *Geologia USP. Série Científica*, 6(2), 43-49.
- BALSAMO *et al.* (2010). Structural and petrophysical evolution of extensional fault zones in low-porosity, poorly lithified sandstones of the Barreiras Formation, NE Brazil. *Journal of Structural Geology*, n. 32, p. 1806-1826
- BARBOSA, J. S. F., DOMINGUEZ, J. M. L. (1996). Texto Explicativo para o Mapa Geológico ao Milionésimo da Bahia. Salvador, SICM/SGM, 400 p.
- BARBOSA, J., MARINHO, M., LEAL, A. B., OLIVEIRA, E., SOUZA-OLIVEIRA, J., ARGOLLO, R., LANA, C., BARBOSA, R., & SANTOS, L. T. (2018). As raízes granulíticas do cinturão Salvador-Esplanada-Boquim, Cráton do São Francisco, Bahia-Sergipe, Brasil. *Geologia USP. Série Científica*, 18(2), 103-128.
- BARBOSA, J. S. F., SABATÉ, P. (2002). Geological features and the Paleoproterozoic collision of four Archaean Crustal segments of the São Francisco Craton, Bahia, Brazil. A synthesis. *Anais da Academia Brasileira Ciências*, 74(2), 343-359
- BARBOSA, J. S. F., SABATÉ, P. (2004). Archean and Paleoproterozoic crust of the São Francisco Cráton, Bahia, Brazil: geodynamic features. *Precambrian Research*, 133, 1-27.
- BRANNER, J. C. (1902). Geology of the northeast coast of Brazil. *Bulletin of the Geological Society of America*, 13(1), 41-98.
- BITTENCOURT A. C. S. P; DOMINGUEZ J.M.L AND USSAMI N. (1999). Flexure as a tectonic control on the large scale geomorphic characteristics of the eastern Brazilian coastal zone. *J of Coastal Res* 15: 505-519
- BIGARELLA JJ AND ANDRADE GO. 1964. Considerações sobre a estratigrafia dos sedimentos cenozóicos em Pernambuco (Grupo Barreiras). Recife: Universidade de Recife, Arq. Inst. Ciênc. Terra 2: 2-14

BOSSI, G. E.; ROLIM, J. L.; ANDREIS, R. R. (1982). El Grupo Barreiras en el Noroeste brasileño. In: Congresso Latino-americano de Geología, Buenos Aires, v. 1, n. 5, p. 173-190.

CORRÊA GOMES L.C., DOMINGUEZ, J.M.L., BARBOSA, J.S.F. & SILVA, I.C. Padrão de Orientação dos Campos de Tensão, Estruturas, Herança do Embasamento e Evolução Tectônica das Bacias de Camamu e Porção Sul do Recôncavo, Costa do Dendê, Bahia (2005a). Nº 35(4), *Revista Brasileira de Geociências* 1-117-128p.

CORRÊA-GOMES L.C.; DOMINGUEZ, J.M.L.; BARBOSA, J.S.F.; SILVA, I.C.; PINTO, M.V. Relações entre Orógenos, Zonas de Cisalhamento, Quebra Continental e Deformação 3-D. A História Tectônica da Bacia Sedimentar de Almada, Bahia., *Revista Brasileira de Geociências*, Salvador: SBG, (2005b). v.35, n.4 (Suplemento), p. 105-115.

CÔRREA-GOMES, L.C., DESTRO, N. (2012). Tectônica da bacias Paleozóicas e Mesozóicas. In: Barbosa, J.S.F. (ed) *Geologia da Bahia, pesquisa e atualização*. CBPM, Série Publicações Especiais, 13, 255-325.

CORRÊA-GOMES, L. C..Neotectônica litorânea do SSE do estado da Bahia. Relatório final 2004 (inédito). Projeto “Neotectônica Litorânea do SSE do estado da Bahia”. Relatório Anual aprovado pelos CAS do CNPq, 61p., 2004.

CORRÊA-GOMES, L. C., CONCEIÇÃO, T. F. L., SILVA, I.C., CRUZ, S.C, BARBOSA, J. S. F Modelos de tramas de simetria mineral de rochas do embasamento cristalino aplicados ao padrão de fraturamento do embasamento e de bacias sedimentares do tipo rifte. A Bacia de Camamu, Bahia, Brasil (2011). *41(2): 237-255, Revista Brasileira de Geociências*

COSTA JÚNIOR, M. P. (2008). *Interações morfo-pedogenéticas nos sedimentos do Grupo Barreiras e nos leques aluviais pleistocênicos no litoral norte do estado da Bahia—município de Conde* (Doctoral dissertation, Doctorate Thesis, Universidade Federal da Bahia, Salvador).

DUYSTER J.P. StereoNett. Disponível em <http://homepage.ruhr-unibochum.de/Joannes.P.Duyster/stereo/stereo1.htm>. 2000. Acesso em: novembro de 2018.

FOSSEN, H. (2016). *Structural geology*. Cambridge University Press.

GHIGNONE, J. I. Geologia dos sedimentos fanerozóicos do Estado da Bahia. Geologia e Recursos Minerais do Estado da Bahia –Textos Básicos. Salvador: SME/CPM, , v. 1, p. 24-117, 1979.

GÓES, A. M., ROSSETTI, D. D. F., Nogueira, A. C. R., & Toledo, P. M. D. (1990). Modelo deposicional preliminar da Formação Pirabas no nordeste do Estado do Pará.

HASUI, Y. (1990). Neotectônica e aspectos fundamentais da tectônica ressurgente no Brasil. In *Workshop sobre neotectônica e sedimentação Cenozoica continental no sudeste brasileiro* (Vol. 1, No. 1990, pp. 1-31).

KING LC. (1956). A geomorfologia do Brasil Oriental. *Revista Brasileira de Geografia* 2: 37-72.

- KOSIN, M. D. (2009). O embasamento das bacias do Recôncavo, de Tucano e de Jatobá – uma visão a partir das cartas geológicas do Brasil ao milionésimo. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 89-108
- LIMA, C. C. U., BOAS, G. D. S. V., & BEZERRA, F. H. R. (2006). Faciologia e análise tectônica preliminar da Formação Barreiras no litoral sul do Estado da Bahia, Brasil. *Geologia USP. Série Científica*, 6(2), 71-80.
- LIMA, C. C. U. (2010). Evidências da ação tectônica nos sedimentos da Formação Barreiras presentes do litoral de Sergipe e ao norte da Bahia. *Revista de Geografia (Recife)*, 27(1), 140-151.
- LIMA, C.C.U. (2002) Caracterização sedimentológica e aspectos neotectônicos do Grupo Barreiras no litoral sul do Estado da Bahia. 2002. 141 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador.
- LIMA, C.C.U., & BOAS, G.D.S.V (2000). A arquitetura deposicional da Formação Marizal (Cretáceo Inferior) na Bacia do Recôncavo, Bahia. *Revista Brasileira de Geociências*, 30(4), 729-736.
- LOPES, A.E.V. (2008). Mecanismos focais e esforços litosféricos no Brasil. Tese de Doutorado. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, 176 p.
- MAGNAVITA, L.P., DESTRO, N., Carvalho, M.S.S., MILHOMEN, P.S. SOUZA-LIMA, W. (1992) *Bacias Sedimentares brasileiras: bacia de Tucano*. Fundação Paleontológica Phoenix, Ano 5, Série Bacias Sedimentares, número 52.
- MABESSOONE, J. M.; CAMPOS E SILVA, A.; BEURLIN, K. Estratigrafia e Origem do Grupo Barreiras em Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 2, n. 3, p. 173-178, (1972).
- MABESOONE, J. M. (Coord.). Revisão geológica da faixa sedimentar costeira de Pernambuco, Paraíba e parte do Rio Grande do Norte. *Estudos Geológicos (Série B, Estudos e Pesquisas)*, v. 10, 252 p., (1991).
- MILHOMEM, P. S.; MAMAN, E. J.; OLIVEIRA, F. M.; CARVALHO, M. S. S.; SOUZA-LIMA, W. Bacias sedimentares brasileiras - Bacia do Recôncavo. Fundação Paleontológica Phoenix, Rio de Janeiro, 2003. *Revista Phoenix (on line)*, Ano 5, n. 51, março 2003. Disponível em: <[http://www.phoenix.org.br/Phoenix51\\_Mar03.html](http://www.phoenix.org.br/Phoenix51_Mar03.html)>. Acesso em: 10 de Outubro de 2017.
- MOURA-FÉ, M. M. Barreiras: Série, Grupo ou Formação? (Barreiras: Serie, Group or Formation?) (2014). *Revista Brasileira de Geografia Física*, 7(6), 1055-1061.
- MORAIS, R. M. O., Mello, C. L., de Oliveira Costa, F., & de Freitas Santos, P. (2006). Fácies sedimentares e ambientes deposicionais associados aos sepósitos da Formação Barreiras no estado do Rio de Janeiro. *Geologia USP. Série Científica*, 6(2), 19-30.
- MILANI E.J. & DAVISON I. 1988. Basement control and transfer tectonics in the Recôncavo - Tucano -Jatobá rift, Northeast Brazil. *Tectonophysics*, **154**:41-70.



- NASCIMENTO, A.C.. Neotectônica do Grupo Barreiras no litoral Sul do Estado da Bahia. (2014). 135 p. TFG (Graduação) - Curso de Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal da Bahia.
- NUNES, F. C., da Silva, E. F., & Vilas-Boas, G. D. S. (2011). Grupo Barreiras: características, gênese e evidências de neotectonismo. *Embrapa Solos-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)*.
- OLIVEIRA, A. I.; LEONARDOS, O. H. *Geologia do Brasil*. Rio de Janeiro: Serviço Informação Agrícola/Ministério da Agricultura, (1943). 813 p.
- OLIVEIRA, E.M. (2014), *Petrografia, Litogeoquímica e Geocronologia das Rochas Granulíticas da Parte Norte do Cinturão Salvador-Esplanada-Boquim, Bahia-Sergipe*. Tese (Doutorado). Salvador: Universidade Federal da Bahia. UFBA.
- PATERSON M.S. & WEISS L.E. 1961. Symmetry concepts in the Structural analysis of deformed rocks. *Geol. Soc. Amer.Bull.*, **72**:843-882.
- RECHES Z. Analysis of faulting in three-dimensional strain field. *Tectonophysics*, 19:109-129. (1978).
- ROSSETTI, D. D. F., GÓES, A. M., & Truckenbrodt, W. (1990). A influência marinha nos Sedimentos Barreiras.
- ROSSETTI D.F, DOMINGUEZ, J.M.L (1996) Evidência Marinha na Formação Barreiras do Litoral Do Estado Da Bahia Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). XIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário ABEQUA
- ROSSETTI, D. D. F. (1999). Soft-sediment deformation structures in late Albian to Cenomanian deposits, São Luís Basin, northern Brazil: evidence for palaeoseismicity. *Sedimentology*, 46(6), 1065-1081.
- ROSSETTI, D. F. & GÓES A. M. BRAZIL, Q. D. I. N. (2009) Deformação Sin-Sedimentar Quaternária no Nordeste do Brasil e sua Implicação Estratigráfica.
- ROSSETTI, D. F., BEZERRA, F. H. R., GÓES, A. M., & Neves, B. B. (2010). Sediment deformation in Miocene and post-Miocene strata, Northeastern Brazil: evidence for paleoseismicity in a passive margin. *Sedimentary Geology*, 235(3-4), 172-187.
- ROSSETTI & DOMINGUEZ (2012). Tabuleiros Costeiros. In: Barbosa, J.S.F. (ed) *Geologia da Bahia, pesquisa e atualização*. CBPM, Série Publicações . Geologia da Bahia Pesquisa e Atualização,14, 365-393
- ROSSETI, D.F., BEZERRA, F.H.R.,DOMINGUEZ, J. M. (2013). Late Oligocene–Miocene transgressions along the equatorial and eastern margins of Brazil.
- SAADI, A. Neotectônica da Plataforma Brasileira: esboço e interpretação preliminares. *Geonomos*, v.1, n.1, p. 1-15, (1993).
- SALAMUNI, E. Notas de Aula de Geotectônica: Neotectônica. UFPR, 2010. Disponível em: <<http://www.geologia.ufpr.br/graduacao/neotectonica/indiceneotectonica.html>> Acesso em: 13 nov. 2018.

- SANTOS, T. B., MANCINI, F., ROSTIROLLA, S. P., de MESQUITA BARROS, C. E., & Salamuni, E. (2011). Registro da deformação pós-paleozóica na Bacia do Amazonas, região de Itaituba (PA). *Revista Brasileira de Geociências*, 41(1), 95-107.
- SILVA, I.C. (2013). Estudo da evolução dinâmica do sistema de bacias tipo rifte Recôncavo-Tucano-Jatobá com base em dados de campo. 334f. Tese (Doutorado) Universidade Federal Da Bahia, Salvador.
- SILVA I.C. (2009). *Evolução Dinâmica da Bacia de Camamu, Bahia, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 108 p.
- SZATMARI, P., MILANI, E.J., LANA, M. da C., CONCEIÇÃO, J.C.J., LOBO, A.P. (1985). How south atlantic riftng affects Brazilian oil reserves distribution. *Oil and Gas Journal*, Jan 14, 107-113.
- TORRES, H.H.F. (1994) Metodologia para Estudos Neotectonicos regionais; o caso João Câmara.
- TRICART, J., SILVA T.C. (1968). Estudo da Geomorfologia da Bahia e Sergipe. Salvador, Bahia: Fundação para o Desenvolvimento da Ciência na Bahia. 167
- TWISS R.J. & MOORES E.M. 2006. *Structural Geology*. 2.ed., New York, W.H. Freeman and Company, 736 p.
- VILAS BÔAS, G. S., SAMPAIO, F. J., & Pereira, A. (2001). The Barreiras Group in the Northeastern coast of the State of Bahia, Brazil: depositional mechanisms and processes. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 73(3), 417-427.

## CAPÍTULO 3 CONCLUSÃO

---

- i) Considerando as medidas obtidas através das imagens SRTM pode-se dizer que as principais medidas do embasamento foram herdadas tanto da foliação metamórfica do Cinturão Salvador-Esplanada Boquim (N040°-N050°), quanto das falhas da Bacia do Recôncavo (Itagra-Araçás,- Mata Catu).
- ii) O padrão ortorrômbico herdado do embasamento e da Bacia é verificado nas medidas de campo e comprovadas nas principais estruturas da Formação Barreiras: superfície primária (S0), falhas e fraturas e eixo de dobras.
- iii) O padrão de paralelismo entre as paleocorrentes e as fraturas ortorrômbicas sugere uma deposição sedimentar controlada pelas falhas e fraturas do embasamento.
- iv) As estruturas de liquefação em conglomerados, as ondulações assim como as mixed-layers são evidências de atividade tectônica (sísmica) recente que culminou com a geração de estruturas deformacionais neotectônicas.
- v) A Fm. Barreiras foi deformada segundo padrões estruturais (ortorrômbicos) pré existentes no embasamento e na Bacia do Recôncavo.
- v) A origem dos campos de tensão é atribuída á interação de esforços de empurrão da dorsal meso-atlântica, á migração da placa sul-americana e á subducção andina.

Para complementação e aprofundamento do presente estudo é recomendável:

- i) Identificar os campos de tensão e principais motores geradores que deu origem ás falhas e fraturas da Fm. Barreiras;
- ii) Datar as idades da deformação a partir dos sedimentos deformados e investigar com detalhe os padrões de falha que venha a ocorrer nos solos que recobre os sedimentos da Fm. Barreiras na área de estudo.

## **APÊNDICE A – JUSTIFICATIVA DA PARTICIPAÇÃO DOS CO-AUTORES**

---

O Prof. Dr. Luiz César Corrêa Gomes é orientador da discente e participa como co-autor, pois teve fundamental importância na elaboração deste trabalho e vasta experiência no tema da pesquisa, como pesquisador e coordenador do projeto Rift Bahia II – foi principal responsável por obter fundos para o desenvolvimento deste trabalho. O Prof. Dr. Carlos César Uchôa de Lima também tem experiência na área de pesquisa e é co-orientador da discente. A geóloga Rebeca Barbosa é integrante do Projeto Rife Bahia II e contribuiu diretamente nas etapas de campo e tratamento dos dados.

## ANEXO A – REGRAS DE FORMATAÇÃO DA REVISTA DE GEOCIÊNCIAS DA USP

---

### Forma e preparação dos manuscritos

#### Apresentação do Artigo

1. **Página de rosto** - deverá conter três títulos: em português, em inglês e um título curto no idioma principal do manuscrito com no máximo 50 caracteres, contando os espaços; nome completo e instituição de origem dos autores; endereço completo do autor principal (logradouro, CEP, cidade, estado, país, caixa postal e telefone para contato), e-mail de todos os autores; número de palavras; total de figuras e de tabelas.

2. **Resumo e Abstract** - em um único parágrafo, devem ser concisos, com no máximo 270 palavras. Textos mais longos devem vir acompanhados de justificativa circunstanciada.

3. **Palavras-chave e keywords** - máximo de seis, separadas por ponto e vírgula, com a primeira letra em maiúscula. Ex.: Bacia do Araripe; Quaternário; Fácies; Depósitos magmáticos. Os descritores em inglês devem acompanhar os termos em português.

4. **Texto principal** - poderá ser redigido em português ou inglês. Elaborar em Word, fonte Times New Roman, tamanho 12, espaço simples. O tamanho máximo aceito para publicação é de 25 páginas, incluindo texto, resumo, abstract, tabelas, figuras e referências bibliográficas. Trabalhos mais longos podem ser aceitos desde que argumentos científicos que os justifiquem sejam apresentados e aceitos. a) Na fase de submissão, inserir numeração de páginas, bem como as figuras, tabelas e legendas. b) Quando o artigo estiver devidamente aprovado para publicação, as figuras e tabelas devem ser retiradas do texto. Enviá-las separadamente e numeradas, cada uma num arquivo. As legendas devem vir em um único arquivo, separadas das figuras e tabelas.

5. **Títulos e subtítulos** - utilizar a formatação abaixo:

**NÍVEL 1 - NEGRITO, CAIXA ALTA.**

**Nível 2 - Negrito, caixa alta na primeira letra da primeira palavra e caixa baixa nas demais.** *Nível 3 - Itálico, caixa alta na primeira letra da primeira palavra e caixa baixa nas demais (sem negrito).* *Nível 4 - Caixa alta na primeira letra da primeira palavra e caixa baixa nas demais (sem negrito).*

6. **Tabelas e quadros** - considerar quadro como tabela. Elaborar em Word, no modo tabela, com formato aberto, fonte Arial, tamanho 8. Obedecer as medidas: 8,2 cm (uma coluna) ou 17 cm (duas colunas), comprimento máximo de 22 cm, incluindo a legenda. Tabelas muito extensas deverão ser divididas. a) Na fase de submissão, inserir as tabelas no texto, juntamente com a legenda, com a devida numeração sequencial. b) Quando o artigo estiver devidamente aprovado para publicação, as tabelas devem ser retiradas do texto. Enviá-las separadamente e numeradas, cada uma num arquivo. As legendas devem vir em um único arquivo, separadas das tabelas.

7. **Ilustrações** - mapas, fotos, figuras, gráficos, pranchas, fotomicrografias etc., considerar como figuras. Utilizar fonte Arial, tamanho 9. Obedecer as medidas: 8,2 cm (uma coluna) ou 17 cm (duas colunas), comprimento máximo de 22 cm, incluindo a legenda. Deverão estar em formato JPEG, TIFF ou EPS, com resolução mínima de 300 dpi. a) Na fase de submissão, inserir as figuras no texto, juntamente com a legenda, com a devida numeração sequencial. b) Quando o artigo estiver devidamente aprovado para publicação, as figuras devem ser retiradas

do texto. Enviá-las separadamente e numeradas, cada uma num arquivo. As legendas devem vir em um único arquivo, separadas das figuras.

8. **Citações no texto** - exemplos de citação direta / citação indireta:

- a) **Um autor** Santos (1980) / (Santos, 1980)
- b) **Dois autores** Norton e Long (1995) / (Norton e Long, 1980)
- c) **Mais de dois autores** Moorbath *et al.* (1992) / (Moorbath *et al.*, 1992)
- d) **Congressos, conferências, seminários etc.** No Congresso Brasileiro de Geologia (1984) / (Congresso Brasileiro de Geologia, 1984)
- e) **Vários trabalhos de diferentes autores** Smith (1985), Rose e Turner (1986) e Johnson *et al.* (1990) / (Smith, 1985; Rose e Turner, 1986; Johnson *et al.*, 1990)
- f) **Citação de vários trabalhos de um mesmo autor** Smith (1979a, 1979b, 1981) / (Smith, 1979a, 1979b, 1981)

**Referências** - listar no final do texto, em ordem alfabética de autores e, dentro dessa sequência, em ordem cronológica. A exatidão das referências bibliográficas é de inteira responsabilidade dos autores. Exemplos de referências:

- a) **Livro com um autor** Middlemost, E. A. K. (1997). *Magma, rocks and planetary development: A Survey of Magma/Igneous Rock Systems*. Harlow: Longman.
- b) **Livro com dois autores** Anderson, M. P., Woessner, W. W. (1992). *Applied groundwater modeling. Simulation of flow and advective transport*. San Diego: Academic Press.
- c) **Livro com três ou mais autores** Harland, W. B., Armstrong, R. L., Cox, A. L. V., Craig, L. E., Smith, A., Smith, D. (1989). *A geologic time scale* (2a ed.). Cambridge: Cambridge University Press. d)

**Capítulo de livro** Almeida, F. F. M., Amaral, G., Cordani, U. G., Kawashita, K. (1973). The Precambrian evolution of the South American cratonic margin south of Amazonas River. In: A. E. Nairn, F. G. Stille (Eds.), *The ocean basin and margins* (v. 1, 411-446). New York: Plenum. (Exemplo de Publicação seriada) L. Harris, N. , Pearce, J. , Tindle, A. (1986). Geochemical collision-zone magmatism. In: Coward M. P., Ries A. C.(ed.) *Collision tectonics*. London: Geological Society. 67-81. (Geological Society Special Publication, 19).

e) **Artigo de periódico** Caffè, P. J., Soler, M. M., Coira, B. L., Cordani, U. G., Onoe, A. T. (2008). The granada ignimbrite: a compound pyroclastic unit and its relationship with upper miocene caldera volcanism in the northern Puna. *Journal of South American Earth Science*, 25(4), 464-484.

f) **Trabalho apresentado em evento** Danni, J. C. M., Ribeiro, C. C. (1978). Caracterização estratigráfica da sequência vulcano-sedimentar de Pilar de Goiás e de Guarinos, Goiás. *XXX Congresso Brasileiro de Geologia*, v. 2, 582-596. Recife: SBG.

g) **Mapa** Inada, H. A. W., Barbosa, J. F. (1978). *Mapa Geológico do Estado da Bahia*. Escala 1:1.000.000. Salvador: Secretaria de Minas e Energia do Estado da Bahia/CBPM.

h) **Teses e dissertações** Petta, A. R. (1995). *Estudo geoquímico e relações petrogenéticas do batólito múltiplo composto São Vicente/Caicó (RN-Brasil)*. Tese (Doutorado). Rio Claro: Instituto de Geociências e Ciências Exatas ? UNESP.

i) **Documentos em meio eletrônico** Livro Sharkov, E. (2012). *Tectonics: Recent Advances*. Croatia: InTech, <<http://www.intechopen.com/books/tectonics-recent-advances>>. Artigo de periódico Soares, E. A., Tatumi, S. H. (2010). OSL age determinations of pleistocene fluvial deposits in Central Amazonia. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 82(3), 691-699. Acesso em 14 de fevereiro de 2011, <<http://www.scielo.br/pdf/aabc/v82n3/17.pdf>>. Trabalho apresentado em evento Souza-Lima, W., Farias, R. M. (2007). A flora quaternária dos travertinos de Itabaiana, Sergipe. *PALEO 2007* (p. 7). Itabaiana: SBP. Acesso em 18 de dezembro de 2008, <[http://www.phoenix.org.br/Paleo2007\\_Boletim.pdf](http://www.phoenix.org.br/Paleo2007_Boletim.pdf)>.

j) **Com numeração DOI** Livro Zavattini, J. A. (2009). *As chuvas e as massas de ar no estado de Mato Grosso do Sul: estudo geográfico com vista à regionalização climática*. DOI: 10.7476/9788579830020. Artigo de periódico Evandro L. Kleina, E. L., Rodrigues, J. B., Lopesa, E. C. S., Gilvana L. Soledade, G. L. (2012). Diversity of Rhyacian granitoids in the basement of the Neoproterozoic-Early Cambrian Gurupi Belt, northern Brazil: Geochemistry, U-Pb zircon geochronology, and Nd isotope constraints on the Paleoproterozoic magmatic and crustal evolution. *Precambrian Research*, 220-221, 192-216, DOI: 10.1016/j.precamres.2012.08.007.

## **ANEXO B – COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO ARTIGO**

[GEOUSP] Agradecimento pela submissão

Danielle Sampaio Nascimento

Agradecemos a submissão do trabalho "PADRÕES DE DEFORMAÇÃO CONJUGADO E ORTORRÔMBICO DAS ESTRUTURAS DEFORMACIONAIS NA FORMAÇÃO BARREIRAS (NEÓGENO) NE DA BAHIA, BRASIL" para a revista Geologia USP. Série Científica.

Acompanhe o progresso da sua submissão por meio da interface de administração do sistema, disponível em:

URL da submissão: <http://www.revistas.usp.br/guspsc/authorDashboard/submission/165574>

Login: daniellesampaio

Em caso de dúvidas, entre em contato via e-mail.

Agradecemos mais uma vez considerar nossa revista como meio de compartilhar seu trabalho.

Daniel Machado